

**PERTAMINA**

# **Energy Outlook**

## **2021**



**"A Perspective to 2060"**

PERTAMINA

# Energy Outlook

## 2021



**"A Perspective to 2060"**

## TIM PENYUSUN

Penyusun adalah Pertamina Energy Institute (PEI) yang beranggotakan sebagai berikut:

- Hery Haerudin - VP Pertamina Energy Institute
- Antony Fayen Budiman
- Yohanes Handoko Aryanto
- Primaningrum Pudyastuti
- Muhamad Taufik Faizin
- Adhitya Nugraha
- Ali Azmy
- Eko Setiadi
- Fanditius
- Cahyo Andrianto
- Ridhanda Putra
- Oktofriawan Hargiardana

## TENTANG PERTAMINA ENERGY INSTITUTE (PEI)

PEI merupakan organisasi *think tank* di PT Pertamina (Persero) yang memiliki fungsi untuk melakukan sosialisasi, edukasi, dan advokasi serta kajian terkait dengan perkembangan arah dan bisnis energi global dan Indonesia.

Saran dan kritik dapat disampaikan melalui:

[energy.institute@pertamina.com](mailto:energy.institute@pertamina.com)

## DAFTAR ISI

### Halaman

DAFTAR ISI .....	II
DAFTAR GAMBAR .....	II
DAFTAR TABEL .....	X
DAFTAR ISTILAH .....	XI
KATA PENGANTAR .....	XV
RINGKASAN EKSEKUTIF .....	XVI
I. PERKEMBANGAN PEREKONOMIAN .....	1
II. KONDISI ENERGI FOSIL GLOBAL .....	17
III. TRANSISI ENERGI DAN DEKARBONISASI GLOBAL .....	49
IV. <i>OUTLOOK</i> ENERGI INDONESIA .....	147
V. REKOMENDASI .....	219

## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

Gambar I.1 Proyeksi Pertumbuhan PDB Indonesia Jangka Panjang .....	6
Gambar I.2 Proyeksi Jumlah Penduduk Indonesia hingga 2060 .....	7
Gambar II.1 Total Konsumsi Energi Final (TFEC) dalam Skenario 1,5 Derajat Celsius .....	18
Gambar II.2 Permintaan Minyak dan Gas dalam Skenario AET-2 dan Skenario Dasar .....	21
Gambar II.3 <i>Outlook</i> Permintaan dan Pasokan Minyak Bumi Menurut Skenario Maksimal 2 Derajat Celsius .....	22
Gambar II.4 Proyeksi Harga Minyak Mentah dalam Skenario 1,5-2 Derajat Celsius .....	22

## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

Gambar II.5 <i>Outlook</i> Konsumsi Bahan Bakar Cair hingga 2050 Menurut Skenario .....	25
Gambar II.6 Proyeksi Permintaan dan Pasokan Minyak Bumi dalam Skenario Dasar hingga 2050 .....	26
Gambar II.7 Persentase Populasi yang Divaksin Covid-19 di Negara-negara Pengonsumsi Minyak Terbesar pada Pertengahan Oktober 2021 ..	28
Gambar II.8 Perubahan Permintaan Minyak Bumi Berdasarkan Wilayah Selama Tahun 2022 .....	29
Gambar II.9 Data Historis dan <i>Outlook</i> Permintaan Produk Kilang .....	30
Gambar II.10 <i>Outlook</i> Produksi Produk di Kilang secara Global .....	30
Gambar II.11 <i>Outlook Gross Refining Margin</i> Kilang Singapura 2022 .....	31
Gambar II.12 <i>Outlook Gross Refining Margin</i> Kilang Singapura hingga 2050 .....	31
Gambar II.13 <i>Outlook</i> Investasi Penambahan Kapasitas Kilang Global 2021-2027 .....	32
Gambar II.14 Permintaan Gas Global per Sektor .....	34
Gambar II.15 Permintaan Gas Global .....	34
Gambar II.16 Permintaan LNG Global .....	35
Gambar II.17 Pertumbuhan Permintaan LNG di Asia .....	35
Gambar II.18 Pertumbuhan Permintaan LNG per Region hingga 2050 .....	36
Gambar II.19 Suplai dan Permintaan LNG Global .....	36
Gambar II.20 <i>Outlook</i> FID hingga Tahun 2025 .....	37
Gambar II.21 Forecast Harga Gas dan LNG Global .....	38
Gambar II.22 Konsumsi Energi Primer Dunia ( <i>Exajoule</i> ) .....	39
Gambar II.23 Produksi Listrik Berdasarkan Jenis Energi ( <i>Terawatt hour</i> ) .....	40
Gambar II.24 Konsumsi Batubara Berdasarkan Wilayah, Periode 2000-2021 ...	41
Gambar II.25 Perkembangan dan Proyeksi Harga Batubara .....	42
Gambar II.26 Perubahan Tahunan per Triwulan Produksi Listrik Berbahan Bakar Batubara .....	43

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar II.27 Produksi, Ekspor, dan DMO Batubara Nasional .....	44
Gambar III.1 Sejarah Singkat Perkembangan Praktik ESG .....	50
Gambar III.2 <i>Framework Sustainable Development Goals</i> -United Nations .....	51
Gambar III.3 Kerangka Kerja Pengelolaan Pelaporan ESG .....	52
Gambar III.4 Nilai <i>Total Sustainable Investing Global</i> .....	53
Gambar III.5 Ambisi Strategis Implementasi ESG oleh Global O&G Company ...	54
Gambar III.6 Faktor Pendukung dan Penghambat Teknologi CCUS .....	55
Gambar III.7 Lima Lembaga Pemeringkat Utama ESG Global .....	56
Gambar III.8 Evolusi Perkembangan Agenda Advokasi Dekarbonisasi Global ....	57
Gambar III.9 <i>Global Primary Energy Demand 2019</i> .....	58
Gambar III.10 Peta Jalan NZE Global 2050 .....	59
Gambar III.11 Transisi Energi Global 2020-2050 untuk mencapai NZE 2050 .....	60
Gambar III.12 Arah Strategi Transisi Energi Perusahaan Minyak dan Gas Global	60
Gambar III.13 Ambisi Jangka Panjang Transisi Energi Perusahaan Minyak dan Gas Global .....	61
Gambar III.14 Emisi CO <sub>2</sub> Global Berdasarkan Sektor .....	62
Gambar III.15 Emisi CO <sub>2</sub> Global Berdasarkan Bahan Bakar .....	62
Gambar III.16 Emisi CO <sub>2</sub> Asia Pasifik Berdasarkan Sektor .....	63
Gambar III.17 Emisi CO <sub>2</sub> Asia Pasifik Berdasarkan Bahan Bakar .....	63
Gambar III.18 Kisaran Emisi Bahan Bakar Gas, Minyak, dan Batubara .....	64
Gambar III.19 Analisis PESTEL Bidang Kelistrikan Tahun 2021 .....	67
Gambar III.20 Persentase Porsi Listrik dalam Total Konsumsi Energi .....	68
Gambar III.21 Tren Konsumsi Listrik Global dalam TWh .....	69
Gambar III.22 Konsumsi Listrik per Sektor dalam TWh .....	70
Gambar III.23 Tren Pertumbuhan Investasi Transportasi Listrik dalam Miliar Dollar AS .....	71

## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

Gambar III.24 Tren Produksi Listrik Global dalam TWh .....	74
Gambar III.25 Tren Persentase Porsi EBT terhadap Total Produksi Listrik .....	75
Gambar III.26 Kapasitas Pembangkit Kumulatif Global dalam <i>Terawatt</i> .....	75
Gambar III.27 Tren <i>Capacity Factor</i> per Sumber Pembangkit EBT .....	77
Gambar III.28 Tren Pertumbuhan Investasi Teknologi Penyimpanan Energi dalam Miliar Dollar AS .....	78
Gambar III.29 Tren Rata-rata Investasi Baru EBT dalam Miliar Dollar AS per Sumber EBT .....	79
Gambar III.30 Rata-rata Investasi Baru EBT dalam Miliar Dollar AS per Benua ...	79
Gambar III.31 Tren Rata-rata Tertimbang LCOE Global dalam Dollar AS/kWh ....	80
Gambar III.32 <i>Outlook</i> Porsi EBT dalam Pembangkitan Listrik .....	82
Gambar III.33 Kapasitas Terpasang EBT Dunia (GW) .....	83
Gambar III.34 Proyeksi Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Global .....	83
Gambar III.35 Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Global .....	84
Gambar III.36 Realisasi Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Global (Miliar Dollar AS) .....	84
Gambar III.37 Proyeksi Kapasitas Terpasang PLTS Global .....	85
Gambar III.38 Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB) .....	86
Gambar III.39 Realisasi Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Global (Miliar Dollar AS).....	86
Gambar III.40 Proyeksi Kapasitas Terpasang PLTP Global .....	87
Gambar III.41 <i>Top 10 Geothermal Countries 2019</i> .....	88
Gambar III.42 Kapasitas Terpasang Panas Bumi Global 2010-2020 .....	90
Gambar III.43 Kapasitas Terpasang PLTA Global 2010-2020 .....	93
Gambar III.44 Jumlah Bendungan Global per Jenis Fungsi .....	93

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar III.45 Porsi Produksi Listrik Global per Jenis Energi .....	94
Gambar III.46 Kapasitas Terpasang PLTA Global 2019 per Negara .....	94
Gambar III.47 Proyeksi Pertumbuhan Penjualan Kendaraan Listrik Global .....	97
Gambar III.48 Proyeksi Kendaraan Listrik di Indonesia .....	98
Gambar III.49 Proyeksi TCO Kendaraan Listrik Global .....	99
Gambar III.50 Estimasi TCO Kendaraan Listrik Nasional .....	100
Gambar III.51 Estimasi TCO Mobil Listrik Nasional dengan Beberapa Skenario Insentif Fiskal .....	101
Gambar III.52 Peta Iklim Kebijakan untuk Mendukung Penggunaan Kendaraan Listrik .....	102
Gambar III.53 Perkembangan Infrastruktur Kendaraan Listrik di China Tahun 2000-2020 .....	103
Gambar III.54 Tren Harga <i>Battery Pack</i> 2010-2020 .....	105
Gambar III.55 Proyeksi Kapasitas Terpasang <i>Battery Energy Storage</i> .....	106
Gambar III.56 Tren Permintaan Hidrogen per Sektor .....	107
Gambar III.57 Permintaan Hidrogen per Region 2020 dalam Juta Ton .....	107
Gambar III.58 Kapasitas Proyek Hidrogen Hijau yang Diumumkan, dalam Satuan MWe .....	108
Gambar III.59 Kapasitas Proyek Hidrogen Biru yang Diumumkan, dalam Satuan Ton/Hari .....	109
Gambar III.60 Jumlah Kendaraan Hidrogen .....	110
Gambar III.61 Kebijakan Mandat Biofuel di Beberapa Negara pada Akhir 2020	113
Gambar III.62 Produksi <i>Biofuel</i> 2010-2020 .....	114
Gambar III.63 Perkiraan Pertumbuhan Permintaan <i>Biofuel</i> dan Pangsa Total Permintaan Berdasarkan Bahan Bakar (Kiri) dan Wilayah (Kanan) Tahun 2021-2026 .....	115
Gambar III.64 <i>Marginal Abatement Cost Curven</i> (MACC) Goldman Sachs .....	117



## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar III.65 <i>Marginal Abatement Cost Curve</i> (MACC) Thundersaidenergy .....	117
Gambar III.66 Proyeksi <i>Marginal Abatement Cost Curve</i> (MACC) McKinsey 2030 .....	118
Gambar III.67 Tren Emisi Karbon di Indonesia (miliar ton CO <sub>2</sub> ekuivalen) .....	120
Gambar III.68 Jumlah Investasi CCS per Sektor dalam Miliar Dollar AS .....	121
Gambar III.69 Tren Kapasitas Penangkapan Karbon CCS per Sektor dalam Metrik Ton CO <sub>2</sub> .....	121
Gambar III.70 Porsi Investasi CCS terhadap Investasi Hijau Lainnya .....	122
Gambar III.71 Tren Perkembangan Fasilitas CCUS Skala Besar .....	123
Gambar III.72 LCOE Pembangkit Listrik dengan dan Tanpa CCS Tahun 2021 .....	124
Gambar III.73 Tren Pertumbuhan Teknologi Penangkapan Karbon Global .....	125
Gambar III.74 Tren Perkembangan dan Proyeksi Penangkapan Karbon DACCS Global .....	126
Gambar III.75 Perkembangan Target Penurunan Emisi dari Beberapa Negara Pengemisi Terbesar di Dunia .....	127
Gambar III.76 Peta Pajak Karbon dan ETS Dunia .....	130
Gambar III.77 Peta Mekanisme Kredit Karbon di Dunia .....	131
Gambar III.78 Total Penerbitan Kredit Karbon (2019-2020) .....	131
Gambar III.79 Perubahan Jumlah Kredit Diterbitkan (2019-2020), Aktivitas Terdaftar, Rata-rata Harga Kredit 2020, dan Sektor yang Dicapuk oleh Berbagai Mekanisme Crediting di Dunia .....	132
Gambar III.80 Harga Karbon Internal di Berbagai Industri .....	133
Gambar III.81 Harga Karbon di Dunia Status April 2021 .....	134
Gambar III.82 Harga Karbon Menurut Skenario 1,5 Derajat Celsius .....	135
Gambar III.83 Kapasitas yang Dibutuhkan untuk Setiap Instrumen Harga Karbon .....	138

## DAFTAR GAMBAR

### Halaman

Gambar IV.1 Bauran Energi Primer Indonesia .....	147
Gambar IV.2 Bauran Energi Final Indonesia .....	148
Gambar IV.3 Produksi Migas Nasional 2010-2021 .....	149
Gambar IV.4 Perkembangan Konsumsi BBM dan LPG 2015-2021 .....	150
Gambar IV.5 Tren Impor Minyak Mentah, BBM, dan LPG 2015-2020 .....	151
Gambar IV.6 Pemanfaatan Gas Domestik .....	152
Gambar IV.7 Pengembangan Kilang RDMP dan GRR .....	153
Gambar IV.8 Pengembangan Infrastruktur Gas Bumi Nasional .....	155
Gambar IV.9 Produksi Batubara Indonesia 2010-2021 .....	156
Gambar IV.10 Penambahan Kapasitas dan Bauran Pembangkit Listrik .....	157
Gambar IV.11 Tren Harga Bahan Bakar Pembangkit Listrik 2011-2020 .....	158
Gambar IV.12 Penambahan Kapasitas Pembangkit EBT di RUPTL 2019-2028 Vs RUPTL 2021-2030 .....	159
Gambar IV.13 Tantangan Pengembangan Panas Bumi .....	164
Gambar IV.14 Harga Kesepakatan PPA PLTS 2015-2020 .....	168
Gambar IV.15 Pemanfaatan Biodiesel (FAME) Domestik .....	170
Gambar IV.16 Proyeksi emisi berdasarkan <i>current policy scenario</i> (CPOS), <i>transition scenario</i> (TRNS) dan <i>low carbon scenario compatible with paris agreement</i> (LCCP) .....	173
Gambar IV.17 Peta Jalan Transisi Energi Menuju Karbon Netral Sektor Energi ..	174
Gambar IV.18 Potensi Penerapan Teknologi Transisi Energi di Indonesia .....	177
Gambar IV.19 Proyeksi Emisi Energi .....	179
Gambar IV.20 Proyeksi Emisi untuk mencapai <i>Net Zero Emission</i> .....	181
Gambar IV.21 Peta Jalan <i>Net Zero Emission</i> Indonesia Hasil Pemodelan .....	182
Gambar IV.22 Bauran Energi Primer per Skenario .....	183
Gambar IV.23 Tren Energi Primer per Jenis per Skenario .....	184
Gambar IV.24 Proyeksi Arus Energi Primer .....	186

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar IV.25 Proyeksi Kebutuhan Energi Final per Skenario .....	187
Gambar IV.26 Proyeksi Energi Final per Sektor .....	188
Gambar IV.27 Proyeksi Kebutuhan Energi Final per Jenis Energi .....	189
Gambar IV.28 Proyeksi Intensitas Energi Final .....	190
Gambar IV.29 Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Transportasi per Jenis Energi	191
Gambar IV.30 Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Transportasi per Jenis Moda ..	192
Gambar IV.31 Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Industri per Jenis Energi .....	193
Gambar IV.32 Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Rumah Tangga per Jenis Energi .....	195
Gambar IV.33 Proyeksi Kebutuhan Energi Final Komersial per Jenis Energi .....	196
Gambar IV.34 Proyeksi Populasi dan Kebutuhan Baterai Kendaraan Listrik .....	198
Gambar IV.35 Proyeksi Kendaraan Listrik per Jenis Kendaraan .....	199
Gambar IV.36 Proyeksi Kebutuhan Listrik per Skenario .....	200
Gambar IV.37 Proyeksi Kebutuhan Listrik per Sektor .....	201
Gambar IV.38 Proyeksi Porsi Produksi Listrik per Jenis Energi .....	203
Gambar IV.39 Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik per Jenis Energi .....	204
Gambar IV.40 Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik EBT .....	205
Gambar IV.41 Produksi Listrik Pembangkit EBT per Jenis Energi .....	205
Gambar IV.42 Proyeksi Kebutuhan Gasolin, <i>Gasoil</i> , dan Avtur .....	208
Gambar IV.43 Proyeksi Kebutuhan BBN per Skenario .....	209
Gambar IV.44 Proyeksi Kebutuhan LPG dan Substitusinya .....	210
Gambar IV.45 Proyeksi Kebutuhan Hidrogen di Skenario GT .....	211
Gambar IV.46 <i>Outlook</i> Kebutuhan Minyak Bumi untuk Intake Kilang .....	212
Gambar IV.47 <i>Outlook</i> Penyediaan dan Permintaan Gas Bumi .....	213
Gambar IV.48 <i>Outlook</i> Penyediaan dan Permintaan Batubara .....	214

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel I.1 Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Global (%) .....	1
Tabel I.2 Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (%) .....	4
Tabel II.1 Proyeksi Jangka Panjang Harga Minyak Mentah Jenis <i>Dated Brent</i> dalam Skenario Dasar .....	26
Tabel II.2 Risiko yang Bisa Mendistorsi Pergerakan Harga Minyak dalam Jangka Menengah dan Panjang .....	27
Tabel III.1 Data Produsen KLBB di China per 2020 (Kecuali Dinyatakan Lain) .....	72
Tabel III.2 Perbandingan Perubahan EBT Periode 2010-2020 .....	80
Tabel III.3 Perbandingan Tipe Baterai .....	104
Tabel III.4 Kebijakan Hidrogen Global Beberapa Negara .....	111
Tabel III.5 Daftar Perusahaan yang Memanfaatkan NBS dalam Pengurangan Karbon .....	119
Tabel III.6 Faktor Pendukung dan Penghambat Teknologi CCUS .....	125
Tabel III.7 Masalah-masalah Utama dalam Artikel 6 Perjanjian Paris .....	136
Tabel IV.1 Potensi Energi Baru dan Terbarukan .....	158
Tabel IV.2 Sumber Daya dan Cadangan Panas Bumi Indonesia (MWe) .....	161
Tabel IV.3 Kapasitas Pembangkit Listrik Panas Bumi 2020 .....	162
Table IV.4 Perbandingan NDC 2016 dan NDC 2021 .....	17
Tabel IV.5 Asumsi Makro Pemodelan .....	205
Tabel IV.6 Skenario Pertamina Energy Outlook (PEO) 2021 .....	208

## DAFTAR ISTILAH

AET	<i>accelerated energy transition</i>
AS	Amerika Serikat
BAU	<i>business as usual</i>
BBG	bahan bakar gas
BBM	bahan bakar minyak
BBN	bahan bakar nabati
BBNKB	Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor
BES	<i>battery energy storage</i>
BESS	<i>battery energy storage system</i>
BEV	<i>battery electric vehicle</i>
BI	Bank Indonesia
bph	barel per hari
BOE	<i>barrel oil equivalent</i>
BOEPD	<i>barrel oil equivalent per day</i>
BPD	<i>barrel per day</i>
BPP	biaya pokok penyediaan
BPS	Badan Pusat Statistik
BSCFD	<i>barrel standard cubic feet per day</i>
BUMD	badan usaha milik daerah
BUMN	badan usaha milik negara
CAGR	<i>compound annual growth rate</i>
CCS/CCUS	<i>carbon capture storage /carbon capture utilization and storage</i>
CO <sub>2</sub>	<i>carbon dioxide (karbon dioksida)</i>
COP	<i>Conference of the Parties (Konferensi Para Pihak)</i>
CPO	<i>crude palm oil (minyak sawit mentah)</i>
DACCS	<i>direct air capture and carbon sequestration</i>
DME	<i>dimetil eter</i>
EBT	energi baru dan terbarukan ( <i>new and renewable energy/NRE</i> )
EIA	<i>Energy Information Administration</i>
ESG	<i>environmental, social, and governance</i>
ESDM	energi dan sumber daya mineral
ETS	<i>emission trading system (sistem perdagangan emisi)</i>

## DAFTAR ISTILAH

EV	<i>electric vehicle (kendaraan listrik)</i>
FAME	<i>fatty acid methyl ester</i>
FID	<i>final investment decision</i>
FiT	<i>feed in tariff</i>
FSRU	<i>floating storage regasification unit</i>
GDP	<i>gross domestic product (produk domestik bruto/PDB)</i>
GSEN	Grand Strategi Energi Nasional
GHG	<i>greenhouse gas</i>
GRK	gas rumah kaca
GRR	<i>grass root refinery</i>
GT	<i>green transition</i>
GtCO <sub>2</sub> e	<i>giga ton CO<sub>2</sub> equivalent</i>
GW	<i>gigawatt</i>
GWh	<i>gigawatt hours</i>
HEESI	<i>Handbook of Economy and Energy Statistic Indonesia</i>
HEV	<i>hybrid electric vehicle</i>
ICE	<i>internal combustion engine</i>
ICP	<i>internal carbon pricing</i>
IEA	<i>International Energy Agency (Badan Energi Internasional)</i>
IDD	<i>Indonesia deep water development</i>
IMF	<i>International Monetary Fund (Dana Moneter Internasional)</i>
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change (Panel Lintas Pemerintah untuk Perubahan Iklim)</i>
IPP	<i>independent power producer</i>
IRENA	<i>International Renewable Energy Agency (Badan Energi Terbarukan Internasional)</i>
KBL	kendaraan bermotor listrik
KEN	Kebijakan Energi Nasional
KL	kiloliter
KLBB	kendaraan listrik berbasis baterai
KWh	<i>kilowatt hours</i>
LCOE	<i>levelized cost of energy</i>
LEAP	<i>low emission analysis platform</i>

## DAFTAR ISTILAH

LNG	<i>liquified natural gas (gas alam cair)</i>
LPEM UI	<i>Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat Universitas Indonesia</i>
LPG	<i>liquified petroleum gas (gas minyak cair)</i>
LT	<i>low transition</i>
MBPD	<i>million barrel per day</i>
MD	<i>market driven</i>
migas	minyak dan gas
MMBTU	<i>million metric british thermal units</i>
MMSCFD	<i>million metric standard cubic feet per day</i>
MRV	<i>measurement, reporting, and verification (pengukuran, pelaporan, dan verifikasi)</i>
MT	<i>metrik ton</i>
MTPA	<i>million ton per annum</i>
MW	<i>megawatt</i>
NBS	<i>nature based solutions</i>
NDC	<i>nationally determined contributions (kontribusi yang ditetapkan secara nasional)</i>
NZE	<i>net zero emissions (netral karbon)</i>
NRE	<i>new and renewable energy (energi baru dan terbarukan)</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development (Organisasi untuk Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi)</i>
OPEC	<i>Organization of Petroleum Exporting Countries (Organisasi Negara-negara Pengekspor Minyak)</i>
PDB	<i>produk domestik bruto (gross domestic product/GDP)</i>
PEI	<i>Pertamina Energy Institute</i>
PEO	<i>Pertamina Energy Outlook</i>
Permen	Peraturan Menteri
Perpres	Peraturan Presiden
Pertamina	PT Pertamina (Persero)
PGE	Pertamina Geothermal Energy
PJBL	Perjanjian Jual Beli Listrik
PLN	PT Perusahaan Listrik Negara (Persero)
PLTA	<i>Pembangkit Listrik Tenaga Air</i>

## DAFTAR ISTILAH

PLTB	Pembangkit Listrik Tenaga Bayu
PLTD	Pembangkit Listrik Tenaga Diesel
PLTM/MH	Pembangkit Listrik Tenaga Mini/Mikrohidro
PLTS	Pembangkit Listrik Tenaga Surya
PLTP	Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PHEV	<i>plug-in hybrid electric vehicle</i>
PP	Peraturan Pemerintah
PPKM	pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat
PPnBM	Pajak Penjualan atas Barang Mewah
PPU	<i>private power utility</i>
RDMP	<i>refinery development master plan</i>
REBID	<i>renewable energy based industry development (pembangunan industri berbasis energi terbarukan)</i>
RAPBN	Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
SDGs	<i>Sustainable Development Goals (Tujuan Pembangunan Berkelanjutan)</i>
TCF	<i>trillion cubic feet</i>
TCO	<i>total cost of ownership</i>
tCO <sub>2</sub>	<i>ton CO<sub>2</sub></i>
tCO <sub>2</sub> /Tj	<i>ton CO<sub>2</sub> per tera joule</i>
tCO <sub>2</sub> e	<i>ton CO<sub>2</sub> equivalent</i>
TOE	<i>tonnes of oil equivalent</i>
TWh	<i>terawatt hour</i>
TSCF	<i>trillion standard cubic feet</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme (Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa)</i>
VRE	<i>variable renewable energy</i>
WTI	<i>West Texas Intermediate</i>
yoy	<i>year on year</i>



## KATA PENGANTAR

**D**itengah-tengah momentum kebangkitan ekonomi dari pandemi Covid-19, transisi energi menjadi topik penting pada tahun 2021 terutama dengan terselenggaranya *Conference of the Parties (COP)* ke-26 di Glasgow, United Kingdom. Seluruh negara maju dan berkembang menyampaikan visi dan misinya untuk mencapai netral karbon atau *Net Zero Emission (NZE)* pada suatu periode tertentu, guna menekan pemanasan global. Indonesia dalam hal ini juga menyampaikan visi pencapaian NZE pada 2060 atau lebih cepat.

Sektor energi merupakan sektor penyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) terbesar kedua setelah kehutanan di Indonesia. Untuk itu, pencapaian NZE perlu diikuti dengan roadmap perencanaan energi yang saling berkesinambungan tidak hanya antara pembangku kebijakan tapi juga dunia usaha.

Pertamina Energy Outlook (PEO) 2021 disusun untuk memberikan gambaran kuantitatif masa depan kebutuhan energi Indonesia hingga 2060, yang didasarkan pada tren pertumbuhan ekonomi, visi Pemerintah dan dunia usaha, periode pemulihan kebutuhan energi serta beberapa skenario transisi energi. PEO 2021 ini diharapkan dapat menjadi salah satu rujukan dan memberikan kontribusi positif kepada penyusun kebijakan, pelaku bisnis, investor, peneliti serta pembaca pada umumnya di bidang energi, mengenai kemungkinan-kemungkinan perkembangan energi Indonesia di masa mendatang.

Akhir kata, saya sampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi – tingginya kepada tim penyusun dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam penyusunan publikasi PEO 2021. Kritik dan saran yang membangun dari para pembaca akan menjadi masukan untuk perbaikan pada penyusunan selanjutnya.

Salam,

Iman Rahman  
Direktur Strategi, Portofolio, dan Pengembangan Usaha  
PT Pertamina (Persero)

## RINGKASAN EKSEKUTIF

### Pemulihan perekonomian nasional

Memasuki tahun 2021, beberapa negara di dunia sudah mulai mengalami pemulihan ekonomi. Indonesia termasuk negara yang masih berhadapan dengan pandemi di tahun 2021 dan belum mampu kembali ke tingkat pertumbuhan ekonomi prapandemi. Hingga triwulan III-2021, rerata pertumbuhan ekonomi Indonesia tercatat sebesar 3,29% (yoy), di bawah tren normal sebesar 5%. Lebih lanjut, perekonomian Indonesia diprediksi tumbuh sebesar 3,63% (yoy) untuk keseluruhan tahun 2021. Dalam jangka panjang, Indonesia diprediksi tetap akan memiliki perekonomian yang memiliki pertumbuhan berkelanjutan hingga tahun 2060. Proyeksi ekonomi Indonesia untuk tahun 2050 berada di angka pertumbuhan sebesar 2,80%, dan untuk tahun 2060 tumbuh mencapai 2,17% (yoy).

### Penguatan komitmen penurunan emisi global

Penguatan komitmen penurunan emisi global terjadi seiring dengan pelaksanaan COP Ke-26 di Glasgow yang bertujuan melakukan evaluasi lima tahunan atas Perjanjian Paris tahun 2015 (Paris Accord 2015 atau COP21) sebagai berikut:

- Melakukan pengurangan emisi gas rumah kaca;
- Mendorong peningkatan produksi energi terbarukan;
- Mempertahankan suhu global di bawah 2 derajat celsius, atau idealnya maksimal 1,5 derajat celsius; dan
- Komitmen pendanaan perubahan iklim yang dihadapi oleh negara-negara miskin dan berkembang.

Negara maju dan/atau berpengaruh menyampaikan komitmennya untuk mencapai *net zero emission* (NZE) pada 2050. Dalam hal ini, Indonesia juga menyampaikan target NZE pada tahun 2060 atau lebih cepat. Lembaga dunia Badan Energi Internasional (*International Energy Agency/IEA*) saat ini sudah mengeluarkan peta jalan NZE global pada tahun 2050 yang mendorong pemanfaatan penetrasi teknologi rendah karbon, baik yang sudah berskala komersial maupun yang masih dalam tahap penelitian, untuk dipercepat agar bisa penetrasi ke pasar dalam kurun waktu yang tidak lama.

Sejalan dengan hal tersebut, perusahaan energi saat ini juga sedang meningkatkan peringkat *environmental, social, and governance* (ESG) yang marak dibahas dan menjadi fokus dalam industri energi global dan nasional selama beberapa dekade terakhir. Praktik ESG pada dasarnya mengarah pada upaya-upaya yang perlu dilakukan agar kegiatan bisnis suatu korporasi dapat berkelanjutan. Dari tiga pilar aspek ESG, aspek *environmental* memiliki perhatian utama, khususnya dalam industri energi global. Terdapat banyak aspek yang diperhatikan dalam praktik ESG secara global, yaitu pengelolaan limbah, pengelolaan sumber air, perlindungan biodiversitas, pengelolaan *greenhouse gas* (GHG) *emission*, dan lain-lain.

## RINGKASAN EKSEKUTIF

### Energi terbarukan merupakan jenis energi primer dengan pertumbuhan tercepat

Pemanfaatan energi baru dan terbarukan (EBT) terus mengalami peningkatan dari 22 juta TOE (11% dari total energi primer) pada tahun 2020 menjadi 586 juta TOE (81%) di skenario *green transition* (GT) pada tahun 2060. Rata-rata pertumbuhan EBT pada setiap skenario berada pada rentang 6%-8% per tahun, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan energi fosil yang pertumbuhannya bahkan dapat berada pada tingkat negatif untuk mendorong penurunan emisi. Peningkatan pangsa ini disebabkan oleh elektrifikasi di sektor pengguna energi sehingga menurunkan pemanfaatan fosil, penghentian operasional pembangkit listrik tenaga uap (PLTU), pencapaian target netral karbon di pembangkit listrik, serta pemanfaatan bahan bakar nabati (BBN). Sejalan dengan hal tersebut, pangsa energi fosil mulai mengalami penurunan pada skenario *market driven* (MD) dan GT seiring dengan peningkatan penetrasi elektrifikasi dan diversifikasi energi lainnya menjadi 135 juta TOE (18%) pada tahun akhir proyeksi.

Mayoritas energi primer digunakan sebagai pembangkit listrik yang disebabkan oleh adanya elektrifikasi di sektor pengguna dengan porsi mencapai hampir 90% pada skenario GT di tahun 2060. Hal tersebut mendorong peningkatan kapasitas pembangkit listrik yang dalam hal ini diharapkan berasal dari EBT seiring dengan target emisi yang diinginkan. Kapasitas pembangkit EBT meningkat signifikan dari 10 GW pada tahun 2020 menjadi 569 GW dengan produksi listrik mencapai 620 TWh di skenario yang sama. Produksi listrik dominan dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan porsi mencapai 49%, diikuti oleh hidro sebesar 14%, PLT bioenergi dan bayu masing-masing sebesar 9%, dan pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP) sebesar 8%. Untuk mengompensasi peningkatan pembangkit intermiten yang signifikan diperlukan juga pengembangan infrastruktur *battery energy storage system* (BESS) untuk menjaga keandalan sistem kelistrikan.

## RINGKASAN EKSEKUTIF

### Percepatan pemanfaatan teknologi baru untuk penurunan emisi

Transisi energi tidak hanya terjadi di pembangkit listrik melalui energi terbarukan, tetapi juga terjadi dari sisi penyediaan energi final. Sektor transportasi, industri, dan rumah tangga merupakan konsumen energi terbesar dengan porsi saat ini sekitar 80% dari total konsumsi energi final. Transformasi perubahan bahan bakar dari sektor tersebut menjadi listrik saat ini sudah mulai terjadi yang dimulai dengan berkembangnya ekosistem kendaraan listrik. Kemudian, pemerintah juga mendorong adanya konversi kompor gas minyak cair (LPG) menjadi kompor induksi di sektor rumah tangga.

Untuk sektor industri, elektrifikasi proses produksi memang masih terbatas yang disebabkan oleh minimnya teknologi yang saat ini tersedia. Namun, ke depan, seiring dengan target penurunan emisi, teknologi rendah karbon di sektor industri akan komersial. Dari beberapa hal tersebut, porsi penggunaan listrik akan mengalami peningkatan dari 18% menjadi hingga 52% pada skenario GT di 2060. Energi fosil masih dibutuhkan karena masih terdapat sisa porsi sebesar 48%, tetapi energi fosil ini mayoritas adalah gas dan batubara yang dikonsumsi terutama di sektor industri. Sementara kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) yang terutama dikonsumsi oleh sektor transportasi akan berkurang signifikan.

Kemudian, energi hidrogen juga akan memiliki peranan penting untuk menurunkan emisi, terutama di sektor pembangkit listrik dan industri. Hidrogen akan diproduksi *on-site* dekat dengan lokasi penghasil emisi atau dapat juga diproduksi dekat dengan sumber energi penghasil hidrogen seperti EBT. Hidrogen tersebut disalurkan menggunakan transmisi gas bumi dengan kadar persentase pencampuran pada tingkat tertentu. Teknologi penangkapan karbon, seperti *carbon capture and utilization/carbon capture utilization and storage (CCS/CCUS)*, juga akan berkembang tidak hanya di sektor hulu minyak dan gas (migas), tetapi juga berpotensi untuk dikembangkan dengan mekanisme *hub* yang menghubungkan semua sektor penghasil emisi dengan *reservoir* yang telah tersedia.





## I.1. Kondisi Ekonomi Global

Tahun 2020 telah dilewati dengan meninggalkan resesi global yang terdalam sejak 80 tahun yang lalu. Bahkan, pada bulan April 2020, terjadi peristiwa penurunan harga minyak yang belum terbayangkan sebelumnya, yaitu harga minyak mentah *West Texas Intermediate* (WTI) turun di bawah nol, yang berarti pemasok harus membayar konsumen untuk mengambil minyak dari tangan mereka. Hal tersebut disebabkan penghentian ekonomi yang menurunkan aktivitas sehingga menyebabkan penurunan konsumsi global pada saat surplus minyak di darat dan di kapal tanker.

Walaupun demikian, momentum pemulihan ekonomi global telah terlihat pada triwulan ke-3 tahun 2021 yang diproyeksikan sebagai puncak pemulihan. Pemulihan ini dipimpin oleh Eropa dan Amerika Serikat (AS) meskipun masih banyak tantangan di beberapa negara yang dipicu oleh pandemi. Hal ini kemudian menekan proyeksi pertumbuhan ekonomi global tahun 2021. Beberapa institusi, seperti Dana Moneter Internasional (IMF), Bank Dunia, Organisasi untuk Kerja Sama dan Pembangunan Ekonomi (OECD), Fitch, dan Konsensus Bloomberg, memprediksi pertumbuhan ekonomi dunia berada pada rentang 5,6%-6,0% pada tahun 2021.

	2020	2021	2022
Konsensus Bloomberg	-3,20	5,90	4,50
IMF		6,00	4,90
World Bank		5,60	4,30
OECD		5,80	4,40
Platts Analytics		5,70	4,50
Fitch		5,70	4,20

Sumber: Bloomberg, World Bank, OECD, IMF, Kementerian Keuangan (2021)

**Tabel I.1 Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Global (%)**

Pemulihan ekonomi dunia sangat bergantung pada paket stimulus, proses vaksinasi, dan pembukaan kembali aktivitas ekonomi. Stimulus, khususnya fiskal, masih didominasi oleh negara maju. Pada umumnya terdapat perubahan pengeluaran yang sebelumnya untuk biaya pandemi, kemudian mulai fokus pada infrastruktur dan transisi hijau (*green transition*) dengan menggantikan pengeluaran darurat untuk perawatan kesehatan ketika pandemi mulai mereda.

Beberapa risiko yang berdampak kepada ekonomi ialah ketidaksetaraan proses vaksinasi secara global; inflasi tinggi berkelanjutan yang dapat terjadi jika kekurangan pasokan dan tingginya permintaan serta kebijakan moneter yang terlalu longgar; beban utang negara; dan penyebaran Covid-19 terutama saat sekolah, kantor, dan perjalanan dibuka kembali.

Secara umum, pembatasan yang agresif seperti dilakukan China dan Australia memiliki konsekuensi menekan pertumbuhan. Sementara pendekatan yang tidak terlalu ketat dapat mencapai normalisasi yang lebih cepat, tetapi dengan risiko terjadi peningkatan penyebaran virus.

Di negara-negara emerging market, kasus Covid-19 pada bulan November 2021 menurun dibandingkan dengan kasus pada bulan Oktober, di mana negara-negara yang mengalami penurunan mencatatkan rata-rata penurunan kasus baru sebesar 33%. Meski begitu, ancaman Covid-19 masih dapat dirasakan di Hungaria, Polandia, Rusia, Chile, dan Kolombia. Hungaria dan Polandia mengalami peningkatan kasus baru sebesar 524% dan 442% dalam sebulan terakhir. Begitu juga dengan Kolombia dan Chile yang mengalami peningkatan kasus sebesar 75% dan 66%. Sementara itu, Rusia mengalami peningkatan moderat, 10%.

Pada saat bersamaan, proses vaksinasi penduduk dunia terus berlangsung. Negara-negara seperti Thailand, Meksiko, Brasil, Indonesia, India, dan Chile mampu meningkatkan angka vaksinasi di atas rata-rata negara berkembang. Seiring dengan proses vaksinasi, beberapa negara berencana membuka akses dengan negara mitra untuk menghindari penurunan pertumbuhan ekonomi kembali. Normalisasi ekonomi global akan terus berdampak kepada permintaan produk minyak. Permintaan gasolin dan *gasoil* terus meningkat karena mobilitas juga terus meningkat walaupun beberapa negara masih mengalami penurunan mobilitas akibat penyebaran varian Delta. Beberapa negara menerapkan pembatasan sosial dan aktivitas ekonomi yang berdampak pada resesi. Dampak lainnya ialah perubahan kualitas lingkungan dan iklim sebagai akibat terjadinya transisi energi, terutama di sektor industri, transportasi, dan pembangkit listrik. Masyarakat yang mengemudi kendaraan lebih sedikit dan lebih banyak yang bekerja dari rumah mengakibatkan permintaan energi menurun yang diikuti oleh pengurangan produksi kendaraan.

Ketika aktivitas ekonomi menurun, polusi yang mengalir ke udara, air, dan tanah lebih sedikit. Daerah perkotaan mengalami langit yang lebih bersih. Penurunan permintaan energi pun mengurangi konsumsi bahan bakar fosil yang kemudian menurunkan *greenhouse gases* (GHG). Selama pandemi, konsentrasi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> di permukaan tanah menurun di banyak negara ketika mereka menerapkan pembatasan aktivitas yang berdampak kepada penurunan ekonomi. Pada sisi lain, pembuangan *personal protective equipment* (PPE), termasuk masker wajah, sarung tangan, dan limbah rumah sakit, menyebabkan dampak lingkungan yang negatif. Dengan demikian, pandemi ini berdampak secara positif dan juga negatif.

Seiring dengan membaiknya ekonomi global, polusi pun berpotensi meningkat kembali. Sejauh mana negara mempertahankan tingkat polusi yang lebih rendah bergantung pada kebijakan lingkungan dan energi, perilaku kolektif, dan restrukturisasi ekonomi. Di tahun-tahun mendatang, krisis iklim dapat berdampak pada pertumbuhan ekonomi global. Krisis iklim yang lebih dalam dapat melanda negara-negara berkembang.

Aspek energi, lingkungan, dan iklim menunjukkan perlunya keberlanjutan sumber daya untuk memenuhi kebutuhan generasi saat ini dan mempertahankan sumber daya untuk generasi mendatang. Dalam konteks ini, kombinasi energi dan mitigasi iklim akan membantu menentukan kekuatan ekonomi masa depan. Transisi energi yang didukung oleh perubahan saat pandemi memerlukan kekuatan finansial dari pelaku energi dan dukungan untuk industri bahan bakar fosil. Pandemi dapat mempercepat tren peningkatan efektivitas biaya dan meningkatnya teknologi surya, bayu, dan panas bumi yang mendukung investasi dalam teknologi bersih dan potensi divestasi dari bahan bakar fosil. Pandemi ini juga membutuhkan gerakan interkoneksi global dengan mencakup tata kelola energi global yang terkoordinasi.



## I.2. Kondisi Ekonomi Indonesia

Survei Konsumen Bank Indonesia (BI) mengindikasikan keyakinan konsumen terhadap kondisi ekonomi terus menguat sejalan dengan membaiknya mobilitas masyarakat. Hal ini tecermin dari Indeks Keyakinan Konsumen (IKK) yang tercatat meningkat menjadi 113,4 pada Oktober 2021. Nilai tersebut meningkat dari 95,5 pada September 2021 dan kembali berada pada zona optimistis (> 100). Membaiknya keyakinan konsumen didorong oleh membaiknya Indeks Kondisi Ekonomi Saat Ini (IKE) dan Indeks Ekspektasi Konsumen (IEK). Indeks Kondisi Ekonomi saat bulan Oktober tercatat sebesar 91,8, meningkat dari 72,7 pada bulan September meskipun masih dalam zona pesimistis (< 100).

Persepsi konsumen akan kondisi ekonomi yang lebih baik tidak lepas dari penurunan kasus Covid-19 dan peningkatan laju vaksinasi yang pada akhirnya membuat pemerintah melonggarkan pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat (PPKM) di sejumlah daerah sehingga aktivitas ekonomi kembali meningkat. Meningkatnya IKE ini didorong oleh kenaikan semua komponen pembentuknya, terutama Indeks Ketersediaan Lapangan Kerja dan Indeks Penghasilan Saat Ini. Sementara itu, ekspektasi konsumen terhadap kondisi ekonomi mendatang juga terpantau menguat dan terus berada di area optimistis, tecermin dari kenaikan Indeks Ekspektasi Kondisi Ekonomi (IEK) menjadi sebesar 134,9 pada Oktober 2021 dari 118,2 pada bulan sebelumnya.

Selanjutnya, indikator *Purchasing's Managers Index* (PMI) manufaktur Indonesia pada bulan Oktober 2021 tercatat sebesar 57,2, meningkat dari 52,2 pada bulan September. Menguatnya aktivitas di sektor manufaktur sejalan dengan pelonggaran kebijakan PPKM. Baik output maupun stok pasokan tumbuh pada level yang tinggi, sementara lapangan kerja mengalami sedikit peningkatan untuk pertama kalinya selama empat bulan terakhir.

Peningkatan PMI manufaktur mencerminkan bahwa terjadi perbaikan aktivitas ekonomi dan dunia usaha, terutama di sektor manufaktur yang menjadi sektor utama pendorong pertumbuhan ekonomi.

Merujuk pada menguatnya sejumlah *leading indicators* aktivitas ekonomi, pemulihan ekonomi secara optimistis masih akan terus berlanjut dengan perkiraan pertumbuhan ekonomi nasional Triwulan IV-2021 yang lebih tinggi dibandingkan Triwulan III-2021. Kembali melonjaknya aktivitas ekonomi mendorong sejumlah analis yang dihimpun oleh *Economic Forecast* dari Bloomberg memproyeksikan pertumbuhan ekonomi di keseluruhan tahun 2021 akan berada pada tingkat 3,63% (yoy), lebih tinggi dari angka pertumbuhan tahun lalu sebesar -2,07% (yoy).

Meskipun demikian, di tengah momentum pemulihan, pertumbuhan ekonomi masih menghadapi sejumlah risiko dan tantangan. Tantangan pertama datang dari pengetatan kebijakan moneter sejumlah negara maju, terutama AS. Pada awal November, Bank Sentral AS (*The Fed*) mengumumkan secara resmi telah dimulai program tapering off stimulus sebesar 120 miliar dollar AS dengan mengurangi pembelian aset secara bertahap senilai 15 miliar dollar AS per bulan. Sebagai dampaknya, Indonesia mengalami arus modal keluar sejak awal November dan mendorong naiknya premi *credit default swap* (CDS)-5 tahun Indonesia ke 84,27 *basis point* (bps) pada minggu kedua November dari 79,58 bps pada minggu sebelumnya. Sejauh ini, implikasi dari respons pasar masih terkendali dengan nilai tukar relatif stabil di kisaran Rp 14.200 per dollar AS.

Kedua, perekonomian global saat ini sedang mengalami risiko supply disruption yang diikuti oleh naiknya harga komoditas energi, seperti batubara dan minyak bumi. Berbagai faktor, seperti belum pulihnya aktivitas...

...di sektor manufaktur, pasar tenaga kerja yang ketat selama periode pandemi, perubahan pola konsumsi masyarakat, dan kenaikan permintaan pascapandemi, mendorong gangguan rantai pasok global berlangsung lebih lama dari yang diperkirakan. Risiko ini pada akhirnya mendorong terjadinya inflasi global dan kemungkinan naiknya inflasi nasional ke depan sehingga mengganggu kualitas pertumbuhan ekonomi.

Ketiga, masih tingginya ketidakpastian potensi penyebaran pandemi. Sebagai contoh, di beberapa negara di Eropa, seperti Jerman dan Belanda, angka kasus Covid-19 kembali melonjak setelah terjadi pembukaan aktivitas perekonomian. Berkaca dari negara lain, potensi peningkatan kasus akan menghambat proses pemulihan ekonomi domestik.

Sejumlah lembaga internasional, seperti IMF, Bank Dunia, OECD, dan Bank Pembangunan Asia (ADB), memangkas proyeksi pertumbuhan ekonomi Indonesia di tahun 2021 karena rendahnya pertumbuhan ekonomi pada Triwulan III akibat adanya peningkatan kasus dari varian Delta yang membuat pemerintah memperlakukan kebijakan PPKM darurat serta masih tingginya ketidakpastian perkembangan Covid-19 ke depan.

Adapun proyeksi dari beberapa lembaga menunjukkan bahwa perekonomian Indonesia pada tahun 2022 diprediksi meningkat menjadi di kisaran 5% didukung oleh menguatnya permintaan domestik dan membaiknya program vaksinasi. Oleh karena itu, kebijakan pemerintah dalam menangani pandemi masih menjadi kunci utama dalam rangka mempercepat pemulihan ekonomi nasional.

	2020	2021	2022
Pertamina Energy Institute-LPEM UI		3,63	4,55
Konsensus Bloomberg		3,50	5,20
ADB		3,50	4,80
OECD		3,70	4,90
IMF	-2,07	3,20	5,90
World Bank		4,40	5,00
Kemenkeu: Asumsi Makro		5,00	5,20

Sumber: Bloomberg, ADB, OECD, IMF, World Bank, Kemenkeu, PEI-LPEM UI (2021)

**Tabel I.2 Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (%)**

Risiko terhadap pertumbuhan ekonomi masih pada tingginya kasus Covid-19 di Asia. Potensi penurunan proyeksi ekonomi pun kemungkinan terjadi di China sehingga dapat berpengaruh terhadap Indonesia. Risiko juga dapat terjadi pada depresiasi rupiah jika terjadi peningkatan pandemi pada saat rencana pembukaan sekolah dan kantor di Indonesia walaupun terdapat peningkatan vaksinasi.

Melihat sejarahnya, Indonesia telah beberapa kali mengalami perubahan kondisi ekonomi yang drastis, didorong oleh pergolakan kondisi politik, perubahan formasi struktural, dan ketergantungan terhadap komoditas alamiah. Sebagai negara dengan penduduk terbesar keempat di dunia dan perekonomian terbesar ketujuh di dunia (dalam paritas daya beli atau *purchasing power parity/PPP*), Indonesia mengalami penurunan ekonomi secara terus-menerus sebelum pertengahan periode 1960-an (Van der Eng, 2002) dan pada saat itu dianggap sebagai salah satu negara termiskin di dunia.

Namun, perubahan yang fenomenal terjadi, yakni setelah 1966, Indonesia mengalami pertumbuhan ekonomi yang dahsyat untuk tiga dekade ke depan dan mampu mencapai ukuran ekonomi empat kali lebih besar selama periode tersebut dan dianggap sebagai "Keajaiban Ekonomi Asia Timur" sebelum terjadi krisis pada tahun 1997. Sama menakjubkannya seperti krisis sebelumnya, ekonomi Indonesia mampu pulih dengan cepat dan sudah kembali ke tingkat pertumbuhan ekonomi yang cukup kuat di level 5%-6% sejak tahun 2000 hingga sekarang.

Selama periode tersebut, mesin pertumbuhan ekonomi Indonesia masih didorong oleh komoditas dan sumber daya alam, contohnya batubara, minyak bumi, produk sawit, yang didukung oleh proses industrialisasi. Pasca-2013, Indonesia memasuki masa berakhirnya *commodity boom*, ditandai dengan...

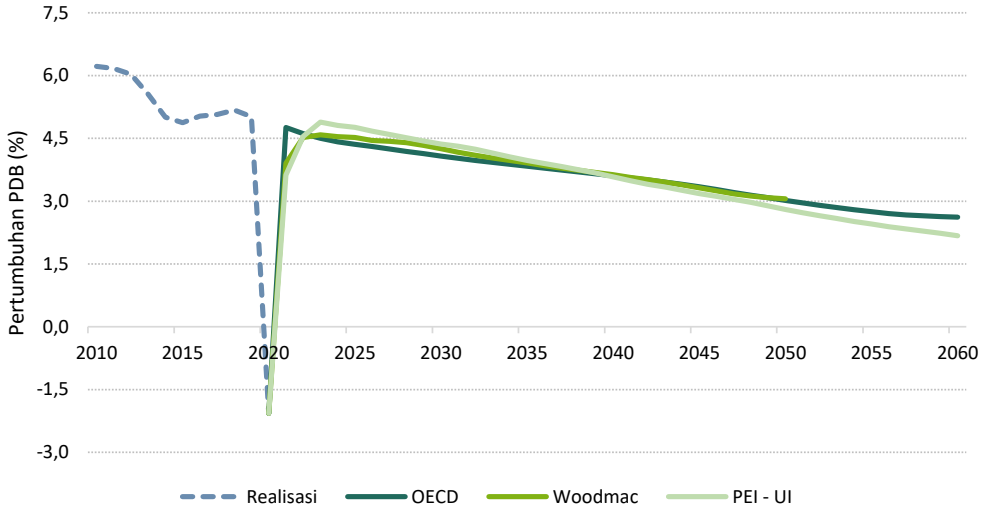
...jatuhnya harga komoditas unggulan Indonesia, seperti batubara, yang membuat pertumbuhan ekonomi Indonesia relatif melambat dan memiliki rata-rata pertumbuhan di kisaran 5% hingga tahun 2019.

Memasuki tahun 2020, seluruh dunia dihantam oleh pandemi Covid-19, termasuk Indonesia. Krisis kesehatan ini kemudian meluluhlantakkan perekonomian dunia yang membuat hampir semua negara mengalami kontraksi pertumbuhan ekonomi. Indonesia sendiri mengalami kontraksi produk domestik bruto (PDB) sebesar 2,10% (yoy) pada tahun 2020.

Memasuki tahun 2021, beberapa negara di dunia mulai mengalami pemulihan ekonomi. Indonesia termasuk negara yang masih berhadapan dengan pandemi pada tahun 2021 dan belum mampu kembali ke tingkat pertumbuhan ekonomi prapandemi. Hingga Triwulan III-2021, rerata pertumbuhan ekonomi Indonesia tercatat 3,29% (yoy), di bawah tren normal sebesar 5%. Lebih lanjut, menggunakan metode *nowcasting* dengan memperhitungkan data historis, analisis Pertamina Energy Institute (PEI) dan Lembaga Penyelidikan Ekonomi dan Masyarakat Universitas Indonesia (LPEM UI) menunjukkan, perekonomian Indonesia diprediksi tumbuh sebesar 3,63% (yoy) untuk keseluruhan tahun 2021.

Secara jangka panjang, perekonomian Indonesia diprediksi tetap akan memiliki pertumbuhan berkelanjutan hingga tahun 2060. Hasil proyeksi PEI-LPEM UI dalam hal PDB Indonesia untuk tahun 2050 berada di angka pertumbuhan sebesar 2,80%. Lebih lanjut, proyeksi pada tahun 2060 tumbuh mencapai 2,17% (yoy). Pertumbuhan ekonomi Indonesia mengikuti trayektori jangka panjang negara-negara berkembang lainnya, yakni dengan semakin berkembangnya suatu negara, secara *natural* tingkat pertumbuhan ekonominya akan melambat.

Hasil proyeksi ini sejalan dengan proyeksi beberapa institusi internasional lainnya. OECD, misalnya, memprediksi pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2060 berada di level 2,62% (yoy), sedangkan Wood Mackenzie memprediksi hanya sampai tahun 2050 pada level 3,05% (yoy). Adapun PwC memprediksi secara rata-rata tahunan selama periode 2041-2050 Indonesia akan memiliki pertumbuhan PDB sekitar 3,2% (yoy).



Sumber: Pertamina Energy Institute (PEI)-LPEM UI, OECD, Wood Mackenzie (2021)

### Gambar 1.1 Proyeksi Pertumbuhan PDB Indonesia Jangka Panjang

Indonesia diprediksi akan mendekati tingkat pertumbuhan ekonomi jangka panjangnya pada tahun 2022 dan akan terus tumbuh positif paling tidak hingga tahun 2060. Beberapa faktor utama yang menjadi pendukung bertumbuhnya ekonomi Indonesia hingga tahun 2060 ialah bonus demografi yang mencapai puncaknya pada sekitar tahun 2030. Pada periode tersebut penduduk Indonesia yang dikategorikan angkatan kerja jauh lebih besar ketimbang penduduk yang berada di luar definisi angkatan kerja.

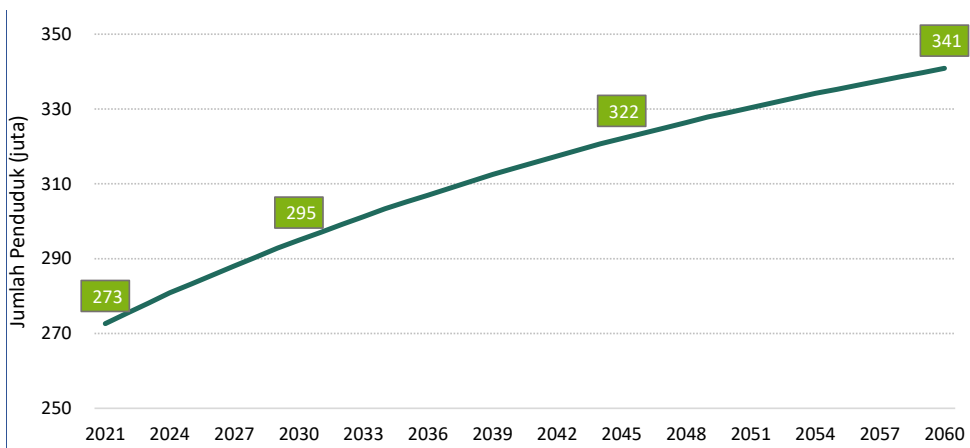
Selain jumlah penduduk produktif Indonesia yang lebih besar ketimbang penduduk nonproduktif, Indonesia juga merupakan negara dengan jumlah penduduk yang sangat besar. Hal ini menjadi potensi pasar yang besar untuk melakukan aktivitas ekonomi sehingga pertumbuhan ekonomi Indonesia bisa terus terjaga dan mencapai status negara berpendapatan tinggi. Di sisi lain, pertumbuhan ekonomi Indonesia memiliki risiko berada dalam jebakan pendapatan menengah (*middle income trap*), yaitu kondisi yang memperlihatkan suatu negara tidak mampu naik kelas dari negara berpendapatan sedang ke negara berpendapatan tinggi. Ancaman ini salah satunya didorong oleh deindustrialisasi secara prematur, yaitu kondisi yang memperlihatkan pertumbuhan industri di suatu negara sudah mencapai titik jenuh sebelum negara tersebut menjadi negara maju. Risiko ini tentunya harus diantisipasi agar Indonesia dapat memiliki pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dan dapat menaikkan statusnya menjadi negara maju.

Pemerintah Indonesia telah mengambil berbagai inisiatif dalam mempersiapkan situasi ekonomi yang lebih baik setelah pandemi berakhir. Rencana reformasi fundamental pemerintah meliputi peningkatan kualitas pendidikan, kesehatan, dan jaminan sosial yang efektif untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan percepatan pembangunan infrastruktur melalui infrastruktur digital serta efisiensi dan konektivitas logistik. Selain itu, pemerintah juga melakukan reformasi struktural dengan mengeluarkan UU Cipta Kerja dan membentuk Indonesia Investment Authority (INA) atau Lembaga Pengelola Investasi (LPI). Inisiatif ini dapat meningkatkan iklim bisnis dan investasi, menciptakan lapangan kerja, dan memperkuat investasi pada tahun 2021, yang mengarah pada pemulihan jangka panjang.

Pandemi Covid-19 juga telah berhasil membawa perbaikan dalam hal pengelolaan data oleh pemerintah yang dapat dimanfaatkan. Misalnya, dalam hal pengelolaan fiskal, Pemerintah Indonesia dapat meningkatkan basis pajak...

...berdasarkan basis data yang dimiliki saat ini dari upaya penanganan pandemi. Di samping itu, Pemerintah Indonesia juga dapat mengejar agenda pembangunan berkelanjutan, seperti mendorong tumbuhnya pembiayaan berkelanjutan dan berwawasan lingkungan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi jangka panjang yang berkelanjutan.

Hasil sensus penduduk pada September 2020 menunjukkan jumlah penduduk Indonesia sebanyak 270,20 juta jiwa. Jumlah penduduk hasil sensus ini bertambah 32,56 juta jiwa dibandingkan dengan hasil sensus penduduk tahun 2010. Dengan luas daratan Indonesia sebesar 1,9 juta kilometer persegi, maka kepadatan penduduk Indonesia sebanyak 141 jiwa per kilometer persegi. Laju pertumbuhan penduduk per tahun selama 2010-2020 rata-rata 1,25%, melambat dibandingkan dengan periode 2000-2010 yang sebesar 1,49%. Proyeksi PEI- LPEM UI menunjukkan jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2050 mencapai 330 juta, dan pada tahun 2060 mencapai 341 juta penduduk.



Sumber: Pertamina Energy Institute (PEI)-LPEM UI (2021)

**Gambar 1.2 Proyeksi Jumlah Penduduk Indonesia hingga 2060**

Secara historis, Indonesia memiliki tingkat inflasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat inflasi negara berkembang lainnya. Sepanjang periode 2005-2014, inflasi di negara-negara berkembang berkisar 3%-5%, sementara tingkat inflasi tahunan Indonesia rata-rata 8,5%. Hal ini tidak terlepas dari relatif tingginya tingkat rata-rata pertumbuhan PDB tahunan sepanjang 15 tahun terakhir sebesar 5% (yoy) yang ditopang oleh permintaan domestik yang kuat dengan kontribusi konsumsi rumah tangga menyumbang sekitar 54% dari total PDB. Di samping itu, tingginya inflasi sepanjang periode tersebut juga disebabkan oleh periode commodity boom yang ditandai dengan meningkatnya harga minyak global sehingga berdampak pada penyesuaian harga BBM bersubsidi di dalam negeri.

Pada periode 2013-2015, inflasi kembali meningkat akibat reformasi harga BBM bersubsidi ditambah akhir dari program quantitative easing dan kenaikan suku bunga oleh The Fed yang menyebabkan capital outflow besar-besaran dari negara berkembang, termasuk Indonesia (kondisi taper tantrum). Akibatnya, terjadi depresiasi tajam rupiah sehingga BI melakukan pengetatan kebijakan moneter dengan menaikkan suku bunga acuan secara bertahap, tetapi agresif, mulai dari pertengahan tahun 2013 (dari 5,75% menjadi 7,75%) untuk menjaga stabilitas rupiah, yakni stabilitas harga dan nilai tukar. Mulai dari tahun 2015, kinerja rupiah menjadi stabil, inflasi rendah, dan defisit neraca berjalan di bawah kendali. BI secara perlahan memulai proses pelonggaran moneter dengan suku bunga acuan yang lebih rendah dengan tetap memperhatikan kondisi eksternal (nilai tukar) dan domestik, terutama laju pertumbuhan kredit dan konsumsi rumah tangga yang berimbas pada stabilitas harga (inflasi).

Karakteristik tingkat inflasi di Indonesia juga terlihat dari adanya tren seasonality, di mana terdapat dua puncak inflasi tahunan. Puncak pertama terjadi pada periode Desember-Januari yang menjadi waktu kenaikan tingkat harga karena perayaan Natal dan Tahun Baru.

Di samping itu, biasanya terdapat gangguan rantai pasok jalur distribusi di beberapa daerah akibat banjir yang sering terjadi pada musim hujan. Puncak inflasi kedua terjadi pada periode Juli-Agustus sebagai dampak dari perayaan bulan Ramadhan, Idul Fitri, masa liburan, dan awal tahun ajaran baru. Seiring waktu, periode Ramadhan-Idul Fitri mengalami pergeseran ke April-Mei yang juga menjadi puncak inflasi, di mana kenaikan permintaan agregat diikuti oleh tindakan para produsen yang menaikkan harga.

Selanjutnya, sebelum pandemi terjadi, tingkat inflasi Indonesia telah berada pada level rendah dan tengah mengalami penurunan yang mencerminkan perlambatan permintaan agregat dan lesunya perekonomian. Tingkat inflasi tahunan terus menurun dari 3,81% pada tahun 2017 menjadi 2,91% pada tahun 2019. Memasuki tahun 2020, adanya pandemi Covid-19, bersamaan dengan kebijakan pembatasan sosial, telah menyebabkan penurunan permintaan agregat sehingga menurunkan tingkat harga secara umum. Meskipun di satu sisi pembatasan sosial menyebabkan gangguan rantai pasok barang akibat terhambatnya produksi dan distribusi, implikasinya terhadap tingkat inflasi masih sangat kecil. Memasuki pertengahan tahun 2020, kebijakan pelonggaran pembatasan kegiatan sosial dan pemberlakuan kebijakan normal baru secara bertahap, yang dimulai sejak Juli 2020, telah secara perlahan mendorong peningkatan kembali permintaan agregat. Tekanan penurunan inflasi mulai melemah dan tingkat inflasi mulai kembali meningkat seiring dengan pemulihan aktivitas ekonomi, dengan inflasi naik dari 1,32% pada Agustus 2020 menjadi 1,68% pada akhir tahun 2020.

Pada tahun 2021, tingginya eskalasi penyebaran Covid-19 yang disebabkan oleh varian Delta telah memaksa pemerintah kembali menerapkan PPKM darurat sejak awal Juli 2021. Akibatnya, tekanan inflasi yang sempat meningkat pada awal tahun kembali sedikit melemah. Namun, seiring telah melandainya kasus harian sejak pertengahan Triwulan III-2021, tingkat inflasi berangsur-angsur naik.

Mencermati dinamika inflasi sepanjang pandemi, terlihat bahwa tekanan inflasi cenderung menurun ketika kasus penularan pandemi terus meningkat dan pembatasan kegiatan aktivitas ekonomi diperketat. Sebaliknya, tekanan inflasi kembali naik ketika penularan kasus harian mulai menurun dan pelonggaran pembatasan kegiatan masyarakat kembali dilakukan. Inflasi Indonesia diproyeksikan akan secara gradual meningkat dengan tingkat inflasi sepanjang Triwulan IV-2021 sebesar 1,73% sehingga tingkat inflasi rata-rata untuk keseluruhan tahun 2021 diproyeksikan sebesar 1,55% (yoy). Beberapa institusi lainnya memprediksi rata-rata tingkat inflasi Indonesia di keseluruhan tahun 2021 berada di atas 2%, seperti prediksi dari Bank Dunia sebesar 2,3% dan OECD sebesar 2,2%. Sementara ADB memprediksi tingkat inflasi tahun fiskal 2021 (FY2021) akan berada di angka 1,7% dan proyeksi IMF sebesar 1,6%. Kementerian Keuangan memproyeksikan tingkat inflasi tahun 2021 akan berada di kisaran 1,8% dan 2,5%.

Kembalinya kinerja inflasi secara perlahan menuju ke tingkat sebelum pandemi dan berada di kisaran target BI 2%-4% dapat terjadi dalam waktu dekat seiring dengan meningkatnya aktivitas perekonomian akibat tingkat kasus harian Covid-19 yang terkendali dan percepatan tingkat vaksinasi. Meskipun demikian, terdapat beberapa ancaman risiko akan terjadinya lonjakan inflasi yang tinggi di masa depan.

Pertama, permintaan agregat yang mulai mengalami pemulihan. Ke depan, tren peningkatan jumlah vaksinasi dan penurunan kasus Covid-19 diharapkan secara berangsur-angsur mendorong aktivitas perekonomian dan meningkatkan mobilitas masyarakat. Apabila terjadi lonjakan permintaan agregat, tetapi tidak disertai dengan percepatan pemulihan di sisi produksi, hal tersebut dapat meningkatkan inflasi.

Kedua, kenaikan tren harga barang komoditas seperti minyak bumi, batubara, minyak sawit mentah (CPO), dan nikel yang terjadi akhir-akhir ini, dan diperkirakan masih akan...

...terus berlanjut di masa depan, akibat pemulihan ekonomi yang terjadi di beberapa negara seperti China dan AS.

Ketiga, masifnya stimulus fiskal dan moneter sepanjang pandemi dikhawatirkan dapat meningkatkan inflasi di masa depan. Ketika perekonomian mulai pulih, dampak dari kebijakan *counter-cyclical* tersebut akan mendorong lonjakan permintaan agregat yang sebelumnya tertahan serta meningkatkan pertumbuhan kredit dari rendahnya suku bunga perbankan.

Keempat, kemungkinan terjadinya taper tantrum akibat normalisasi kebijakan moneter *The Fed*. Karena itu, BI perlu terus menjaga perbedaan suku bunga acuan agar tetap menarik investor asing sehingga menghindari depresiasi rupiah yang dapat mengarah pada meningkatnya tekanan inflasi yang berasal dari barang-barang impor (*imported inflation*).

Dalam jangka panjang, tingkat inflasi diprediksi akan secara perlahan kembali pulih (*rebound*) ke tren trayektori normalnya sebelum Covid-19 pada tahun 2022 dan puncaknya pada tahun 2023 mencapai 3,14% (yoy). Namun, secara gradual, tingkat inflasi akan menurun dan terjaga rendah di kisaran 2,87% (yoy) pada tahun 2026. Hasil ini sejalan dengan prediksi IMF yang juga menggunakan data historis Indeks Harga Konsumen (IHK) Indonesia dan memperhitungkan dampak dari pandemi di tahun 2020, di mana tingkat inflasi diproyeksikan akan kembali ke tren sebelum pandemi dengan tingkat inflasi mencapai 3,2% (yoy) pada tahun 2023, kemudian terjaga rendah dan stabil di kisaran 2,96% (yoy) pada 2026. Tingkat inflasi normalnya akan berada rendah dalam jangka panjang seiring dengan membaiknya perekonomian suatu negara ditandai dengan meningkatnya pendapatan per kapita (memasuki kategori negara maju). Kondisi *low inflation* di negara-negara maju sebagian besar terkait dengan faktor struktural, yaitu perbaikan standar hidup yang tinggi melalui teknologi maju dan pemerataan ekonomi sehingga kualitas hidup dan kesejahteraan masyarakat juga tinggi.

Nilai rupiah sering dikaitkan dengan nilai mata uang nasional terhadap mata uang asing dominan, yakni dollar AS, merupakan salah satu komponen penting dalam perekonomian. Pergerakan nilai tukar dapat memengaruhi aktivitas ekonomi yang berlangsung di suatu negara, terutama keputusan-keputusan dalam melakukan perdagangan internasional ataupun transaksi keuangan antarnegara. Pelemahan nilai tukar atau depresiasi dapat meningkatkan beban produsen dalam negeri untuk mengimpor dari negara asing karena lebih banyak rupiah yang harus dikeluarkan untuk membayar barang impor tersebut. Sementara penguatan nilai tukar atau apresiasi memiliki indikasi dapat menurunkan permintaan global untuk ekspor nasional. Mengingat peran nilai tukar terhadap aktivitas perekonomian cukup besar, terutama neraca perdagangan internasional, maka menjaga nilai tukar di tingkat yang stabil perlu dilakukan.

Untuk dapat menjaga stabilitas nilai rupiah, perlu dianalisis faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan perubahan pada nilai mata uang suatu negara. Indonesia menerapkan sistem nilai tukar mengambang bebas sejak tahun 1998 sehingga pada dasarnya pergerakan dari nilai tukar sangat dipengaruhi oleh penawaran dan permintaan di pasar valuta asing nasional. Faktor-faktor ekonomi yang diduga dapat memengaruhi kondisi permintaan dan penawaran di pasar valuta asing antara lain ialah perbedaan perubahan jumlah uang beredar, perbedaan tingkat inflasi, perbedaan tingkat suku bunga, perbedaan tingkat pendapatan nasional, perbedaan neraca perdagangan, hingga perbedaan nilai cadangan devisa antara Indonesia dan negara yang dijadikan acuan relatif nilai rupiah. Dalam kasus nilai rupiah terhadap dollar AS, indikator-indikator tersebut dibandingkan antara kondisi Indonesia dan AS.

Sebagai salah satu contoh, apabila suku bunga Indonesia meningkat, sementara suku bunga AS tidak berubah, maka perbedaan tingkat suku bunga dapat menarik minat investor untuk menanamkan modal di Indonesia (*capital inflow*). Kenaikan investasi dapat...

...meningkatkan permintaan rupiah di pasar valuta asing nasional sehingga nilai rupiah dapat menguat atau terapresiasi. Sebaliknya, apabila suku bunga AS meningkat, sementara Indonesia tetap, maka nilai rupiah diindikasikan akan terdepresiasi akibat aliran modal keluar (*capital outflow*). Melalui sistem nilai tukar yang mengambang bebas, BI selaku otoritas moneter nasional memiliki ruang terbatas untuk menjaga stabilitas nilai rupiah secara langsung. Oleh karena itu, kebijakan-kebijakan yang diambil umumnya merupakan kebijakan yang dapat memengaruhi pergerakan di pasar valuta asing, seperti meningkatkan atau menurunkan suku bunga acuan.

Sepanjang pandemi Covid-19 sejak awal Maret 2020, nilai rupiah sempat melemah dan berfluktuasi. Pada bulan April 2020, rupiah terdepresiasi 16% dibandingkan dengan nilainya pada awal tahun menjadi Rp 15.867 per dollar AS. Kondisi ini disebabkan oleh tingginya ketidakpastian global yang mendorong aktivitas aliran modal keluar karena *flight to safety* dari para investor sehingga kebutuhan dollar AS di pasar valas meningkat dan jumlahnya berkurang. Pelemahan ini juga didukung oleh berhenti sejenaknya aktivitas ekspor dan impor akibat gangguan pada rantai pasok global dan penurunan permintaan yang menyebabkan permintaan untuk rupiah berkurang. Kendati demikian, kondisi rupiah yang bergejolak tahun lalu sedikit dapat dikendalikan dengan mulai menguatnya nilai rupiah menjadi sekitar Rp 14.166 per dollar AS pada akhir tahun 2020. Perbaikan ini salah satunya didukung oleh kondisi ketidakpastian yang mulai berkurang serta kondisi fundamental di dalam negeri, seperti pertumbuhan ekonomi yang lebih baik pada akhir tahun 2020 dibandingkan dengan kontraksi sangat dalam pada Triwulan II-2020.

Memasuki tahun 2021, nilai rupiah tetap relatif lebih kuat dan stabil, tetapi hanya sampai dengan pertengahan tahun akibat adanya lonjakan kasus Covid-19 dengan menyebarkan varian baru yang memaksa pemerintah harus kembali menetapkan pembatasan sosial.



Akibatnya, rupiah per dollar AS meningkat menjadi Rp 14.511 pada bulan Juli 2021. Minat investor sedikit berkurang akibat tren gelombang kedua pandemi Covid-19 pada pertengahan tahun ini. Untungnya, pelemahan tidak berlangsung lama karena penanganan pandemi di tingkat nasional dan juga global membaik, salah satunya karena program vaksinasi dilakukan secara masif oleh seluruh pemerintah. Selain itu, kondisi perekonomian nasional juga semakin menjanjikan dengan pertumbuhan ekonomi yang mencapai 7,07% pada Triwulan II-2021 dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun 2020.

Pengumuman angka pertumbuhan ekonomi pada Agustus 2021 merupakan salah satu faktor yang menguatkan nilai rupiah menjadi Rp 14.398 dan Rp 14.257, masing-masing pada bulan Agustus dan bulan September. Penguatan rupiah pada bulan September juga dipengaruhi oleh tercapainya kesepakatan kerja sama transaksi bilateral *local currency settlement* (LCS) antara Indonesia dan China yang menyebabkan transaksi perdagangan di antara kedua negara dapat dilakukan menggunakan mata uang rupiah dan yuan. Implementasi LCS dapat mengurangi ketergantungan pasar valuta asing nasional terhadap dollar AS karena selama ini transaksi perdagangan ataupun keuangan kebanyakan dilakukan menggunakan dollar AS. Mengingat China merupakan mitra dagang nomor satu Indonesia, penggunaan LCS diharapkan semakin dapat membantu meningkatkan stabilitas nilai rupiah.

Meskipun kondisi kasus pandemi Covid-19 berangsur-angsur membaik dan fundamental perekonomian nasional cukup menjanjikan, ancaman *tapering off* yang dilakukan AS sejak bulan November 2021 dapat sedikit melemahkan nilai rupiah pada akhir tahun 2021. Secara mendasar, *tapering off* yang dilakukan The Fed dapat meredam minat investor untuk menanamkan investasinya di pasar keuangan negara-negara berkembang sehingga mengurangi jumlah dollar AS di pasar valuta asing nasional yang menyebabkan melemahnya nilai rupiah terhadap dollar AS.

Secara keseluruhan, nilai rupiah sepanjang tahun 2021 diestimasi pada kisaran Rp 14.333. Meskipun demikian, rupiah diestimasi dapat kembali menguat seiring dengan membaiknya kondisi perekonomian global dan nasional yang dapat meningkatkan kembali minat investor untuk menanamkan modalnya di pasar uang Indonesia.

Dalam rangka melihat pergerakan nilai rupiah dalam jangka panjang, digunakan data historis nilai tukar rupiah terhadap dollar AS sejak Januari 2010 hingga September 2021. Pemilihan sampel menggunakan data historis paling terkini, yang mengikutsertakan gejolak selama pandemi Covid-19 hingga tahun 2021, ditujukan untuk memperhitungkan tren aktual. Berdasarkan data aktual nilai rupiah terhadap dollar AS sesuai sampel tersebut, diperkirakan nilai tukar rupiah pada tahun 2022 secara rata-rata berada di tingkat Rp 14.170 per dollar AS. Nilai ini diestimasi terapresiasi dibandingkan dengan rata-rata realisasi dan proyeksi nilai rupiah pada tahun 2021 sekitar Rp 14.283. Estimasi penguatan rupiah didorong oleh potensi perbaikan ekonomi dan tingkat kepercayaan masyarakat global untuk melakukan konsumsi sehingga aktivitas ekonomi global dapat segera pulih.

Proyeksi *Trading Economics* untuk nilai rupiah pada tahun 2021 ialah Rp 14.324 per dollar AS. Proyeksi ini sedikit lebih rendah dibandingkan prediksi PEI-LPEM UI di sekitar Rp 14.333 untuk periode yang sama. Perbedaan angka estimasi nilai rupiah PEI-LPEM UI bahkan semakin lebar apabila dibandingkan dengan perhitungan lembaga nasional, yakni Kementerian Keuangan dan BI, yang masing-masing memprediksi Rp 14.700 dan Rp 14.600 per dollar AS untuk tahun 2021. Ini dapat terjadi karena perhitungan instansi dalam negeri tersebut dilakukan pada awal tahun sebagaimana target Kementerian Keuangan dalam Rancangan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (RAPBN). Sementara perhitungan PEI-LPEM UI sudah mengikutsertakan data historis hingga September 2021.

Untuk tahun 2022, Kementerian Keuangan dan BI mengestimasi rupiah akan berada di kisaran Rp 14.350 dan Rp 14.400. Nilai ini sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan estimasi PEI-LPEM UI yang memperkirakan nilai rupiah sebesar Rp 14.170 untuk tahun 2021. Di sisi lain, lembaga internasional *European Free Alliance* (EFA) bahkan memprediksi nilai rupiah pada tahun 2022 lebih rendah hingga Rp 14.076. Meskipun terdapat perbedaan estimasi di antara instansi-instansi tersebut, estimasi PEI-LPEM UI sejalan dengan estimasi instansi dalam negeri terkait arah penguatan nilai rupiah pada tahun 2022.

### I.3. Green Economy (Ekonomi Hijau)

Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (*United Nations Environment Programme/ UNEP*) mendefinisikan ekonomi hijau (*green economy*) sebagai rendah karbon, sumber daya efisien dan inklusif secara sosial. Dalam ekonomi hijau, pertumbuhan lapangan kerja dan pendapatan didorong oleh investasi publik dan swasta ke dalam kegiatan ekonomi, infrastruktur, dan aset yang memungkinkan pengurangan emisi karbon dan polusi, peningkatan efisiensi energi dan sumber daya, serta pencegahan hilangnya biodiversitas dan ekosistem.

Pendekatan ekonomi hijau merupakan pergeseran dari pemahaman yang kurang tepat tentang pertimbangan lingkungan sebagai faktor biaya yang menghambat pertumbuhan ekonomi dan mengurangi daya saing. Sebaliknya, ekonomi hijau merupakan hal mendasar bagi keberlanjutan pertumbuhan ekonomi jangka panjang. Ekonomi hijau juga dapat meningkatkan kesejahteraan manusia dan kesetaraan sosial serta mengurangi risiko lingkungan.

Paradigma lama menunjukkan bahwa pertumbuhan ekonomi dapat diperoleh dengan mengorbankan lingkungan, seperti mencemari dan merusak lingkungan terlebih dahulu, kemudian membersihkan dan memulihkan lingkungan setelahnya. Paradigma hijau menunjukkan hal ini agar dihindari. Bahkan sebaliknya, yaitu pembangunan berkelanjutan yang melindungi lingkungan. Pendorong pertumbuhan dan pembangunan ekonomi dapat seiring dengan memastikan bahwa aset alam terus menyediakan sumber daya yang menjadi sandaran kesejahteraan kita.

Tantangan transisi menuju ekonomi hijau di negara maju ialah mengubah gaya hidup dan mengurangi konsumsi sumber daya alam. Adapun di negara berkembang, tantangannya ialah memicu pertumbuhan ekonomi sehingga ekonomi hijau sejalan dengan pembangunan berkelanjutan. Tujuan ekonomi hijau adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya, memastikan ketahanan ekosistem yang melindungi alam, serta meningkatkan kesetaraan sosial dan kesejahteraan manusia.

Konsep ekonomi hijau, khususnya pembangunan rendah karbon, tecermin dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024, bahwa sasaran pembangunan rendah karbon terkait persentase penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) pada sektor energi dengan target 13,2% pada 2024, terhadap baseline tahun 2019 sebesar 10,3%. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan strategi pembangunan energi berkelanjutan yang dilaksanakan dengan pengelolaan energi baru dan terbarukan melalui pengembangan pembangkit energi terbarukan, meningkatkan pasokan bahan bakar nabati dari bahan baku rendah karbon, serta efisiensi dan konservasi energi.

Dalam mengimplementasikan ekonomi hijau diperlukan kolaborasi di antara pihak-pihak terkait, dari pemerintah, akademisi, dunia usaha, dan masyarakat. Salah satunya adalah diperlukan kebijakan untuk mendorong ekonomi hijau sektor energi di Indonesia, antara lain:

### Produksi Minyak dan Gas Bumi

- Insentif fiskal dan nonfiskal, seperti penyesuaian split bagi hasil, pengurangan pajak, dan biaya sewa aset.
- Pasokan gas domestik, suplai CPO dan relaksasi, harga, infrastruktur pendukung.

### Biofuel

- Fleksibilitas *blending mandate*.
- Kebijakan dan pemberian insentif agar kompetitif dengan *market* serta regulasi spesifikasi *biofuel*.

### Jaringan Gas

- Pemberian insentif, regulasi, dan subsidi untuk infrastruktur, market, dan harga jual.
- Jaminan pasokan dan penentuan harga gas hulu atau jaringan gas (*jargas*) sesuai tingkat keekonomian.

### Dimetil Eter (DME) dan Metanol

- Jaminan pasokan gas dan batubara.
- Kebijakan dan pemberian insentif agar kompetitif dengan market.

### Pembangkit Gas dan Energi Terbarukan

- Kewajiban pembangunan pembangkit listrik rendah karbon, baik gas maupun energi terbarukan.
- Kemudahan pembangunan *captive power* di unit operasional.
- Regulasi harga jual listrik pembangkit energi terbarukan, seperti *feed in tariff* (FIT), dan pemberlakuan kontrak *take or pay* (*no-waiver*).
- Kebijakan *power wheeling* untuk energi hijau (*green energy*).

### Kendaraan Listrik (*Electric Vehicle*)

- Tingkat komponen dalam negeri (TKDN) bisnis baterai.
- Regulasi untuk standardisasi baterai.

### Geothermal

Sebagai DNA Pertamina di sektor geothermal, diperlukan insentif, seperti penyesuaian tarif listrik sesuai keekonomian, *government drilling*, dan penurunan pajak.

### Pembangkit Gas dan Energi Terbarukan

- Perangkat kebijakan dan insentif yang menjamin mengurangi risiko bagi investor dan dunia usaha yang ingin mengaplikasikan praktik-praktik berkelanjutan dan teknologi hijau.
- Akselerasi dalam mengoptimalkan kekuatan pasar untuk mempercepat transisi menuju zona ekonomi hijau dengan pembiayaan yang inovatif. Beberapa sumber instrumen pembiayaan inovatif yang telah dilakukan, antara lain, ialah *green sukuk*, pembentukan SDG Indonesia *One*, SDG *Bond*, dan pembentukan Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup (BPD LH).

Ekonomi hijau juga mempunyai peran strategis dalam mendorong pertumbuhan ekonomi global yang berwawasan lingkungan. Pentingnya ekonomi hijau dapat diejawantahkan dalam beberapa isu turunan terkait dengan aspek ESG, yang saat ini menjadi perhatian di banyak negara, termasuk Indonesia. Selain payung hukum, diperlukan pula komitmen yang kuat dari semua pihak untuk menjalankan ESG tersebut. Diperlukan arahan pemerintah dan juga kebijakan terstruktur ke depan terkait dengan ekonomi hijau agar ESG dapat dilaksanakan dalam berbagai sektor ekonomi.

Pemerintah telah memiliki beberapa ketentuan dalam mendukung ekonomi hijau, antara lain UU Nomor 32/2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, UU Nomor 18/2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan,...

...UU Nomor 16/2016 tentang Pengesahan Paris Agreement terkait Perubahan Iklim, dan juga peraturan-peraturan lainnya. Pemerintah Indonesia juga telah menyiapkan program pertumbuhan hijau (*green growth program*) sebagai komitmen mitigasi perubahan iklim dengan berbagai bauran kebijakan, baik secara substansi, kelembagaan, maupun pembiayaan. Dalam dokumen kontribusi yang ditetapkan secara nasional (*nationally determined contribution/NDC*), Indonesia menargetkan penurunan emisi sebesar 29% dengan menggunakan upaya dan sumber daya sendiri atau penurunan 41% apabila mendapatkan dukungan internasional dari skenario *business as usual* (BAU) pada tahun 2030. Di samping itu, Indonesia juga telah memasukkan aspek perubahan iklim ke dalam RPJMN 2020-2024 melalui tiga upaya, yaitu peningkatan kualitas lingkungan hidup, peningkatan ketahanan bencana dan perubahan iklim, dan pembangunan rendah karbon. Untuk memenuhi komitmen tersebut, kebutuhan pembiayaannya mencapai Rp 3.779 triliun selama tahun 2020-2030, atau sebesar Rp 343,6 triliun per tahun.

Meskipun demikian, pemerintah masih dihadapkan pada tantangan keterbatasan pendanaan yang bersumber dari APBN. Selama 2016-2019, rata-rata realisasi belanja untuk perubahan iklim baru menyentuh Rp 86,7 triliun dari kebutuhan ideal Rp 266,2 triliun per tahun (sebelum adanya peta jalan NDC). Sementara ke depan, kebutuhan per tahun mencapai Rp 343,6 triliun. Besarnya gap tersebut perlu diantisipasi dan diminimalkan melalui bauran strategi yang komprehensif. Hal itu dapat dilakukan, antara lain, dengan meningkatkan kontribusi swasta dalam pembangunan berkelanjutan melalui insentif perpajakan, penguatan peran pemerintah daerah melalui program *Regional Climate Budget Tagging* (RCBT), dan inovasi pendanaan *green financing* seperti *green sukuk* dan *green bonds*.

Dengan kebutuhan investasi yang tinggi, dan meningkatnya pemahaman investor pada pembangunan berkelanjutan, kebutuhan pada sektor *green financing* pun meningkat. *Green financing* merupakan jenis jasa keuangan yang berorientasi pada masa depan dan bersamaan mengembangkan perbaikan lingkungan dan pertumbuhan ekonomi. *Green financing* dapat menggabungkan teknologi baru, produk keuangan, industri, dan layanan yang mempertimbangkan lingkungan, efisiensi energi, dan pengurangan emisi untuk mendukung pertumbuhan hijau rendah karbon.

*Green financing* dapat berperan untuk memitigasi kerusakan lingkungan, terutama dampak perubahan iklim terhadap sistem ekonomi dan masyarakat. Perubahan iklim dapat menciptakan risiko bagi alam dan manusia. *Green financing* dapat berperan juga sebagai pembiayaan dengan target untuk mendukung pertumbuhan hijau yang merupakan paradigma baru pertumbuhan ekonomi dan menggabungkan kelestarian lingkungan. Mekanisme pendanaan dan investasi *green financing* berbeda dari *non-green financing* karena *green financing* perlu mempertimbangkan nilai lingkungan dalam kegiatan keuangan.

Data Bloomberg menunjukkan sekitar 824,7 miliar dollar AS *sustainable debt* diterbitkan pada semester pertama tahun 2021. Ini merupakan peningkatan 8% dari total penerbitan tahunan 2020 sebesar 759 miliar dollar AS. *Sustainability bonds* dan *sustainability-linked loans* mengalami pertumbuhan yang signifikan, bahkan kenaikan *sustainability-linked bonds* meningkat sebesar 282% dibandingkan dengan total volume sepanjang tahun 2020. Dengan adanya Konferensi Para Pihak Ke-26 (COP26) dan meningkatnya tekanan yang diberikan kepada para pemimpin negara dan lembaga keuangan untuk melakukan mitigasi dan beradaptasi dengan perubahan iklim, *sustainable debt market* akan berkembang lebih jauh lagi.

## REFERENSI

- Bank Indonesia. (2021). *Survey Konsumen*.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Berita Resmi Statistik*.
- Bappenas. (2019). *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024*.
- Bisnis Indonesia, 25 Juni 2021.
- Bloomberg NEF. (2021). *2H 2021 Sustainable Finance Market Outlook*.
- Fitch Solution. (2021). *Global Economy in Transition*.
- Halimatussadiyah, A., Farahmita, A., Machmud, Z., Siregar, A.A., Iskandar, S.D., dan Sholihah, N.K. (2018). *Bankers' perception on the Implementation of sustainable finance in Indonesia*. In E3S Web of Conferences (Vol. 74, p. 01002). EDP Sciences.
- IHS Markit. (2021). [www.markiteconomics.com](http://www.markiteconomics.com).
- James Guild. (2020): *The political and institutional constraints on green finance in Indonesia*. Journal of Sustainable Finance & Investment. DOI:10.1080/20430795.2019.1706312.
- PwC. (2017). *The Long View How will the Global Economic Order Change by 2050?*
- S&P Global Platts. (2021). *Coronavirus Dashboard for Energy Demand Update, June*.
- S&P Global Platts. (2021). *Global Economic Outlook, June 2021*.
- Sadler, Thomas. (2021). *Pandemic Economics*. Routledge.
- United Nations Environment Programme (UNEP), diakses dari <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>
- Van der Eng, P. (2002). *Halting Progress: Indonesia's Economic Development since 1880*. Itinerario, 26(3-4), 15-34.
- Wood Mackenzie. (2021). *Global Economy: Recovery Takes Off*.



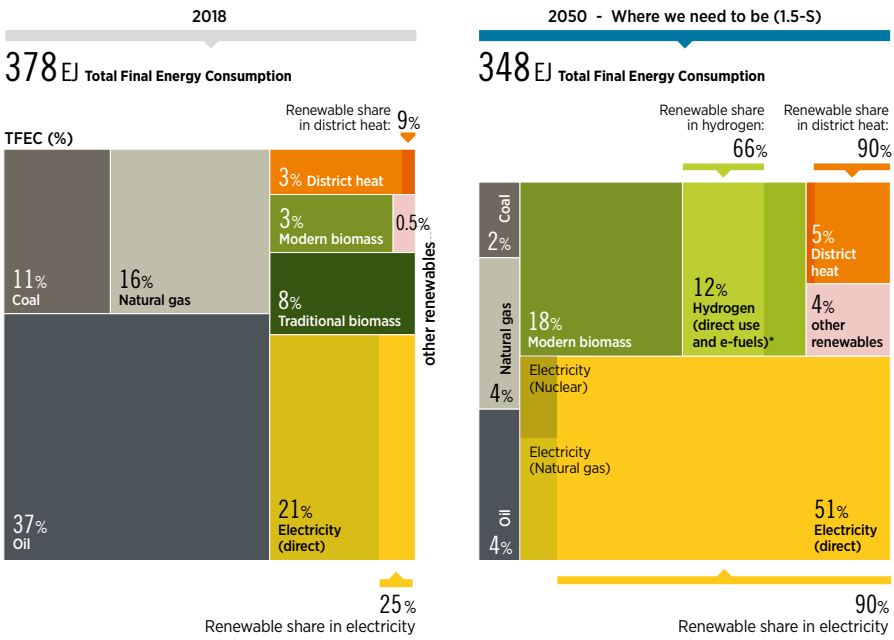
Perubahan iklim telah menyebabkan berbagai bencana alam yang nyata di berbagai belahan dunia, antara lain kekeringan, kebakaran hutan, badai, banjir, serta musim panas dan musim dingin yang ekstrem. Hal ini semakin mendorong negara-negara di dunia berambisi mencapai netral karbon dalam 3-4 dekade ke depan untuk mencegah pemanasan global tidak lebih dari 1,5 derajat celsius, atau maksimal 2 derajat celsius, dibandingkan dengan level temperatur sebelum revolusi industri. Sebagaimana telah diamanatkan dalam Perjanjian Paris 2015, ambisi pengetatan kebijakan iklim internasional ini akan dimintakan komitmennya pada pertemuan para pembuat kebijakan, pengusaha, dan organisasi nonpemerintah dari seluruh dunia, yaitu Konferensi Para Pihak Ke-26 (*Conference of the Parties/COP26*) di Glasgow, Skotlandia, pada November 2021.

Sebelumnya, untuk kepentingan COP26 ini, dan berdasarkan permintaan dari negara-negara G7, pada bulan Mei 2021 Badan Energi Internasional (IEA) telah merumuskan peta jalan bagi dunia untuk mencapai netral karbon (*net zero emission/NZE*) pada tahun 2050 (NZE-2050). Beberapa rekomendasi utama dari rumusan IEA (2021a) tersebut, yang menjadi tantangan bagi semua pemangku kepentingan, antara lain:

- Mulai tahun 2021 tidak ada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) baru yang disetujui untuk dikembangkan;
- Mulai tahun 2021 tidak ada ladang minyak, gas, dan batubara baru yang disetujui untuk dikembangkan;
- Kecepatan inovasi dan proses manifestasi teknologi energi bersih hingga siap dipasarkan saat ini harus dipersingkat dalam 5-10 tahun ke depan;
- Perilaku pengguna energi harus diubah, antara lain secara global menggunakan teknologi hemat energi dan rendah emisi, menggunakan transportasi massal, dan menggunakan material daur ulang;
- Nilai investasi per tahun ke sektor energi bersih dan sistem elektrifikasi harus dilipatgandakan dalam 30 tahun ke depan hingga total mencapai 4 triliun dollar AS per tahun;
- Untuk mendorong pengembangan dan penggunaan teknologi energi bersih, harga karbon harus terus ditingkatkan hingga mencapai 250 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e di negara maju, 200 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e di negara emerging (termasuk China, Rusia, Brasil, dan Afrika Selatan), dan 55 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e di negara berkembang pada tahun 2050;
- Kerja sama internasional di semua sektor antara negara maju dan berkembang, baik pemerintah maupun semua pemangku kepentingan terkait, harus dilakukan karena tanpa ini target NZE-2050 tidak akan tercapai.

Di samping itu, dalam skenario pembangunan berkelanjutan (*sustainable development scenario/SDS*) untuk mencapai netral karbon dan mencegah pemanasan global tidak lebih dari 1,8 derajat celsius tahun 2070, kebutuhan mineral kritikal untuk pengembangan ekosistem energi bersih akan meningkat signifikan 10 tahun ke depan. Karena itu, investasi baru untuk penambangan mineral kritikal harus segera dilakukan karena *lead time* yang panjang dari *discovery* hingga produksi, yang bisa mencapai 16-20 tahun untuk tembaga dan nikel (IEA, 2021b).

Pencegahan pemanasan global tidak lebih dari 1,5 atau 2 derajat celsius pada tahun 2050 tentunya hanya dapat dicapai melalui penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) di semua sektor, baik pembangkit, industri, transportasi, rumah tangga, komersial, maupun agrikultur. Dengan demikian, mayoritas bahan bakar tinggi karbon, seperti minyak, gas alam, dan batubara, harus digantikan secara signifikan oleh EBT, seperti surya, angin (bayu), air, panas bumi, hidrogen, dan *biofuel*. Selain itu, bauran elektrifikasi untuk memenuhi total konsumsi energi final perlu ditingkatkan dari 21% menjadi 51% yang didominasi oleh EBT (IRENA, 2021).



Sumber: IRENA (2021)

**Gambar II.1 Total Konsumsi Energi Final (TFEC) dalam Skenario 1,5 Derajat Celsius**

Di tengah dunia sedang menyiapkan janji-janji dan ambisi netral karbon menjelang pertemuan COP26, pada saat yang bersamaan krisis energi terjadi di paruh kedua 2021 di berbagai belahan dunia, termasuk di wilayah pengonsumsi energi terbesar di dunia, yaitu Inggris, Eropa, China, dan India. Hal ini semakin menegaskan situasi trilematis dalam mencapai ketiga tujuan ketahanan iklim, energi, dan ekonomi. Ketergantungan dunia terhadap bahan bakar fosil, seperti batubara, minyak bumi, dan gas, masih sangat tinggi untuk menggerakkan roda perekonomian di tengah kondisi teknologi energi bersih yang belum bisa diandalkan sepenuhnya.



Sebagai contoh China. Pemerintah pusat di Beijing tahun lalu memberikan sanksi atas impor batubara dari Australia karena Australia meminta investigasi asal-usul virus korona. Meskipun pasokan batubara 90% dipenuhi dari domestik, disrupsi impor tersebut menyebabkan China kekurangan pasokan energi untuk pembangkit. Di China, pembangkit batubara masih menguasai sekitar 70% dari produksi listrik China, tetapi investasi di sektor batubara terus menurun. Beijing secara perlahan menutup tambang-tambang batubara dan pembangkit listrik batubara sejak bertahun-tahun yang lalu dengan alasan lingkungan dan keamanan.

Tahun ini China meningkatkan hukuman bagi petambang yang melanggar panduan keselamatan sehingga para pengusaha enggan untuk meningkatkan produksi. Meskipun demikian, untuk mengatasi krisis energinya saat ini, Pemerintah China meminta badan usaha milik negara di sektor energi untuk mengamankan pasokan pada musim dingin, dan memerintahkan petambang batubara untuk meningkatkan kembali produksinya. Selain itu, regulator bank dan asuransi China meminta institusi keuangan untuk menaikkan toleransi risiko pinjaman bagi pembangkit batubara (Riordan, 2021).

Krisis energi juga terjadi di Eropa. Cadangan gas di Eropa sangat rendah sehingga menyebabkan harga gas melambung hingga hampir menyentuh 40 dollar AS/MMBTU pada awal Oktober 2021. Faktor penyebabnya adalah berkurangnya pasokan gas ke Eropa di tengah meningkatnya permintaan gas sejak musim dingin 2020 hingga musim panas 2021, sedangkan pasokan gas dari Amerika Utara dan Rusia berkurang.

Di sisi lain, pasokan listrik dari tenaga angin berkurang, dan harga karbon energi fosil lainnya relatif tinggi. Rusia telah menyelesaikan pembangunan pipa Nord Stream 2, dan menunggu persetujuan regulasi Jerman untuk memulai aliran gas ke Jerman melalui Ukraina. Rusia menyatakan harga gas di Eropa bisa segera dijinakkan jika Jerman segera memberikan persetujuan tersebut. Terlepas dari apakah rendahnya suplai gas dari Gazprom ke Eropa pada musim panas merupakan taktik dagang Rusia atau karena gangguan produksi di Rusia, yang pasti Eropa terbukti sangat mengandalkan pasokan gas dari Rusia.

Hal ini menjadi lesson learned untuk melakukan transisi energi dengan perencanaan yang kritis beserta program mitigasi risiko yang mempertimbangkan ketahanan iklim, energi, dan ekonomi. Yang pasti, dibutuhkan percepatan pembangunan ekosistem teknologi energi bersih yang andal, termasuk integrasi jaringan listrik dan kesiapan baterai penyimpanan energi skala utilitas untuk mitigasi risiko intermiten. Dan yang terpenting, siapkan energi fosil untuk penyangga ketika terjadi disrupsi. Karena itu, hindari underinvestment pada energi fosil, serta percepat kesiapan teknologi *carbon capture utilization and storage* (CCUS) untuk mitigasi risiko emisinya.

Kegagalan mengembangkan teknologi CCUS untuk mitigasi emisi dari bahan bakar fosil akan secara substansial meningkatkan risiko stranded asset. Selain itu, masalah ini akan membutuhkan tambahan investasi sekitar 15 triliun dollar AS untuk menambah kapasitas energi bayu, surya, dan elektroliser guna mencapai tingkat pengurangan emisi yang sama apabila menggunakan CCUS (IEA, 2021a).

## II.1. Minyak Bumi

Sehubungan dengan ambisi NZE-2050 dan situasi trilematis sebagaimana dijelaskan di atas, terdapat beberapa hal terkait yang perlu ditelisik.

- Bagaimana *outlook* permintaan dan pasokan serta harga minyak bumi menurut skenario tidak lebih dari 2 derajat celsius?
- Kapan perkiraan puncak permintaan minyak bumi menurut pendapat berbagai organisasi *think tank*?
- Bagaimana *outlook* permintaan dan pasokan serta harga minyak bumi jangka panjang menurut skenario dasar?
- Bagaimana *outlook* permintaan dan pasokan minyak jangka pendek berdasarkan wilayah dan jenis produk?
- Bagaimana *outlook* margin kilang dan tren investasi kilang?

Pemahaman mengenai *outlook* tersebut diharapkan berguna bagi berbagai pihak untuk mendiskusikan dan merumuskan kebijakan, strategi, dan keputusan investasi dari hulu hingga hilir dalam rangka mengoptimalkan pencapaian tujuan ketahanan iklim, energi, dan ekonomi.

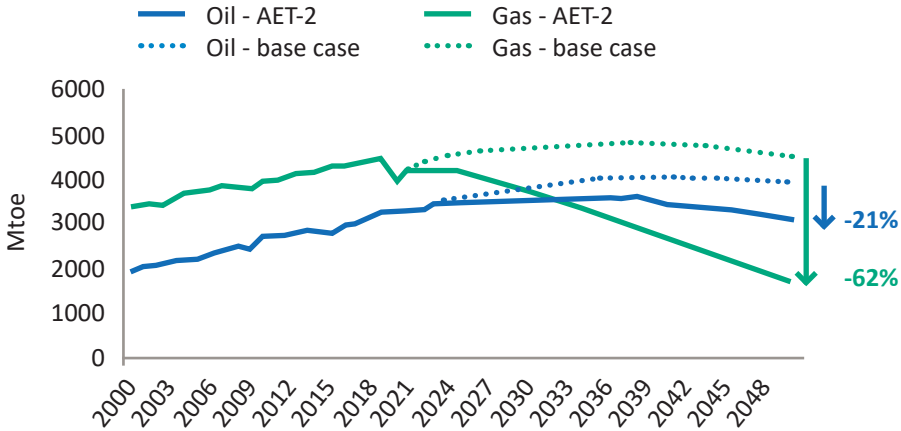
### a. Outlook Permintaan dan Pasokan serta Harga Minyak Bumi Menurut Skenario Tidak Lebih dari 2 Derajat Celsius

Jika dunia terus meningkatkan upayanya untuk membatasi pemanasan global tidak lebih dari 2 derajat celsius, konsekuensinya bagi industri minyak dan gas akan parah. Model milik Wood Mackenzie menunjukkan bagaimana permintaan dan pasokan energi dapat berubah...

...secara dramatis dalam menghadapi perubahan kebijakan dan teknologi yang cepat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sejalan dengan Perjanjian Paris. Di bawah skenario *accelerated energy transition* (AET) maksimal 2 derajat celsius (AET-2) hingga 2050, pasar energi akan semakin dialiri listrik dan hidrokarbon yang paling berpolusi diturunkan serendah mungkin. Pengurangan bahan bakar cair (*liquid fuels*) akan sangat terasa signifikan di sektor transportasi, industri, dan petrokimia, terutama karena elektrifikasi, termasuk penetrasi kendaraan listrik, yang cepat dan agresif.

Dalam skenario AET-2, diasumsikan sebanyak 80% dari semua kendaraan baru yang dijual adalah kendaraan listrik, baik yang digerakkan oleh baterai maupun hibrida (*hybrid*), sedangkan transportasi yang lebih berat (seperti truk dan kapal) menggunakan tenaga listrik atau hidrogen. Selain itu, permintaan petrokimia cair *non*-pembakaran (plastik) berkurang dengan

Karena itu, dalam skenario AET-2 permintaan minyak pada tahun 2050 akan 62% lebih rendah dari skenario dasar (sekitar 2,8 derajat celsius) dan 70% di bawah level permintaan saat ini. Sebaliknya, permintaan gas alam akan cenderung stabil hingga tahun 2050 sehingga melampaui permintaan minyak pada awal dekade 2030-an.



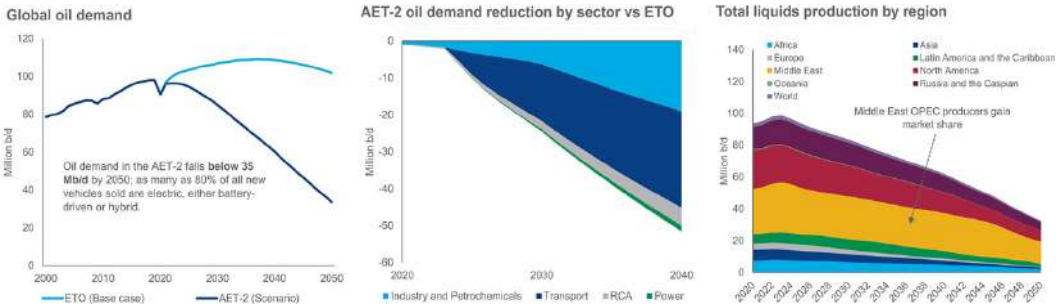
Sumber: Wood Mackenzie (2021a)

**Gambar II.2 Permintaan Minyak dan Gas dalam Skenario AET-2 dan Skenario Dasar**

Permintaan minyak mulai turun pada tahun 2023. Penurunan semakin cepat setelahnya, dengan penurunan tahun-ke-tahun sekitar 2 juta barel per hari (bph) hingga total permintaan bahan bakar cair menjadi sekitar 35 juta bph pada tahun 2050.

Skenario AET-2 memang hanyalah skenario. Namun, skenario ini mengisyaratkan tidak ada ruang bagi industri minyak dan gas untuk lengah, karena dorongan-dorongan secara global untuk menjaga ketahanan iklim akan semakin kuat ke depannya. Karena itu, dalam skenario ini, industri minyak dan gas harus beradaptasi agar bisa bertahan.

Dalam skenario AET-2 tidak dibutuhkan lagi penambahan kapasitas produksi dari sektor hulu. Produsen yang akan memenangi pangsa pasar adalah yang memiliki biaya produksi rendah, seperti mereka di Timur Tengah dan Rusia. Pangsa pasar milik produsen dari Timur Tengah akan naik menjadi 50% pada tahun 2050. Namun, karena permintaan terhadap minyak bumi menurun, kekuatan produsen Organisasi Negara-negara Pengekspor Minyak (OPEC) dalam mengendalikan pasar akan berkurang, sedangkan kekuatan produsen gas, seperti Qatar dan Rusia, dalam mengendalikan pasar akan meningkat. Rusia juga akan dominan di pasar energi sebagai penyedia minyak bumi berbiaya rendah hingga tahun 2050, ekspor gas alam cair (LNG), dan penyedia ekspor gas melalui pipa ke Eropa dan China. Di sisi lain, produsen yang akan kalah adalah produsen di wilayah yang membutuhkan investasi ekstensif, baik untuk pengembangan *greenfield* maupun *brownfield*, sehingga memiliki biaya produksi lebih tinggi. Karena itu, produsen akan meninggalkan aset marginal, dan berburu aset-aset yang paling menguntungkan (Wood Mackenzie, 2021a).

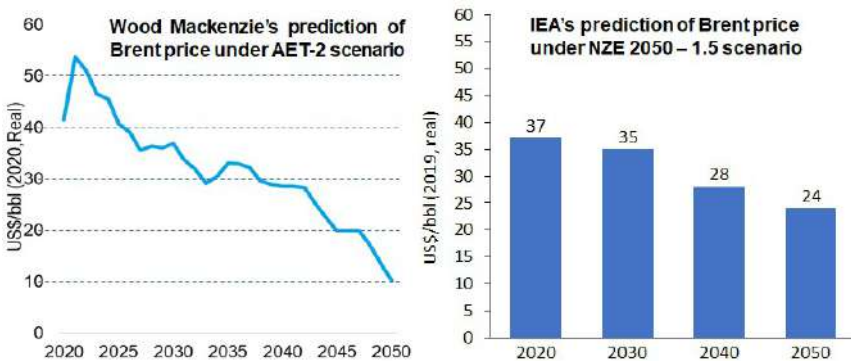


Sumber: Wood Mackenzie (2021b)

**Gambar II.3 Outlook Permintaan dan Pasokan Minyak Bumi Menurut Skenario Maksimal 2 Derajat Celsius**

Di sektor hilir, kilang akan terus menghadapi rasionalisasi karena permintaan bensin dan solar turun signifikan akibat peningkatan elektrifikasi, terutama di sektor transportasi dan industri. Dalam skenario 2 derajat celsius, kilang-kilang di dunia yang paling bisa bertahan terhadap tekanan rasionalisasi pasar ialah yang memiliki, antara lain, skala permintaan domestik yang besar, akses ke bahan baku yang mudah (dekat dan murah), mampu mengolah berbagai jenis *feedstocks*, tingkat kompleksitas yang tinggi dan terintegrasi dengan petrokimia, dukungan proteksi bisnis dari pemerintah, dan beroperasi menggunakan...

...teknologi dan proses rendah karbon (British Petroleum, 2020; Wood Mackenzie, 2021b). Pada skenario 1,5-2 derajat celsius, harga minyak mentah (*basis real*) dapat turun hingga di bawah 20 dollar AS/barel menurut Wood Mackenzie dan sekitar 25 dollar AS/barel menurut IEA pada tahun 2050. Proyeksi harga tersebut berdasarkan pertimbangan fundamental, yaitu biaya produksi dari ladang minyak yang telah *onstream* saat ini untuk memenuhi volume permintaan yang telah turun signifikan hingga hanya sekitar 35 juta bph pada tahun 2050.



Sumber: Wood Mackenzie (2021b); IEA (2021a)

**Gambar II.4 Proyeksi Harga Minyak Mentah dalam Skenario 1,5-2 Derajat Celsius**

## b. Puncak Permintaan Minyak Bumi Akan Terjadi Menurut Pendapat Berbagai Organisasi *Think Tank*

Pandemi Covid-19 telah menurunkan permintaan minyak. Pada tahun 2019, permintaan minyak sekitar 100 juta bph, dan belum pulih ke level tahun 2019 karena dampak pandemi. Hal ini membuat perusahaan-perusahaan energi, produsen, dan analis membuat perkiraan-perkiraan kapan permintaan minyak dunia mencapai puncaknya. Selain itu, kenaikan jumlah kendaraan listrik (*electric vehicle/EV*) dan transisi ke energi terbarukan juga telah memicu revisi-revisi terhadap proyeksi yang ada.

Perkiraan-perkiraan yang dibuat dapat memengaruhi rencana eksplorasi dan pengembangan di sektor minyak dan gas. Namun, hingga saat ini tidak ada konsensus kapan permintaan minyak akan mencapai puncak, seperti yang diberitakan oleh Reuters (2021) dari berbagai entitas *think tank*, sebagai berikut.

### ■ BP: Kemungkinan puncaknya telah tercapai pada tahun 2019

BP membuat tiga skenario. Ketiganya menunjukkan penurunan pertumbuhan permintaan akibat pandemi. Dalam salah satu skenario, puncak permintaan telah tercapai pada tahun 2019, sedangkan skenario yang lain memperkirakan pada tahun 2035.

### ■ Equinor: Antara 2027 dan 2028

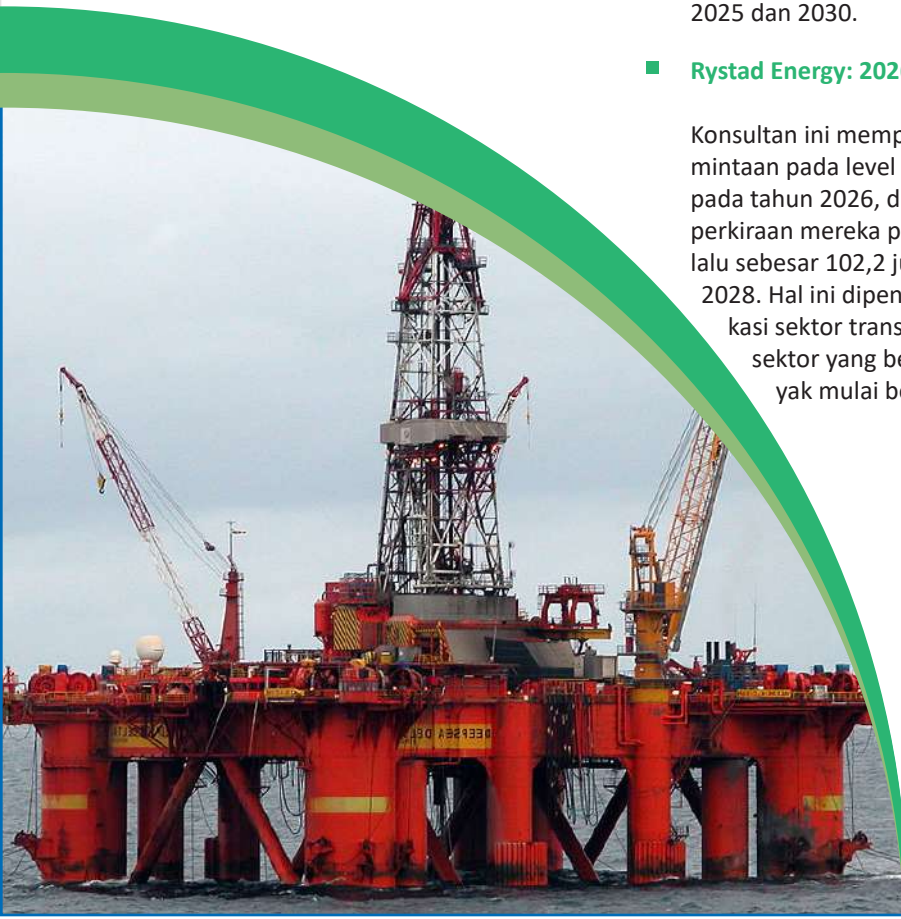
Equinor memperkirakan puncak terjadi antara tahun 2027 dan 2028, dua atau tiga tahun lebih awal dari perkiraan mereka sebelumnya. Dalam skenario utamanya, Equinor memperkirakan permintaan minyak sebesar 99,5 juta bph pada tahun 2030 dan 84 juta bph pada tahun 2050.

### ■ Bernstein Energy: Antara 2025 dan 2030

Konsultan ini memperkirakan permintaan akan pulih ke level tahun 2019 pada tahun 2023 dan mencapai puncak antara tahun 2025 dan 2030.

### ■ Rystad Energy: 2026

Konsultan ini memperkirakan puncak permintaan pada level 101,6 juta bph terjadi pada tahun 2026, direvisi menurun dari perkiraan mereka pada bulan November lalu sebesar 102,2 juta bph pada tahun 2028. Hal ini dipengaruhi oleh elektrifikasi sektor transportasi, dan beberapa sektor yang bergantung pada minyak mulai beralih lebih cepat.





#### ■ Totalenergies: Sebelum 2030

Perusahaan Perancis ini sebelumnya memperkirakan puncak permintaan minyak sekitar tahun 2030, tetapi merevisi perkiraan tersebut menjadi sebelum 2030 dan turun ke 40 juta hingga 60 juta bph pada tahun 2030.

#### ■ IEA: Dalam 10 tahun ke depan

IEA menyebutkan bahwa puncak permintaan telah terlewati di negara-negara ekonomi maju, tetapi akan terus meningkat di negara-negara berkembang dari tahun 2019 sampai 2030, hingga mencapai puncak permintaan global sekitar 104 juta bph sekitar tahun 2030. Namun, tanpa perubahan yang besar dalam kebijakan-kebijakan pemerintah, belum terlihat tanda-tanda yang jelas kapan terjadinya puncak permintaan minyak tersebut. Pemulihan ekonomi dunia akan segera mengembalikan permintaan ke level sebelum krisis.

#### ■ Goldman Sachs: Setelah 2030

Peningkatan kendaraan listrik, energi terbarukan, dan daur ulang plastik akan menurunkan permintaan minyak. Namun, pertumbuhan permintaan di negara berkembang akan mendorong puncak permintaan setelah tahun 2030.

#### ■ Vitol: Dalam dekade 2030-an

Permintaan akan terus tumbuh hingga mencapai 110 juta bph pada awal hingga pertengahan 2030-an.

#### ■ OPEC: Sekitar tahun 2040

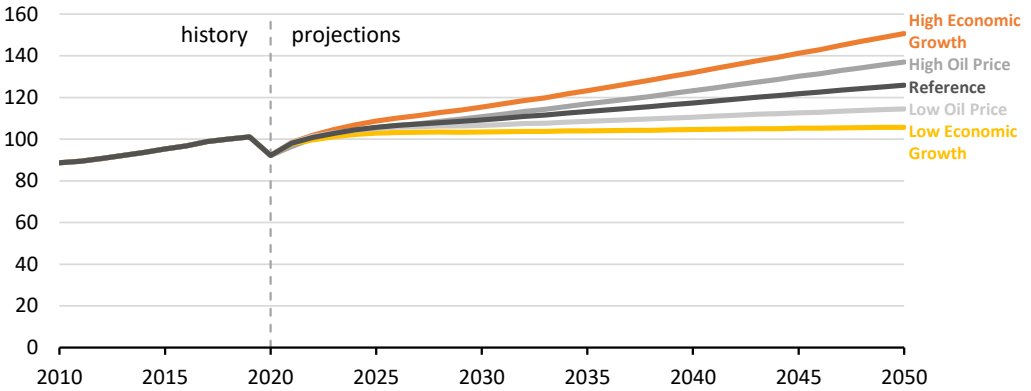
Dalam prediksi pertamanya, OPEC memperkirakan permintaan akan pulih dalam dua tahun dan mencapai plateau pada tahun 2040. Permintaan minyak naik hampir 10 juta bph dalam jangka panjang, naik dari 99,7 bph pada tahun 2019 ke 109,3 bph pada tahun 2040 dan 109,1 bph pada tahun 2045.

#### ■ Shell: Tidak menyebutkan secara spesifik

Namun, Shell menyatakan pandemi tahun ini mungkin telah menyebabkan tercapainya puncak permintaan. Walaupun pulih, akan membutuhkan waktu yang sangat lama.

Energi *Information Administration* (EIA) (2021) bahkan memperkirakan permintaan energi terbarukan akan meningkat, tetapi permintaan bahan bakar cair juga terus meningkat hingga tahun 2050 sebagai akibat dari pertumbuhan populasi dan ekonomi dengan asumsi tidak ada perubahan yang signifikan terhadap teknologi saat ini. Karena itu, produksi minyak dan gas alam juga akan tumbuh selama tiga dekade ke depan, sebagian besar untuk memenuhi konsumsi energi yang meningkat di negara berkembang Asia.

### World liquid fuels consumption million barrels per day



Source: U.S. Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2021* (IEO2021)  
Reference case, Economic Growth cases, and Oil price cases

Sumber: EIA (2021)

### Gambar II.5 Outlook Konsumsi Bahan Bakar Cair hingga 2050 Menurut Skenario

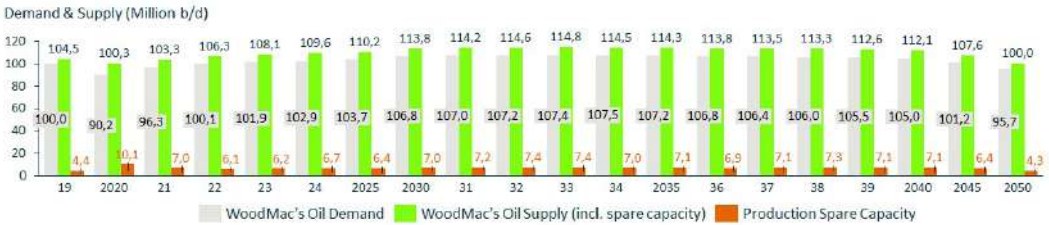
Pandangan-pandangan dari entitas *think tank* tersebut menunjukkan belum ada konsensus kapan permintaan minyak bumi akan mencapai puncak. Ini bisa dimaklumi karena banyak sekali kemungkinan yang bisa terjadi ke depan dalam perjalanan transisi energi sehubungan dengan besarnya tantangan untuk mencapai netral karbon pada tahun 2050, dan masih tingginya risiko kerentanan sistem energi terbaru terhadap disrupsi perubahan iklim sehingga energi berbasis fosil masih akan diperlukan sebagai penyangga.

Masalah krisis energi yang terjadi pada paruh kedua 2021 di Inggris, Eropa, China, dan India semakin meyakinkan bahwa portofolio jenis sumber daya energi dibutuhkan untuk menjaga ketahanan energi. Di samping itu, cadangan yang cukup dari setiap portofolio energi dapat menyangga sistem saat terjadi disrupsi dari satu atau beberapa jenis energi.

Karena itu, manajemen rantai pasok dan logistik akan semakin vital dalam mendukung ketahanan energi. Selaras dengan hal tersebut, konsultan energi cenderung memberikan bobot peluang kejadian yang lebih besar pada skenario dasar, yaitu transisi energi dengan pemanasan global sekitar 2,7 derajat celsius. Sebagai contoh, Platts (2021) memberikan peluang 50%, 25%, dan 25% masing-masing pada skenario *most likely case (base)*, *high*, dan *low* (1,5-2 derajat celsius). Skenario dasar juga telah memperhitungkan transisi energi secara moderat, seperti Wood Mackenzie (2021d) mengasumsikan, antara lain, penjualan kendaraan listrik mencapai 50% pada tahun 2050, peningkatan kapasitas solar PV dan turbin angin (*wind turbine*) sebesar 7,5 TW, penambahan kapasitas penyimpanan energi (*energy storage*) sebesar 2 TW selama tiga dekade ke depan, dan peningkatan kapasitas produksi hidrogen hingga 212 juta ton per tahun pada tahun 2050.

### c. Outlook Permintaan dan Pasokan serta Harga Minyak Bumi Jangka Panjang Menurut Skenario Dasar

Serupa dengan IHS Markit (2021a) dan Platts (2021) yang masing-masing memperkirakan puncak permintaan minyak bumi akan terjadi pada dekade 2030-an, yaitu sekitar tahun 2033 dan 2038, Wood Mackenzie juga melihat dalam skenario dasar bahwa permintaan minyak akan mencapai puncaknya sekitar 108 juta bph pada tahun 2034, kemudian turun hingga 96 juta bph pada tahun 2050.



Sumber: Wood Mackenzie (2021c)

#### Gambar II.6 Proyeksi Permintaan dan Pasokan Minyak Bumi dalam Skenario Dasar hingga 2050

Secara umum, pertumbuhan permintaan minyak bumi didorong oleh pertumbuhan ekonomi global sekitar 2,4% pada tahun 2030 dan 2,1% pada tahun 2050. Permintaan naik mencapai 106,8 juta bph pada tahun 2030 turut didorong oleh permintaan *feedstock* untuk industri petrokimia. Namun, perlambatan pertumbuhan permintaan terjadi terutama karena penetrasi kendaraan listrik di sektor transportasi darat.

Di sisi lain, pasokan minyak naik mencapai 113,8 juta bph pada tahun 2030, sudah termasuk production spare capacity 7 juta bph. Hingga tahun 2030 *International Oil Companies* (IOC) akan semakin disiplin dalam belanja modal (*capex*) dan jumlah proyek dengan *final investment decision* (FID) besar semakin berkurang. Produksi non-OPEC turun setelah 2032 sehingga meningkatkan ketergantungan pasar pada OPEC untuk meningkatkan kapasitas produksi guna memenuhi permintaan. Peningkatan permintaan akan dipenuhi oleh peningkatan produksi, serta diikuti oleh dinamika harga. Secara fundamental, dinamika harga minyak dalam skenario dasar diproyeksikan konsultan energi sebagai berikut.

Entitas	Basis	Unit	2025	2030	2035	2040
Wood Mackenzie	Real 2021	USD/b	73	80	83	80
HIS	Real 2020	USD/b	61	61	62	59
Platts	Real 2020	USD/b	53	50	51	51

Sumber: Wood Mackenzie, IHS Markit, dan Platts (2021)

Tabel II.1 Proyeksi Jangka Panjang Harga Minyak Mentah Jenis *Dated Brent* dalam Skenario Dasar



Adapun beberapa faktor risiko yang bisa mendistorsi pergerakan harga minyak tersebut, antara lain, sebagai berikut:

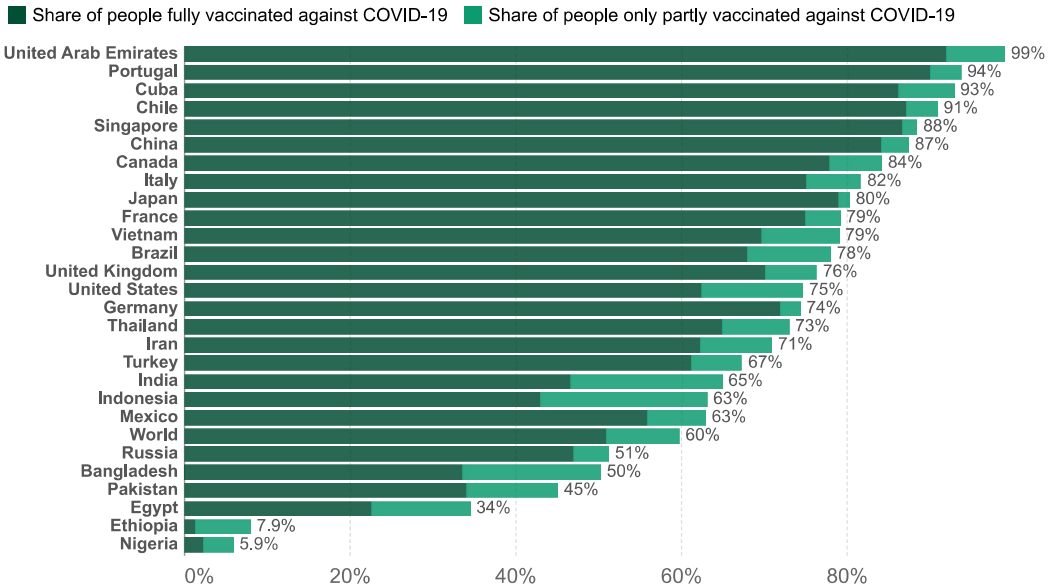
	Jangka Menengah	Jangka Panjang
<b>Faktor yang mendukung harga minyak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sanksi terhadap Iran dan Venezuela tidak dicabut dalam beberapa tahun mendatang</li> <li>▪ Percepatan vaksinasi di negara-negara non-OECD, peningkatan pertumbuhan ekonomi</li> <li>▪ Pembatasan investasi hulu menyebabkan keterlambatan pertumbuhan pasokan dalam memenuhi permintaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kebijakan dekarbonisasi memaksa perusahaan minyak internasional untuk melakukan divestasi dari minyak meskipun harga minyak memberikan keuntungan</li> <li>▪ OPEC mengerahkan usaha mengendalikan produksi untuk memengaruhi harga</li> <li>▪ Nasionalisme ekonomi meningkat sehingga melemahkan kerja sama internasional untuk program dekarbonisasi</li> <li>▪ Penjualan kendaraan listrik tidak sesuai ekspektasi</li> </ul>
<b>Faktor yang menahan harga minyak</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pertumbuhan ekonomi yang lebih lambat akibat kenaikan suku bunga di tengah ketakutan pasar terhadap inflasi</li> <li>▪ Sanksi minyak Amerika Serikat kepada Iran dan/atau Venezuela dicabut lebih cepat dari perkiraan sehingga menambah pasokan minyak ke pasar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Program penyerapan karbon berhasil</li> <li>▪ Produsen segera memonetisasi sumber daya energi terbarukan karena percepatan penurunan permintaan minyak dan penetrasi penjualan kendaraan listrik lebih tinggi dari perkiraan</li> </ul>

Sumber: Disusun dari Wood Mackenzie (2021c)

**Tabel II.2 Risiko yang Bisa Mendistorsi Pergerakan Harga Minyak dalam Jangka Menengah dan Panjang**

#### **d. Outlook Permintaan dan Pasokan Minyak Jangka Pendek Berdasarkan Wilayah dan Jenis Produk**

Pada bagian ini akan ditunjukkan *outlook* permintaan dan pasokan minyak jangka pendek berdasarkan wilayah dan jenis produk kilang. Sebagaimana telah diperkirakan bahwa program vaksinasi sejak awal tahun 2021 akan mendorong pertumbuhan permintaan energi. Program vaksinasi berjalan baik terutama di negara-negara maju dan emerging yang mengonsumsi energi terbanyak di dunia, termasuk Amerika Serikat, Brasil, Meksiko, Eropa, China, India, Korea Selatan, dan Jepang. Kebijakan pelonggaran mobilitas yang didukung oleh program vaksinasi tersebut telah mendorong penguatan permintaan secara berarti di tahun 2021.

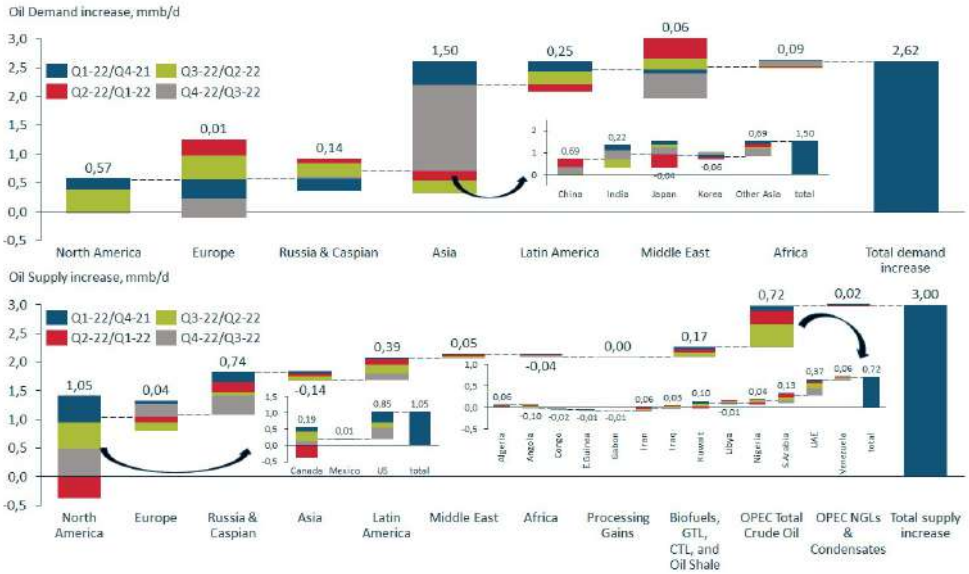


Sumber: Our World in Data (2021)

### Gambar II.7 Persentase Populasi yang Divaksin Covid-19 di Negara-negara Pengonsumsi Minyak Terbesar pada Pertengahan Oktober 2021

Dengan asumsi program vaksinasi terus berjalan dengan baik, termasuk di negara-negara berkembang, dan tidak terjadi perlambatan ekonomi global, permintaan minyak hingga Kuartal IV-2022 (Q4-22) akan tumbuh sekitar 2,6 juta bph dibandingkan dengan level permintaan pada Kuartal IV-2021 (Q4-21). Asia dan Amerika Utara menjadi penyumbang utama pertumbuhan permintaan tersebut. Di Asia sendiri, pertumbuhan permintaan minyak didominasi oleh China dan India, serta secara kuartal-ke-kuartal (QoQ) akan positif di Kuartal I-2022 (Q1-22) dan Kuartal IV-2022 (Q4-22) yang turut dipengaruhi faktor musiman.

Pada tahun 2022 pertumbuhan permintaan akan tercukupi dengan penambahan pasokan sekitar 3 juta bph hingga Kuartal IV-2022 (Q4-22). Amerika Utara, Rusia dan Caspian, serta OPEC akan menjadi penyumbang utama penambahan pasokan tersebut. Di Amerika Utara, penambahan pasokan akan mengandalkan Amerika Serikat dan Kanada. Di Rusia dan Caspian, ada Rusia dan Kazakhstan yang menambah pasokan. Sementara di OPEC sendiri penambahan terbanyak berasal dari Uni Emirat Arab, Arab Saudi, dan Kuwait.

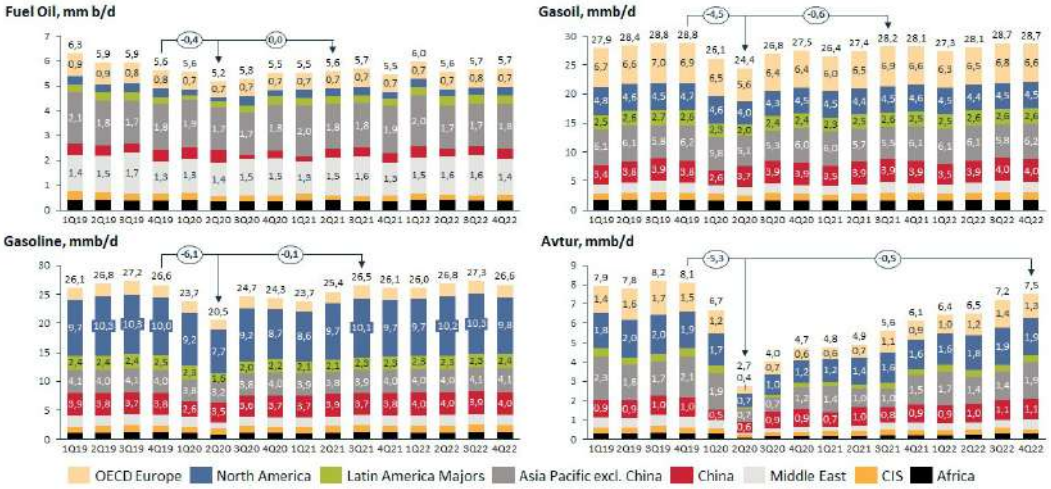


Sumber: Dimodifikasi dari Wood Mackenzie (2021e)

**Gambar II.8 Perubahan Permintaan Minyak Bumi Berdasarkan Wilayah Selama Tahun 2022**

Apabila *outlook* fundamental permintaan minyak dilihat lebih rinci lagi berdasarkan jenis produk dan wilayah, tren permintaan BBM terlihat telah mendekati level pra-Covid-19 (Kuartal IV-2019) pada paruh pertama 2021 untuk bahan bakar minyak, pada paruh kedua 2021 untuk gasolin, pada paruh kedua 2021 untuk *gasoil*, dan mungkin pada tahun 2023 untuk avtur. Tren peningkatan permintaan terjadi secara global di seluruh wilayah meskipun negara-negara tertentu dalam periode tertentu tidak mengikuti tren global tersebut, seperti Indonesia yang menerapkan pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat pada Kuartal III-2021 saat Amerika Utara, Eropa, dan Asia melonggarkan mobilitas. Pada tahun 2022 diperkirakan permintaan produk kilang secara global akan meningkat dibandingkan dengan tahun 2021. Pertumbuhan permintaan terbesar terjadi di sektor aviasi.

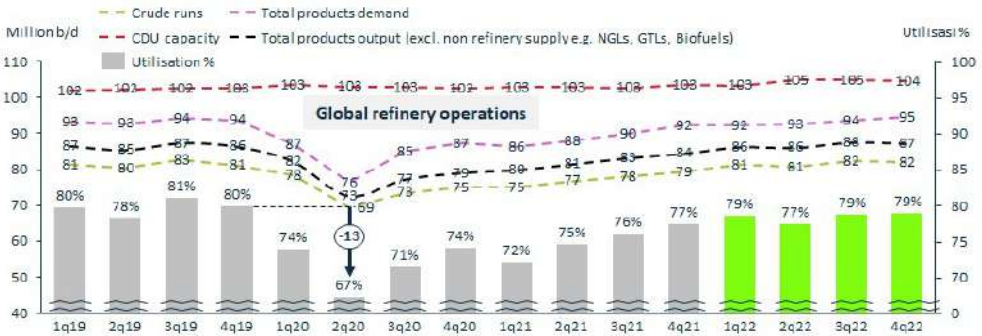




Sumber: Dimodifikasi dari IHS Markit (2021b)

**Gambar II.9 Data Historis dan Outlook Permintaan Produk Kilang Berdasarkan Jenis dan Wilayah Selama 2019-2022**

Untuk memenuhi permintaan produk kilang yang akan meningkat pada tahun 2022, secara global utilisasi kilang akan meningkat dari kisaran 72%-77% pada tahun 2021 ke kisaran 77%-79% pada tahun 2022, dan *crude runs* akan meningkat dari kisaran 75-79 juta bph pada tahun 2021 ke kisaran 81-82 juta bph pada tahun 2022.

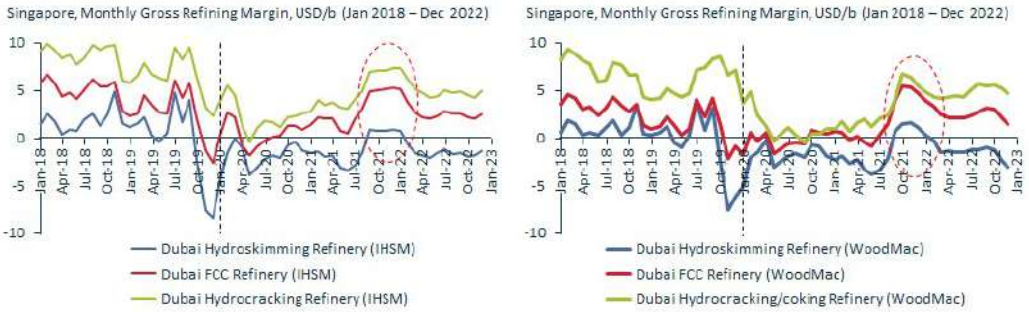


Sumber: Wood Mackenzie (2021e)

**Gambar II.10 Outlook Produksi Produk di Kilang secara Global**

**e. Outlook Margin Kilang dan Tren Investasi Kilang**

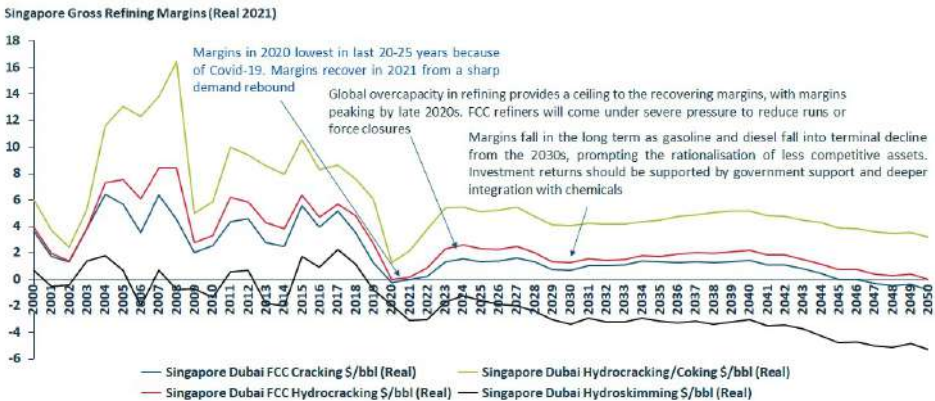
Tingkat persaingan antarkilang, baik di regional maupun global, akan semakin ketat karena total kapasitas secara global akan bertambah dalam upaya mengantisipasi risiko deficit produk gasolin dan menangkap peluang bisnis di sektor petrokimia. Persaingan tersebut memberikan tekanan pada margin kilang. Akan tetapi, dalam jangka pendek, situasi krisis energi global dan peningkatan permintaan pada musim dingin 2021 membantu perbaikan margin kilang yang memiliki proses *fluid catalytic cracking* (FCC) dan *hydrocracking*. Outlook margin kilang FCC dan *hydrocracking* pada tahun 2022 akan relatif lebih baik daripada margin pada tahun 2021, didukung oleh penguatan permintaan pada tahun 2022, dengan asumsi penyebaran virus Covid-19 dapat diatasi dan program vaksinasi berjalan baik secara global.



Sumber: IHS Markit (2021c) dan Wood Mackenzie (2021f)

**Gambar II.11 Outlook Gross Refining Margin Kilang Singapura 2022**

Dalam skenario dasar transisi energi, pada dekade 2020-an margin bagi kilang yang memiliki unit FCC dan *hydrocracking* akan membaik karena pertumbuhan permintaan melampaui penambahan kapasitas kilang sehubungan kilang-kilang yang tidak kompetitif akhirnya dirasionalisasi atau ditutup. Meskipun demikian, level margin pada dekade 2020-an secara struktural relatif masih jauh lebih rendah dibandingkan dengan *margin* sebelum pandemi.

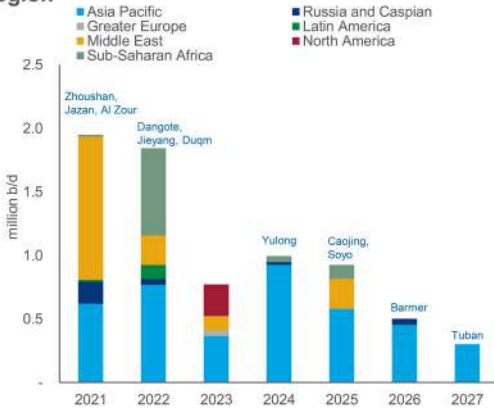


Sumber: Wood Mackenzie (2021g)

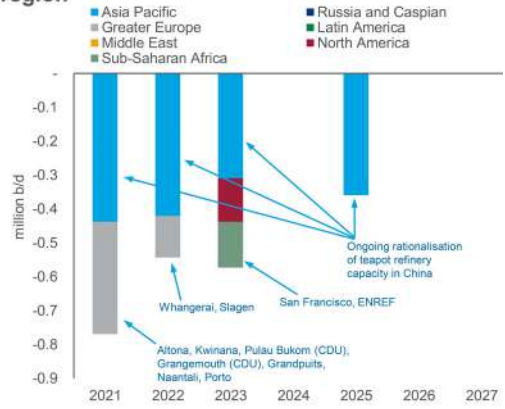
**Gambar II.12 Outlook Gross Refining Margin Kilang Singapura hingga 2050**

Penurunan struktural level margin kilang tersebut disebabkan kondisi kilang global yang kelebihan pasokan (*overcapacity*) akibat investasi penambahan kilang yang agresif dalam tujuh tahun ke depan. Di satu sisi, selama 2021-2027 akan ada tambahan kapasitas kilang sebesar 7,3 juta bph secara global. Peningkatan tambahan kapasitas kilang akan relatif tinggi selama 2021-2025, di mana 80% akan terjadi di Asia dan Timur Tengah. Di sisi lain, situasi margin kilang yang rendah telah memaksa kilang yang tidak ekonomis ditutup di Eropa, Asia, dan AS. Diperkirakan selama 2021-2027 akan terjadi penurunan kapasitas kilang sekitar 2,2 juta bph yang sebagian besar merupakan kilang *teapot* di China. Dengan demikian, secara net, kapasitas kilang bertambah sekitar 5,1 juta bph dalam periode tersebut.

Annual refinery CDU capacity additions by region



Annual refinery CDU capacity closures by region



Sumber: Wood Mackenzie (2021h)

Gambar II.13 Outlook Investasi Penambahan Kapasitas Kilang Global 2021-2027

Salah satu pendorong utama terhadap investasi penambahan kapasitas kilang ialah dalam jangka panjang secara total dunia berisiko mengalami defisit gasolin, yang terjadi hampir di semua region, kecuali Eropa dan Rusia. Permasalahan risiko margin kilang yang lemah karena intensitas persaingan pasar dalam jangka panjang juga mendorong investasi kilang-kilang baru dirancang dengan infrastruktur yang terintegrasi ke petrokimia. Di kilang petrokimia yang terintegrasi, *middle distillate* diolah menjadi produk petrokimia, antara lain menggunakan teknologi steam cracker dan pemurnian, dalam rangka memitigasi risiko surplus produk *middle distillate* secara global, dan untuk mendapatkan margin yang lebih tinggi dari petrokimia.

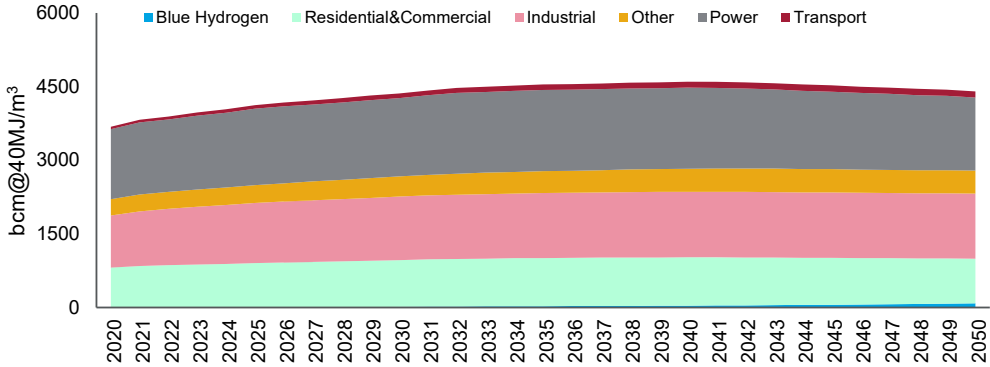
## II.2. Gas Bumi

Permintaan (*demand*) gas di tengah proses transisi energi global diperkirakan akan tetap tumbuh hingga puncaknya yang, menurut konsultan Wood Mackenzie, akan tercapai pada tahun 2040, sedangkan menurut konsultan Rystad akan tercapai pada tahun 2032, kemudian akan menurun perlahan akibat tekanan pilihan energi rendah karbon yang lain.

Menurut Wood Mackenzie, permintaan gas global pada 2020-2040 diperkirakan mengalami pertumbuhan 1,1%, per tahun, selanjutnya menurun dengan kecepatan penurunan -0,4% per tahun hingga tahun 2050. Tekanan terbesar diperkirakan terjadi pada sektor pembangkit listrik, karena terdapat pilihan sumber energi terbarukan yang tersedia sebagai bahan bakar ataupun sebagai sumber listrik dengan teknologi yang semakin maju dan terjangkau. Permintaan gas pada sektor pembangkit listrik menurun setelah tahun 2040 hingga 2050 dengan kecepatan penurunan 1% per tahun, setelah mengalami pertumbuhan pada 2020-2040 diperkirakan sebesar 0,7% per tahun. Adapun permintaan gas pada sektor industri diperkirakan hanya akan mengalami penurunan 0,1% per tahun pada 2040-2050 setelah mengalami pertumbuhan 1,2% per tahun. Diperkirakan hal ini disebabkan kebutuhan gas pada sektor industri sebagian besar merupakan bagian dari bahan baku yang prosesnya tidak dapat digantikan oleh komponen lain.

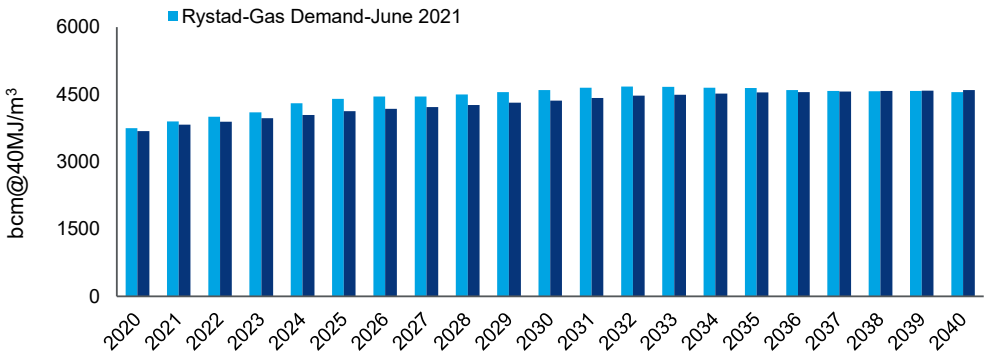
Sektor transportasi dan produksi hidrogen biru merupakan sektor yang mendorong permintaan gas dan diperkirakan tetap tumbuh hingga tahun 2050. Sektor transportasi diperkirakan tumbuh 0,4% per tahun setelah 2040 hingga 2050 setelah mengalami kecepatan pertumbuhan 4,4% per tahun pada tahun 2020-2040. Permintaan gas untuk memproduksi hidrogen biru juga tetap mengalami pertumbuhan tinggi, dengan pertumbuhan 17,2% per tahun pada 2020-2040 dan dengan pertumbuhan 8,5% per tahun pada tahun 2040 hingga 2050. Penurunan produksi hidrogen biru ini seiring dengan semakin meningkatnya produksi hidrogen hijau di masa datang.

Sementara itu, menurut Rystad, pada tahun 2020 hingga 2040 diperkirakan terjadi kenaikan permintaan gas sebesar 570 juta meter kubik (bcm). Pertumbuhan ini terutama juga disebabkan adanya kebutuhan yang sangat besar di Asia, di mana gas dipergunakan untuk pembangkit listrik dan untuk kebutuhan di sektor industri. Dengan demikian, kebutuhan gas global diperkirakan masih akan tetap meningkat hingga tahun 2030-2040 dengan sumber permintaan utama berasal dari Asia untuk sektor pembangkit listrik dan industri sebagai sektor-sektor potensi utama permintaan. Selanjutnya, permintaan akan menurun seiring dengan mulai meluasnya penggunaan alternatif energi terbarukan, terutama untuk sektor pembangkit listrik yang memiliki beberapa opsi bahan bakar dan sumber energi rendah karbon yang lain.



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.14 Permintaan Gas Global per Sektor**

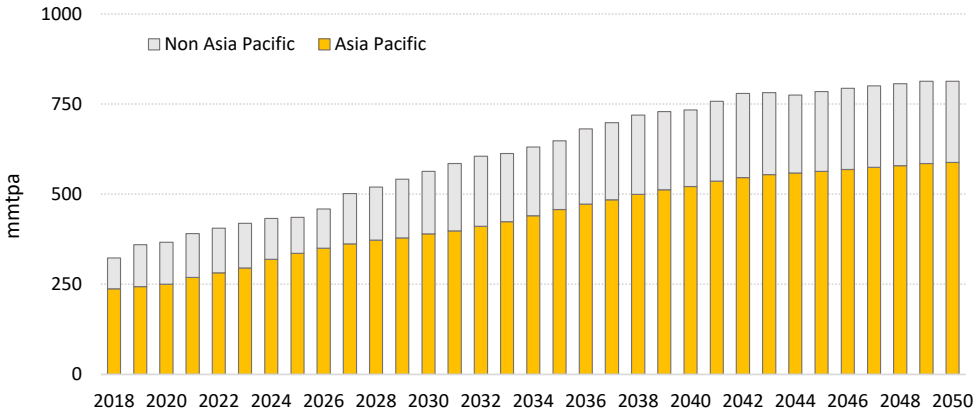


Sumber: Wood Mackenzie dan Rystad (2021)

**Gambar II.15 Permintaan Gas Global**

LNG diperkirakan akan mendominasi perdagangan gas global dengan kontribusi mencapai 67% dari perdagangan gas global pada tahun 2050 (Wood Mackenzie, 2021). Permintaan LNG akan tetap tumbuh disebabkan oleh tidak terhubungannya semua pusat sumber permintaan gas dan sumber suplai gas secara global dan regional secara langsung dengan pipa, sehingga tetap membutuhkan LNG yang dapat menjangkau antarregion. Pusat permintaan terbesar diperkirakan dari Asia Pasifik, dengan banyaknya program peralihan bahan bakar dari batubara menjadi gas, serta program pengembangan infrastruktur gas yang berkembang di Asia.

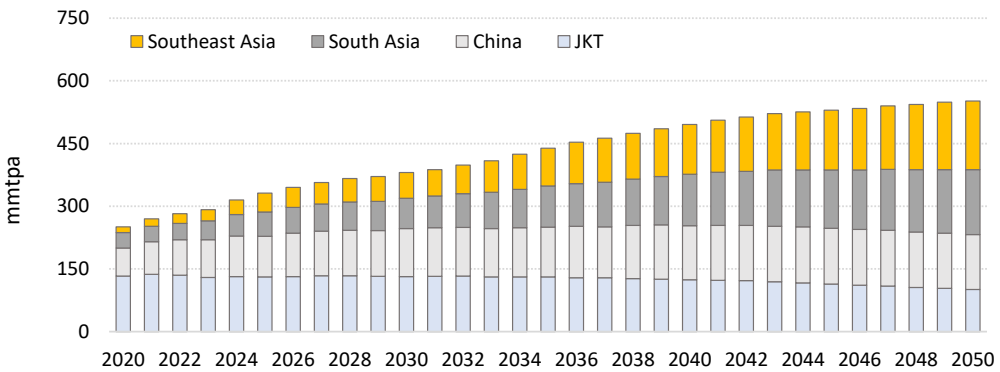




Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.16 Permintaan LNG Global**

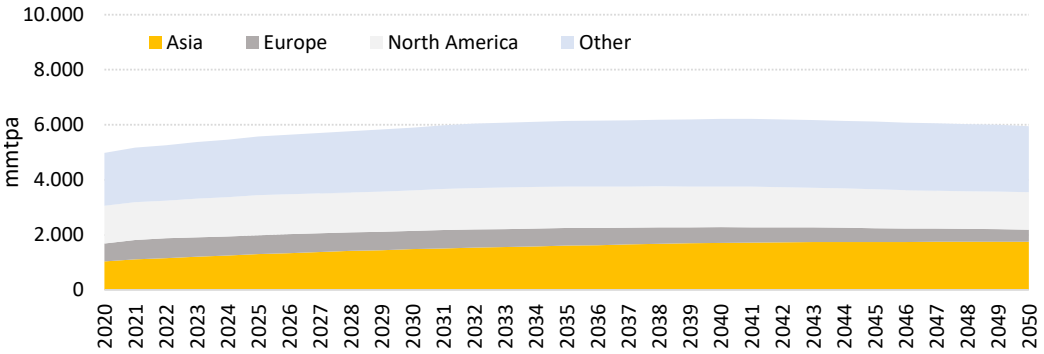
Jika dilihat dari permintaan LNG global, wilayah Asia Pasifik masih merupakan mayoritas sumber permintaan dalam jangka panjang. Pendorong utama permintaan di Asia diperkirakan berasal dari Asia Selatan, Asia Tenggara, dan China. Faktor-faktor yang mendukung antara lain perkiraan pertumbuhan ekonomi yang tinggi, potensi peralihan bahan bakar batubara ke gas, kebijakan-kebijakan yang diberlakukan akan semakin mendukung gas sebagai energi transisi dalam transisi energi, serta penurunan produksi sumber gas pipa dalam negeri.



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.17 Pertumbuhan Permintaan LNG di Asia**

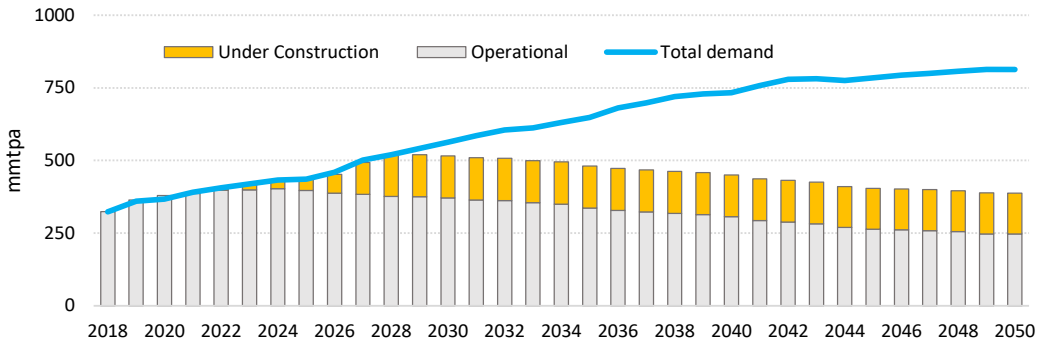
Dalam jangka panjang, Asia merupakan satu-satunya wilayah yang tetap tumbuh permintaan LNG-nya meski dengan pertumbuhan yang rendah. Di dalam tekanan program pengurangan emisi dan target netral karbon di pasar negara-negara berkembang Asia, secara jangka panjang gas tetap menjadi opsi bahan bakar rendah biaya dan rendah karbon yang memberikan fleksibilitas saat peralihan dari batubara ke energi terbarukan.



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.18 Pertumbuhan Permintaan LNG per Region hingga 2050**

Diperkirakan masih akan terdapat gap antara permintaan dan suplai LNG di masa datang yang semakin besar setelah akhir dekade 2020-an. Suplai dari kilang LNG global yang saat ini telah beroperasi ataupun yang sedang dibangun diperkirakan hanya mampu memenuhi kebutuhan LNG global hingga akhir dekade 2020-an. Itulah sebabnya, diperlukan lebih banyak proyek kilang LNG yang FID selain dari proyek FID yang ada saat ini, untuk dapat memenuhi gap antara permintaan dan suplai tersebut.



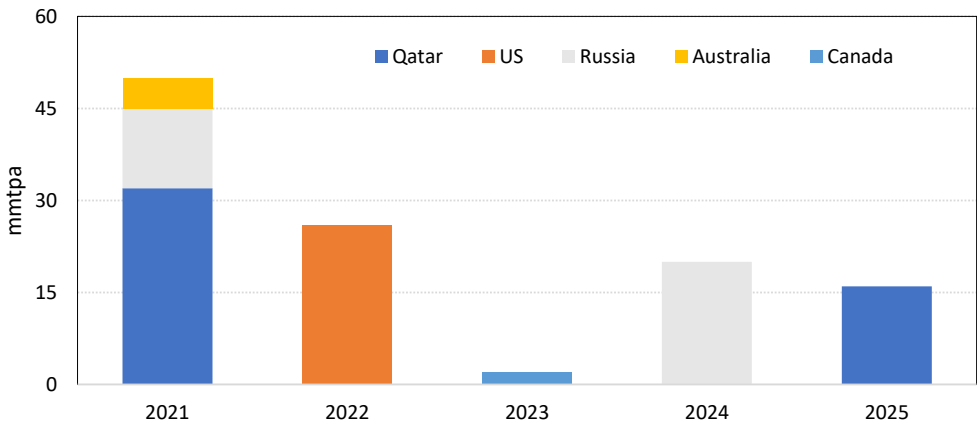
Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.19 Suplai dan Permintaan LNG Global**

Hingga tahun 2025 diperkirakan pertumbuhan suplai akan melambat disebabkan hanya sedikit proyek LNG yang FID pada rentang waktu 2015-2018 serta adanya pandemi Covid 19 yang menunda banyak proyek. Di sisi lain, permintaan dari Asia terus meningkat sehingga akan membatasi suplai volume LNG ke Eropa dan diperkirakan pasar LNG akan ketat hingga tahun 2025.

Pertumbuhan suplai LNG pada tahun 2022 diperkirakan berasal dari proyek baru di Amerika Serikat dan Indonesia dengan Tangguh LNG expansion-nya yang diperkirakan akan mulai beroperasi. Sementara pertumbuhan suplai pada tahun 2023-2025 diperkirakan kecil, yaitu Tortue FLNG Phase 1 diperkirakan tahun 2023 beroperasi, Arctic LNG-2 beroperasi pada akhir 2023, dan Costa Azul Phase 1 pada tahun 2025. Proyek Arctic LNG-2 diperkirakan merupakan proyek LNG terbesar yang akan beroperasi pada periode tersebut.

Menurut Wood Mackenzie, LNG Mozambik, yang awalnya diperkirakan mulai beroperasi segera setelah tahun 2025, telah dipastikan akan mengalami penundaan beroperasi hingga tahun 2029. Namun, suplai akibat penundaan ini masih dapat dipenuhi, bahkan lebih besar, oleh proyek *North Field East Qatargas* dan *Baltic LNG* Rusia. Lebih dari 57 MMTPA proyek LNG yang sedang dalam proses konstruksi diperkirakan mulai beroperasi antara tahun 2026 dan tahun 2028, sehingga peluang pasar untuk suplai LNG baru akan sangat terbatas pada periode tersebut.

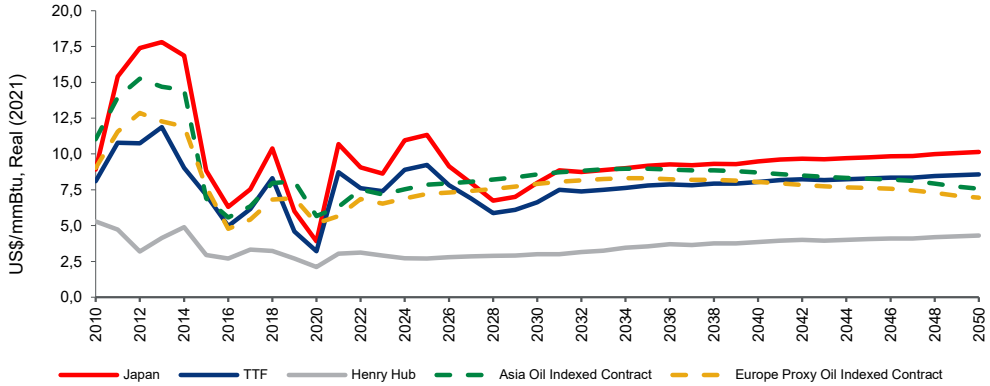


Sumber: Wood Mackenzie (2021)

Gambar II.20 Outlook FID hingga Tahun 2025



Dengan beroperasinya beberapa proyek LNG besar, termasuk proyek Qatargas, setelah tahun 2025, diperkirakan harga LNG melemah setelah tahun 2025. Namun, setelah itu, dengan permintaan yang tetap tumbuh, diperkirakan harga kembali menguat, untuk dapat mengakomodasi proyek-proyek baru dalam rangka memenuhi kebutuhan suplai.



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.21 Forecast Harga Gas dan LNG Global**

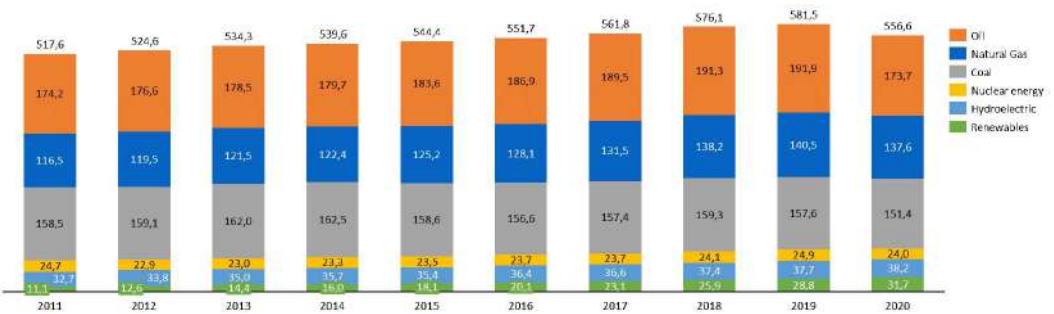
Salah satu faktor penentu di Asia sebagai pasar terbesar, yang juga sangat berpotensi memengaruhi naik turunnya harga LNG dalam jangka panjang, adalah kebijakan pemerintah di Asia mengenai peralihan dari batubara ke gas, termasuk kebijakan harga karbon. Jika kebijakan peralihan batubara ke gas di Asia tidak berjalan dengan baik, hal itu diperkirakan dapat memengaruhi harga LNG untuk tidak akan agresif. Begitu juga jika terjadi akselerasi proses energi transisi dengan meningkatnya penggunaan energi terbarukan dan hidrogen hijau, hal itu dapat memengaruhi harga LNG jangka panjang.





### II.3. Batubara

Konsumsi batubara mengalami penurunan tajam pada tahun 2020. Berdasarkan publikasi BP (2021), porsi batubara dalam total konsumsi energi primer dunia selama periode 2011 hingga 2019 rata-rata mencapai 159,06 *exajoule*. Namun, pada tahun 2020 terjadi penurunan sekitar 4% dari tahun sebelumnya hingga konsumsi hanya mencapai 151,4 *exajoule* sebagaimana terlihat pada Gambar II.22. Hal ini merupakan penurunan konsumsi terbesar sejak tahun 1945.



Sumber: BP Statistical Review (2021)

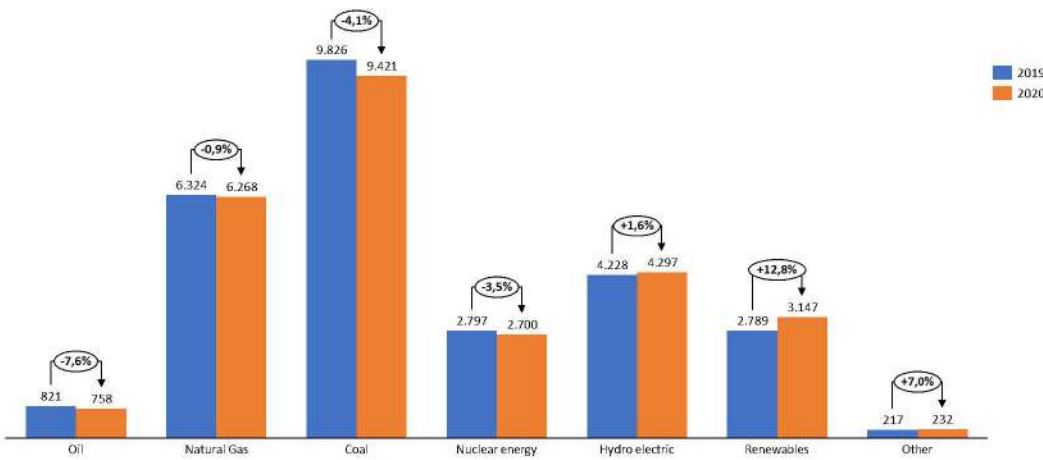
Gambar II.22 Konsumsi Energi Primer Dunia (*Exajoule*)

Seiring dengan meluasnya penyebaran pandemi secara global, sejumlah negara menerapkan *lock-down* pembatasan aktivitas bisnis *non*-esensial yang segera berdampak terhadap melambatnya perekonomian sehingga permintaan terhadap tenaga listrik juga berkurang. Berdasarkan laporan Mackenzie (2020), dampak *lockdown* secara nasional di China pada awal bulan Maret 2020 menurunkan permintaan listrik hingga 34%. Hal serupa terjadi di Eropa yang turun sampai 25% pada periode Maret-Mei, demikian juga di India sekitar 25% pada kuartal kedua dibandingkan dengan periode yang sama tahun sebelumnya.



Meskipun jatuhnya harga minyak pada tahun 2020 memberikan keuntungan bagi produsen batubara dari segi biaya bahan bakar diesel, hal tersebut berdampak buruk terhadap permintaan batubara karena harga gas yang semakin kompetitif. Kemudian meningkatnya preferensi terhadap energi terbarukan yang ditunjang oleh semakin murahnya biaya pengembangan pembangkit berbasis energi terbarukan juga memengaruhi peralihan jenis sumber energi pembangkit sehingga...

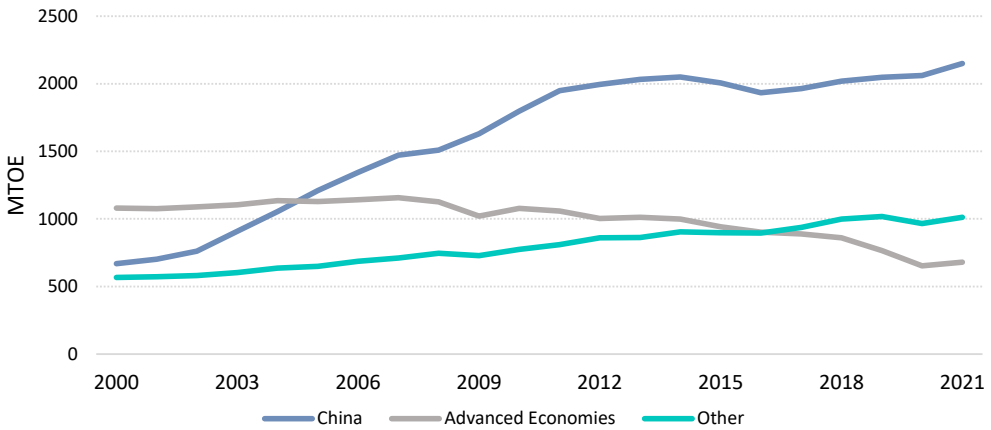
...menurunkan porsi batubara dalam bauran energi pembangkit listrik global. Pandemi Covid-19 juga memengaruhi produksi industri khususnya baja dan semen yang juga berdampak pada penurunan permintaan batubara. Secara global terjadi penurunan produksi listrik dari batubara sekitar 4% (BP, 2021), jauh di atas penurunan produksi dari sumber energi fosil lainnya sebagaimana terlihat pada Gambar II.23.



Sumber: BP Statistical Review (2021)

**Gambar II.23 Produksi Listrik Berdasarkan Jenis Energi (Terawatt hour)**

Laporan IEA (2021b) menyatakan bahwa sektor pembangkit listrik menyumbang sekitar 40% penurunan permintaan global pada tahun 2020. Rendahnya harga gas pada tahun 2020 dan peningkatan minat ke energi terbarukan mendorong pergantian bahan bakar dari batubara, khususnya di Amerika Serikat dan Uni Eropa, yang mengalami penurunan konsumsi batubara untuk pembangkit listrik masing-masing sebesar 20% dan 21%. Sementara China merupakan satu-satunya negara dengan kekuatan ekonomi besar yang mengalami peningkatan permintaan batubara sebagaimana terlihat pada Gambar II.24. Sebagian besar penurunan konsumsi batubara terkonsentrasi di Asia pada bulan-bulan pertama tahun 2020, dan meningkat kembali menjelang akhir 2020, didorong oleh pemulihan ekonomi yang cepat di Asia.



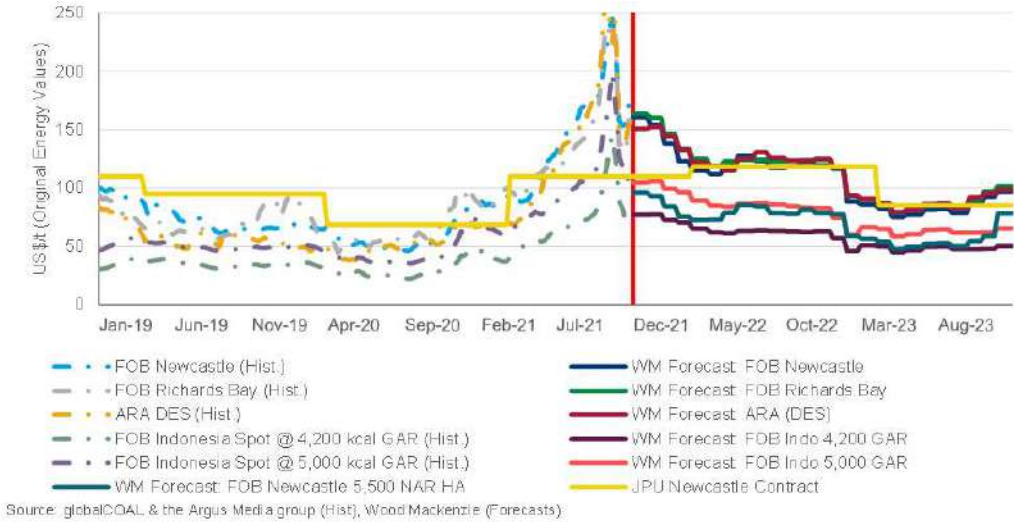
Sumber: IEA (2021e)

**Gambar II.24 Konsumsi Batubara Berdasarkan Wilayah, Periode 2000-2021**

Pada kuartal ketiga tahun 2020, China mengambil langkah pengurangan impor batubaranya dalam upaya menjaga angka impor tahunan tetap di bawah level tahun 2019. Pengaturan impor ini mulai terasa pada bulan Agustus 2020, di mana impor turun separuh dibandingkan dengan tahun sebelumnya (Mackenzie, 2020). Ketegangan politik dengan Australia yang semakin meningkat berujung penghentian impor batubara dari Australia mulai bulan Oktober. Namun, pengurangan impor ini bertepatan dengan terjadinya kelangkaan pasokan di China yang dipicu oleh peningkatan permintaan secara signifikan di beberapa wilayah, sedangkan pasokan domestik relatif datar, membuat stok batubara menipis pada bulan November. Serangkaian peristiwa kecelakaan tambang yang diikuti dengan inspeksi-inspeksi dan korupsi di Inner...

...Mongolia membuat produsen tidak dapat merespons permintaan batubara yang meningkat sehingga pada bulan Desember harga batubara di China terus meroket di atas batas atas harga yang ditetapkan pemerintah. Kelangkaan batubara di China tersebut berdampak pada pasar *seaborne*. Terhentinya pasokan dari Australia dan tidak mencukupinya pasokan batubara domestik di China mendorong pencarian pasokan batubara dari sumber-sumber lain seperti Indonesia, Rusia, dan bahkan Afrika Selatan. China yang merupakan produsen, konsumen, dan importir batubara terbesar dunia berhasil mengatasi kelangkaan pasokan dengan meningkatkan produksi dan impor (Russel, 2021). Namun, seiring dengan meningkatnya permintaan, rantai pasok yang telah sempat terganggu mengalami kesulitan untuk menyesuaikan.

Beberapa faktor lain yang ikut mendisrupsi pasokan tahun ini adalah dampak upaya penanggulangan virus korona, cuaca dengan curah hujan relatif tinggi, kecelakaan tambang, dan perselisihan izin usaha. Akibatnya, harga batubara meningkat tajam dan mencapai rekor tertinggi selama lebih dari satu dekade ke belakang pada tahun 2021 sebagaimana dapat dilihat pada Gambar II.25.



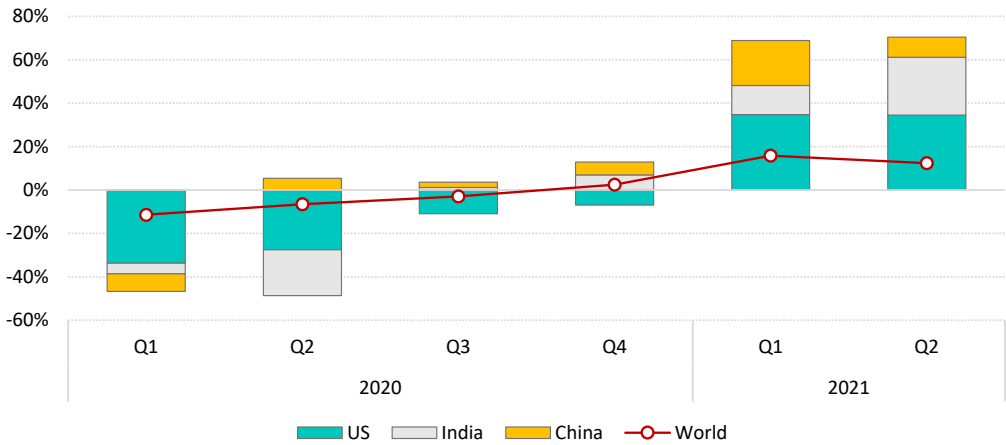
Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar II.25 Perkembangan dan Proyeksi Harga Batubara**

Produksi listrik dari pembangkit berbahan bakar batubara mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2021 dipengaruhi oleh meningkatnya harga gas bumi di Amerika Serikat dan Eropa serta pulihnya aktivitas ekonomi di China. Laporan Badan Energi Internasional (IEA) pada bulan November 2021 (IEA, 2021a) menunjukkan bahwa pada paruh pertama tahun 2021 diperkirakan meningkat mencapai 15% dibandingkan periode yang sama pada tahun sebelumnya. Lebih lanjut, pada paruh kedua tahun 2021, kenaikan harga gas bumi memicu peralihan yang substansial ke batubara sebagai bahan bakar pembangkit listrik di beberapa wilayah, termasuk Amerika Serikat, Eropa, dan Asia. Sebelumnya, pada bulan Juli 2021, Wood Mackenzie (2021) memperkirakan permintaan batubara pada tahun 2021 akan tumbuh 4% lebih tinggi daripada tahun sebelumnya.

Demikian juga IEA (2021b) dalam *Global Energy Review 2021* yang dipublikasikan pada bulan April 2021 memperkirakan peningkatan permintaan batubara pada tahun 2021 dapat melebihi tingkat permintaan pada tahun 2019 dan mendekati puncak yang telah dicapai pada tahun 2014. Diperkirakan permintaan batubara dunia tahun ini tumbuh mencapai 4,5%, dengan porsi lebih dari 80% pertumbuhan terpusat di Asia, didorong oleh pemulihan ekonomi yang meningkatkan permintaan listrik ditambah dengan kebijakan-kebijakan pasca-Covid-19 yang mendukung produksi baja, semen, dan produk-produk industri konsumen besar batubara lainnya. China, India, dan Amerika Serikat mendominasi pertumbuhan permintaan batubara global pada tahun 2021 sebagaimana terlihat pada Gambar II.26.





Sumber: IEA (2021d)

**Gambar II.26 Perubahan Tahunan per Triwulan Produksi Listrik Berbahan Bakar Batubara**

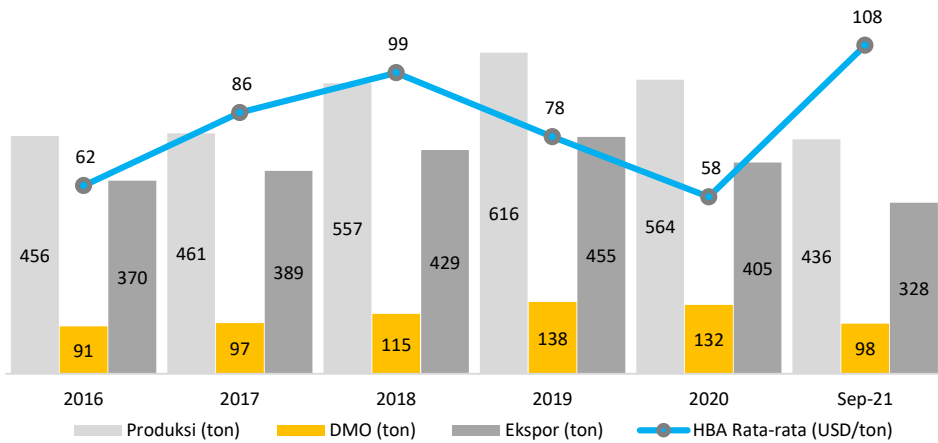
India mengalami rekor konsumsi batubara terendah dalam beberapa tahun terakhir pada bulan April 2020 setelah melemahnya perekonomian pada paruh kedua tahun 2019 dan diikuti oleh pandemi Covid-19. Permintaan batubara pada tahun 2021 telah meningkat sekitar 6% dibandingkan tahun 2020, yang dipengaruhi penurunan produksi listrik dari pembangkit listrik tenaga air. Pada bulan Oktober 2021 India mengalami kekurangan pasokan batubara dan listrik karena pembangkit listrik tidak dapat memenuhi permintaan sebagai imbas dari mulai pulihnya perekonomian dari dampak virus korona.

Namun, krisis tersebut perlahan dapat diatasi karena penurunan permintaan listrik musiman memberikan kesempatan kepada pembangkit listrik untuk menambah stok batubara yang menipis. Stok batubara pada pembangkit-pembangkit listrik di India sempat menyentuh 7,2 juta ton (MT) (setara kebutuhan selama empat hari) pada 8 Oktober 2021. Namun, dengan meningkatnya pasokan, stok batubara mulai meningkat hingga mencapai 17,29 MT (setara kebutuhan selama sembilan hari) pada akhir November 2021 (PTI, 2021).



Di Amerika Serikat, batubara mengalami penurunan secara struktural meskipun konsumsi tahun 2021 diproyeksikan meningkat untuk pertama kalinya sejak tahun 2013 akibat pulihnya permintaan listrik dan harga gas yang lebih tinggi. Meningkatnya harga gas bumi telah mendorong peralihan ke batubara sehingga produksi listrik dari pembangkit berbahan bakar batubara meningkat 36% pada lima bulan pertama tahun 2021 dibandingkan dengan periode yang sama pada tahun sebelumnya (IEA, 2021).

Di dalam negeri sendiri kebutuhan batubara untuk pembangkit listrik telah tercukupi. Untuk tahun 2021, target produksi sebesar 625 juta ton, DMO 138 juta ton, dan ekspor 450 juta ton telah terealisasi sampai dengan September 2021 sebesar masing-masing 436 juta ton, 98 juta ton, dan 328 juta ton. Diperkirakan sampai dengan akhir tahun 2021 produksi akan tercapai sebesar 582 juta ton, DMO sebesar 131 juta ton, dan ekspor sebesar 437 juta ton (Kementerian ESDM, 2021).



Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Gambar II.27 Produksi, Ekspor, dan DMO Batubara Nasional**



## REFERENSI

- British Petroleum. (2020, September 15). *BP Energy Outlook 2020*. Retrieved from BP: [www.bp.com](http://www.bp.com).
- British Petroleum. (2021). *BP Statistical Review of World Energy 2021*. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html>.
- EIA. (2021, October 06). *International Energy Outlook 2021*. Retrieved from eia: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/introduction/sub-topic-01.php>.
- IEA. (2021a, May). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. Retrieved from IEA: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- IEA. (2021b, May). *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*. Retrieved from IEA: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>.
- IEA. (2021c, October). *World Energy Outlook 2021*. Retrieved from IEA: [https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021?utm\\_source=SendGrid&utm\\_medium=Email&utm\\_campaign=IEA+newsletters](https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021?utm_source=SendGrid&utm_medium=Email&utm_campaign=IEA+newsletters).
- IEA. (2021d). *Coal-Fired Power*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/coal-fired-power>
- IEA. (2021e). *Global Energy Review 2021*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2021>.
- IHS Markit. (2021a, August 27). *Global Fundamentals Refining and Marketing Price and Margin Long-term Outlook*. Retrieved from Ihsmarkit: <https://connect.ihsmarkit.com/document/show/phoenix/4079101?connectPath=RefiningAndMarketingLandingPage&searchSessionId=c9062c7c-0510-429a-ba4d-89be45d299cc>.
- IHS Markit. (2021b, September 30). *Global Refining and Marketing Short-term Outlook*. Retrieved from Ihsmarkit: <https://connect.ihsmarkit.com/document/show/phoenix/4108324?connectPath=RefiningAndMarketingLandingPage&searchSessionId=ca1e04cf-01cb-4808-8a00-b6a3804f3290>.
- IHS Markit. (2021c, September 30). *Asia and Middle East Refining and Marketing Short-Term Outlook*. Retrieved from Ihsmarkit: <https://connect.ihsmarkit.com/document/show/phoenix/4107123?connectPath=RefiningAndMarketingLandingPage&searchSessionId=ca1e04cf-01cb-4808-8a00-b6a3804f3290>.
- IRENA. (2021, June). *World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway*. Retrieved from IRENA: <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook>.

## REFERENSI

- Kementerian ESDM. (2021). *Rapat Koordinasi Neraca Pembayaran Indonesia Subsektor Minerba, Migas dan EBTKE*. Materi Presentasi.
- Our World in Data. (2021, October 15). *Share of People Vaccinated Against COVID-19*, Oct 14, 2021. Retrieved from ourworldindata: <https://ourworldindata.org/covid-vaccinations>.
- Platts. (2021, August 23). *Tightening Markets & Energy Transition Initiatives Impact Long-term Outlook*. Retrieved from pira: <https://secure.pira.com/landing-page/?pdf=feoquarterly082321.pdf>.
- PTI. (2021). *No Coal Shortage in India, with Increased Coal Supplies Coal Stock is Increasing: Pralhad Joshi*. The Free Press Journal. <https://www.freepressjournal.in/india/no-coal-shortage-in-india-with-increased-coal-supplies-coal-stock-is-increasing-pralhad-joshi>.
- Reuters. (2021, September 28). *Factbox: Pandemic Brings Forward Predictions for Peak Oil Demand*. Retrieved from Reuters: <https://www.reuters.com/business/energy/pandemic-brings-forward-predictions-peak-oil-demand-2021-09-28/>.
- Riordan, P. (2021, October 10). *China's Energy Crisis: What Caused the Crunch?*. Retrieved from Financial Times: <https://amp.ft.com/content/263b9416-0238-4347-a0c8-65fc8fd41e47>.
- Russel, C., (2021). *Column: China's Coal Crunch is Over, but Prices are Still too High: Russell*. Reuters. <https://www.reuters.com/markets/commodities/chinas-coal-crunch-is-over-prices-are-still-too-high-russell-2021-11-30/>.
- Wood Mackenzie. (2021a, April 14). *Reversal of Fortune: Oil and Gas Prices in a 2-degree World*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/482969>.
- Wood Mackenzie. (2021b, April 27). *Oil Prices Under a 2-degree Scenario*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/488355>.
- Wood Mackenzie. (2021c, May 31). *Macro Oils Long-term 2021 Outlook to 2050*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/498941>.
- Wood Mackenzie. (2021d, May 18). *Wood Mackenzie Energy Transition Outlook*. Retrieved from woodmac: <https://my.woodmac.com/document/495891>.
- Wood Mackenzie. (2021e, October 07). *Macro Oils Short-term Outlook: October 2021*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/532227>.
- Wood Mackenzie. (2021f, October 15). *Oil Products Price Forecast Mid-month Update October 2021*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/535158>.

## REFERENSI

- Wood Mackenzie. (2021g, September 03). *Webinar: The Long-term Outlook for Global Refining in the Face of the Energy Transition*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/519698>.
- Wood Mackenzie. (2021h, July 30). *Global Product Markets 2021 Outlook to 2050*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/515369>.
- Wood Mackenzie. (2021). *Insight—APAC Energy Buzz: Deconstructing India's Gas Supply Boom*, August 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Inform—China Mulls Changes to Inter-provincial Gas Transmission Tariffs*, March 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Insight—LNG FID Tracker Q2 2021: Could High Prices Create Momentum for Fast-to-Market LNG Projects?*, July 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *China Updates Tax Rebate Policy to Aid Gas Imports*, May 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Energy Transition Outlook H2 2020*, May 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Global Gas 2021 Outlook to 2050*, July 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Commodity Market Report August 2021 Global Gas LNG Supply*.
- Wood Mackenzie. (2020). *Global Thermal Coal Markets: 2020 in Review*.
- Wood Mackenzie. (2020). *Coal Market Service Thermal Trade 2021 Outlook to 2050*.



### III.1. Prinsip *Environmental, Social, and Governance* (ESG) dan Transisi Energi

Topik-topik terkait ESG (*environmental, social, and governance*), dekarbonisasi, dan transisi energi menjadi topik yang marak dibahas dan menjadi fokus dalam industri energi global dan nasional selama beberapa dekade terakhir. Pembahasan ketiga topik tersebut terjadi hampir dalam rentang periode yang bersamaan dalam periode dekade 1900-an hingga saat ini, dan tidak jarang membingungkan para pelaku industri. Walaupun terlihat membicarakan hal-hal yang berbeda, sebenarnya ketiga topik tersebut mengarah pada satu hal yang sama, yaitu sustainability atau keberlanjutan. Praktik ESG, dekarbonisasi, dan transisi energi pada korporasi pada dasarnya membicarakan hal yang sama, yaitu upaya-upaya yang perlu dilakukan agar kegiatan bisnis suatu korporasi dapat sustain dan berkelanjutan.

Artikel “ESG, Dekarbonisasi, dan Transisi Energi” dalam Pertamina Energy Outlook 2021 ini membahas hal-hal mendasar yang melatarbelakangi kemunculan praktik ESG, yang kemudian mendorong upaya lebih lanjut terhadap praktik dekarbonisasi dan transisi energi di industri energi global, serta membahas perkembangannya sampai dengan saat ini. Artikel ini coba membahas benang merah dan keterkaitan aspek ESG, tren dekarbonisasi, serta arah transisi energi global dan nasional. Artikel ini kemudian akan mengulas bagaimana Pertamina sebagai salah satu perusahaan energi global (*global energy company*) mengambil bagian dalam upaya global untuk menerapkan prinsip-prinsip pengelolaan ESG dalam suatu korporasi, dan secara aktif mendukung gagasan dekarbonisasi serta transisi energi untuk keberlanjutan masa depan industri energi nasional ataupun global.

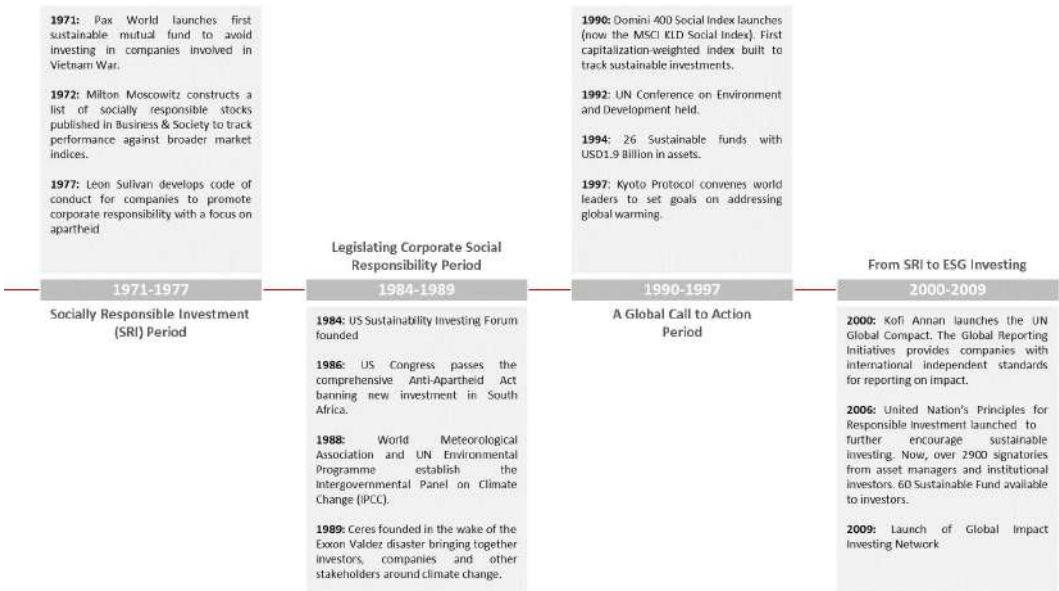
#### a. ESG: The Emergence and the Current Development

##### Brief History of ESG

Pada Gambar III.1 dapat dilihat bahwa prinsip-prinsip dasar ESG sudah ada setidaknya sejak awal tahun 1970-an. Pada tahun 1970-an sudah muncul pemikiran terkait investasi yang bertanggung jawab dengan memperhatikan aspek sosial. Pax World, sebuah perusahaan manajemen aset (*asset management company*) yang berkantor pusat di Amerika Serikat, memperkenalkan praktik investasi dengan aspek tanggung jawab sosial (*socially responsible investing*). Pada era tersebut Pax World memperkenalkan produk reksa dana yang menghindari investasi pada perusahaan-perusahaan yang terlibat Perang Vietnam. Pada tahun 1980-an hingga 1990-an isu terkait pengolaan ESG dalam investasi dan bisnis khususnya didorong oleh isu-isu antidiskriminasi dan pemanasan global. Kemudian, pada periode awal tahun 2000-an, pembahasan mengenai praktik ESG marak kembali setelah pada tahun 2004 Kofi Annan (Sekretaris Jenderal PBB saat itu) menulis surat terbuka dan mengirimkannya kepada lebih dari 50 CEO perusahaan yang bergerak di sektor keuangan. Surat tersebut berisi ajakan dan imbauan PBB agar perusahaan-perusahaan di sektor keuangan dapat mengintegrasikan praktik-praktik ESG ke dalam pasar modal.



Pada tahun 2005, sebuah laporan dan tulisan berjudul *“Who Cares Wins”* yang ditulis oleh Ivo Knoepfel diterbitkan. Laporan tersebut mengulas kajian yang menunjukkan bahwa praktik investasi yang juga memperhatikan pengelolaan lingkungan (*environmental*), sosial (*social*), dan tata kelola yang baik (*governance*) akan berdampak positif bagi keberlanjutan bisnis dan pasar modal, serta membawa dampak positif bagi masyarakat.



Source: Quick History Of ESG Investing 1970 – 2020 – Global Affairs Associate

Sumber: Global Affairs Associate (2021)

### Gambar III.1 Sejarah Singkat Perkembangan Praktik ESG

Pada tahun yang sama, *United Nations Environment Programme Finance Initiative* (UNEP FI), bersama dengan perusahaan konsultan global Freshfields Bruckhaus Deringer, meluncurkan dokumen yang berjudul *“A Legal Framework for the Integration of Environmental, Social & Governance Issues into Institutional Investment”*. Dokumen ini secara garis besar membahas dan menunjukkan bahwa isu-isu terkait ESG memiliki dampak yang signifikan terhadap valuasi keuangan perusahaan dalam proses keputusan investasi. Kemunculan publikasi *“Who Cares Wins”* dan UNEP FI tersebut menjadi latar belakang utama kelahiran *Principles for Responsible Investment* (PRI) di *New York Stock Exchange* pada tahun 2006 dan munculnya *Sustainable Stock Exchange Initiative* (SSEI) pada tahun 2007 di Amerika Serikat.



Perkembangan isu global terkait pengelolaan aspek ESG berkembang pesat pascaperiode tahun 2000-an. Isu ESG pada awalnya menjadi topik utama dalam industri keuangan dan institusi investasi. Pascatahun 2000-an, isu terkait pengelolaan ESG pada korporasi meluas ke spektrum yang lebih luas. Aspek ESG menjadi elemen penting dalam kerangka pengelolaan organisasi *profit* dan *nonprofit*. Hal ini paling nyata terlihat pada tahun 2015 ketika PBB secara resmi meluncurkan suatu kerangka kerja (*framework*) terkait Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) (Gambar III.2). SDGs tersebut berisikan 17 aspek penting yang perlu diperhatikan dan dikelola dengan baik oleh setiap organisasi *profit* dan *nonprofit* global agar dapat memastikan keberlanjutan global di sektor ESG. Hingga saat ini, kerangka kerja SDGs dari PBB ini masih menjadi salah satu acuan utama yang diperhatikan oleh organisasi *profit* dan *nonprofit* dalam pengelolaan aspek ESG.



Source: United Nations Sustainable Development Goals (SDGs)

Sumber: United Nations

**Gambar III.2 Framework Sustainable Development Goals-United Nations**

Walaupun kerangka kerja SDGs menjadi salah satu kerangka kerja penting dalam pengelolaan aspek ESG global hingga saat ini, sebenarnya ada banyak kerangka kerja lain yang berlaku secara global. Kerangka kerja tersebut menjadi pedoman dalam hal pengelolaan dan pelaporan pengelolaan ESG dalam suatu korporasi. Hingga saat ini, setidaknya terdapat delapan kerangka kerja utama pelaporan pengelolaan ESG yang berlaku secara global (Gambar III.3). Setiap kerangka kerja tersebut memiliki penekanan yang berbeda-beda dalam hal aspek pengelolaan dan pelaporan pengelolaan ESG.

Sebagai contoh, *Sustainability Accounting Standards Board* (SASB) memiliki penekanan tersendiri pada aspek pelaporan pengelolaan berkelanjutan (*environmental, social, and governance*) dan dampaknya terhadap sisi finansial perusahaan per *industry specific*. *Task Force on Climate-Related Financial Disclosures* (TCFD) memiliki penekanan pada aspek *disclosure* terkait perubahan iklim dan risikonya terhadap bisnis terkait. Adapun *Global Reporting Initiatives* (GRI) memiliki fokus pada topik-topik terkait hak asasi manusia, biodiversitas, penggunaan energi, dan pengurangan energi, serta dampaknya terhadap ekonomi, lingkungan, dan masyarakat.



Sumber: SAP Community Blogs (2021)

**Gambar III.3 Kerangka Kerja Pengelolaan Pelaporan ESG**

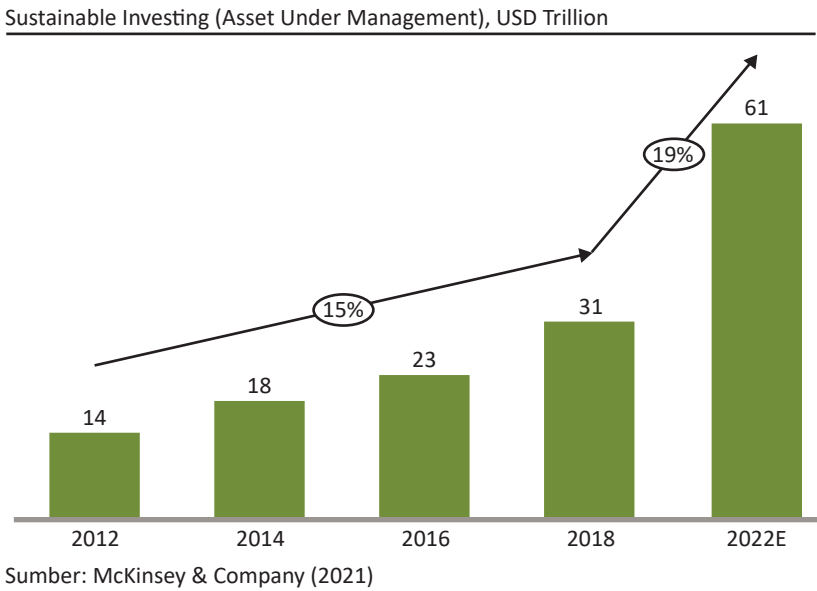
### Perkembangan Praktik ESG pada Korporasi dan Perusahaan Energi Global

Adanya tekanan dan perkembangan kerangka kerja standar pengelolaan dan pelaporan ESG yang semakin berkembang turut mendorong perkembangan pengelolaan ESG secara global. Gambar III.4 memperlihatkan perkembangan total aset under management global yang memiliki komitmen terhadap pengelolaan ESG. Aset tersebut telah tumbuh sangat signifikan dari tahun 2012 hingga tahun 2018 dan diprediksi akan terus meningkat hingga tahun 2022.

Pada tahun 2012, total nilai aset under management global hanya sekitar 13 triliun dollar AS. Namun, pada tahun 2018 meningkat menjadi 30 triliun dollar AS, dan diprediksi akan menjadi 61 triliun dollar AS pada tahun 2022. Hal ini menunjukkan pertumbuhan yang sangat pesat (sekitar 15% hingga 19% per tahun), dan dengan semakin besarnya tekanan global terhadap pengelolaan ESG oleh korporasi, bukan tidak mungkin nilai pengelolaan bisnis yang berbasis pada pengelolaan ESG yang baik akan tumbuh lebih signifikan dari prediksi saat ini.

Praktik ESG yang semakin berkembang pada pengelolaan korporasi global juga turut mendorong industri energi global untuk terus mengarah pada pengelolaan ESG yang lebih baik. Tidak dapat dimungkiri lagi bahwa perusahaan energi memberikan perhatian yang besar terhadap pengelolaan ESG. Pada Gambar III.5 dapat dilihat bahwa perusahaan energi internasional, seperti Shell, Total, Repsol, Petronas, dan Petrobras, memiliki arah yang jelas dalam hal pengembangan aspirasi pengelolaan bisnis berbasis *sustainability* dari aspek ESG.

Walaupun setiap perusahaan energi internasional memiliki aspirasi ambisi yang berbeda-beda dalam hal pengembangan aspek-aspek ESG, terlihat bahwa setiap perusahaan minyak internasional memiliki ambisi tersendiri dalam hal membangun dan mengelola aspek ESG dalam proses bisnis mereka. Hal ini menjadi indikasi yang jelas bahwa aspek ESG merupakan variabel utama yang dipertimbangkan dalam proses bisnis sebuah perusahaan energi internasional.



Gambar III.4 Nilai Total Sustainable Investing Global





Source: Company sustainability reports; Company websites; BCG analysis

Sumber: Boston Consulting Group (2021)

**Gambar III.5 Ambisi Strategis Implementasi ESG oleh Global O&G Company**

**Pemeringkatan dan Penilaian ESG (ESG Rating & Scoring)**

Semakin luasnya penerapan praktik ESG dalam korporasi global menuntut adanya sistem yang mengukur dan menilai seberapa baik suatu korporasi menerapkan prinsip-prinsip ESG dalam pengelolaan korporasi. Adanya tuntutan global untuk mengukur kinerja penerapan ESG inilah yang mendorong munculnya berbagai lembaga pemeringkat ESG global. Sampai dengan saat ini terdapat lebih dari sepuluh lembaga pemeringkat di dunia (Gambar III.6).





Sumber: Boston Consulting Group (2021)

Gambar III.6 Lembaga Pemeringkat ESG Global

Pada Gambar III.6 juga dapat dilihat bahwa dari sekian banyak lembaga pemeringkat global, setidaknya hanya lima lembaga pemeringkat yang sebenarnya dapat dikatakan mendominasi industri lembaga pemeringkat global. Kelima lembaga tersebut ialah MSCI, Sustainalytics, ISS-oekom, S&P Global Rating-RobecoSAM, dan Moody's-VigeoEiris. Pada Gambar III.7 dapat dilihat lima lembaga pemeringkat utama yang mendominasi industri lembaga pemeringkat global. Hasil penilaian dari lembaga pemeringkat inilah yang sering dijadikan acuan oleh investor, bank, ataupun pemangku kepentingan lainnya untuk melihat kualitas pengelolaan ESG dari suatu perusahaan.

Pertanyaan yang sering muncul adalah bagaimana setiap lembaga pemeringkat tersebut melakukan proses pemerinkatan dan penilaian? Pada prinsipnya, setiap lembaga pemeringkat akan menilai kualitas pengelolaan ESG dari suatu perusahaan dengan cara mengecek apakah suatu perusahaan sudah memiliki aturan, prosedur, regulasi, disclosure, dan pelaporan terkait pengelolaan ESG yang disyaratkan oleh standar minimum pengelolaan ESG global.

Kegiatan utama dalam proses pemerinkatan adalah melakukan *box-ticking* dan mengecek mana-mana saja aturan, prosedur, regulasi, *disclosure*, dan pelaporan terkait ESG yang sudah dan belum dimiliki oleh suatu perusahaan. Semakin lengkap aturan, prosedur, regulasi, *disclosure*, dan pelaporan yang dimiliki, semakin baik nilai pemerinkatan suatu perusahaan.

Proses penilaian pemerinkatan dengan penekanan pada *box-ticking exercise* yang ada saat ini sebenarnya kurang mengutamakan hasil, tetapi hanya menekankan pada kelengkapan aturan dan regulasi. Hal ini seharusnya dapat menjadi area perbaikan dari lembaga pemerinkat global agar tidak hanya menekankan pada aspek kelengkapan prosedur dan pelaporan, tetapi juga pada hasil dari pengelolaan ESG. Sebagai contoh, terkait program penanaman pohon sebagai bentuk tanggung jawab sosial, suatu perusahaan seharusnya dinilai dari seberapa banyak pohon yang benar-benar sudah ditanam, dan bukan dinilai dari ada atau tidaknya aturan penanaman pohon sebagai salah satu program tanggung jawab sosial.

Categories	Criteria	MSCI	SUSTAINALYTICS	ISS-eekom	S&P Global Ratings	MOODY'S Vantage
Coverage and Reputation	Market share	25%	15%	5%	15%	5%
	Data points required for input	1000+	1300	600+	1000	N/A
	Number of clients	1700	500+	180+	N/A	N/A
	DIRK ranking <sup>1</sup>	1	3	2	8	5
Source Inputs	Publicly available information	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	Willing to engage with company	Yes	Yes	Yes	Yes <sup>2</sup>	Yes
	Rates unlisted companies	No <sup>3</sup>	Yes	Yes	No	Yes
Commercial	Annual license fee	€35-45k	€20-25k	N/A	N/A	N/A

1. Survey among institutional investors (total company 8) 2. S&P 2021 ESG rating only extended to certain companies 3. MSCI planning to extend service to unlisted companies within next 1-2 months Source: CompanyWebsites, DIRK (2018), Sustainability Rate the Raters (2019), Expert Views on ESG Ratings, BCG analysis

Sumber: Boston Consulting Group (2021)

Gambar III.7 Lima Lembaga Pemeringkat Utama ESG Global

Terlepas dari masih adanya kekurangan dan kritik terhadap proses pemerinkatan ESG yang berlaku secara global saat ini, tetap penting bagi suatu korporasi untuk sebisa mungkin memiliki nilai pemerinkatan ESG yang baik. Hal ini disebabkan peringkat ESG sampai saat ini masih menjadi satu-satunya indikator utama untuk melihat kualitas pengelolaan ESG pada suatu korporasi secara global. Sebagai salah satu indikator utama yang masih berlaku secara global, nilai pemerinkatan ESG menjadi *proxy* profil risiko dan kualitas perusahaan dalam mengelola aspek *sustainability* suatu perusahaan.

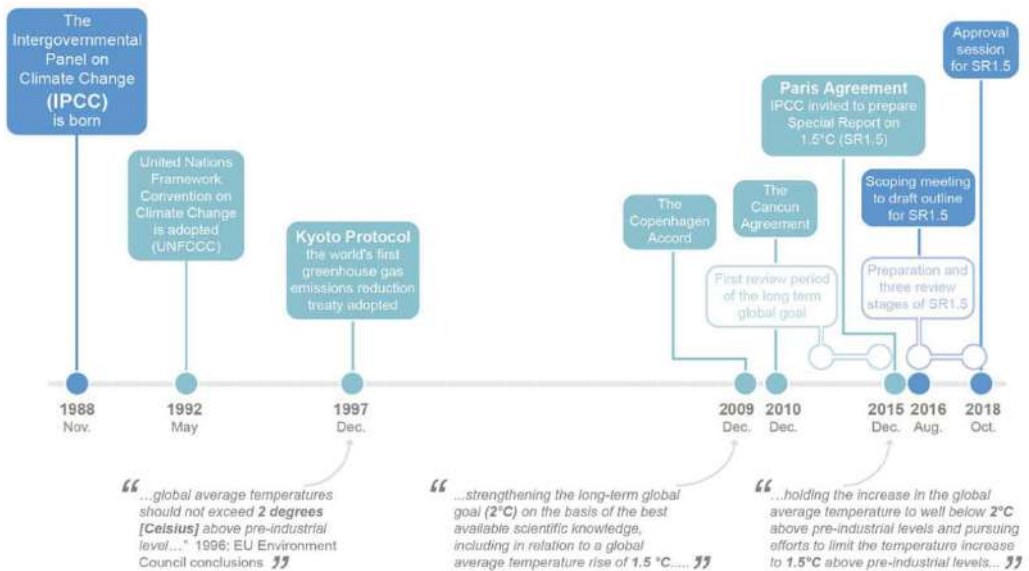
**b. Environmental Concerns Lead to Decarbonization and Energy Transition Push**

Dari tiga pilar aspek ESG, aspek environmental menjadi perhatian utama, khususnya dalam industri energi global. Terdapat banyak aspek yang diperhatikan dalam praktik ESG secara global, yaitu pengelolaan limbah, pengelolaan sumber air, perlindungan biodiversitas, pengelolaan emisi gas rumah kaca/GRK (*greenhouse gas/GHG emission*), dan lain-lain.

Khusus terkait pengelolaan emisi GHG dan dampaknya, hal ini menjadi perhatian yang cukup serius secara global dalam beberapa dekade terakhir.

Peningkatan GHG sejak tahun 2006 hingga 2015 telah mencapai 0,87 derajat celsius dibandingkan dengan suhu global pada periode praindustri. Dengan level peningkatan suhu global historis tersebut, jika laju peningkatan suhu global ini tetap sama, pada tahun 2040 diprediksi suhu global akan meningkat 1,5 derajat celsius. Dengan meningkatnya suhu global menjadi 1,5 derajat celsius, hal itu akan membawa dampak yang sangat besar terhadap perubahan iklim dan kondisi geografis global. Kenaikan suhu global pada level 1,5 derajat celsius dapat berdampak merusak lingkungan, antara lain gelombang panas di beberapa wilayah geografis global, kenaikan muka air laut sehingga berpotensi menenggelamkan beberapa wilayah geografis, perubahan curah hujan yang tidak menentu, serta gelombang air laut yang dapat meningkat secara ekstrem.

Hal inilah yang menjadi latar belakang kenapa Perjanjian Paris menjadi agenda global yang cukup penting sejak enam tahun terakhir. Perjanjian Paris sendiri memiliki agenda untuk mendorong komitmen negara-negara di dunia untuk melakukan upaya yang diperlukan guna menahan laju pemanasan global hingga level 1,5 derajat celsius. Komitmen global terhadap upaya menahan laju peningkatan suhu global mengalami evolusi yang cukup panjang sebelum Perjanjian Paris menjadi acuan global dalam upaya menahan laju pemanasan global. Pada Gambar III.8 dapat dilihat bagaimana agenda advokasi terhadap upaya pencegahan pemanasan global yang sebenarnya sudah melalui evolusi panjang sejak tahun 1988 hingga hari ini.



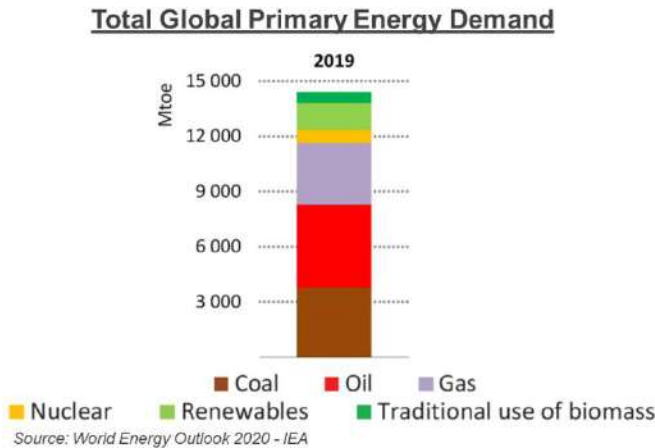
Source: IPCC - Special Report: Global Warming of 1.5oC- Summary for Policy Makers

Sumber: IPCC (2021)

Gambar III.8 Evolusi Perkembangan Agenda Advokasi Dekarbonisasi Global

Evolusi panjang atas komitmen global terhadap pencegahan pemanasan global dapat dipahami mengingat besarnya upaya dan hal-hal yang perlu dilakukan untuk menahan laju pemanasan global di level 1,5 derajat celsius. Mengacu pada dokumen Panel Lintas Pemerintah untuk Perubahan Iklim (*Intergovernmental Panel on Climate Change/IPCC*) dapat dilihat bahwa diperlukan setidaknya upaya yang begitu besar untuk menahan total emisi global di level 420-580 GtCO<sub>2</sub>. Untuk mencapai target emisi tersebut, tentu diperlukan upaya...

...yang begitu besar, serta aksi mitigasi yang cukup signifikan, oleh semua pemangku kepentingan terkait. Dalam hal ini, transisi energi dipandang menjadi salah satu solusi jangka panjang sebagai upaya menahan laju pemanasan global. Meskipun demikian, agenda transisi energi ini menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan-perusahaan energi global. Hal ini disebabkan sampai dengan saat ini komoditas energi yang berasal dari minyak, gas, dan batubara masih sangat mendominasi bauran energi global (Gambar III.9).



Sumber: IEA (2020)

**Gambar III.9 Global Primary Energy Demand 2019**

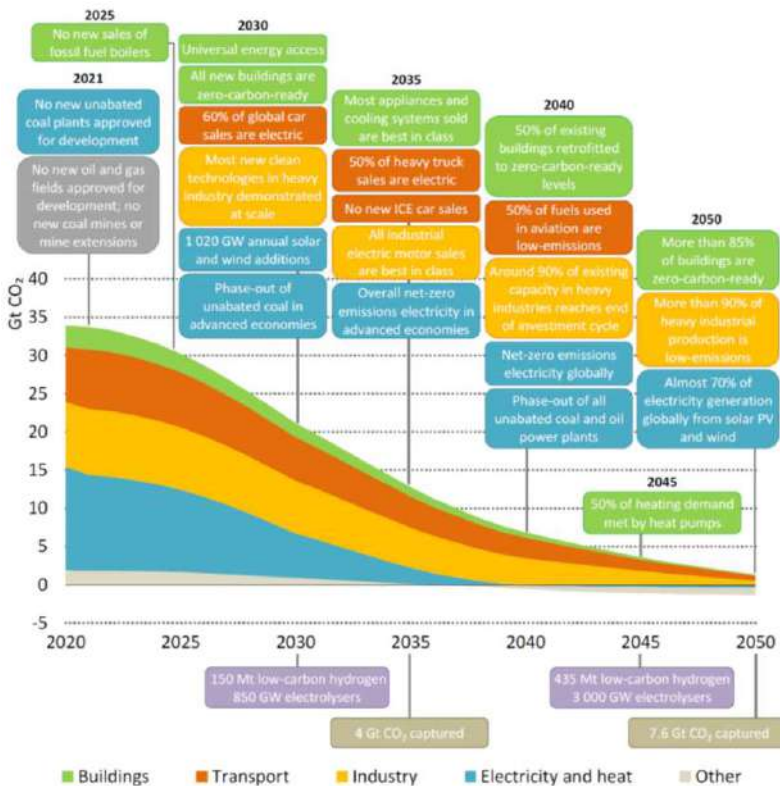
### c. Net Zero Emission (NET) Global 2050

Seberapa cepat transisi energi diharapkan terjadi dan kapan netral karbon (*net zero emission/NZE*) global diharapkan dapat dicapai? Mengutip kajian Badan Energi Internasional (IEA), "*Net Zero by 2050 A Roadmap for the Global Energy Sector*", NZE global setidaknya dapat dicapai pada tahun 2050 jika beberapa kondisi terpenuhi. Pada Gambar III.10 dapat dilihat pathway NZE global yang mungkin dapat dicapai pada tahun 2050, serta pathway NZE dari setiap kategori industri global untuk mencapai pathway tersebut.



Secara garis besar, NZE global 2050 dapat terjadi dengan adanya beberapa dukungan utama, seperti komitmen pemerintah negara-negara global untuk terus menerapkan dan memperkuat kebijakan energi bersih (*clean energy*) dan kebijakan iklim. Kemudian diperlukan juga penerapan teknologi bersih (*clean technology*) yang lebih agresif sebelum tahun 2030. Selain itu, inovasi yang lebih agresif dalam hal teknologi energi bersih (*clean energy technology*), seperti pengembangan baterai (*advanced batteries*), elektrolisa hidrogen (*hydrogen electrolyzer*), serta penangkapan udara langsung dan penyimpanan emisi GHG (*direct air capture and storage*), diperlukan. Walaupun hasil kajian IEA ini bukanlah acuan satu-satunya dalam aspirasi NZE...

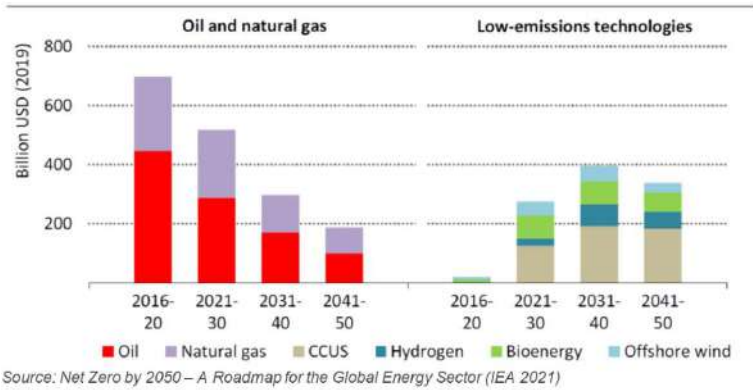
...global 2050, ini menjadi salah satu kajian yang memperlihatkan bahwa setiap sektor industri akan mendapat tekanan yang lebih besar untuk menerapkan bisnis dan kebijakan teknologi dan energi bersih. Pada Gambar III.11 dapat dilihat hasil kajian IEA yang memperlihatkan bahwa perlu adanya pergeseran portofolio di bidang industri energi, dari basis minyak dan gas menjadi basis energi baru dan terbarukan (EBT) atau *new and renewable energy* (NRE), seperti hidrogen dan *biofuel*. Hal ini tentunya memberikan tekanan tersendiri bagi industri energi global dan pelakunya untuk mulai memutar strategi dan menggeser arah pengembangan bisnis jangka panjang mereka ke arah EBT.



Source: Net Zero by 2050 – A Roadmap for the Global Energy Sector (IEA 2021)

Sumber: IEA (2021)

Gambar III.10 Peta Jalan NZE Global 2050

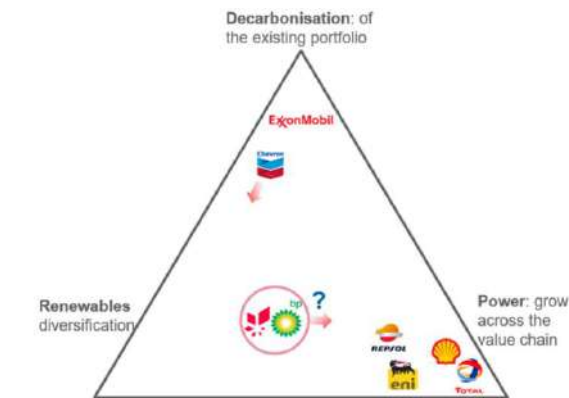


Sumber: IEA (2021)

**Gambar III.11 Transisi Energi Global 2020-2050 untuk mencapai NZE 2050**

**d. Bagaimana Perusahaan Energi Beradaptasi dengan Tekanan Agenda Dekarbonisasi dan Transisi Energi Global**

Agenda dekarbonisasi dan transisi energi global menjadi tantangan tersendiri bagi perusahaan energi yang mayoritas sangat bergantung pada komoditas berbasis fosil, seperti minyak, gas, dan batubara. Hal ini dapat dipahami melihat besarnya nilai investasi dan masifnya infrastruktur yang sudah dibangun dalam 100 hingga 300 tahun terakhir. Meskipun demikian, besarnya tekanan agenda dekarbonisasi dan transisi energi pada akhirnya mendorong perusahaan-perusahaan energi global untuk juga mengarahkan aspirasi bisnis jangka panjangnya ke arah transisi energi. Pada Gambar III.12 dapat dilihat berbagai arah strategi jangka panjang perusahaan-perusahaan energi untuk mendukung agenda transisi energi global.



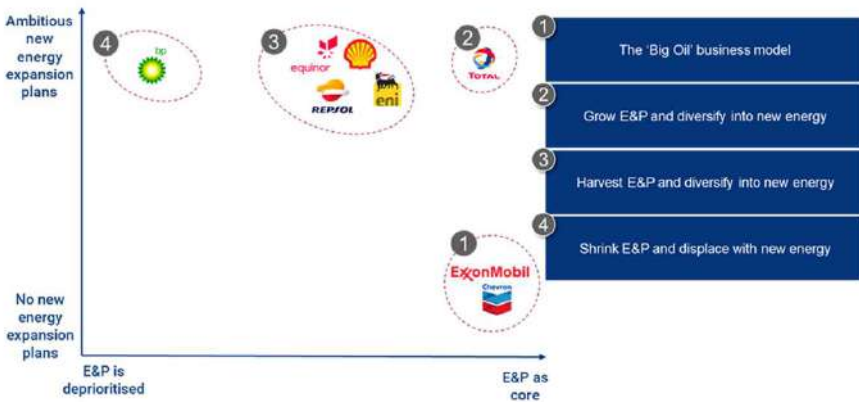
Source: The Majors' energy transition: Corporate New Energy Series—Wood Mackenzie

Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar III.12 Arah Strategi Transisi Energi Perusahaan Minyak dan Gas Global**

Pada Gambar III.12 dapat dilihat bahwa sebenarnya tidak semua perusahaan energi *all-out* dan langsung memutuskan transisi bisnis ke arah energi baru dan terbarukan. Ada juga beberapa perusahaan yang sebenarnya masih menitikutamakan bisnisnya di sektor minyak dan gas, tetapi melakukan upaya-upaya untuk mengurangi emisi, seperti *carbon capture utilization and storage* (CCUS) dan teknologi *energy efficiency*, misalnya Chevron dan ExxonMobil. Sementara itu, perusahaan energi Eropa sepertinya lebih agresif dalam...

...hal transisi energi, seperti dilakukan Total, BP, Equinor, dan Shell. Tentu saja keputusan transisi energi oleh perusahaan minyak dan gas global bukanlah hal yang mudah. Karena itu, jika terdapat spektrum yang cukup beragam dalam rumusan ambisi jangka panjang dalam menghadapi transisi energi, hal itu sangat dipahami (Gambar III.13). Rumusan ambisi jangka panjang inilah yang menentukan seberapa cepat dan agresif suatu perusahaan energi akan berevolusi dan bertransisi ke arah energi baru dan terbarukan.



Source: Did the oil and gas industry change forever last week? – Wood Mackenzie

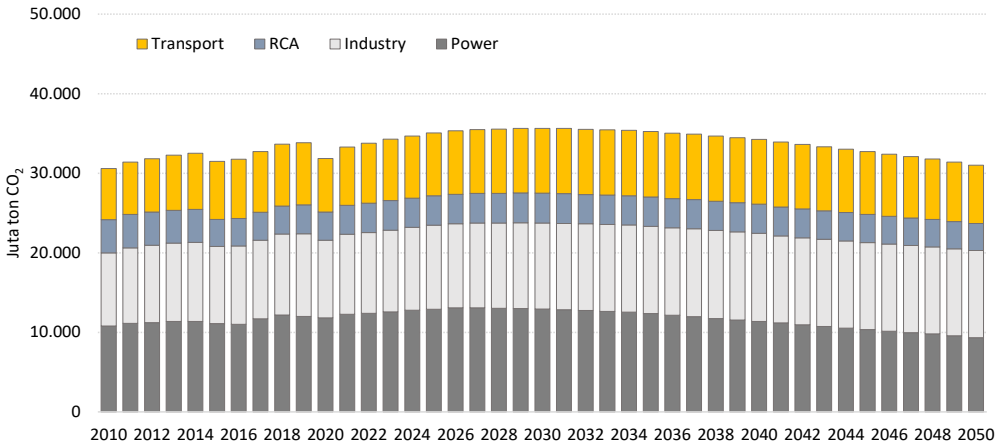
Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar III.13 Ambisi Jangka Panjang Transisi Energi Perusahaan Minyak dan Gas Global**

### III.2. Gas sebagai Energi Transisi

Perjanjian Paris pada tahun 2015 telah mendorong gerakan energi transisi dunia dengan program dekarbonisasi, yang semakin gencar dilaksanakan, bahkan beberapa perusahaan kelas dunia dan beberapa negara telah banyak yang mencanangkan target pengurangan emisinya secara terbuka. Bahan bakar fosil yang mengandung hidrokarbon merupakan sumber emisi CO<sub>2</sub> yang telah lama digunakan dalam berbagai sektor kehidupan. Untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub>, diperlukan pengurangan, bahkan peniadaan, penggunaan sumber bahan...

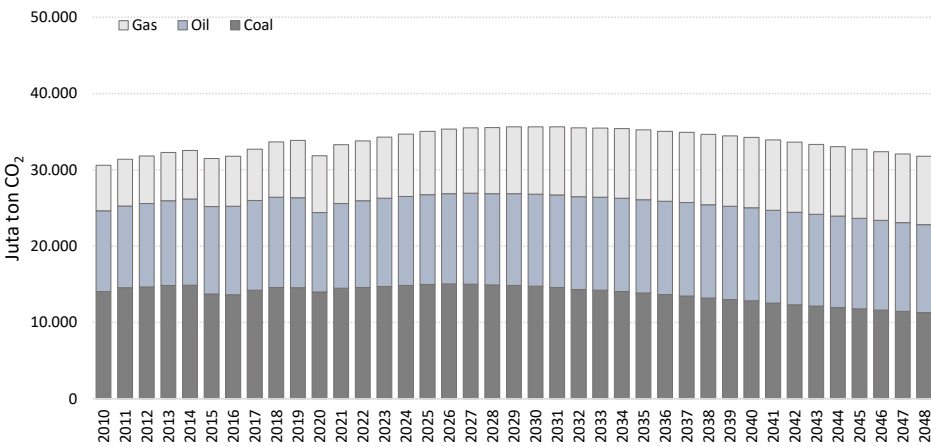
...bakar fosil dalam berbagai macam sektor kehidupan. Jika ditinjau dari sektornya, sesuai dengan Gambar III.14, hingga tahun 2041 diperkirakan penghasil emisi CO<sub>2</sub> tertinggi secara global ialah sektor pembangkit listrik (*power*), kemudian disusul oleh sektor industri. Sementara pada tahun-tahun selanjutnya sektor industri merupakan sektor penyumbang emisi CO<sub>2</sub> terbesar dengan jumlah emisi CO<sub>2</sub> sedikit lebih besar daripada sektor pembangkit listrik (Wood Mackenzie, ETO H2 2020).



Sumber: Wood Mackenzie (2020, 2021)

**Gambar III.14 Emisi CO<sub>2</sub> Global Berdasarkan Sektor**

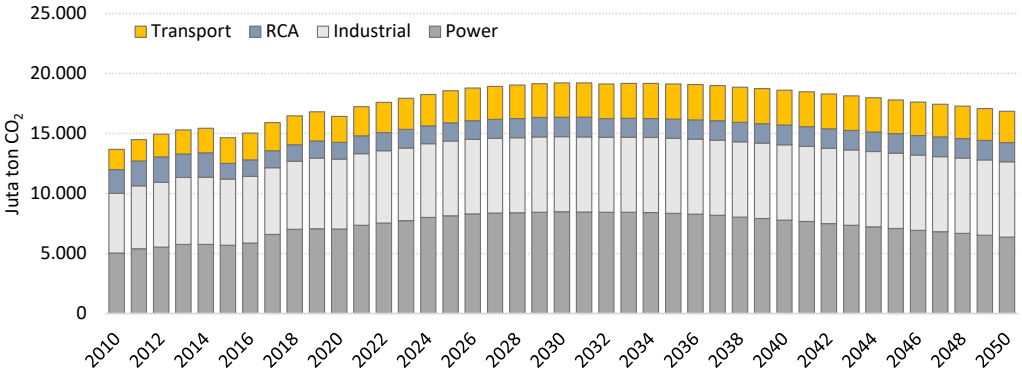
Adapun berdasarkan jenis bahan bakarnya, sesuai dengan Gambar III.15, diperkirakan bahan bakar batubara masih akan merupakan penghasil emisi CO<sub>2</sub> global terbesar hingga tahun 2043, disusul oleh minyak, kemudian gas. Gas merupakan bahan bakar fosil yang menghasilkan emisi paling rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, termasuk minyak dan batubara. Penggunaan gas yang lebih banyak sebagai bahan bakar dalam masa transisi energi menuju mayoritas penggunaan energi bersih tentu saja dapat berkontribusi besar dalam pengurangan emisi CO<sub>2</sub>.



Sumber: Wood Mackenzie (2020)

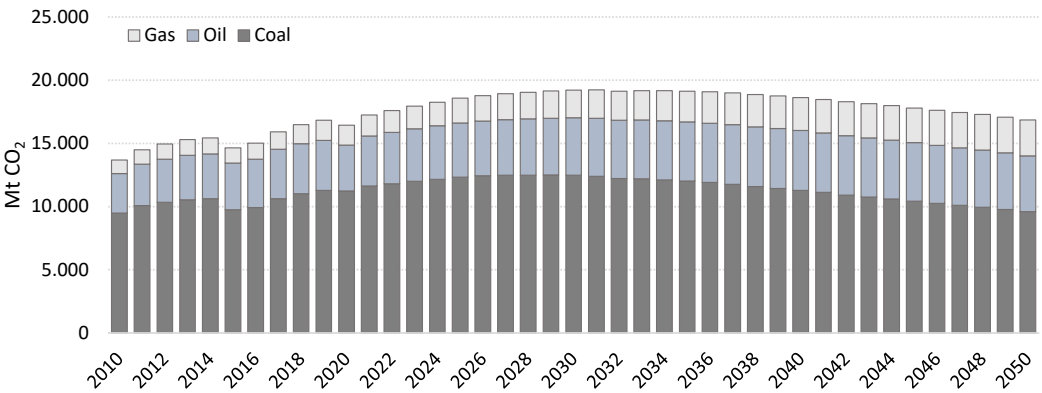
**Gambar III.15 Emisi CO<sub>2</sub> Global Berdasarkan Bahan Bakar**

Emisi CO<sub>2</sub> di region Asia Pasifik juga didominasi oleh sektor pembangkit listrik dalam jangka panjang, kemudian disusul oleh sektor industri yang ditunjukkan pada Gambar III.16. Sementara jika ditinjau dari bahan bakarnya, batubara masih berada pada posisi tertinggi sebagai penyumbang emisi CO<sub>2</sub> dalam jangka panjang di Asia Pasifik sesuai Gambar III.17.



Sumber: Wood Mackenzie (2020)

**Gambar III.16 Emisi CO<sub>2</sub> Asia Pasifik Berdasarkan Sektor**

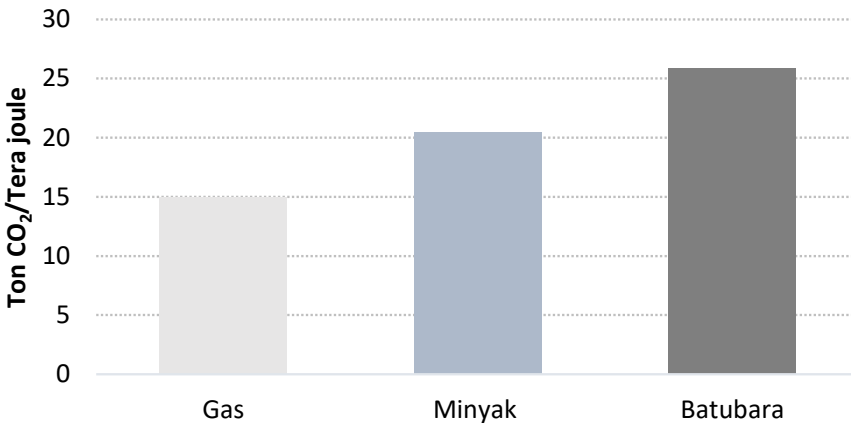


Sumber: Wood Mackenzie (2020)

**Gambar III.17 Emisi CO<sub>2</sub> Asia Pasifik Berdasarkan Bahan Bakar**

Proses elektrifikasi secara masif terjadi pada sistem energi global, dengan porsi listrik masih kurang lebih 20% dalam bauran energi pada tahun 2019 dan diperkirakan akan menjadi lebih dari dua kali lipat pada tahun 2050. Pada tahun tersebut diperkirakan porsi pembangkit listrik dengan bahan bakar fosil mengalami penurunan hingga kurang dari 20% (DNV-GL,2020).

Oleh karena itu, peralihan bahan bakar yang digunakan oleh kedua sektor ini, dari batubara menjadi gas, merupakan langkah penting dalam usaha untuk mengurangi emisi CO<sub>2</sub>. Gas dengan penghasil emisi CO<sub>2</sub> terendah dalam kisaran 15 tCO<sub>2</sub>/TJ dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya, seperti minyak, dalam kisaran 20 tCO<sub>2</sub>/TJ, dan batubara dalam kisaran 26 tCO<sub>2</sub>/TJ, akan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengurangan emisi dalam masa transisi energi. Gas akan menjadi opsi bahan bakar rendah biaya dan rendah karbon yang memberikan fleksibilitas saat peralihan dari batubara ke energi terbarukan. Bahkan, saat sumber energi terbarukan berkontribusi besar dalam porsi sumber energi dunia, kebutuhan gas di masa datang diperkirakan tetap ada, termasuk untuk pembuatan hidrogen biru (*blue hydrogen*).



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar III.18** Kisaran Emisi Bahan Bakar Gas, Minyak, dan Batubara

Untuk dapat mendukung optimalisasi penggunaan gas dalam masa transisi energi diperlukan dukungan kebijakan dari pemerintah, terutama terhadap sektor-sektor penggunaannya. Demikian juga diperlukan percepatan pengembangan dan kesiapan infrastruktur gas untuk dapat menghubungkan kepada penggunaannya. Sehubungan dengan kebijakan dari pemerintah, terdapat beberapa contoh kebijakan terkait pasar gas di beberapa negara Asia yang memiliki sumber kebutuhan gas utama, yaitu China dan India.

Di China terdapat beberapa kebijakan yang telah diterbitkan ataupun yang sedang dibahas terkait dengan penggunaan gas, di antaranya adalah perubahan kebijakan pemerintah mengenai *value added tax* (VAT) terhadap impor gas yang akan berlaku sejak 2021 hingga 2025. Perubahan kebijakan VAT ini memperluas daftar importir gas yang berhak mengimpor gas di China sehingga akan memperluas kesempatan kepada pembeli-pembeli baru untuk memenuhi kebutuhan gas di masa datang. Negara tersebut juga sedang dalam proses membuat kebijakan perubahan tarif pipa transmisi gas antarprovinsi, yang drafnya sedang di-review.

Secara umum isi draf tersebut memberikan keseimbangan antara insentif kepada investasi pipa dan memberikan keuntungan kepada pengguna akhir. Di dalam draf kebijakan ini *return of investment* (ROI) yang ditetapkan untuk bisnis gas pipa transmisi tetap sebesar 8%, sedangkan untuk periode depresiasi untuk aset pipeline menjadi lebih lama, yaitu 40 tahun, dari sebelumnya 30 tahun, yang akan berdampak pada pengurangan tarif rata-rata nasional yang akan memberikan keuntungan bagi pengguna gas. Di dalam draf tersebut juga diatur lebih detail mengenai mekanisme penetapan tarif dan metode pengelolaannya. Sebagai contoh, disebutkan bahwa perusahaan infrastruktur pipa transmisi gas harus melaporkan biayanya kepada pemerintah pusat paling lambat pada bulan April setiap tahunnya. Jika perusahaan tersebut gagal memenuhi tenggat, Komisi Pembangunan dan Reformasi Nasional (*National Development and Reform Commission/NDRC*) akan menetapkan tarif yang lebih rendah untuk perusahaan tersebut. Selain itu, badan yang bertanggung jawab terhadap rencana makroekonomi nasional ini juga akan mengumumkan hal itu pada platform informasi kredit nasional yang ada.

Sebagai contoh yang lain terkait kebijakan yang telah ditetapkan Pemerintah China, yaitu Kementerian Lingkungan China menargetkan lebih dari 7 juta rumah tangga telah beralih dari batubara ke energi yang lebih bersih, seperti gas, pada bulan Oktober 2020 dengan target proyek gas pipa harus sudah selesai sebelumnya. Pemerintah akan terus memberikan subsidi untuk mendukung peralihan batubara ke gas dan batubara ke listrik. Subsidi yang diterapkan berbeda-beda tiap kota atau provinsi dalam masa percobaan selama lima tahun. Subsidi akan berkurang hingga akhir periode percobaan.

Sementara itu, India, yang juga menjadi salah satu sumber utama kebutuhan gas di Asia, sedang dalam proses mereformasi kebijakan sektor gas domestiknya. Perbaikan dilakukan dalam kebijakan pemasaran gas, reformasi harga gas domestik, dan penyederhanaan mekanisme tarif gas pipa. Produsen gas diizinkan untuk memasarkan gasnya dengan bebas dengan menghilangkan restriksi-restriksi sebelumnya yang diterapkan bagi perusahaan mengenai bagaimana penjualan gas dari konsep kontrak bagi hasil (*production sharing contract*) dan membuka kesempatan kepada lebih banyak pembeli potensial dengan melakukan tender menggunakan platform daring (*online*) yang memberikan transparansi dalam pembeliannya.

Perbaikan yang kedua adalah pada kebijakan harga gas domestik yang bertujuan untuk menjaga agar suplai domestik tetap kompetitif dibandingkan dengan LNG spot atau *benchmark* minyak mentah. Pemasok memiliki kebebasan yang lebih besar pada penetapan formula yang akan digunakan untuk harga gasnya, harus pada level lebih rendah dari harga patokan tertinggi (*ceiling price*) eksisting atau dari harga formula untuk proyek bawah laut (*deepwater*) yang dioperasikan oleh Reliance dan ONGC.

Dengan harga spot yang rendah sepanjang tahun 2020, harga gas domestik mendekati rata-rata biaya *breakeven* untuk suplai baru. Namun, karena saat ini harga LNG *spot* dan harga minyak meningkat, diperkirakan harga patokan tertinggi akan lebih dari 9 dollar AS/MMBTU pada Kuartal II-2022, yang akan memberikan kepastian keuntungan produsen gas di India (Wood Mackenzie, 2021).

Di India, kebijakan mengenai tarif gas pipa (*toll fee*) yang sebelumnya berdasarkan jarak juga disederhanakan untuk menghadapi kompetisi terhadap impor.

Kebijakan ini akan memberlakukan tarif tetap (*flat tariff*) sehingga akan memberikan keuntungan bagi pengguna gas di area terpencil yang jauh dari sumber gas. Jika kebijakan ini diimplementasikan, pengguna gas di India bagian barat dapat membeli gas dari India bagian timur untuk menggantikan pembelian impor LNG *spot* yang mahal. Perbaikan berkelanjutan terhadap kebijakan-kebijakan pemerintah untuk mendorong penggunaan gas lebih banyak akan sangat mendukung peran gas dalam masa transisi energi untuk mengurangi emisi karbon secara signifikan.

### III.3. Ketenagalistrikan

Secara global terdapat tiga kejadian utama yang mewarnai sektor kelistrikan pada tahun 2021. Pertama, pemulihan perekonomian dari pandemi Covid-19 walaupun masih terdapat ancaman dari varian baru. Kedua, risiko fisik perubahan iklim yang semakin intens dan mendisrupsi beberapa negara, dan yang terakhir adalah peningkatan komitmen global atas aksi melawan perubahan iklim dan dekarbonisasi (Bloomberg, 2021; IEA, 2021; World Bank, 2021).

Pandemi Covid-19 masih berlanjut pada tahun 2021. Namun, dengan meningkatnya program vaksinasi secara global, muncul optimisme pemulihan ekonomi. Bank Dunia (*World Bank*) pada pertengahan 2021 memperkirakan secara global perekonomian dunia mengalami peningkatan 5,6% pada tahun 2021, didorong China dan Amerika Serikat yang diperkirakan menyumbang seperempat dari total pertumbuhan dunia, walaupun tingkat pertumbuhan global masih berada 3,2% di bawah tingkat sebelum pandemi (World Bank, 2021). Meskipun demikian, dunia masih dibayangi oleh munculnya varian baru Covid-19, yaitu varian Delta, yang membuat beberapa negara kembali menjalankan pembatasan mobilitas, seperti China, Jepang, dan Indonesia, dan bahkan menelan banyak korban jiwa di India.

Selain pandemi, tahun 2021 diwarnai dengan berbagai disrupsi karena cuaca ekstrem yang merupakan dampak dari perubahan iklim. Sebagai contoh, musim dingin ekstrem yang lebih lama di Eropa pada awal tahun, yang menyebabkan peningkatan kebutuhan gas untuk pemanas, dan ketika perkantoran kembali dibuka pada triwulan kedua, terjadi lonjakan kebutuhan listrik yang harus dipenuhi dari batubara. Selanjutnya gelombang panas yang menerjang Mediterania dan Amerika Utara menyebabkan lonjakan beban grid karena peningkatan penggunaan pendingin ruangan (AC) dan pengisian kendaraan listrik, terutama di California.





Selain itu, banjir juga terjadi di beberapa bagian di China, New York, dan Jerman, serta badai Ida yang mendisrupsi tidak hanya jaringan listrik, tetapi juga pasokan minyak mentah di Amerika Serikat. Berdasarkan laporan IEA, faktor perubahan suhu ekstrem sangat berpengaruh terhadap permintaan listrik. Sebagai contoh, di Amerika Utara, musim dingin yang lebih hangat pada tahun 2020 menyebabkan penurunan permintaan listrik untuk penghangat sebesar 14%. Akan tetapi, pada musim dingin ekstrem di 2021 (*cold snap*), permintaan listrik melonjak hingga 13%. Sisi positif pada tahun 2021 adalah terjadi peningkatan komitmen global atas aksi untuk melawan perubahan iklim dan dekarbonisasi. Hal ini terbukti dari peningkatan jumlah negara yang memperbarui status target kontribusi yang ditetapkan secara nasional (NDC)-nya, dari 21 negara per Oktober 2020 menjadi 93 negara per September 2021 (*Climate Action Tracker*, 2021). Di samping itu, dari sisi bisnis, hasil survei *Ernst and Young* (EY) pada bulan...

...Maret 2021 terhadap 305 CEO Forbes Global 2000 menunjukkan bahwa isu rendah karbon dan keberlanjutan menjadi isu penting yang harus ditangani perusahaan. Berdasarkan data Wood Mackenzie dan *Boston Consulting Group* (BCG), investor mulai menekankan urgensi risiko terkait iklim dan greenwashing. Investasi di sektor kelistrikan, terutama energi terbarukan, juga tetap mengalami peningkatan meskipun pandemi Covid-19 telah menyebabkan perlambatan ekonomi. Berdasarkan data *Bloomberg New Energy Finance/Bloomberg NEF* (2021), pada tahun 2020 terjadi peningkatan investasi baru di sektor energi terbarukan sebesar 12%, sementara pada pertengahan tahun 2021 terjadi peningkatan investasi baru sebesar 2% dibandingkan dengan periode yang sama tahun 2020. Dari sisi kapasitas pembangkit listrik energi terbarukan, berdasarkan IEA (2021), terjadi peningkatan sebesar 7% pada tahun 2020 dan diperkirakan masih akan meningkat 8% pada tahun 2021 dan 6% pada tahun 2022.

Political	Economical	Social	Technological	Environmental	Legal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan komitmen pemerintahan dalam melawan perubahan iklim dan dekarbonisasi (efisiensi energi, carbon capture &amp; offset).</li> <li>• Belum adanya sinergi &amp; kerjasama yang solid antar pemerintahan dalam melawan perubahan iklim (<i>disorderly transition</i>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlambatan ekonomi global (-3.2%) karena pandemi Covid-19.</li> <li>• Peningkatan komitmen dalam pendanaan dan investasi hijau.</li> <li>• Peningkatan implementasi <i>carbon pricing</i> di beberapa negara (perdagangan dan pajak karbon).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perubahan pola kerja &amp; mobilitas (<i>work &amp; schooling from home</i>).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan pemanfaatan EBT terutama solar PV.</li> <li>• Peningkatan pabrik KLB &amp; penjualan KLB, termasuk ekosistemnya (pabrik baterai dan pemasangan SPKLU).</li> <li>• KLBB murah dari Cina.</li> <li>• Peningkatan investasi teknologi carbon capture.</li> <li>• Investasi dalam pengembangan <i>solid-state battery</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuaca ekstrem di berbagai negara sepanjang tahun dengan peningkatan intensitas bencana. Berdampak pada lonjakan kebutuhan listrik, peningkatan beban grid, dan terputusnya jaringan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isu Greenwashing.</li> <li>• Peningkatan tekanan publik dan investor untuk aksi melawan perubahan iklim dan dekarbonisasi.</li> </ul>

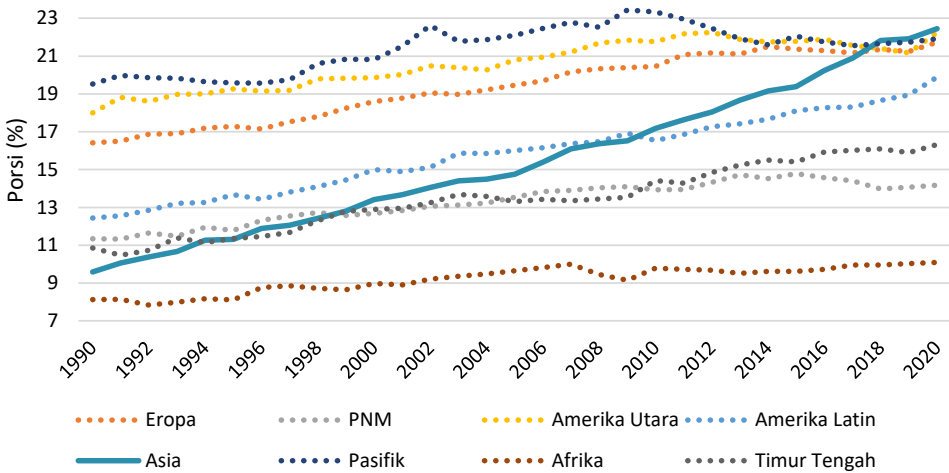
Sumber: PEI Analysis (2021)

Gambar III.19 Analisis PESTEL Bidang Kelistrikan Tahun 2021

**a. Sisi Permintaan**

Berdasarkan Enerdata (2021), setelah mengalami penurunan hingga 3,5% dari tahun 2019 ke 2020 karena dampak pandemi, konsumsi energi global diperkirakan kembali pulih pada tahun 2021 dengan peningkatan sebesar 4,1% dari tahun 2020 atau 0,2% dari kondisi prapandemi pada tahun 2019. Jumlah tersebut masih di bawah rata-rata pertumbuhan tahunan pada satu dekade terakhir (2009-2019), yaitu sebesar 1,3% per tahun. Namun, terdapat optimisme yang besar atas pemulihan karena didorong program vaksinasi dan pengelolaan pandemi yang sudah berjalan lebih dari satu tahun di beberapa negara. Penurunan konsumsi energi pada tahun 2019-2020 juga terjadi pada kelistrikan walaupun jumlahnya hanya sekitar 1% (Enerdata, 2021; IEA, 2021).

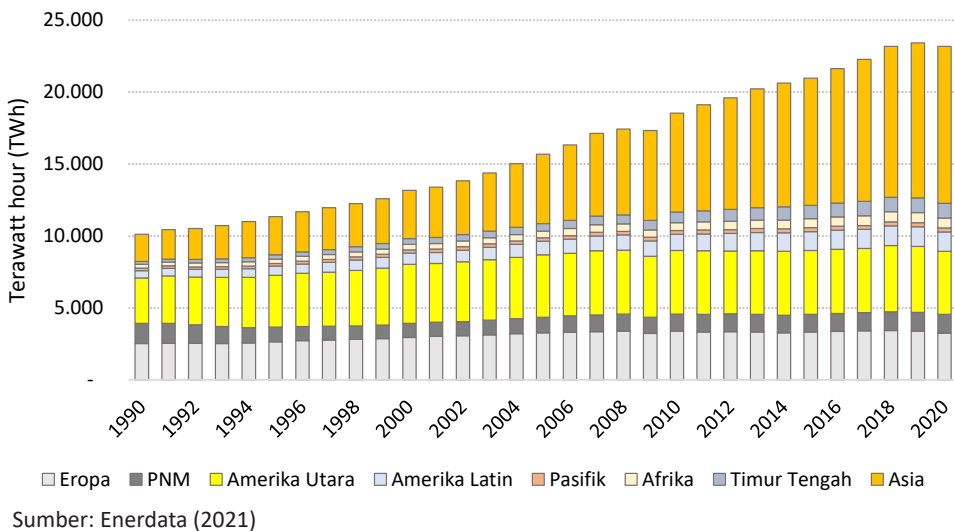
Hal ini disebabkan oleh dampak pandemi terhadap permintaan di sektor industri dan komersial. Meskipun demikian, proporsi listrik terhadap total konsumsi energi mengalami peningkatan sebesar 0,7%. Peningkatan porsi terbesar berada di Amerika Utara (1%) dan Amerika Latin (0,9%). Hal ini terutama didukung oleh peningkatan elektrifikasi dan porsi energi baru dan terbarukan di dalam porsi bauran energi. Walaupun, secara tren jangka panjang, Asia mengalami tren pertumbuhan yang signifikan (9% dari 2010-2020). Sementara itu, secara global, porsi listrik terhadap total konsumsi energi saat ini berada di kisaran 20%, meningkat sekitar 2% dibandingkan satu dekade lalu (IEA, 2021).



Sumber: Enerdata (2021)

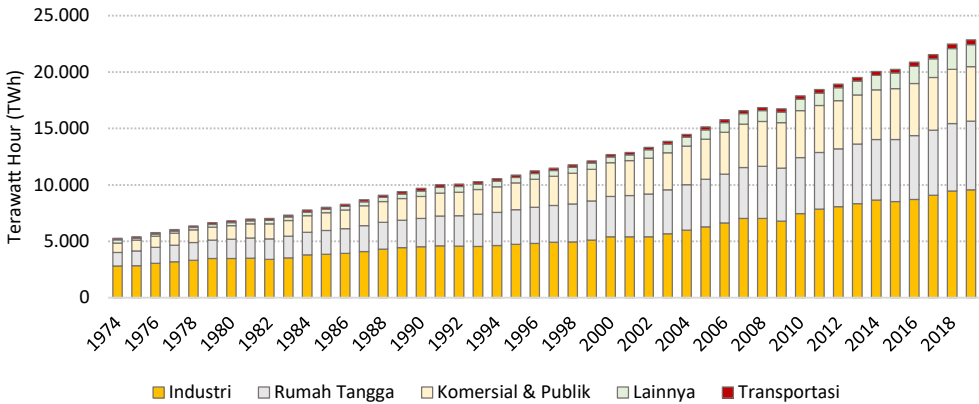
**Gambar III.20 Persentase Porsi Listrik dalam Total Konsumsi Energi**

IEA (2021) memperkirakan permintaan listrik akan meningkat hingga 5% di tahun 2021 dan 4% pada tahun 2022. Peningkatan ini terutama didorong dari perkiraan pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) China yang merupakan negara pengguna listrik terbesar di dunia selama dua dekade terakhir dan pada tahun 2020 menjadi satu-satunya negara ekonomi besar yang permintaan listriknya tetap tumbuh (sebesar 4%). Selain China, India dan negara-negara di Asia Tenggara diperkirakan akan menjadi sumber pertumbuhan konsumsi listrik di Asia, dengan perkiraan pertumbuhan di India sebesar 3% dan Asia Tenggara sebesar 5% pada tahun 2021. Dari Gambar III.21 terlihat bahwa pertumbuhan tertinggi konsumsi energi berdasarkan wilayah berada di Asia.



**Gambar III.21 Tren Konsumsi Listrik Global dalam TWh**

Berdasarkan sektor, konsumsi listrik secara global dalam 10 tahun terakhir (2009-2019) masih didominasi oleh sektor industri, diikuti oleh sektor rumah tangga, kemudian komersial dan layanan publik. Konsumsi listrik di sektor transportasi sendiri masih sangat kecil, pada tahun 2019 masih berkisar 1,84% dari total konsumsi listrik, hanya meningkat 0,18% dari satu dekade sebelumnya. Konsumsi listrik di sektor transportasi masih didominasi oleh kereta listrik, sementara konsumsi listrik dari kendaraan listrik pada tahun 2019 masih kurang dari 1% dari total konsumsi listrik di sektor transportasi (79 TWh terhadap 420 TWh). Porsi konsumsi listrik dari kendaraan listrik sekitar 57% merupakan kendaraan roda dua, 27% kendaraan angkutan ringan, dan 16% bus.



Sumber: IEA (2020)

**Gambar III.22 Konsumsi Listrik per Sektor dalam TWh**

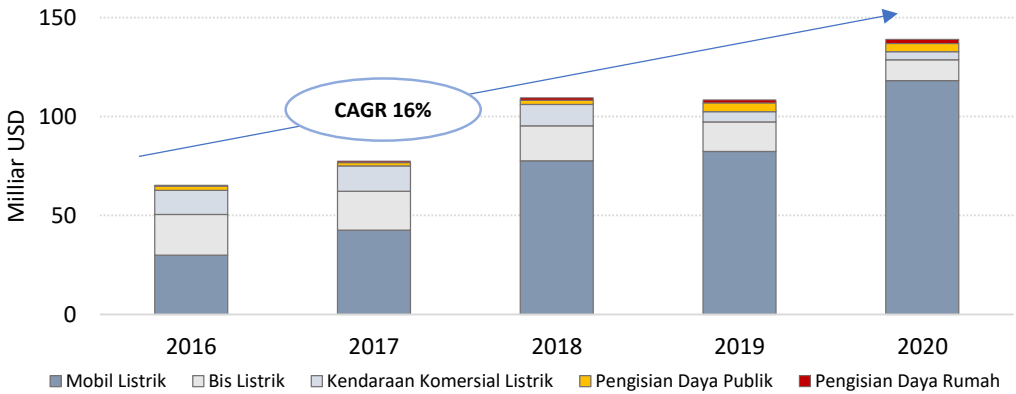
Proyeksi beberapa lembaga, seperti IEA, Badan Energi Terbarukan Internasional (*International Renewable Energy Agency/IRENA*), Bloomberg NEF, dan Wood Mackenzie, secara umum menunjukkan dua faktor utama yang memengaruhi sisi permintaan listrik, yaitu pertumbuhan ekonomi dan transisi energi melalui elektrifikasi. Pertumbuhan ekonomi secara umum akan membutuhkan energi seperti yang terjadi di China. Sementara itu, dari sisi masyarakat, peningkatan perekonomian akan meningkatkan konsumsi listrik yang disebabkan oleh peningkatan kualitas hidup, seperti penggunaan pendingin ruangan, lemari es, televisi, dan gawai. Namun, beberapa tahun terakhir terjadi pola *decoupling* di beberapa negara (EIA, 2017; McKinsey, 2019) yang disebabkan oleh transisi dari bahan bakar fosil yang berintensitas energi tinggi ke listrik dan peningkatan efisiensi energi. Faktor *decoupling* digunakan oleh beberapa lembaga, seperti OECD, EIA, dan Bank Dunia, dalam memproyeksikan kebutuhan energi dan kelistrikan di masa mendatang dengan menurunkan kebutuhan energi di bawah pertumbuhan PDB. *Decoupling* kemungkinan besar terjadi terutama di negara-negara yang meningkat porsi elektrifikasi dan penggunaan EBT-nya, meningkat efisiensi energinya, dan beralih dari perekonomian berbasis industri ke jasa (McKinsey, 2019).

Sementara itu, peningkatan elektrifikasi, terutama kendaraan listrik berbasis baterai (KLBB), selain meningkatkan permintaan listrik, juga memunculkan beberapa peluang dan risiko. Dari sudut pandang energi, elektrifikasi kendaraan akan menurunkan intensitas energi fosil, tetapi meningkatkan kebutuhan listrik dan menambah beban *grid*. Jika terjadi disrupsi cuaca ekstrem yang meningkatkan kebutuhan listrik untuk keperluan pendingin atau penghangat bangunan, beban *grid* akan meningkat, apalagi ditambah dengan keperluan pengisian KLBB.



Di beberapa negara, untuk mengatasi hal tersebut dilakukan strategi pengelolaan beban puncak melalui rekayasa *demand-response*. Di California, AS, misalnya, ketika terjadi lonjakan penggunaan AC karena gelombang panas, dibuat sistem peringatan beban (*flex alert*) dan pengisian KLBB dilakukan di luar beban puncak. Cara lainnya adalah dengan membebankan tarif listrik yang berbeda pada periode yang kemungkinan terjadi peningkatan beban, seperti pada malam hari.

Untuk KLBB, pada tahun 2021 terjadi perkembangan yang cukup signifikan, terutama karena kemunculan segmen mobil listrik murah di China. Tabel III.1 menunjukkan data perusahaan yang masuk ke sektor pabrikaan KLBB di China. Perkembangan pabrikaan kendaraan listrik, terutama segmen mobil listrik murah, menjadi *signpost* elektrifikasi kendaraan penumpang ringan, di mana signpost ini menuju ke arah skenario transisi hijau di sektor transportasi.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

Gambar III.23 Tren Pertumbuhan Investasi Transportasi Listrik dalam Miliar Dollar AS



Perusahaan	Industri Utama (termasuk induk)	Pendapatan	Jumlah			Afiliasi
			Penjualan KLBB	Model	Pabrik	
FAW Group	Mobil BGG, bus, truk, suku cadang	\$89,2 Bio	550.869	3	1	BYD
Tesla	KLBB, baterai	\$6,6 Bio (di China)	500.000	4	4	N/A
BYD Auto	IT, baterai, teknologi <i>handset</i> , sepeda listrik, sistem transit rel perkotaan	\$23,4 Bio	130.970	5	13	Toyota, Didi, FAW
NIO	KLBB	\$2,5 Bio	43.728	5	1	Tencent, Baidu
Xpeng	KLBB	\$0,9 Bio	27.041	3	1	Alibaba, JD, Xiaomi
WeltMeister (WM Motor)	KLBB	\$0,08 Bio	22.495	3	1	Baidu, Tencent, SAIC
Li Auto	PHEV	\$1,45 Bio	14.464	1	1	Meituan, ByteDance
Guangzhou Automobile Group	Mobil BGG, kendaraan komersial, kendaraan sport, sepeda motor, suku cadang	\$9,1 Bio	6,876	7	2	SAIC, Huawei, CATL
Geely	KLBB, kendaraan BGG	\$0,85 Bio	N/A	5	2	Baidu, London Taxi Company, JD
Byton	KLBB	N/A	N/A	2	1	Tencent, Foxconn, FAW, Nanjing Zhixing
Enovate	KLBB, teknologi, <i>software</i> , transportasi	N/A	N/A	2	1	N/A
SAIC Motor	Mobil BGG, kendaraan komersial	\$113 Bio	N/A	N/A	N/A	GM, Wuling, Volkswagen, Zhiji, Alibaba
SAIC Volkswagen Automotive	KLBB, mobil BGG, kendaraan komersial, suku cadang	N/A	N/A	3	1	SAIC, Volkswagen, Audi

Sumber: PEI Analysis (2021)

**Tabel III.1a Data Produsen KLBB di China per 2020 (Kecuali Dinyatakan Lain)**

Perusahaan	Industri Utama (termasuk induk)	Pendapatan	Jumlah			Afiliasi
			Penjualan KLBB	Model	Pabrik	
SAIC Wuling	KLBB, mobil BBG, kendaraan komersial, suku cadang	\$533 Bio	N/A	3	12	SAIC, GM, Wuling
Zhiji (SAIC-Alibaba)	KLBB	N/A	N/A	2	1	SAIC, Alibaba
Xiaomi	Produk elektronik dan <i>hardware</i> konsumen	\$37,63 Bio	N/A	N/A	N/A	Xpeng
Dongfeng Motor	Mobil BBG, truk, bus, kendaraan militer, suku cadang	\$128 Bio	N/A	3	1	Renault-Nissan, CATL, Huawei, Tencent
Chang'an Automobile	Mobil BBG, <i>microvan</i> , van komersial, truk ringan	\$9,9 Bio (2019)	N/A	12	N/A	Baidu, Huawei, CATL
Chery	Mobil BBG, kendaraan komersial, suku cadang	\$5,6 Bio	N/A	10	2	N/A
FAW-Volkswagen Automobile	KLBB	N/A	N/A	9	5	FAW, Volkswagen, Audi
Evergrande	KLBB, <i>real estate</i>	\$0,1 Bio	N/A	6	3	Tencent
BAIC Motor	Mobil BBG, truk, kendaraan militer, bus, peralatan pertanian	\$1,8 Bio	N/A	20	3	Huawei, Didi, Daimler, BJEV, CATL

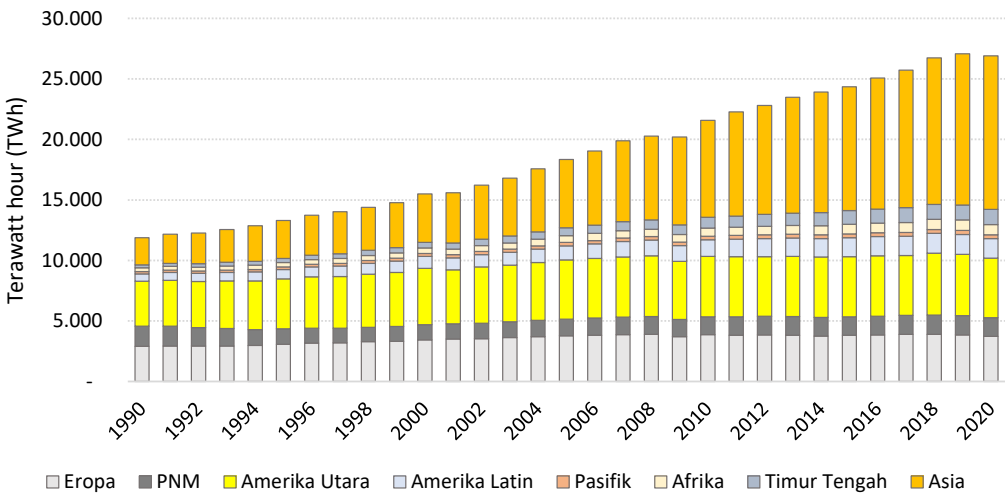
Sumber: PEI Analysis (2021)

**Tabel III.1b Data Produsen KLBB di China per 2020 (Kecuali Dinyatakan Lain)**

Meskipun demikian, masih terdapat faktor risiko dalam perkembangan KLBB, terutama dari faktor ketersediaan *chip*, ketersediaan dan keterjangkauan harga bahan baku baterai, ketersediaan stasiun pengisian ulang baterai, dan keandalan grid untuk menyuplai stasiun pengisian ulang. Dari Gambar III.23 terlihat bahwa investasi pengisian daya masih sangat kecil dibandingkan dengan investasi kendaraan listrik. Namun, tingkat pertumbuhannya mencapai 5% dari tahun 2019-2020, didorong penambahan investasi pengisian daya rumahan dengan pertumbuhan mencapai 40% dalam periode tersebut.

**b. Sisi Suplai (Pasokan)**

Dari sisi produksi listrik, secara global terjadi penurunan dari tahun 2019 ke 2020 sebesar 0,6% dibandingkan dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 3% dari 2000-2018, disebabkan oleh perlambatan pertumbuhan ekonomi karena pandemi Covid-19 dan kondisi cuaca yang lebih baik (Enerdata, 2021). Dari sisi bahan bakar pembangkit, batubara mengalami penurunan sebesar 4,5% dengan persentase 35% dari total pembangkit listrik global pada 2020. Pembangkit tenaga nuklir juga mengalami penurunan sebesar 3,5%. Sementara itu, pembangkit tenaga bayu, surya, dan air meningkat pada tahun 2020 dengan persentase peningkatan sebesar masing-masing 12%, 20%, dan 2%.

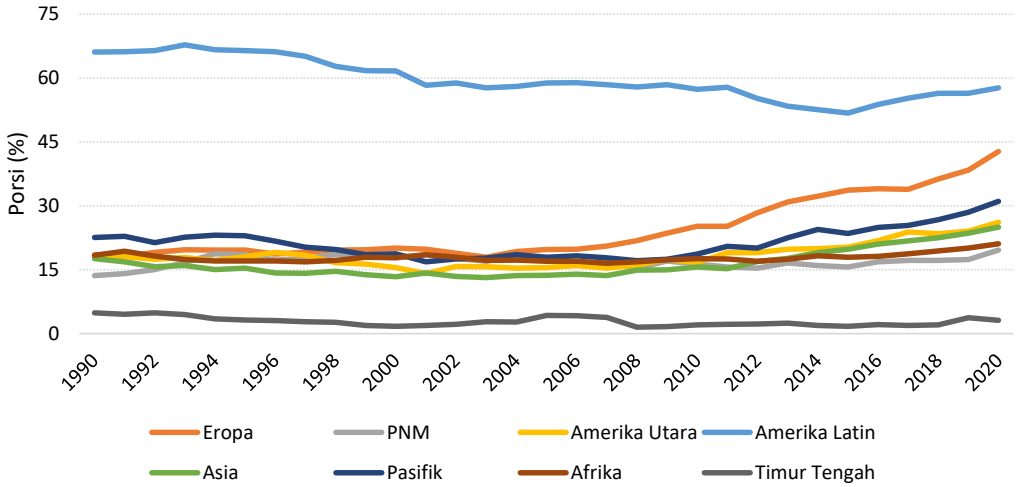


Sumber: Enerdata (2021)

**Gambar III.24 Tren Produksi Listrik Global dalam TWh**

Dari sisi EBT sebagai sumber pembangkit listrik, Amerika Latin memiliki porsi yang besar dibandingkan dengan wilayah lainnya (Gambar III.25). Hal ini merupakan kontribusi dari pembangkit listrik tenaga air yang porsinya mencapai 100% produksi listrik di Paraguay hingga 9% di Meksiko dan rata-rata di kisaran 50%. Meskipun demikian, porsi produksi listrik tenaga air di Amerika Latin mengalami penurunan sejak tahun 2000-an, yang disebabkan perlambatan kapasitas pembangkit karena kekeringan. Hal tersebut mendorong transisi pembangkit listrik di Amerika Latin dari tenaga air ke sumber EBT lainnya, terutama pembangkit tenaga bayu lepas pantai dengan CAGR kapasitas terpasang sebesar 38,2% pada periode 2009-2019, sementara panel surya mengalami pertumbuhan dengan CAGR kapasitas terpasang sebesar 10,62% pada periode 2014-2019 (Bloomberg NEF, 2021).

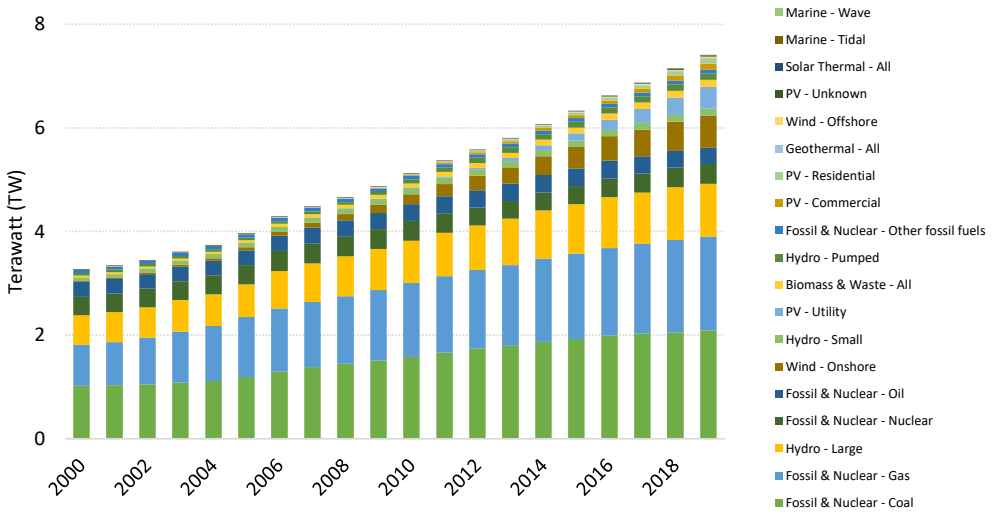




Sumber: Enerdata (2021)

**Gambar III.25 Tren Persentase Porsi EBT terhadap Total Produksi Listrik**

Secara umum dalam Gambar III.26 terlihat tren peningkatan porsi EBT dalam total produksi listrik sejak 10 tahun terakhir dengan pertumbuhan porsi produksi listrik EBT terbesar terdapat di Eropa. Jika dilihat dari pertumbuhan kapasitas terpasang di Eropa, pembangkit tenaga bayu merupakan yang tertinggi dengan CAGR sebesar 8,9% (2009-2019).



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.26 Kapasitas Pembangkit Kumulatif Global dalam Terawatt**

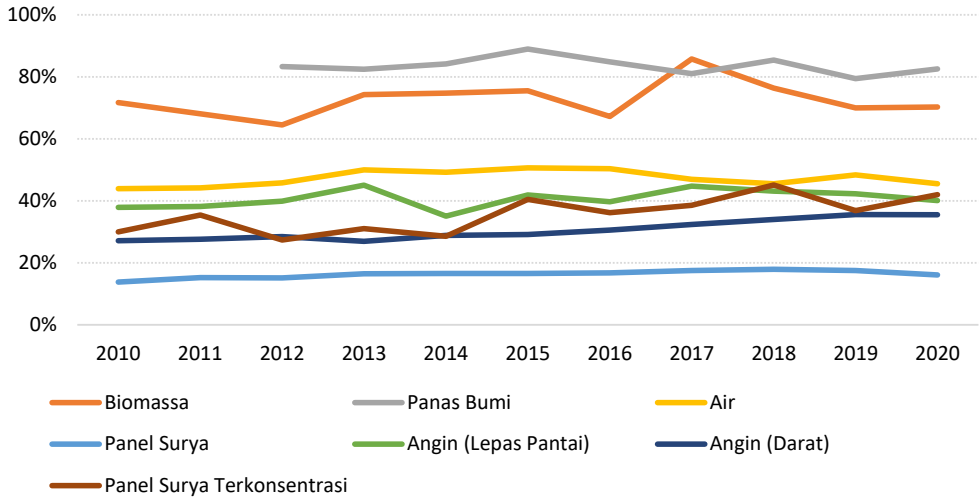
Dari sisi kapasitas terpasang, secara global pembangkit tenaga fosil masih menjadi tulang punggung dengan porsi terbesar dari batubara dan gas, walaupun gas termasuk dianggap lebih hijau jika dibandingkan dengan batubara. Dalam periode 2019-2020 dan 2020-2021 terjadi dinamika yang cukup menarik dari sisi pembangkit batubara di Eropa. Dalam situasi awal pandemi (2019-2020) sempat terjadi penurunan konsumsi batubara sebesar 17%. Namun, ketika terjadi pelanggaran pembatasan mobilitas karena keberhasilan program vaksinasi dan meredanya kasus Covid-19 di Eropa, serta terjadinya *cold snap* yang lebih dingin dan lebih panjang pada awal tahun 2021, konsumsi batubara kembali meningkat sebesar 5% karena adanya peningkatan kebutuhan dan peningkatan harga gas yang mencapai 250% dari awal tahun hingga awal Triwulan IV-2021 di Eropa.

Meskipun demikian, jika dilihat dari persentase penambahan kapasitas pembangkit listrik, data statistik IRENA (2021) menunjukkan bahwa terjadi tren peningkatan penambahan kapasitas pembangkit EBT dibandingkan dengan non-EBT, dengan lonjakan penambahan pada tahun 2020 dari sebelumnya persentase EBT dibandingkan non-EBT berada di kisaran 60% pada 2018, meningkat menjadi 75% hingga mendekati 90% pada tahun 2020. Sementara itu, penambahan kapasitas non-EBT mengalami penurunan dalam tiga tahun terakhir (2018-2020).

Selama periode 2021 terdapat tiga faktor utama yang memengaruhi produksi listrik, yakni pemulihan ekonomi karena pandemi, kebijakan dekarbonisasi, dan cuaca ekstrem. Pemulihan ekonomi meningkatkan permintaan energi, sementara cuaca ekstrem dan sebaliknya cuaca ringan (*mild weather*) menyebabkan turunnya pasokan listrik dari EBT. Selama tahun 2021 terjadi peningkatan harga komoditas energi hingga ratusan kali lipat. Harga gas, misalnya, meningkat hingga lebih dari 250%, sedangkan batubara lebih dari 500%. Ditambah dengan penambahan biaya karbon pada sumber listrik fosil, pembangkitan listrik menghadapi tantangan besar. Sumber energi listrik fosil sangat mahal, sementara pembangkit EBT tidak dapat memenuhi pasokan karena disrupsi cuaca.

Jika dilihat dari sisi faktor kapasitas (*capacity factor*), pembangkit EBT tenaga surya, bayu, dan air secara global hanya berada di bawah 60%, dengan tertinggi pembangkit tenaga air di kisaran 40%-50%, tenaga bayu lepas pantai fluktuatif di bawah 40%, tenaga bayu di darat 20%-30%, dan terendah panel surya di bawah 20%. Faktor kapasitas terbesar untuk EBT ada pada pembangkit panas bumi, yaitu berada di kisaran 80%. Hal ini memungkinkan untuk menjadikan pembangkit panas bumi sebagai baseload.



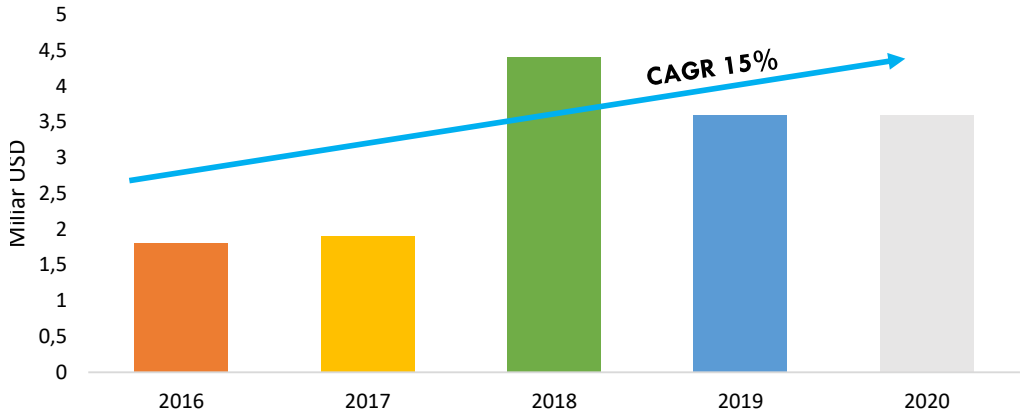


Sumber: IRENA (2021)

**Gambar III.27 Tren Capacity Factor per Sumber Pembangkit EBT**

Dalam situasi disrupsi cuaca ekstrem, produksi EBT yang intermiten dan bergantung pada volatilitas tenaga alam, seperti bayu, surya, dan air, berpotensi besar terganggu. Sebagai contoh pada tahun 2021 di Texas, pembangkit tenaga bayu yang menjadi sumber kedua pembangkit listrik setelah batubara di negara bagian terbesar kedua AS tersebut terhenti karena cuaca dingin ekstrem. Contoh lainnya ialah kekeringan pada tahun 2020 di China, yang menyebabkan penurunan kapasitas pembangkit tenaga air selama lima bulan hingga sebesar 30%. Selain kedua contoh tersebut, masih terdapat banyak contoh lain, seperti di Uni Eropa, Amerika Latin, dan Amerika Utara. Semakin banyak dan semakin parahnya disrupsi cuaca ke depan akan memerlukan keandalan sistem pasokan energi, terutama listrik.

Sampai dengan sistem penyimpanan energi seperti baterai cukup dapat diandalkan, sumber energi listrik fosil masih sangat diperlukan. Untuk saat ini, *wildcard* dari teknologi penyimpanan energi listrik adalah *solid-state battery*. Dengan keunggulan lebih aman, lebih ringan, dan kapasitas lebih baik daripada baterai konvensional saat ini (*lithium-ion*), beberapa perusahaan masuk ke dalam pengembangan *solid-state battery*, seperti QuantumScape, Samsung, Toyota, Honda, Nissan, Fisker, Panasonic, CATL, dan Volkswagen. Universitas ternama seperti Harvard juga terus meneliti dan mengembangkan teknologi ini. Perkembangan teknologi baterai seperti *solid-state battery* dapat mendorong percepatan elektrifikasi kendaraan dan elektrifikasi energi baru dan terbarukan.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

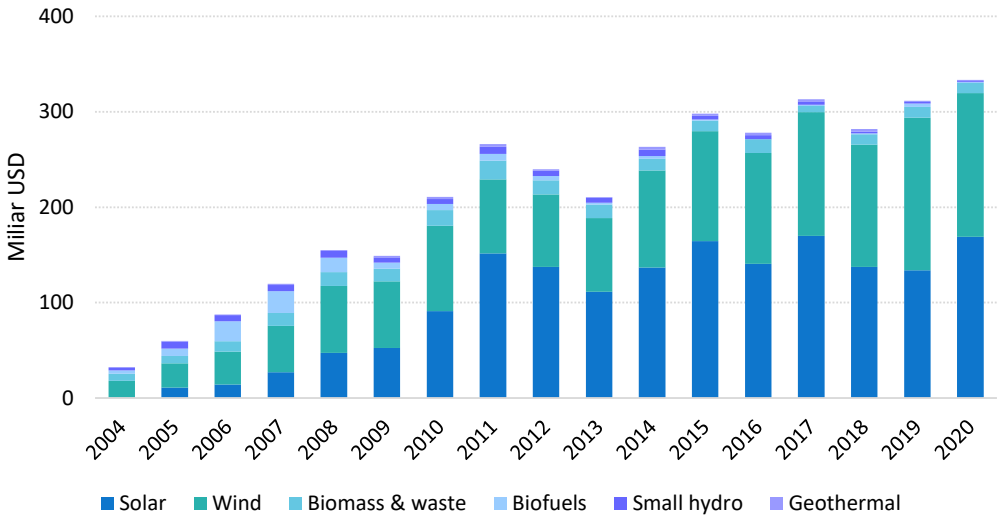
**Gambar III.28 Tren Pertumbuhan Investasi Teknologi Penyimpanan Energi dalam Miliar Dollar AS**

Namun, sejauh ini berdasarkan nilai investasi, tren menunjukkan bahwa teknologi penyimpanan energi dalam kurun 2019-2020 cukup stagnan, terutama disebabkan oleh situasi pandemi. Perkembangan investasi di energi baterai dan hasil terobosannya ke depan perlu terus diamati sebagai *signpost*. Selain penyimpanan energi listrik, selama tahun 2021 terjadi peningkatan perhatian dunia atas teknologi penangkapan karbon. Teknologi ini secara konsep dapat menjadi solusi produksi...

...bahan bakar fosil agar rendah emisi karbon. Dalam kondisi terjadinya peningkatan komitmen dunia dalam dekarbonisasi dan peningkatan cuaca ekstrem, menurunkan emisi dari bahan bakar fosil yang secara lebih andal dibandingkan dengan EBT menjadi perlu. Namun, perkembangan teknologi tersebut masih berupa *wildcard* karena secara keekonomian masih cukup mahal. Teknologi penangkapan karbon akan dibahas lebih lanjut dalam bab tersendiri.

### c. Tren Investasi dan Biaya Pembangkitan Listrik

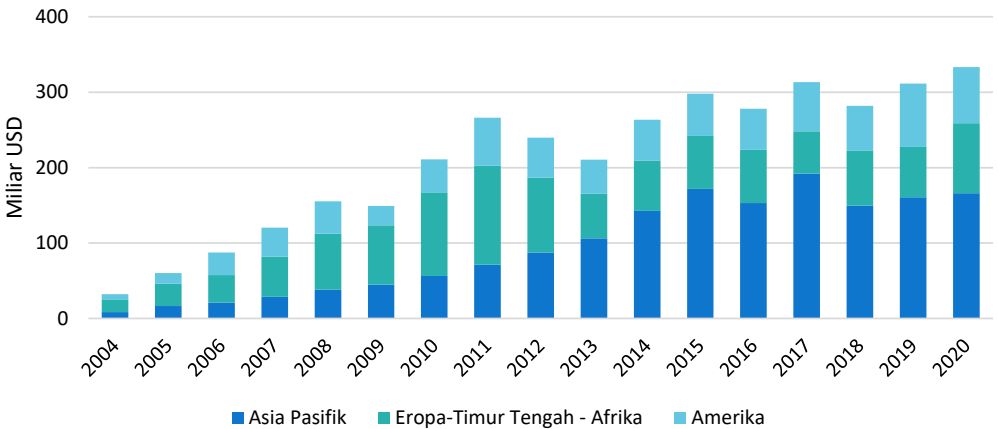
Secara nilai investasi, terjadi peningkatan nilai investasi EBT dari tahun 2019 ke tahun 2020 meskipun terjadi pandemi. Hal tersebut terutama didorong oleh penambahan nilai investasi panel surya. Walaupun, jika melihat tren, biaya investasi terlihat memiliki pola naik dan turun dari tahun ke tahun dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir dengan nilai investasi panel surya dan turbin angin sebagai kontributor utama.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.29 Tren Rata-rata Investasi Baru EBT dalam Miliar Dollar AS per Sumber EBT**

Secara nilai investasi, terjadi peningkatan nilai investasi EBT dari tahun 2019 ke tahun 2020 meskipun terjadi pandemi. Hal tersebut terutama didorong oleh penambahan nilai investasi panel surya. Walaupun, jika melihat tren, biaya investasi terlihat memiliki pola naik dan turun dari tahun ke tahun dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir dengan nilai investasi panel surya dan turbin angin sebagai kontributor utama.



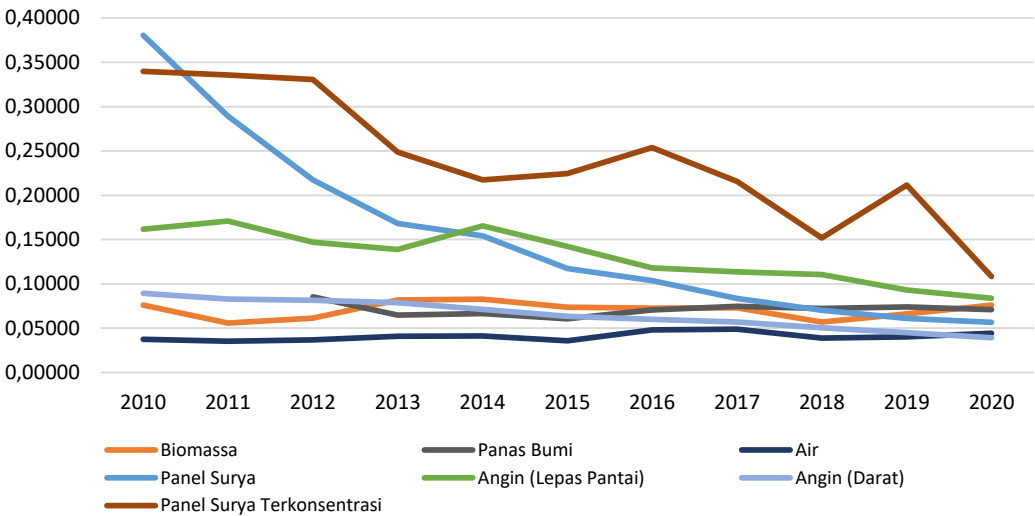
Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.30 Rata-rata Investasi Baru EBT dalam Miliar Dollar AS per Benua**

	Total Biaya Terpasang			Capacity Factor			LCOE		
	(2020 dollar AS/kW)			(% )			(2020 dollar AS/kWh)		
	2010	2020	% Perubahan	2010	2020	% Perubahan	2010	2020	% Perubahan
Bioenergi	2,619	2,543	-3%	72	70	-2%	0.08	0.08	0%
Panas Bumi	2,620	4,468	71%	87	83	-5%	0.05	0.07	45%
Tenaga Air	1,269	1,870	47%	44	46	4%	0.04	0.04	18%
Panel Surya	4,731	883	-81%	14	16	17%	0.38	0.06	-85%
Panel Surya Terkonsentrasi	9,095	4,581	-50%	30	42	40%	0.34	0.11	-68%
Angin (Darat)	1,971	1,355	-31%	27	36	31%	0.09	0.04	-56%
Angin (Lepas Pantai)	4,706	3,185	-32%	38	40	6%	0.16	0.08	-48%

Sumber: IRENA (2021)

Tabel III.2 Perbandingan Perubahan EBT Periode 2010-2020



Sumber: IRENA (2021)

Gambar III.31 Tren Rata-rata Tertimbang LCOE Global dalam Dollar AS/kWh

#### d. Outlook Pembangkit Listrik

Sektor energi merupakan suatu sistem kompleks. Berdasarkan Levy (2020), "*Based on complexity theory, long term planning is impossible, and the benefit of building complex forecasting and accurate model is small*". Oleh karena itu, *outlook* sektor energi yang dikeluarkan oleh berbagai lembaga lebih mengandalkan narasi skenario daripada sekadar proyeksi angka, dengan tujuan untuk melihat rentang kemungkinan kejadian yang logis di masa mendatang (*plausible* alih-alih *probable*). Di luar skenario yang disusun oleh berbagai lembaga tersebut, masih terdapat berbagai rentang kemungkinan kejadian lain.

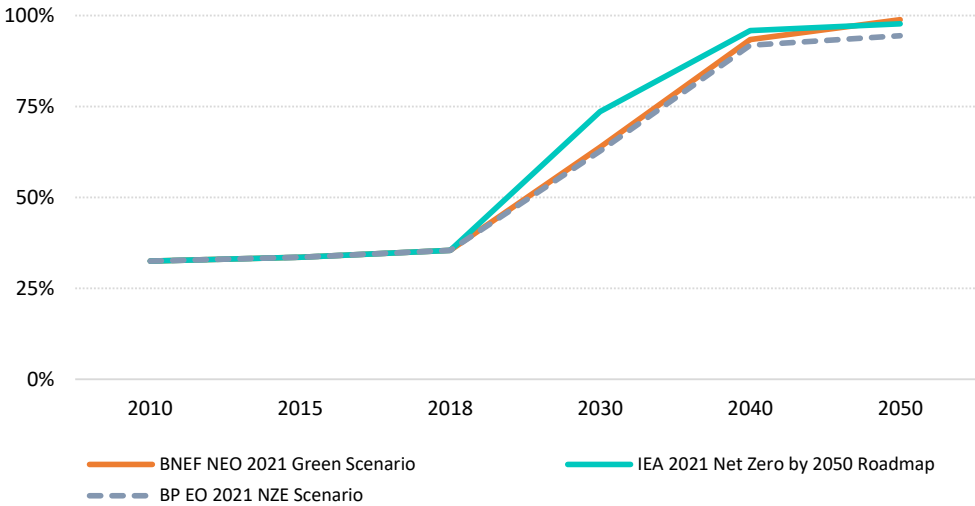
Namun, hal terpenting dalam suatu skenario bukan mengenai angka ataupun pola, melainkan cakupan kejadian (*robustness*) yang memungkinkan penggunaannya untuk melihat berbagai risiko dan peluang di masa mendatang sehingga dapat disiapkan strategi untuk menghadapi risiko ataupun untuk menangkap peluang tersebut. Dalam konteks scenario planning, Kahane (1999) menyatakan bahwa scenario planning bermanfaat untuk mengidentifikasi ketidakpastian masa depan yang penting dan *blind spot* organisasi. Bodwell dan Chermack (2010) menyatakan bahwa scenario planning dapat menjadi radar atau early warning system atas strategi perusahaan. Sementara nilai terpenting dari scenario planning adalah untuk menguji dan mengembangkan strategi yang robust (Peterson et al., 2003; Wulf et al., 2010; Amer et al., 2013). Di sektor kelistrikan dan pembangkit EBT, secara umum beberapa Lembaga, seperti IEA, BP, Enerdata, Bloomberg NEF, Wood Mackenzie, dan...

...IRENA, membuat skenario yang dikaitkan dengan keberhasilan dunia dalam mencapai Perjanjian Paris, yaitu menahan peningkatan suhu global (1,5 derajat celsius, 2 derajat celsius, atau gagal), dari perspektif kebijakan atau transisi energi itu sendiri. Beberapa lembaga memperhatikan tren peningkatan beberapa faktor berikut di sektor kelistrikan dan EBT, dengan kecepatan dan tingkat pertumbuhan yang berbeda bergantung pada skenario yang digunakan, tetapi dengan arah tren yang sama, yaitu:

- Tren peningkatan porsi elektrifikasi dalam konsumsi energi final;
- Tren peningkatan porsi EBT di sektor pembangkit listrik, transportasi, industri, bangunan, termasuk juga pasokan energi primer;
- Tren peningkatan produksi KLBB dan infrastruktur pendukungnya;
- Tren peningkatan konsumsi listrik langsung.

Selain hal di atas, beberapa lembaga juga memproyeksikan pertumbuhan porsi hidrogen hijau dalam konsumsi energi final walaupun data historis belum menunjukkan perkembangan. Pandangan ini disebabkan oleh mulai bermunculannya perhatian dan minat dari beberapa perusahaan ataupun negara dalam pembangunan ekonomi berbasis hidrogen serta pemanfaatannya untuk sektor yang sulit diturunkan emisinya (seperti kendaraan angkut berat), dan perkembangan riset dan pengembangan hidrogen. Pembahasan mengenai hidrogen akan dilakukan dalam bab tersendiri.

Berikut pandangan beberapa institusi mengenai porsi EBT dalam pembangkitan listrik untuk skenario hijau atau netral karbon.



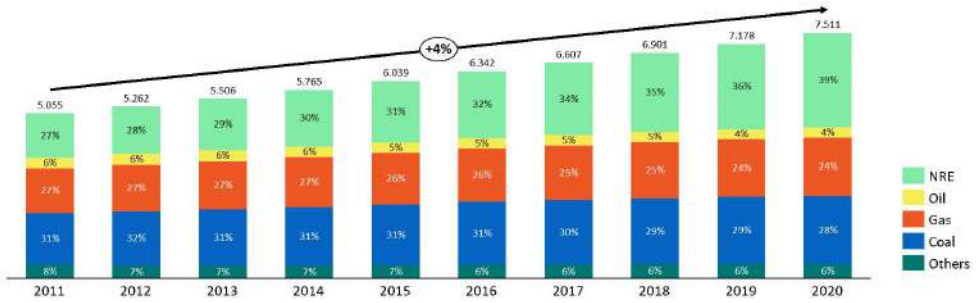
Sumber: Bloomberg NEF, BP, IEA (2021)

**Gambar III.32 Outlook Porsi EBT dalam Pembangkitan Listrik**

Skenario hijau atau *net zero* diperlukan agar dunia dapat mencapai target pembatasan peningkatan suhu sebesar 1,5 derajat celsius. Baik Bloomberg NEF, BP, maupun IEA memandang bahwa untuk mencapai skenario hijau atau *net zero* pada tahun 2050 diperlukan porsi pembangkitan listrik yang bersumber dari EBT dengan porsi di atas 95% pada tahun 2050. Angka tersebut di luar sumber fosil yang diturunkan emisinya menggunakan CCS/CCUS. Tren *outlook* untuk skenario ini masih menghadapi berbagai tantangan untuk dapat dicapai. Beberapa di antaranya adalah perkembangan ekosistem kelistrikan, termasuk teknologi penyimpanan energi, insentif untuk EBT, dan ketersediaan bahan baku penopang teknologi EBT yang terjangkau. Transisi energi global yang terjadi saat ini telah membuat...

...pengembangan energi ke arah penggunaan energi bersih, khususnya pemanfaatan energi bayu dan surya, untuk ketenagalistrikan. Selama periode 2010-2020, pertumbuhan EBT sangat signifikan, dengan rata-rata pertumbuhan 8% per tahun di seluruh dunia, dengan total kapasitas terpasang EBT dunia hanya 1.253 GW pada tahun 2010 telah tumbuh dengan pesat menjadi 2.892 GW pada tahun 2020. Rata-rata pertumbuhan tertinggi untuk EBT berasal dari pengembangan solar PV, yakni 30% per tahun, yang didorong oleh makin ekonomisnya harga panel solar di dunia. Disusul oleh pengembangan energi bayu, yang juga berkembang cukup pesat, dengan rata-rata pertumbuhan 13% per tahun, kemudian diikuti oleh bioenergi 6% per tahun, geotermal 3% per tahun, dan hidro 2% per tahun.

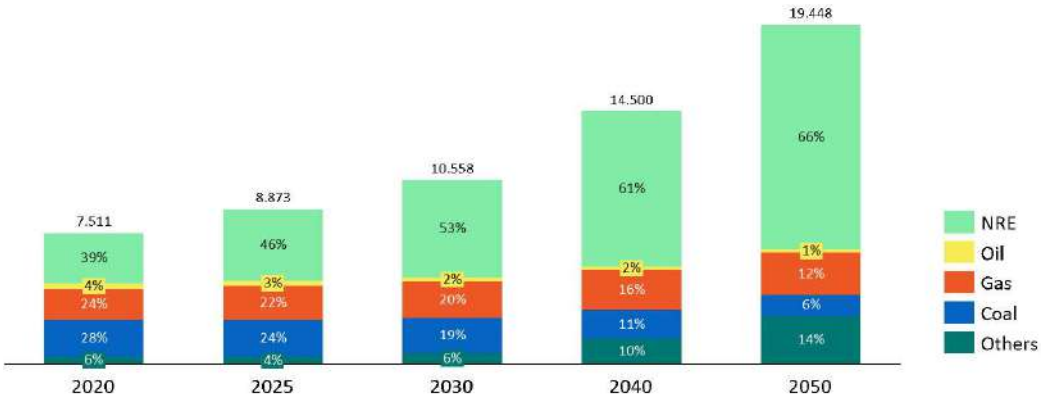




Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.33 Kapasitas Terpasang EBT Dunia (GW)**

Dari grafik di atas terlihat bahwa persentase kapasitas terpasang untuk EBT dari tahun ke tahun semakin meningkat, dari 27% dari total kapasitas terpasang untuk sektor power pada tahun 2010 menjadi 39% pada tahun 2020. Peningkatan tersebut didorong oleh beberapa faktor, antara lain komitmen global dalam penggunaan energi yang ramah lingkungan, berkembangnya teknologi EBT itu sendiri yang menyebabkan proyek menjadi semakin ekonomis, dan terbatasnya jumlah sumber energi fosil dunia.



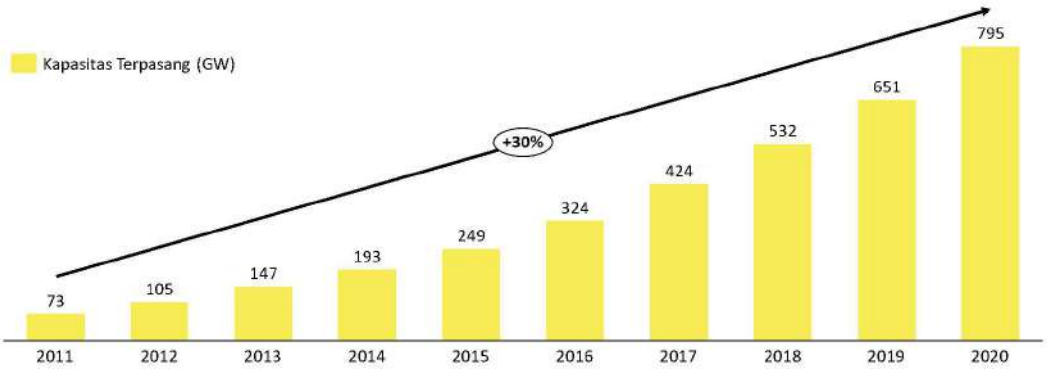
Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar III.34 Proyeksi Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Global**

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa kapasitas terpasang global akan tumbuh rata-rata 3% per tahun dengan pertumbuhan terbesar akan digerakkan oleh pertumbuhan EBT, di mana EBT akan mencapai > 60% kapasitas terpasang listrik global pada tahun 2050. Hal ini sejalan dengan target global yang akan mereduksi secara signifikan penggunaan energi fosil dan mendiversifikasinya ke energi bersih sesuai dengan Piagam Paris 2015 dan COP 2021 yang telah dilaksanakan.

### i. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

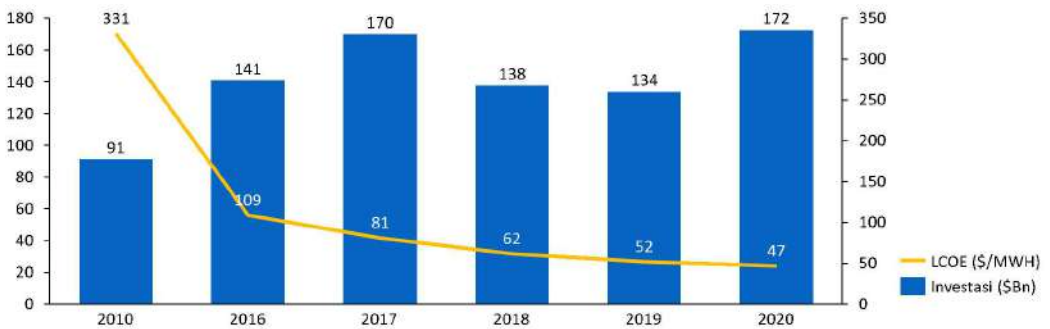
Selama periode 2011-2020 pertumbuhan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) global mencatatkan pertumbuhan lebih dari 30% per tahun dan telah mencapai 795 GW kapasitas terpasang pada tahun 2020 di seluruh dunia.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.35 Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Global**

Realisasi kapasitas terpasang PLTS didominasi oleh China dan Eropa. Rata-rata porsi kapasitas terpasang PLTS periode tersebut adalah China 33%, Amerika Serikat 13%, Eropa 26%, India 6%, dan negara-negara lainnya 22%.

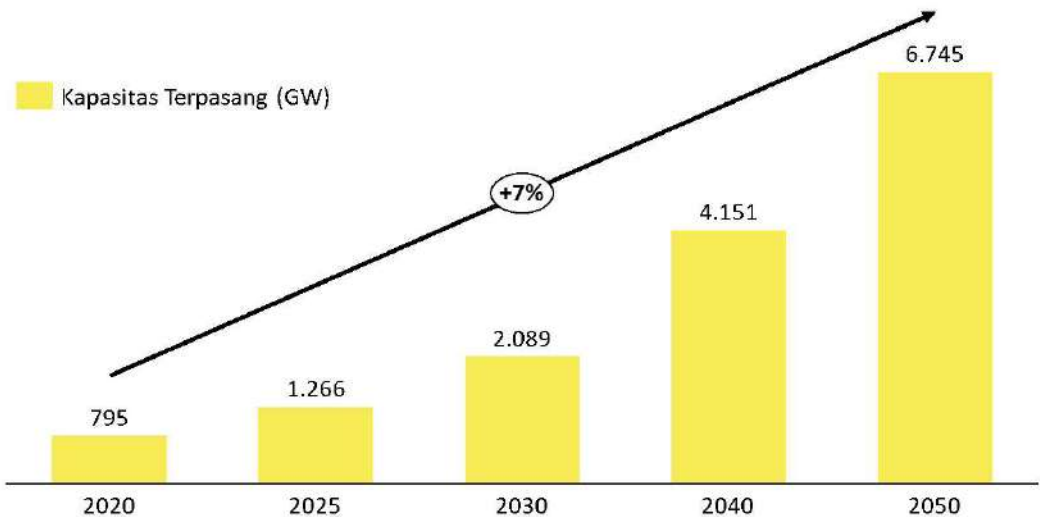


Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.36 Realisasi Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Global (Miliar Dollar AS) dan LCOE (Dollar AS/MWH)**

Pada grafik di atas terlihat bahwa terjadi tren peningkatan investasi dari PLTS yang cukup masif, yakni pada tahun 2010 investasi pemasangan PLTS global adalah 91 miliar dollar AS dan meningkat menjadi hampir dua kali lipat pada tahun 2020 menjadi 172 miliar dollar AS. Peningkatan tren investasi tersebut didorong kuat oleh penurunan rata-rata LCOE dari tenaga surya, di mana pada tahun 2010 realisasi LCOE masih di angka 331 dollar AS/MWH, turun sangat signifikan menjadi 47 dollar AS/MWH pada tahun 2020. Penurunan LCOE tersebut didorong oleh perkembangan teknologi energi baru dan terbarukan yang sangat masif dan mampu meningkatkan keekonomian proyek PLTS global. Di samping itu, peningkatan investasi PLTS dunia juga...

...didorong oleh komitmen dari negara-negara di dunia dalam pemanfaatan energi baru dan terbarukan menggantikan energi fosil demi menjaga kelestarian lingkungan. Hal lain yang menyebabkan pengembangan PLTS yang cukup masif ialah terbatasnya sumber energi fosil dunia yang diproyeksikan akan habis pada masa mendatang. Hal itu mendorong negara-negara di dunia berlomba-lomba mengembangkan potensi energi baru dan terbarukan domestik masing-masing. Energi matahari juga merupakan salah satu sumber energi yang melimpah di banyak negara, apalagi dengan teknologi solar *rooftop* yang semakin berkembang, diproyeksikan penggunaan energi matahari akan semakin masif di masa depan.



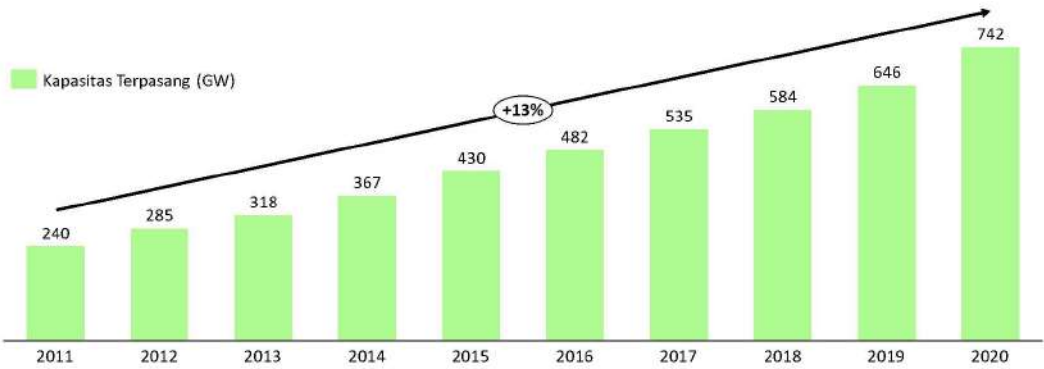
Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar III.37 Proyeksi Kapasitas Terpasang PLTS Global**

Hasil proyeksi menunjukkan bahwa kapasitas terpasang PLTS global akan tumbuh rata-rata 7% per tahun. Kenaikan kapasitas terpasang tenaga surya global akan di-*drive* oleh teknologi yang semakin baik, yang menyebabkan penurunan LCOE-nya dan juga di-*drive* oleh kesadaran negara-negara di dunia untuk menggunakan listrik dari sumber energi bersih. Energi surya diproyeksikan akan menjadi sumber energi terbesar pada tahun 2050.

## ii. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

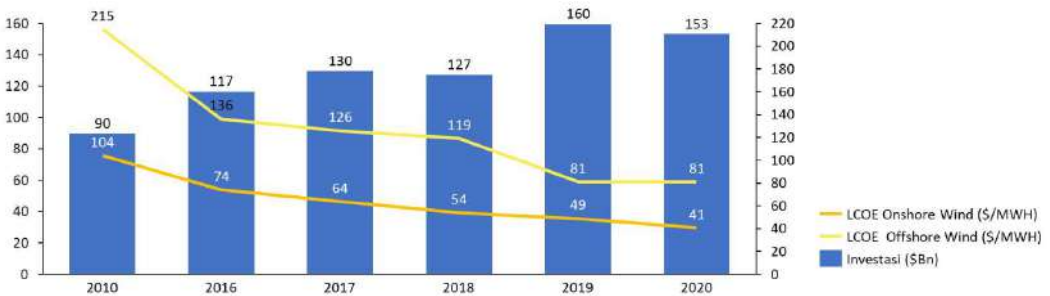
Selama periode 2011-2020 pertumbuhan pembangkit listrik tenaga bayu (PLTB) global mencatatkan pertumbuhan lebih dari 13% per tahun dan telah mencapai 742 GW kapasitas terpasang pada tahun 2020 di seluruh dunia. Realisasi kapasitas terpasang PLTB didominasi oleh China, Eropa, dan Amerika Serikat.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.38 Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)**

Peningkatan kapasitas terpasang PLTB didorong oleh pengembangan yang masif untuk area *onshore*, dengan kapasitas terpasang pada tahun 2010 sebesar 192 GW dan naik lebih dari tiga kali lipat menjadi sekitar 700 GW pada tahun 2020. Hal yang sama terjadi untuk area *offshore*, yang mengalami peningkatan cukup signifikan. Jika pada tahun 2010 kapasitas terpasang hanya sebesar 3 GW, pada tahun 2020 menjadi sekitar 40 GW.

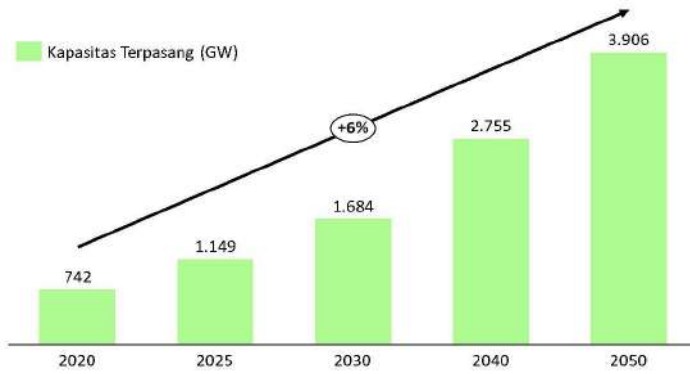


Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.39 Realisasi Investasi Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Global (Miliar Dollar AS) dan LCOE (Dollar AS/MWH)**

Pada grafik di atas terlihat bahwa terjadi tren peningkatan investasi dari PLTB yang cukup masif. Jika pada tahun 2010 investasi pemasangan PLTB global adalah 90 miliar dollar AS, pada tahun 2020 meningkat hampir dua kali lipat menjadi 153 miliar dollar AS. Peningkatan tren investasi tersebut didorong kuat oleh penurunan rata-rata LCOE dari tenaga bayu, khususnya untuk *onshore wind*, yang realisasi LCOE-nya pada tahun 2010 masih di angka 104 dollar AS/MWH, turun sangat signifikan menjadi 41 dollar AS/MWH pada tahun 2020.

Penurunan rata-rata LCOE dari *offshore wind* juga tercatat sangat fantastis. Jika LCOE untuk *offshore wind* pada tahun 2010 tercatat pada angka 215 dollar AS/MWH, pada tahun 2020 turun sangat signifikan menjadi 81 dollar AS/MWH. Penurunan LCOE tersebut didorong oleh perkembangan teknologi EBT yang sangat masif dan mampu meningkatkan keekonomian proyek PLTB global, baik pada *onshore wind* maupun *offshore wind*.



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar III.40 Proyeksi Kapasitas Terpasang PLTP Global**

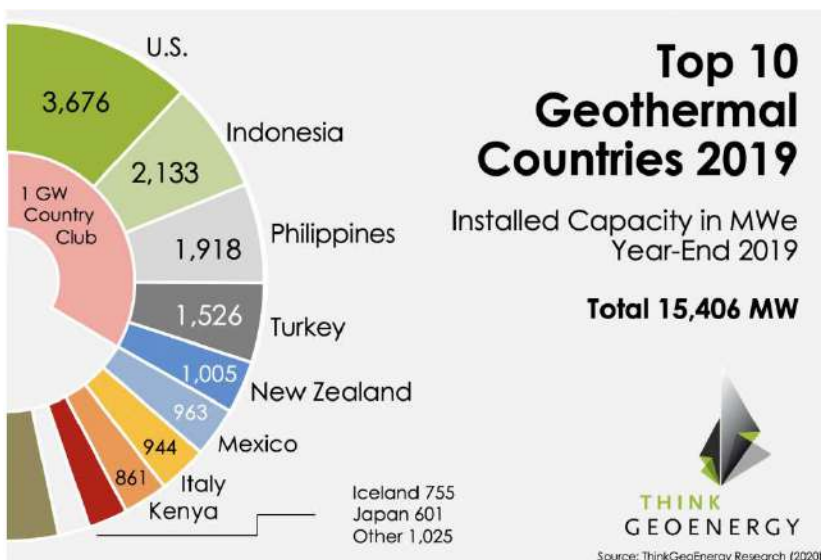
Hasil proyeksi menunjukkan bahwa kapasitas terpasang global PLTB akan tumbuh rata-rata 6% per tahun. Kenaikan kapasitas terpasang tenaga bayu global akan di-*drive* oleh teknologi yang semakin baik, yang menyebabkan penurunan LCOE-nya dan juga di-*drive* oleh kesadaran negara-negara di dunia untuk menggunakan listrik dari sumber energi bersih.





### iii. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Energi panas bumi adalah sumber energi yang relatif ramah lingkungan karena berasal dari panas dalam bumi. Air yang dipompa ke dalam bumi oleh manusia atau sebab-sebab alami (hujan) dikumpulkan ke permukaan bumi dalam bentuk uap, yang bisa digunakan untuk menggerakkan turbin-turbin untuk memproduksi listrik. Biaya eksplorasi dan juga biaya modal PLTP lebih tinggi dibandingkan dengan pembangkit-pembangkit listrik lain yang menggunakan bahan bakar fosil. Namun, setelah beroperasi, biaya produksinya rendah dibandingkan dengan pembangkit-pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Di samping menghasilkan listrik, energi panas bumi juga bisa digunakan untuk pompa pemanas, alat mandi, pemanas ruangan, rumah kaca untuk tanaman, dan proses-proses industri. Energi panas bumi diyakini menjadi penting karena potensinya yang cukup melimpah dan sudah terbukti dapat diandalkan sebagai base-load, selain keuntungan dari sifat energi bersih dan terbarukan.



Sumber: Think Geo Energy Research (2020)

Gambar III.41 Top 10 Geothermal Countries 2019

PLTP pertama kali dibangun pada tahun 1904 di Larderello, Tuscany, Italia. Kapasitas terpasang PLTP di seluruh dunia diperkirakan akan meningkat dalam lima tahun ke depan. Salah satu faktor yang berpengaruh dalam peningkatan energi ini adalah karena sejumlah perusahaan energi konvensional mulai melakukan diversifikasi ke pasar energi alternatif. Kapasitas terpasang PLTP global diprediksi akan meningkat dari 16 GW pada akhir 2020 menjadi 24 GW pada 2025 sebagaimana dilansir dari Oil Price. Perusahaan analis energi, Rystad Energy, memprediksi bahwa PLTP akan membuka keran investasi senilai 25 miliar dollar AS atau Rp 367 triliun dalam lima tahun ke depan. Dari 2010 hingga 2020, total 40 miliar dollar AS (Rp 588 triliun) telah diinvestasikan dalam pengembangan energi panas bumi terbaru.

Hingga saat ini, cukup banyak negara di dunia yang memiliki potensi geotermal dan mengembangkan PLTP. *Think Geoenergy* melaporkan, total kapasitas terpasang PLTP di seluruh dunia hingga 2020 telah mencapai 15.406 MW. Karena adanya pandemi Covid-19, proyeksi pertumbuhan PLTP yang seharusnya meningkat cukup tinggi kini menjadi melambat. Sejumlah proyek telah tertunda karena gangguan pada rantai pasok global untuk penyediaan teknologi dan material sebagaimana dilaporkan oleh IEA.

Selain terganggunya rantai pasok global, penundaan keputusan strategis, termasuk untuk pembiayaan, juga terjadi karena krisis Covid-19. Oleh karena itu, beberapa proyek kecil dan menengah yang semula dijadwalkan bisa beroperasi pada 2020 menjadi molor hingga 2021. Meski demikian, negara-negara yang memiliki potensi energi panas bumi masih menaruh minat terhadap pengembangan PLTP. Kapasitas terpasang PLTP di seluruh dunia secara kumulatif diprediksi akan meningkat sekitar 7 persen atau 16.500 MW pada 2022. Di tengah prediksi peningkatan kapasitas terpasang PLTP yang cukup optimistis tersebut, beberapa negara memang memprioritaskan...

...pengembangan PLTP. Beberapa negara tersebut antara lain:

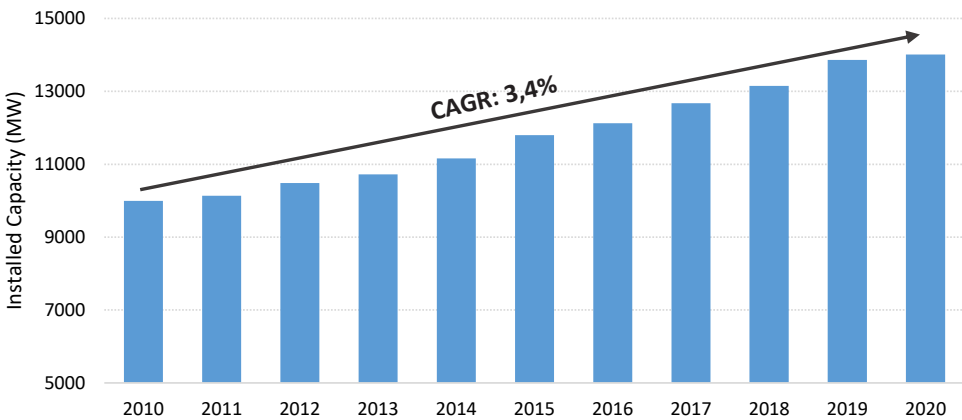
- **Amerika Serikat** memiliki kapasitas terpasang PLTP sebesar 3.676 MW, menjadi negara yang memiliki kapasitas terpasang terbanyak di dunia. AS bakal menambah kapasitas terpasang PLTP lagi sebesar 1.200 MW untuk beberapa tahun ke depan.
- **Indonesia** menempati peringkat kedua sebagai negara yang memiliki kapasitas terpasang PLTP terbesar di dunia. Kapasitas terpasang PLTP di Indonesia mencapai 2.133 MW (2020). Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi panas bumi yang cukup tinggi. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) mencatat potensi panas bumi di Indonesia termasuk yang terbesar di dunia dengan potensi sumber sebesar 29.544 MW ekuivalen. *Think Geoenergy* juga melaporkan bahwa Indonesia berencana menambah kapasitas terpasang PLTP sebesar 3.708 MW. Jika jumlah tersebut tercapai, Indonesia akan melampaui AS sebagai negara yang memiliki kapasitas terpasang PLTP terbanyak di dunia.
- **Filipina** memiliki kapasitas terpasang, dilaporkan *Think Geoenergy*, sebesar 1.868 MW dan menjadikan negara ini sebagai negara ketiga di dunia yang memiliki kapasitas terpasang PLTP. Potensi energi panas bumi di Filipina memang cukup besar karena negara tersebut dilewati Cincin Api Pasifik. Negara tersebut diproyeksikan akan menambah kapasitas terpasang PLTP-nya sebesar 1.371 MW.
- **Turki** memiliki kapasitas terpasang PLTP sebesar 1.526 MW dan akan menambahnya sebesar 706 MW.
- **Selandia Baru** memiliki kapasitas terpasang PLTP sebesar 1.005 MW. Negara ini juga diproyeksikan akan menambah kapasitas terpasang PLTP-nya sebesar 206 MW.

### Harga Listrik Panas Bumi

Pengembangan panas bumi secara global menghadapi tantangan berupa masih mahal-nya harga listrik dari pembangkit panas bumi dan investasi. Laporan IRENA pada Juni 2021 menunjukkan *levelized cost of energy* (LCOE) atau ongkos energi EBT turun drastis, kecuali panas bumi. Dalam jangka waktu 2010-2020, LCOE *solar* (matahari) turun 85%, bayu turun 56,2%, tetapi LCOE panas bumi justru naik. Menurut IEA, terdapat dua faktor yang menyebabkan harga listrik dari panas bumi lebih tinggi dari pembangkit EBT lainnya. Pertama, karena tidak semua negara punya sumber energi panas bumi. Kedua, dalam kurun waktu 2010-2020 penambahan kapasitas panas bumi hanya sedikit dibandingkan dengan EBT lainnya.

Dalam kurun 2010-2020 listrik tenaga surya dan bayu naik masif, tapi tidak ada pembangu- nan panas bumi yang masif. Dengan demiki- an, perlu dilakukan terobosan inovasi dan teknologi baru untuk menurunkan LCOE panas bumi.

Dalam kurun waktu 2010-2020 di seluruh dunia kapasitas pembangkit matahari naik dari 40.000 MW pada 2010 menjadi 707.000 MW pada 2020, atau ada penambahan 667.000 MW dalam 10 tahun. Pembangkit listrik tena- ga bayu dari kapasitas terpasang 178.000 MW pada 2010 naik menjadi 698.000 MW pada 2020 atau ada kenaikan sekitar 521.000 MW dalam 10 tahun terakhir ini. Sementara kapasi- tas panas bumi hanya naik dari 990 MW pada tahun 2010 menjadi 14.000 MW atau hanya 4.000 MW pada tahun 2020.



Sumber: IRENA (2021)

**Gambar III.42 Kapasitas Terpasang Panas Bumi Global 2010-2020**



Pembangkit listrik dari sumber panas bumi meningkat sekitar 2% tahun-ke-tahun pada tahun 2020, turun di bawah rata-rata pertumbuhan lima tahun sebelumnya. Penambahan kapasitas panas bumi rata-rata 500 MW per tahun dalam lima tahun terakhir, dengan Turki, Indonesia, dan Kenya berkontribusi terhadap sebagian besar pertumbuhan ini. Negara-negara ini diperkirakan akan terus memimpin karena memiliki ketersediaan sumber daya yang melimpah dan belum dimanfaatkan. Meski demikian, teknologi panas bumi masih belum berada di jalur yang tepat untuk mencapai peningkatan pembangkitan netral karbon sebesar 13% per tahun yang diperlukan selama tahun 2021-2030, atau sama dengan kurang lebih 3,6 GW penambahan kapasitas rata-rata tahunan. Kebijakan untuk mengurangi biaya dan mengatasi tantangan yang terkait dengan risiko prapembangunan diperlukan untuk memperbesar penyebaran sumber daya panas bumi untuk pembangkit listrik.

### Investasi Panas Bumi Global

Rencana Pengembangan Panas Bumi Global (*Global Geothermal Development Plan/GGDP*) diluncurkan melalui Program Asistensi Manajemen Sektor Energi (ESMAP) pada tahun 2013 dengan rencana ambisius untuk meningkatkan penggunaan tenaga panas bumi dengan berfokus pada kendala utama: biaya dan risiko pengeboran eksplorasi. Dengan meningkatkan pembiayaan konsesional, menciptakan pengetahuan dan memberikan bantuan teknis untuk mengatasi hambatan ini, GGDP melanjutkan eksplorasi dan pengembangan panas bumi di seluruh dunia yang hingga saat ini telah menghasilkan kapasitas tenaga panas bumi 241 MW, yang mulai beroperasi di Turki dengan 600 MW lebih lanjut dalam pipa di Indonesia.

Memvalidasi keberadaan sumber daya panas bumi yang layak secara komersial melalui pengeboran membutuhkan sekitar 15 persen dari total biaya investasi yang harus...

...dikeluarkan di muka, tanpa kepastian pengembalian. Utang komersial sering kali tidak tersedia untuk membiayai langkah ini dan biasanya diperlukan waktu lebih dari dua tahun untuk pengeboran eksplorasi untuk memberikan kepercayaan kepada investor untuk melanjutkan pengembangan lapangan panas bumi (yaitu melalui pengeboran kapasitas) dan pembangunan pembangkit listrik. Biaya dan risiko "hulu" ini diidentifikasi sebagai penghalang utama pengembangan panas bumi dan membutuhkan ketergantungan yang besar dari panas bumi terhadap dana publik untuk investasi hulu panas bumi.

- Mengidentifikasi dan mengembangkan prospek panas bumi yang siap untuk investasi ke dalam validasi sumber daya dan pengeboran eksplorasi. Hal ini dicapai dengan i) menyiapkan rencana investasi dan pedoman operasi yang memaksimalkan potensi keuntungan dan meminimalkan risiko portofolio secara keseluruhan; ii) menentukan persyaratan pendanaan dengan mempertimbangkan berbagai macam keadaan khusus dan memberikan dukungan dan instrumen yang cukup fleksibel untuk memungkinkan penyesuaian dengan negara atau subkawasan tertentu; dan iii) mendukung persiapan proyek individu dengan memberikan hibah kepada unit regional Bank Dunia untuk persiapan proyek investasi individu. Dukungan tersebut juga mencakup bantuan teknis selama proyek berlangsung.
- Mempromosikan pembangunan konsensus tentang pendekatan mitigasi risiko, penyebaran pengetahuan, dan pembangunan kapasitas melalui meja bundar, konferensi, dan publikasi.
- Mengadvokasi dan memobilisasi keuangan konsesi tambahan dengan menyajikan laporan pengetahuan, lokakarya, dan konferensi kepada donor serta pemerintah lokal di negara-negara tersebut.

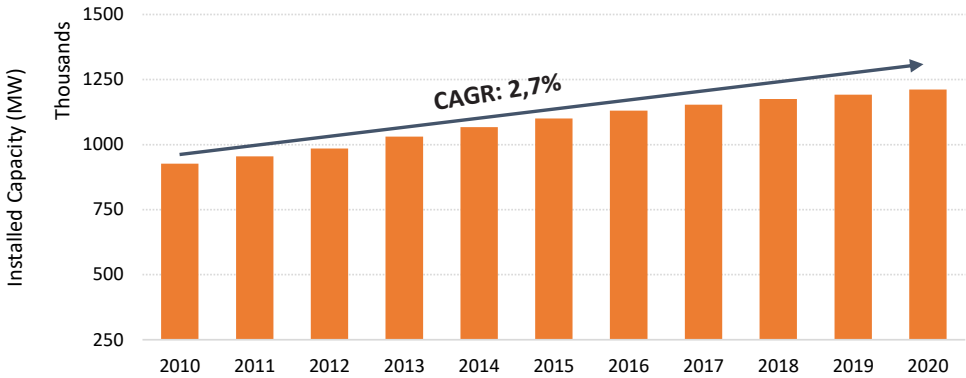
#### iv. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Tenaga air adalah energi yang berasal dari air yang mengalir. Lebih dari 2.000 tahun yang lalu, orang Yunani kuno menggunakan tenaga air untuk menggerakkan roda untuk menggiling biji-bijian; sekarang ini adalah salah satu cara yang paling hemat biaya untuk menghasilkan listrik dan sering kali merupakan metode yang disukai jika tersedia. Di Norwegia, misalnya, 99% listrik berasal dari tenaga air. Pembangkit listrik tenaga air terbesar di dunia adalah Bendungan Tiga Ngarai sebesar 22,5 GW di China. Ini menghasilkan 80 hingga 100 TWh per tahun, cukup untuk memasok 70-80 juta rumah tangga. Prinsip dasar pembangkit listrik tenaga air adalah menggunakan air untuk menggerakkan turbin. Pembangkit listrik tenaga air terdiri atas dua konfigurasi dasar: dengan bendungan dan waduk atau tanpa bendungan dan waduk. Bendungan pembangkit listrik tenaga air dengan reservoir besar dapat menyimpan air dalam waktu singkat atau lama untuk memenuhi permintaan puncak. Fasilitas juga dapat dibagi menjadi bendungan yang lebih kecil untuk tujuan yang berbeda, seperti penggunaan malam atau siang hari, penyimpanan musiman, atau pembangkit listrik *reversible* dengan pompa penyimpanan, baik untuk pemompaan maupun pembangkitan listrik. Pembangkit listrik tenaga air tanpa bendungan dan waduk berarti memproduksi dalam skala yang lebih kecil, biasanya dari fasilitas yang dirancang...

...untuk beroperasi di sungai tanpa mengganggu alirannya. Pembangkit listrik tenaga air terbarukan merupakan sumber pembangkit listrik bersih yang andal, serbaguna, berbiaya rendah, dan pengelolaan air yang bertanggung jawab. Pembangkit listrik tenaga air modern membantu mempercepat transisi energi bersih, menyediakan daya penting, penyimpanan, fleksibilitas, dan layanan mitigasi iklim. Tenaga air juga merupakan aset utama untuk membangun sistem kelistrikan yang aman, bersih, dan mencapai target nol bersih global. Ada empat jenis utama pembangkit listrik tenaga air: *run-of-river*, *storage*, *pumped storage*, dan *offshore hydropower*. Hanya sebagian kecil bendungan di dunia yang dibangun untuk pembangkit listrik tenaga air, dengan mayoritas digunakan untuk irigasi, suplai air, pengendalian banjir, dan keperluan lainnya.

Banyak bendungan pembangkit listrik tenaga air digunakan untuk berbagai tujuan di luar pembangkit listrik, menyediakan infrastruktur untuk memasok air bersih untuk rumah, industri, dan pertanian, serta layanan rekreasi dan transportasi. Proyek pembangkit listrik tenaga air dapat digunakan untuk mengatur dan menyimpan air untuk mengurangi dampak peristiwa cuaca ekstrem, seperti banjir dan kekeringan, yang meningkat akibat perubahan iklim.

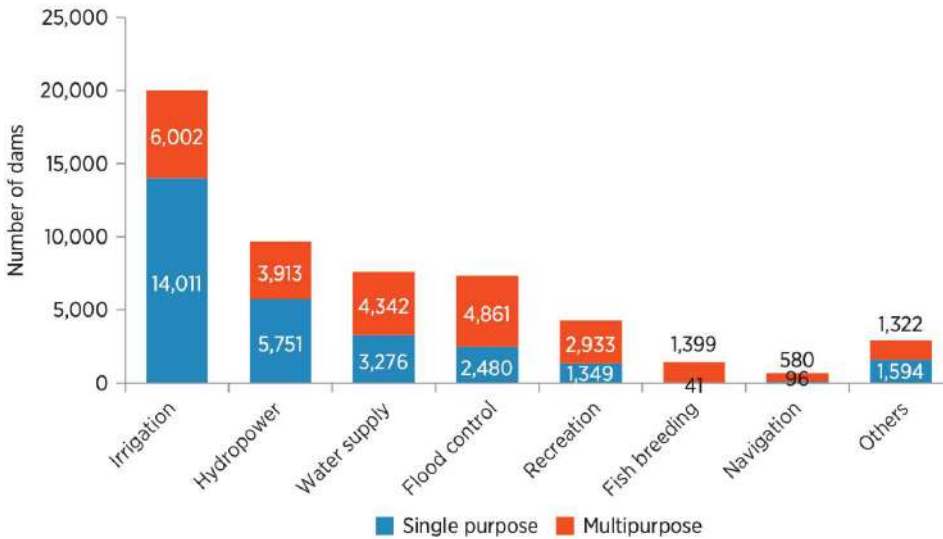




Sumber: IRENA (2021)

**Gambar III.43 Kapasitas Terpasang PLTA Global 2010-2020**

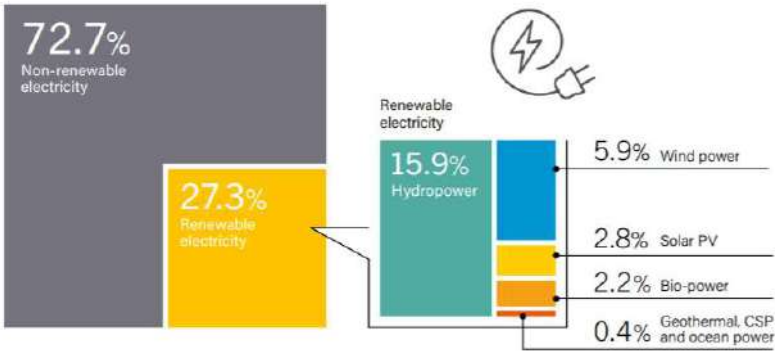
Sekitar 60 persen dari seluruh listrik terbarukan dihasilkan oleh tenaga air. Sektor ini menghasilkan sekitar 16 persen dari total pembangkit listrik dari semua sumber yang ada.



Sumber: World Bank/International Commission on Large Dams (2020)

**Gambar III.44 Jumlah Bendungan Global per Jenis Fungsi**

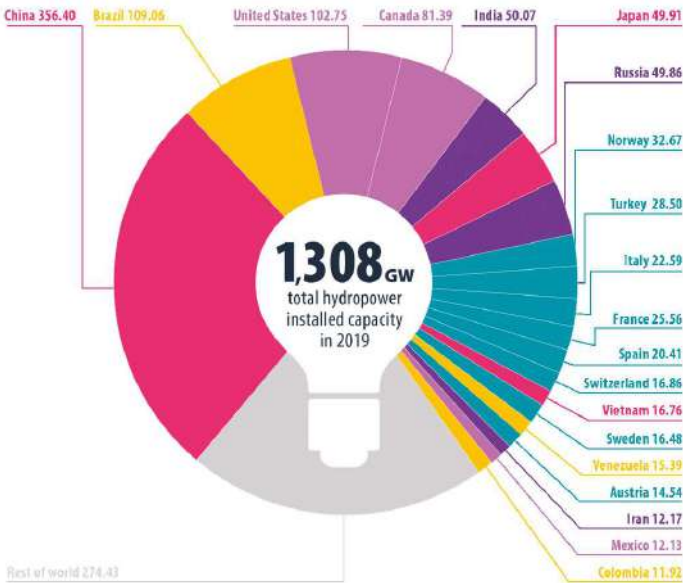
Dalam Laporan Pasar Khusus Tenaga Air 2021, IEA melaporkan bahwa tenaga air menyumbang hampir sepertiga dari kapasitas dunia untuk pasokan listrik fleksibel dan berpotensi menyediakan lebih banyak lagi.



Sumber: IRENA (2021)

**Gambar III.45 Porsi Produksi Listrik Global per Jenis Energi**

Tidak ada negara yang hampir mencapai 100% energi terbarukan tanpa tenaga air dalam bauran energi. Kapasitas terpasang PLTA mencapai 1.330 GW pada tahun 2020 karena pembangkitan mencapai rekor 4.370 TWh. China, Brasil, Amerika Serikat, Kanada, dan India adalah produsen tenaga air terbesar berdasarkan kapasitas terpasang.



Sumber: Hydropower.org (2020)

**Gambar III.46 Kapasitas Terpasang PLTA Global 2019 per Negara**

Antara 2015 dan 2019, pertumbuhan rata-rata tahun-ke-tahun di seluruh dunia dalam kapasitas terpasang pembangkit listrik tenaga air adalah 2,1 persen. Tenaga air merupakan jenis pembangkit pelengkap ideal untuk variabel terbarukan, seperti bayu dan matahari, berkat fleksibilitas dan layanan penyimpanan energinya.

Pembangkit listrik tenaga air dapat memenuhi permintaan ketika sumber intermiten ini tidak tersedia. Pembangkit listrik tenaga air penyimpanan yang dipompa, beroperasi seperti baterai hijau yang dapat diisi ulang, menyerap energi ketika pasokan melebihi permintaan. Pembangkit listrik tenaga air adalah salah satu sumber listrik tebersih, dengan intensitas emisi gas rumah kaca yang rendah dibandingkan dengan bentuk energi lainnya. Penelitian independen menunjukkan bahwa penggunaan tenaga air sebagai pengganti bahan bakar fosil untuk pembangkit listrik telah membantu menghindari lebih dari 100 miliar ton karbon dioksida dalam 50 tahun terakhir saja, bahkan melebihi emisi yang dihindari oleh tenaga nuklir. Itu kira-kira setara dengan total jejak karbon tahunan Amerika Serikat selama 20 tahun.

Selama siklus hidup pembangkit listrik, tenaga air menawarkan beberapa emisi gas rumah kaca terendah per unit energi yang dihasilkan, serta berbagai manfaat lingkungan. (Laporan Pasar Khusus Tenaga Air IEA 2021)

### Proyeksi Masa Depan

Menurut IRENA, kapasitas pembangkit listrik tenaga air dunia yang ada perlu tumbuh sekitar 60 persen pada tahun 2050 untuk mencapai 2.150 GW untuk membantu membatasi kenaikan suhu global hingga di bawah 2 derajat celsius.

IEA telah melaporkan bahwa 1.300 GW kapasitas tenaga air tambahan diperlukan untuk menjaga kenaikan suhu dalam target 1,5 derajat celsius. Pertumbuhan tersebut akan membantu menghasilkan sekitar 600.000 pekerjaan terampil selama dekade mendatang dan akan membutuhkan investasi diperkirakan sebesar 1,7 triliun dollar AS. Investasi global dalam pembangkit listrik tenaga air mencapai 50 miliar dollar AS pada 2019 menurut IEA, jauh dari perkiraan 100 miliar dollar AS per tahun yang dibutuhkan untuk membantu memenuhi skenario pembangunan berkelanjutan organisasi. Tenaga air menyediakan listrik dengan biaya sangat rendah selama masa pakainya yang lama meskipun biaya konstruksi di muka relatif tinggi. Biaya rata-rata tertimbang global listrik dari proyek pembangkit listrik tenaga air pada tahun 2018 adalah 0,047 dollar AS per kWh, menjadikannya sumber listrik dengan biaya terendah di banyak pasar (IRENA). Tenaga air memberikan peluang untuk menghasilkan pendapatan yang signifikan dari ekspor ke negara-negara tetangga. Selain itu, industri tenaga air secara langsung mempekerjakan sekitar 2 juta orang di seluruh dunia, dan lebih banyak lagi di rantai pasok yang terhubung (IRENA). Proyek pembangkit listrik tenaga air dari semua ukuran dapat menghasilkan manfaat bersih bagi masyarakat dan lingkungan asalkan memiliki kesesuaian strategis di daerah aliran sungai dan dikembangkan serta dioperasikan secara bertanggung jawab.

### Kelebihan dan Kekurangan Hydropower

*Hydropower* bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik yang bisa digunakan baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Bagi negara yang memiliki sumber daya berupa aliran sungai seperti Indonesia, *hydropower* memberikan berbagai keuntungan lebih.

- **Lebih hemat.** Karena gratis, *hydropower* dapat menekan harga produksi sehingga biaya listrik pun bisa menjadi lebih murah.
  - **Lebih bersih.** *Hydropower* bisa menjadi pilihan sumber energi alternatif karena, tidak seperti fosil, *hydropower* tidak menghasilkan polusi berupa karbon dioksida sebagai efek samping dari energi yang dihasilkan. Seperti kita ketahui, karbon dioksida dapat menyebabkan efek rumah kaca yang mengakibatkan pemanasan global. Oleh karena itu, *hydropower* dianggap lebih bersih dan ramah lingkungan.
  - **Terbarukan.** Penggunaan tenaga air sebagai pembangkit listrik tidak menghabiskan air, tetapi hanya memanfaatkan gerakan atau aliran air. Hal ini berbeda dengan tenaga listrik bersumber fosil, seperti minyak, gas, dan batubara, yang menghabiskan bahan-bahan tersebut sehingga lama-lama cadangan di bumi terus berkurang dan bisa habis.
- Namun, *hydropower* juga memiliki kekurangan tersendiri.
- **Merusak ekosistem air.** Meski *hydropower* dianggap lebih bersih dan bebas polusi, pemanfaatan *hydropower* bukannya tidak berdampak sama sekali terhadap lingkungan. Kekurangan ini terutama berkaitan dengan kondisi ekosistem air yang bisa rusak dan bisa mengganggu kehidupan ikan dan makhluk lain di dalamnya.
  - **Bergantung pada debit air.** Besarnya aliran air berkorelasi langsung dengan besarnya energi yang dihasilkan. Semakin kecil debit air, semakin kecil air yang bisa ditampung di bendungan sehingga energi yang dihasilkan juga semakin kecil.
  - **Gangguan fluktuasi alami debit sungai.** Dalam memanfaatkan *hydropower* sebagai pembangkit listrik, biasanya air dari aliran sungai akan ditampung terlebih dahulu, kemudian dilepaskan untuk menggerakkan turbin. Pola operasi tersebut umumnya disebut peaker atau penyuplai pada saat beban kebutuhan listrik mencapai puncak. Dampak gerakan air buatan ini akan berpengaruh terhadap pergerakan alami sungai yang bisa menyebabkan berbagai perubahan pada kondisi sungai, seperti pendangkalan.
  - **Risiko kegagalan.** Karena *hydropower* memanfaatkan bendungan untuk menampung air, hal ini mengandung risiko kegagalan tersendiri. Misalnya akibat dari konstruksi yang buruk atau akibat bencana alam seperti gempa bumi, bendungan bisa mengalami kerusakan. Apabila hal ini sampai terjadi, air yang tertampung akan tumpah membanjiri permukiman di sekitarnya.

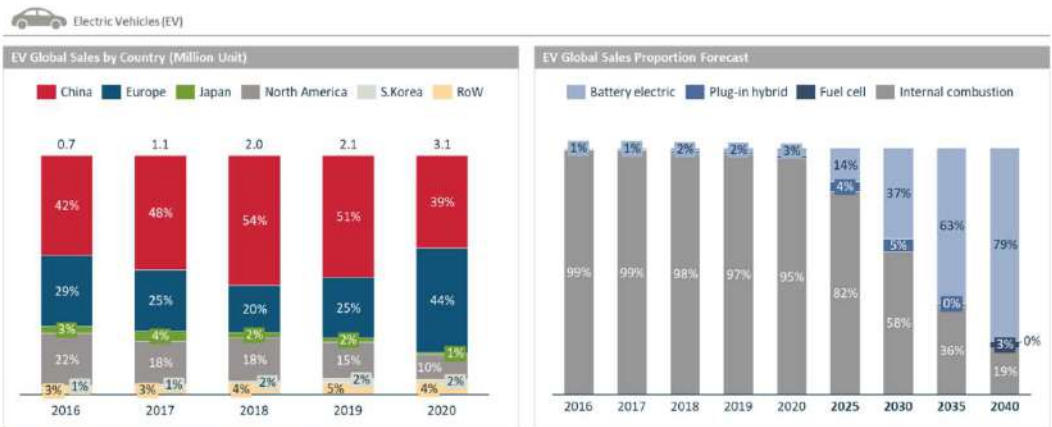


### III.4. Kendaraan Listrik

Saat ini tren elektrifikasi sedang mengalami percepatan di banyak negara di dunia. Tren elektrifikasi di sektor transportasi menjadi salah satu topik hangat yang menjadi perhatian hampir semua perusahaan minyak dan gas dan energi global. Hal ini dapat dipahami mengingat percepatan tren elektrifikasi di sektor transportasi dapat menjadi disrupsi yang cukup signifikan bagi perusahaan-perusahaan minyak dan gas, perusahaan energi, serta perusahaan otomotif global.

Populasi kendaraan listrik global sendiri sudah mengalami pertumbuhan yang cukup signifikan sejak beberapa tahun terakhir, dan diprediksi akan tetap tumbuh signifikan.

Mengutip data statistik dan proyeksi dari Bloomberg NEF, pada Gambar III.47 dapat dilihat bahwa pertumbuhan penjualan kendaraan listrik roda dua dan roda empat sudah mengalami lonjakan yang cukup signifikan sejak lima tahun terakhir. Untuk 20 tahun ke depan, pertumbuhan penjualan kendaraan listrik diprediksi menjadi semakin signifikan, dan proporsi penjualan ataupun populasi kendaraan listrik global akan semakin dominan. Hal ini khususnya didorong oleh pertumbuhan penjualan dan populasi kendaraan listrik di beberapa negara, seperti Amerika Serikat, China, dan Eropa.



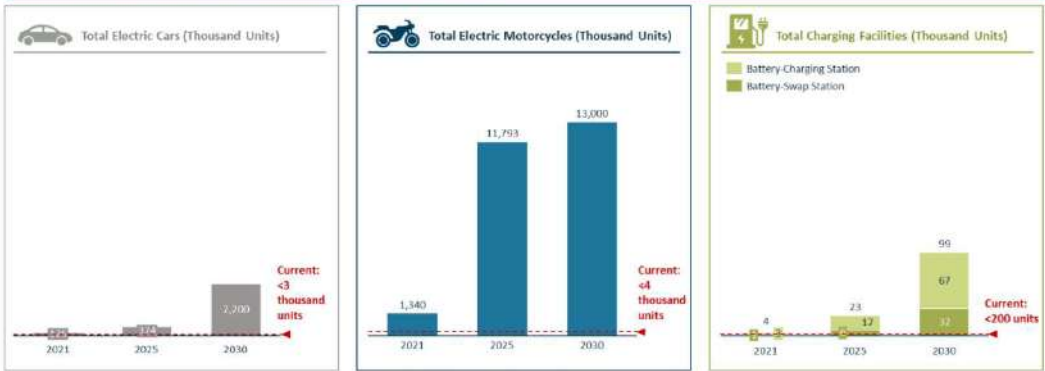
Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.47 Proyeksi Pertumbuhan Penjualan Kendaraan Listrik Global**

Senada dengan dinamika di industri global, sektor transportasi Indonesia juga sekarang sedang mengalami transisi ke arah elektrifikasi yang cukup agresif. Hal ini dapat dilihat dari optimisme proyeksi pertumbuhan penjualan kendaraan listrik di Indonesia. Pada Gambar III.48 dapat dilihat proyeksi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) terkait...

...jumlah kendaraan listrik dan motor listrik di Indonesia hingga tahun 2050. Secara garis besar, pertumbuhan kendaraan listrik diproyeksikan akan mengalami percepatan pertumbuhan selama beberapa tahun ke depan dengan proporsi kendaraan listrik yang semakin mendominasi sebelum tahun 2035.

## Roadmap of Electrification in the Indonesia Transportation Sector



Source: Energy & Mineral Resources Ministry - Government of the Republic of Indonesia & Pertamina Energy Institute Analysis, 2021

Sumber: Kementerian ESDM (2021)

Gambar III.48 Proyeksi Kendaraan Listrik di Indonesia

Meski demikian, proyeksi jangka panjang global ataupun nasional tersebut hanya dapat dicapai jika barrier dalam hal penetrasi kendaraan listrik di Indonesia dapat dibuat seminimal mungkin. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam hal ini, antara lain,...

...seberapa murah kendaraan listrik dibandingkan dengan kendaraan konvensional berbasis *internal combustion engine* (ICE), seberapa banyak infrastruktur pendukung yang tersedia, dan seberapa tinggi antusiasme masyarakat dalam memiliki kendaraan listrik.

### a. Proyeksi TCO (Total Cost of Ownership) Kendaraan Listrik Global

*Total cost of ownership* (TCO) adalah parameter yang paling relevan digunakan untuk mengukur seberapa murah kendaraan listrik karena parameter ini tidak hanya membandingkan harga pembelian kendaraan, tetapi juga mempertimbangkan biaya bahan bakar, biaya perawatan, dan harga jual kembali kendaraan setelah periode tertentu masa penggunaan. Saat ini, TCO kendaraan listrik global, secara umum, masih lebih mahal dibandingkan dengan kendaraan listrik berbasis ICE. Meski demikian, secara jangka panjang, TCO kendaraan listrik diproyeksikan akan terus melandai turun hingga 5-10 tahun ke depan. Pada Gambar III.47 dapat dilihat proyeksi dari Bloomberg NEF yang menunjukkan bahwa selama 5-10 tahun ke depan akan terdapat penurunan harga mobil listrik dan perbaikan efisiensi...

...teknologi baterai akan mendorong tercapainya paritas harga (*price parity*) antara mobil konvensional dan mobil listrik dalam 5 sampai dengan 10 tahun ke depan. Pada Gambar III.47 dapat dilihat bahwa mobil listrik jenis *sport utility vehicle* (SUV) akan mencapai paritas harga dengan mobil konvensional pada tahun 2022 di Eropa dan Amerika Serikat. Adapun untuk mobil listrik jenis *small battery electric vehicle* (BEV) akan mencapai paritas harga dengan mobil konvensional pada tahun 2024 di Eropa dan tahun 2028 di Amerika Serikat. Untuk jenis medium BEV diproyeksikan akan mencapai paritas harga pada tahun 2024, baik di Eropa maupun di Amerika Serikat. Secara nasional, TCO kendaraan listrik saat ini masih belum kompetitif dibandingkan dengan kendaraan konvensional berbasis ICE.



Pada Gambar III.48 dapat dilihat bahwa TCO mobil listrik masih relatif lebih tinggi dibandingkan dengan hampir semua segmen mobil konvensional berbasis ICE. Untuk segmen mobil listrik yang paling terjangkau saat ini pun (Hyundai IONIQ), TCO-nya masih lebih mahal dibandingkan dengan sebagian besar segmen mobil konvensional berbasis ICE di Indonesia. TCO mobil listrik saat ini masih terbebani dengan harga beli yang masih cukup mahal.

Walaupun mobil listrik memiliki potensi biaya operasional (biaya bahan bakar dan biaya pajak) dan biaya perawatan (*regular maintenance*) yang jauh lebih murah, TCO mobil listrik masih dibebani oleh biaya pembelian saat ini yang masih cukup mahal, dan harga jual kembali di pasar sekunder yang berpotensi masih kurang atraktif. Dengan demikian, tampaknya masih diperlukan banyak upaya untuk dapat membuat TCO mobil listrik di Indonesia menjadi lebih menarik.



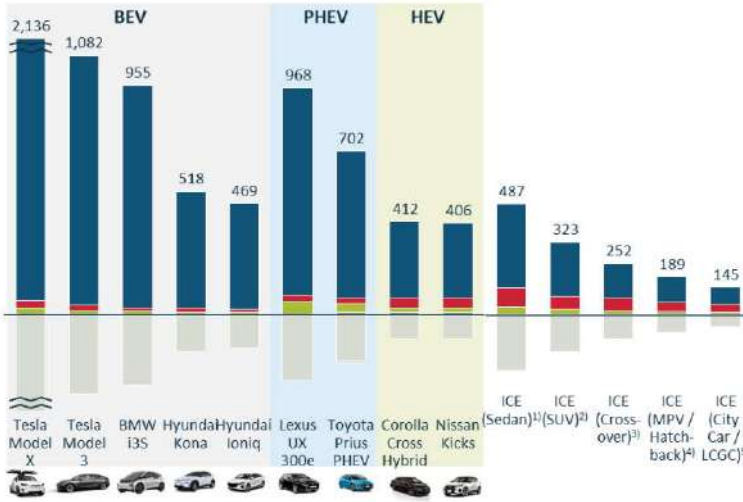
Sumber: Bloomberg NEF (2020)

Gambar III.49 Proyeksi TCO Kendaraan Listrik Global



■ Buying Price ■ Operation Cost ■ Taxes ■ Maintenance Cost ■ Sellback Price @Y5

Est. TCO for 5 Years Ownership of EV vs ICE Cars (Million IDR)



Assumptions: 5 year ownership, 80 km distance travelled per day; IDR9,000 gasoline price per liter; IDR1,400 kWh electricity price, etc.  
<sup>1)</sup>Honda Accord; <sup>2)</sup>Honda CRV; <sup>3)</sup>Honda HRV; <sup>4)</sup>Mitsubishi Expander; <sup>5)</sup>Toyota Calya;

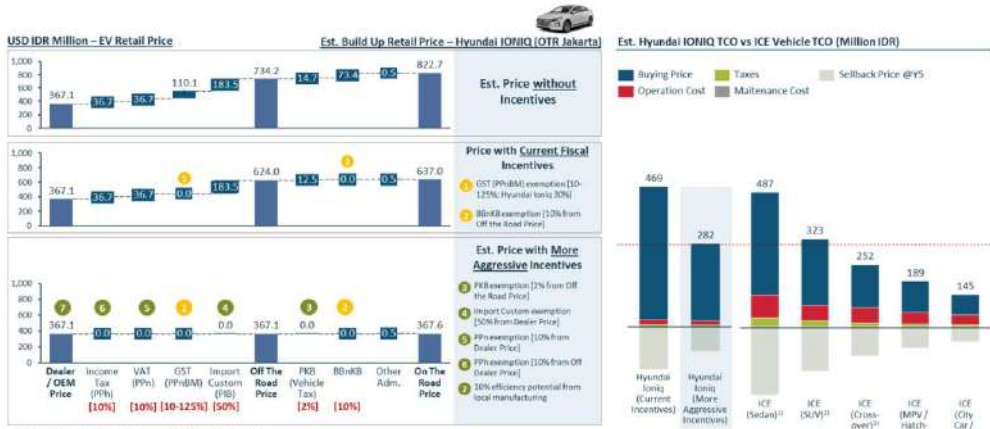
Source: Pertamina Energy Institute Analysis, 2021

Sumber: PEI Analisis (2021)

Gambar III.50 Estimasi TCO Kendaraan Listrik Nasional

Diperlukan tidak hanya insentif fiskal untuk menekan harga penjualan mobil listrik, tetapi juga insentif lain, seperti *purchase subsidy*. Pada Gambar III.50 dapat dilihat bahwa dengan struktur insentif fiskal paling agresif pun, kendaraan listrik yang paling terjangkau saat ini (Hyundai IONIQ) masih memiliki TCO yang lebih mahal dibandingkan dengan kendaraan berbasis ICE.





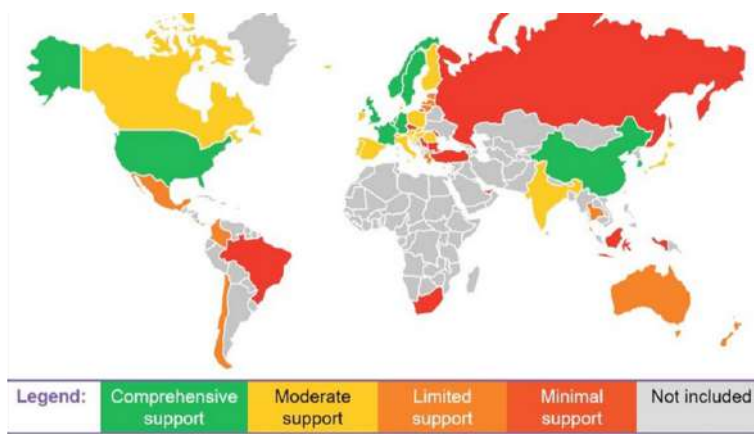
Sumber: PEI Analysis (2021)

**Gambar III.51** Estimasi TCO Mobil Listrik Nasional dengan Beberapa Skenario Insentif Fiskal

**b. Insentif dan Government-push Menjadi Kunci Utama pada Fase Awal Pertumbuhan**

Pada fase-fase awal pertumbuhan, insentif dan *government-push* menjadi kunci utama dalam mendorong pertumbuhan kendaraan listrik. Sampai saat ini, Indonesia masih menjadi salah satu negara dengan fasilitas insentif dan *government-push* (sebagai contoh, *mandate*, *deployment target*, *tax penalty*, dan lain-lain) untuk kendaraan listrik yang masih minim. Jika dibandingkan dengan negara-negara lain, seperti China, Amerika Serikat, dan Eropa, insentif yang tersedia saat ini terbatas pada insentif fiskal berupa pengurangan PPNBM dan BBNKB. Sementara negara-negara lain, seperti China, Amerika Serikat, Norwegia, Jerman, dan Perancis, memberikan insentif yang lebih agresif dalam bentuk insentif fiskal ataupun nonfiskal, serta *government-push* dalam bentuk *mandate*, *deployment target*,...

...*tax penalty*, dan lain-lain. Pada Gambar III.52 dapat dilihat bahwa Indonesia adalah salah satu negara dengan iklim kebijakan yang minimal untuk mendukung kebijakan penggunaan kendaraan listrik. Di level nasional sendiri, seperti terlihat pada Gambar III.50, struktur insentif fiskal nasional saat ini untuk kendaraan listrik masih belum terlalu agresif. Kendaraan listrik yang paling terjangkau saat ini (Hyundai IONIQ) pun masih memiliki TCO yang lebih mahal dibandingkan dengan kendaraan berbasis ICE walaupun sudah menerima insentif penghapusan PPNBM dan BBNKB. Melihat kondisi seperti ini, insentif yang lebih agresif sangat diperlukan untuk mendorong kendaraan listrik dapat lebih terjangkau untuk dibeli masyarakat.



Source: BNEF EV Policy Datasets 2021

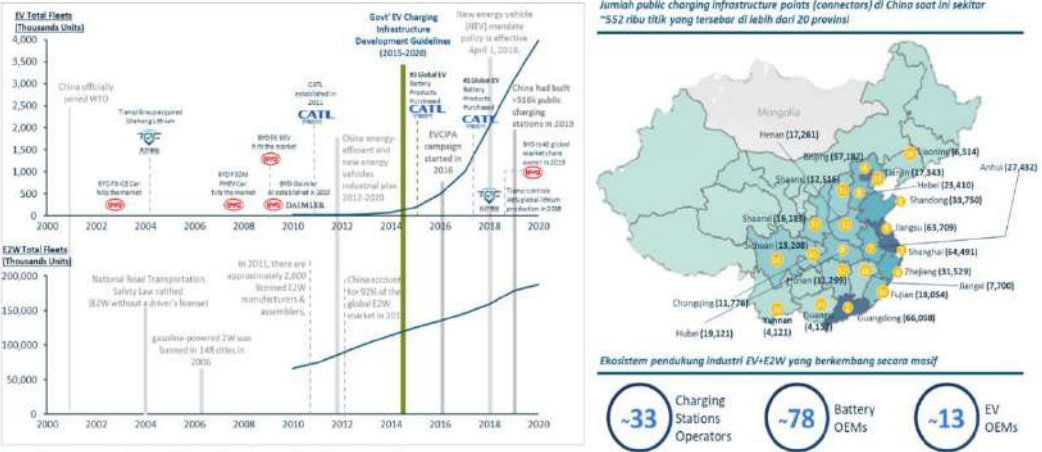
Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.52 Peta Iklim Kebijakan untuk Mendukung Penggunaan Kendaraan Listrik**

### c. Infrastruktur Pendukung Menjadi Pendorong Pertumbuhan Kendaraan Listrik

Selain insentif, infrastruktur pendukung pun diperlukan untuk dapat mendorong pertumbuhan penjualan ataupun penggunaan kendaraan listrik. China dan Amerika Serikat menjadi contoh negara yang sudah cukup sukses melakukan ekspansi perluasan fasilitas infrastruktur untuk mendukung penggunaan kendaraan listrik. Pada Gambar III.53 dapat dilihat 10 tahun terakhir China secara masif melakukan ekspansi pembangunan titik charging station di seluruh wilayah China. Selain itu, Pemerintah China juga secara aktif mendorong pertumbuhan industri kendaraan listrik, baik dari sektor hulu (pembuatan...

...battery pack dan OEM kendaraan listrik) maupun sektor hilir (fasilitas charging station dan swap station). Dengan tersedianya fasilitas pendukung ini, masyarakat akan terdorong untuk bersedia beralih ke kendaraan listrik dengan lebih masif. Indonesia sudah menargetkan pembangunan charging station di Tanah Air sebanyak 31.859 titik sebelum tahun 2030. Hal ini tentunya menjadi pendorong positif bagi perkembangan infrastruktur dan ekosistem kendaraan listrik nasional. Perluasan infrastruktur pendukung ini diharapkan dapat mendorong transisi elektrifikasi di sektor transportasi yang lebih cepat.



Sumber: Bloomberg NEF, PEI Analysis (2020)

**Gambar III.53 Perkembangan Infrastruktur Kendaraan Listrik di China Tahun 2000-2020**

**d. Menyongsong Masa Depan Kendaraan Listrik Global dan Nasional**

Pada dasarnya kendaraan listrik memegang peranan utama dalam upaya dekarbonisasi global dan nasional. Hal ini telah menjadi sorotan global sejak beberapa tahun terakhir, dan khususnya pasca-pembahasan COP26 di Glasgow, elektrifikasi sektor transportasi tentunya tetap akan menjadi salah satu sektor prioritas dalam upaya dekarbonisasi global. Meskipun demikian, perlu ada upaya...

...bersama dari pemerintah, industri, dan para pemangku kepentingan lainnya, khususnya dalam upaya membangun ekosistem kendaraan listrik yang lebih kondusif. Dengan begitu, transisi menuju kendaraan listrik dapat didukung oleh kebijakan yang membuat kendaraan listrik menjadi lebih terjangkau dan tersedia infrastruktur pendukung yang memadai.



### III.5. Battery Energy Storage (BES)

Pemanfaatan penyimpanan energi dalam bentuk baterai atau *battery energy storage* (BES) semakin mengalami peningkatan karena dua hal, yaitu peningkatan penetrasi kendaraan listrik dan pengembangan pembangkit EBT di sistem kelistrikan, yang sejalan dengan dorongan komitmen global untuk melakukan transisi energi dalam mengatasi pemanasan global. Kendaraan listrik secara umum menggunakan BES untuk menggerakkan mesin/motor kendaraan.

Berdasarkan tipenya, terdapat tiga tipe baterai untuk kendaraan listrik, yaitu *lithium-ion battery* (Li-ion), *nickel-metal hydride batteries*, dan *lead-acid batteries*.

Jenis baterai kendaraan listrik yang paling banyak digunakan adalah baterai Li-ion. Baterai ini mungkin sudah tidak asing lagi karena juga banyak digunakan pada peralatan elektronik portabel, seperti *handphone* dan laptop. Baterai li-on memiliki ketahanan yang tinggi, memiliki efisiensi energi yang tinggi, performa yang baik pada suhu tinggi, dan memiliki kepadatan energi yang besar. Baterai ini juga memiliki tingkat *self-discharge* yang rendah sehingga baterai memiliki kemampuan dalam mempertahankan kapasitas energinya.

Berikut perbandingan dari setiap jenis baterai:

Criteria	Lithium-ion	Hybrid Nickel-Metal	Lead-Acid
Mass energy density	100-180 Wh/kg	40-120 Wh/kg	30-40 Wh/kg
Cycle durability	500-15000	500-1000	500-800
Typical Cost	\$0,5-2,5/Wh	\$0,3-0,6/Wh	\$0,15-0,3/Wh
Efficiency	95-99%	65-80%	70-92%

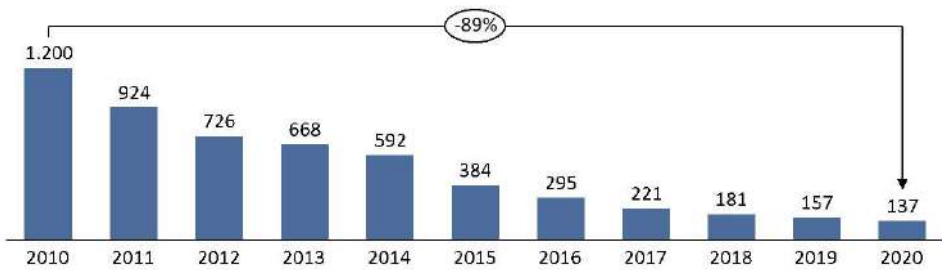
Sumber: Omazaki (2021)

**Tabel III.3 Perbandingan Tipe Baterai**

Selain itu, baterai Li-ion dapat didaur ulang, menjadikannya pilihan yang tepat bagi mereka yang tertarik dengan mobil listrik yang sadar lingkungan. Mobil BEV dan PHEV (*plug-in hybrid electric vehicle*) menggunakan baterai litium paling banyak. Hingga saat ini, kapasitas baterai pada kendaraan listrik berada pada rentang 30-200 kWh untuk kendaraan penumpang dan 200-300 kWh untuk kendaraan besar, seperti bus dan truk.

Menurut analisis Bloomberg (2021), harga *battery pack* merupakan salah satu yang memengaruhi harga kendaraan listrik. Dalam 10 tahun terakhir, harga baterai telah mengalami penurunan dari 1.200 dollar AS/kWh menjadi 137 dollar AS/kWh pada tahun 2020 atau sebesar 89% dengan *learning curve* sebesar 20%. Jika tren penurunan tersebut berlanjut, harga baterai pada tahun 2021 akan mencapai 125 dollar AS/kWh. Secara keseluruhan, sekitar 40% dari biaya pembuatan baterai terkait dengan komoditas yang harganya...

...mengalami peningkatan selama setahun terakhir. Dengan demikian, penurunan harga baterai berpotensi akan melambat, terhenti, atau bahkan mengalami kenaikan. Jika demikian, produsen mobil tidak akan dapat membuat *margin* yang sama pada kendaraan listrik seperti yang mereka lakukan pada kendaraan bensin, dan ini dapat menyebabkan penurunan penjualan kendaraan listrik. Untuk sistem energi, hal ini berpotensi akan menyebabkan perlambatan transisi energi.



Sumber: Bloomberg (2021)

Gambar III.54 Tren Harga *Battery Pack* 2010-2020

Di samping itu, pemanfaatan BES saat ini juga semakin meningkat untuk memberikan keandalan dan kestabilan sistem kelistrikan karena peningkatan pemanfaatan EBT yang bersifat intermiten, seperti surya dan bayu. Pemanfaatan BES tersebut dikenal dengan *battery energy storage system (BESS)-utility scale*. Secara umum, BESS terkoneksi dengan jaringan transmisi listrik untuk melakukan charging dan secara paralel melakukan discharging apabila diperlukan karena berkurangnya pasokan listrik pada waktu-waktu tertentu. Pemanfaatan BES saat ini memang baru terbatas pada sistem kelistrikan, tetapi ke depan, dengan arah pengembangan kelistrikan yang terdesentralisasi, pemanfaatannya akan bersifat *off-grid* dan lebih dekat dengan sektor pengguna.

Berdasarkan laporan IEA (2021), kapasitas BES meningkat sebesar 5 GW pada tahun 2020 dengan kumulatif kapasitas menjadi 17 GW. Berikut adalah beberapa negara yang telah mengumumkan kebijakan pengembangan BES.

- **China:** penambahan kapasitas BES meningkat lebih dari dua kali lipat pada tahun 2020 sebesar 1,6 GW dibandingkan dengan 2019 yang sebesar 0,6 GW, yang didorong oleh peningkatan signifikan penetrasi pembangkit EBT di sistem. Ke depan, menurut rencana, China akan meningkatkan kapasitas hingga 30 GW pada tahun 2025.

- Amerika Serikat:** pada bulan Desember 2020, Kongres menyetujui dana bantuan Covid-19 senilai 900 miliar dollar AS yang mencakup perpanjangan dua tahun solar investment tax credit (mendorong pemanfaatan PLTS + BES) serta Undang-Undang terkait Teknologi Energy Storage. UU tersebut mengesahkan lebih dari 1 miliar dollar AS selama lima tahun ke depan untuk mendukung penelitian dan komersialisasi berbagai teknologi penyimpanan energi. Pada Januari 2021, AS mengeluarkan perintah eksekutif yang berjanji untuk mencapai sektor listrik bebas karbon pada tahun 2035.

Dalam kaitannya untuk menuju netral karbon global pada 2050, pengembangan cepat dari BES sangat diperlukan dalam rangka peningkatan EBT guna menurunkan emisi karbon di pembangkit listrik. Berdasarkan skenario netral karbon dari IEA, penambahan kapasitas BES akan meningkat sebesar 38% dari 5 GW pada tahun 2020 menjadi 120 GW pada tahun 2030, dengan total kapasitas terpasang 585 GW atau meningkat 35 kali lipat dari kapasitas terpasang pada tahun 2020.



Sumber: IEA (2021)

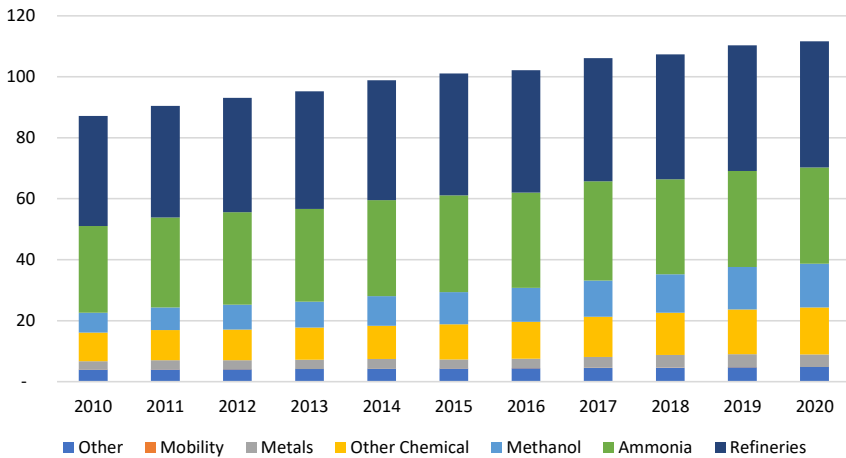
**Gambar III.55** Proyeksi Kapasitas Terpasang *Battery Energy Storage*





### III.6. Hidrogen

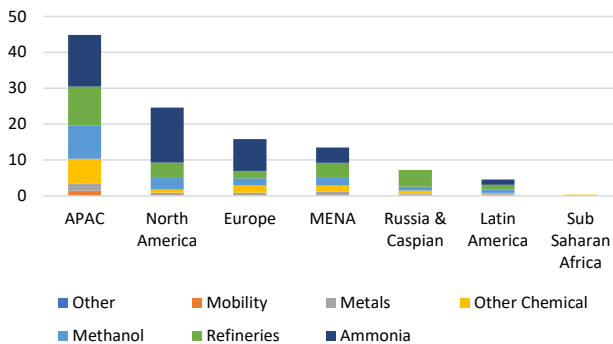
Hidrogen merupakan sumber energi yang telah diproduksi sejak lebih dari 200 tahun yang lalu. Sel bahan bakar (*fuel cell*) hidrogen pertama kali diciptakan pada tahun 1889 dan pada tahun 1910-an digunakan untuk penerbangan udara komersial. Saat ini hidrogen digunakan untuk berbagai keperluan, seperti bahan bakar roket, transportasi, pembangkit listrik, produksi amonia, pengolahan/bahan baku petrokimia, dan produksi baja. Namun, permintaan hidrogen terbesar saat ini adalah untuk keperluan pengolahan dan produksi amonia (Gambar III.56), dengan total pertumbuhan permintaan hidrogen dalam 10 tahun sebesar 28%.



Sumber: Wood Mackenzie (2020)

**Gambar III.56 Tren Permintaan Hidrogen per Sektor**

Sementara berdasarkan wilayah, permintaan hidrogen pada tahun 2020 tertinggi berada di wilayah Asia Pasifik, diikuti Amerika Utara.



Sumber: Wood Mackenzie (2020)

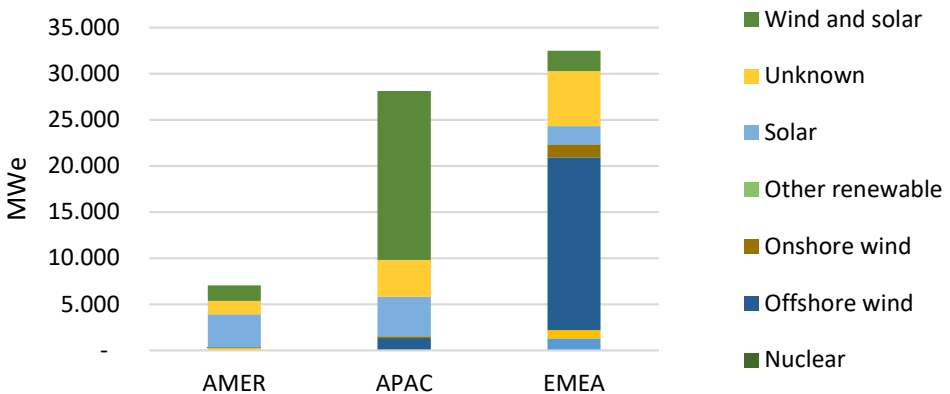
**Gambar III.57 Permintaan Hidrogen per Region 2020 dalam Juta Ton**

Teknologi hidrogen pada umumnya dikelompokkan berdasarkan sumbernya, yakni hidrogen yang bersumber dari elektrolisis dan hidrogen yang bersumber dari hidrokarbon (termokimia). Beberapa pihak memberikan warna pada hidrogen, yakni hidrogen yang berasal dari elektrolisis adalah hidrogen hijau, hidrogen yang berasal dari hidrokarbon adalah hidrogen cokelat, dan hidrogen cokelat yang ditangkap karbonnya menggunakan CCS adalah hidrogen biru.

Saat ini teknologi hidrogen yang paling matang adalah hidrogen cokelat diikuti oleh hidrogen hijau. Sementara hidrogen biru memerlukan CCS yang saat ini keekonomiannya masih rendah dan risikonya tinggi (Kearney, 2020). Dari sisi biaya, hidrogen cokelat memiliki levelized cost of heat (LCOH) paling murah, yaitu di kisaran 90 sen hingga 2,1 dollar AS/kg, sepuluh kali lebih murah dibandingkan dengan hidrogen hijau dengan kisaran biaya 2,5-9,5...

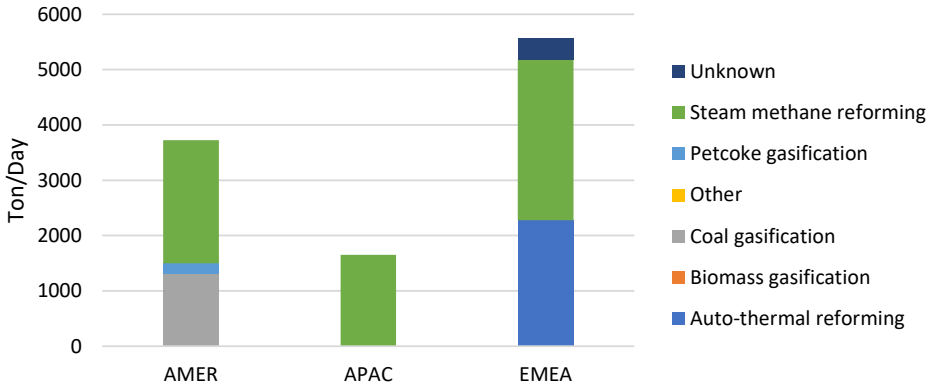
...dollar AS/kg atau hidrogen biru yang berada di kisaran 1,5-2,5 dollar AS/kg (Kearney, 2010). Data tersebut tidak jauh berbeda dari data Rystad (2021) yang menunjukkan bahwa hidrogen biru di berbagai wilayah dunia jauh lebih murah dibandingkan dengan hidrogen hijau, dengan rentang harga hidrogen biru 1,2 dollar AS termurah di Qatar hingga 2,5 dollar AS di Jepang, dan hidrogen hijau 4,1 dollar AS di Amerika Utara hingga 8,6 dollar AS di Eropa. Komponen LCOH hidrogen tertinggi adalah biaya sumber listrik, yang mencapai 71% total biaya.

Berdasarkan Bloomberg NEF, berikut adalah data jumlah proyek hidrogen yang diumumkan dengan target dengan rentang hingga tahun 2035. Jumlah proyek terbanyak, baik untuk hidrogen hijau maupun hidrogen biru, berada di Eropa, Timur Tengah, dan Afrika, dengan sumber energi untuk hidrogen hijau berasal dari tenaga bayu dan surya.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.58 Kapasitas Proyek Hidrogen Hijau yang Diumumkan, dalam Satuan MWe**



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.59 Kapasitas Proyek Hidrogen Biru yang Diumumkan, dalam Satuan Ton/Hari**

Sementara itu, berdasarkan data McKinsey (2021), hingga saat ini terdapat 228 proyek yang diumumkan secara global dengan nilai investasi proyek yang sudah matang mencapai 80 miliar dollar AS dan lebih dari 200 miliar dollar AS sisanya telah diumumkan. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan minat dunia atas pemanfaatan hidrogen.

Hidrogen memiliki berbagai macam potensi sebagai berikut (IEA, 2021; BCG, 2021):

- Dapat digunakan untuk menurunkan emisi karbon di berbagai sektor yang sulit untuk diturunkan emisinya, seperti kendaraan transportasi berat jarak jauh, produksi bahan kimia, dan besi baja;
- Hidrogen dapat diproduksi dari berbagai sumber, seperti EBT, nuklir, gas alam, batubara, atau minyak bumi. Dapat dikirim menggunakan pipa atau kapal, serta dapat diubah menjadi listrik dan metana untuk energi perumahan dan industri, atau diubah menjadi bahan bakar mobil, truk, kapal, dan pesawat terbang;
- Hidrogen sebagai pembawa energi dapat mengatasi masalah intermitensi EBT;

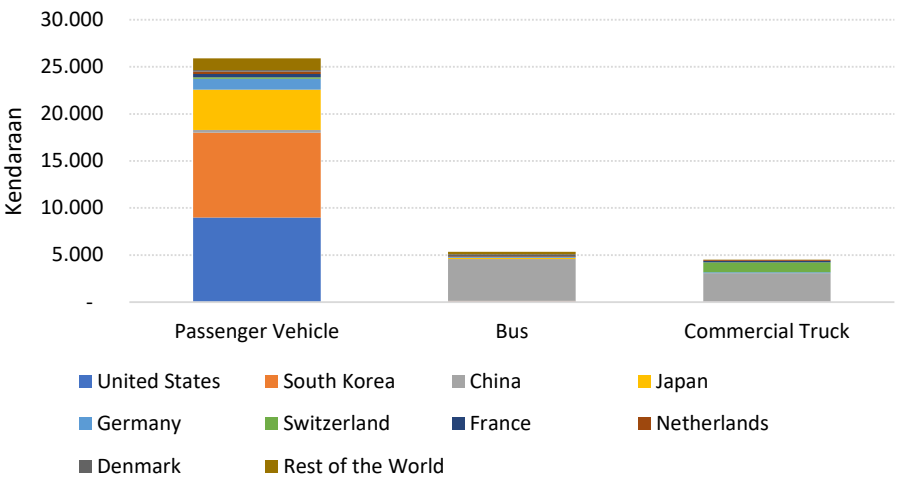
- Dapat ditingkatkan skalanya melalui produksi modular dengan air dan sumber listrik (hidrogen hijau).

Pada tahun 2021, hidrogen hijau mendapatkan perhatian dan keunggulan karena peningkatan komitmen dekarbonisasi, dukungan dalam pertumbuhan EBT, dan bukti keberhasilan investasi EBT.

Kendati demikian, perkembangan hidrogen masih terkendala beberapa hal. Pertama, selain hidrogen cokelat, teknologi hidrogen lain masih belum matang. Hal tersebut menyebabkan biaya yang relatif lebih tinggi dibandingkan dengan alternatif energi lainnya. Masalah kedua adalah hidrogen cukup sulit dipindahkan dan disimpan. Masalah ketiga, pemanfaatan hidrogen saat ini masih terfokus pada pengolahan (untuk menghilangkan sulfur dari unit pengolahan minyak mentah) dan amonia (pabrik bahan peledak, gas pendingin dalam peralatan AC, produk pembersih rumah, dan pupuk urea sintetis). Di sektor kendaraan transportasi penumpang ringan, pemanfaatan hidrogen masih rendah. Pada tahun 2015, Toyota Mirai menjadi mobil transportasi ringan bertenaga hidrogen pertama di dunia yang dijual secara komersial.



Setelah itu baru terdapat Hyundai Nexo dan Honda Clarity (sudah dihentikan). Sebagian besar perusahaan yang melakukan uji coba mobil hidrogen beralih ke baterai (KLBB). Beberapa penyebabnya ialah KLBB mengonsumsi energi tiga kali lebih efisien daripada hidrogen dan KLBB relatif lebih aman daripada hidrogen. Untuk transportasi darat, kendaraan hidrogen didominasi oleh kendaraan penumpang ringan, dengan jumlah terbanyak di Amerika Serikat, Korea Selatan, dan Jepang.



Sumber: Platts (2021)

**Gambar III.60 Jumlah Kendaraan Hidrogen**

Ke depan, potensi terbesar dari hidrogen yang belum termanfaatkan secara optimal adalah untuk transportasi berat jarak jauh, seperti pesawat dan kapal laut (BCG, 2021; McKinsey, 2021; IEA, 2021). Untuk dapat dikembangkan lebih lanjut, hidrogen memerlukan dukungan kebijakan pemerintah dan pembangunan infrastruktur. Data IEA (2021) menunjukkan peningkatan kebijakan berbagai pemerintahan dalam pemanfaatan hidrogen.

Negara	Dokumen, Tahun	Komitmen Investasi Publik	Sumber Hidrogen
Australia	National Hydrogen Strategy, 2019	0,9 miliar dollar AS	Batubara dan gas alam dengan CCUS, elektrolisis (EBT)
Kanada	Hydrogen Strategy for Canada, 2020	19 juta dollar AS	Biomassa, elektrolisis, migas dengan CCUS
Chile	National Green Hydrogen Strategy, 2020	50 juta dollar AS untuk 2021	Elektrolisis (EBT)
Ceko	Hydrogen Strategy, 2021	n.a	Elektrolisis (EBT)
Uni Eropa	EU Hydrogen Strategy, 2020	4,3 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT), gas alam dengan CCUS
Perancis	National Strategy for Decarbonized Hydrogen Development, 2020	8,2 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT)
Jerman	National Hydrogen Strategy, 2020	10,3 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT)
Hungaria	National Hydrogen Strategy, 2021	n.a	Elektrolisis (EBT) dan hidrokarbon dengan CCUS
Jepang	Green Growth Strategy, 2021	6,5 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT) dan hidrokarbon dengan CCUS
Korea Selatan	Hydrogen Economy Roadmap, 2019	2,2 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT), gas alam dengan CCUS
Belanda	Government Strategy on Hydrogen, 2020	80 juta dollar AS/tahun	Elektrolisis (EBT), gas alam dengan CCUS
Norwegia	Hydrogen Roadmap, 2021	21 juta dollar AS	Elektrolisis (EBT), gas alam dengan CCUS
Portugal	National Hydrogen Strategy, 2020	1 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT)
Rusia	Hydrogen Roadmap, 2020	n.a	Elektrolisis (EBT), gas alam dengan CCUS
Spanyol	National Hydrogen Roadmap, 2020	1,8 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT)
Inggris	UK Hydrogen Strategy, 2021	1,3 miliar dollar AS	Elektrolisis (EBT), gas alam dengan CCUS

Sumber: IEA (2021)

**Tabel III.4 Kebijakan Hidrogen Global Beberapa Negara**

Dari tabel di atas terlihat bahwa kebijakan sebagian besar negara dalam pemanfaatan hidrogen ke depan adalah hidrogen hijau dan hidrogen biru. Sebagian besar tujuan pemanfaatan hidrogen tersebut adalah untuk transportasi laut jarak jauh (perkapalan), industri, dan kelistrikan. Sementara terdapat juga pemanfaatan untuk kilang pengolahan, transportasi ringan, dan penerbangan.

Selain negara-negara yang disebutkan dalam tabel, dalam beberapa bulan terakhir pada tahun 2021, negara-negara Timur Tengah dan Afrika Utara juga berniat untuk terlibat di dalam ekonomi hidrogen. Beberapa di antaranya ialah Arab Saudi yang menyatakan akan menjadi eksportir nomor satu di dunia, Oman, dan Uni Emirat Arab.

Negara-negara tersebut memanfaatkan potensi panel surya sebagai sumber energi elektrolisis dan posisi di pesisir laut untuk menjadi hub hidrogen di masa mendatang. Dengan meningkatnya komitmen investasi dunia untuk pengembangan hidrogen, ke depan teknologi ini akan semakin berkembang. Hal ini terlihat dari pandangan beberapa institusi,...

...seperti IEA, Wood Mackenzie, BCG, McKinsey, atau IRENA, yang melihat tren pertumbuhan di masa mendatang (memandang arah yang sama, yaitu pertumbuhan). Meski demikian, dengan masih adanya beberapa kendala dalam teknologi hidrogen, kecepatan ataupun besaran pertumbuhannya masih sangat sulit untuk diperkirakan.

### III.7. Biofuel

*Biofuel* dipandang secara luas sebagai bahan bakar transportasi alternatif yang menjanjikan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar berbasis minyak bumi, serta untuk mengurangi perubahan iklim. Sektor transportasi sangat bergantung pada bahan bakar fosil, yang menyumbang 96,6% dari total bahan bakar pada tahun 2018 (REN21, 2021). Transportasi juga bertanggung jawab atas 15% dari dunia emisi GRK dan 23% dari total emisi CO<sub>2</sub> terkait energi (Jeswani et al., 2020).

*Biofuel* dapat dibedakan menurut sejumlah karakteristik utama, seperti bahan baku, proses konversi, spesifikasi teknis bahan bakar, dan penggunaannya. *Biofuel* yang dihasilkan dari tanaman pangan atau pakan ternak disebut sebagai *biofuel* generasi pertama. Karena *biofuel* generasi pertama diproduksi melalui teknologi dan proses yang sudah mapan, seperti fermentasi, distilasi, dan transesterifikasi, *biofuel* juga sering disebut sebagai *conventional biofuel*. Karakteristik utama *biofuel* generasi kedua adalah berasal dari nonbahan baku makanan, residu pertanian, residu hutan, dan bahan limbah lainnya, seperti used cooking oil (UCO) dan sampah kota. Biodiesel yang dihasilkan dari mikroalga melalui transesterifikasi konvensional atau *hydro-treatment* minyak alga umumnya dikenal sebagai *biofuel* generasi ketiga. *Biofuel* generasi kedua dan ketiga sering disebut sebagai *advanced biofuel*.

Penggunaan *biofuel* bukanlah hal yang baru karena telah digunakan sejak awal industri otomotif. Penemu mesin diesel Rudolph Diesel telah menguji minyak kacang pada tahun 1900 (Michael et al., 2011). Namun, tahun 1920-an, produsen mesin diesel mengubah mesin mereka menjadi bahan bakar diesel berbasis minyak bumi karena harga yang lebih murah dan viskositas yang lebih rendah. Masalah ini terpecahkan oleh George Chavanne pada tahun 1937 yang dapat menggunakan metil dan etil ester minyak nabati sebagai bahan bakar diesel. Selama Perang Dunia II, minyak nabati dan alkohol digunakan sebagai suplemen atau bahan bakar darurat di sebagian besar negara yang berperang. Setelah Perang Dunia II, karena bahan bakar yang berasal dari minyak bumi menjadi lebih murah, pengembangan bioetanol berhenti (Michael et al., 2011).



Pada 1975 Brasil mulai memproduksi etanol dalam skala besar setelah pemerintah meluncurkan National Alcohol Program (Pro'alcool) untuk memenuhi kepentingan geopolitik dan ketahanan energi (Grangeia, 2021). Pada akhir 1990-an, dengan kenaikan harga minyak mentah dan kekhawatiran atas ketahanan energi, Amerika Serikat dan banyak negara di Eropa mengembangkan kebijakan untuk mendukung industri *biofuel* dalam negeri (FAO, 2013). Ketertarikan pada *biofuel* semakin meningkat dalam dekade terakhir dengan pengembangan kebijakan mitigasi perubahan iklim dan strategi untuk mengurangi emisi GRK dari sektor transportasi.

...Pada akhir tahun 2020 terdapat 65 negara yang telah memiliki kewajiban pencampuran *biofuel* ke dalam pasokan bahan bakar mereka (REN21, 2021), antara lain *renewable fuel standard* (RFS) di Amerika Serikat dan *renewable energy directive* (RED) di Eropa maupun Program Mandatori BBN di Indonesia melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga BBN sebagai Bahan Bakar Lain sebagaimana telah diubah terakhir kali dengan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015.



Note: Shading shows countries and states/provinces with mandates for either biodiesel, ethanol or both.

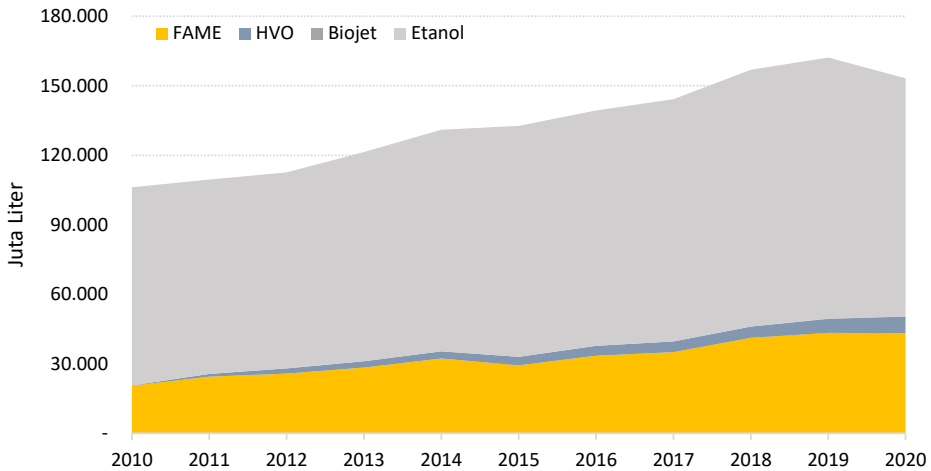
Source: REN21 Policy Database.

Sumber: REN21 (2021)

**Gambar III.61 Kebijakan Mandat *Biofuel* di Beberapa Negara pada Akhir 2020**

Kebijakan-kebijakan tersebut berhasil mendorong peningkatan produksi *biofuel*. Dalam kurun waktu 2010-2019, produksi etanol dunia terus meningkat dari 85,5 juta liter menjadi 112,7 juta liter sebelum turun menjadi 102,8 juta liter pada tahun 2020 (IEA, 2021). Demikian juga dengan biodiesel atau *fatty acid methyl ester* (FAME) dari 20,5 juta liter pada...

...tahun 2010 bertambah sampai puncaknya pada tahun 2019 sebesar 43,4 juta liter dan relatif stabil pada tahun 2020 pada level 43,2 juta liter. Sementara produksi *hydrogenated vegetable oil* (HVO) dan *biojet* atau *sustainable aviation fuel* (SAF) terus naik bahkan di tahun 2020 sebagaimana terlihat pada Gambar III.62.



Sumber: IEA (2021)

**Gambar III.62 Produksi Biofuel 2010-2020**

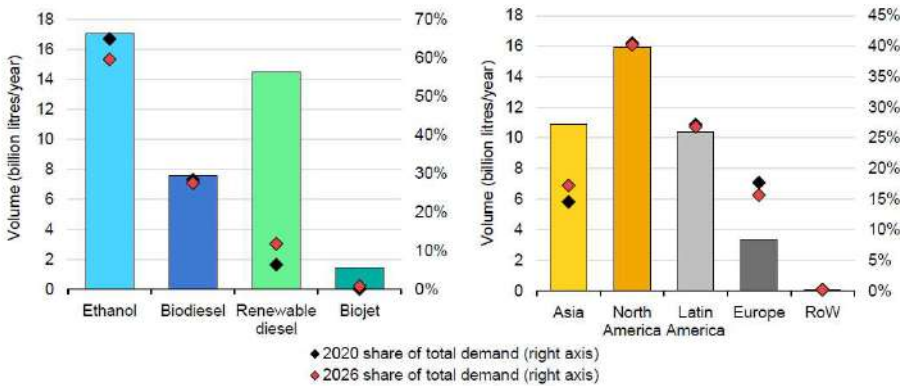
Produksi *biofuel* dunia didominasi oleh Amerika Serikat dan Brasil. Pada tahun 2020, masing-masing menghasilkan 35,9% dan 23,5% dari total produksi dunia. Adapun Indonesia berada di peringkat ketiga dunia dengan porsi 7,5% atau terbesar di Asia, diikuti Jerman (3,9%) dan China (3,8%) (BP, 2021). Produksi bioetanol di Amerika Serikat hampir seluruhnya berasal dari jagung, sedangkan di Brasil dari tebu. Di Eropa, bahan baku utama adalah jagung, gandum, dan gula bit untuk bioetanol, sedangkan rapeseed dan minyak goreng bekas (UCO) digunakan untuk produksi biodiesel (Jeswani et al., 2020). Argentina, Brasil, dan Amerika Serikat juga memproduksi biodiesel dalam jumlah yang signifikan, terutama dari kedelai, sedangkan Malaysia dan Indonesia memproduksi biodiesel dari minyak sawit. Produksi global *biofuel* turun pada tahun 2020 karena permintaan keseluruhan untuk bahan bakar transportasi tertekan akibat pandemi Covid-19. Penurunan ini terutama disebabkan oleh produksi etanol dunia yang menyusut sekitar 8,8% pada tahun 2020 dibandingkan tahun sebelumnya. Sebaliknya, pasar biodiesel FAME relatif tidak terlalu terpengaruh oleh pandemi.

Meskipun permintaan solar fosil juga turun, biodiesel bertahan karena insentif yang lebih tinggi atau mandat pencampuran yang meningkat di negara-negara produsen utama, seperti Amerika Serikat, Brasil, dan Indonesia. Permintaan transportasi yang lebih rendah untuk bahan bakar diesel diimbangi dengan persyaratan pencampuran yang lebih tinggi. Di Amerika Serikat, penurunan produksi biodiesel dan HVO yang disebabkan oleh pandemi Covid-19 diimbangi oleh permintaan yang didorong oleh kebijakan-kebijakan, seperti Standar Bahan Bakar Terbarukan (RFS2), Standar Bahan Bakar Karbon Rendah California (LCFS), dan Blender's Tax Credit, yang menghasilkan permintaan solar 3% lebih rendah. Kebijakan bea antidumping atas barang impor dari Indonesia dan Argentina juga menopang produksi dalam negeri. Di Indonesia, kenaikan mandat pencampuran nasional dari 20% menjadi 30% pada awal tahun 2020 mengimbangi penurunan permintaan solar yang mencapai 12,5% akibat Covid-19. Demikian juga Brasil meningkatkan mandat pencampuran biodiesel menjadi 12% pada tahun 2020 (IEA, 2020).



Secara total, pada tahun 2020, etanol dalam satuan energi menyumbang sekitar 61% produksi *biofuel*, FAME sebesar 33%, dan HVO sebesar 6%, sedangkan bahan bakar nabati lainnya, termasuk biometana dan berbagai *advanced biofuel*, diperkirakan kurang dari 1% dari total produksi *biofuel* (REN21, 2021). Beberapa organisasi internasional telah membuat proyeksi jangka menengah dan panjang untuk produksi global bahan bakar nabati yang memberikan perkiraan yang optimistis terhadap potensi peningkatan *biofuel* untuk transportasi global di masa depan. Meskipun kenaikan harga memperlambat pertumbuhan *biofuel*, menurut perkiraan IEA (2021), permintaan pada tahun 2021 pulih dari posisi terendah pada tahun 2020. Brasil, Argentina, Kolombia, dan Indonesia mengatur kenaikan...

...biaya bahan baku *biofuel* dengan mengurangi atau menunda sementara mandat pencampuran. Pada Agustus 2021, harga bahan bakar nabati telah meningkat antara 70% dan 150% di seluruh Amerika Serikat, Eropa, Brasil, dan Indonesia tergantung pada pasar dan bahan bakar, dari harga rata-rata 2019. Sebagai perbandingan, harga minyak mentah meningkat 40% selama periode waktu yang sama. IEA (2021) memperkirakan permintaan global untuk *biofuel* akan tumbuh sebesar 41 miliar liter, atau 28%, selama 2021-2026. Pemulihan ke tingkat permintaan pra-Covid-19 yang menyumbang seperlima dari pertumbuhan permintaan ini sisanya terutama didorong oleh kebijakan pemerintah, selain faktor lain seperti permintaan bahan bakar transportasi secara keseluruhan dan biaya-biaya.



IEA. All rights reserved.

Sumber: IEA (2021)

**Gambar III.63** Perkiraan Pertumbuhan Permintaan *Biofuel* dan Pangsa Total Permintaan Berdasarkan Bahan Bakar (Kiri) dan Wilayah (Kanan) Tahun 2021-2026

Didorong oleh kebijakan domestik yang kuat, Asia melampaui total produksi *biofuel* Eropa dalam kurun 2021-2026 sebagaimana terlihat pada Gambar III.63. Kombinasi target pencampuran biodiesel di Indonesia, Malaysia, dan...

...kebijakan etanol di India bertanggung jawab atas sebagian besar pertumbuhan ini. Namun, Amerika Serikat dan Brasil tetap merupakan pusat permintaan dan produksi *biofuel* yang terbesar (IEA, 2021).

*Biofuel* menawarkan keuntungan dan kerugian dari segi lingkungan, ekonomi, dan keberlanjutan sosial. Di satu sisi, pengurangan emisi GRK, ketahanan energi, dan pembangunan merupakan faktor pendorong paling penting untuk *biofuel* secara global. Namun, di sisi lain, terdapat kekhawatiran antara lain timbulnya tekanan terhadap harga makanan, risiko peningkatan emisi GRK melalui perubahan tata guna lahan, degradasi lahan, hutan, sumber daya air, dan ekosistem (UNEP, 2009). Penggunaan bahan baku generasi pertama menjadi perdebatan karena persaingan dengan produksi pangan dan peningkatan permintaan akan produk pertanian berisiko meningkatkan deforestasi.

Beberapa dari masalah ini dapat diatasi dengan menggunakan bahan baku generasi kedua. Namun, kelayakan ekonomi dari beberapa *biofuel* generasi kedua tetap memiliki ketidakpastian, terutama dalam situasi harga minyak yang rendah. *Biofuel* generasi ketiga berpotensi menghindari masalah persaingan pangan dan lahan karena mikroalga dapat tumbuh di tanah yang tidak subur dan di air limbah, garam, atau air payau, dan tumbuh sangat cepat. Terlepas dari potensinya sebagai sumber bahan bakar nabati, produksi bahan bakar nabati skala besar dari mikroalga masih tidak pasti terutama karena kurangnya kelayakan proses dan terbukti menjadi padat modal dan energi (Pessel, 2013; Zewdie, 2020).

### III.8. Penangkapan Karbon (*Carbon Capture*)

Secara umum, usaha penangkapan karbon dapat dikelompokkan menjadi tiga (Goldman Sachs, 2020):

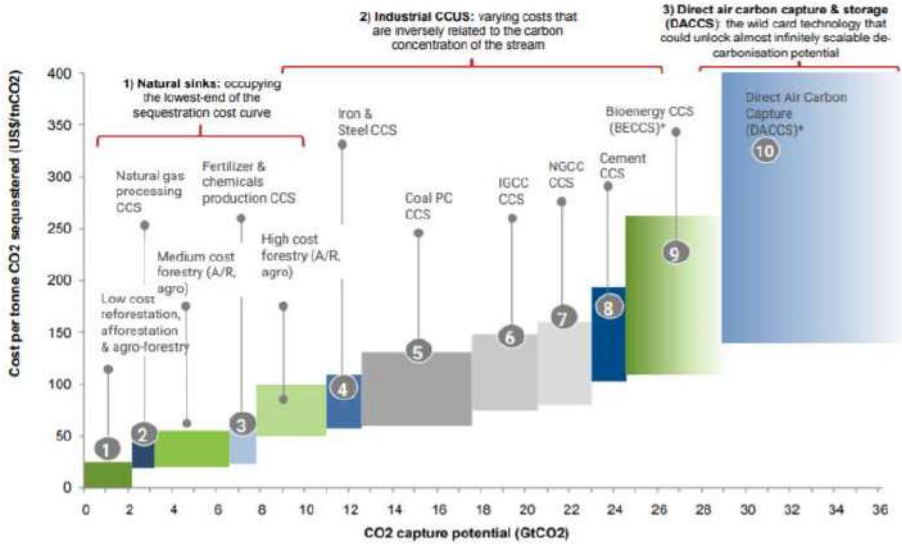
- *Natural sinks*, mencakup *reservoir* karbon alamiah yang dapat menghilangkan CO<sub>2</sub>. Usaha ini termasuk penghutan kembali, penghijauan, dan praktik-praktik wanatani;
- *Carbon capture utilization and storage* (CCU/CCS) mencakup seluruh spektrum teknologi penangkapan karbon yang diterapkan untuk aliran CO<sub>2</sub> terkonsentrasi;

- *Direct air capture and carbon sequestration* (DACCS), teknologi penangkapan karbon uji coba yang dapat menangkap CO<sub>2</sub> dari udara, membuka potensi dekarbonisasi tanpa batas apa pun sumber CO<sub>2</sub>-nya.

Melihat situasi krisis energi di beberapa negara yang mengemuka pada Oktober 2021, usaha-usaha dekarbonisasi melalui penangkapan karbon menjadi penting dalam mencapai target dekarbonisasi, sekaligus menjaga ketahanan energi. Energi fosil memiliki tingkat keandalan yang baik dan lebih tahan terhadap disrupsi cuaca dibandingkan dengan sumber energi EBT, sementara emisi karbon yang dihasilkan dapat ditangkap atau di-*offset* menggunakan penangkapan karbon seperti yang telah disebutkan di atas, sehingga baik emisi maupun biaya yang dikenakan atas emisi dapat dihindari. Namun, saat ini penangkapan karbon masih memiliki beberapa masalah yang perlu diatasi untuk membuka potensinya pada masa mendatang. Beberapa di antaranya adalah risiko pelepasan karbon yang cukup besar dari *natural sinks* jika terjadi bencana kebakaran, atau biaya penurunan emisi dari CCS yang masih tinggi.

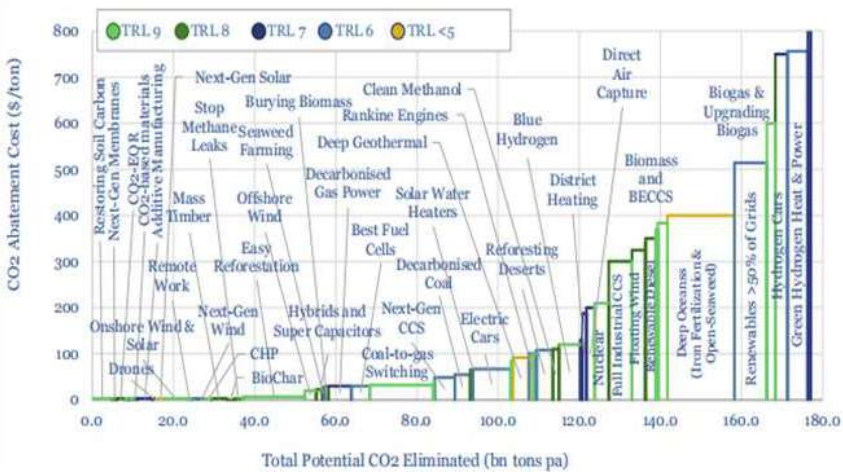


Contoh tersebut tergambar dalam grafik *marginal abatement cost curve* (MACC) yang menunjukkan potensi penurunan emisi karbon serta biaya (dalam NPV) yang diperlukan untuk menurunkan emisi (Gambar III.64, III.65, dan III.66).



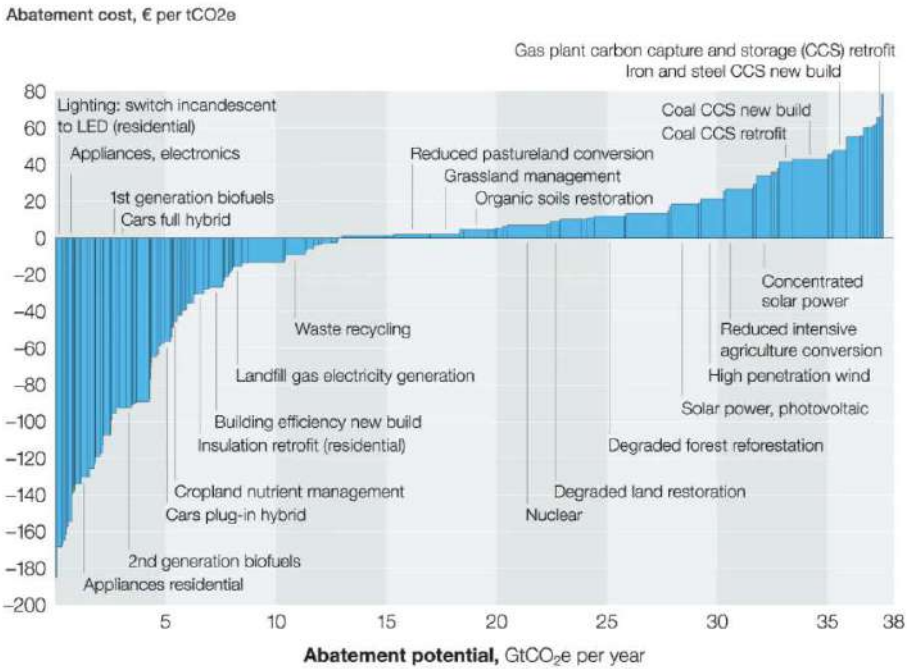
Sumber: Goldman Sachs (2020)

Gambar III.64 Marginal Abatement Cost Curven (MACC) Goldman Sachs



Sumber: Thundersaidenergy (2021)

Gambar III.65 Marginal Abatement Cost Curve (MACC) Thundersaidenergy



Sumber: McKinsey (2017)

**Gambar III.66 Proyeksi Marginal Abatement Cost Curve (MACC) McKinsey 2030**

Dalam ketiga gambar yang berasal dari tiga institusi berbeda, terlihat bahwa potensi penurunan karbon yang ditunjukkan dalam sumbu x dari natural sinks ataupun CCS relatif besar, tetapi biaya penurunan emisi yang disajikan dalam NPV di sumbu y dari CCS masih tinggi. Bahkan, proyeksi biaya CCS dari McKinsey untuk tahun 2030 pada Gambar III.66 masih relatif tinggi dibandingkan metode penurunan emisi lainnya.

### a. Natural Sinks

*Natural sinks* atau *natural carbon sinks* merupakan bagian dari nature based solutions (Nbs). Berdasarkan The International Union for Conservation of Nature (IUCN), Nbs didefinisikan sebagai "aksi untuk melindungi, mengelola secara berkelanjutan, dan memulihkan alam atau ekosistem yang dimodifikasi, yang menjawab tantangan sosial secara efektif dan adaptif, secara bersamaan menyediakan kesejahteraan manusia dan keuntungan...

...keanekaragaman hayati". Nbs menyediakan carbon sinks (penyerap CO<sub>2</sub>) sekaligus *carbon feedstock* (bahan baku karbon) yang memiliki manfaat ekonomi. Berdasarkan studi Forum Ekonomi Dunia (WEF) pada tahun 2020, natural sinks adalah lautan, tanah, dan tanaman yang berperan penting dalam penyerapan karbon alamiah dengan potensi penyerapan terbesar terdapat di lautan, yaitu 25% dari total emisi CO<sub>2</sub>.

Nature-based dan CCS-based Removals	Nature-based Removals (mis. Forestation, soil carbon enhancement)
Amazon.com	Allianz
Anhui Conch Cement	Ayala
Chevron	Barry Callebaut
Coca-Cola Company	Baxter International
Deutsche Telekom AG	Bayer AG
EN+ Group International	Booking Holdings
Eni SpA	Brambles
Equinor	Church & Dwight Co
Exelon	Danone
ING Group	Delta Air Lines
JetBlue Airways	Iberdrola
KBC	ITC
Origin Energy	Jacobs Engineering
PetroChina Co	Kuehne & Nagel International
Petronas Chemicals	Lundin Petroleum
PTT Global Chemical	Mitsubishi Chemical Holdings
Ralph Lauren	Netflix
Repsol	Oji Holdings
Rosneft	Pernod Ricard
Sinopec	PG&E
Southern Company	Philip Morris International
Storebrand ASA	Safaricom
Woodside Petroleum	Siam Cement
Yara International ASA	Starbucks
	Sumitomo Mitsui Financial
	Swire Pacific
	Telefonica
	Telia Company AB
	Tokio Marine Holdings
	UCB
	United Utilities

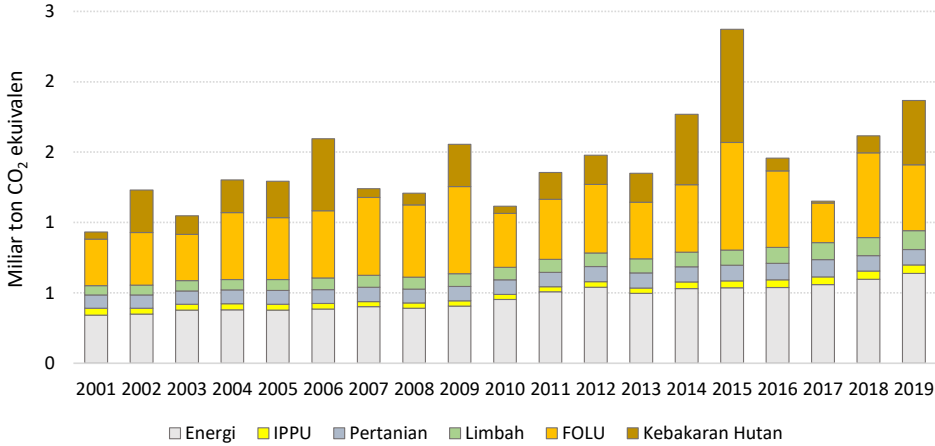
Sumber: PEI Analysis (2021)

**Tabel III.5 Daftar Perusahaan yang Memanfaatkan NBS dalam Pengurangan Karbon**

Terjadinya peningkatan penggunaan NBS, dan cukup banyak terjadi penyalahgunaan konsepnya—seperti penanaman satu jenis tanaman spesies *non-native* di suatu lingkungan yang dapat menyebabkan kerusakan tanah, termasuk penanaman *mangrove* yang tidak terintegrasi—serta pemanfaatan NbS tanpa mempertimbangkan isu sosial ekonomi, dapat mengakibatkan NbS tidak berkelanjutan.

Oleh karena itu, IUCN mengeluarkan standar global penerapan NbS agar pemanfaatan NbS berkelanjutan dan dapat mendukung SDGs. Ke depan, entitas yang memanfaatkan NbS untuk penurunan emisinya harus memenuhi standar penerapan NbS sehingga NbS tidak hanya menjadi cara *offset* emisi, tetapi juga memiliki manfaat untuk keberlanjutan dan keanekaragaman hayati.

Selain menjadi peluang untuk menurunkan emisi dan mencapai SDGs, NbS dalam bentuk tanaman memiliki risiko pelepasan CO<sub>2</sub> yang besar, terutama jika terjadi kebakaran hutan. Sebagai contoh di Indonesia, pada tahun 2015, 2018, dan 2019, emisi terbesar disumbang dari hutan dan kebakaran gambut, seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Sumber: KLHK (2021)

**Gambar III.67 Tren Emisi Karbon di Indonesia (miliar ton CO<sub>2</sub> ekuivalen)**

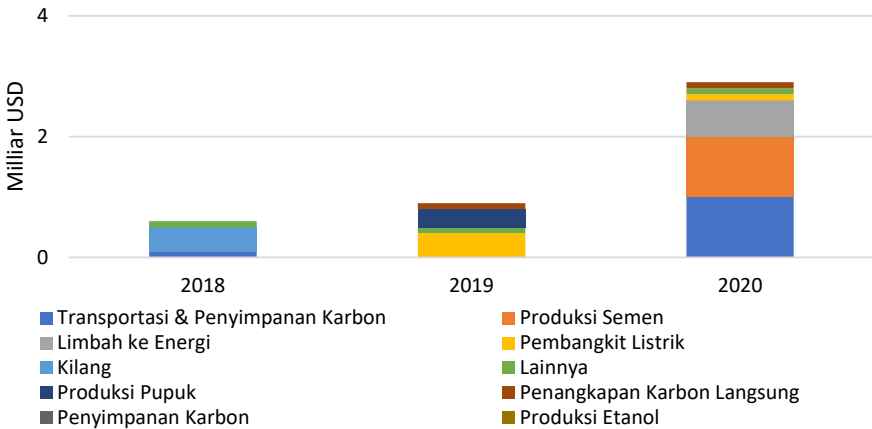
Ketika terjadi gelombang panas pada pertengahan 2021 yang mengakibatkan kebakaran hutan di beberapa wilayah secara global, sejumlah besar NbS yang dimiliki oleh perusahaan seperti Microsoft dan BP terbakar. Hal tersebut menjadikan NbS berisiko melepaskan emisi karbon yang lebih besar daripada yang ditangkap ketika terjadi kebakaran hutan. Indonesia sendiri memiliki risiko kebakaran hutan yang besar terutama disebabkan pembukaan lahan gambut untuk keperluan perkebunan sawit. Berdasarkan laporan Greenpeace (2020), 30% dari kebakaran hutan di Indonesia terjadi di hutan industri dan kebun sawit.

Ke depan, NbS akan menjadi sebuah solusi penurunan emisi yang perlu dimitigasi risikonya. Untuk Indonesia, salah satu langkah yang dikemukakan dalam standar NbS yang dikeluarkan oleh IUCN dapat diterapkan. Menerapkan NbS dengan memperhatikan isu sosial ekonomi terutama di area hutan industri dan perkebunan sawit. Perusahaan yang memanfaatkan NbS juga perlu memperhatikan risiko kebakaran hutan karena gelombang panas di lokasi yang akan menjadi potensi NbS termasuk turut berkontribusi dalam mencegah kebakaran hutan.

**b. Teknologi Penangkapan Karbon (CCS/CCUS)**

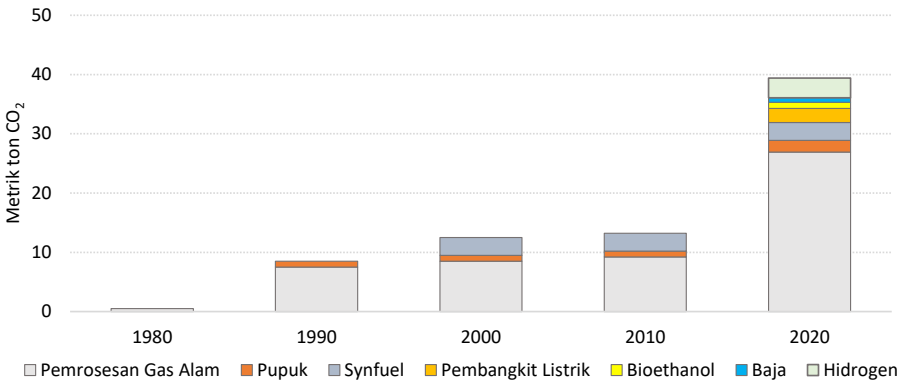
Seiring dengan peningkatan komitmen dunia untuk melakukan dekarbonisasi, usaha-usaha penangkapan karbon melalui CCS mengalami peningkatan, baik dalam hal investasi, jumlah proyek, maupun jumlah emisi karbon yang dapat ditangkap. Namun, dari sisi perkembangan teknologi ataupun keekonomian, belum terdapat perkembangan yang signifikan sejak beberapa dekade lalu.

Padahal, teknologi CCS sudah dianggap penting untuk menurunkan emisi karbon sejak beberapa dekade terakhir (Yao et al., 2018; Selma et al., 2014). Panel Lintas Pemerintah untuk Perubahan Iklim (IPCC) bahkan sudah merekomendasikan teknologi ini sebagai strategi utama dalam mitigasi perubahan iklim lebih dari satu dekade lalu, tepatnya pada tahun 2005.



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.68 Jumlah Investasi CCS per Sektor dalam Miliar Dollar AS**

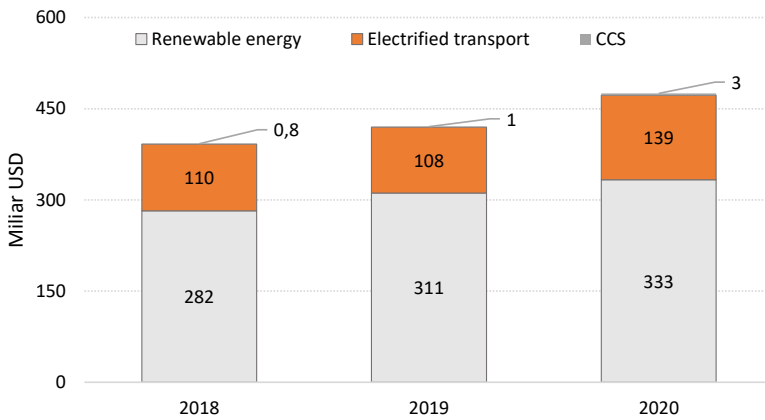


Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.69 Tren Kapasitas Penangkapan Karbon CCS per Sektor dalam Metrik Ton CO<sub>2</sub>**

Meskipun mengalami tren peningkatan investasi, data Bloomberg NEF (2021) menunjukkan bahwa porsi investasi CCS secara global masih sangat kecil jika dibandingkan dengan teknologi transisi lainnya. Nilai investasi baru untuk teknologi ini dalam kurun waktu 2018-2020 hanya berada di kisaran 3,8 miliar dollar AS. Gambar III.70 menunjukkan bahwa nilai ini tidak sampai 1% dibandingkan dengan total investasi baru teknologi hijau.

Sebagai pembandingan, dalam rentang periode yang sama, investasi baru turbin angin mencapai 752,3 miliar dollar AS dan panel surya mencapai 911 miliar dollar AS. Sementara dari sisi dana riset dan pengembangan, porsi teknologi CCS tidak sampai sepertiga dana publik yang digunakan untuk riset dan pengembangan di sektor energi hijau dan efisiensi energi (IEA, 2021).



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

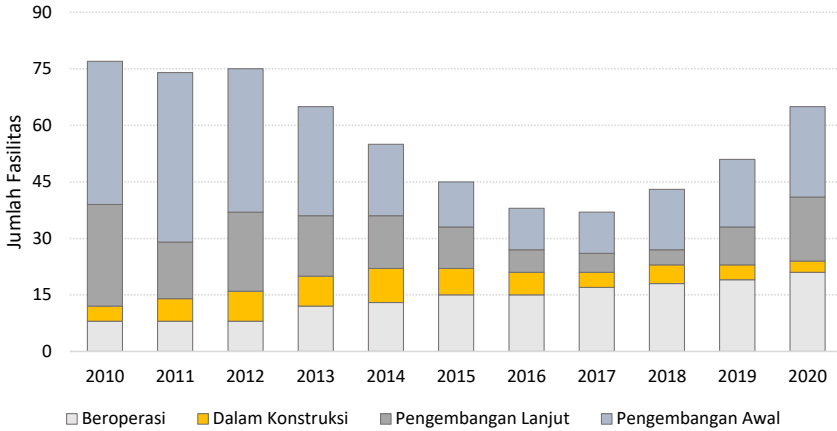
**Gambar III.70 Porsi Investasi CCS terhadap Investasi Hijau Lainnya**

Gambar III.71 menunjukkan perkembangan jumlah fasilitas CCUS besar. Terlihat dari jumlah CCUS yang beroperasi, perkembangannya masih sangat sedikit. Sementara perubahan jumlah CCUS pada tahap pengembangan awal dan pengembangan lanjut dibandingkan dengan jumlah beroperasi menunjukkan bahwa...

...tingkat keberhasilan pengembangan fasilitas CCUS skala besar masih sangat rendah. Meski demikian, dalam empat tahun terakhir, terjadi tren perkembangan fasilitas CCUS dengan peningkatan baik pada jumlah fasilitas beroperasi dan fasilitas dalam konstruksi, serta fasilitas dalam tahap pengembangan.







Sumber: IEA (2020)

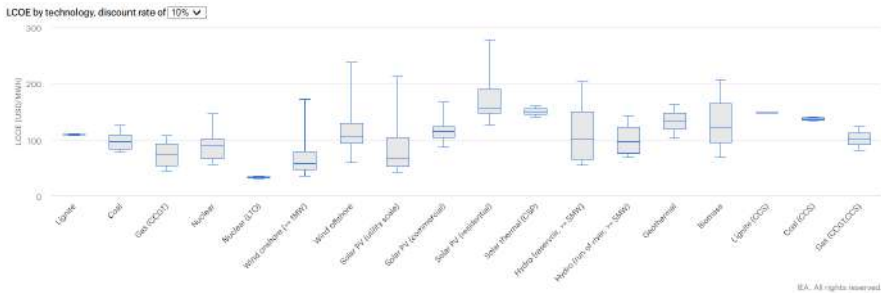
**Gambar III.71 Tren Perkembangan Fasilitas CCUS Skala Besar**

Sementara itu, berdasarkan *technology readiness level* (TRL), berbagai varian teknologi CCS sebagian besar masih berada di bawah TRL 9 (Global CCS Institute, 2021a). Jumlah teknologi yang masuk TRL 9 untuk *liquid solvent* baru 3 dari 10 jenis, *solid adsorbent* 1 dari 5 jenis, dan membran 1 dari 6 jenis. Selebihnya masih berada di bawah TRL 9. Hal ini tidak berbeda jauh dengan status TRL pada tahun 2014, yang menunjukkan bahwa perkembangan teknologi CCS dalam rentang waktu enam tahun masih sangat lambat. Hasil laporan ini sejalan dengan laporan IEA (2020) yang menunjukkan masih sangat sedikitnya variasi teknologi CCS yang sudah dalam tahap *mature*.

CCS masih menghadapi cukup banyak masalah, tetapi keekonomian masih menjadi masalah utama CCS. Biaya CCS tergantung dari beberapa faktor, seperti biaya investasi alat penangkap, kompresor dan pompa yang bergantung pada tekanan CO<sub>2</sub> dan *flow rate* (McCullum dan Ogden, 2006) atau *flow rate*...

...dan komposisi gas buang (*flue gas*) yang berdampak pada biaya kompresi dan transportasi (Hasan et al., 2014).

Berdasarkan data UNECE (2021), biaya CCS sektor industri berada di kisaran 100-250 dollar AS per ton bergantung pada industrinya. Sementara itu, biaya CCS terendah untuk pemrosesan gas alam berada di kisaran 50 dollar AS per ton, tidak terlalu jauh dibandingkan dengan data Rubin et al. (2015) yang berada di kisaran 20 dollar AS per ton. Gambar III.72 menunjukkan LCOE menggunakan pendekatan rata-rata biaya sepanjang umur manfaat, per jenis pembangkit listrik. Data tersebut menunjukkan pembangkit ber-CCS memiliki rentang LCOE yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis yang sama tanpa CCS, tetapi relatif lebih rendah dibandingkan dengan EBT, seperti panel surya dan turbin angin, karena mempertimbangkan intermitensi dalam pembangkitan listrik.



Sumber: IEA (2021)

**Gambar III.72 LCOE Pembangkit Listrik dengan dan Tanpa CCS Tahun 2021**

Dalam perkembangannya, teknologi penangkapan karbon beberapa kali dipandang optimistis oleh beberapa lembaga. IEA, misalnya, pada tahun 2009 membuat sebuah skenario bahwa CCUS akan berkembang pada 2019, dengan potensi penurunan emisi karbon hingga 102 juta ton pada tahun 2020 dan 410 juta ton pada tahun 2030. Namun, kenyataannya, realisasi penurunan emisi CCUS pada tahun 2020 baru mencapai 40 juta ton per tahun (IEA, 2021) atau hanya seperempat dari target. Meskipun situasi penerapan CCUS masih jauh dari proyeksi, IEA pada tahun 2021 kembali membuat skenario sangat optimistis dengan penurunan emisi CCS pada tahun 2030 meningkat drastis 1,67 miliar ton per tahun dan pada 2050 menjadi 7,6 miliar ton per tahun. Angka tersebut tidak jauh berbeda dengan pemodelan dari Oxford Economics (2021) dengan penurunan karbon dari CCS pada tahun 2050 sebesar 13 miliar ton per tahun.

Beberapa penelitian melihat hubungan antara optimisme teknologi CCUS dan perhatian atau dukungan terhadap perubahan iklim, seperti Stephens (2006) atau Koljonen et al. (2009). Pada tahun 2020, seiring dengan terjadinya...

...pandemi Covid-19, perhatian dan dukungan global terhadap aksi melawan perubahan iklim dan dekarbonisasi meningkat. Hal tersebut ikut mendorong perhatian atas cara-cara dekarbonisasi, seperti CCUS. Pemerintah dari beberapa negara juga mendorong penerapan CCUS melalui bantuan dana untuk mengatasi masalah keekonomian teknologi tersebut. Amerika Serikat, umpamanya, per Agustus 2021 menurunkan dana sebesar 24 juta dollar AS untuk sembilan proyek CCS atau Australia yang memberikan dana CCUS *Development Fund* mulai 500.000 dollar AS hingga 25 juta dollar AS untuk negara bagian ataupun perusahaan yang mengembangkan CCUS.

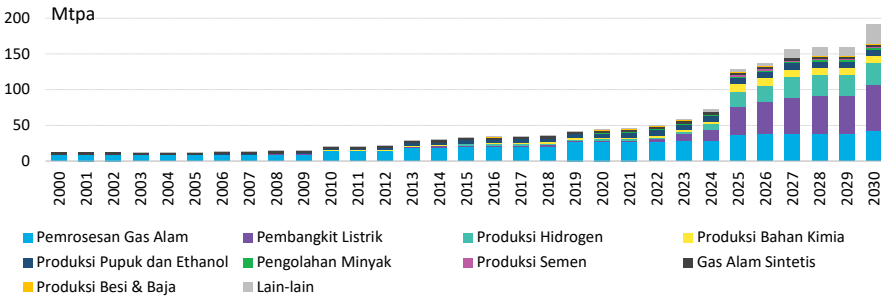
Meskipun demikian, hingga tahun 2021, teknologi CCUS masih belum berhasil masuk dalam skala keekonomian. Dua proyek CCUS yang sangat besar masih mengalami kegagalan, yaitu Petra Nova di Amerika Serikat dan Gorgon di Australia. Petra Nova terkendala keekonomian karena model bisnisnya mengutilisasi karbon untuk keperluan *enhance oil recovery* (EOR), sementara Gorgon yang menjadi CCUS terbesar di dunia hanya berhasil menangkap 30% dari target 80% emisi karbon.

Ke depan, perkembangan dari teknologi penangkapan karbon akan bergantung pada beberapa hal (Tabel III.6).

Faktor	Mendukung	Menghambat
Inovasi Teknologi	Terdapat insentif serta dukungan riset dan pengembangan teknologi CCUS, terutama untuk mengatasi masalah mahalnnya teknologi, sehingga muncul terobosan baru.	Riset dan pengembangan teknologi CCUS masih kurang menarik.
Nilai Ekonomi Karbon (NEK)	Kebijakan NEK yang meningkatkan harga karbon sehingga mendorong keekonomian teknologi CCUS.	Harga karbon masih rendah dan belum cukup untuk menjadi <i>trade-off</i> .
Ketahanan Energi	Teknologi penyimpanan energi belum berkembang pesat atau terkendala sehingga energi fosil masih menjadi andalan untuk ketahanan energi, sementara komitmen dekarbonisasi meningkat.	Teknologi penyimpanan energi, seperti baterai ataupun hidrogen, berkembang pesat dan mendukung penerapan EBT yang intermiten.
Model Bisnis	Muncul inovasi model bisnis dalam rantai CCUS, yang dapat mendukung keekonomian.	CCUS diterapkan sebatas penangkapan dan utilisasi karbon.

Sumber: PEI Analysis (2021)

Tabel III.6 Faktor Pendukung dan Penghambat Teknologi CCUS



Sumber: Bloomberg NEF (2021)

Gambar III.73 Tren Pertumbuhan Teknologi Penangkapan Karbon Global

Berdasarkan data Bloomberg NEF, ke depan akan terjadi peningkatan kapasitas CCS untuk pembangkit listrik dan hidrogen berdasarkan proyek-proyek yang sudah diumumkan, sedangkan CCS untuk pemrosesan gas alam mengalami pertumbuhan yang landai.

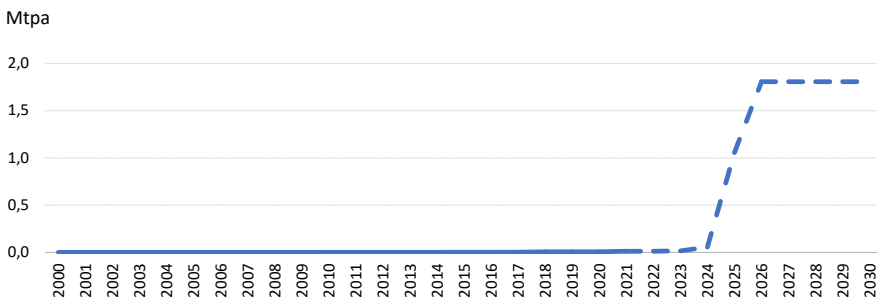
Hal tersebut menunjukkan peningkatan komitmen dekarbonisasi melalui pemanfaatan CCS secara global, terutama untuk pembangkit listrik dan hidrogen, dua area yang saat ini masih memiliki emisi karbon yang besar.

### c. Teknologi Penangkapan Karbon Langsung dari Udara (DACCS)

Pada bulan September 2021, Orca, sebuah fasilitas penangkapan karbon langsung (DACCS) terbesar di dunia, telah dioperasikan di Islandia. Fasilitas ini dioperasikan oleh perusahaan Climeworks, dengan sumber energi untuk fasilitas tersebut berasal dari panas bumi. Proyek ini menelan dana 10-15 juta dollar AS dan dapat menangkap 4.000 ton CO<sub>2</sub> per tahun. Jumlah emisi yang ditangkap tersebut masih relatif sangat kecil. Dari sisi biaya operasional, saat ini biaya penangkapan karbon fasilitas Orca berkisar 510 dollar AS per ton. Climeworks menargetkan penurunan biaya penangkapan karbon di fasilitas Orca menjadi 200-300 dollar AS per ton pada 2030 dan 100-200 dollar AS pada 2035 (ORF, 2021). Pola kerja sama dilakukan dalam proyek Orca, dengan sumber energi panas bumi dari perusahaan *On Power* dan penyimpanan karbon dilakukan oleh Carbfix dengan cara mencampur CO<sub>2</sub> yang ditangkap dari atmosfer dengan CO<sub>2</sub> dari fluida panas bumi untuk injeksi dan penyimpanan bawah tanah di formasi batuan basal (IEA, 2021). Model bisnis Orca, melalui pengelolaan Climeworks, adalah penjualan karbon kredit. Konsumen Climeworks (pembeli karbon kredit) antara lain adalah Microsoft, Shopify, dan Swiss RE. Harga jual karbon kredit dari Climeworks berkisar 600-1.200 dollar AS per ton.

Selain Orca, secara global baru terdapat 15 proyek DACCS yang beroperasi dalam skala kecil di Eropa, Amerika Serikat, dan Kanada (IEA, 2021). Pemanfaatan CO<sub>2</sub> tersebut biasanya untuk perusahaan minuman berkarbonasi. Untuk proyek skala besar, Amerika Serikat sedang mengembangkan melalui perusahaan Carbon Engineering yang bekerja sama dengan Occidental Petroleum. Fasilitas tersebut ditargetkan untuk menangkap hingga 1 juta ton CO<sub>2</sub> dan beroperasi pada 2023. Saat ini teknologi DACCS masih merupakan wildcard yang bergantung pada skala keekonomian dan perkembangan inovasi. Uni Eropa mendanai riset dan pengembangan DACCS untuk mencari solusi atas masalah kebutuhan energi fasilitas yang besar, tingkat efisiensi rendah, dan biaya yang tinggi (European Parliament, 2021).

Secara global, pada tahun 2020 DACCS baru menangkap sekitar 6.265 ton CO<sub>2</sub> per tahun dan pada 2021 diperkirakan tumbuh menjadi 12.265 ton CO<sub>2</sub> per tahun. Berikut gambaran tren historis DACCS dan proyeksi ke depan dari Bloomberg NEF (2021). Terobosan Orca pada tahun 2021, peningkatan pendanaan riset dan pengembangan, serta peningkatan komitmen global atas dekarbonisasi diharapkan akan mendorong perkembangan teknologi DACCS di masa mendatang.



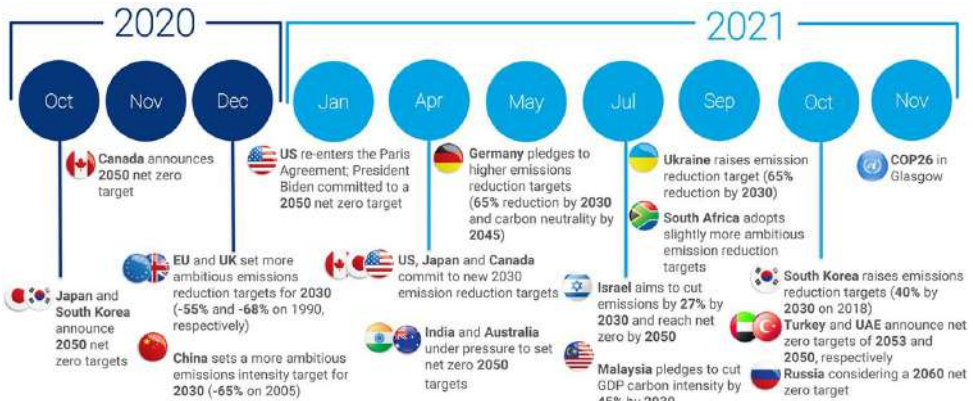
Sumber: Bloomberg NEF (2021)

**Gambar III.74 Tren Perkembangan dan Proyeksi Penangkapan Karbon DACCS Global**

### III.9. Perdagangan dan Pajak Karbon

Meskipun terjadi pandemi Covid-19, sejak tahun 2020 telah terjadi upaya akselerasi momentum aksi iklim global. Sejak itu hingga sekarang, ada perubahan signifikan pada target-target *net zero emission* (NZE) yang dijanjikan oleh banyak negara, termasuk negara-negara maju dan emerging sebagai pengonsumsi energi dan pengemisi terbesar di dunia.

Pada Desember 2020, China memasang target penurunan emisi untuk tahun 2030 sebesar 65% terhadap level emisi tahun 2005 setelah pada September 2020 China mengumumkan target NZE pada tahun 2060. Kanada, Amerika Serikat, Jepang, dan Korea Selatan telah mendeklarasikan target NZE pada tahun 2050. Negara-negara Uni Eropa yang berambisi mencapai NZE 2050 juga telah memasang target penurunan emisi yang ambisius pada tahun 2030 sebesar 68% terhadap level emisi pada tahun 1990. Saat ini Rusia pun sedang mempertimbangkan pemasangan target NZE pada tahun 2060. Di sisi lain, India dan Australia yang banyak menggunakan batubara dalam bauran energi nasionalnya mendapatkan tekanan global untuk memasang target NZE pada tahun 2050.



Sumber: Wood Mackenzie (2021a)

**Gambar III.75 Perkembangan Target Penurunan Emisi dari Beberapa Negara Pengemisi Terbesar di Dunia**

Untuk mendukung upaya pencapaian ambisi NZE pada tahun 2050, banyak pihak mengatakan perdagangan karbon global, sebagai salah satu komponen dalam Artikel 6 Perjanjian Paris, akan berperan sangat penting. Namun, aturan perdagangan karbon global dan isu-isu terkait masih diperdebatkan sehingga membutuhkan resolusi.

Jika berhasil, pasar karbon global akan berkembang. Sebaliknya, penurunan emisi ke depan akan kurang ambisius karena hanya akan mengandalkan perdagangan karbon dalam negara dan/atau antarnegara dalam satu kawasan dengan basis sukarela. Terkait hal ini, ada beberapa hal yang perlu ditelisik untuk menambah pemahaman dan mengantisipasi perdagangan karbon global.

- Apa mekanisme dalam Artikel 6 untuk mencapai target pengurangan emisi yang ditetapkan oleh negara atau *nationally determined contribution (NDC)*?
- Apa tipe-tipe utama instrumen harga karbon untuk mendorong pengurangan emisi?
- Bagaimana situasi pasar karbon dunia?

#### a. Mekanisme untuk Mencapai Target NDC

Dalam Artikel 6 Perjanjian Paris 2015 telah disebutkan tiga mekanisme untuk mencapai target NDC atau penurunan emisi yang ditargetkan oleh setiap negara (UNFCCC, 2015). Ketiga mekanisme tersebut terbagi dalam dua pendekatan, yaitu perdagangan (internasional, regional, nasional, subnasional, lokal) dan non-perdagangan, sebagai berikut.

- **Pertama**, Artikel 6.2 menyebutkan *internationally transferred mitigation outcomes (ITMO)*, yaitu perdagangan internasional atas kelebihan penurunan emisi terhadap target NDC, baik negara maju maupun berkembang.
- **Kedua**, Artikel 6.4 menyebutkan *sustainable development mechanism (SDM)*, yaitu offset emisi melalui proyek-proyek yang dilakukan oleh entitas publik dan swasta di mana pun, dengan pencapaian...

- Apa saja isu-isu kritis terkait perdagangan karbon internasional?
- Apa yang perlu dipersiapkan untuk menghadapi era perdagangan karbon internasional?
- Apa hasil COP26 terkait perdagangan karbon internasional?

Mempertimbangkan luasnya cakupan materi mengenai kerja sama internasional untuk menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) dalam rangka mengatasi perubahan iklim, maka pembahasan ini lebih diutamakan pada isu perdagangan karbon internasional. Pembahasan akan bersifat pragmatis secara filosofi dan *cross-sectional* dari dimensi waktu, serta menggunakan strategi contoh kasus negara (jika diperlukan) berdasarkan data sekunder dari sumber yang kredibel.

... penurunan emisi oleh suatu pihak dapat dibeli oleh pihak lain dalam kerangka memenuhi target NDC. Hal itu juga dilakukan sekaligus untuk mencapai *overall mitigation in global emissions (OMEG)*, yaitu memastikan mekanisme perdagangan karbon secara keseluruhan bisa mencapai penurunan emisi global jauh lebih baik daripada tanpa ada mekanisme tersebut, dan bukan sekadar memindahkan pencapaian penurunan emisi dari suatu pihak kepada pihak lain.

- **Ketiga**, Artikel 6.8 menyebutkan *non-market approaches (NMA)*, yaitu penurunan emisi melalui, antara lain, upaya mitigasi dan adaptasi, bantuan finansial, transfer teknologi, dan pembangunan kapasitas, termasuk pajak karbon dan *carbon border adjustment mechanisms* (Wood Mackenzie, 2021b).

## b. Instrumen Harga Karbon untuk Mendorong Penurunan Emisi

Mempertimbangkan dampak dan urgensi dari perubahan iklim, diperlukan berbagai pendekatan instrumen harga karbon beserta kebijakan dan regulasi yang mendukung untuk dekarbonisasi kegiatan ekonomi. Hal tersebut diharapkan bisa menaikkan skala penurunan emisi GRK sekaligus mengoptimalkan biaya mitigasinya.

Instrumen harga karbon yang bersifat positif mendorong penurunan emisi dapat dikelompokkan menjadi eksplisit dan implisit. Instrumen harga karbon utama yang berkategori eksplisit-positif, antara lain, *carbon tax*, *emission trading system* (ETS), *carbon crediting mechanism*, *result-based climate finance* (RBCF), dan *internal carbon pricing* (ICP). Di samping itu, contoh instrumen harga karbon dengan kategori implisit-positif, antara lain, program-program untuk mendukung pengembangan energi baru dan terbarukan dan efisiensi energi, *codes and standards*, dan pajak penghasilan bahan bakar fosil. Sebaliknya, instrumen harga karbon dengan kategori implisit-negatif terhadap penurunan emisi adalah subsidi bahan bakar fosil (World Bank, 2021a, 2021b).

Pada bagian ini akan dijelaskan instrumen harga karbon yang bersifat eksplisit-positif. Instrumen harga karbon yang umum digunakan adalah *carbon tax* dan ETS. Instrumen harga karbon ini diregulasi oleh negara dan dikenakan harga berdasarkan kandungan karbon.

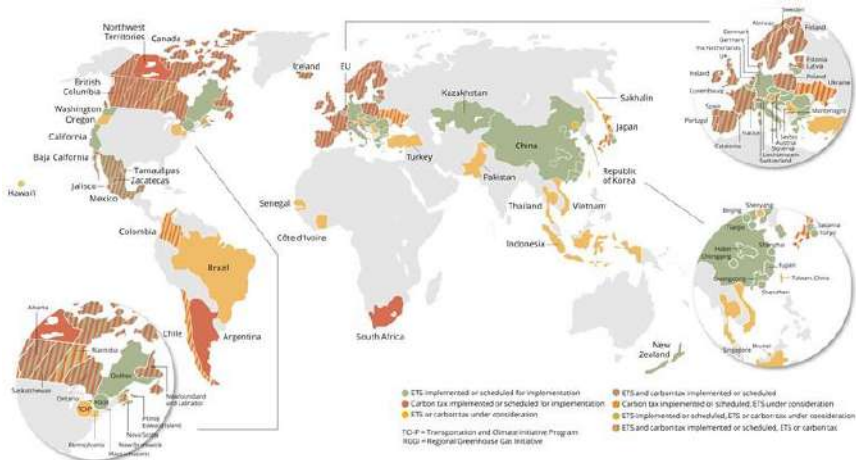
### i. Pajak Karbon (*Carbon Tax*)

Dalam skema pajak karbon, pemerintah menentukan harga karbon dengan besaran pajak berdasarkan kandungan emisi karbon, yaitu harga per tCO<sub>2</sub>e. Di sisi lain, berdasarkan harga karbon tersebut, *market forces* akan menentukan hasil pengurangan emisi karbon.

### ii. *Emission Trading System* (ETS)

*Emission trading system* atau sistem perdagangan emisi (ETS) adalah sistem di mana penghasil emisi dapat melakukan jual-beli unit emisi untuk memenuhi target emisinya. Untuk memenuhi target emisi dengan biaya terendah, badan usaha (yang diregulasi) bisa memilih antara mengeluarkan biaya untuk program pengurangan emisi secara internal atau untuk membeli unit emisi di pasar karbon. ETS pada prinsipnya membentuk harga pasar untuk emisi karbon dengan cara menciptakan suplai dan permintaan unit emisi. Pada ETS, ada dua bentuk sistem, yaitu *cap-and-trade* dan *baseline-and-credit*. Dalam sistem *cap-and-trade*, batasan emisi (*cap*) dalam periode tertentu ditentukan oleh pemerintah, dan *allowances* (kuota) emisi dialokasikan kepada badan usaha berdasarkan kriteria, atau ditenderkan. Di sisi lain, *market forces* yang menentukan harga karbon. Sebagai contoh, Kementerian ESDM menetapkan batas intensitas emisi atau cap dari setiap pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) ialah 0,918 tCO<sub>2</sub>/MWh untuk kapasitas lebih dari 400 MW, 1,013 tCO<sub>2</sub>/MWh untuk kapasitas 100-400 MW, dan 1,094 tCO<sub>2</sub>/MWh untuk PLTU Mulut Tambang berkapasitas 100-400 MW. Nilai *cap* berasosiasi dengan jumlah alokasi kuota emisi, di mana PLTU yang emisinya melebihi alokasi kuota emisi dapat membeli kuota emisi dari PLTU lain yang surplus kuota emisi. Alokasi kuota emisi dihitung berdasarkan *cap* dikalikan produksi listrik bruto. Jika kuota dikurangi emisi CO<sub>2</sub> pada unit pembangkitan akhirnya defisit, PLTU bersangkutan bisa membeli emisi sebesar jumlah defisit emisi dengan harga pasar per tCO<sub>2</sub> (Sulistyo, 2021). Dalam sistem *baseline-and-credit*, *level baseline* emisi ditentukan untuk tiap badan usaha, dan kredit diberikan kepada badan usaha yang menurunkan emisi di bawah *baseline*. Kredit ini bisa dijual kepada badan usaha lain yang melampaui target *baseline* emisinya. Di sini harga karbon terbentuk dari keseimbangan suplai dan permintaan kredit.

Hingga April 2021, menurut Bank Dunia (2021b), inisiatif pajak karbon sudah dan akan diterapkan di 27 negara dan 8 wilayah subnasional. Inisiatif pajak karbon ini baru mencakup 2,99 GtCO<sub>2</sub>e (atau 5,5% global GRK). Selain itu, inisiatif ETS sudah dan akan diterapkan di 38 negara dan 29 wilayah subnasional. Inisiatif ETS ini baru mencakup 8,73 GtCO<sub>2</sub>e (atau 16,1% global GRK).



Sumber: World Bank (2021a)

Gambar III.76 Peta Pajak Karbon dan ETS Dunia

### iii. Carbon Crediting Mechanism/ Offset Mechanism

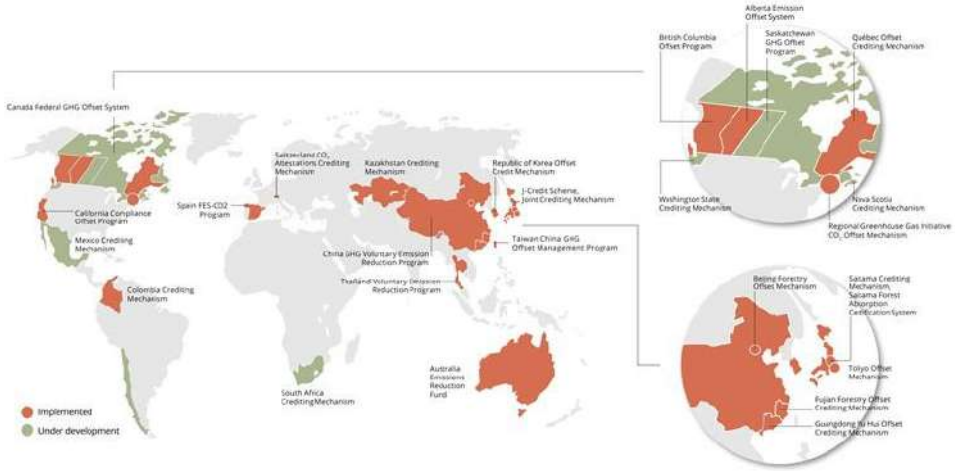
Instrumen harga karbon tipe ini menghasilkan kredit dari pengurangan atau penghilangan emisi dari aktivitas proyek *stand-alone* hingga program dengan cakupan aspek teknis dan geografis yang luas. Kredit karbon bisa diterbitkan melalui mekanisme pengkreditan di negara tempat pemerintah membuat aturan dan basis untuk menghasilkan kredit, seperti mekanisme *Australia Emissions Reduction Fund*, *China GHG Voluntary Emission Reduction Program*, dan *California Compliance Offset Program*. Cara lainnya, kredit diterbitkan berdasarkan mekanisme yang disepakati secara internasional, seperti *clean development mechanism* dan *joint implementation mechanism* berdasarkan Protokol Kyoto, dan mekanisme *trading* karbon yang sesuai Artikel 6.4 Perjanjian Paris.

Selain itu, kredit juga dihasilkan berdasarkan standar yang dibuat oleh organisasi independen, seperti mekanisme *American Carbon Registry*, *Gold Standard*, dan *Verified Carbon Standard (VCS)*. Kredit karbon ini dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan compliance terhadap perjanjian internasional, atau regulasi negara dalam bentuk pajak karbon atau ETS. Selain itu, kredit juga dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan *voluntary* sebagai bagian dari strategi netral karbon perusahaan atau tujuan lainnya. Total jumlah transaksi kredit yang digunakan untuk kebutuhan *voluntary* disebut sebagai *voluntary carbon market (VCM)*.



Kredit dari VCM ini juga bisa digunakan untuk memenuhi kebutuhan compliance terhadap regulasi pajak karbon atau ETS, tetapi perlu memenuhi kriteria kualitatif, dan ada batasan kuantitatif dari kredit *voluntary* yang bisa digunakan oleh entitas yang diregulasi. Hingga April 2021, menurut Bank Dunia (2021b),...

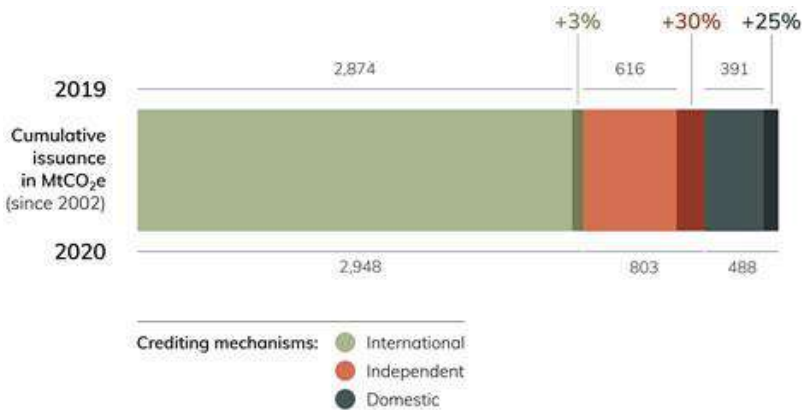
...sebanyak 24 negara telah menerapkan dan enam negara sedang mengembangkan *carbon crediting mechanism*, termasuk di sini mekanisme di kawasan, negara, ataupun subnasional yang telah menerbitkan kredit karbon yang telah digunakan untuk kebutuhan *compliance* dan *voluntary*, sebagai berikut.



Sumber: World Bank (2021a)

**Gambar III.77 Peta Mekanisme Kredit Karbon di Dunia**

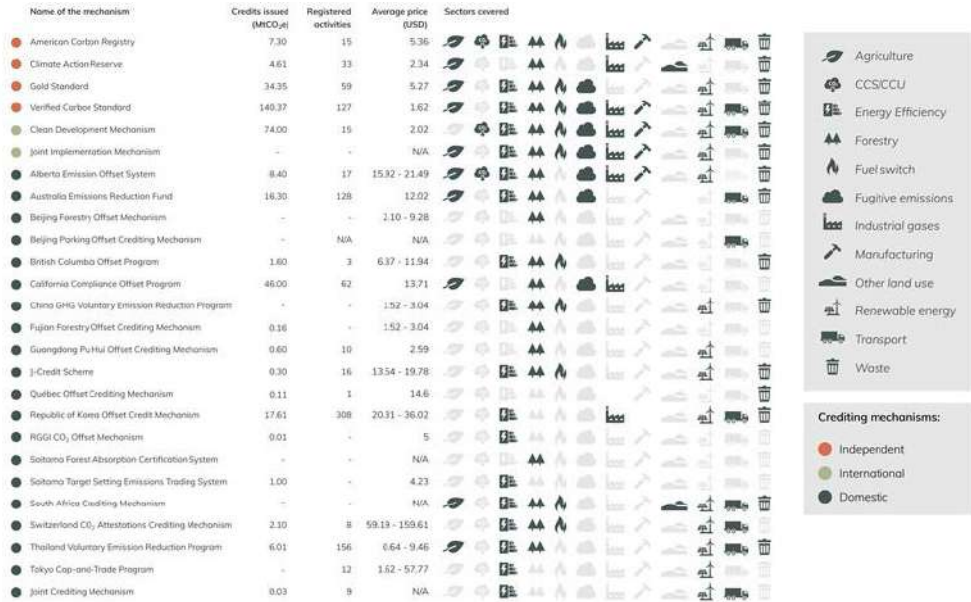
Penambahan volume kredit dari tahun 2019 ke 2020 didominasi oleh aktivitas dari *independent crediting standards*, yaitu 187 unit, sedangkan mekanisme *crediting* domestik dan internasional masing-masing berkontribusi sebanyak 97 dan 74 volume kredit.



Sumber: World Bank (2021a)

**Gambar III.78 Total Penerbitan Kredit Karbon (2019-2020)**

Adapun detail dari penambahan volume kredit dari tahun 2019 ke 2020 dari ketiga mekanisme *crediting* sebagai berikut.



Sumber: World Bank (2021a)

**Gambar III.79 Perubahan Jumlah Kredit Diterbitkan (2019-2020), Aktivitas Terdaftar, Rata-rata Harga Kredit 2020, dan Sektor yang Dicakup oleh Berbagai Mekanisme *Crediting* di Dunia**

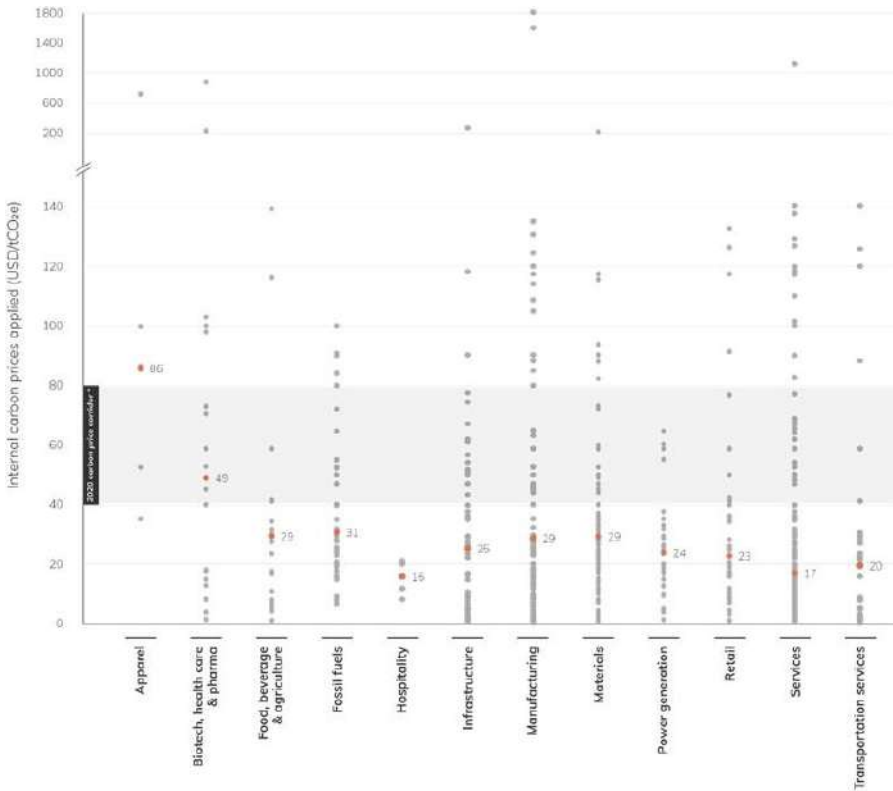
**iv. Result-based Climate Finance (RBCF)**

*Result-based climate finance* (RBCF) adalah pendanaan yang dibayar setelah hasil mitigasi perubahan iklim (yang telah ditentukan di awal) diperoleh dan terverifikasi. Kebanyakan program RBCF ini bertujuan untuk membeli hasil tersebut sekaligus pada waktu yang sama bertujuan untuk mengurangi kemiskinan, memperbaiki akses pada energi bersih, dan meningkatkan kesehatan masyarakat. Salah satu contoh RBCF adalah bantuan pendanaan berbasis pada potensi penurunan emisi yang bisa diperoleh pada *joint crediting mechanism* (JCM) yang diprakarsai Pemerintah Jepang secara bilateral kepada negara lain. Sebagai informasi, kredit dari penurunan emisi pada JCM ini bersifat non-tradable karena bertujuan untuk memenuhi target penurunan emisi negara Jepang dan negara partnernya.

**i. Pajak Karbon (Carbon Tax)**

Harga karbon juga bisa digunakan secara sukarela oleh perusahaan, organisasi, dan pemerintah, sering kali dalam bentuk *internal carbon pricing* (ICP). ICP membantu mengarahkan keputusan investasi dan meningkatkan efisiensi operasional bisnis. Akan tetapi, analisis detail dan penilaian ICP relatif sulit karena kurangnya transparansi dan konsistensi seputar metodologi, level harga, penggunaan, dan dampaknya. Meski demikian, *shadow price* dapat menjadi acuan awal dan berpotensi efektif mendorong penurunan emisi. Dalam beberapa kasus, perusahaan dapat...

...memperlakukan ICP sebagai biaya bagi unit kerja yang membayar harga karbon. Uang yang diperoleh dapat digunakan untuk kantong *revenue*, atau investasi pengurangan emisi. Valuasi ICP bisa berbeda signifikan antar sektor dan wilayah. Saat ini nilai median ICP global di level 28 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e, masih di bawah kisaran 40-80 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e yang diharapkan untuk memenuhi target pengendalian temperatur global pada Perjanjian Paris. Kendati demikian, di berbagai sektor ada entitas yang menerapkan level ICP di atas rentang tersebut.



Note: Private responses to the CDP survey are not included.  
 \* The 2020 carbon price corridor is the recommendation of the World Bank's 2017 High-Level Commission on Carbon Prices Report.

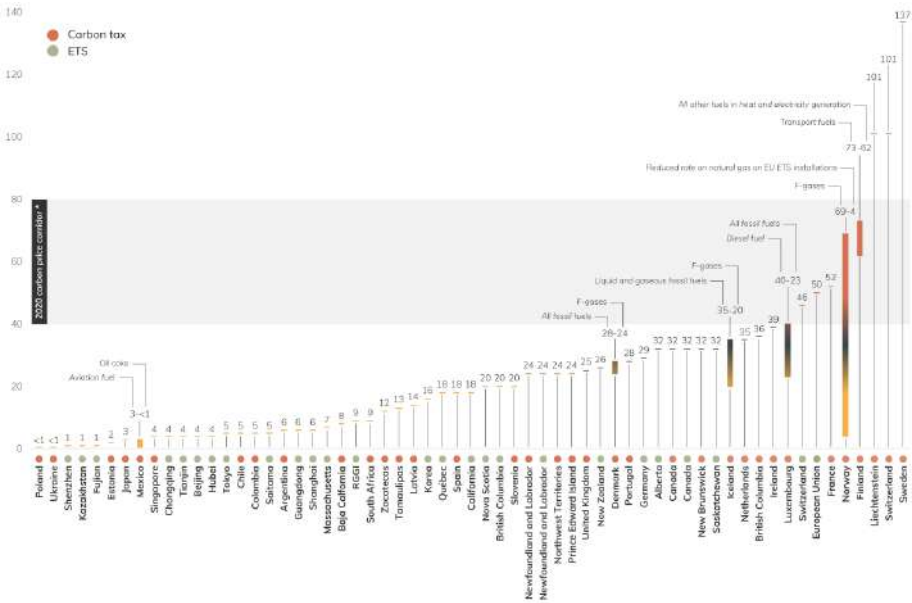
Sumber: World Bank (2021a)

**Gambar III.80 Harga Karbon Internal di Berbagai Industri**

c. Situasi Pasar Karbon Dunia

Dalam perdagangan emisi karbon, harga karbon menjadi perhatian utama. Pada tahun 2021 instrumen ini yang beroperasi baru meliputi 21,5% dari total emisi karbon dunia setelah China akhirnya menerapkan aturan ETS nasional, mulai dari sektor pembangkit sebesar 4 miliar tCO<sub>2</sub>e dengan harga karbon baru di kisaran 7-8 dollar AS/tonCO<sub>2</sub>e (World Bank, 2021; IISD, 2021). Namun, skema ETS di China tersebut dinilai kurang ambisius karena menggunakan basis intensitas emisi per satuan energi yang dihasilkan pada saat negara...

...dan kawasan lain, seperti Uni Eropa, Kanada, dan Argentina, menggunakan basis emisi absolut (Nogrady, 2021). Bank Dunia menunjukkan saat ini harga karbon di negara berkembang masih relatif jauh lebih rendah daripada di negara maju, dan belum ada negara yang mencapai level harga karbon 150 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e. Menurut Wood Mackenzie, tingkat harga tersebut diperlukan untuk mendorong investasi ke energi bersih dalam skenario pemanasan temperatur global tidak lebih dari 1,5 derajat celsius (Wood Mackenzie, 2021b).

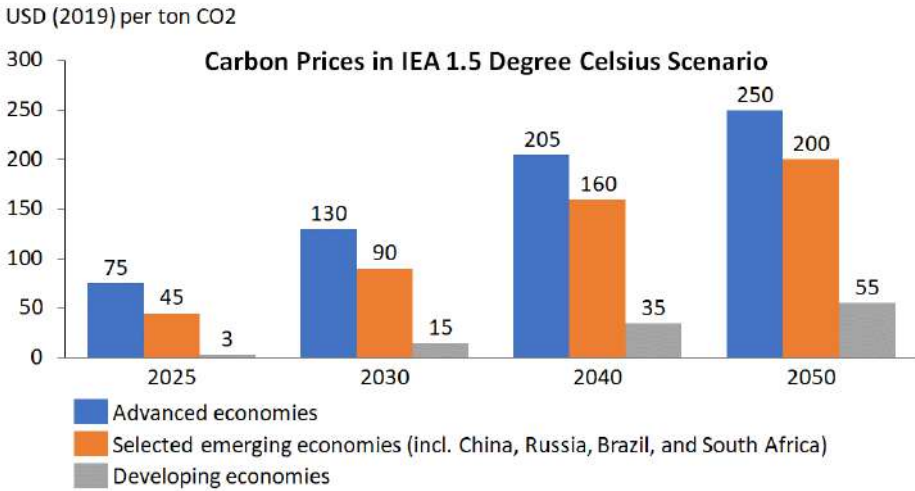


Nominal prices on April 1, 2021, shown for illustrative purpose only. China national ETS, Mexico pilot ETS and UK ETS are not shown in this graph as price information is not available for those initiatives. Prices are not necessarily comparable between carbon pricing initiatives because of differences in the sectors covered and allocation methods applied, specific exemptions, and different compensation methods.  
 \*The 2020 carbon price corridor is the recommendation of the World Bank's 2017 High-Level Commission

Sumber: World Bank (2021)

Gambar III.81 Harga Karbon di Dunia Status April 2021

Ke depan, Badan Energi Internasional atau IEA (2021) belum yakin negara berkembang bisa menaikkan harga karbon secara agresif. Namun, IEA sudah merekomendasikan agar negara berkembang kategori *emerging* (termasuk China, Rusia, Brasil, Afrika Selatan) bisa lebih agresif menaikkan level harga karbon mendekati level di negara maju untuk bisa mencegah pemanasan global maksimal 1,5 derajat celsius dalam tiga dekade ke depan, masing-masing mencapai 200 dan 250 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e pada tahun 2050.



Sumber: IEA (2021), diolah

**Gambar III.82 Harga Karbon Menurut Skenario 1,5 Derajat Celsius**

Kondisi tingkat harga karbon di negara berkembang yang masih sangat rendah berimplikasi pada relatif tingginya daya saing negara tersebut dalam perdagangan internasional. Karena itu, untuk melindungi pasar domestik sekaligus meningkatkan daya saing produsen, Uni Eropa menggunakan NMA Artikel 6.8 dengan berencana menerapkan *carbon border adjustment mechanism* (CBAM). Mekanisme ini menyetarakan harga karbon produk impor terhadap harga karbon produk domestik dengan dalih mencegah carbon leakage dari negara eksportir yang tidak ambisius menurunkan emisi (European Commission, 2021). Importir di Uni Eropa akan membayar pajak atas produk yang diimpor berdasarkan aturan harga karbon Uni Eropa. Namun, apabila produsen (eksportir) dapat menunjukkan telah membayar harga untuk karbon di negaranya, biaya yang dikeluarkan tersebut dapat dikurangkan bagi importir untuk menghindari *double-counting*. Serupa tapi tidak sama dengan CBAM, Amerika Serikat juga akan menerapkan *border carbon adjustment fee* (BCAF) untuk produk impor yang *carbon-intensive*, termasuk baja, aluminium, semen, dan bahan bakar fosil (Picone, 2021).

BCAF tidak berdasarkan harga karbon, tetapi mengacu pada biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan di Amerika Serikat untuk mematuhi undang-undang dan peraturan yang membatasi emisi gas rumah kaca di Amerika Serikat. Sebaliknya, negara berkembang dengan tingkat emisi gas rumah kaca tinggi, seperti Indonesia, Afrika Selatan, Argentina, Brasil, dan Meksiko, juga mempertimbangkan atau telah menggunakan mekanisme pajak karbon. Pendapatan dari pajak karbon ini nantinya bisa digunakan untuk mencapai target NDC.



**d. Isu-isu Kritis Terkait Perdagangan Karbon Internasional**

Di balik risiko persaingan pasar antara negara maju dan berkembang (termasuk *emerging*) akibat harga karbon yang tidak seragam tersebut, ada beberapa isu kritical pada Artikel 6.2, 6.4, dan 6.8 yang membutuhkan resolusi. Kenyataan bahwa dari sejak dijanjikan pada tahun 2009 hingga akhir tahun 2020, komitmen bantuan finansial dari negara maju ke negara berkembang sebesar 100 miliar dollar AS per tahun belum pernah terealisasi (UN, 2020). Hal ini berakibat kepercayaan negara berkembang kepada negara maju berkurang. Selain itu, belum ada kesepakatan aturan pasar karbon global dalam upaya menghindari risiko perhitungan ganda dalam perdagangan karbon dunia.

Di samping itu, dengan berakhirnya periode kedua komitmen terhadap Protokol Kyoto, beberapa negara, seperti Brasil dan India, menginginkan agar unit kredit pengurangan emisi dari masa *clean development mechanism* yang lalu dapat diperjualbelikan.

Unit kredit sangat surplus akibat *baseline* yang lemah. Hal ini dapat berakibat terjadinya pengurangan emisi semu yang tidak selaras dengan tujuan Perjanjian Paris. Saat ini juga masih diperdebatkan mengenai alternatif transaksi proyek dan metodologi penentuan kredit emisi dari Protokol Kyoto ke dalam Artikel 6 Perjanjian Paris.

Masalah lainnya adalah bagaimana secara operasional mekanisme perhitungan kredit dalam pengawasan internasional untuk mencapai *overall mitigation in global emissions* dapat dilaksanakan, agar kontribusi para pihak terhadap penurunan gas rumah kaca secara global termonitor, dilaporkan, dan terverifikasi. Di samping itu, diperlukan keberadaan badan internasional independen yang memonitor, menyupervisi, dan memverifikasi hasil penurunan emisi serta penggunaan hasil perdagangan karbon untuk pembangunan berkelanjutan.

	Masalah-masalah utama di artikel 6	Ekspektasi resolusi	Urutan relevansi
Kepentingan	Belum ada <i>trust</i> karena target bantuan finansial iklim sebesar 100 miliar USD per tahun yang telah dijanjikan negara maju kepada negara berkembang sejak 2009 dan Perjanjian Paris (PP) hingga tahun 2020 tidak pernah tercapai.	Memperoleh <i>trust</i> dari negara berkembang terhadap negara maju dengan menyediakan bukti realisasi bantuan finansial iklim mencapai 100 miliar USD tahun 2020 sebelum COP26.	6.8
	Risiko perhitungan ganda	Menghasilkan mekanisme untuk mencegah risiko perhitungan ganda penurunan emisi antara negara (eksportir) yang berhasil menurunkan emisi dan negara (importir) yang membeli pencapaian tersebut.	6.2
	Apakah proyek, metode perhitungan emisi, dan unit kredit karbon di era Protokol Kyoto akan dimasukkan ke skema trading PP? Surplus kredit karbon sangat besar, tapi dikritik karena mudah diperoleh dari target yang sangat lemah, dan akan melemahkan upaya menurunkan emisi sesuai target dan tujuan PP.	Meyakinkan para pihak untuk membatalkan unit kredit emisi karbon di era Protokol Kyoto secara sukarela sebagaimana telah eksplisit disebutkan pada naskah keputusan Paris (UNFCCC, 2018, no. 106). Metode dan target harus diperkuat untuk mendukung tujuan target penurunan emisi PP.	6.4 6.2
	Mitigasi keseluruhan: emisi global / overall mitigation in global emissions (OMGE).	Memastikan mekanisme perdagangan karbon secara keseluruhan bisa mencapai penurunan emisi global jauh lebih baik daripada tanpa ada mekanisme tersebut, dan bukan sekadar memindahkan pencapaian penurunan emisi dari suatu pihak ke pihak lain.	6.4 6.2
	Standar perhitungan emisi untuk perdagangan karbon antar negara, termasuk bagaimana menerapkan trading karbon pada negara dengan target NDC single year vs multi-year.	Menegakkan <i>fairness</i> , mencegah <i>double-counting</i> , mendorong target NDC yang lebih ambisius, serta mendorong realisasi penurunan emisi secara nyata dan berarti sesuai tujuan Perjanjian Paris.	6.2
	Ada dan di mana (saja) badan khusus yang dibentuk COP untuk supervisi dan verifikasi laporan.	Mencegah manipulasi laporan emisi, mendorong perbaikan berkelanjutan untuk mencapai tujuan NDC di lapangan.	6.4 6.2
	Bagaimana perlakuan terhadap hasil penurunan emisi dari sektor di luar target NDC.	Mencegah kegagalan pencapaian target NDC dan memperluas cakupan sektor dalam NDC.	6.2 6.4
	Bagaimana memastikan penggunaan hasil perdagangan emisi karbon.	Hasil digunakan untuk pendanaan mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim dalam konteks pembangunan.	6.8 6.2 6.4

6.2 ITMO   
 6.4 SDM   
 6.8 NMA

Sumber: Wood Mackenzie (2021) dan Carbon Brief (2019, 2021)

**Tabel III.7 Masalah-masalah Utama dalam Artikel 6 Perjanjian Paris**

## e. Persiapan untuk Menghadapi Perdagangan Karbon Internasional

Menyikapi masalah yang disebutkan di atas, perlu dipastikan kesiapan Indonesia dalam berbagai aspek, mulai dari sumber daya manusia, organisasi, aturan formal, hingga teknologi dan informasi.

- Kompetensi sumber daya manusia dalam menganalisis dan mengevaluasi emisi gas rumah kaca harus dibangun, disertai penguasaan berbagai metodologi dan standar yang saat ini digunakan di dunia.
- Di level nasional diperlukan regulasi harga dan mekanisme perdagangan karbon yang mampu memberikan insentif bagi para pemangku kepentingan untuk mencapai target NDC, untuk memastikan pendapatan dari perdagangan karbon diinvestasikan untuk program penurunan emisi berkelanjutan.
- Selain itu, diperlukan pengorganisasian yang kokoh dalam menghadapi diplomasi global untuk menyampaikan aspirasi Indonesia di kancah global.
- Perlu ada percepatan dalam penguasaan dan alih teknologi untuk pengurangan emisi gas rumah kaca yang sesuai dengan konstruksi industri dan ekonomi Indonesia.

- Sebagai enabler, penyediaan dan pembangunan sistem informasi, dokumentasi, dan konsultasi yang komprehensif diperlukan agar para pemangku kepentingan dari sektor industri yang terkait dengan pengurangan emisi dapat memanfaatkan peluang yang ada. Upaya ini pun dilakukan untuk menghindari dan memitigasi risiko akibat pemberlakuan mekanisme perdagangan karbon global.

Selain itu, Indonesia harus melakukan antisipasi dengan membangun kemampuan implementasi pajak karbon, mekanisme kredit, dan/atau sistem perdagangan emisi nasional. Pada tahap awal pajak karbon bisa diterapkan dengan harga karbon yang rendah untuk memberikan sinyal dan membiasakan semua pihak untuk berorientasi pada target penurunan emisi nasional. Selanjutnya, sistem perdagangan emisi yang likuid akan membantu pencapaian target emisi. Karena itu, diperlukan pembangunan kapasitas mencakup dimensi *compliance*, MRV (*measurement, reporting, and verification*) atau pengukuran, pelaporan, dan verifikasi), pengawasan pasar, alokasi kuota emisi, dan infrastruktur perdagangan emisi karbon yang produktif.



Capacity required		Regulatory capacity		Business capacity	
Carbon tax	Emissions trading system	Crediting	<b>Governance</b>	<b>Compliance</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Credible enforcement mechanisms and punishments for emissions liabilities</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clear lines of responsibility</li> <li>Access to emissions verification or auditing service providers</li> </ul>
			<b>MRV</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitoring and reporting institutions for other policies (such as taxes) or standalone data gathering and reporting system</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Established data collection processes</li> <li>Access to verification services</li> </ul>	
			<b>Markets</b>	<b>Market oversight</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Financial market regulation that provides stability and punishes misconduct</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Businesses' ability and willingness to comply with regulation</li> </ul>
				<b>Trade infrastructure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Registry for holding/trading units</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liquid market, operating through exchange based trading</li> <li>Internal carbon risk management processes</li> </ul>
				<b>Allocations</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Production and emissions data for determining free allocations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Understanding of allocation design and competitiveness implications</li> </ul>

Sumber: Partnership for Market Readiness (2021)

**Gambar III.83 Kapasitas yang Dibutuhkan untuk Setiap Instrumen Harga Karbon**

**f. Hasil COP26 Terkait Perdagangan Karbon Internasional**

COP26 akhirnya berhasil menyepakati aturan perdagangan emisi karbon global pada Pasal 6 Perjanjian Paris. Pada tahun 2021 pasar karbon akan memperdagangkan kurang lebih 300 juta ton karbon setara 1 miliar dollar AS, dan nilai tersebut akan melonjak dengan disepakatinya aturan tersebut. Wood Mackenzie (2021c) memperkirakan nilai pasar karbon bisa mencapai 200 miliar dollar AS per tahun pada tahun 2050. Aturan yang disepakati terutama terkait pencegahan penghitungan ganda untuk memastikan bahwa jumlah kredit sesuai dengan dekarbonisasi yang telah dilakukan. Ketika kredit karbon dijual, pencatatan 1 ton karbon akan ditambahkan kepada negara penjual dan dikurangi dari negara pembeli. Dengan demikian, tiap-tiap negara juga harus memiliki sistem MRV untuk memfasilitasi perdagangan karbon global. Di sisi lain, COP26 juga akhirnya menerima pengalihan 300 juta ton kredit warisan dari proyek *clean development mechanism* (CDM) Kyoto pasca-1 Januari 2013 ke dalam Artikel 6. Hal ini diperkirakan dapat merusak transparansi pasar.

Dalam jangka pendek, pasar karbon akan mengalami volatilitas harga karena tingkat kualitas kredit dan tingkat likuiditas pasar masih harus ditingkatkan. Namun, pada tahun 2030, permintaan akan kredit karbon yang berkualitas tinggi dapat mendorong harga hingga lebih dari 50 dollar AS/tCO<sub>2</sub>e. Level harga karbon tersebut akan mendorong pembiayaan proyek-proyek pengurangan emisi secara signifikan. Selaras dengan hal itu, dari segi regulasi, Pemerintah Indonesia telah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional (NDC) dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional. Regulasi formal ini, beserta aturan-aturan turunan pendukungnya nanti, akan terus mendorong berkembangnya kapabilitas untuk implementasi mekanisme penurunan emisi melalui pajak karbon, result-based payment, dan perdagangan karbon di Indonesia. Lebih jauh lagi, nantinya Indonesia dapat memonetisasi peluang perdagangan karbon di pasar global.



## REFERENSI

- Amer, M., Daim, T.U. and Jetter, A. (2013). *A Review of Scenario Planning. Futures*, 46, pp.23-40.
- BCG. (2021, April 12). *The Green Tech Opportunity in Hydrogen*. Retrieved October 10, 2021, Retrieved from <https://www.bcg.com/publications/2021/capturing-value-in-the-low-carbon-hydrogen-market>.
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (April 2019). *When Will EVs Be Cheaper Than Conventional Vehicles?*.
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (2020). *Electric Vehicle Outlook 2021*. Retrieved from: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
- Bloomberg New Energy Finance (BNEF). (2021). *4Q 2020 Electrified Transport Market Outlook*. Retrieved from: <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/#:~:text=The%20Electric%20Vehicle%20Outlook%20is,two%2Fthree%2Dwheeled%20vehicles>.
- British Petroleum. (2020, September 15). *BP Energy Outlook 2020*. Retrieved from <https://www.bp.com>.
- Carbon Brief. (2019, December 29). *In-depth Q&A: How 'Article 6' Carbon Markets could 'Make or Break' the Paris Agreement*. Retrieved from Carbon Brief: <https://www.carbonbrief.org/in-depth-q-and-a-how-article-6-carbon-markets-could-make-or-break-the-paris-agreement>.
- Carbon Brief. (2021, June 18). *UN Climate Talks: Key Outcomes from the June 2021 Virtual Conference*. Retrieved from Carbon Brief: <https://www.carbonbrief.org/un-climate-talks-key-outcomes-from-the-june-2021-virtual-conference>.
- CAT Climate Target Update Tracker. (2021, September 12). *Climate Action Tracker*. Retrieved October 11, 2021, from <https://climateactiontracker.org/climate-target-update-tracker/>
- Chermack, T.J. (2004). *A Theoretical Model of Scenario Planning. Human Resource Development Review*, 3(4), pp.301-325.
- IRENA. (2021). *Data & Statistics*. (n.d.). Retrieved November 2, 2021, from <https://www.irena.org/Statistics>.
- IEA (2021, July). *Electricity Market Report. (2021, July)*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-july-2021>.
- EIA. (2017). *Link between Growth in Economic Activity and Electricity Use is Changing Around the World*. Retrieved November 2, 2021, from <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=33812>.
- Enerdata. (2021, June). *Global Energy Trends - 2021 Edition*. Retrieved from <https://www.enerdata.net/publications/reports-presentations/world-energy-trends.html>

## REFERENSI

- Energysage.com. (2021). *How Do Batteries for Electric Cars Work?* |EnergySage. Retrieved from <https://www.energysage.com/electric-vehicles/101/how-do-electric-car-batteries-work>.
- European Commission. (2021, July 14). *Carbon Border Adjustment Mechanism: Questions and Answers*. Retrieved from [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3661](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3661).
- European Commission. (2021). *Carbon Dioxide Removal Nature-based and Technological Solutions*. Retrieved from [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689336/EPRS\\_BRI\(2021\)689336\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2021/689336/EPRS_BRI(2021)689336_EN.pdf).
- Frith, J. (n.d.). (2021). *EV Battery Prices Risk Reversing Downward Trend as Metals Surge*. Retrieved from <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2021-09-14/ev-battery-prices-risk-reversing-downward-trend-as-metals-surge>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2013). *Biofuels and the Sustainability Challenge: a Global Assessment of Sustainability Issues, Trends and Policies for Biofuels and Related Feedstocks*. Retrieved from <https://www.fao.org/sustainable-food-value-chains/library/details/en/c/266086/>.
- Global Affairs Associate. (2021). *Quick History of ESG Investing 1970-2020*. Retrieved from: <https://www.globalaffairsassociates.com/blog/2021/2/10/history-of-esg-investing-1970-2020>
- Global CCS Institute. (2021a). *Technological Readiness and Cost of CCS*.
- Goldman Sachs. (2021, June). *Carbonomics*. Retrieved from <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/gs-research/carbonomics-gs-net-zero-models/report.pdf>
- Grangeia, C., Santos, L., Lazaro, L.L.B. (2021). *The Brazilian Biofuel Policy (RenovaBio) and its Uncertainties: An Assessment of Technical, Socioeconomic and Institutional Aspects*. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ecmx.2021.100156>
- Greenpeace. (2020). *Karhutla dalam Lima Tahun Terakhir*. Retrieved from <https://www.greenpeace.org/static/planet4-southeastasia-stateless/2020/10/7e135ccd-lima-tahun-karhutla-261020.pdf>.
- Hasan, M.F., First, E.L., Boukouvala, F., & Floudas, C.A. (2014). *A Novel Framework for Carbon Capture, Utilization, and Sequestration, CCUS*. In *Computer Aided Chemical Engineering* (Vol. 34, pp. 98-107). Elsevier.
- Hydrogen Council. (2020, January). *Path to Hydrogen Competitiveness a Cost Perspective*. Retrieved from [https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness\\_Full-Study-1.pdf](https://hydrogencouncil.com/wp-content/uploads/2020/01/Path-to-Hydrogen-Competitiveness_Full-Study-1.pdf).

## REFERENSI

- Hydropower. (2020). *Hydro Country Profile*. Retrieved from <https://www.hydropower.org>.
- International Commission on Large Dams. (2021). *Dams Database*. Retrieved from <https://www.icold-cigb.org/>.
- IEA. (2020). *World Energy Outlook 2020*. Retrieved from: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>.
- IEA. (2020). *Energy Technology Perspectives 2020 Special Report on Carbon Capture Utilisation and Storage CCUS in Clean Energy Transition*.
- IEA (2020). *Renewables 2020*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/renewables-2020>.
- IEA. (2021). *Net Zero by 2050—A Roadmap for the Global Energy Sector*. Retrieved from: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>
- IEA. (2021). *Direct Air Capture*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/direct-air-capture>.
- IEA. (2021). *Energy Storage*. IEA. Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/energy-storage>.
- IEA. (2021). *Hydropower*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/hydropower>.
- IEA. (2021). *Geothermal Power*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/geothermal-power>.
- IEA. (2021). *Global Hydrogen Review 2021*. IEA. Paris. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2021>
- IEA. (2021, May). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. Retrieved from IEA: <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- IEA (2021). *Renewables 2021*. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/renewables-2021>.
- IISD. (2021, July 19). *Trading Begins under China's National ETS*. Retrieved from iisd: <https://sdg.iisd.org/news/trading-begins-under-chinas-national-ets>.
- IRENA. (2021). *Geothermal Energy Data*. Retrieved from: [www.irena.org/geothermal](http://www.irena.org/geothermal).
- IRENA. (2021). *Hydropower Data*. Retrieved from: <https://www.irena.org/hydropower>.
- IRENA. (2021, June). *World Energy Transitions Outlook 1.5° C Pathway*. Retrieved from: [https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/March/IRENA\\_World\\_Energy\\_Transitions\\_Outlook\\_2021.pdf](https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/March/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2021.pdf).

## REFERENSI

- IRENA. (2016). *Innovation Outlook: Advanced Liquid Biofuels*. Abu Dhabi, United Arab Emirates: International Renewable Energy Agency. Retrieved from: <https://www.irena.org/publications/2016/Oct/Innovation-Outlook-Advanced-Liquid-Biofuels>.
- IRENA (2021, March). *Renewable Capacity Statistics 2021*. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2021/March/Renewable-Capacity-Statistics-2021>
- Jeswani, H.K., Chilvers, A., Azapagic, A. (2020). *Environmental Sustainability of Biofuels: a Review*. Retrieved from: <https://doi.org/10.1098/rspa.2020.0351>.
- Kearney. (2020, July). *Hydrogen Applications and Business Models Going Blue and Green?*. Retrieved from: [https://www.kearney.com/documents/17779499/18269679/Hydrogen+applications+and+business+models\\_single\\_page.pdf/c72700b3-e66a-6338-82bb-46ca8031e86d?t=1594994670696](https://www.kearney.com/documents/17779499/18269679/Hydrogen+applications+and+business+models_single_page.pdf/c72700b3-e66a-6338-82bb-46ca8031e86d?t=1594994670696).
- Koljonen, T., Flyktman, M., Lehtilä, A., Pahkala, K., Peltola, E., & Savolainen, I. (2009). *The Role of CCS and Renewables in Tackling Climate Change*. Energy Procedia, 1(1), 4323-4330.
- Konrad Adenauer Stiftung. (2021, March 10). *Perception of the Planned EU Carbon Border Adjustment Mechanism in Asia Pacific: An Expert Survey*. Retrieved from KAS: <https://www.kas.de/en/web/recap/single-title/-/content/perception-of-the-planned-eu-carbon-border-adjustment-mechanism-in-asia-pacific-an-expert-survey>.
- Levy, D.L. (2000). *Applications and Limitations of Complexity Theory in Organization Theory and Strategy*. Public Administration and Public Policy, 79, pp.67-88.
- McCollum, D.L. & Ogden, J.M. (2006). *Techno-economic Models for Carbon Dioxide Compression, Transport, and Storage*. University of California—Davis, CA 95616, UCD—ITS—RR—06, 14.
- Mckinsey. (2021, April 21). *A Revolutionary Tool for Cutting Emissions, Ten Years on*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/about-us/new-at-mckinsey-blog/a-revolutionary-tool-for-cutting-emissions-ten-years-on>.
- McKinsey & Company. (2019, April). *The Decoupling of GDP and Energy Growth: A CEO Guide*. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/industries/electric-power-and-natural-gas/our-insights/the-decoupling-of-gdp-and-energy-growth-a-ceo-guide>.

## REFERENSI

- Michael, K., Steffi, N., Peter, D. (2011). *The Past, Present, and Future of Biofuels— Biobutanol as Promising Alternative*. Retrieved from <https://doi.org/10.5772/20113>.
- Moseley, Daniel. & Hanon, Felicity. (2021). *Oxford Economics Research Briefing Global: What if the Move to Net-Zero Emission is Disorderly?*.
- Nogrady, B. (2021, July 20). *China Launches World's Largest Carbon Market: but is it Ambitious Enough?*. Retrieved from Nature: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-01989-7>.
- Observer Research Foundation. (2021, October 11). *Direct Air Capture: Inching towards Cost Competitiveness?*. Retrieved October 10, 2021, from <https://www.orfonline.org/expert-speak/direct-air-capture/>.
- Omazaki Group (2021). *Baterai Mobil Listrik dan Karakteristiknya*. Retrieved December 1, 2021, from <https://www.omazaki.co.id/baterai-mobil-listrik/>.
- Passell, H. et al. (2013). *Algae Biodiesel Life Cycle Assessment Using Current Commercial Data*. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.06.055>.
- Partnership for Market Readiness. (2021, April 06). *Carbon Pricing Assessment and Decision-Making: A Guide to Adopting a Carbon Price*. Retrieved from World Bank: Carbon Pricing Assessment and Decision-Making : A Guide to Adopting a Carbon Price.
- Peterson, G.D., Cumming, G.S., & Carpenter, S.R. (2003). *Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World*. *Conservation Biology*, 17(2), pp. 358-366.
- Picone, B. (2021, July 26). *Legislation to Impose "Border Carbon Adjustment" Fee on Imported Steel and Other "Carbon-Intensive" Goods Introduced in US Congress*. Retrieved from whitecase: <https://www.whitecase.com/publications/alert/legislation-impose-border-carbon-adjustment-fee-imported-steel-and-other-carbon>.
- REN21. (2021). *Renewables 2021 Global Status Report*, REN21, Paris, <https://www.ren21.net/reports/global-status-report/>.
- Ruang Energi. (2021). *Roadmap Panas Bumi untuk Pencapaian 23 persen di 2025*. Retrieved from <https://www.ruangenergi.com/road-map-panas-bumi-untuk-pencapaian-23-persen-di-2025/>

## REFERENSI

- Rubin, E.S., Davison, J.E., & Herzog, H.J. (2015). *The Cost of CO<sub>2</sub> Capture and Storage*. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 40, 378-400.
- Selma, L., Seigo, O., Dohle, S., & Siegrist, M. (2014). *Public Perception of Carbon Capture and Storage (CCS): A Review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 38, 848-863.
- Soccol, C.R., Vandenberghe, L.P.S., Costa, B., Woiciechowski, A.L., de Carvalho, J.C., Medeiros, A.B.P., Francisco, A.M., Bonomi, L.J. (2005). *Brazilian Biofuel Program: an Overview*. *J. Sci. Ind. Res.* 64, 897–904.
- Stephens, J.C. (2006). *Growing Interest in Carbon Capture and Storage (CCS) for Climate Change Mitigation*. *Sustainability: Science, Practice and Policy*, 2(2), 4-13.
- Sulistyo, E. (2021, September 02). *Potensi Perdagangan Karbon PLTU*. Retrieved from Monitor Indonesia: <https://monitorindonesia.com/opini/potensi-perdagangan-karbon-pltu/>.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2017). *Special Report: Global Warming of 1.5 °C – Summary for Policymakers*. Retrieved from: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>
- Think Geonergy. (2021). *Geothermal Overview*. Retrieved from <https://www.thinkgeoenergy.com/geothermal/>.
- Thunder Said Energy. (2021, June). *Energy Transition Technologies: the Pace of Progress?*. Retrieved from: <https://thundersaidenergy.com/2020/06/11/energy-transition-technologies-the-pace-of-progress/>.
- United Nations. (2020, December). *Delivering on the \$100 Billion Climate Finance Commitment and Transforming Climate Change*. Retrieved from United Nations: [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/100\\_billion\\_climate\\_finance\\_report.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/100_billion_climate_finance_report.pdf).
- United Nations. (2021). *The 17 Goals—Sustainable Development Goals*. Retrieved from: <https://sdgs.un.org/goals>
- United Nations and Swiss Federal Department of Foreign Affairs. (2004). *Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to Changing World*. Retrieved from: [https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics\\_ext\\_content/ifc\\_external\\_corporate\\_site/sustainability-at-ifc/publications/publications\\_report\\_who\\_careswins2005\\_\\_wci\\_\\_1319576590784](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/sustainability-at-ifc/publications/publications_report_who_careswins2005__wci__1319576590784)

## REFERENSI

- UNECE. (2021). *Technology Brief. Carbon Capture, Use, and Storage (CCUS)*.
- UNEP. (2009). *Towards Sustainable Production and Use of Resources: Assessing Biofuels*. United Nations Environment Programme. <https://www.resourcepanel.org/file/560/download?token=04PkF6fe>.
- UNFCCC. (2015). *The Paris Agreement*. Retrieved from UNFCCC: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement\\_publication.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/parisagreement_publication.pdf).
- Wood Mackenzie. (2020). *The Majors' Energy Transition: Corporate New Energy Series*. Retrieved from: <https://www.woodmac.com/news/opinion/the-european-majors-energy-transition-strategies/>
- Wood Mackenzie. (2021). *Did the Oil and Gas Industry Change forever Last Week?*. Retrieved from: <https://www.woodmac.com/news/the-edge/did-the-oil-and-gas-industry-change-forever-last-week/>
- Wood Mackenzie. (2021a, October 15). *Carbon Price Tracker: Q3 2021*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/534826>.
- Wood Mackenzie. (2021b, August 11). *COP26 Briefing: Make or Break for Global Emissions Trading*. Retrieved from woodmac: <https://my.woodmac.com/document/517930>.
- Wood Mackenzie. (2021c, November 19). *What COP26 Means for Energy and Natural Resources*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/document/544168>.
- Wood Mackenzie. (2021). *Insight—APAC Energy Buzz: Deconstructing India's Gas Supply Boom*, August 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Inform—China Mulls Changes to Inter-provincial Gas Transmission Tariffs*, March 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Insight—LNG FID Tracker Q2 2021: Could High Prices Create Momentum for Fast-to-Market LNG Projects?*, July 2021.

## REFERENSI

- Wood Mackenzie. (2021). *China Updates Tax Rebate Policy to Aid Gas Imports*, May 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Energy Transition Outlook H2 2020*, May 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Global Gas 2021 Outlook to 2050*, July 2021.
- Wood Mackenzie. (2021). *Commodity Market Report August 2021 Global Gas LNG Supply*.
- World Bank. (2021a, May 25). *State and Trends of Carbon Pricing 2021*. Retrieved from worldbank: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35620>.
- World Bank. (2021b, April 01). *Carbon Pricing Dashboard*. Retrieved from worldbank: [https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map\\_data](https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data).
- World Bank. (2020). *The Global Geothermal Development Plan: Mitigating Upstream Cost and Risk*. Retrieved from: <https://www.worldbank.org/en/results/2020/11/10/the-global-geothermal-development-plan-mitigating-upstream-cost-and-risk>.
- Wulf, T., Meißner, P. and Stubner, S. (2010). *A Scenario-based Approach to Strategic Planning—Integrating Planning and Process Perspective of Strategy*. Leipzig Graduate School of Management.
- Yao, X., Zhong, P., Zhang, X., & Zhu, L. (2018). *Business Model Design for the Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS) Project in China*. *Energy Policy*, 121, 519-533.
- Zewdie, D.T., Ali, A.Y. (2020). *Cultivation of Microalgae for Biofuel Production: Coupling with Sugarcane-processing Factories*. Retrieved from <https://doi.org/10.1186/s13705-020-00262-5>.





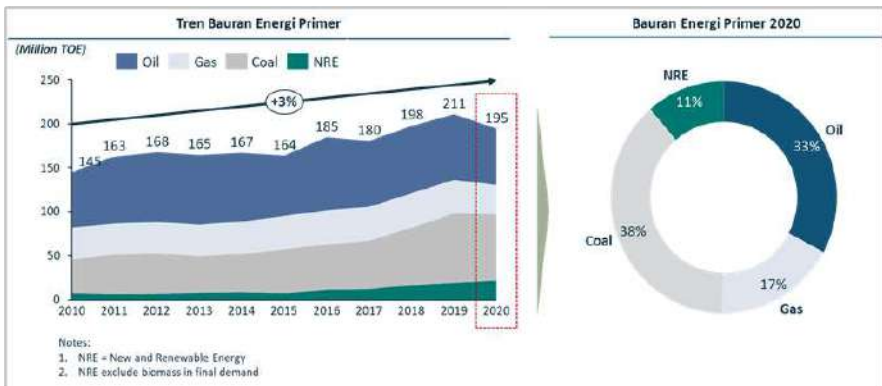


### IV.1. Kondisi Energi Indonesia

#### a. Energi Primer dan Final

Pada tahun 2020, secara umum Indonesia mengalami surplus pasokan energi primer. Dari total pasokan energi primer sebesar 474 juta TOE, 53% atau 251 juta TOE diekspor dan sisanya digunakan untuk domestik sebesar 195 juta TOE. Surplus tersebut disebabkan oleh dua komoditas energi, yaitu batubara dan gas bumi, yang kebutuhan domestiknya masih lebih rendah daripada produksi. Di sisi yang lain, terdapat impor untuk jenis minyak mentah dan turunannya disebabkan kurangnya pasokan dalam negeri. Seluruh energi primer tersebut kemudian diolah melalui infrastruktur energi, seperti kilang minyak, kilang LPG, dan pembangkit listrik, untuk kemudian digunakan di sektor pengguna energi. Penyediaan energi primer di Indonesia pada tahun 2020 sedikit mengalami penurunan sebesar 8% dibandingkan dengan...

... tahun 2019 yang disebabkan oleh pandemi Covid-19. Penurunan terbesar terjadi pada energi primer minyak sebesar 14% karena penurunan mobilitas sebagai dampak adanya kebijakan pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat. Energi primer gas juga mengalami penurunan sebesar 13% karena penurunan konsumsi listrik dan produktivitas sektor industri. Terkait dengan bauran energi primer, hingga saat ini energi fosil masih mendominasi penyediaan energi primer di Indonesia, dengan pangsa mencapai 89% pada 2020 dan batubara menjadi energi fosil pemilik pangsa terbesar mencapai 38% dari total yang mencapai 195 juta TOE. Bauran energi terbarukan secara umum terus mengalami peningkatan dari 8 juta TOE atau sekitar 5% pada 2010, menjadi 22 juta TOE atau sekitar 11% pada 2020.



Sumber: Handbook of Energy Economics and Statistics (2020)

Gambar IV.1 Bauran Energi Primer Indonesia

Sejalan dengan energi primer, penurunan kebutuhan energi final juga terjadi dari 136 juta TOE pada 2019 menjadi 121 juta TOE pada 2020 atau sebesar 11%. Penurunan terbesar berasal dari sektor transportasi sebagai dampak dari penerapan pembatasan mobilitas akibat dari pandemi Covid-19 dan industri yang sejalan dengan penurunan aktivitas ekonomi. Kedua sektor tersebut merupakan sektor pengguna energi terbesar dengan pangsa mencapai 86%. Dari sisi jenis energinya, BBM mengambil porsi terbesar, mencapai 45%, diikuti oleh listrik (18%), batubara (13%), dan gas (11%).



Sumber: Handbook of Energy Economics and Statistics (2020)

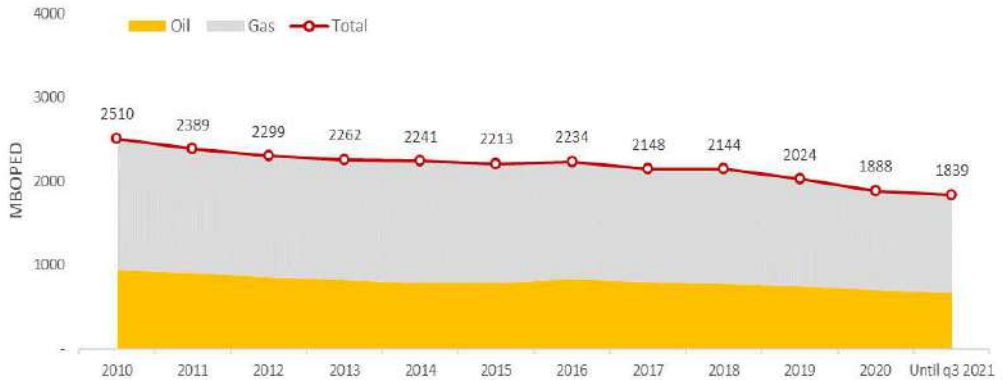
Gambar IV.2 Bauran Energi Final Indonesia

**b. Minyak dan Gas Bumi**

**i. Produksi Minyak dan Gas Bumi**

Indonesia memiliki potensi 128 cekungan migas dengan 54 cekungan sudah dieksplorasi dan sebagian sudah berproduksi, sementara 74 sisanya belum dieksplorasi. Cadangan (terbukti dan potensial) minyak bumi Indonesia per tahun 2019 sebesar 4,17 miliar barel, dengan rasio *reserves to production* (R/P) sebesar 16 tahun pada asumsi tingkat produksi sebesar 700.000 barel per hari. Selain itu, cadangan gas bumi kurang lebih sebesar 62,39 TCF, dengan rasio *reserve to production* (R/P) sebesar 25 tahun, pada asumsi produksi 2,5 TCF per tahun.

Produksi minyak dan gas bumi Indonesia terus mengalami penurunan dalam kurun waktu 10 tahun terakhir dengan tingkat penurunan sebesar 2,2%. Pada tahun 2020, produksi migas mencapai 1.888 ribu BOEPD, lebih rendah 136 MBOEPD dibandingkan dengan tahun 2019. Produksi gas bumi memiliki porsi mayoritas sebesar 62% dari total produksi migas dengan besaran produksi mencapai 6.674 MMSCFD atau 1.180 ribu BOEPD dan minyak bumi sebesar 708 MBPD.



Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Gambar IV.3 Produksi Migas Nasional 2010-2021**

Pemerintah memiliki aspirasi untuk meningkatkan produksi minyak bumi menjadi 1 juta BPD dan gas bumi 12 BSCFD pada tahun 2030 melalui beberapa strategi, yaitu peningkatan kegiatan eksplorasi, pemanfaatan CCUS, dan akuisisi lapangan minyak luar negeri sebagaimana tercantum di dalam Grand Strategi Energi Nasional (GSEN). Namun, prospek produksi migas Indonesia sampai saat ini masih bergantung pada beberapa proyek strategis, yaitu Wilayah Kerja Cepu, Rokan, Mahakam, Tangguh, dan Corridor yang menyumbang lebih dari setengah total pasokan hingga saat ini. Para produsen migas juga terus berusaha untuk memperlambat penurunan, serta menjaga dan menaikkan output produksi di tengah gejolak harga minyak.

Proyek Tangguh merupakan proyek besar terakhir yang pada 2016 diberikan persetujuan pengembangan lanjutan, bahkan pada 2021 ini juga diberikan persetujuan untuk pengembangan menggunakan teknologi CCUS.

Lapangan lainnya yang berpotensi dikembangkan dalam waktu dekat ialah proyek Sakakemang. Proyek lainnya, seperti Masela dan *Indonesia Deepwater Development (IDD)*, masih terkendala nilai keekonomian. Pemerintah telah memberikan perpanjangan untuk 30 production sharing contract (PSC) atau kontrak kerja sama (KKS) yang akan berakhir selama periode 2017-2023, sebagian besar menggunakan PSC *Gross Split*. Sepuluh dari ekstensi tersebut, termasuk Mahakam dan Rokan, diberikan kepada Pertamina. Pada Juli 2019, pemerintah memberikan perpanjangan KKS Corridor kepada operator yang ada, ConocoPhillips, tetapi dengan peningkatan kepemilikan saham untuk Pertamina. Pada Agustus 2021, Pertamina secara resmi mengelola Wilayah Kerja Rokan sehingga saat ini Pertamina menguasai lebih dari 50% porsi produksi minyak bumi nasional. Mengingat perluasan portofolionya, Pertamina direncanakan akan mencari mitra baru untuk memberikan investasi dan keahlian teknis dalam mengoperasikan sejumlah aset strategis ini.

Terkait dengan eksplorasi, berdasarkan data dari Kementerian ESDM, aktivitas pengeboran sumur eksplorasi mengalami penurunan dari 67 sumur pada 2015 menjadi hanya 22 sumur pada 2020. Hal ini sejalan dengan tren penurunan harga minyak yang terjadi sejak 2015 dan kondisi lebih buruk pada tahun 2020 karena pandemi Covid-19 yang menyebabkan harga minyak mentah global jenis Brent, yang pernah menyentuh 20 dollar AS/barel, dan bahkan WTI diperdagangkan di harga negatif pada periode April 2020. Hal yang sama terjadi juga untuk minyak mentah Indonesia yang rata-rata tahunannya mencapai 40 dollar AS/barel lebih rendah daripada 2019 sebesar 62 dollar AS/barel.

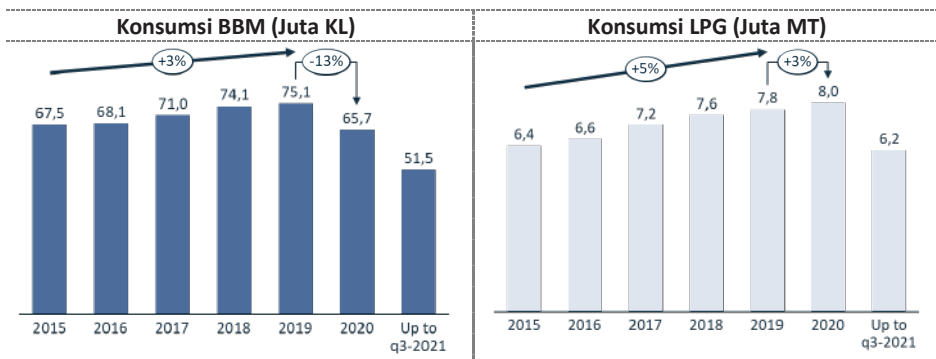
Kenaikan harga minyak yang terjadi pada 2021 juga ikut mendorong aktivitas eksplorasi dengan meningkatkan pengeboran menjadi 24 sumur hingga saat ini. Aktivitas eksplorasi menjadi salah satu aspek penting dalam peningkatan cadangan terbukti yang juga terus mengalami penurunan dari 3,6 miliar...

...barel pada 2015 menjadi 2,4 miliar barel pada 2020. Pemerintah juga melelang wilayah kerja migas baru pada tahun 2021 untuk tahap I pada bulan Juni dengan melelang 6 wilayah kerja migas, yaitu South CPP, Sumbagsel, Rangkas, Liman, Merangin III, dan North Kangean, setelah pada tahun 2020 pelelangan wilayah kerja tidak dilaksanakan. Pelelangan tahap II direncanakan untuk dilaksanakan pada triwulan ke-4 tahun 2021 untuk 8 wilayah kerja.

Pada tahun 2020, dalam rangka meningkatkan investasi hulu minyak dan gas bumi, pemerintah merevisi Permen Nomor 8 Tahun 2017 tentang Kontrak Bagi Hasil Gross Split dengan menerbitkan Permen Nomor 12 Tahun 2020 yang memberikan keleluasaan bagi kontraktor untuk memilih skema kontrak bagi hasil, baik menggunakan *cost recovery* maupun *gross split*. Selain itu, pemerintah juga berencana merevisi UU Nomor 22 Tahun 2001 tentang Minyak dan Gas Bumi guna mendorong peningkatan investasi migas.

## ii. Pemenuhan Kebutuhan Migas Domestik

Selama periode 2015-2019 konsumsi BBM dan LPG terus mengalami peningkatan masing-masing sebesar 3% dan 5% dengan konsumsi pada tahun 2019 sebesar 75 juta KL dan 7,8 juta MT. Konsumsi BBM pada tahun 2020 mengalami penurunan sebesar 13% karena dampak dari penerapan pembatasan mobilitas guna mengantisipasi penyebaran Covid-19 dan penurunan aktivitas ekonomi. Di sisi yang lain, konsumsi LPG masih mengalami peningkatan karena ditopang oleh konsumsi rumah tangga yang relatif stabil semasa pandemi.

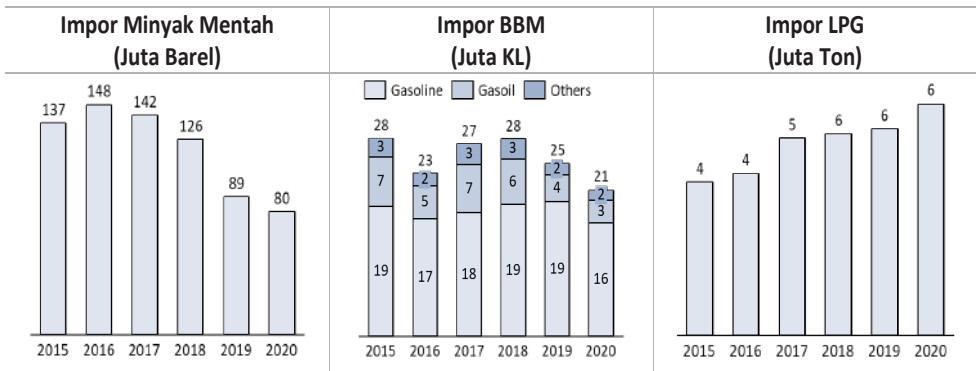


Sumber: Kementerian ESDM (2021)

Gambar IV.4 Perkembangan Konsumsi BBM dan LPG 2015-2021

Pemenuhan kebutuhan BBM dan LPG dalam negeri dilakukan melalui suplai domestik dan/atau impor. Indonesia sudah termasuk negara net importir sejak tahun 2003 karena kebutuhan BBM lebih besar daripada produksi minyak bumi domestik. Pada tahun 2020 diperlukan impor BBM sebesar 21 juta KL atau 30% dari kebutuhan, serta impor LPG sebesar 6,4 juta MT atau 80% dari total kebutuhan. Melihat trennya, impor bahan bakar jenis gasoil mengalami penurunan dari sebelumnya sekitar 7 juta KL di 2015 menjadi 3 juta KL di 2020 karena peningkatan pemanfaatan bahan bakar nabati (BBN) atau biofuel jenis biodiesel.

Di sisi yang lain, impor LPG terus mengalami peningkatan yang didorong oleh terbatasnya produksi dalam negeri dan program konversi ke LPG. Bahan bakar jenis gasolin memiliki porsi mayoritas dari total kebutuhan impor BBM Indonesia dengan porsi rata-rata sebesar 70%. Sementara untuk minyak mentah, terdapat impor sekitar 80 juta barel. Impor minyak tersebut secara umum mengalami penurunan sejak penerbitan Permen ESDM Nomor 42 Tahun 2018 tentang Prioritas Pemanfaatan Minyak Bumi untuk Kepentingan Dalam Negeri.

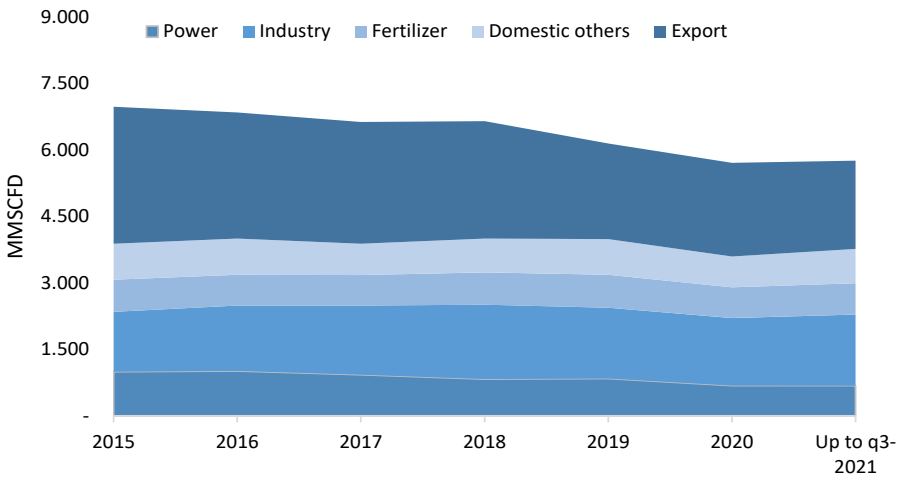


Sumber: Handbook of Energy Economics and Statistics 2020

Gambar IV.5 Tren Impor Minyak Mentah, BBM, dan LPG 2015-2020

Dalam rangka mengurangi impor di atas, Indonesia sudah mengeluarkan Permen ESDM Nomor 12 Tahun 2015 guna mempercepat pencampuran BBM dengan BBN, baik jenis biodiesel untuk gasoil dan etanol untuk gasolin. Sejalan dengan hal tersebut, saat ini sedang dilakukan kajian untuk mencampurkan A20 (alkohol 20), yang merupakan campuran etanol sebesar 5% dan metanol sebesar 15%, ke gasolin. Selain program BBN, terdapat program lainnya, seperti pengembangan kilang...

...refinery development master plan (RDMP) dan *grass root refinery* (GRR), untuk mengurangi impor bahan bakar. Berbeda dengan pemenuhan minyak mentah dan BBM yang memerlukan impor, kebutuhan gas bumi Indonesia keseluruhannya disuplai oleh produksi domestik. Pada tahun 2020, kebutuhan dalam negeri sekitar 5.703 MMSCFD dengan porsi pengguna terbesar berasal dari sektor industri, mencapai 1.608 MMSCFD, kelistrikan 679 MMSCFD, dan pupuk 706 MMSCFD.



Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Gambar IV.6 Pemanfaatan Gas Domestik**

Sisanya digunakan sebagai bahan baku untuk pupuk, lifting minyak, jaringan gas kota, bahan bakar gas (BBG), dan LPG. Pemanfaatan gas bumi domestik akan semakin meningkat yang disebabkan oleh *fuel switching* dari batubara ke gas, baik di pembangkit maupun di sektor industri, yang sejalan dengan visi dan misi pengurangan emisi global, serta inisiasi pembangunan jaringan gas kota. Mengacu pada Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 40 Tahun 2016 tentang Penetapan Harga Gas Bumi...

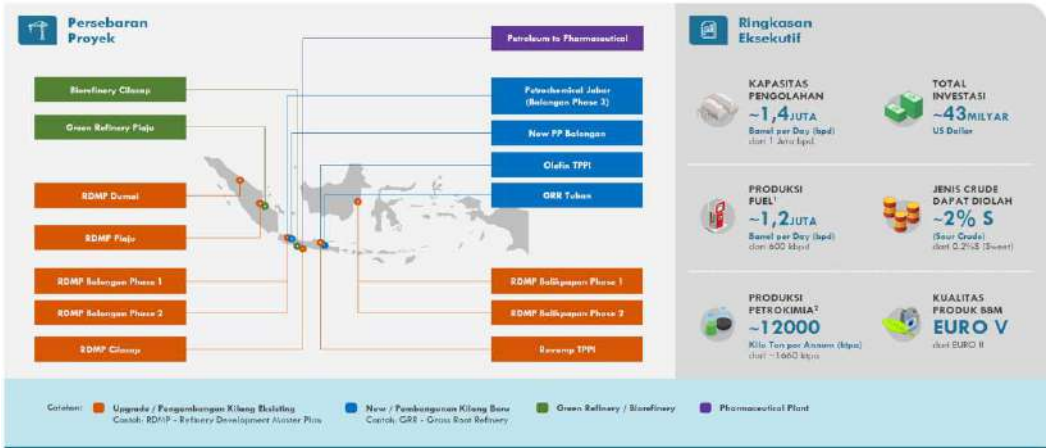
...yang disertai dengan peraturan menteri turunannya, yaitu Permen ESDM Nomor 8 dan 10 Tahun 2020, pemerintah telah menurunkan harga gas menjadi 6 dollar AS/MMBTU di plant gate. Harga gas di hulu juga diturunkan menjadi 4-4,5 per MMBTU serta biaya transportasi dan distribusi juga diturunkan antara 1 dollar AS dan 1,5 dollar AS per MMBTU. Kebijakan ini berpotensi untuk mendorong peningkatan penggunaan gas selama periode proyeksi.

### iii. Infrastruktur Migas

#### 1. Kilang Minyak

Hingga tahun 2020, kapasitas kilang minyak di Indonesia sebesar 1.139 MBPD yang terdiri dari Kilang Pertamina dengan 6 unit pengolahan (RU II Dumai, RU III Plaju, RU IV Cilacap, RU V Balikpapan, RU VI Balongan, dan RU VII Kasim), Kilang PT Trans Pacific Petrokimia Indotama (PT TPPI), dan Kilang Cepu. Terdapat dua kilang yang berhenti beroperasi, yaitu Kilang Tri Wahana Utama (TWU) pada 2018 karena tidak tersedianya bahan baku yang memenuhi aspek komersial dan Pangkalan Brandan yang berhenti pada 2007.





Sumber: PT Kilang Pertamina Internasional (2021)

**Gambar IV.7 Pengembangan Kilang RDMP dan GRR**

Untuk meningkatkan keandalan pasokan BBM dari kilang dalam negeri, saat ini PT Pertamina (Persero) tengah merencanakan ekspansi kapasitas lima kilang yang sudah ada, yaitu Kilang Balikpapan, Cilacap, Balongan, Dumai, dan Plaju di bawah program RDMP dan pembangunan satu kilang GRR di Tuban. Selain itu, ada pengembangan kilang TPPI Tuban untuk memproduksi olefin. Selain memproduksi BBM, Kilang Dumai, Plaju, dan Cilacap juga...

...memproduksi *green fuel* jenis green diesel dan green avtur. Pengembangan dan pembangunan kilang baru juga terintegrasi dengan petrokimia untuk menghasilkan produk, antara lain, *polyethylene, paraxylene, benzene, styrene, propylene, dan polypropylene*. Pengembangan tersebut akan menambah kapasitas kilang dari sebelumnya di sekitar 1 juta BPD menjadi 1,4 juta BPD dan kapasitas produksi dari 600 BPD menjadi 1,2 juta BPD.

## 2. Kilang LNG

Kilang LNG yang ada saat ini mengikuti pola hulu atau hilir. Kilang LNG pola hulu umumnya dimiliki oleh kontraktor kontrak kerja sama (KKKS), sedangkan kilang LNG pola hilir dimiliki badan usaha yang telah memperoleh izin usaha pengolahan gas yang diterbitkan oleh pemerintah. Kilang LNG yang termasuk pola hulu adalah Kilang PT Badak di Bontang dan Kilang LNG BP Indonesia di Tangguh, sedangkan kilang yang mengikuti pola hilir adalah Kilang PT Donggi Senoro LNG di Sulawesi Tengah. Terdapat tiga kilang LNG yang saat ini beroperasi di Indonesia, yaitu:

- **Kilang LNG Bontang di Kalimantan Timur** dengan kapasitas 8,6 MTPA dioperasikan oleh PT Badak NGL. Pasokan gas berasal dari beberapa wilayah kerja migas, seperti Mahakam dan Sanga-Sanga.
- **Kilang LNG Tangguh di Papua Barat** dengan kapasitas 7,6 MTPA dioperasikan oleh British Petroleum (BP). Pasokan gas berasal dari wilayah kerja Berau, Muturi, dan Wiriager. Saat ini BP sedang mengembangkan Tangguh Train-3 yang akan meningkatkan kapasitas produksi LNG menjadi 11,4 MTPA dengan target onstream di 2022.

- **Kilang LNG Donggi Senoro** di Sulawesi Tengah dengan kapasitas 2 MTPA dioperasikan oleh PT Donggi Senoro LNG. Pasokan gas berasal dari wilayah kerja Senoro-Tolili.

Di samping kilang LNG yang sudah beroperasi di atas, terdapat Kilang LNG Arun yang saat ini berfungsi sebagai unit regasifikasi, Kilang LNG Sengkang yang belum beroperasi hingga saat ini, dan rencana Kilang LNG Masela dengan kapasitas 9,5 MTPA.

### 3. Kilang Regasifikasi LNG

Terdapat empat unit regasifikasi LNG yang saat ini beroperasi di Indonesia, yaitu:

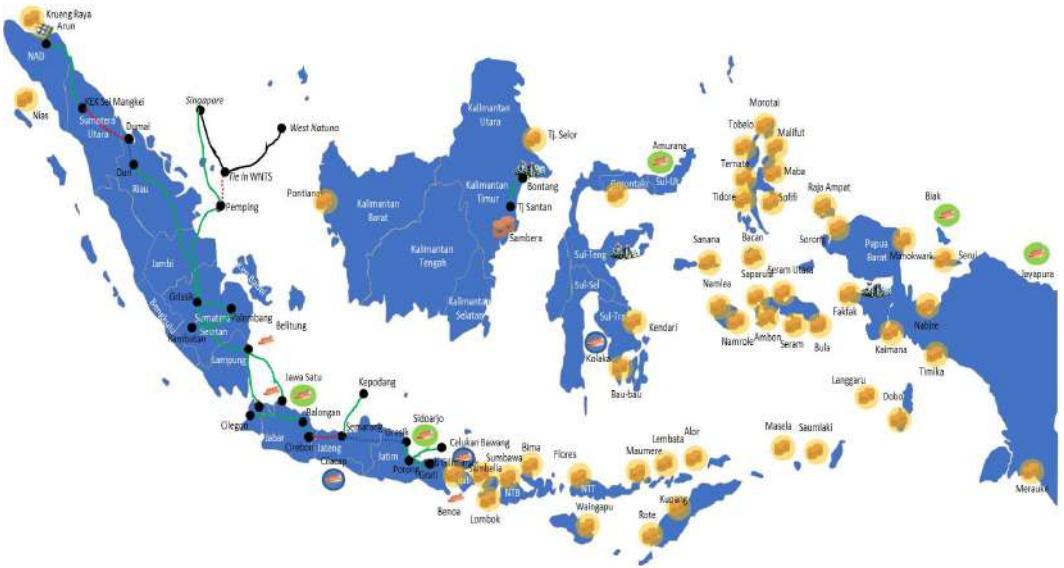
- **Arun di Aceh** dengan kapasitas 1,5 MTPA, dioperasikan oleh PT Pertamina. Pasokan LNG berasal dari Tangguh untuk memenuhi kebutuhan gas pembangkit listrik PLN di Belawan.
- **FSRU Nusantara Regas di Teluk Jakarta** dengan kapasitas 3 MTPA, dioperasikan oleh Nusantara Regas (JV PT Pertamina dan PT PGN). Pasokan LNG berasal dari Bontang.
- **FSRU Lampung di Labuhan Meringgai, Lampung**, dengan kapasitas 1,8 MTPA, dioperasikan oleh PT PGN.
- **Benoa di Tanjung Benoa, Bali**, dengan kapasitas 0,4 MTPA, dioperasikan oleh Pelingo Energy Logistic. Pasokan LNG berasal dari Bontang.

### 4. Pipa Transmisi dan Distribusi Gas Bumi

Panjang pipa transmisi dan distribusi pada tahun 2019 mencapai 14.764 kilometer yang terdiri dari 5.192 kilometer pipa transmisi, 6.134 kilometer pipa distribusi, dan 3.438 kilometer jaringan gas kota. Beberapa proyek jaringan transmisi gas bumi yang masuk ke dalam proyek strategis nasional adalah:

- **Pipa gas Gresik-Semarang** dengan panjang 286 kilometer dan kapasitas 400 MMSCFD, dioperasikan oleh PT Pertamina Gas (Pertagas). Pasokan gas berasal dari Lapangan Jambaran Tiung Biru, Wilayah Kerja Cepu.
- **Pipa gas Dumai-Sei Mangkei** dengan panjang 347,5 kilometer, yang mengintegrasikan sumber gas di Sumatera Utara, Riau, dan Sumatera Selatan dengan kebutuhan gas, baik di Pulau Sumatera maupun Jawa.
- **FSRU Lampung di Labuhan Meringgai, Lampung**, dengan kapasitas 1,8 MTPA, dioperasikan oleh PT PGN.
- **Pipa gas Cirebon-Semarang** dengan panjang sekitar 230 kilometer yang terintegrasi dengan ruas Gresik-Semarang untuk mendorong pertumbuhan kawasan industri prioritas.





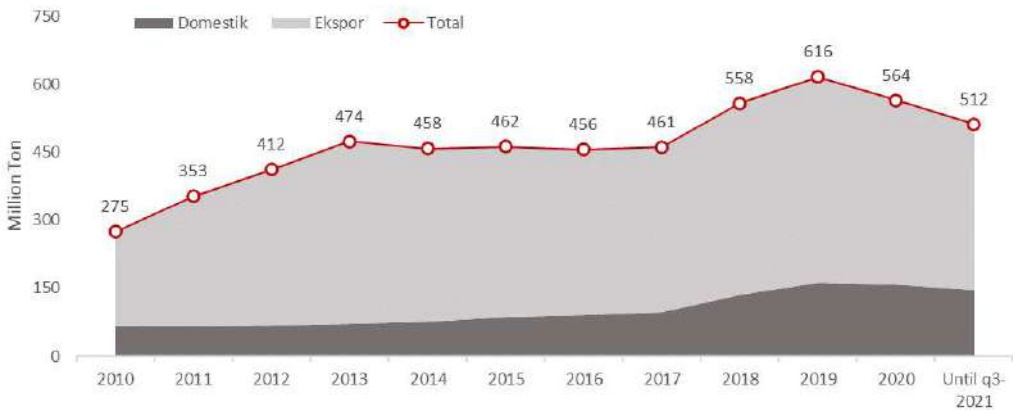
Sumber: Kementerian ESDM (2020)

**Gambar IV.8 Pengembangan Infrastruktur Gas Bumi Nasional**

Pemerintah berencana untuk mendorong peningkatan pemanfaatan gas domestik dengan meningkatkan konektivitas jaringan transmisi gas bumi antarpulau melalui pembangunan pipa gas Cirebon-Semarang sepanjang kurang lebih 260 kilometer dan pipa gas Dumai-Sei Mangkei sepanjang kurang lebih 360 kilometer, baik melalui pendanaan APBN dan/atau swasta. Selain itu, jaringan gas kota yang diinisiasi sejak tahun 2009 telah terbangun sebanyak kurang lebih 673.000 sambungan rumah hingga tahun 2020 dan untuk tahun 2021 ditargetkan terdapat penambahan sekitar 120.000 sambungan rumah.

### c. Batubara

Secara umum, produksi batubara terus mengalami peningkatan dari 275 juta ton pada 2010 menjadi 512 juta ton pada 2020 dan lebih dari 70% diekspor untuk memenuhi kebutuhan batubara global, terutama China. Pemanfaatan domestik juga mengalami peningkatan 65 juta ton menjadi 132 juta ton pada periode yang sama. Dampak dari pandemi Covid-19 menyebabkan kebutuhan domestik mengalami penurunan sebesar 5% dibandingkan dengan tahun 2019 yang disebabkan oleh penurunan konsumsi listrik dan produktivitas industri. Kebutuhan dalam negeri terbesar saat ini berasal dari pembangkit listrik sekitar 100 juta ton atau 80% dari total kebutuhan. Sektor pengguna batubara, selain pembangkit listrik, ialah semen, pupuk, dan industri metalurgi. Dengan jumlah produksi yang lebih besar dari kebutuhan dalam negeri, menjadikan Indonesia saat ini sebagai negara pengekspor batubara terbesar di dunia melampaui Australia dan Rusia. Ke depan, volume ekspor batubara Indonesia berpotensi mengalami penurunan karena adanya arah kebijakan global yang mengedepankan penggunaan energi alternatif yang lebih ramah lingkungan.



Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Gambar IV.9 Produksi Batubara Indonesia 2010-2021**

Sumber daya batubara pada tahun 2020 tercatat sebesar 144 miliar ton dengan cadangan terbukti sebesar 39 miliar ton dan rasio *reserve to production* (R/P) sebesar 70 tahun dengan asumsi produksi sekitar 550 juta ton per tahun. Pemerintah pada tahun 2020 menerbitkan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara yang diharapkan dapat mendorong investasi dan pengelolaan pertambangan yang lebih baik, serta peningkatan pemanfaatan domestik. Sejalan dengan hal tersebut, hilirisasi mineral dan batubara, seperti nikel yang digunakan salah satunya untuk industri baterai dan dimetil eter (DME) yang akan digunakan sebagai substitusi LPG, juga terus didorong...

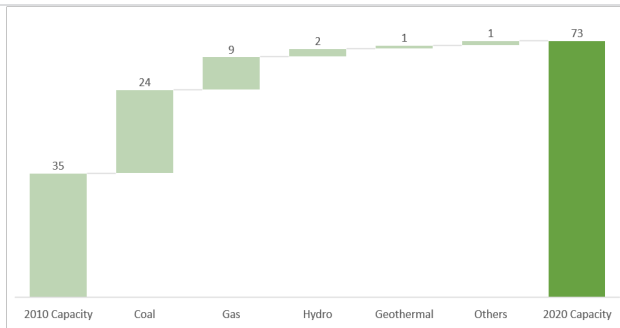
...untuk meningkatkan nilai tambah yang akan berdampak pada perekonomian. Saat ini, Pemerintah menerapkan kebijakan khusus untuk penjualan batu bara domestik atau *Domestic Market Obligation* (DMO) demi menjaga keamanan pasokan batu bara dalam negeri. Kebijakan DMO batu bara meliputi dari alokasi pasokan dan juga harga. Harga DMO batu bara untuk pembangkit listrik, saat ini dipatok maksimal US\$ 70 per ton (Kepmen ESDM No. 139.K/HK.02/MEM.B/2021), dan untuk industri sebesar US\$ 90/ton (Kepmen ESDM No. 206.K/HK.02/MEM.B/2021) dengan total alokasi volume DMO adalah 25% dari jumlah produksi batu bara setiap perusahaan tambang dalam setahun.

#### d. Ketenagalistrikan

Kebutuhan listrik dari 2015 hingga 2020 meningkat sekitar 3,6% per tahun dengan penambahan kapasitas sekitar 3,6 GW per tahun. Kapasitas pembangkit listrik hingga tahun 2020 adalah sekitar 73 GW yang terdiri dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) sekitar 37 GW (50%), PLT gas (PLTG) sekitar 21 GW (29%), PLT panas bumi (PLTP) sekitar 2 GW (3%), PLT air/mikrohidro/hidro (PLTA) sebesar 6 GW (8%), dan PLT lainnya, yang terdiri dari surya, bayu, biomassa, biogas, dan diesel, sebesar 7 GW (10%). Pembangkit energi fosil terus mengalami peningkatan didorong oleh pembangkit batubara dan gas dengan total penambahan 33 GW selama kurun waktu 2010-2020. Di sisi yang lain, pembangkit EBT meningkat sebesar 4,4 GW pada rentang waktu tersebut. Penambahan minor pembangkit EBT terjadi pada tahun 2020 dengan kapasitas hanya 0,16 GW yang mayoritas disumbang oleh tenaga air (hidro).

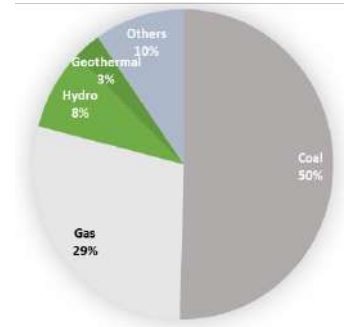
Secara umum, walaupun kapasitas pembangkit listrik terus mengalami peningkatan, pandemi Covid-19 menyebabkan tidak ada peningkatan kapasitas pada tahun 2020, terutama disebabkan oleh terlambatnya pasokan dan bahan baku komponen. Di sisi yang lain, kebutuhan listrik juga mengalami sedikit penurunan sebesar 1% dari 245 TWh pada 2019 menjadi 242 TWh pada 2020.

**Penambahan Kapasitas Pembangkit Listrik (GW)**



Others: Pembangkit Biomassa, Biogas, dan Diesel

**Kapasitas Pembangkit Per Jenis Energi**

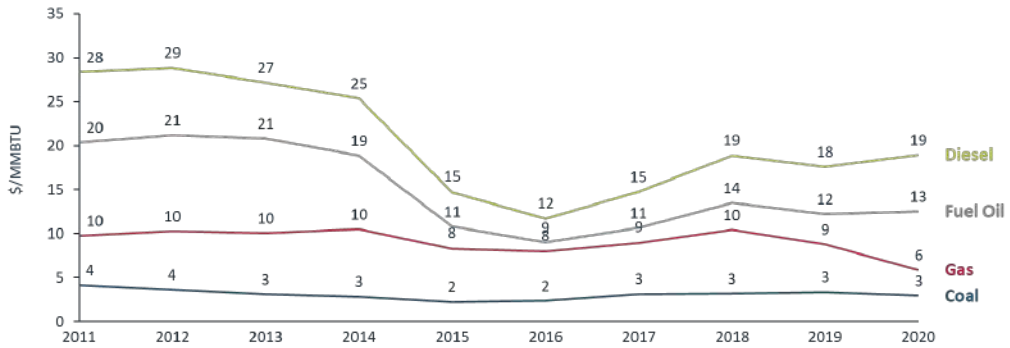


Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Gambar IV.10 Penambahan Kapasitas dan Bauran Pembangkit Listrik**

Dari sisi produksi listrik, PLTU mengambil porsi 66% dengan jumlah produksi sebesar 182 TWh, diikuti oleh PLTG sebesar 50 TWh, sementara sisanya berasal dari diesel dan energi baru dan terbarukan. Produksi yang cukup tinggi dari batubara disebabkan oleh ketersediaan pasokan batubara dan harga batubara yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis energi lainnya. Berdasarkan data dari Wood Mackenzie, harga batubara yang dibeli oleh PLN secara umum paling rendah, yaitu sekitar 3 dollar AS/MMBTU dibandingkan dengan...

...harga energi lainnya. Pemerintah juga menerbitkan kebijakan harga DMO batubara untuk kelistrikan dengan *price cap* sebesar 70 dollar AS/ton atau setara dengan 3,7 dollar AS/MMBTU, yang apabila dibandingkan dengan kebijakan harga gas terbaru sebesar 6 dollar AS/MMBTU di plant gate untuk sektor industri dan kelistrikan, nilainya masih lebih rendah. Guna mendorong transisi energi di sektor pembangkit, diperlukan kebijakan harga yang baik agar tercipta ekosistem bisnis yang saling menguntungkan.



Sumber: Wood Mackenzie (2021)

**Gambar IV.11 Tren Harga Bahan Bakar Pembangkit Listrik 2011-2020**

Potensi EBT di Indonesia, sebagaimana tercantum di dalam dokumen Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), mencapai 417,8 GW dengan total pemanfaatan mencapai 10,5 GW atau 2,5% dari total potensi. Potensi berasal dari jenis surya sebesar 207,8 GW, bayu 60,6 GW, air 75 GW, panas bumi 23,9 GW, bioenergi 32,6 GW, dan laut 17,9 GW. Jenis energi yang telah dimanfaatkan terutama berasal dari panas bumi dengan kapasitas terpasang sebesar 2,1 GW, air 6 GW, dan bioenergi 1,9 GW.

Jenis Energi	Potensi (GW)	Kapasitas Terpasang (GW)	% Pemanfaatan
Panas Bumi	23,9	2,1	8,9
Air	75	6,1	8,1
Surya	207,8	0,1	0,1
Bayu	60,6	0,2	0,3
Bioenergi	32,6	1,9	5,8
Laut	17,9	0	0
<b>Total</b>	<b>417,8</b>	<b>10,5</b>	<b>2,5</b>

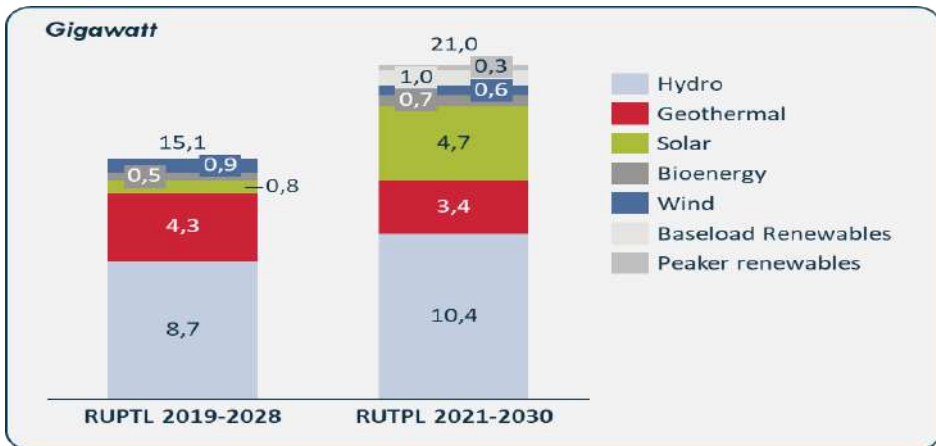
Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Tabel IV.1 Potensi Energi Baru dan Terbarukan**

Secara umum, pengembangan pembangkit EBT di Indonesia memang belum meningkat dengan signifikan yang disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, biaya produksi listrik dari EBT sampai saat ini masih lebih tinggi dibandingkan dengan energi fosil disebabkan biaya investasi yang tinggi. Kedua, belum berkembangnya industri nasional sehingga menjadi tantangan dalam produksi dan pemeliharaan. Ketiga, kurangnya insentif dan kebijakan yang belum konsisten, seperti perubahan mekanisme harga dari FiT menjadi harga patokan (*ceiling price*) berdasarkan BPP nasional atau regional. Keempat, sifat intermitensi dari beberapa pembangkit EBT. Meskipun demikian, dengan peningkatan komitmen nasional dalam penurunan emisi GRK yang selaras dengan hasil COP26, pemerintah tetap berupaya untuk terus meningkatkan pemanfaatan EBT.

Pengembangan pembangkit listrik di Indonesia sangat bergantung pada rencana bisnis PT PLN yang dituangkan di dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) untuk periode 10 tahun ke depan. RUPTL terakhir yang dikeluarkan adalah untuk periode 2021-2030. RUPTL terbaru tersebut merupakan RUPTL yang lebih hijau untuk mencapai netral karbon 2060, karena porsi penambahan pembangkit EBT sebesar 51,6 persen, lebih besar dibandingkan dengan penambahan pembangkit...

... fosil sebesar 48% dan berkomitmen untuk mencapai bauran energi EBT sebesar 23% mulai tahun 2025. Jika dibandingkan dengan RUPTL sebelumnya, terdapat peningkatan kapasitas sekitar 6 GW dari 15 GW pada RUPTL 2019-2028 menjadi 21 GW di RUPTL 2021-2030. Berdasarkan jenis energinya, penambahan kapasitas terbesar direncanakan berasal dari PLTA dan PLTS, masing-masing sebesar 10,4 GW dan 4,7 GW pada tahun 2030.



Sumber: Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN (2021)

**Gambar IV.12 Penambahan Kapasitas Pembangkit EBT di RUPTL 2019-2028 Vs RUPTL 2021**

Merujuk pada Grand Strategi Energi Nasional (GSEN), ditargetkan penambahan pembangkit EBT sekitar 38 GW pada tahun 2035 dan membuka peluang ekspor listrik EBT melalui ASEAN Power Grid. Di dalam GSEN tersebut juga disebutkan upaya-upaya percepatan yang akan dilakukan, antara lain implementasi peraturan presiden terkait harga EBT; pengembangan EBT akan memprioritaskan PLTS; dukungan perpajakan, subsidi, dan pembiayaan untuk sektor suplai dan permintaan; pengembangan biomassa melalui kebun/hutan energi; dan perbaikan Permen ESDM terkait PLTS atap...

...dengan usulan dari 65% menjadi 100% yang dibeli PLN. Namun, di dalam GSEN tersebut juga masih akan dilakukan upaya percepatan optimalisasi penggunaan batubara, termasuk untuk kebutuhan pembangkit listrik, yang disebutkan kebutuhannya mencapai 128 juta ton pada tahun 2025 dan akan meningkat menjadi 168 juta ton pada tahun 2030 dan menjadi 194 juta ton pada tahun 2040. Juga masih akan dilakukan optimalisasi terhadap PLTU eksisting dan tambahan PLTU dengan penerapan *clean coal technology* dan *carbon capture utilization and storage*.

Target bauran energi dalam RUEN untuk porsi EBT adalah minimal sebesar 23% pada tahun 2025, dan 31% pada tahun 2050. Sementara minyak bumi ditargetkan porsi maksimalnya adalah 25% pada tahun 2025 dan 20% pada tahun 2050. Gas bumi ditargetkan untuk digunakan secara optimum dengan porsi dalam bauran energi mencapai 22% pada tahun 2025 dan 24% pada tahun 2050. Selebihnya, jika masih terjadi kekurangan dari semua sumber tersebut, akan dipenuhi dari batubara.

Sejalan dengan target bauran energi di atas, merujuk pada NDC Indonesia, juga ditargetkan penurunan emisi dengan penggunaan pembangkit energi bersih dan penerapan clean coal technology dan carbon capture utilization and storage. Target-target tersebut adalah target pemerintah yang dalam pencapaiannya sangat membutuhkan dukungan dan kerja sama semua pihak terkait serta memerlukan kebijakan-kebijakan yang mendukung.

Hingga saat ini, dalam hal ketenagalistrikan, masih terdapat indikasi fakta-fakta yang tidak sejalan dengan usaha pencapaian target-target pemerintah tersebut, antara lain masih dilakukannya perjanjian kontrak jangka panjang antara PLN dan pemasok batubara, sedangkan kontrak jangka panjang dengan pemasok gas sebagai sumber energi rendah karbon dalam jangka panjang relatif masih belum cukup banyak. Tidak dapat dihindari bahwa terdapat beberapa faktor yang membuat batubara masih menjadi sumber energi utama yang sangat sulit ditinggalkan, antara lain faktor ketersediaan yang melimpah dan harganya yang lebih murah dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Dengan adanya potensi terdapat kebijakan mengenai harga karbon yang saat ini sedang disusun oleh pemerintah, diharapkan akan terdapat dampak positif terhadap proses peralihan sumber energi ke energi bersih, termasuk dalam sektor pembangkitan listrik.

Seperti telah disampaikan pada bab sebelumnya, peran gas sebagai sumber energi rendah karbon masih dapat dioptimalkan dalam masa transisi menuju energi bersih ini ataupun pada saat energi bersih telah mendominasi dalam penyediaan energi dunia di masa datang. Bahkan, kebutuhan gas dalam beberapa sektor industri tidak dapat digantikan dengan sumber energi lainnya, dalam hal ini produk gas sebagai bahan baku (feed gas) dan bukan sebagai bahan bakar, misalnya gas sebagai bahan baku pupuk dan petrokimia.

Gas di dalam sektor pembangkit listrik dapat dioptimalkan penggunaannya dalam masa transisi menuju energi yang lebih bersih, mempertimbangkan gas merupakan sumber energi fosil penghasil emisi karbon serta penghasil polutan ke udara terendah. Kelebihan lainnya adalah karakteristik pembangkit listrik berbahan bakar gas lebih cepat untuk start up dan shut down dibandingkan dengan pembangkit listrik tenaga batubara. Bahkan, pada masa transisi energi telah mencapai target, di mana energi terbarukan menjadi mayoritas sumber energi dunia, dalam hal pembangkit listrik, gas masih dapat dijadikan bahan bakar pembangkit untuk base load. Dalam hal ini gas dimanfaatkan secara bersama-sama dan saling melengkapi dengan berbagai sumber energi terbarukan yang tidak bersifat kontinu, seperti sumber energi bayu dan tenaga surya.

Seiring dengan perkembangan teknologi untuk pemanfaatan energi terbarukan yang sudah semakin maju dan terjangkau, dan dengan potensi alam di negara kita yang memiliki sumber energi tenaga surya yang banyak, maka seperti yang disebutkan di dalam GSEN, energi baru dan terbarukan yang diprioritaskan adalah tenaga surya.



## i. Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP)

Sebagai negara yang berbentuk kepulauan, Indonesia terletak dalam wilayah Cincin Api, di mana jalur gunung berapi tersebut memiliki potensi panas bumi yang besar. Energi panas bumi bersifat ramah lingkungan apabila dibandingkan dengan jenis energi lainnya, terutama yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil (*fossil fuel*). Karena itu, jika dikembangkan, akan mengurangi bahaya efek rumah kaca yang menyebabkan pemanasan global. Sumber energi panas bumi cenderung tidak akan habis karena proses pembentukannya yang terus-menerus selama kondisi...

...lingkungannya (geologi dan hidrologi) terjaga keseimbangannya. Indonesia memiliki potensi panas bumi yang sangat besar, yaitu 23,76 GW, dan menjadi negara dengan potensi panas bumi terbesar kedua di dunia setelah Amerika Serikat yang memiliki potensi panas bumi 30 GW. Namun, pemanfaatan/utilisasi panas bumi nasional masih jauh lebih rendah daripada potensi yang dimiliki. Kementerian ESDM menyebutkan, kapasitas PLTP terpasang Indonesia baru mencapai 2.175,7 MW atau setara 9,2% dari kapasitas total (ESDM, 2021).

No	Lokasi	Resources		Reserves			Total
		Speculative	Hypothetical	Possible	Probable	Proven	
1	Sumatera	2,276	1,551	3,594	976	1,120	9,517
2	Jawa	1,259	1,191	3,403	377	1,820	8,050
3	Bali	70	21	104	110	30	335
4	Nusa Tenggara	225	148	892	121	12.5	1,399
5	Kalimantan	151	18	6	0	0	175
6	Sulawesi	1,365	343	1,063	180	120	3,071
7	Maluku	560	91	485	6	2	1,144
8	Papua	75	0	0	0	0	75
Total		5,981	3,363	9,547	1,770	3,105	23,766

Sumber: Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia 2020

**Tabel IV.2 Sumber Daya dan Cadangan Panas Bumi Indonesia (MWe)**

Pengembang panas bumi terbesar di Indonesia adalah Star Energy dengan kapasitas 875 MW, kemudian dilanjutkan oleh Pertamina Geothermal Energy (PGE) sebesar 672 MW dan Sarulla Operation Ltd (SOL) sebesar 330 MW. Kementerian ESDM telah menetapkan tambahan kapasitas PLTP dalam draf Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik 2021-2030 sebesar 2.620 MW. Kapasitas terpasang PLTP pada 2030 akan mencapai 4.795 MW. Pengembangan PLTP di Indonesia hingga 2035 ditargetkan mencapai kapasitas 9.300 MW.

Untuk mencapai target bauran energi terbarukan sebesar 23% pada tahun 2025, pemerintah mempunyai target untuk membangun PLTP dengan total 3.575 MW. Penambahan kapasitas PLTP sampai tahun 2025 ditargetkan sebesar 1.027 MW melalui pembangunan PLTP di wilayah Indonesia barat, yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Banten, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Jawa Barat. Adapun untuk Indonesia tengah dan timur, pembangunan PLTP dilakukan di wilayah Bali,...

...NTB, NTT, Maluku, Maluku Utara, Sulawesi Utara, dan Sulawesi Tengah, termasuk pengembangan *Flores geothermal island* dan *Halmahera industrial cluster based geothermal energy*.

No	Wilayah Kerja	Lokasi	Izin Pengusahaan Panas Bumi	Operator Steam Area	Operator PTLP	Total Capacity (MWe)
1	PLTP Kamojang	Jawa Barat	PT. Pertamina Geothermal Energy	PGE	PLN & PGE	235.0
2	PLTP Lahendong	Sulawesi Utara	PT. Pertamina Geothermal Energy	PGE	PLN & PGE	120.0
3	PLTP Sibayak	Sulawesi Utara	PT. Pertamina Geothermal Energy	PGE	PT Dizamatra Powerindo	12.0
4	PLTP Salak	Jawa Barat	PT. Pertamina Geothermal Energy	CGS	PLN & SEGS	376.8
5	PLTP Darajat	Jawa Barat	PT. Pertamina Geothermal Energy	CGI	PLN & SEGD II	270.0
6	PLTP Wayang Windu	Jawa Barat	PT. Pertamina Geothermal Energy	SE	SEGWWL	227.0
7	PLTP Dieng	Jawa Tengah	PT. Geo Dipa Energy (GDE)	GDE	GDE	60.0
8	PLTP Ulubelu	Lampung	PT. Pertamina Geothermal Energy	PGE	PLN	220.0
9	PLTP Ulumbu	NTT	PT. PLN (Persero)	PLN	PLN	10.0
10	PLTP Mataloko	NTT	PT. PLN (Persero)	PLN	PLN	2.5
11	PLTP Patuha	Jawa Barat	PT. Geo Dipa Energy (GDE)	GDE	GDE	55.0
12	PLTP Sarulla	Sumatra Utara	PT PGE - JP Sarulla Operation Ltd	SOL	SOL	330.0
13	PLTP Karaha	Jawa Barat	PT. Pertamina Geothermal Energy	PGE	-	30.0
14	PLTP Lumut Balai	Sumatera Selatan	PT. Pertamina Geothermal Energy	PGE	PGE	55.0
15	PLTP Sorik Marapi	Sumatera Utara	PT SMGP	SMGP	SMGP	42.4
16	PLTP Muara Laboh	Sumatera Barat	PT SEML	SEML	SEML	85.0
<b>Total</b>						<b>2,130.7</b>

Sumber: Direktorat Jenderal EBTKE ESDM (2020)

**Tabel IV.3 Kapasitas Pembangkit Listrik Panas Bumi 2020**

Dalam perspektif yang lebih luas, pengembangan panas bumi memberikan manfaat yang besar, baik untuk masyarakat setempat maupun kepada negara. Beberapa hal terkait panas bumi berikut menunjukkan betapa sektor energi ini memiliki peran strategis.

Pertama, keberadaan PLTP di suatu daerah akan menggerakkan ekonomi masyarakat setempat yang berkorelasi dengan kesejahteraan di wilayah tersebut. Setiap kegiatan usaha pengembangan panas bumi akan berdampak langsung ataupun tidak langsung terhadap kegiatan sosial dan ekonomi di wilayah operasi.

Kedua, pengembangan panas bumi berhubungan dengan pengembangan infrastruktur di wilayah setempat, melalui pembangunan dan pelebaran akses jalan ke lokasi operasi, turut dirasakan oleh masyarakat. Terbangunnya infrastruktur transportasi akan memudahkan konektivitas masyarakat dalam mobilitas dan pemasaran produk pertanian dan perkebunan.

Ketiga, pengembangan panas bumi secara tidak langsung membantu perekonomian nasional dengan mengurangi impor BBM untuk pembangkit listrik.

Tentu akan terjadi penghematan devisa yang signifikan jika potensi panas bumi dapat dioptimalkan untuk penyediaan energi listrik.

Karakteristik dalam pengelolaan panas bumi sangat unik mengingat pemanfaatannya bersifat domestik, artinya hanya bisa dikembangkan di tempat potensi panas bumi berada, tidak bisa diangkut atau dialihtempatkan. Oleh karena itu, dalam pengembangan dan pemanfaatan panas bumi untuk listrik selalu dikaitkan dengan kebutuhan (*demand*) listrik di kawasan tersebut. Cukup banyak potensi panas bumi di kawasan Indonesia timur belum dapat dikembangkan karena kebutuhan akan listrik di kawasan tersebut masih minim sehingga menghadapi kendala keekonomian ketika akan dikembangkan. Karena energi panas bumi ini tidak dapat diekspor, pemanfaatannya diarahkan untuk mencukupi kebutuhan energi domestik. Dengan demikian, energi panas bumi akan menjadi energi alternatif andalan karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia pada sumber energi fosil yang kian menipis dan dapat memberikan nilai tambah dalam rangka optimalisasi pemanfaatan aneka ragam sumber energi di Indonesia.

## Tantangan Pengembangan Panas Bumi

Meskipun target pengembangan panas bumi cukup agresif, sampai saat ini masih terdapat beberapa tantangan yang harus diselesaikan, antara lain:

- Tingginya risiko pembiayaan dan investasi panas bumi. Proyek panas bumi memiliki risiko yang tinggi dan memerlukan dana yang besar, khususnya ketika pada fase eksplorasi, terutama kegiatan pengeboran sumur eksplorasi. Estimasi biaya eksplorasi panas bumi di Indonesia berkisar 8%-9% dari total biaya proyek. Namun, dengan adanya risiko yang tinggi tersebut, pengembang kerap menemui kesulitan untuk memperoleh pinjaman dari lembaga keuangan. Karena itu, suatu terobosan yang implementasinya dapat mengurangi risiko pada investasi pengembangan proyek panas bumi sangat diperlukan.
- Lokasi masih menjadi tantangan pengembangan panas bumi karena lapangan panas bumi selalu berada di remote area kawasan hutan, baik status hutan produksi, hutan konservasi, maupun hutan lindung. Untuk menjangkau kawasan tersebut, pengembang harus membangun infrastruktur berupa jalan, jembatan, dan fasilitas lain. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2014, kegiatan panas bumi dapat dilakukan di wilayah hutan konservasi melalui izin pemanfaatan jasa lingkungan. Izin saat ini hanya diberikan untuk selain zona rimba dan inti dengan berdasarkan PP Nomor 108 Tahun 2015. Karena sebagian besar potensi panas bumi ada di zona inti, harus ada prosedur standar untuk usulan perubahan zonasi.
- Persoalan jual beli listrik dari panas bumi. Biaya investasi yang besar menjadikan harga listrik yang dihasilkan relatif lebih tinggi daripada harga listrik yang dihasilkan batubara, misalnya. Selain itu, pada proses ...pelaksanaannya, penentuan harga jual beli listrik panas bumi sering menimbulkan masalah karena tidak ada titik temu antara PLN dan pengembang. Perbedaan harga listrik dari berbagai pembangkit energi lain sangat memengaruhi PLN dalam menentukan harga listrik dan panas bumi PLN sebagai penyedia energi listrik tunggal untuk masyarakat memerlukan harga listrik yang terjangkau. Sementara pengembang juga mencari untung melalui tingkat pengembalian investasi (IRR) yang optimal. Untuk itu, diperlukan peraturan pemerintah mengenai pengusahaan panas bumi untuk pemanfaatan tidak langsung yang memuat model *feed in* tarif dengan rancangan skema *fixed prices*.
- Perizinan masih menjadi persoalan yang harus dicari solusi konkretnya. Rumitnya perizinan dapat terjadi karena tumpang tindih dengan aturan, misalnya Kementerian ESDM dengan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan dalam hal pemanfaatan hutan, atau belum sinkronnya perizinan daerah dengan kebijakan pemerintah pusat. Karena itu, diperlukan upaya simplifikasi dan harmonisasi perizinan, lintas instansi, dan keselarasan kebijakan antara pemerintah pusat dan pemerintah daerah.
- Persoalan sosial dan budaya. Di beberapa wilayah kerja masih terjadi resistensi masyarakat terhadap pelaksanaan proyek pengembangan panas bumi, dengan berbagai alasan semisal isu kerusakan lingkungan, atau alasan bahwa kawasan hutan dan gunung merupakan tempat keramat yang tidak boleh dieksploitasi.



Sumber: Diolah dari Buku *Geothermal Beyond Energy* (2019)

**Gambar IV.13 Tantangan Pengembangan Panas Bumi**

### Program Akselerasi Pengembangan Panas Bumi

Dari kendala dan tantangan pengembangan panas bumi di atas, pemerintah sudah meluncurkan berbagai langkah strategis yang diharapkan mampu mempercepat pengembangan panas bumi, antara lain:

- *Geothermal Energy Upstream Development Project* (GEUDP). GEUDP telah ditugaskan pemerintah kepada perusahaan negara—PT Sarana Multi Infrastruktur Indonesia dan PT Geo Dipa Energi (Persero), serta PT Penjaminan Infrastruktur Indonesia—untuk mengakselerasi peningkatan pembangunan energi terbarukan panas bumi melalui *government drilling*. Dalam pelaksanaannya, skema pengeboran eksplorasi sudah diatur agar dana hibah yang tidak perlu dikembalikan tersebut dapat digunakan kembali seperti pada skema lelang, di mana dana kompensasi dari...
  - ... pemenang lelang itu akan digunakan kembali untuk melakukan eksplorasi pada lapangan panas bumi lainnya (*revolving scheme*). Melalui skema ini, dengan asumsi sukses rasio eksplorasi 50%, penggunaan dana Program GEUDP diharapkan dapat dimanfaatkan untuk kegiatan program *government drilling* eksplorasi pada beberapa wilayah kerja eksplorasi panas bumi. *Government drilling* juga sebagai upaya untuk mengurangi risiko hulu pengeboran sektor panas bumi yang dilakukan di beberapa lokasi, sehingga mampu menurunkan pembiayaan tahap eksplorasi, sehingga diharapkan bisa menjadi daya tarik investasi pengembangan panas bumi. Kementerian ESDM akan mulai melakukan program pengeboran eksplorasi di tiga lokasi wilayah kerja panas bumi (WKP) pada tahun 2022. Ketiga...

- ...lokasi tersebut adalah WKP Cisolok Cisukarame di Jawa Barat, WKP Bituang di Sulawesi Selatan, dan WKP Nage di Nusa Tenggara Timur. Pengeboran eksplorasi panas bumi ini dilakukan untuk menyediakan data wilayah kerja panas bumi yang lebih akurat sebelum ditawarkan kepada badan usaha.
  - Geothermal Resource Risk Mitigation Facility (GREM). Proyek GREM, dengan komitmen pembiayaan yang telah disepakati sebesar 150 juta dollar AS yang berasal dari International Bank for Reconstruction and Development (IBRD) dan 40 juta dollar AS dari dana Clean Technology Fund (CTF), bertujuan untuk menyediakan fasilitas pembiayaan dan mitigasi risiko atas kegiatan eksplorasi panas bumi, baik yang akan dilakukan oleh pengembang sektor publik (BUMN) maupun sektor swasta (badan usaha). Fitur khusus GREM adalah tersedianya fasilitas derisking atau skema risk sharing, yakni dalam hal terjadi kegagalan eksplorasi, pengembang tidak sepenuhnya menanggung risiko dan biaya eksplorasi. Keberadaan fasilitas pembiayaan dengan fitur derisking untuk pengembangan di hulu (*upstream*) akan menurunkan risiko eksplorasi sebagai risiko terbesar yang dihadapi oleh pengembang panas bumi. Adanya risiko yang berkurang pada tahap ini akan mendorong kegiatan eksplorasi semakin masif dan selanjutnya meningkatkan minat investor untuk berpartisipasi di sektor panas bumi.
  - Perpres Harga Listrik EBT. Dalam rancangan perpres tentang tarif pembelian tenaga listrik yang bersumber dari EBT, terdapat tiga mekanisme tarif pembelian listrik dari EBT, yaitu mekanisme feed in tariff, harga patokan tertinggi (HPT), dan harga kesepakatan tenaga listrik dari pembangkit peaker.<sup>5</sup> Implementasi dari perpres EBT akan dilakukan secara bertahap. Dalam 10 tahun pertama harga listrik pembangkit EBT akan tinggi, baru setelah 10 tahun beroperasi tarif listrik akan turun. Menurut Kementerian...
  - ...ESDM, harga jual beli listrik dari panas bumi secara skala ekonomi sudah sangat kompetitif jika dibandingkan dengan PLTU batubara. Perpres harga EBT ini ditujukan untuk memberikan landasan hukum pencapaian target EBT dengan kebijakan harga keekonomian EBT yang wajar dan terjangkau.
  - Pemerintah telah melakukan upaya penyederhanaan perizinan dan deregulasi dalam rangka mempermudah investasi dan meningkatkan ease in doing business di Indonesia. Dapat dicontohkan adalah insentif *levelized cost of electricity* (LCOE) sebagai perwujudan reimbursement terhadap biaya-biaya yang pada hakikatnya bukan tanggung jawab pengembang atau kebijakan penetapan harga listrik untuk mencapai keekonomian proyek panas bumi.
  - Penelitian dan data mengenai sumber daya dan cadangan panas bumi. Semua pakar dan lembaga riset terkait panas bumi diharapkan dapat berkolaborasi untuk membentuk suatu pusat riset di bawah Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN). Dengan demikian, Indonesia dapat memiliki pusat riset yang andal serta dapat menjadi acuan untuk data yang dibutuhkan oleh pengembang panas bumi.
  - Koordinasi dengan pemerintah daerah setempat dan berbagai program yang bersifat CSR dan *community development* sangat diperlukan, khususnya untuk mengatasi isu sosial dan membangun kesadaran masyarakat tentang manfaat dan pentingnya proyek pengembangan panas bumi.
- Beberapa upaya strategis, terobosan regulasi, dan berbagai insentif fiskal ataupun nonfiskal yang sudah dikeluarkan tersebut diharapkan mampu mengoptimalkan tingkat keekonomian proyek panas bumi, meningkatkan efisiensi biaya pengembangan proyek PLTP, dan menarik investor untuk berinvestasi dalam pengembangan panas bumi di Indonesia.

## ii. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)

Potensi listrik tenaga air di Indonesia sebesar 75.091 MW dengan kapasitas terpasang baru mencapai 4.826 MW atau utilitas 6,4%. Sumber daya hydropower yang belum dimanfaatkan terkonsentrasi di Pulau Sumatera, Jawa, dan Sulawesi. Adapun potensi mini-mikrohidro sebesar 19.385 MW dengan kapasitas terpasang baru mencapai 197 MW atau utilitas hanya 1%.

Pemerintah Indonesia, melalui Kementerian ESDM, berencana mengembangkan program pembangunan industri berbasis energi terbarukan (*renewable energy based industry development/REBID*) bagi PLTA skala besar. Harga beli listrik dari empat jenis PLTA menggunakan skema *feed in tariff*. Empat jenis PLTA tersebut adalah:

- PLTA yang memanfaatkan tenaga aliran/terjunan air,
- PLTA yang memanfaatkan tenaga air dari waduk/bendungan atau saluran irigasi yang bersifat multiguna,
- PLTA ekspansi, dan
- PLTA *Excess Power*.

Saat ini terdapat beberapa PLTA terbesar di Indonesia, yaitu:

- PLTA Cirata, saat ini merupakan PLTA terbesar di Indonesia, dengan kemampuan daya hingga 1.008 MW dengan kemampuan energi listrik rata-rata 1.428 GWH per tahun. Berdekatan dengan PLTA Cirata terdapat PLTA Saguling, yang berada di wilayah Kabupaten Bandung Barat. PLTA Saguling saat ini mampu memenuhi kebutuhan listrik berkapasitas 700 MW, dan bisa ditingkatkan hingga 1.400 MW.
- PLTA Sulewana di Sulawesi Tengah, saat ini sudah dalam pembangunan tahap ketiga dengan kemampuan daya mencapai 400 MW. PLTA ini berada di dekat Sungai Poso dan akan rampung pada tahun 2022.

- PLTA Sulewana bermuara di beberapa wilayah, tepatnya di Tentena, Poso, Parigi Moutong, yang dialirkan juga ke wilayah Sulawesi Selatan.
- PLTA Sigura-gura merupakan pembangkit listrik yang dimiliki PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum). PLTA Sigura-gura memiliki tiga bendungan yang berjarak 14,5 kilometer di dekat Danau Toba. Selain PLTA Sigura-gura, Danau Toba juga memiliki PLTA lainnya, yakni PLTA Asahan yang berada di Sungai Asahan. Asahan merupakan salah satu PLTA di Indonesia yang memiliki tiga induk untuk kebutuhan masyarakat Sumatera Utara. Saat ini, PLTA Asahan sudah memasuki proyek tahap ketiga yang akan rampung pada tahun 2023.
- PLTA Jatiluhur, Purwakarta. Tak hanya menjadi sebuah pembangkit listrik tenaga air, PLTA Jatiluhur (Waduk Jatiluhur) juga merupakan salah satu PLTA di Indonesia yang juga dimanfaatkan sebagai tempat wisata. PLTA ini sangat penting untuk memenuhi kebutuhan listrik di Jawa Barat, termasuk di Jakarta dan Tangerang.

Proyek PLTA skala besar yang terbaru adalah pembangunan PLTA Klayan dengan kapasitas 9.000 MW di Kalimantan Utara. Menurut rencana, sumber daya listrik yang besar ini rampung pada tahun 2024 dan dapat terintegrasi dengan Kawasan Industri dan Pelabuhan Internasional (KIPI) Tanah Kuning-Mangkupadi.

Namun, faktanya masih terdapat beberapa hal yang menjadi kendala dalam pengembangan PLTA yang dilakukan PLN ataupun IPP, antara lain masih terdapatnya tumpang tindih perizinan dalam satu daerah aliran sungai dan kesulitan pengembang dalam hal pembiayaan dan investasi.

## Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro

Pengembangan pembangkit listrik tenaga mini/mikrohidro (PLTM/MH) diharapkan dapat tumbuh dengan kompetitif mengingat regulasi mengenai PLTM/MH ini sudah ditetapkan oleh pemerintah. Dengan keluarnya Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, diharapkan pengembangan PLTM/MH dapat meningkat dengan melibatkan pengembang swasta.

Pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH) adalah teknologi untuk memanfaatkan debit air yang ada di sekitar kita untuk diubah menjadi energi listrik. Caranya dengan memanfaatkan debit air untuk menggerakkan turbin yang akan menghasilkan energi mekanik. Selanjutnya, energi mekanik ini menggerakkan generator dan menghasilkan listrik.

Instalasi PLTMH tidak sulit. Hanya ada beberapa syarat fisik yang diperlukan untuk membangun PLTMH, yaitu PLTMH harus dibangun...

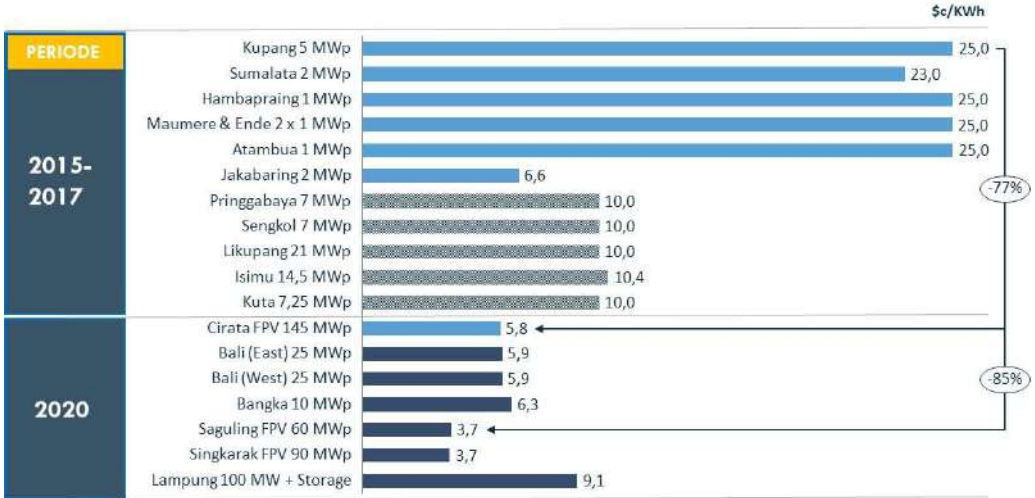
... di daerah yang memiliki ketersediaan aliran air yang konstan dalam ukuran debit tertentu. Ukuran debit air akan menentukan besarnya energi yang mampu dihasilkan.

Dibandingkan dengan sumber-sumber energi lain, pembangkit listrik mikrohidro merupakan sumber energi yang secara ekonomis sangat efisien dan mudah perawatannya. Nilai investasi pembuatan pembangkit listrik tenaga mikrohidro, untuk rata-rata penerangan sebuah desa selama 24 jam, memerlukan biaya sebesar Rp 20 juta sampai Rp 30 juta per 1.000 watt. Biaya ini dikeluarkan hanya sekali dan dapat dikumpulkan secara swadaya oleh masyarakat. PLTMH tidak menggunakan bahan bakar minyak sama sekali sehingga tidak ada gas buang yang dihasilkan dari penggunaan teknologi ini. Oleh karena itu, penerapan mikrohidro merupakan upaya positif untuk mengurangi laju perubahan iklim global. Selain itu, PLTMH dapat digunakan selama 24 jam tanpa henti.

### iii. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Indonesia terletak di garis katulistiwa sehingga mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata 4,8 kWh/m<sup>2</sup> per hari di seluruh wilayah Indonesia, dengan pemanfaatan hingga saat ini baru mencapai 0,1% dari potensi. Pengembangan energi surya selama ini belum signifikan dengan kapasitas terpasang hingga 2020 baru mencapai 147 MW karena harga pengembangan yang relatif mahal dibandingkan dengan energi fosil.

Namun, dalam satu tahun terakhir harga kesepakatan pengembangan PLTS telah turun dengan signifikan. Sebagai contoh, dalam pengembangan floating photovoltaic Cirata sebesar 145 MW disepakati harga PPA pada tingkat 5,8 sen dollar AS/kWh, lebih rendah 77% dari harga kesepakatan pada tahun 2015. Bahkan, berdasarkan informasi proses pelelangan yang terakhir, harga penawaran sudah menyentuh 3,7 sen dollar AS/kWh, lebih rendah sekitar 50% dari BPP nasional.



Notes: **bar in light blue** color reflects final PPA price, **pattern bar** reflects the maximum BPP price at the time because final PPA prices is not available publicly, **dark blue bar** reflects bid price (final PPA price is not available publicly)

Sumber: IESR (2020)

Gambar IV.14 Harga Kesepakatan PPA PLTS 2015-2020

Dalam kurun waktu delapan tahun terakhir, kebijakan pengembangan PLTS sudah berubah empat kali sejak tahun 2013 hingga 2020. Kebijakan pertama yang dikeluarkan ialah Permen ESDM Nomor 17 Tahun 2013 yang mengatur tentang pemberlakuan feed in tariff dengan ceiling price 25-30 sen dollar AS/kWh. Kebijakan tersebut beberapa kali diubah dan/atau diganti hingga yang terakhir kali diterbitkan pada tahun 2020 dengan mengubah Permen ESDM Nomor 12 Tahun 2017, yang memberikan mekanisme harga berdasarkan BPP PT PLN.

Selain PLTS on-grid, PLTS rooftop juga terus didorong penetrasinya dengan melakukan revisi Permen ESDM Nomor 49 Tahun 2018 jo Nomor 13/2019 jo Nomor 16/2019 tentang Penggunaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Atap oleh Konsumen PT PLN (Persero) dengan poin revisi sebagai berikut:

- ketentuan ekspor listrik menjadi lebih besar dari yang semula 65% menjadi 100%;
- ketentuan terkait akumulasi selisih tagihan dinihalkan diperpanjang dari yang semula tiga bulan menjadi enam bulan;
- jangka waktu permohonan PLTS atap lebih singkat, dari semula 15 hari menjadi maksimal 12 hari untuk yang dengan perubahan perjanjian jual beli listrik (PJBL) dan maksimal 5 hari untuk yang tanpa perubahan PJBL;
- jangka waktu permohonan PLTS atap menjadi lebih singkat (5 hari tanpa penyesuaian PJBL dan 12 hari dengan adanya penyesuaian PJBL);
- mekanisme pelayanan berbasis aplikasi untuk kemudahan penyampaian permohonan, pelaporan, dan pengawasan program PLTS atap;



- dibukanya peluang perdagangan karbon dari PLTS atap;
- tersedianya pusat pengaduan PLTS atap untuk menerima pengaduan dari pelanggan PLTS atap atau pemegang izin usaha penyediaan tenaga listrik untuk umum (IUPTLU).

Dengan penurunan harga pengembangan yang saat ini terjadi dan beberapa kebijakan yang akan diterbitkan, seperti UU dan Perpres EBT serta revisi Permen PLTS Atap, terdapat potensi signifikan pengembangan PLTS ke depannya.

#### iv. Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)

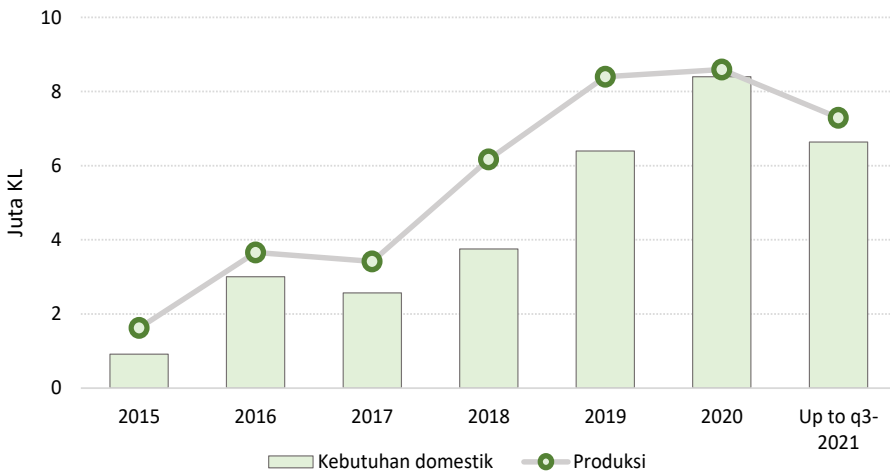
Hingga tahun 2020, kapasitas terpasang PLTB mencapai 154 MW yang ditunjang oleh dua proyek utama, yaitu PLTB Sidrap dengan kapasitas 75 MW dan PLTB Tolo dengan kapasitas 72 MW, yang berlokasi di Sulawesi Selatan.

Pengembangan PLTB skala besar hingga saat ini berbasis proyek yang sudah beroperasi ialah PLTB Sidrap dan Tolo ke tahap II. Tantangan pengembangan PLTB secara umum tidak memiliki perbedaan dibandingkan dengan PLTS, bahkan sumber daya angin atau bayu lebih kecil dibandingkan dengan surya karena tidak banyak daerah di Indonesia yang memiliki kecepatan angin yang sesuai untuk komersialisasi pembangkit listrik. Melihat dari tarif kesepakatannya, pengembangan PLTB yang sudah ada berada di kisaran 11 sen dollar AS/kWh karena kesepakatan terjadi pada waktu regulasi menggunakan skema feed in tariff. Meskipun demikian, praktis semenjak diterbitkan Permen ESDM Nomor 50 Tahun 2017 yang telah diubah beberapa kali, dengan yang terakhir menjadi Permen ESDM Nomor 4 Tahun 2020, belum ada PLTB skala besar baru yang terbangun, kecuali ekspansi dari proyek sebelumnya, seperti Sidrap dan Tolo.

#### e. Biofuel

Intensifikasi pemanfaatan BBN, termasuk biodiesel dan bioetanol, di Indonesia ditetapkan berdasarkan Permen ESDM Nomor 12 Tahun 2015 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai bahan bakar lain. Permen tersebut mengamankan penggunaan biofuel untuk berbagai sektor, seperti usaha mikro, transportasi, hingga pembangkit listrik. Terkait dengan bioetanol, persentase pencampuran dengan BBM direncanakan berada pada rentang 1%-20% yang dilaksanakan secara bertahap hingga 2025. Namun, hingga saat ini, pemanfaatannya masih mengalami beberapa kendala, seperti sumber bahan baku, aspek komersial karena tingginya biaya produksi bioetanol, dan kesiapan produsen kendaraan. Terkait dengan biodiesel atau *fatty acid methyl ester* (FAME), pelaksanaan selama ini telah berjalan dengan baik dengan persentase pencampuran FAME pada gasoil telah mencapai 30% dan realisasi penyaluran sebesar 6,4 juta KL atau 76% dari total produksi biodiesel dalam negeri.

BBN jenis biodiesel diproduksi dengan proses transesterifikasi, di mana bahan baku minyak nabati, seperti minyak sawit mentah (CPO), direaksikan dengan senyawa alkohol seperti metanol. Bahan baku tersebut mengandung rantai trigliserida yang dapat disederhanakan menjadi rantai metil ester monogliserida dengan bantuan katalis. Senyawa metil ester tersebut dikenal sebagai biodiesel murni atau biasa disebut dengan FAME. FAME inilah yang kemudian dicampur dengan gasoil dengan tingkat volume tertentu dan disebut biogasoil. Biogasoil dengan campuran FAME 30% disebut B30, dengan campuran 50% FAME disebut B50. Pemanfaatan biodiesel akan mengurangi ketergantungan impor gasoil, meningkatkan nilai tambah dan kontribusi terhadap produk domestik bruto, meningkatkan ketahanan pasokan energi, dan membuka lapangan pekerjaan baru, khususnya di bidang perkebunan dan industri kelapa sawit dan biodiesel.



Sumber: Kementerian ESDM (2021)

**Gambar IV.15 Pemanfaatan Biodiesel (FAME) Domestik**

Di samping itu, dalam hal peningkatan dan perluasan pemanfaatan CPO, PT Pertamina telah melakukan inisiasi untuk memproduksi *green diesel* dan avtur, baik melalui *stand alone* Kilang Plaju maupun *co-processing* di Kilang Cilacap. *Green diesel* atau diesel bihidrokarbon memiliki keunggulan dibandingkan diesel yang berbasis fosil ataupun biodiesel berbasis FAME, di antaranya *cetane number* yang relatif lebih tinggi, *sulphur content* yang lebih rendah, dan *oxidation stability*-nya juga lebih baik.

## IV.2. Perkembangan Net Zero Emission (NZE) di Indonesia

Net Zero Emission (NZE) merupakan suatu harapan di masa depan dimana emisi karbon sepenuhnya diserap oleh bumi melalui berbagai kegiatan manusia dan bantuan teknologi, sehingga tidak menimbulkan pemanasan global. Hal ini telah dinegosiasikan secara global di bawah naungan Konvensi Perubahan Iklim PBB (United Nations Convention on Climate Change – UNFCCC) yang bersidang setiap tahun melalui Committee on Parties (COP). Pada tahun 2021 ini COP ke 26 telah diselenggarakan di Glasgow, Inggris Raya dan tahun depan akan diselenggarakan di Mesir. Pemerintah Indonesia berkomitmen dalam upaya pengendalian perubahan iklim global yang tercermin dalam kesepakatan terhadap Perjanjian...

...Paris yang bertepatan dengan penyelenggaraan COP 21 tahun 2015, bersama 196 negara lainnya untuk bersama-sama menahan kenaikan suhu global di bawah 2 derajat Celcius dan menekannya lebih lanjut menuju 1,5 derajat Celcius (UNFCCC, 2015). Disepakati juga untuk meningkatkan kemampuan dalam menyesuaikan diri terhadap dampak perubahan iklim dan meningkatkan ketahanan iklim serta pembangunan rendah emisi sambil menjaga produksi pangan. Selain itu, bersepakat untuk membuat aliran pendanaan selaras dengan jalur pembangunan rendah emisi dan berketahanan iklim. Selanjutnya Indonesia telah meratifikasi Perjanjian Paris melalui Undang-undang Nomor 16 Tahun 2016.

Para negara pihak yang telah meratifikasi Perjanjian Paris wajib menyampaikan *Nationally Determined Contributions* (NDC) yang berisi target penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) hingga tahun 2030. Indonesia telah menyerahkan dokumen *Intended Nationally Determined Contribution* (INDC) pada tahun 2015 yang kemudian diperbarui menjadi First NDC pada tahun 2016 dengan masa berlaku hingga tahun 2030. Para pihak yang telah menyerahkan dokumen INDC wajib mengkomunikasikan atau meng-update kontribusinya paling lambat tahun 2020 dan selanjutnya setiap 5 tahun. Pada tanggal 21 Juli 2021 pemerintah Indonesia telah menyampaikan dokumen Updated NDC tersebut kepada PBB.

Dari sisi target pengurangan emisi tidak terdapat perubahan, target Indonesia masih sama dengan NDC sebelumnya, sebesar 29% dengan usaha sendiri dan 41% dengan bantuan internasional pada 2030 dengan prediksi emisi sebanyak 2,87 Gigaton setara CO<sub>2</sub>. Namun telah dibuat berbagai penyesuaian dengan RPJMN 2020 – 2024 dan Visi Indonesia 2045, selain itu Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) juga mengeluarkan dokumen *Long Term Strategy* untuk melengkapi NDC terbaru ini. Hal lain yang ditambahkan pada NDC Indonesia yang terbaru, dapat terlihat pada Tabel IV.4.

Dokumen Updated NDC Indonesia mencerminkan perkembangan-perkembangan di luar NDC serta elemen-elemen baru, yaitu

- peningkatan ambisi adaptasi,
- peningkatan kejelasan terkait mitigasi dengan mengadopsi Buku Aturan Perjanjian Paris (Paket Katowice),
- konteks nasional yang menghubungkan kondisi eksisting, milestones, seiring dengan pembangunan nasional, untuk periode 2020 – 2024, dan jalur indikatif menuju visi jangka panjang,
- penerjemahan Paris Agreement Rules Book dalam rangka meningkatkan efektivitas dan efisiensi pelaksanaan Perjanjian dan dalam mengkomunikasikan kemajuan dan pencapaiannya, mencakup bab-bab yang diuraikan tentang kerangka transparansi di tingkat nasional dan cara-cara pelaksanaannya, dan
- lautan sebagai elemen baru yang dielaborasi dalam adaptasi.

Updated NDC Indonesia juga mencari peluang kerjasama internasional untuk mendukung pencapaian target bersyarat penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 41% dibandingkan skenario business as usual.



No	Hal-hal kunci	NDC 2016	NDC 2021
1	Penyelarasan dengan strategi nasional	Selaras dengan konsep Nawa Cita	Penyelarasan dengan RPJMN 2020-2024 dan Visi Indonesia 2045 melalui NDC
2	Proyeksi emisi GRK pada BAU	Energi CM2: 1.271Mton CO <sub>2</sub> e FOLU CM2: 64 Mton CO <sub>2</sub> e  Target penurunan emisi: Energi CM2: 398 Mton CO <sub>2</sub> e FOLU CM2: 650 Mton CO <sub>2</sub> e	Energi CM2: 1.407 Mton CO <sub>2</sub> e FOLU CM2: 68 Mton CO <sub>2</sub> e  Target penurunan emisi: Energi CM2: 441 Mton CO <sub>2</sub> e FOLU CM2: 692 Mton CO <sub>2</sub> e
3	Dokumen <i>Long Term Strategy</i> (LTS)	Tidak ada	Ada
4	Penjelasan asumsi dalam proyeksi <i>business as usual</i> (BAU) dan target	Tidak ada	Ada
5	Komitmen Indonesia dalam berbagai konvensi internasional	Tidak ada	Ada
6	Menerjemahkan <i>Katowice Package</i> sebagai pedoman pelaksanaan Persetujuan Paris	Tidak	Diterjemahkan

Sumber: IESR (2021)

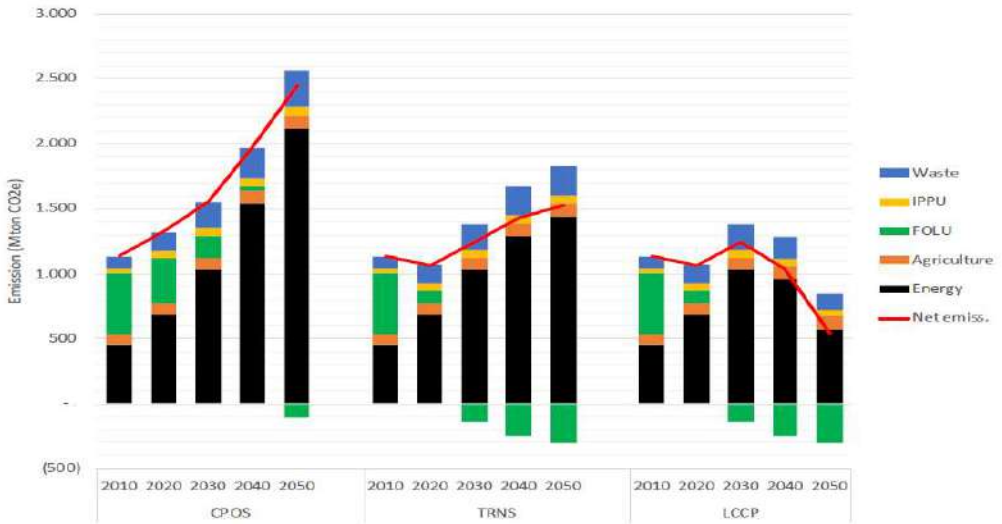
**Table IV.4 Perbandingan NDC 2016 dan NDC 2021**

Selain menyampaikan Updated NDC pemerintah Indonesia melampirkan dokumen Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050 (LTS – LCCR 2050) yang bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap tujuan global dan untuk mencapai tujuan pembangunan nasional dengan memperhatikan keseimbangan antara pengurangan emisi, pertumbuhan ekonomi, keadilan dan pembangunan ketahanan iklim. Terdapat tiga skenario dalam pengembangan LTS-LCCR sebagai berikut:

- komitmen NDC tanpa syarat diperpanjang/*current policy scenario* (CPOS),
- skenario transisi (TRNS), dan
- *low carbon scenario compatible with the Paris Agreement target* (LCCP).

Pada skenario CPOS emisi diperkirakan akan terus meningkat pesat setelah tahun 2030 hingga mencapai mencapai 2.454 Mton CO<sub>2</sub>e...

...atau sekitar 7,33 ton CO<sub>2</sub>e per kapita pada tahun 2050. Sedangkan pada skenario TRNS, peningkatan emisi setelah tahun 2030 jauh lebih lambat dibandingkan dengan CPOS dan akan mencapai 1.526 Mton CO<sub>2</sub>e atau sekitar 4,56 ton CO<sub>2</sub>e per kapita pada tahun 2050. Di bawah skenario LCCP, emisi akan menurun dengan cepat setelah tahun 2030 mencapai 540 Mton CO<sub>2</sub>e pada tahun 2050 atau setara dengan sekitar 1,61 ton CO<sub>2</sub>e per kapita. Dengan mempertahankan laju pengurangan emisi setelah tahun 2030 yang mencapai sekitar 30,7 Mton CO<sub>2</sub>e per tahun, diperkirakan Indonesia dapat mencapai NZE pada tahun 2060 atau lebih cepat (Gol, 2021). Dengan skenario ini, Indonesia perlu mengurangi emisi dari sektor energi hingga mendekati nol dan meningkatkan serapan di kehutanan dan penggunaan lahan.



Sumber: KLHK (2021)

**Gambar IV.16** Proyeksi emisi berdasarkan *current policy scenario (CPOS)*, *transition scenario (TRNS)* dan *low carbon scenario compatible with paris agreement (LCCP)*

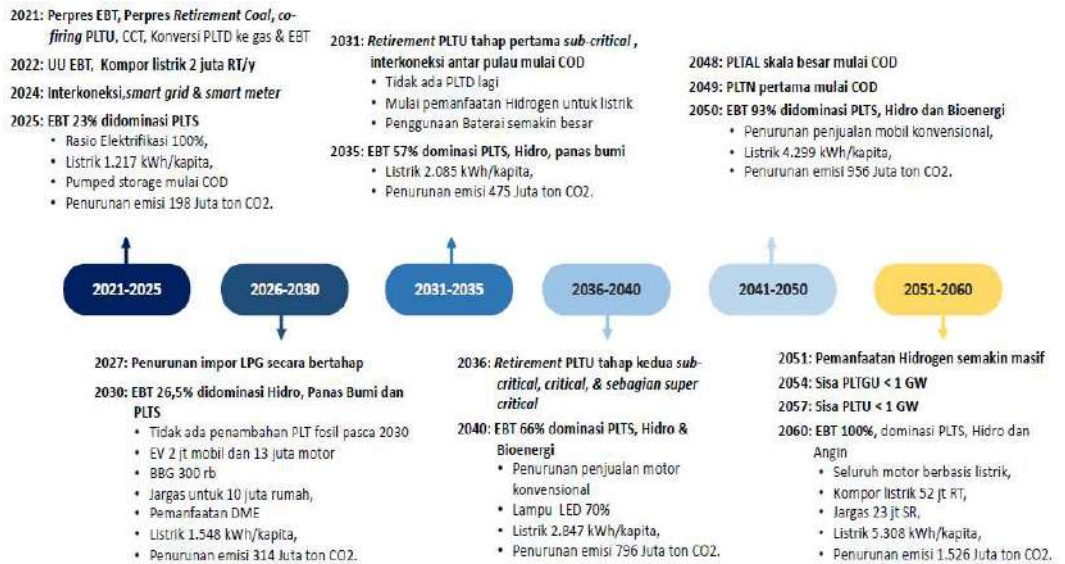
Pengurangan emisi dari penggunaan lahan di sektor Forestry and Other Land Use (FOLU) dan energi merupakan andalan untuk mencapai target NZE tersebut. Keberhasilan upaya pengurangan emisi dari sektor FOLU dan mengubahnya menjadi net sink pada tahun 2030 di bawah skenario LCCP sangat bergantung pada upaya-upaya:

- pengurangan emisi dari deforestasi dan lahan gambut (dekomposisi gambut dan kebakaran gambut);
- meningkatkan kapasitas hutan alam dalam menyerap karbon (dengan mengurangi degradasi dan meningkatkan regenerasi);
- merestorasi lahan gambut,
- melaksanakan restorasi hutan (penanaman pengayaan/*sink enhancement*),
- mengadopsi praktik pengelolaan hutan lestari; dan
- memaksimalkan pemanfaatan lahan-lahan yang tidak produktif (tanah terlantar) untuk pembangunan hutan tanaman dan perkebunan.

Sektor energi merupakan penyumbang emisi terbesar kedua setelah AFOLU, yang berasal dari pembangkit listrik, transportasi, industri dan bangunan. Pilihan mitigasi di sektor energi meliputi:

- langkah-langkah efisiensi energi di semua sub-sektor;
- substitusi bahan bakar fosil dengan energi terbarukan dalam pembangkit listrik dan transportasi; dan
- elektrifikasi penggunaan akhir di gedung dan transportasi (harus disertai dengan dekarbonisasi listrik) (Gol, 2021).

Dalam mendukung target dekarbonisasi di sektor energi, pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah merumuskan peta jalan menuju NZE pada tahun 2060 atau lebih cepat sesuai dokumen LTS-LCCR, yang mencakup upaya yang diperlukan dari sisi permintaan untuk mendukung transisi energi, seperti penggunaan kompor listrik, lampu LED, dan gas kota, sebagaimana disampaikan oleh Menteri ESDM dalam rangkaian agenda *Conference of Parties* (COP) ke-26 (KESDM, 2021a). Peran Kementerian ESDM memegang peran krusial karena sektor energi merupakan penyumbang terbesar emisi GRK nasional dalam satu dekade ke depan (UNFCCC, 2021).



Sumber: KESDM (2021)

**Gambar IV.17 Peta Jalan Transisi Energi Menuju Karbon Netral Sektor Energi**

Secara garis besar, peta jalan tersebut dibagi ke dalam lima tahapan dengan masing-masing periode selama lima tahun mulai tahun 2021 hingga 2060. Pada periode 2021 – 2025, akan diterbitkan beberapa regulasi antara lain undang-undang tentang energi baru terbarukan (EBT), penghentian dini pembangkit berbasis batu bara, perluasan co-firing PLTU, serta konversi diesel ke gas dan EBT. Selain itu juga diterapkan regulasi terkait PLTS Atap sebagai insentif bagi peningkatan instalasi PLTS Atap, kebijakan pajak dan nilai ekonomi karbon juga akan diimplementasikan di mana pajak karbon akan diterapkan secara terbatas untuk PLTU mulai April 2022.



Selanjutnya dalam periode 2026 – 2030, direncanakan tidak ada tambahan kapasitas PLTU selain yang sudah berkontrak atau sedang dibangun. Dalam periode ke dua ini, akan dikembangkan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) secara massif dan target kendaraan listrik mencapai 2 juta kendaraan roda empat dan 13 juta roda dua. Selanjutnya dalam periode 2031 – 2035 akan dimulai penghentian pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) tahap pertama dan mengurangi penggunaan diesel pada 2031. Pembangkit energi surya, hidro, dan panas bumi ditargetkan akan mencakup 57% bauran energi terbarukan pada 2035.

Pada 2036 – 2040, merupakan periode penghentian PLTU tahap kedua, dengan target porsi EBT akan menjadi 66% yang sebagian besar didominasi oleh pembangkit surya, hidro, dan bioenergi. Selain itu, penjualan kendaraan roda dua konvensional mulai dikurangi. Kemudian dari 2041 hingga 2045, pembangkit arus laut skala besar dan pembangkit nuklir pertama ditargetkan mulai beroperasi komersial. Pada periode ini porsi pemanfaatan energi terbarukan diperkirakan akan mencapai 93%, didominasi oleh pembangkit surya, hidro, dan bioenergi. Selain itu ditargetkan pengurangan penjualan kendaraan roda empat konvensional. Periode 2051 – 2060 merupakan periode terakhir penghentian PLTU, pengembangan hidrogen untuk listrik secara lebih masif, dan porsi energi terbarukan ditargetkan mencapai 100% yang didominasi oleh pembangkit surya, hidro, dan angin. Setidaknya pada tingkat nasional terdapat tujuh kementerian yang...

...berperan besar dalam menangani isu perubahan iklim, yaitu Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Kementerian ESDM, Kementerian Perhubungan, Kementerian Perindustrian, Kementerian Pertanian dan Kementerian Keuangan. KLHK telah ditetapkan sebagai vocal point untuk UNFCCC, didukung oleh Bappenas yang bertanggung jawab dalam menyusun perencanaan ke depan sesuai dengan Pasal 3 UNFCCC (Sukardi, 2021). Upaya pencapaian target NZE ini bukan hanya tanggung jawab pemerintah, tetapi juga membutuhkan kontribusi semua pemangku kepentingan. Oleh karena itu sangat diperlukan partisipasi berbagai pemangku kepentingan khususnya sektor swasta dalam implementasi NDC dan strategi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim.

Mengingat kompleksitas permasalahan terkait penanganan isu perubahan iklim ini dan menterjemahkan target NZE pada dokumen LTS-LCCR ke dalam peta jalan yang lebih detail perlu ditingkatkan koordinasi antar berbagai pihak sehingga dengan adanya koordinasi yang intensif dan kepemimpinan yang kuat dapat mewujudkan target NZE yang telah dicanangkan. Target NZE merupakan tujuan dan tanggung jawab bersama yang harus dilakukan oleh semua pemangku kepentingan dalam penyusunan rencana transisi energi, berkolaborasi dalam inovasi, teknologi, dan investasi, serta pelaporan dan perhitungan yang transparan.

### IV.3. Metodologi dan Skenario Pemodelan

Dalam kaitan dengan transisi energi di Indonesia, PEI menyusun Pertamina Energy Outlook (PEO) 2021 dalam rangka menyediakan beberapa skenario yang tidak hanya tertuju pada kondisi netral karbon sesuai dengan aspirasi Pemerintah, namun juga skenario lainnya yang dibedakan berdasarkan tingkat penetrasi transisi energi-nya hingga 2060. Perbedaan gambaran kondisi energi Indonesia tersebut dapat memberikan perspektif yang lebih luas tentang potensi pengembangan energi masa depan. Pemodelan *outlook* energi jangka...

...panjang disusun berdasarkan pada skenario pengembangan energi, makroekonomi dan demografi, karakteristik konsumen energi, perkembangan teknologi, dan ketersediaan sumber daya alam, serta menggunakan *software/tool low emission analysis platform* (LEAP) yang menjadi salah satu benchmark tool, baik di Indonesia maupun global, dalam melakukan pemodelan terintegrasi permintaan-kebutuhan (*supply-demand*) energi dan emisi. Asumsi makro yang digunakan di dalam pemodelan adalah sebagai berikut:

		2020	2030	2040	2050	2060
Pertumbuhan PDB	%	-2,07	4,4	3,6	2,8	2,2
Populasi	Juta	270	295	314	329	341
Populasi kendaraan bermotor	Juta	162	178	232	276	305

Sumber: LPEM-UI, PEI Analysis (2021)

Tabel IV.5 Asumsi Makro Pemodelan

Pertumbuhan produk domestik bruto (PDB) Indonesia, sebagaimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya, diproyeksikan terus mengalami penurunan hingga berada di sekitar 2% pada tahun 2060. Walaupun mengalami penurunan, dalam nilai absolut, PDB Indonesia meningkat empat kali lipat dari tahun 2019 menjadi Rp 47.000 triliun pada tahun 2060. Populasi penduduk meningkat hingga lebih dari 340 juta penduduk. Jumlah kendaraan bermotor juga diproyeksikan terus mengalami peningkatan hingga 305 juta kendaraan bermotor yang didominasi oleh kendaraan roda empat dan roda dua dengan porsi mencapai 95%. Proyeksi outlook energi disusun atas tiga skenario, yaitu *low transition* (LT), *market driven* (MD), dan *green transition* (GT). Skenario LT merupakan skenario yang memberikan gambaran kondisi energi Indonesia di masa yang...

...akan datang, dengan tingkat transisi energi yang rendah, sehingga sistem energi masih didominasi oleh energi fosil dengan batubara masih menjadi bahan bakar utama dari total pemanfaatan energi fosil. Skenario MD merupakan skenario dengan tingkat penetrasi transisi energi "*medium*". Skenario tersebut secara umum disesuaikan dengan rencana badan usaha energi saat ini dalam rangka transisi energi, adanya kebijakan yang mendorong transisi energi, dan skema bisnis produsen energi yang mulai mempertimbangkan peningkatan nilai tambah sektor energi, serta elektrifikasi dan gasifikasi pengguna energi. Pemanfaatan EBT semakin meningkat dan secara umum pemanfaatannya akan melebihi total energi fosil. Emisi pada skenario diharapkan dapat mencapai puncak sebelum tahun 2050.

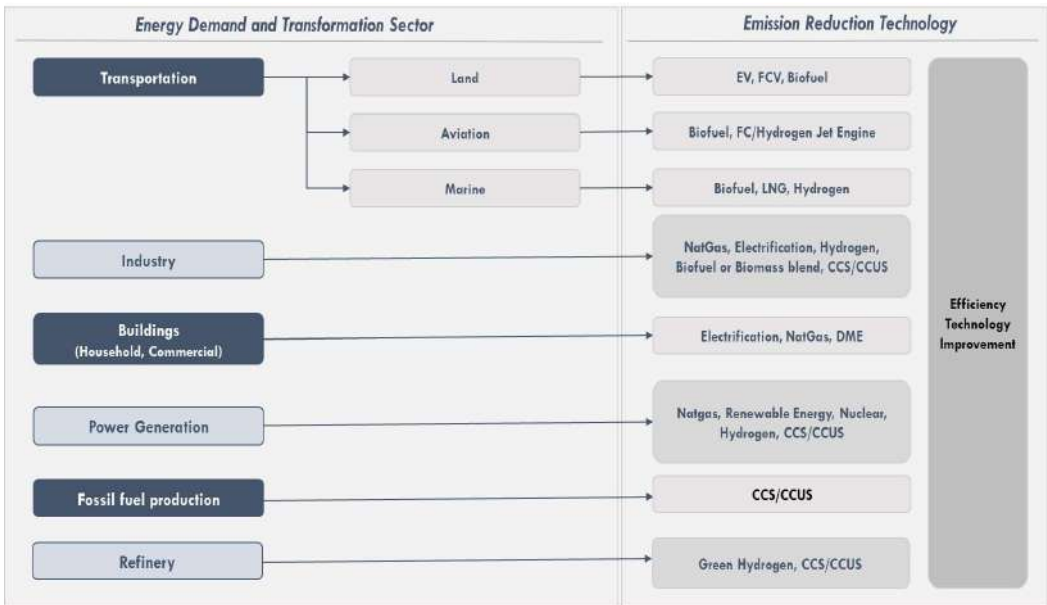


Lebih lanjut, skenario GT merupakan skenario yang mempertimbangkan penetrasi transisi energi "tinggi" sehingga terjadi penurunan emisi sesuai NDC pada tahun 2030 dan mencapai *net zero emission* pada 2060. Pada skenario GT terjadi elektrifikasi di setiap pengguna energi secara masif, peningkatan penggunaan energi terbarukan secara maksimal, dan adanya perubahan struktural dalam cara pandang pengambil kebijakan untuk pengembangan sektor energi.

Ketiga skenario juga mendukung usaha-usaha terkait bagaimana Indonesia melaksanakan suatu rencana aksi untuk mengembangkan sistem energi ke depan agar mampu mencapai beberapa target kebijakan energi nasional yang telah ditetapkan, di antaranya...

...penurunan intensitas energi 1% per tahun dan elastisitas energi di bawah satu. Pencapaian NZE sesuai skenario GT tetap membutuhkan sektor yang berfungsi sebagai penyerap emisi karbon, yaitu *agriculture, forestry, and other land used* (AFOLU).

Pencapaian transisi energi di Indonesia memerlukan percepatan penetrasi teknologi rendah karbon seperti kendaraan listrik dan hidrogen (*fuel cell*), kemampuan pencampuran hidrogen rendah karbon pada pembangkit listrik dan industri, memaksimalkan pemanfaatan EBT di seluruh sektor pengguna energi dan pembangkit listrik, pengembangan teknologi penangkapan karbon sebagaimana diilustrasikan pada Gambar IV.18 di bawah ini.



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.18 Potensi Penerapan Teknologi Transisi Energi di Indonesia**

Berdasarkan Gambar IV.16, pada PEO 2021, perbandingan di antara setiap asumsi pada setiap skenario dapat ditunjukkan pada tabel di bawah, dengan menggunakan kondisi pada tahun 2060, yaitu:

No	Kriteria	Low Transition (LT)	Market Driven (MD)	Green Transition (GT)
1	Penjualan kendaraan bermotor rendah karbon (listrik dan <i>fuel cell</i> )			
	▪ Mobil	80%	100%	Stop penjualan konvensional di 2050
	▪ Motor	80%	100%	Stop penjualan konvensional di 2040
	▪ Truk	40%	75%	85%
	▪ Bus	50%	95%	100%
2	Pemanfaatan bahan bakar babati (BBN)/ <i>Biofuel blending</i>	Biodiesel 30% (B30)	Biodiesel 30% (B30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biodiesel 30% (B50)</li> <li>▪ Alkohol 20% (A20) yang terdiri dari etanol 5% dan metanol 15%</li> </ul>
3	Peningkatan efisiensi transportasi udara	15%	20%	25%
4	Pemanfaatan LNG di transportasi laut (porsi terhadap kebutuhan energi)	1%	3%	5%
5	Diversifikasi energi di rumah tangga			
	▪ Jaringan gas (sambungan rumah/SR)	13 juta SR	23 juta SR	23 juta SR
	▪ Kompor induksi (SR)	13 juta SR	32 juta SR	55 juta SR
	▪ Dimetil eter (DME)	1,4 juta ton	5,2 juta ton	----
6	Penggunaan energi di industri			
	▪ <i>Gas-Hydrogen blending</i>	0%	10%	20%
	▪ Elektrifikasi proses industri (% penambahan listrik di bauran energi)	3%	6%	20%
	▪ Gasifikasi proses industri (% penambahan gas di bauran energi)	0%	12%	23%
7	Pembangkit listrik			
	▪ Tahun penghentian pembangunan PLTU baru	2045	2040	2031
	▪ <i>Phase out</i> pembangkit fosil	Tidak	Tidak	Batubara mulai 2031 Gas mulai 2050
	▪ % produksi pembangkit EBT	40%	60%	100%
	▪ <i>Gas-Hydrogen blending</i>	0%	10%	20%
	▪ Pemanfaatan biomassa di PLTU batubara (% dari bahan bakar)	3%	10%	10%

Sumber: PEI (2021)

Tabel IV.6.1 Skenario Pertamina *Energy Outlook* (PEO) 2021

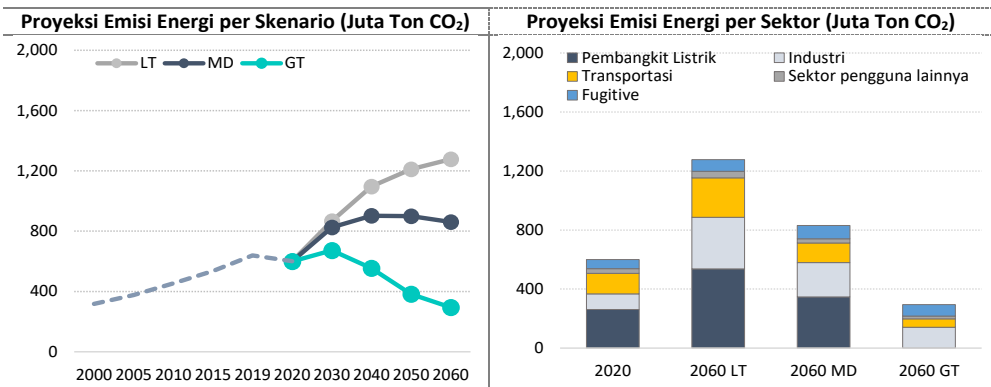
No	Kriteria	Low Transition (LT)	Market Driven (MD)	Green Transition (GT)
	<i>Gas-Hydrogen blending</i>	0%	10%	20%
	▪ Pemanfaatan biomassa di PLTU batubara (% dari bahan bakar)	3%	10%	10%
	▪ % rumah tangga pengguna PLTS atap	9%	25%	35%
	▪ % energi listrik dari PLTS atap di industri	4%	10%	15%
	▪ % energi listrik dari PLTS atap di komersial	1,5%	7%	10%
8	Peningkatan efisiensi teknologi	Rendah	Sedang	▪ Tinggi

Sumber: PEI (2021)

Tabel IV.6.2 Skenario Pertamina Energy Outlook (PEO) 2021

### IV.4. Outlook Emisi Sektor Energi

Peningkatan populasi dan taraf hidup masyarakat akan diikuti dengan peningkatan kebutuhan energi. Karena itu, jika tidak diikuti dengan pemilihan jenis bahan bakar yang berkadarnya rendah, penggunaan teknologi yang efisien, dan ramah lingkungan, akan berdampak pada tingginya laju pertumbuhan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran sumber energi. Pelepasan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari pembakaran energi di sektor komersial, rumah tangga, industri, transportasi, dan pembangkit listrik ke atmosfer dalam jumlah tertentu akan berdampak terhadap pemanasan global. Emisi CO<sub>2</sub> tersebut juga termasuk yang diakibatkan oleh proses produksi dan pengolahan energi, seperti wilayah produksi migas atau pertambangan, kilang minyak, kilang LPG, kilang LNG, dan kilang *biofuel*.



Sumber: PEI (2021)

Gambar IV.19 Proyeksi Emisi Energi

Berdasarkan skenario LT, pada tahun 2060 emisi energi akan terus mengalami peningkatan hingga mencapai 1.277 juta ton. Pada skenario MD, emisi energi mencapai puncak pada tahun 2045 dan kemudian mencapai 862 juta ton pada akhir tahun proyeksi. Adapun pada skenario GT, emisi energi mencapai puncak pada tahun 2030 dan secara signifikan mengalami penurunan hingga mencapai 295 juta ton.

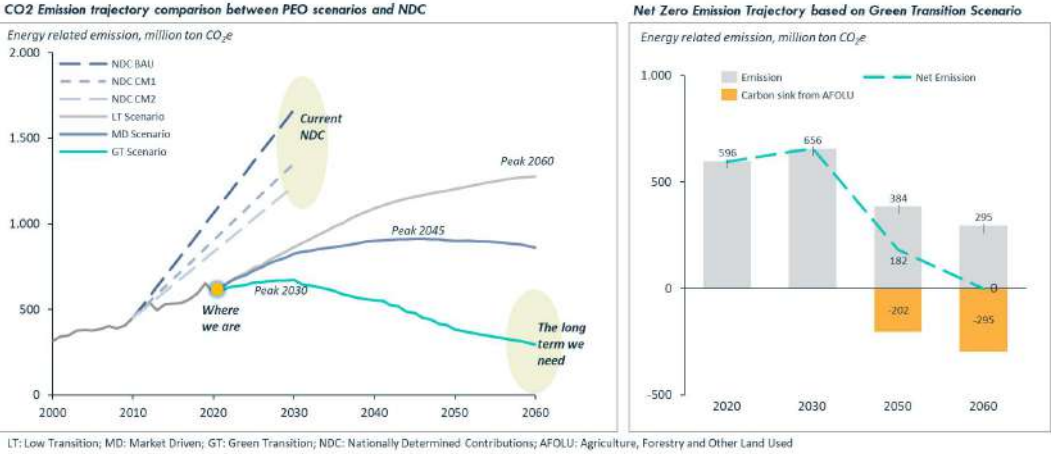
Berdasarkan sektornya, penyumbang emisi terbesar adalah sektor pembangkit listrik disebabkan sebagian besar bahan bakar yang dimanfaatkan di sektor tersebut adalah bahan bakar yang kandungan karbonnya tinggi, terutama batubara dan juga BBM. Pangsa emisi pembangkit listrik terhadap total emisi pada tahun 2020 adalah sebesar 44% atau 262 juta ton. Pangsa ini tidak terlalu berubah pada kisaran 40% di skenario LT dan MD dengan besaran masing-masing sebesar 537 juta ton dan 354 juta ton pada tahun 2060. Khusus untuk skenario GT, karena terdapat pemanfaatan EBT 100%, maka terjadi netral karbon pada tahun 2060.

Sektor transportasi merupakan penyumbang emisi terbesar kedua dengan besaran mencapai 138 juta ton atau memiliki porsi 23% di 2020. Penetrasi kendaraan listrik menyebabkan emisi transportasi pada skenario MD dan GT dalam jangka panjang mengalami penurunan menjadi masing-masing sebesar 134 juta ton dan 58 juta ton.

Hal yang sama juga terjadi di sektor industri sebagai akibat dari tren teknologi gasifikasi dan elektrifikasi pada proses produksi sehingga dalam jangka panjang emisi di sektor tersebut dapat ditekan hingga hanya mencapai 141 juta ton di skenario GT. Kemudian, sektor pengguna lainnya yang termasuk rumah tangga dan komersial merupakan sektor dengan tingkat emisi paling kecil, yaitu sebesar 31 juta ton pada tahun 2020. Nilai emisi tersebut dalam jangka panjang akan mengalami penurunan menjadi sebesar 18 juta ton pada tahun 2060 untuk skenario GT, yang disebabkan oleh peralihan penggunaan bahan bakar fosil menjadi elektrifikasi, seperti penggunaan kompor induksi.

Emisi per penduduk (ton CO<sub>2</sub>/kapita) akan tumbuh dari 2,3 ton CO<sub>2</sub> per kapita pada tahun 2020 menjadi 3,7 ton CO<sub>2</sub> per kapita untuk skenario LT dan 2,5 serta 0,9 ton CO<sub>2</sub> per kapita untuk skenario MD dan GT pada tahun 2060. Nilai emisi per kapita tersebut secara umum masih lebih kecil jika dibandingkan dengan negara maju atau negara berkembang lainnya yang menjadi penggerak ekonomi dunia, seperti Amerika Serikat (14,24 ton CO<sub>2</sub> per kapita) dan China (7,4 ton CO<sub>2</sub> per kapita). Dengan target pembatasan kenaikan suhu global sebesar 2 derajat celsius atau setara 1 ton CO<sub>2</sub> per kapita, maka hanya emisi pada skenario GT yang dapat memenuhi target global tersebut.





Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.20** Proyeksi Emisi untuk mencapai Net Zero Emission

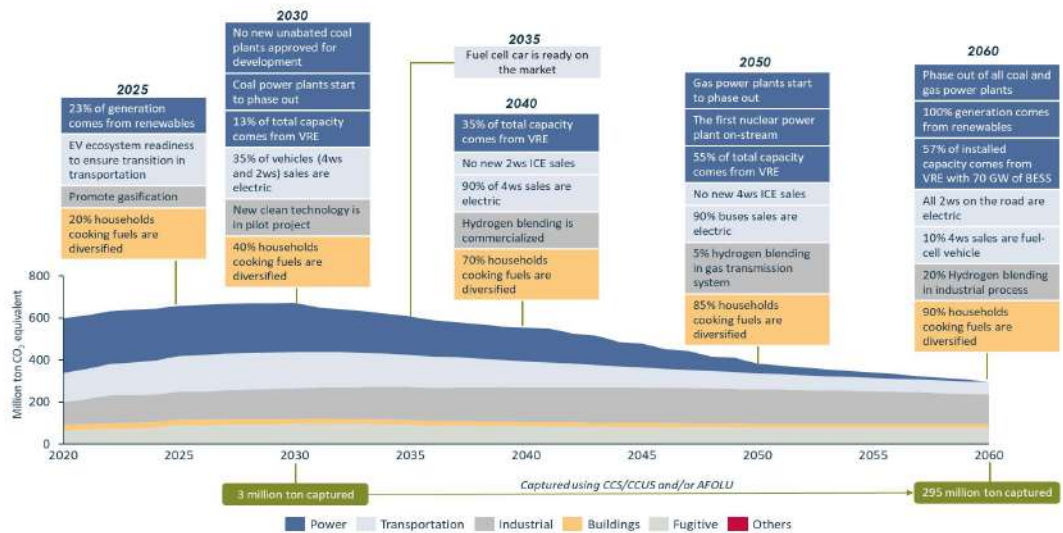
Realisasi jumlah emisi Indonesia hingga saat ini sudah berada di bawah trayektori NDC. Hal ini disebabkan selama rentang waktu 2010-2020, Indonesia telah melakukan mitigasi emisi di sektor energi, seperti intensifikasi penggunaan bahan bakar nabati (BBN)/bio-fuel, pembangunan pembangkit EBT, serta usaha-usaha penghematan energi. Dalam jangka panjang dan terkait dengan pencapaian NZE pada tahun 2060, maka dengan skenario GT masih diperlukan penyerapan karbon dari sektor agriculture, forestry, and other land use (AFOLU) sebesar 294 juta ton. Hal ini mengindikasikan bahwa guna mencapai NZE, sektor energi tidak bisa berdiri sendiri dan memerlukan kolaborasi bersama dengan sektor lainnya.

Untuk mendapatkan penurunan emisi yang diinginkan, penetrasi teknologi rendah karbon diperlukan di seluruh sektor pengguna energi. Peta jalan strategi pengelolaan energi jangka panjang perlu disusun sehingga pencapaian penurunan karbon dapat membawa manfaat, tidak hanya untuk pemerintah, tetapi juga badan usaha. PEO 2021...

...memberikan gambaran umum mengenai peta jalan pemanfaatan energi yang disesuaikan dengan kesiapan pasar dan teknologi. Dalam jangka pendek hingga tahun 2025, perlu dipastikan agar 23% produksi listrik berasal dari energi terbarukan, sebagaimana tercantum di dalam dokumen RUPTL PT PLN, tercapai. Hal tersebut sangat bermanfaat untuk menahan laju pertumbuhan emisi di pembangkit listrik. Pada periode tersebut, juga diharapkan ekosistem kendaraan listrik dari hulu hingga hilir sudah siap untuk kemudahan dan kenyamanan konsumen kendaraan. Pada jangka menengah hingga tahun 2040, penetrasi pembangkit EBT mulai meningkat dengan kapasitas mencapai 35% untuk pembangkit intermiten yang diikuti dengan adanya retirement PLTU batubara yang dimulai sejak tahun 2031. Di sektor transportasi juga didukung dengan adanya kebijakan penghentian penjualan motor konvensional. Teknologi baru seperti hidrogen akan mulai komersial dan menjadi salah satu sumber bahan bakar di industri dan pembangkit listrik.

Pada tahun 2050, pembangkit gas akan mulai untuk dipensiunkan dan adanya pembangkit nuklir yang *on-stream* sebagai pengganti pembangkit fosil yang selama ini menanggung beban dasar kelistrikan. Di sektor transportasi, kebijakan penghentian penjualan kendaraan bermotor dilanjutkan untuk jenis mobil, sementara penjualan untuk jenis bus akan meningkat hingga mencapai 90% didorong oleh armada bus perkotaan. Diversifikasi ke energi rendah karbon juga terjadi di sektor rumah tangga yang akan memanfaatkan kompor induksi atau gas alam.

Pemanfaatan hidrogen, baik sebagai bahan bakar langsung maupun sebagai penyimpanan energi seperti *fuel cell* di kendaraan bermotor, akan mulai masif. Pada akhir tahun proyeksi, yaitu tahun 2060, semua pembangkit listrik berasal dari EBT guna mencapai netral karbon. Di samping itu, semua kendaraan jenis motor yang beredar merupakan kendaraan listrik. Lebih lanjut, hidrogen mencapai puncak pemanfaatan dengan tingkat pencampuran 20% pada jaringan transmisi gas sebagai suplai ke industri.



Sumber: PEI (2021)

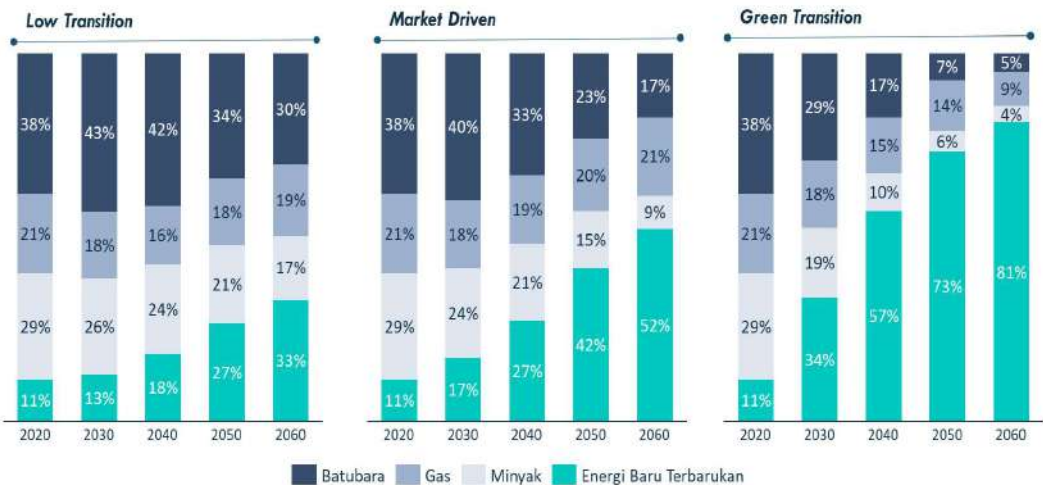
Gambar IV.21 Peta Jalan *Net Zero Emission* Indonesia Hasil Pemodelan



## IV.5. Outlook Energi Primer

Dampak pandemi yang terjadi pada tahun 2020 menyebabkan kebutuhan total energi primer Indonesia mengalami penurunan dari 230 juta TOE pada tahun 2019 menjadi 195 juta TOE pada tahun 2020 atau turun sekitar 15%. Kebangkitan perekonomian pada tahun 2021, walaupun terdapat sedikit hambatan dari penyebaran varian Covid-19 yang baru, kebutuhan energi primer diproyeksikan kembali meningkat menjadi sekitar 207 juta TOE serta akan mencapai kondisi normal seperti di 2019 pada tahun 2022.

Dalam jangka panjang hingga tahun 2060, kebutuhan energi primer mengalami peningkatan untuk setiap scenario, yaitu 625 juta TOE (LT), 657 juta TOE (MD), dan 719 juta TOE (GT), dengan laju pertumbuhan kebutuhan energi primer rata-rata berkisar 3% di seluruh skenario. Energi primer minyak dan batubara merupakan jenis energi yang paling terdampak dengan adanya transisi energi yang ditunjukkan dengan porsi yang semakin menurun di seluruh skenario. Di samping itu, total kebutuhan energi primer juga akan semakin tinggi ketika penetrasi EBT mengalami peningkatan yang disebabkan oleh efisiensi pembangkit listrik EBT yang rendah sehingga membutuhkan suplai energi yang besar dalam memproduksi listrik guna memenuhi kebutuhan.

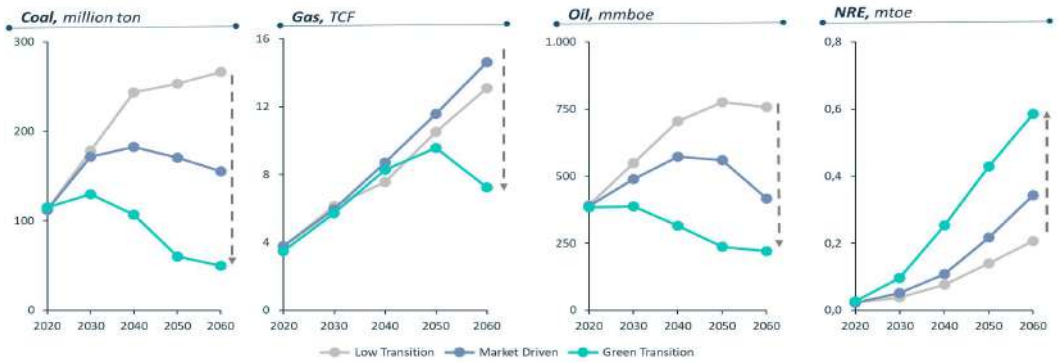


Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.22 Bauran Energi Primer per Skenario**

Pada skenario LT, energi fosil masih mendominasi penyediaan energi primer Indonesia hingga tahun 2060 dengan total porsi 67% atau sebesar 419 juta TOE. Dari jumlah tersebut, batubara masih mendominasi dengan porsi mencapai 30%, disusul oleh sektor migas. Dominasi batubara disebabkan oleh masih tingginya pemakaian energi tersebut di sektor industri dan pembangkit listrik. Pangsa energi fosil mulai mengalami penurunan pada skenario MD dan GT seiring dengan peningkatan penetrasi elektrifikasi dan diversifikasi energi lainnya menjadi 314 juta TOE (47%) dan 135 juta TOE (18%) pada tahun akhir proyeksi.

Penetrasi pemanfaatan EBT mengalami peningkatan hingga persinya mencapai 81% di skenario GT seiring dengan penetrasi pembangkit EBT untuk mengompensasi emisi yang ditimbulkan oleh energi fosil, terutama untuk memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat, disebabkan elektrifikasi yang terjadi pada keseluruhan pengguna energi dalam rangka dekarbonisasi. Secara rinci, tren pemanfaatan energi primer pada setiap skenario dapat ditunjukkan pada Gambar IV.23 sebagai berikut:



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.23** Tren Energi Primer per Jenis per Skenario

### a. Energi Primer Minyak

Pada tahun 2020, kebutuhan minyak mengalami penurunan menjadi 393 juta BOE atau 1,1 juta BOEPD dari 498 juta BOE atau 1,4 juta BOEPD pada tahun 2019 atau turun sekitar 20%. Dalam jangka panjang, kebutuhan minyak akan mencapai puncak dan mengalami perlambatan/penurunan hingga akhir tahun proyeksi. Pada skenario LT, kebutuhan minyak mengalami peningkatan hingga mencapai 776 juta BOE pada 2050 dan turun ke 758 juta BOE pada 2060 atau sekitar 2,1 juta BOEPD. Pada skenario MD, kebutuhan minyak mencapai...

...puncak pada tahun 2045, yakni 596 juta BOE atau 1,6 juta BOEPD, kemudian turun ke 420 juta BOE atau 1,1 juta BOEPD pada tahun 2060. Kebutuhan minyak pada skenario GT mencapai puncak sebelum tahun 2030 dan mengalami penurunan signifikan hingga menjadi 222 juta BOE atau 0,6 juta BOEPD pada akhir tahun proyeksi. Penurunan pemanfaatan minyak dalam jangka panjang terutama diakibatkan oleh peralihan kendaraan bermotor menjadi kendaraan listrik.



## b. Energi Primer Gas

Secara umum terlihat pada Gambar IV.23 bahwa porsi pemanfaatan gas cukup stabil di sekitar 20% pada skenario LT dan MD dari total kebutuhan energi primer. Porsi pemanfaatan mengalami penurunan, terjadi pada skenario GT yang disebabkan oleh adanya *phase out* pembangkit gas untuk mencapai netral karbon di pembangkit listrik pada 2060. Namun, jika dilihat dari volumenya, hingga tahun 2050, kebutuhan gas akan terus mengalami peningkatan dari sekitar 2 TCF pada tahun 2020 menjadi 4,3 TCF pada skenario LT dan 5 TCF pada skenario MD pada tahun 2060. Pada skenario MD terdapat skenario untuk menghentikan pembangunan PLTU yang lebih cepat dibandingkan dengan skenario LT sehingga terdapat pembangunan pembangkit gas untuk memenuhi kebutuhan listrik yang berdampak pada meningkatnya kebutuhan gas. Sementara di skenario GT, kebutuhan gas akan mencapai puncak pada tahun 2050 dengan volume sebesar 3,2 TCF dan turun ke 2,3 TCF pada akhir tahun proyeksi. Beberapa faktor peningkatan kebutuhan energi primer gas adalah jaringan pipa gas yang semakin luas, aksesibilitas dari LNG juga meningkat, dan usaha-usaha fuel switching dari batubara ke gas bumi di sektor industri, rumah tangga, dan komersial dalam rangka menurunkan intensitas karbon pada sistem energi serta skema retirement pembangkit gas.

Gas merupakan energi fosil yang masih dijadikan pilihan karena relatif lebih bersih dibandingkan jenis energi fosil lainnya seperti batubara dan minyak. Emisi GRK gas bumi 50% lebih rendah daripada emisi batubara dan 30% lebih rendah daripada emisi BBM. Gas bumi juga menghasilkan pencemar udara seperti sulfur oksida ( $SO_x$ ), nitrogen oksida ( $NO_x$ ), partikulat (*particulate matter*/PM), dan karbon monoksida (CO) yang lebih rendah (IEA, 2017) serta merupakan jembatan menuju era di mana EBT akan menjadi jenis pembangkit yang dominan dalam usaha-usaha untuk mengurangi emisi GRK (IEA, 2020).

## c. Energi Primer Batubara

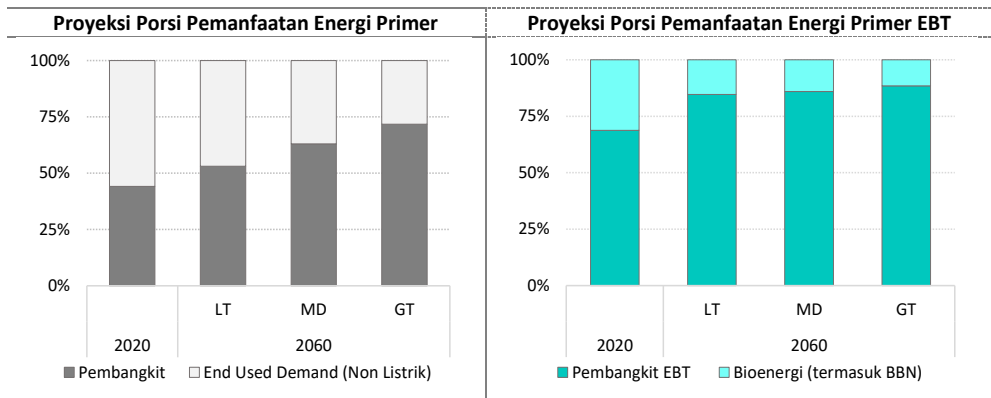
Batubara telah memainkan peran penting dalam kemajuan ekonomi Indonesia dan menjadi tulang punggung penyediaan listrik selama ini. Sumber daya batubara di Indonesia yang berlimpah dan mudah ditambang dengan biaya produksi yang rendah. Hingga saat ini batubara menjadi sumber utama dalam memenuhi kebutuhan energi Indonesia meskipun menimbulkan pencemaran udara yang tinggi, seperti partikulat, nitrogen oksida, dan emisi. Melihat dari porsinya, pemanfaatan batubara secara umum mengalami penurunan dari 40% pada tahun 2020 menjadi paling tinggi 30% pada skenario LT dan paling rendah 5% pada skenario GT.

Pada skenario LT, kebutuhan batubara di domestik terus mengalami peningkatan hingga mencapai 269 juta ton pada 2060 dari 107 juta ton pada 2020. Kebutuhan tersebut meningkat signifikan pada rentang waktu 2020-2040 dan mengalami perlambatan ke 2060. Peningkatan tersebut diakibatkan oleh harga pembangkitan listrik atau *levelized cost of energy* (LCOE) pembangkit batubara di Indonesia yang masih lebih rendah dibandingkan pembangkit lainnya, kemampuan pembangkit batubara sebagai pembangkit beban dasar masih belum bisa tergantikan oleh pembangkit lain, serta lambatnya penetrasi gasifikasi dan elektrifikasi di sektor industri sehingga tren peningkatan penggunaan batubara masih terus berlanjut. Untuk skenario MD, kebutuhan batubara mencapai puncak pada tahun 2040 dengan volume sebesar 187 juta ton untuk kemudian turun ke 163 juta ton pada tahun 2060. Penurunan ini terjadi karena penetrasi EBT yang mulai tinggi di pembangkit listrik serta adanya penetrasi diversifikasi energi di sektor industri. Skenario GT yang secara umum mencerminkan upaya untuk mencapai NZE menyebabkan penurunan kebutuhan batubara secara signifikan menjadi 54 juta ton pada 2060 setelah mencapai puncak pemanfaatan pada tahun 2030 sebesar 120 juta ton. Penurunan tersebut disebabkan oleh adanya skenario penghentian operasional retirement PLTU serta penetrasi elektrifikasi dan gasifikasi yang tinggi di sektor industri.

#### d. Energi Primer EBT

Secara umum, porsi pemanfaatan EBT terus mengalami peningkatan dari 25 juta TOE (11% dari total energi primer) pada tahun 2020 menjadi 207 juta TOE (33%) pada skenario LT, 344 juta TOE (53%) pada skenario MD, atau 586 juta TOE (82%) pada skenario GT pada tahun 2060. Peningkatan pangsa ini disebabkan penggunaan EBT yang tinggi seiring dengan penghentian operasional PLTU, target pencapaian penurunan emisi guna mencapai NZE, dan pemanfaatan BBN di sektor transportasi. Sumber utama penyediaan energi primer EBT selama ini di Indonesia adalah hidro, panas bumi, biomassa, dan biodiesel (BBN). Proyeksi ke depan energi EBT lainnya seperti surya, bayu, dan etanol diasumsikan akan mulai...

...terwujud pada pangsa energi primer EBT. Alokasi energi primer pada tahun 2020 adalah 44% digunakan untuk pembangkit listrik dan sisanya digunakan langsung oleh konsumen, seperti BBM, gas, dan batubara. Pembangkit listrik berperan penting di dalam arus energi primer yang sejalan dengan tren elektrifikasi yang terjadi di sektor pengguna energi, seperti kendaraan listrik. Dengan demikian, semakin banyak listrik yang dibutuhkan, semakin besar energi primer yang masuk ke dalam pembangkit untuk kemudian ditransformasi menjadi listrik, yang diperkirakan mencapai 53% (LT), 63% (MD), dan 72% (GT) untuk pembangkit listrik.



Sumber: PEI (2021)

Gambar IV.24 Proyeksi Arus Energi Primer

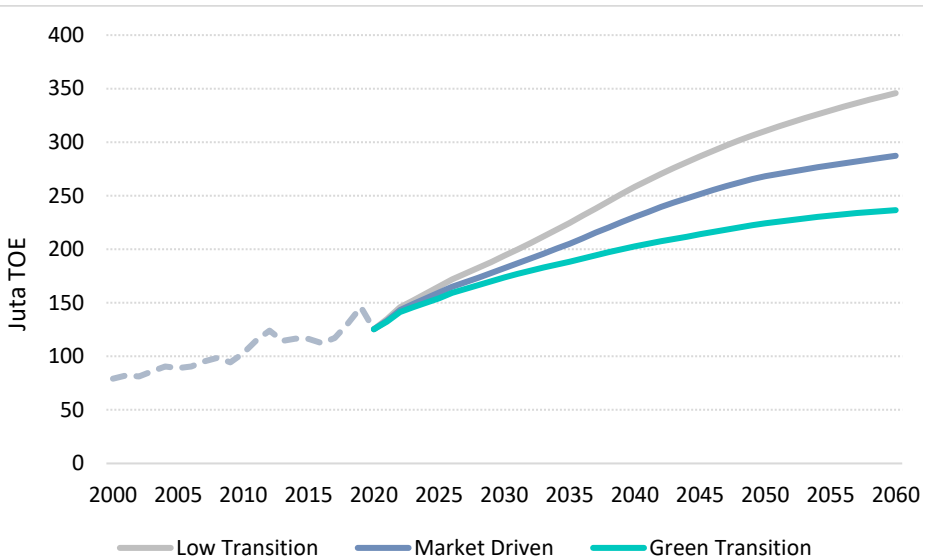
Begitu juga dengan energi primer EBT yang sekitar 69% digunakan untuk pembangkit listrik pada tahun 2020. Proyeksi ke depan, walaupun terdapat peningkatan persentase pencampuran *biofuel*, tetapi seiring dengan menurunnya kebutuhan di sektor pengguna akibat tren elektrifikasi, maka 88% energi primer EBT pada skenario GT digunakan untuk menghasilkan listrik. Dari kondisi ini bisa disimpulkan bahwa bauran energi primer EBT Indonesia sangat bergantung pada bauran energi primer EBT di sektor pembangkit.

## IV.6. Outlook Energi Final

Tiga skenario LT, MD, dan GT yang dikembangkan dalam outlook ini memberikan hasil tren kebutuhan energi final Indonesia yang merefleksikan tren saat ini dan dampak dari kebijakan yang sedang dan akan diterapkan dalam jangka waktu dekat hingga panjang. Dengan mempertimbangkan beberapa kebijakan strategis yang sudah ditetapkan oleh pemerintah, ketiga skenario tersebut memberikan hasil proyeksi kebutuhan energi final ke depan yang merupakan akibat atau dampak dari penerapan kebijakan tersebut. Hasil proyeksi kebutuhan energi tersebut bisa memberikan gambaran terkait apakah kebijakan yang ditetapkan tersebut akan efektif atau tidak.

Hasil proyeksi kebutuhan energi final akan dibagi menurut lima sektor: industri, transportasi, rumah tangga, komersial, bahan baku, dan lainnya. Penjelasan mengenai sektor bahan baku akan digabung dengan sektor industri karena sebagian besar penggunaan energi sebagai bahan baku terjadi pada industri petrokimia.

Selama periode proyeksi 2020-2060, kebutuhan energi final untuk setiap skenario akan meningkat dari 125 juta TOE pada tahun 2020 menjadi 346 juta TOE (skenario LT), 287 juta TOE (skenario MD), dan 237 juta TOE (skenario GT) pada tahun 2060. Selain akibat dari peningkatan populasi penduduk dan pertumbuhan ekonomi sektoral seperti sektor industri, transportasi, dan komersial, kenaikan ini juga dipengaruhi oleh perubahan gaya hidup masyarakat dan penetrasi teknologi hemat energi yang semakin ekstensif ke depan untuk mendukung tujuan net zero emission (NZE) pada tahun 2060, khususnya pada skenario GT. Pada dua skenario pertama, skenario LT dan MD, peran energi fosil masih cukup besar karena disumbang oleh sektor transportasi yang masih bergantung pada BBM serta sektor industri yang mengandalkan batubara dan gas sebagai sumber energinya. Pada skenario lainnya, skenario GT, peran listrik dan EBT semakin besar. Penggunaan hidrogen juga mulai dikembangkan pada skenario tersebut, khususnya untuk sektor industri.

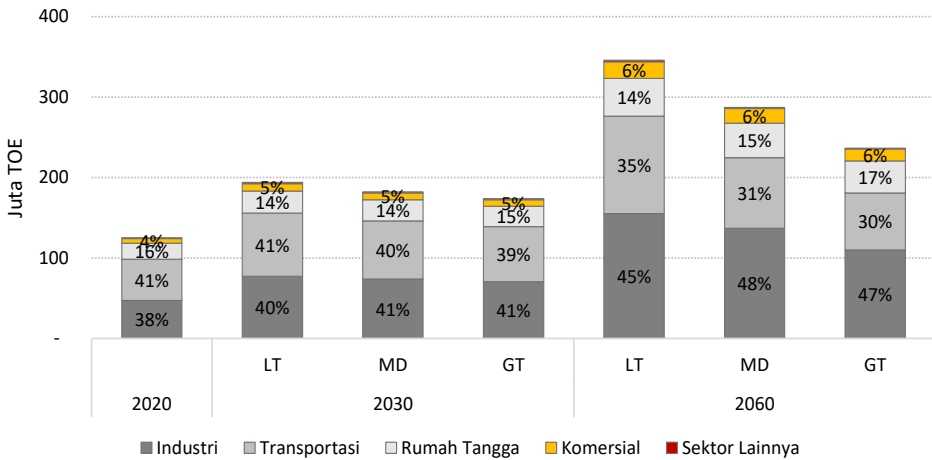


Sumber: PEI (2021)

Gambar IV.25 Proyeksi Kebutuhan Energi Final per Skenario

Antara tahun 2010 dan 2019, konsumsi energi final Indonesia selalu meningkat, dari 103 juta TOE menjadi 146 juta TOE, atau tumbuh dengan laju 3,5% per tahun. Pada tahun 2020, dunia mengalami pandemi Covid-19, tidak terkecuali Indonesia. Hal tersebut menyebabkan pertumbuhan ekonomi Indonesia mengalami kontraksi sebesar -2,1%. Akibatnya, aktivitas semua sektor mengalami perlambatan sehingga konsumsi energi final pada tahun 2020 turun signifikan dari tahun sebelumnya, menjadi 125 juta TOE atau turun sebesar 14,4%. Dalam skenario LT, kebutuhan energi final tumbuh rata-rata 2,6% per tahun. Sementara untuk skenario MD dan GT, pertumbuhan energi final mencapai 2,1% dan 1,6% per tahun. Pemulihan ekonomi akibat pandemi Covid-19 hingga kembali seperti kondisi sebelum pandemi membutuhkan waktu yang agak lama. Hal ini berdampak pada pertumbuhan...

...kebutuhan energi jangka panjang yang lebih rendah dibandingkan periode sebelum pandemi Covid-19. Selain itu, penetrasi teknologi hemat energi yang lebih tinggi di sektor industri, transportasi, komersial, dan lainnya memberikan intensitas energi yang lebih rendah. Salah satu target yang harus dicapai dari skenario MD dan GT adalah penurunan intensitas energi final minimal 1% setiap tahun. Hal ini tercantum dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN). Pada skenario GT, penerapan teknologi hemat energi merupakan pilar utama untuk mendukung upaya transisi energi menuju netral karbon. Pilar lainnya adalah penggunaan EBT, hidrogen, dan listrik untuk menggantikan BBM, batubara, dan gas, khususnya di sektor industri berat, transportasi udara dan laut.

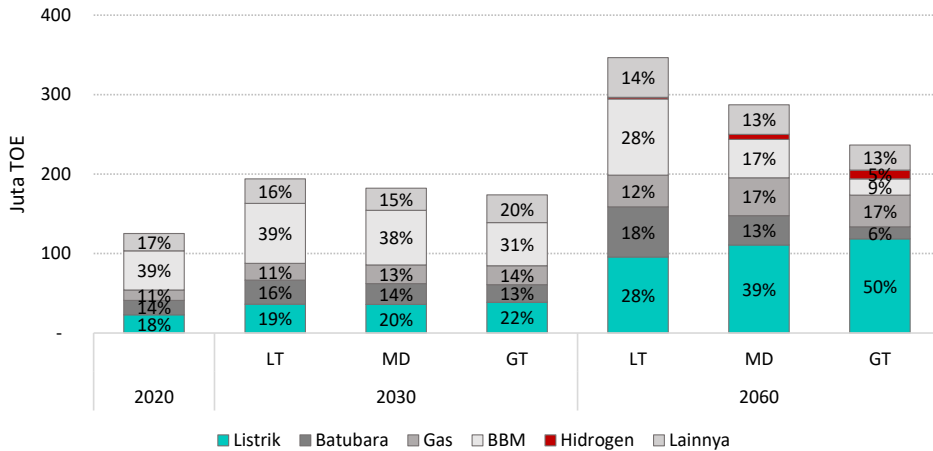


Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.26 Proyeksi Energi Final per Sektor**

Dilihat dari bauran energi final saat ini menurut sektor, sektor transportasi dan industri merupakan konsumen energi terbesar dengan porsi masing-masing 41% dan 38%, yang kemudian dilanjutkan oleh sektor rumah tangga dan komersial dengan porsi 16%, 4%, dan terakhir sektor lainnya yang hanya 1%. Akibat dari pertumbuhan ekonomi sektoral antara sektor industri, transportasi, komersial dan lainnya, serta tingkat penetrasi teknologi hemat energi yang berbeda-beda, pangsa energi final menurut sektor hingga 2060 mengalami perubahan yang signifikan.

Pangsa sektor transportasi mengalami penurunan akibat penetrasi kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) yang tinggi. Sebaliknya, pangsa sektor industri, komersial, dan bahan baku petrokimia relatif mengalami peningkatan. Peningkatan pangsa sektor rumah tangga hanya terjadi pada skenario GT. Meskipun teknologi ke depan semakin hemat energi, peningkatan jumlah penduduk dan juga kesejahteraannya berdampak pada sektor jasa atau komersial dan peningkatan kebutuhan terhadap barang-barang manufaktur yang sebagian menggunakan produk petrokimia sebagai bahan baku.



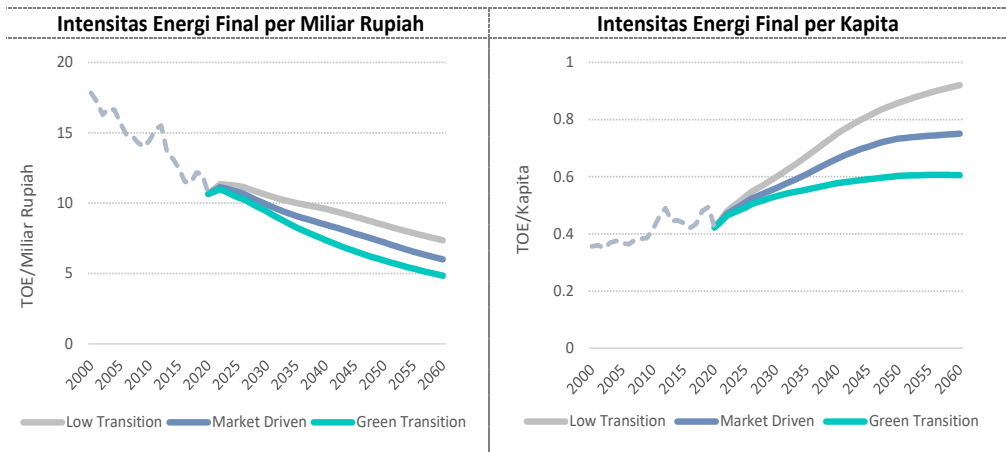
Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.27 Proyeksi Kebutuhan Energi Final per Jenis Energi**

Transisi energi di konsumen energi akan mengubah komposisi kebutuhan energi final yang sebelumnya didominasi oleh energi fosil berubah menjadi listrik, baik melalui penetrasi kendaraan bermotor listrik (KBL) maupun elektrifikasi di rumah tangga dan industri. Batubara di sisi energi final juga akan mengalami penurunan terutama disebabkan oleh penggunaan gas di sektor industri yang berpotensi mengalami peningkatan. Penggunaan produk BBM akan mengalami penurunan yang cukup signifikan, digantikan oleh produk petrokimia hilir yang memberikan nilai tambah lebih besar. Awalnya energi fosil masih dominan meskipun secara perlahan perannya digantikan oleh listrik akibat pertumbuhan kebutuhan listrik yang tinggi pada sektor rumah tangga, komersial, industri, dan transportasi. Pada skenario LT, MD, dan GT, peran fosil sangat berkurang. Sebaliknya, peran listrik meningkat. Dari 90 juta TOE pada tahun 2020, energi fosil pada skenario LT tumbuh 2,2% menjadi 212...

...juta TOE pada tahun 2060. Untuk skenario MD, tumbuh 1,1% menjadi 140 juta TOE dan skenario GT tumbuh -0,4% menjadi 78 juta TOE pada periode yang sama. Ada usaha-usaha untuk *fuel switching* dari batubara ke jenis energi yang ramah lingkungan, seperti gas, hidrogen, dan listrik dari EBT. Dari semua jenis energi fosil, pangsa gas masih bisa bertahan dan meningkat. Pangsa batubara masih meningkat, tetapi hanya pada skenario LT. Gas dipandang sebagai pilihan energi yang tepat dalam masa transisi menuju era netral karbon. Untuk sektor transportasi, kendaraan yang sebelumnya menggunakan BBM beralih menggunakan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai, khususnya untuk skenario MD dan GT. Peningkatan pangsa listrik sebagian besar disumbang oleh sektor transportasi akibat laju penggunaan kendaraan bermotor listrik yang tinggi, selain sektor rumah tangga dan komersial akibat penggunaan AC dan kompor induksi untuk memasak.

Peran EBT (bioenergi) menunjukkan peningkatan yang rendah saja karena kebijakan penggunaan kendaraan bermotor listrik yang lebih agresif dibandingkan bioenergi. Sebagian besar penggunaan EBT terjadi di sektor ketenagalistrikan. Kebijakan pemerintah untuk meningkatkan penggunaan biodiesel B30-B50 pada sektor transportasi pada skenario LT, MD, dan GT memang menyebabkan permintaan bioenergi meningkat, tetapi pangsaanya turun seperti ditunjukkan pada grafik sebelumnya. Untuk skenario LT, kebutuhan bioenergi meningkat dari 7 juta TOE menjadi 15 juta TOE (untuk MD 8 juta TOE, GT 7 juta TOE).



Sumber: PEI (2021)

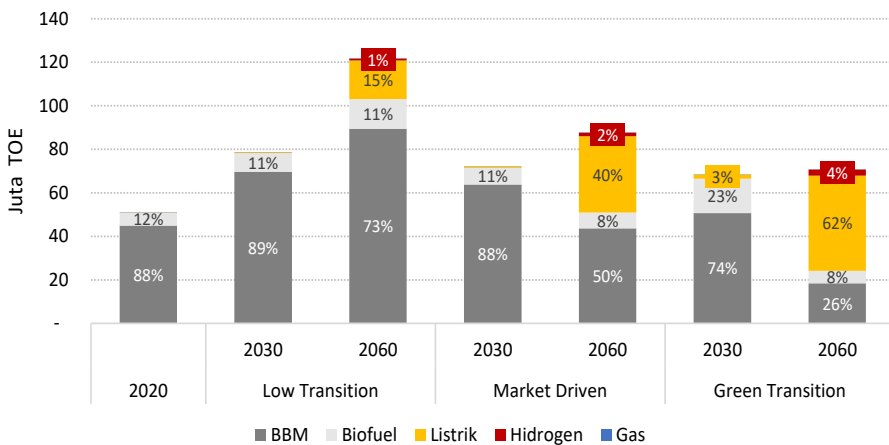
**Gambar IV.28 Proyeksi Intensitas Energi Final**

Intensitas energi final total didefinisikan sebagai konsumsi energi final total dari seluruh sektor (industri, transportasi, rumah tangga, komersial dan lainnya) dibagi dengan produk domestik bruto (PDB) pada harga konstan 2010. Intensitas energi final ke depan akan mengalami penurunan pada ketiga skenario dengan laju rata-rata -0,9% (LT), -1,4% (MD), atau -2,1% (GT) per tahun selama periode proyeksi 2020-2060. Secara umum, skenario MD dan GT sudah mampu mencapai target kebijakan energi nasional di mana intensitas energi total per tahun diharapkan turun 1% per tahun. Jika dilihat dari nilainya, intensitas energi final total turun dari 11 TOE/miliar rupiah saat ini menjadi 7 TOE/miliar rupiah (LT), 6 TOE/miliar rupiah (MD), atau 5 TOE/miliar rupiah (GT). Peningkatan intensitas energi final selama rentang waktu 2021-2022 akibat pemulihan ekonomi dari adanya pandemi Covid-19 yang berimbas pada peningkatan permintaan energi. Kebutuhan energi final per kapita meningkat dari 0,4 TOE/kapita menjadi 0,9 TOE/kapita (LT), 0,75 TOE/kapita (MD), atau 0,6 TOE/kapita (GT) pada tahun 2060. Kebutuhan energi final per kapita untuk skenario LT dan MD masih menunjukkan tren peningkatan. Pada skenario lainnya, GT, kebutuhan energi per kapita pada akhirnya mulai cenderung konstan.

**a. Sektor Transportasi**

Sejak tahun 2010, kebutuhan energi final sektor transportasi meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 5,6% per tahun atau mencapai 58 juta TOE pada tahun 2019 (sebelum pandemi) akibat pertumbuhan beberapa moda transportasi yang tinggi, khususnya transportasi jalan raya. Jika dilihat selama lima tahun terakhir, pertumbuhan kebutuhan energi transportasi telah turun menjadi rata-rata 3,9% per tahun. Meskipun demikian, tren peningkatan kebutuhan energi transportasi akan terus berlangsung sehingga diprediksi kebutuhan energi tahun 2060 mencapai 121 juta TOE (LT), 88 juta TOE (MD), atau 71 juta TOE (GT). Peningkatan ini berkaitan dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk serta PDB per kapita sehingga mobilitas masyarakat ataupun frekuensi angkutan barang semakin tinggi. Meskipun demikian, penerapan teknologi transportasi yang lebih hemat energi juga memberikan pengaruh yang cukup signifikan dalam menentukan arah trayektori proyeksi kebutuhan energi sektor transportasi ke depan. BBM masih akan terus menjadi sumber energi sektor transportasi yang dominan kecuali pada skenario MD dan GT.

Pangsa BBM untuk semua skenario akan mengalami penurunan. Dari segi volume, kebutuhan BBM pada skenario LT akan meningkat dari 45 juta TOE menjadi 89 juta TOE; pada skenario MD dan GT turun menjadi 44 dan 18 juta TOE pada tahun 2060. Sementara itu, pangsa gas diprediksi tidak begitu berkembang karena volumenya hanya meningkat sedikit, bahkan pangsa gas cenderung turun akibat dari tren elektrifikasi global untuk sektor transportasi. Perlu kebijakan yang jelas dan tegas, baik pada sisi konsumen, produsen kendaraan, maupun penyedia jasa SPBBG jika pemerintah ingin mendorong penggunaan gas, khususnya di moda transportasi jalan raya. Dalam outlook 2021 ini, potensi penggunaan LNG di sektor perkapalan mulai dimodelkan pada skenario LT, MD, dan GT. Hingga tahun 2060, kebutuhan LNG untuk transportasi mencapai 0,24 juta TOE (LT), 0,46 juta TOE (MD), dan 0,88 juta TOE (GT). Hidrogen merupakan jenis energi masa depan yang juga perlu dilihat potensinya di Indonesia. Kebutuhan hidrogen untuk kendaraan fuel cell akan mencapai 0,9 juta TOE (LT), 1,6 juta TOE (MD), dan 2,7 juta TOE (GT) pada tahun 2060.

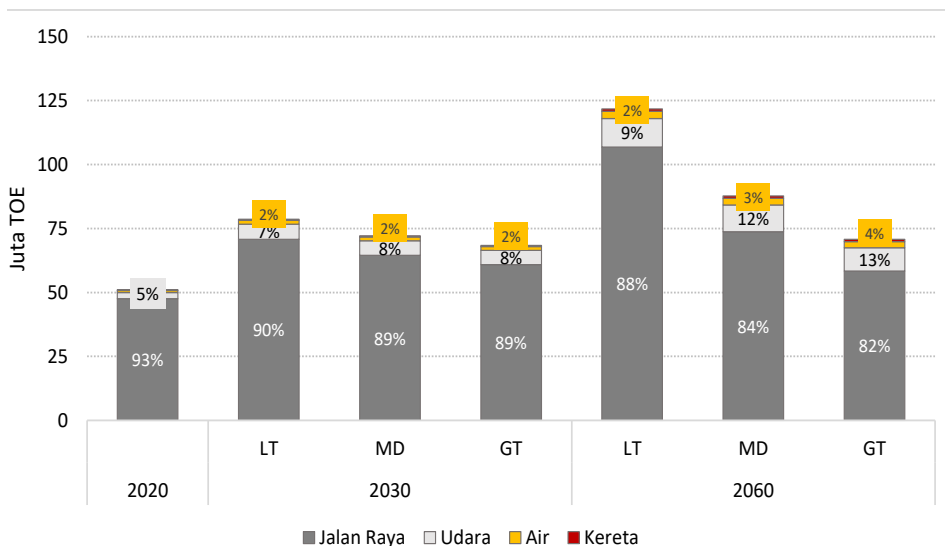


Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.29** Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Transportasi per Jenis Energi

Pangsa listrik meningkat cukup tinggi dari 0% menjadi 15% pada skenario LT, 40% pada skenario MD, dan 62% pada skenario GT. Hal ini didukung oleh tingkat penjualan kendaraan bermotor listrik, seperti BEV dan PHEV, yang cukup tinggi di skenario MD dan GT. Selama ini kontribusi listrik terhadap kebutuhan energi sektor transportasi hanya berasal dari konsumsi listrik KRL Jabodetabek. Berdasarkan jenis modanya, moda transportasi jalan raya yang terdiri dari mobil, bus, truk, dan sepeda motor, yang awalnya mempunyai pangsa sebesar 93% pada tahun 2020, mengalami penurunan menjadi 88% pada tahun 2060 pada skenario LT.

Sementara pada skenario MD dan GT, porsi tersebut turun menjadi 84% dan 82%. Penurunan pangsa transportasi jalan raya yang cukup besar pada skenario MD dan GT disebabkan oleh penggunaan kendaraan bermotor listrik yang memiliki tingkat kebutuhan energi lebih kecil. Moda transportasi terbesar kedua adalah transportasi udara yang mengonsumsi avtur dan avgas dengan pangsa 5% saat ini dan akan meningkat menjadi 9% pada akhir proyeksi (MD 12%, GT 13%). Pangsa transportasi kapal juga akan meningkat khususnya menjadi 2,3% (LT), 3% (MD), dan 3,5% (GT).



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.30** Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Transportasi per Jenis Moda

Terkait dengan transportasi jalan raya, terdapat beberapa program yang dapat memengaruhi kebutuhan energi di masa depan, yaitu pengembangan sistem transportasi massal di kota besar, seperti di Jakarta melalui Transjakarta dan program *bus rapid transit* (BRT). Namun, pada perkembangannya, pengoperasian BRT di daerah kurang begitu berkembang karena kemampuan pendanaan daerah yang lemah. Tahun 2020 Kemenhub mulai memperkenalkan skema *Buy The Service* (BTS).

BTS merupakan program subsidi yang berbassis skema remunerasi berjangka. Pemerintah pusat akan memberikan subsidi kepada daerah 100% biaya operasional kendaraan yang diperlukan untuk melaksanakan standar pelayanan minimal yang ditetapkan. Kemenhub menyatakan layanan BTS tersebut sejauh ini baru hadir di enam kota, yakni Medan, Palembang, Yogyakarta, Surakarta, Denpasar, dan Bogor.

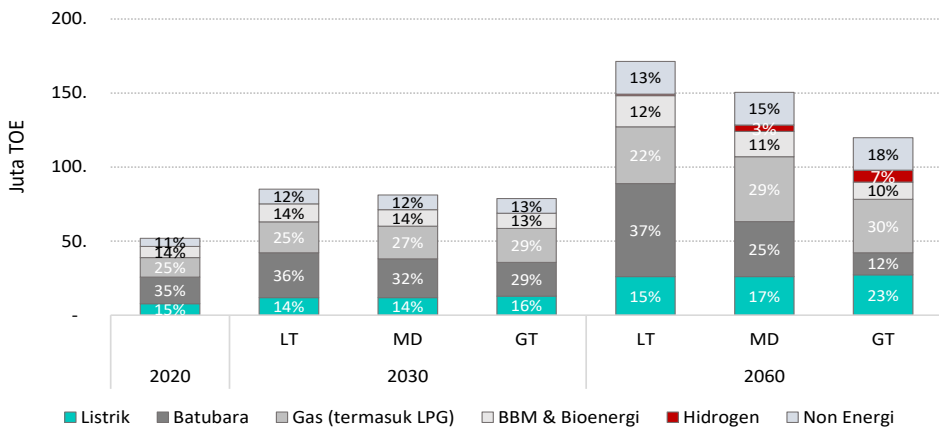


Untuk sektor transportasi kereta, pengembangan *light rapid transit* (LRT) dan *mass rapid transit* (MRT) menjadi prioritas, khususnya di Jabodetabek. Setelah sukses dengan proyek MRT tahap I, Jakarta akan meneruskan proyek MRT tahap II yang membentang sepanjang sekitar 11,8 kilometer dari kawasan Bundaran Hotel Indonesia hingga Ancol Barat. Proyek LRT Palembang sudah beroperasi meskipun kurang begitu sukses karena minimnya penyediaan angkutan penghubung antara kawasan permukiman ke stasiun LRT. Proyek LRT Jabodebek ditargetkan beroperasi pada Juni 2022.

Sejumlah pembangunan sarana dan prasarana perkeretaapian antarkota antarprovinsi di beberapa wilayah Indonesia sudah ditetapkan dalam Proyek Strategis Nasional 2021, termasuk kereta api semicepat antara Jakarta dan Surabaya. Proyek kereta api cepat dengan trayek Jakarta-Bandung sedang dalam tahap penyelesaian. Potensi perpindahan moda transportasi dari kendaraan pribadi baik ke transportasi massal maupun perkembangan model berbagi kendaraan (*car sharing*) memiliki peluang dalam melakukan disrupsi kebutuhan energi transportasi.

### b. Sektor Industri

Kebutuhan energi final sektor industri (termasuk bahan baku petrokimia) tumbuh perlahan dari 52 juta TOE pada tahun 2010 menjadi 58 juta TOE pada tahun 2019 dan turun 52 juta TOE tahun 2020 (akibat pandemi Covid-19). Selama periode proyeksi hingga tahun 2060, kebutuhan energi industri skenario LT masih akan terus meningkat hingga 171 juta TOE atau tumbuh dengan laju rata-rata 3% per tahun. Untuk skenario MD dan GT, teknologi efisiensi dan konversi ke listrik akan memengaruhi kebutuhan energi industri sehingga meningkat menjadi 150 juta TOE (rata-rata 2,7% per tahun) dan 120 juta TOE (rata-rata 2,1% per tahun).



Sumber: PEI (2021)

Gambar IV.31 Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Industri per Jenis Energi

Jenis energi yang dominan digunakan di industri adalah batubara dan gas dengan pangsa sebesar 35% dan 25% pada tahun 2020. Hingga 2060, pangsa tersebut mengalami penurunan, khususnya pada skenario MD dan GT, karena didorong oleh adanya *fuel switching* dari batubara ke gas dan hidrogen, bioenergi, serta konversi ke listrik. Pangsa batubara dalam skenario LT, MD, dan GT berturut-turut menjadi 37%, 25%, dan 12%. Adapun pangsa gas untuk ketiga skenario tersebut berturut-turut menjadi 22%, 29%, dan 30%. *Fuel switching* tersebut didukung oleh Peraturan Presiden Nomor 40 Tahun 2016 tentang Penetapan Harga Gas Bumi sebesar 6 dollar AS/MMBTU dan regulasi turunannya, Peraturan Menteri ESDM Nomor 8 dan Nomor 10 Tahun 2020 terkait penentuan harga gas untuk industri dan pembangkit listrik.

Berdasarkan jenis industrinya pada tahun 2020, pangsa industri kimia dan petrokimia sebesar 29%, semen dan nonlogam 17%, makan dan minuman 13%, logam dasar 11%, pulp dan kertas 11%, tekstil 10%, permesinan 6%, kayu 3%, dan lainnya 0,3% dari total kebutuhan energi. Pangsa tersebut tidak berubah signifikan hingga tahun 2060. Pada sektor industri pupuk dan kimia, energi tidak hanya dijadikan bahan bakar, tetapi juga sebagai bahan baku industri.

Pada skenario LT, kebutuhan energi industri kimia dan petrokimia meningkat dari 15 juta TOE pada tahun 2020 menjadi 47 juta TOE pada tahun 2060 (MD 44 juta TOE, GT 40 juta TOE) atau tumbuh untuk tiap-tiap skenario LT, MD, dan GT rata-rata 2,9%, 2,7%, dan 2,5% per tahun. Pertumbuhan yang tinggi ini akibat dari rencana pemerintah untuk mengembangkan industri petrokimia hulu dan hilir agar bisa mengurangi ketergantungan terhadap impor bahan baku dan produk industri petrokimia yang jumlahnya sudah sangat besar sehingga menyebabkan defisit neraca transaksi berjalan Indonesia.

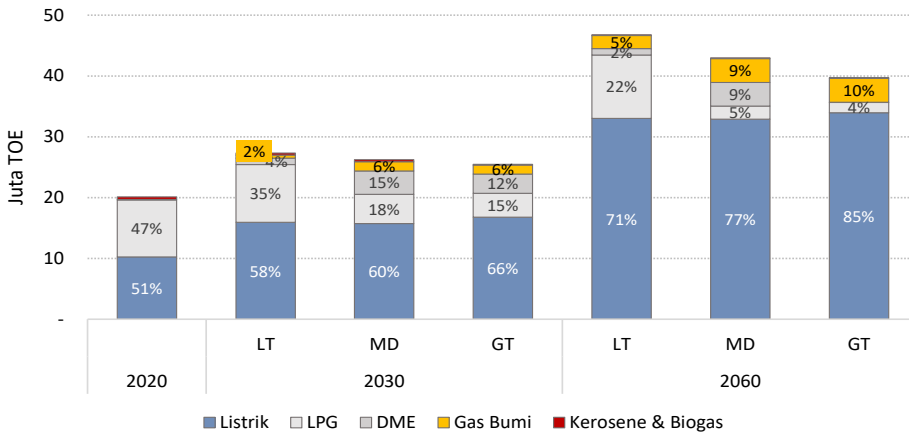
Industri semen dan nonlogam juga merupakan pengguna energi yang cukup besar, khususnya batubara. Usaha-usaha untuk mengurangi penggunaan batubara yang kotor dengan penggunaan teknologi ramah lingkungan telah dimulai oleh beberapa industri semen. Salah satunya adalah pengoperasian *waste heat recovery steam generation* (WHRS) sebagai pembangkit listrik yang berasal dari panas gas buang, modifikasi sistem pembakaran, dan melaksanakan manajemen energi.

Industri makanan merupakan salah satu penyumbang PDB terbesar dibandingkan jenis industri lainnya. Jumlah penduduk Indonesia yang besar jelas memerlukan pasokan produk-produk makanan dan minuman yang besar pula. Hal ini berdampak pada kebutuhan energi jenis industri ini yang semakin meningkat ke depan. Beberapa industri makanan besar berpeluang mengembangkan teknologi cogeneration yang efisiensi energinya bisa mencapai 80%. Teknologi cogeneration memproduksi uap dan listrik secara bersamaan. Uap dan listrik tersebut digunakan dalam proses produksi dari industri makanan dan minuman tersebut.

Semenjak adanya larangan ekspor bahan mineral mentah seperti yang tertuang dalam Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, kebutuhan energi industri logam dasar di Indonesia mulai tumbuh perlahan. Hal itu terlihat dari mulai dibukanya kawasan industri smelter besi baja dan nikel di Sulawesi dan rencana pengembangan industri smelter alumina dari bauksit di Kalimantan Utara serta rencana pengembangan industri smelter tembaga di Gresik. Kondisi ini akan meningkatkan kebutuhan energi di sektor logam dasar.

### c. Sektor Rumah Tangga

Hingga tahun 2060, kebutuhan energi rumah tangga akan meningkat dari 20 juta TOE tahun 2020 menjadi 47 juta TOE (LT), 43 juta TOE (MD), atau 40 juta TOE (GT), atau dengan laju pertumbuhan rata-rata per tahun masing-masing sebesar 2,1%, 1,9%, dan 1,7% per tahun. Peningkatan ini terutama disebabkan oleh pertumbuhan populasi dan jumlah rumah tangga.



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.32 Proyeksi Kebutuhan Energi Sektor Rumah Tangga per Jenis Energi**

Penggunaan listrik di rumah tangga masih akan dominan hingga tahun 2060. Pangsa energi listrik terus meningkat dari 51% saat ini menjadi 71% (LT), 77% (MD), atau 85% (GT). Pemerintah akan mendorong penggunaan kompor induksi dari listrik ke depan karena lebih hemat energi dan lebih ramah lingkungan. Sebaliknya, pangsa kebutuhan LPG untuk memasak terus mengalami penurunan dari 41% tahun 2020 menjadi 16% (LT), 14% (MD), dan 4% (GT) pada tahun 2060. Penurunan pangsa LPG akibat adanya pengembangan jaringan gas dan dimetil eter (DME). Program DME didukung oleh pemerintah agar program hilirisasi batubara menjadi DME bisa direalisasikan secepatnya. Selain memberikan nilai tambah dari batubara, penggunaan DME akan lebih ramah lingkungan.

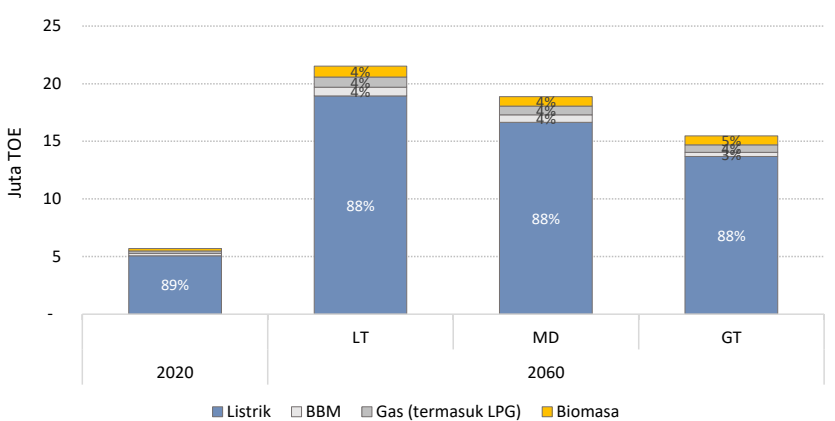
Diperlukan kebijakan pemerintah yang tepat terkait nilai keekonomian DME agar bisa bersaing dengan LPG. Terkait dengan diversifikasi energi di rumah tangga, saat ini terdapat beberapa opsi yang sedang ditempuh oleh pemerintah dalam rangka mengurangi impor LPG, yaitu DME, jaringan gas, dan listrik (kompor induksi). Pada tahun 2020, konsumsi LPG nasional mencapai 8,02 juta ton dengan 80% berasal dari impor. Untuk mengurangi impor tersebut diharapkan penggunaan DME sudah bisa dimulai pada tahun 2024 dan diproyeksikan untuk dapat menggantikan sekitar 25% kebutuhan LPG pada tahun 2060 di bawah skenario MD. Pemerintah juga telah menetapkan peta jalan untuk jaringan gas yang telah tercantum di dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Menengah...

...Nasional 2020-2024 dengan skema pembiayaan, baik melalui APBN maupun kerja sama pemerintah dan badan usaha (KPBU). Teknologi kompor induksi listrik juga dijadikan salah satu opsi yang berpotensi untuk digunakannya di sektor rumah tangga untuk mengurangi impor LPG. Skenario GT lebih fokus pada jaringan gas dan listrik (kompor induksi). Pada tahun 2060, dengan skenario GT, pengguna LPG yang akan beralih ke jaringan gas dan listrik induksi berturut-turut adalah 26% dan 62%. Penggunaan listrik untuk sistem AC saat ini belum merupakan penggunaan dominan di rumah tangga. Dari konsumsi listrik total sektor rumah tangga tahun 2020 sebesar...

...10,2 juta TOE, sistem AC mengambil pangsa 19% dan akan terus naik hingga 42%-43% pada akhir proyeksi 2060 untuk semua skenario. Kenaikan pangsa yang tinggi terjadi akibat penggunaan AC yang semakin umum seiring dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat Indonesia yang hidup di iklim tropis yang panas dan lembab. Disrupsi teknologi sektor rumah tangga, seperti penerapan teknologi hemat energi, misalnya AC inverter, refrigerator inverter, variable speed drive (VSD), dan lampu LED, akan menghasilkan tingkat kebutuhan listrik yang lebih rendah seperti ditunjukkan oleh skenario MD dan GT pada grafik sebelumnya.

#### d. Sektor Komersial

Kebutuhan energi sektor komersial tumbuh cukup cepat tidak kalah dari sektor rumah tangga karena dua hal, yaitu peningkatan populasi dan urbanisasi, yang memicu kebutuhan akan sektor jasa seperti perkantoran, sekolah, rumah sakit, tempat hiburan, pergudangan, hotel, dan pertokoan. Hal tersebut menyebabkan terjadinya perubahan struktur ekonomi yang tadinya bergantung pada sektor industri secara perlahan bergeser pada sektor komersial. Beberapa tahun ke depan, sektor komersial akan menjadi sektor yang memegang peran kunci dalam pertumbuhan PDB atau ekonomi Indonesia. Bangunan komersial memerlukan energi untuk operasionalisasi pendingin ruangan, alat transpor seperti lift dan eskalator, penerangan, dan lain-lain. Sebagian besar dari peralatan tersebut memerlukan energi listrik sehingga dapat dipahami jika listrik merupakan jenis energi yang paling dominan pada sektor komersial.



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.33 Proyeksi Kebutuhan Energi Final Komersial per Jenis Energi**

Kebutuhan energi final sektor komersial dari 6 juta TOE menjadi 22 juta TOE (LT), 19 juta TOE (MD), atau 15 juta TOE (GT) sepanjang periode proyeksi 2020-2060. Sekitar 88% dari total kebutuhan energi komersial dipenuhi oleh listrik, dan sisanya dipenuhi oleh BBM, gas (termasuk LPG), dan bioenergi. Penerapan peralatan hemat energi dan manajemen energi serta teknologi *smart building* pada skenario MD dan GT telah menurunkan kebutuhan energi komersial yang signifikan, hampir 12%...

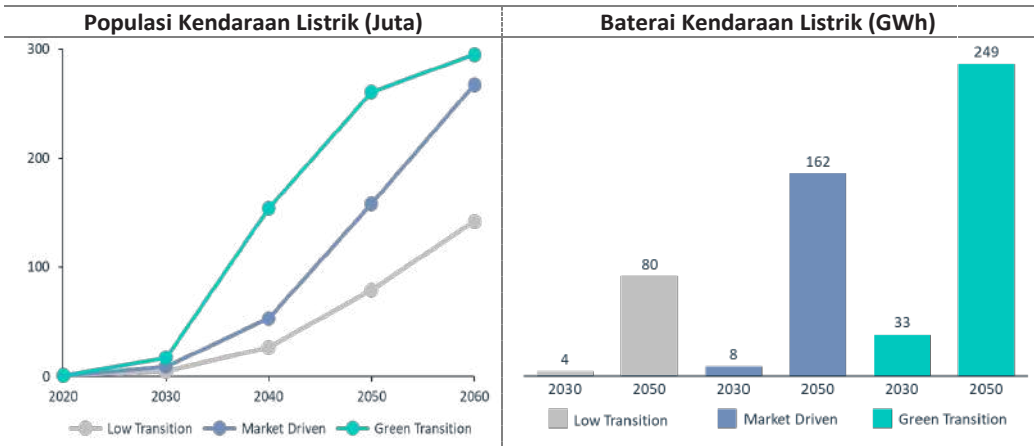
...lebih rendah pada skenario MD atau 28% pada skenario GT dibandingkan dengan skenario LT pada tahun 2060. Peralatan hemat energi untuk bangunan komersial, seperti sistem penerangan, sistem pendingin ruangan atau *air handling unit* (AHU), chiller, motor listrik, kompresor, sistem air panas, dan sistem daur ulang limbah, bersama-sama dengan *building automation system* (BAS), akan menciptakan suatu bangunan yang smart dan mampu menghemat energi cukup signifikan.

## IV.7. Outlook Kendaraan Listrik

Sejak tahun 2019 telah terbit beberapa turunan regulasi dari Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 yang akan mendorong lebih cepat pertumbuhan pengguna KBLBB di Indonesia, seperti PP Nomor 73 Tahun 2019 terkait Pajak Pertambahan Nilai Barang Mewah (PPNBM) untuk kendaraan listrik dan Permenperin Nomor 27 Tahun 2020 terkait peta jalan pengembangan kendaraan listrik. Pemerintah Provinsi (Pemprov) DKI Jakarta juga telah menerbitkan Peraturan Gubernur Nomor 3 Tahun 2020 terkait insentif bea balik nama kendaraan listrik. Momentum peningkatan perkembangan penetrasi kendaraan listrik sudah terlihat sejak beberapa pabrik otomotif memperkenalkan lini produknya pada tahun 2020. Selanjutnya, Pemprov DKI juga telah merencanakan akan mengganti seluruh...

...armada Transjakarta menjadi berbahan bakar listrik paling lambat pada tahun 2030. Teknologi kendaraan listrik yang paling banyak varian komersialnya saat ini berada di kendaraan jenis mobil, yaitu HEV, PHEV, dan BEV. Untuk kendaraan jenis motor, truk, dan bus, hanya teknologi BEV yang berkembang. Dalam hal penetrasi, truk merupakan jenis kendaraan yang penetrasi kendaraan listriknya paling lambat, yang disebabkan oleh aspek penggunaannya sebagai angkutan barang, sehingga peralihan tetap perlu menjaga keterjangkauan biaya transportasi agar tidak berdampak pada harga barang. Kendaraan jenis mobil dan motor saat ini berpeluang untuk beralih secara cepat ke kendaraan listrik karena didukung oleh kebijakan, pabrik otomotif, dan harga yang relatif terjangkau.



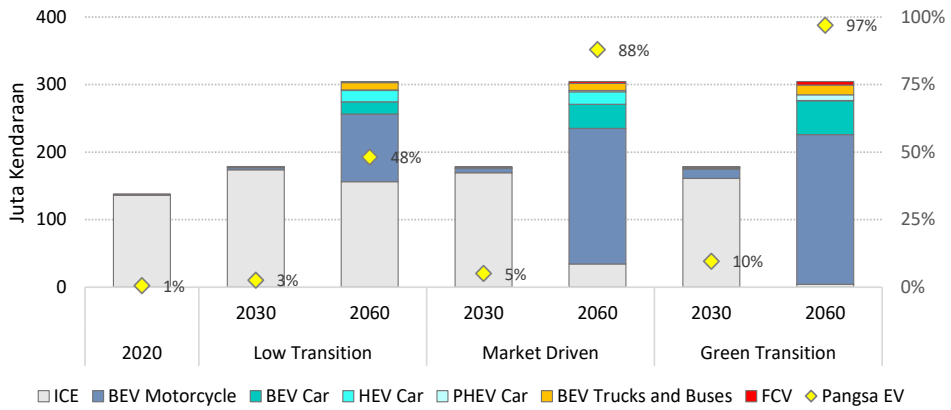


Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.34 Proyeksi Populasi dan Kebutuhan Baterai Kendaraan Listrik**

Kendaraan listrik diproyeksikan akan mencapai 142 juta kendaraan pada skenario LT atau 47% dari total populasi kendaraan, 267 juta pada skenario MD (89% dari total kendaraan), dan 295 juta (99% dari total kendaraan) pada skenario GT pada tahun 2060. Kendaraan jenis motor akan mendominasi populasi kendaraan listrik dengan jumlah mencapai 220 juta kendaraan atau 75% dari total kendaraan bermotor pada tahun 2060 (skenario GT). Hal tersebut didorong oleh harga dari motor listrik yang lebih murah dan kemudahan pengisian daya yang lebih cepat ketimbang mobil, baik melalui pengisian daya di rumah (*home charging*) karena tidak memerlukan infrastruktur khusus seperti pengisian daya cepat (*fast charging*) dan *battery swap* (penukaran baterai).

Setelah motor, mobil akan beralih ke kendaraan listrik yang didukung oleh kesiapan pabrik otomotif, seperti peluncuran model baru kendaraan listrik dan kesiapan layanan purnajual, kebijakan perpajakan, dan pengembangan ekosistem. Berdasarkan jenisnya, pada skenario MD, kendaraan konvensional mengalami penurunan signifikan sebesar 75% dari 136 juta pada tahun 2020 menjadi 34 juta pada tahun 2060. Kendaraan listrik untuk jenis mobil akan didominasi oleh HEV dan BEV pada skenario tersebut. Untuk skenario GT, kendaraan konvensional yang tersisa hanya 4,4 juta, mayoritas berasal dari truk, sedangkan motor sudah 100% beralih ke kendaraan listrik pada akhir tahun proyeksi serta mobil listrik akan didominasi oleh BEV.



Sumber: PEI (2021)

Gambar IV.35 Proyeksi Kendaraan Listrik per Jenis Kendaraan

Pengembangan KBL harus didukung oleh industri baterai mobil listrik yang memadai. Komponen baterai mobil listrik merupakan komponen kunci. Harga KBL sangat ditentukan oleh harga baterai karena sekitar 40% dari harga KBL merupakan harga komponen baterai. Oleh sebab itu, jika ingin program pengembangan KBL sukses, Indonesia harus mengembangkan industri baterai mobil listrik yang murah, terintegrasi dari hulu sampai hilir, termasuk industri KBL itu sendiri. Pelarangan ekspor bahan mineral mentah seperti yang diamanatkan oleh Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara akan sangat mendukung strategi tersebut. Dua dari beberapa bahan baku yang diperlukan untuk membuat baterai mobil listrik adalah nikel dan kobalt. Indonesia mempunyai potensi nikel dan kobalt yang cukup besar. Untuk itu, pemerintah berencana untuk hilirisasi nikel dengan membangun smelter nikel agar sudah siap menjadi bahan baku baterai mobil listrik. Untuk mendukung program pengembangan KBL, Pertamina bersama dengan MIND ID dan PLN akan mengembangkan industri manufaktur baterai mobil listrik dengan kapasitas mencapai 140 GWh pada tahun 2029.

KBL berbeda dengan mobil konvensional yang menggunakan BBM. KBL tidak mengeluarkan emisi GRK. Meskipun demikian, perlu diperhatikan bahwa intensitas emisi pembangkit berbasis fosil (*indirect emission*) akan sangat memengaruhi *life-cycle* emisi gas rumah kaca KBL. Jika bauran pembangkit suatu negara sangat didominasi oleh pembangkit fosil dalam hal ini batubara, maka emisi total GRK negara tersebut tidak akan turun atau mungkin bisa naik meskipun menerapkan program KBL yang ambisius akibat adanya *indirect emission* dari pembangkit fosil batubara yang cukup tinggi.

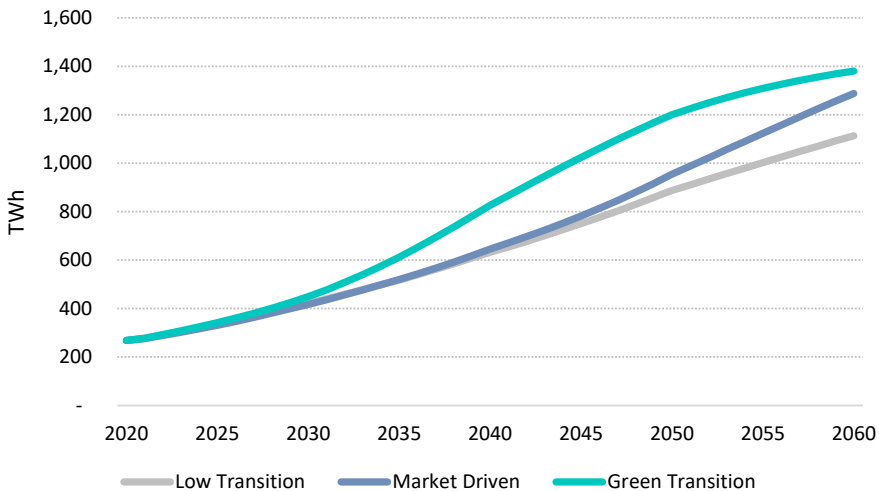
Sejak tahun 2020, beberapa negara di seluruh dunia telah mengumumkan kebijakan untuk menerapkan *net zero emission* (NZE) pada tahun 2050, 2060, atau 2070, yaitu merencanakan transisi energi dengan menggantikan bahan bakar fosil dengan listrik yang tidak mengeluarkan emisi GRK, khususnya sektor transportasi jalan raya. Perancis dan Inggris telah mengumumkan larangan penjualan kendaraan berbahan bakar bensin dan diesel pada tahun 2040 seiring dengan upaya untuk meningkatkan pangsa KBL. India berencana untuk melarang penjualan kendaraan fosil bahkan lebih awal, pada tahun 2030.

China, yang diproyeksikan menjadi pasar kendaraan terbesar selama beberapa dekade mendatang, sedang mempromosikan penggunaan KBL melalui pemberian subsidi kepada pembeli. China juga berencana untuk mempromosikan produksi kendaraan bahan bakar alternatif melalui persyaratan pangsa minimum KBL untuk produsen mobil dalam negeri. Kondisi ini diproyeksikan akan berdampak cukup signifikan pada pasar listrik di masa depan.

## IV.8. Outlook Ketenagalistrikan

### a. Kebutuhan Listrik

Permintaan listrik masa mendatang diperkirakan akan terus tumbuh sejalan dengan perkembangan ekonomi dan penduduk. Pembangkit listrik merupakan sektor yang sangat penting jika dilihat dari sisi energi dan lingkungan. Pada tahun 2020, pembangkit listrik menyumbang sebesar 44% emisi CO<sub>2</sub> atau GRK Indonesia. Untuk memenuhi permintaan energi listrik tersebut dibutuhkan berbagai jenis pembangkit. Pemerintah melalui Perpres Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) berkeinginan untuk mengembangkan pembangkit EBT agar target EBT pada bauran energi primer nasional sebesar 23% pada tahun 2025 bisa tercapai.



Sumber: PEI (2021)

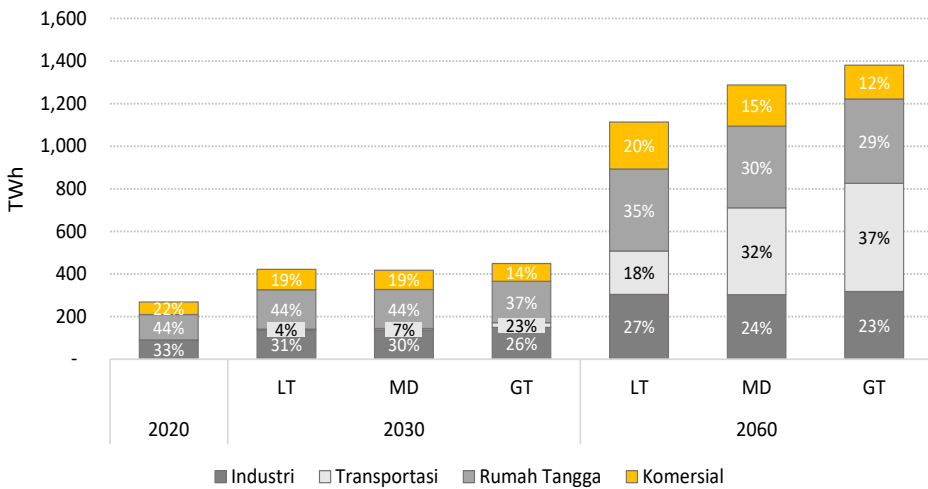
**Gambar IV.36 Proyeksi Kebutuhan Listrik per Skenario**

Akibat pertumbuhan ekonomi yang tinggi selama dua dasawarsa terakhir, kebutuhan listrik Indonesia pada tahun 2010-2020 tumbuh rata-rata 6% per tahun atau menjadi kurang dari tiga kali lipat dari 147 TWh menjadi 268 TWh. Kapasitas pembangkit pada tahun 2010 sebesar 34 GW meningkat menjadi 73 GW pada tahun 2020.



Meskipun usaha-usaha untuk mengurangi dampak negatif terhadap iklim dari sektor ketenagalistrikan telah dilakukan, penggunaan energi fosil batubara dan gas sebagai sumber energi primer masih tetap meningkat dari 64% menjadi 78% dari total listrik yang dibangkitkan selama periode yang sama. Pangsa produksi listrik yang dibangkitkan dari pembangkit EBT hanya meningkat sedikit dari 14% menjadi 17%. Kebutuhan listrik Indonesia akan meningkat dari 268 TWh pada tahun 2020 menjadi 1.113 TWh (LT), 1.268 TWh (MD),...

...atau 1.380 TWh (GT) pada tahun 2060 atau tumbuh dengan laju rata-rata per tahun 3,6% (LT), 4,0% (MD), atau 4,2% (GT) per tahun. Pertumbuhan ini didorong oleh pertumbuhan kebutuhan listrik sektor transportasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan sektor lainnya. Pertumbuhan kebutuhan listrik skenario MD dan GT lebih tinggi terutama akibat penetrasi KBL pada sektor transportasi dari kedua skenario tersebut jauh lebih tinggi daripada skenario LT.



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.37 Proyeksi Kebutuhan Listrik per Sektor**

Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya, pertumbuhan kebutuhan listrik ke depan didorong oleh pertumbuhan listrik pada sektor transportasi yang tinggi. Pangsa kebutuhan listrik transportasi meningkat sangat tinggi dari 0,2% menjadi 37% pada tahun 2060. Akibat peningkatan signifikan dari kebutuhan listrik sektor transportasi, pangsa sektor lainnya seperti rumah tangga, industri, dan komersial mengalami penurunan pada ketiga skenario LT, MD, dan GT. gaya hidup seiring dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat.

Kebutuhan listrik rumah tangga turun pangsa nya dari 44% pada tahun 2020 menjadi 35% (LT), 30% (MD), atau 29% (GT). Sama dengan rumah tangga, pangsa kebutuhan listrik sektor industri dan komersial juga turun berturut-turut dari 33% dan 22% menjadi 27% dan 20% (LT), 24% dan 15% (MD), atau 23% dan 12% (GT). Meskipun porsi listrik ketiga sektor tersebut turun, nilai absolutnya tetap meningkat. Peningkatan ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah penduduk dan ekonomi nasional yang berimbas pada peningkatan mobilitas, permintaan...

...terhadap produk-produk manufaktur, dan perubahan gaya hidup seiring dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Peningkatan penjualan KBL di Indonesia pada skenario LT, MD, dan GT akan meningkatkan kebutuhan listrik sektor transportasi dari 0,6 TWh pada tahun 2020 menjadi 205 TWh (LT), 408 TWh (MD), atau 508 TWh (GT) pada akhir proyeksi. Lonjakan yang sangat tinggi ini sebagian besar disumbang oleh penetrasi KBL yang cukup tinggi. Hal ini akan meningkatkan kebutuhan akan baterai mobil listrik yang besar. Selain itu, tingkat penetrasi yang tinggi ini mungkin akan berdampak besar pada jaringan listrik jika dilihat dari perspektif infrastruktur dan operasi jaringan. Karena itu, akan menjadi semakin penting untuk meningkatkan keandalan infrastruktur distribusi listrik serta menetapkan skema tarif dan aturan operasional baru guna mengoordinasikan dan mengakomodasi aktivitas pengisian listrik KBL di stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU).

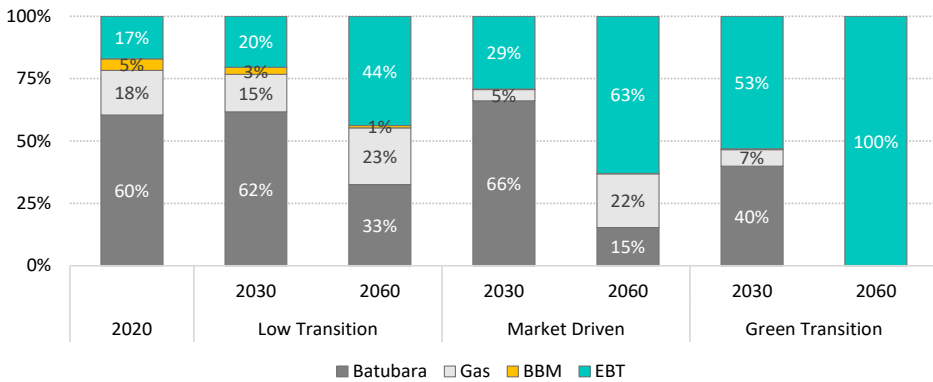
Kebutuhan listrik per kapita Indonesia saat ini masih sangat rendah, sekitar 994 kWh per kapita pada tahun 2020. Pertumbuhan kebutuhan listrik Indonesia selama ini ditopang oleh sektor rumah tangga dan industri. Pertumbuhan listrik sektor industri tidak terlalu tinggi, padahal sektor industri adalah sektor yang padat energi. Dibandingkan rumah tangga, sektor industri adalah sektor yang lebih tepat dan lebih mampu dalam mendorong kebutuhan listrik lebih tinggi, tetapi untuk tujuan yang lebih produktif. Berbeda dengan sektor rumah tangga yang penggunaan listriknya bukan untuk tujuan produktif, melainkan lebih ke arah konsumtif. Artinya, pertumbuhan listrik sektor industri yang tinggi tidak akan meningkatkan nilai intensitas dan elastisitas energi. Semakin tinggi nilai intensitas dan elastisitas energi menandakan penggunaan energi yang tidak produktif atau boros. Dengan adanya peningkatan infrastruktur ketenagalistrikan, akses masyarakat terhadap listrik bisa dipacu hingga 100% atau artinya rasio elektrifikasi 100%, kebutuhan listrik per kapita...

...masyarakat Indonesia akan meningkat dari 994 kWh/kapita menjadi 3.262 kWh/kapita (LT), 3.775 kWh/kapita (MD), atau 4.046 kWh/kapita (GT) pada tahun 2060. Peningkatan sebesar itu disebabkan oleh peningkatan kebutuhan listrik sehubungan dengan peningkatan ekonomi dan jumlah penduduk yang berdampak pada semua sektor, sekaligus juga dipengaruhi oleh penerapan standar teknologi dan peralatan hemat listrik pada sektor industri, rumah tangga, komersial, dan tentu saja penggunaan KBL seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya.

## b. Produksi dan Kapasitas Pembangkit Listrik

Tren ketenagalistrikan ke depan akan sangat dipengaruhi oleh kondisi global. Selama ini pembangkit fosil masih mendominasi produksi listrik Indonesia. Keinginan negara-negara di dunia, khususnya negara maju, untuk memangkas emisi GRK, hingga zero emission telah mengubah arah penyediaan listrik dari fosil ke EBT. Tidak terkecuali Indonesia, kebijakan net zero emission telah menyadarkan Indonesia untuk mulai segera meninggalkan ketergantungan pada pembangkit energi fosil, seperti PLTU batubara, sebagai pemasok listrik utama. Diprediksi bahwa produksi listrik akan meningkat dari 302 TWh pada tahun 2020 menjadi 1.259 TWh (LT), 1.447 TWh (MD), atau 1.589 TWh (GT) pada tahun 2060. Pada skenario LT, produksi listrik dari energi fosil yang saat ini mengambil pangsa sebesar 83% akan mengalami penurunan menjadi 57%, begitu juga skenario MD dan GT yang pangsa juga mengalami penurunan menjadi 37% dan 0% disebabkan adanya komitmen penurunan emisi dan penurunan biaya investasi EBT. Seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa skenario GT adalah skenario *net zero emission*, khususnya untuk sektor pembangkit. Pada skenario GT, semua pembangkit merupakan pembangkit EBT yang tidak menghasilkan emisi GRK.

Pangsa produksi listrik dari batubara akan mengalami penurunan pada semua skenario, dari 64% pada tahun 2020 menjadi 33% (LT), 15% (MD), dan 0% (GT) pada tahun 2060. Sebaliknya, pangsa produksi listrik dari gas meningkat khususnya untuk skenario LT dan MD, dari 18% menjadi 23% dan 22%. Sama seperti batubara, produksi listrik dari gas pada skenario GT juga nol. Di sisi yang lain, pangsa produksi listrik dari EBT meningkat dari 17% menjadi 44% (LT), 63% (MD), atau 100% (GT) selama periode *outlook*. Gas merupakan energi yang paling tepat digunakan selama masa transisi menuju NZE karena menghasilkan tingkat emisi GRK setengah kali lebih rendah dibandingkan batubara.

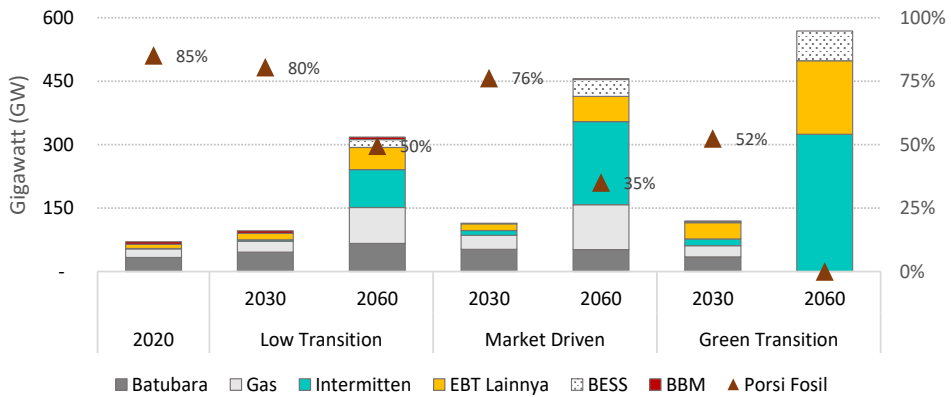


Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.38 Proyeksi Porsi Produksi Listrik per Jenis Energi**

Sejalan dengan peningkatan produksi listrik, kapasitas pembangkit listrik di Indonesia juga meningkat dari 73 GW menjadi 318 GW (LT), 456 GW (MD), atau 569 GW (GT) pada tahun 2060. Porsi kapasitas pembangkit fosil pun mengalami penurunan dari 85% menjadi 52% pada skenario LT pada akhir periode proyeksi. Demikian juga untuk skenario MD dan GT, turun menjadi 35% dan 0%. Selain pangsaanya turun, kapasitas pembangkit fosil pada skenario GT juga turun. Kapasitas PLTU batubara pada skenario GT akan mencapai puncaknya pada tahun 2030 sebesar 34 GW, setelah itu turun perlahan hingga nol pada tahun 2060. Artinya, terjadi penutupan PLTU batubara sebelum mencapai batas usia pembangkit.

Hal yang sama terjadi juga pada pembangkit gas. Kapasitas pembangkit gas seperti PLTGU akan mencapai puncaknya pada tahun 2050 sebesar 22 GW, setelah itu kapasitasnya berangsur-angsur turun hingga nol pada tahun 2060. Porsi kapasitas pembangkit EBT sebaliknya meningkat dari 15% menjadi 50% (LT), 65% (MD), atau 100% (GT) yang akan diulas lebih detail pada subbab berikutnya.



Sumber: PEI (2021)

Gambar IV.39 Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik per Jenis Energi

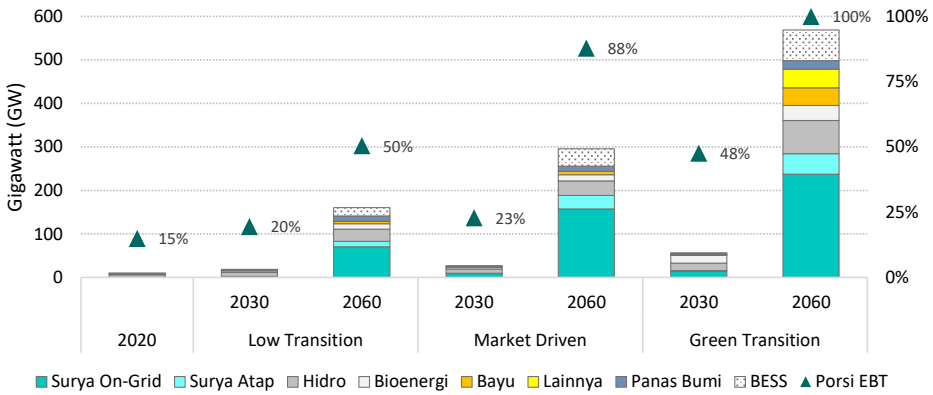
### c. Pembangkit EBT

Indonesia mempunyai sumber daya EBT yang sangat melimpah dengan total potensi 418 GW. Namun, potensi tersebut belum dimanfaatkan dengan optimal, baru sekitar 10 GW yang terbangun dan dimanfaatkan menjadi listrik. Kapasitas pembangkit EBT tumbuh pesat dari 10 GW pada tahun 2020 menjadi 160 GW (LT), 296 GW (MD), atau 569 GW (GT) pada tahun 2060. Dari kapasitas tersebut, porsi pemanfaatan EBT pada total kapasitas terpasang nasional turut meningkat dari hanya sekitar 15% pada tahun 2020 menjadi 50% pada skenario LT dan 100% pada skenario GT pada tahun 2060.

Pada saat ini, kapasitas terpasang pembangkit EBT terutama berasal dari hidro, panas bumi, dan bioenergi dengan porsi masing-masing sebesar 57%, 20%, dan 19%. Seiring dengan kebijakan target EBT yang semakin tinggi, seperti NZE dengan target EBT 100% pada tahun 2060 untuk skenario GT, maka peran dari ketiga jenis EBT tersebut semakin berkurang...

...akibat keterbatasan sumber daya, yang mulai tergantikan oleh pembangkit intermiten surya dan bayu yang potensi sumber dayanya masih melimpah. Khusus untuk pembangkit surya, terdapat dua jenis PLTS yang saat ini berpotensi masuk ke dalam sistem kelistrikan, yaitu PLTS atap dan PLTS *on-grid*. PLTS atap mempunyai banyak keunggulan karena menggunakan atap bangunan sebagai lahan pembangkit dan dihubungkan dengan transmisi distribusi sehingga tidak memerlukan baterai sebagai penyimpanan daya, yang berdampak pada biaya investasi yang lebih rendah. Kapasitas PLTS juga akan meningkat menjadi 285 GW pada tahun 2060 pada skenario GT dari di bawah 1 GW pada 2020 dan menjadi pembangkit dengan kapasitas terbesar.

Pembangkit kedua terbesar ialah hidro yang meningkat menjadi 76 GW pada akhir tahun proyeksi untuk skenario yang sama. Sementara pada skenario LT dan MD, kapasitas hidro mencapai 28 GW dan 33 GW.

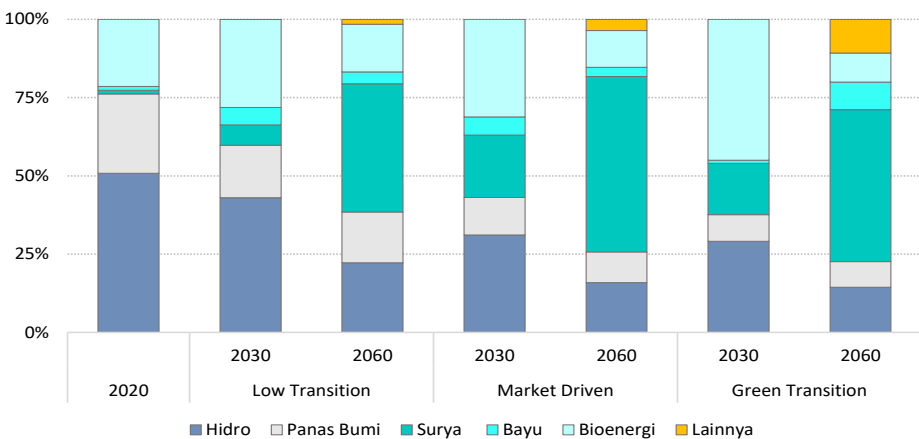


Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.40 Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik EBT**

Peningkatan porsi kapasitas EBT seiring dengan adanya penghentian operasional pembangkit energi fosil sehingga membutuhkan pembangkit EBT yang besar disebabkan rendahnya efisiensi pembangkit EBT untuk menggantikan suplai pembangkit fosil yang hilang. Produksi listrik dari EBT juga mengalami peningkatan dari 52 TWh menjadi 551 TWh (LT), 911 TWh (MD), atau 1.589 TWh (GT) pada akhir periode skenario.

Sejalan dengan kapasitas, produksi listrik pembangkit EBT secara dominan dihasilkan oleh pembangkit hidro, panas bumi, dan bioenergi dengan porsi produksi listrik berturut-turut sebesar 51%, 25%, dan 21% dari total produksi pembangkit EBT. Namun, ke depan, seiring dengan peningkatan kapasitas PLTS, pangsa produksinya juga meningkat dari hanya 2% menjadi 50% pada skenario GT.



Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.41 Produksi Listrik Pembangkit EBT per Jenis Energi**

Peran pembangkit fosil, khususnya PLTU batubara, sebagai beban mulai berangsur-angsur digantikan oleh pembangkit EBT, khususnya pada skenario GT. Hasil model menunjukkan bahwa PLTS menjadi jenis pembangkit yang dominan pada tahun-tahun mendatang. Selain penetrasi tinggi dari PLTS, untuk mengompensasi kebutuhan pembangkit EBT yang rendah efisiensinya, diperlukan pembangkit yang dapat memikul beban dasar, yaitu pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). PLTN diskenarioikan untuk mulai masuk ke dalam sistem kelistrikan pada tahun 2050 dan mencapai 30 GW pada tahun 2060. Selain itu, *battery energy storage systems* (BESS) memungkinkan pembangkit intermiten seperti PLTS dan PLTB untuk memproduksi listrik lebih besar karena adanya back-up pasokan listrik dari BESS. Kapasitas BESS pada tahun 2060 akan mencapai 13 GW (LT), 40 GW (MD), atau 70 GW (GT).

Selain BESS, sebetulnya pembangkit lainnya, seperti pembangkit hidro dan gas dengan kemampuan ramp up dan ramp down yang cepat, mampu menggantikan daya yang hilang akibat pembangkit intermiten, seperti PLTS dan PLTB. PLTS dan PLTB merupakan jenis pembangkit yang produksi listriknya sangat bergantung pada cuaca. Sebagai contoh, ketika matahari tertutup awan atau hujan, produksi listrik PLTS akan hilang dalam hitungan menit atau bahkan detik. Daya yang hilang harus segera digantikan oleh pembangkit yang mampu dinyalakan seketika untuk menghindari risiko kegagalan operasional sistem tenaga listrik (*black out*). Langkah-langkah integrasi sistem untuk mengatur variabilitas dalam jangka pendek dan panjang akan semakin penting dengan tetap mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut: kondisi financial engineering yang mungkin diperlukan untuk menerapkan opsi fleksibilitas guna kelancaran operasional sistem; kemampuan ramp up dan ramp down dari pembangkit *peaker, follower*, atau mungkin juga baseload; kemampuan penyimpanan energi (*energy storage*); manajemen permintaan energi; dan pembatasan daya pembangkit intermiten.

Teknologi dan aturan operasional untuk mengoptimalkan jaringan transmisi dan distribusi, seperti peringkat dinamis atau aturan "hubung dan kelola" untuk memaksimalkan faktor kapasitas jaringan transmisi, juga penting untuk integrasi sistem pembangkit intermiten.

Pangsa EBT yang meningkat pada semua skenario memberikan dampak penurunan emisi GRK pembangkit terhadap skenario LT, yaitu dari 270 juta ton CO<sub>2</sub>e pada 2019 kemudian menjadi 651 juta ton CO<sub>2</sub>e (BAU), tetapi meningkat menjadi 478 juta ton CO<sub>2</sub>e (MD) atau 325 juta ton CO<sub>2</sub>e (GT) pada tahun 2050.

Meskipun demikian, intensitas emisi GRK pembangkit dari 0,9 kg CO<sub>2</sub>e/kWh pada tahun 2019 turun menjadi 0,7 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (BAU), 0,5 kg CO<sub>2</sub>e/kWh (MD), atau 0,3 kg CO<sub>2</sub>e/kWh pada tahun 2050. Dalam rangka upaya pemerintah mengurangi emisi karbon dan mencapai bauran EBT sebesar 23% pada tahun 2025, PLN meluncurkan program *Green Booster* untuk mengembangkan pembangkit EBT lebih agresif di luar apa yang sudah tertulis dalam Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) 2020-2024 dan RPJMN serta Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021-2030. Program *Green Booster* tersebut mencakup *co-firing* biomassa, dedieselisasi, PLTS lahan eks tambang, waduk multiguna, PLTA-REBID, PLTS skala besar, dan PLTP.

Pemerintah juga sedang melakukan kajian terkait rencana pengembangan program REBID bagi PLTA skala besar. Konsep REBID ini mengintegrasikan pembangkit dengan industri yang akan membeli semua listrik dari pembangkit tersebut dalam satu paket kebijakan. Konsep ini akan mengintegrasikan mulai dari sisi suplai sampai sisi pada penggunaan energi. Ini akan mengakselerasi pemanfaatan hidro skala besar untuk diserap oleh pasar industri besar, seperti pemanfaatan potensi hidro Sungai Kayan di Kalimantan Utara, potensi hidro Sungai Mamberamo di Papua, dan sungai-sungai besar di Indonesia lainnya.

Sudah banyak perusahaan global yang mensyaratkan penggunaan listriknya dari energi terbarukan. Oleh karena itu, skema perjanjian jual beli listrik langsung bakal dikaji untuk mengakomodasi komitmen perusahaan-perusahaan global untuk menggunakan listrik 100 persen dari energi terbarukan. PLN telah menyediakan sertifikat energi terbarukan bagi layanan *renewable energy certificate* (REC) untuk pelanggan atau nonpelanggan PLN yang ingin menggunakan energi listrik dari pembangkit energi terbarukan.

## IV.9. Outlook Kebutuhan BBM, BBN, dan LPG

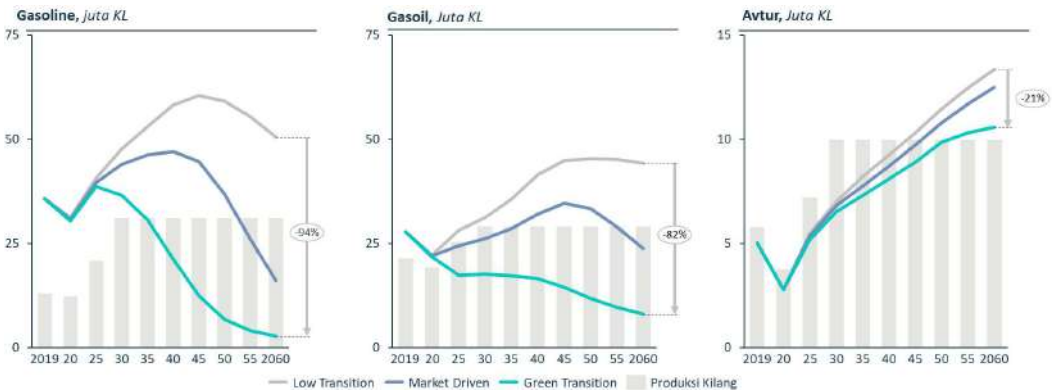
### a. Kebutuhan BBM

BBM merupakan jenis energi yang terdampak oleh adanya transisi energi, terutama disebabkan oleh peralihan kendaraan bermotor menjadi kendaraan listrik, yang dalam jangka panjang diproyeksikan pertumbuhannya akan mengalami perlambatan dan mencapai puncak permintaan sebelum tahun 2050 di seluruh skenario.

Dalam skenario LT, total kebutuhan BBM diproyeksikan mengalami peningkatan dari 59 juta KL pada tahun 2020 hingga 111 juta KL pada tahun 2060 setelah mencapai puncak permintaan sebesar 120 juta KL pada tahun 2047. Pada skenario MD, puncak permintaan BBM terjadi pada tahun 2043 dengan volume sebesar 93 juta KL yang kemudian turun ke 55 juta KL pada akhir tahun proyeksi. Sementara pada skenario GT, puncak permintaan terjadi lebih cepat, yaitu sebelum tahun 2030 dan mencapai 23 juta KL pada akhir tahun proyeksi, disebabkan tingginya penetrasi kendaraan listrik. Berdasarkan jenisnya, kebutuhan BBM jenis gasolin atau bensin dan gasoil atau diesel akan mencapai puncak permintaan sebelum...

...tahun 2050 yang diakibatkan oleh transisi energi, sementara avtur diproyeksikan akan terus mengalami peningkatan yang sejalan dengan program pemerintah dalam membuka kawasan ekonomi dan destinasi wisata baru. Pertumbuhan kebutuhan gasolin terutama dipengaruhi oleh populasi kendaraan bermotor jenis mobil dan motor yang ke depan diproyeksikan akan beralih menjadi kendaraan listrik. Oleh sebab itu, pada skenario LT, permintaan gasolin mengalami tren peningkatan dan penurunan hingga mencapai 50 juta KL pada tahun 2060. Hal yang sama juga terjadi pada skenario MD, bahwa kebutuhan mengalami perlambatan dan mencapai puncak permintaan pada tahun 2039 sekitar 47 juta KL, dan menurun menjadi 16 juta KL pada akhir tahun proyeksi. Penghentian penjualan kendaraan bermotor jenis motor dan mobil yang terjadi pada skenario GT menyebabkan kebutuhan gasolin mencapai puncak lebih cepat pada tahun 2026 sekitar 40 juta KL, kemudian menurun signifikan hingga hanya sekitar 3 juta KL.





Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.42 Proyeksi Kebutuhan Gasolin, Gasoil, dan Avtur**

Pengguna BBM jenis gasoil saat ini terdiri atas tiga sektor utama, yaitu sektor transportasi, sektor industri, dan pembangkit listrik. Dalam jangka panjang, ketiga sektor tersebut masing-masing mengalami disrupsi energi, seperti peralihan ke kendaraan listrik, efisiensi teknologi proses industri, de-dieselisasi pembangkit listrik menjadi gas dan/atau EBT, dan pemanfaatan BBN. Saat ini beberapa hal tersebut sudah atau sedang terjadi yang menyebabkan porsi pemanfaatan gasoil mengalami penurunan. Sebagai contoh, di sektor industri manufaktur, pangsa BBM (sebagian besar *gasoil* dan *fuel oil*) turun dari 31% menjadi hanya 7,5% pada rentang tahun 2000 hingga 2020. Begitu juga dengan pangsa penggunaannya pada pembangkit PLN dari tahun 2000 hingga 2020 turun dari 24,5% menjadi hanya 6%. Pada tahun 2060, kebutuhan gasoil diproyeksikan mencapai 44 juta KL pada skenario LT, kemudian mencapai 24 juta KL pada skenario MD, atau mencapai 8 juta KL pada skenario GT. Terkait dengan kebutuhan avtur, dalam jangka panjang permintaan akan terus mengalami peningkatan walaupun...

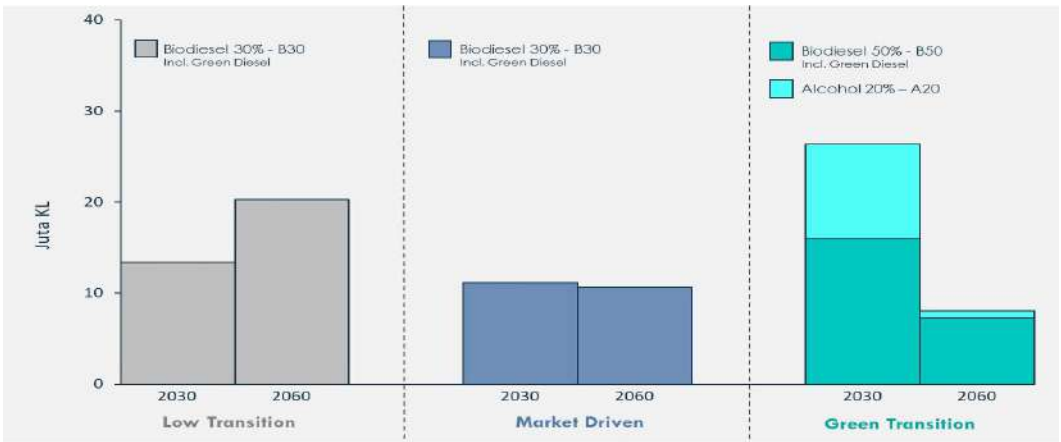
...pertumbuhannya mengalami perlambatan sebagai dampak jangka panjang dari pandemi dan perkembangan moda transportasi lainnya. Dalam jangka pendek, avtur menjadi produk BBM yang paling terdampak akibat pandemi dengan penurunan kebutuhan mencapai 45% pada tahun 2020 dibandingkan dengan tahun 2019. Di tahun 2021 kebutuhan avtur bahkan turun 22% dibandingkan dengan tahun 2020 disebabkan oleh adanya pembatasan mobilitas sebagai dampak dari meluasnya varian baru Covid-19. Permintaan avtur diperkirakan baru akan kembali normal pada tahun 2024/2025. Penunjang konsumsi avtur, jika dilihat dari aspek perekonomian, berasal dari sektor jasa, seperti pariwisata yang pada tahun 2020-2021 terdampak karena pandemi. Selain itu, konsumsi avtur jangka panjang berpotensi dipengaruhi oleh efisiensi teknologi dan disrupsi biofuel dari jenis green avtur. Pada tahun 2060, kebutuhan avtur diproyeksikan mencapai 13,3 juta KL pada skenario LT, kemudian mencapai 12,5 juta KL pada skenario MD, atau mencapai 10,6 juta KL pada skenario GT.



**b. Kebutuhan BBN**

Hingga tahun 2020, pemanfaatan BBN diterapkan baru pada BBM jenis gasoil dengan pencampuran paling tinggi 30% (B30). Penggunaan BBN di Indonesia ke depan diproyeksikan mengalami peningkatan dengan adanya rencana untuk penerapan B50, green fuel seperti green diesel dan green avtur serta terdapat juga rencana untuk mengurangi impor gasolin dengan memanfaatkan alkohol 20% (A20), yaitu campuran antara metanol dan etanol dengan persentase pencampuran masing-masing sebesar 15% dan 5% ke dalam volume gasolin. Pada PEO 2021 ini, kebijakan penerapan B50 dan A20 diasumsikan terjadi pada skenario GT, sedangkan B30 disimulasikan pada skenario LT dan MD. Kebutuhan BBN secara umum selaras dengan volume BBM yang dibutuhkan. Pada skenario LT, kebutuhan BBN meningkat...

...menjadi 20 juta KL pada tahun 2060 yang disebabkan oleh masih meningkatnya kebutuhan BBM sejalan dengan penetrasi kendaraan listrik yang rendah. Untuk skenario MD, dalam jangka panjang kebutuhan BBN mencapai 11 juta KL seiring dengan tingkat penetrasi transisi energi. Pada skenario GT, peningkatan persentase pencampuran dari B30 menjadi B50, dan adanya penerapan A20, menyebabkan kebutuhan BBN menjadi lebih tinggi dibandingkan dua skenario lainnya, yaitu mencapai 26 juta KL pada tahun 2030, yang terdiri dari 16 juta KL biodiesel dan 10 juta KL alkohol. Namun, dalam jangka panjang, dengan peningkatan penetrasi kendaraan listrik, kebutuhan BBN mengalami penurunan signifikan menjadi hanya 8 juta KL pada akhir tahun proyeksi.



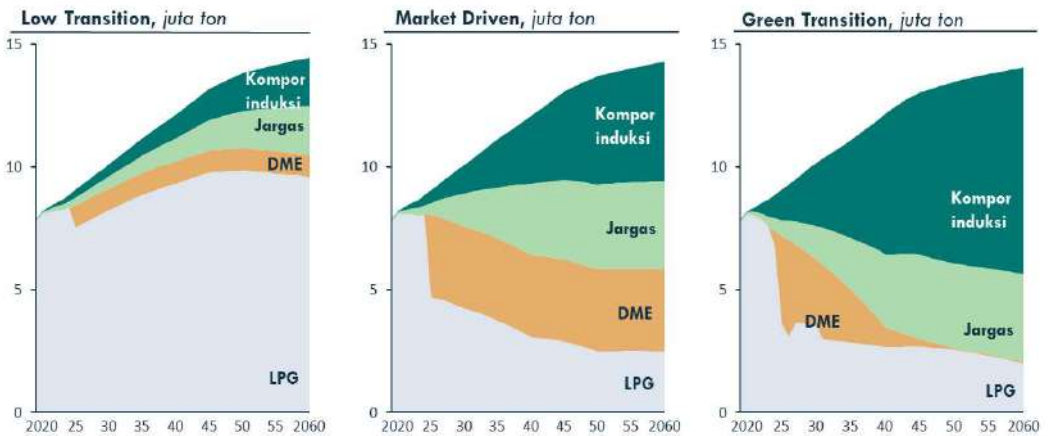
Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.43 Proyeksi Kebutuhan BBN per Skenario**

### c. Kebutuhan LPG

Terkait dengan kebutuhan LPG, ke depan terdapat potensi diversifikasi penggunaan LPG melalui intensifikasi jaringan gas kota (jargas), dimetil eter (DME), dan kompor induksi yang menyebabkan kebutuhan LPG Indonesia mengalami perlambatan atau bahkan penurunan. Inisiasi diversifikasi tersebut dilakukan dalam rangka mengurangi impor LPG dan sudah dimulai dengan program jargas sejak tahun 2009. Kebutuhan LPG setelah mempertimbangkan diversifikasi tersebut diproyeksikan mencapai 9,8 juta ton pada tahun 2060 pada skenario LT, kemudian terdapat perlambatan permintaan pada skenario MD dan GT dengan kebutuhan masing-masing sebesar 2,5 juta ton dan 2 juta ton pada tahun yang sama.

Skenario diversifikasi energi sebagaimana dijelaskan pada Subbab IV.3 akan mendorong terciptanya ketahanan energi berupa penghentian impor LPG yang terjadi pada tahun 2050 atau lebih cepat untuk skenario MD. Pada skenario GT, penghentian impor LPG tercapai pada tahun 2030 atau lebih cepat. Di samping itu, pemanfaatan DME dapat menjadi pilihan dalam rangka mengoptimalkan sumber daya batubara domestik, tetapi tekanan perubahan iklim pada pemanfaatan batubara dapat menyebabkan pemanfaatan DME bersifat sementara sebagaimana tecermin pada skenario GT. Untuk itu, strategi diversifikasi energi nasional di sektor rumah tangga perlu didorong agar ketahanan energi dapat dicapai dan defisit neraca perdagangan dapat dikurangi.



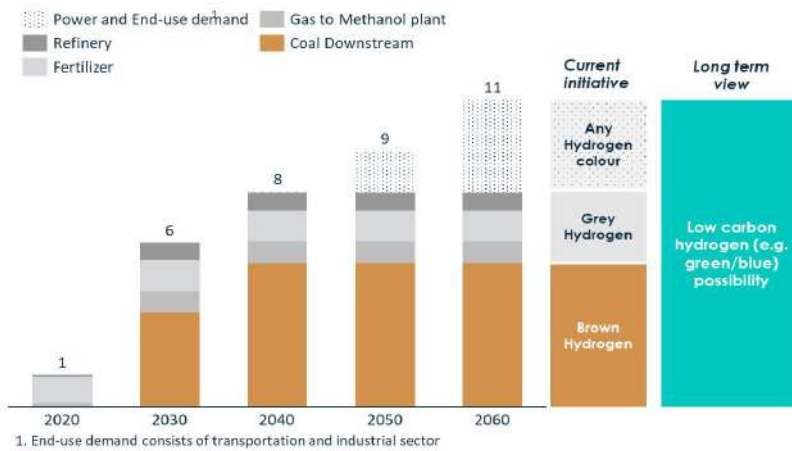
Sumber: PEI (2021)

**Gambar IV.44** Proyeksi Kebutuhan LPG dan Substitusinya

### IV.10. Outlook Hidrogen

Hidrogen di Indonesia saat ini memiliki banyak manfaat, seperti sebagai bahan baku amonia, bahan baku metanol, sebagai perengkahan fraksi-fraksi minyak bumi (*hydrocracking*) pada proses produksi di kilang minyak, dan sebagai bahan bakar roket. Dalam transisi energi, ke depan hidrogen dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar di pembangkit listrik, industri, dan transportasi (*fuel cell*). Hal tersebut didasarkan pada hidrogen yang jumlahnya melimpah, sangat efisien, tidak menghasilkan emisi saat digunakan dalam bahan bakar, tidak beracun, serta dapat diproduksi dari sumber daya terbarukan. Berdasarkan jenis dan kemungkinan pengembangannya, di Indonesia secara umum hidrogen terbagi menjadi empat jenis warna, yaitu cokelat (*brown*) dari batubara, abu-abu (*grey*) dari gas bumi, biru (*blue*) dari energi fosil yang emisi karbonnya sudah ditangkap/dibuang sehingga menghasilkan netral karbon, dan hijau (*green*) yang berasal dari energi terbarukan. Pemanfaatan hidrogen cokelat ke depan sangat bergantung pada program hilirisasi batubara yang saat ini sedang diinisiasi oleh pemerintah, baik untuk memproduksi metanol maupun DME.

Hidrogen abu-abu dibutuhkan untuk proses produksi di kilang minyak, pabrik pupuk dan metanol. Adapun untuk jenis hidrogen biru dan hijau, sampai saat ini belum ada program pengembangan yang berjalan walaupun rencana terhadap hal tersebut sudah ada, sebagai contoh pengembangan hidrogen hijau menggunakan panas bumi yang saat ini sedang diinisiasi oleh Pertamina melalui PGE. Dalam jangka panjang, pada skenario GT, kebutuhan hidrogen di Indonesia berpotensi untuk mencapai 11 juta ton pada 2060. Dari jumlah tersebut, hampir 50% merupakan hidrogen cokelat seiring dengan komersialnya proyek hilirisasi batubara. Hidrogen abu-abu memiliki porsi sekitar 20%. Kedua jenis hidrogen tersebut masih mengeluarkan emisi dalam proses produksinya sehingga diperlukan substitusi dari melalui pemanfaatan hidrogen hijau untuk mengurangi emisi karbonnya. Pada sektor pengguna energi seperti industri, transportasi, dan pembangkit listrik, pemanfaatan hidrogen dapat digunakan untuk dekarbonisasi sektor tersebut karena selama ini masih menggunakan energi fosil.



Sumber: PEI (2021)

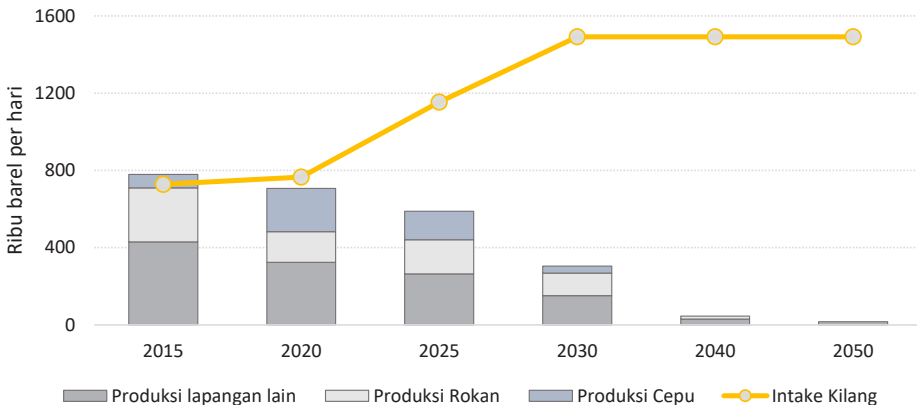
Gambar IV.45 Proyeksi Kebutuhan Hidrogen di Skenario GT

## IV.11. Outlook Penyediaan dan Permintaan Energi Fosil

### a. Penyediaan dan Permintaan Minyak Bumi

Kebutuhan minyak bumi sebagai intake kilang mengalami peningkatan dari 764.000 BPD pada tahun 2020 menjadi 1,5 juta BPD sejalan dengan beroperasinya proyek RDMP dan GRR. Di sisi lain, produksi minyak bumi Indonesia diproyeksikan terus mengalami penurunan dari 707.000 BPD hingga di bawah 50.000 BPD dalam jangka panjang yang disebabkan oleh penurunan produksi alamiah dan belum ditemukannya cadangan minyak bumi yang besar. Hal tersebut menyebabkan impor minyak bumi diproyeksikan mengalami peningkatan hingga sejalan dengan peningkatan kebutuhannya dari kilang RDMP dan GRR untuk produksi BBM. Sampai saat ini, produksi minyak bumi Indonesia ditopang oleh produksi dari Blok Rokan dan Cepu yang mengambil porsi kurang lebih 50% dari total produksi nasional.

Pemerintah di dalam Grand Strategi Energi Nasional (GSEN) telah menyampaikan bahwa akan berupaya untuk meningkatkan produksi minyak hingga mencapai 1 juta barel per hari pada tahun 2030. Strategi tersebut memang diperlukan karena kebutuhan minyak bumi sebagai input kilang juga diproyeksikan meningkat menjadi kurang lebih 1,5 juta barel per hari. Untuk itu, dibutuhkan strategi jangka pendek dan panjang dalam menjaga dan/atau meningkatkan produksi minyak bumi, seperti optimalisasi program kerja rutin, peningkatan penemuan cadangan melalui kegiatan eksplorasi yang masif, fleksibilitas pemberian insentif pengelolaan hulu migas pada saat harga minyak rendah melalui skema bagi hasil yang lebih menarik, optimasi *water flood*, serta *enhanced oil recovery* (EOR).



Sumber: Wood Mackenzie, PT KPI (2021)

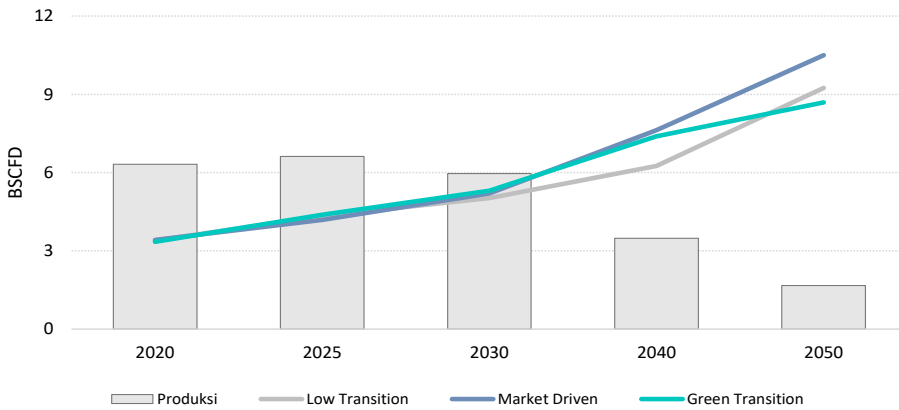
Gambar IV.46 Outlook Kebutuhan Minyak Bumi untuk Intake Kilang

### b. Penyediaan dan Permintaan Gas Bumi

Dalam satu dekade ke depan, produksi gas bumi diperkirakan akan berkisar di 6 BSCFD untuk kemudian turun menjadi 1,7 BSCFD pada 2050. Penurunan ini terjadi karena laju penurunan alamiah dari lapangan gas saat ini, masih terhambatnya pengembangan beberapa lapangan gas strategis, seperti IDD dan Masela, dan belum adanya lapangan gas lain yang ditemukan serta dikembangkan. Dari sisi kebutuhan gas bumi, terjadi peningkatan hingga mencapai 10 BSCFD pada skenario MD, sementara pada skenario GT kebutuhan gas bumi sudah mencapai puncak pada tahun 2030 sebesar 9 BSCFD dan kemudian turun menjadi 6 BSCFD yang disebabkan oleh *retirement* pembangkit listrik gas dalam rangka netral karbon sebagaimana telah dibahas pada Subbab IV.5.

Terkait dengan peningkatan kebutuhan dan penurunan produksi gas, terdapat potensi impor gas bumi yang dapat terjadi pada tahun 2030 atau lebih cepat. Beberapa lapangan gas potensial, seperti IDD, Masela, Sakakemang, Baronang, Wolai, dan Mahato, perlu dipercepat pengembangannya guna menyangga kebutuhan gas bumi nasional di masa depan dan mengurangi potensi impor.

Potensi peningkatan produksi tersebut dapat dicapai tidak hanya melalui proyek migas strategis, melainkan juga melalui program *work routine* yang terus dilanjutkan guna menahan laju penurunan alamiah serta upaya pencarian cadangan baru melalui intensifikasi dan ekstensifikasi kegiatan eksplorasi.



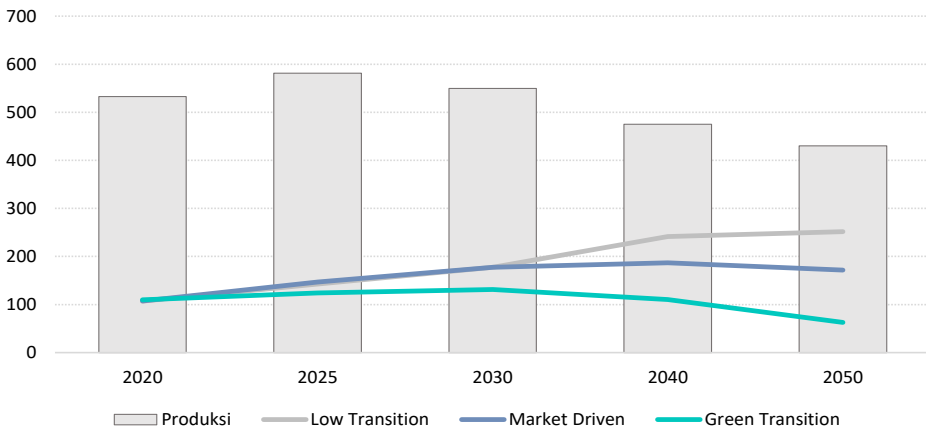
Sumber: Wood Mackenzie, PEI (2021)

Gambar IV.47 Outlook Penyediaan dan Permintaan Gas Bumi

### c. Penyediaan dan Permintaan Batubara

Produksi batubara diproyeksikan relatif terjaga pada rentang 500-600 juta ton per tahun hingga tahun 2030, dan mulai mengalami penurunan sedikit ke 400 juta ton dalam jangka panjang. Secara umum, kebutuhan batubara nasional masih bisa dipenuhi oleh produksi dalam negeri karena kebutuhan pada 2050 berkisar 63 juta ton pada skenario GT dan 250 juta ton pada skenario LT. Potensi kebutuhan batubara ke depan berpotensi terus mengalami tekanan akibat menguatnya komitmen transisi energi yang mengakibatkan perlambatan peningkatan dan bahkan...

...penurunan kebutuhan. Batubara merupakan salah satu jenis energi yang sampai saat ini sumber dayanya cukup berlimpah dengan kebutuhan yang relatif kecil dibandingkan tingkat produksi. Untuk itu, ruang pemanfaatan batubara masih luas dan bisa dioptimalkan dalam melakukan hilirisasi batubara yang mengubah batubara menjadi produk lainnya, seperti metanol, petrokimia, dan DME, untuk mendorong pemanfaatan energi domestik yang sejalan dengan transisi energi ataupun ketahanan energi nasional.



Sumber: Wood Mackenzie, PEI (2021)

**Gambar IV.48 Outlook Penyediaan dan Permintaan Batubara**

## REFERENSI

- Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Indonesia 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Indonesia 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Direktorat Industri Kimia Hulu. (2020). *Proyeksi, Supply dan Demand Produk Hilirisasi Batubara*. Jakarta: Kementerian Perindustrian.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian. (2011). *Rencana Induk Perkeretaapian Nasional 2030*. Jakarta: Kementerian Perhubungan.
- Gaikindo. (2021). *Indonesian Automobile Industry Data*. Retrieved from <https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/>. Diakses Juli 2021.
- Hydropower. (2021). *Indonesia Country Profiles*. Retrieved from <https://www.hydropower.org/country-profiles/indonesia>.
- Institute for Essential Services Reform. (2021, August). *Hitting Record-Low Solar Electricity Prices in Indonesia*. Retrieved from <https://iesr.or.id/pustaka/hitting-record-low-solar-electricity-prices-in-indonesia>.
- Institute for Essential Services Reform. (2021). *Peta Potensi Teknis Energi Terbaru di Indonesia*. Retrieved from <https://iesr.or.id/iesr-luncurkan-kajian-peta-potensi-teknis-energi-terbaru-di-indonesia>.
- Institute for Essential Service Reform (IESR). (2021). *Simak 6 Perbedaan pada NDC Indonesia Tahun 2015 dan NDC Hasil Pemutakhiran 2021*. Retrieved from <https://iesr.or.id/simak-6-perbedaan-pada-ndc-indonesia-tahun-2015-dan-ndc-hasil-pemutakhiran-2021>.
- Kementerian ESDM. (2021). *Buku Saku Edisi Oktober 2021*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian ESDM. (2015). *Permen ESDM No. 12 Tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian ESDM. (2021). *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2020*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian ESDM. (2020). *Peraturan Menteri (Permen) ESDM No. 8 Tahun 2020 tentang Cara Penetapan Pengguna dan Harga Gas Bumi Tertentu di Bidang Industri*. Jakarta: Kementerian ESDM.

## REFERENSI

- Kementerian ESDM. (2020). *Peraturan Menteri ESDM No. 10 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Permen ESDM No. 45 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Gas Bumi untuk Pembangkit Tenaga Listrik*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). *First Nationally Determined Contribution (NDC)*, Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2017). *Strategi Implementasi NDC (Nationally Determined Contribution)*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kementerian Perindustrian. (2020). *Peraturan Menteri ESDM No. 27 Tahun 2020 tentang Spesifikasi, Peta Jalan Pengembangan, dan Ketentuan Penghitungan Nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle)*. Jakarta: Kementerian Perindustrian.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (Gol). (2021). *Indonesia Long-Term Strategy for Low Carbon and Climate Resilience 2050*. Retrieved from [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Indonesia\\_LTS-LCCR\\_2021.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Indonesia_LTS-LCCR_2021.pdf)
- Kementerian ESDM. (2021). *Buku Saku Edisi Oktober 2021*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kementerian ESDM. (2021). *Presentasi Grand Strategi Energi Nasional Februari 2021*. Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2021). *Siaran Pers: COP ke-26, Menteri ESDM Sampaikan Komitmen Indonesia Capai Net Zero Emission*. Retrieved from <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/11/02/2999/cop.ke-26.menteri.esdm.sampaikan.komitmen.indonesia.capai.net.zero.emission>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2021). *Transisi Energi: Tantangan Dan Implikasi*. Materi Paparan pada Leaders Forum PT. Pertamina (Persero)
- Meilanova, D.R. (2021, May 21). *Government Drilling Diharapkan Mampu Tekan Harga Listrik PLTP*. Bisnis.com. Retrieved from <https://ekonomi.bisnis.com/read/20210521/44/1396604/government-drilling-diharapkan-mampu-tekan-harga-listrik-pltp>.



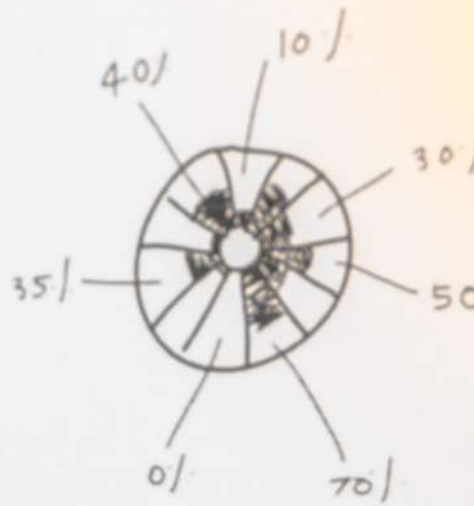
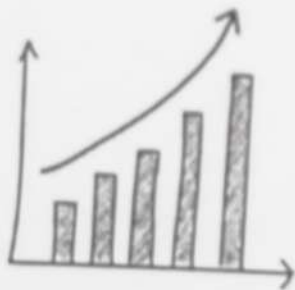
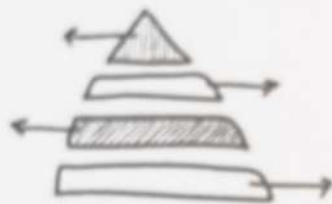
## REFERENSI

- Program Pemerintah Government Drilling Eksplorasi, *PMK No. 62/2017 Memastikan Energi Panas Bumi Pasca COVID-19*. (2020, June 30). Geo Dipa Energi. Retrieved from <https://www.geodipa.co.id/program-pemerintah-government-drilling-eksplorasi-pmk-no-622017-memastikan-energi-panas-bumi-pasca-covid-19/>.
- PT Pertamina. (2020). *Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) 2020-2024*. Jakarta: PT Pertamina (Persero).
- PT Perusahaan Listrik Negara (PLN). (2019). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2019-2028*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- PT Perusahaan Listrik Negara (PLN). (2021). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2021-2030*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- PT Perusahaan Listrik Negara (PLN). (2021). *Satistik PLN 2020*. Jakarta: PT PLN (Persero).
- Pemerintah Provinsi (Pemprov) DKI Jakarta. (2020). *Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 3 Tahun 2020 tentang Insentif Pajak Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor atas Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan*. Jakarta: Pemprov DKI Jakarta.
- Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Pemerintah No. 73 Tahun 2019 tentang Orang Barang Kena Pajak yang Tergolong Mewah Berupa Kendaraan Bermotor yang Dikenai Pajak Penjualan atas Barang Mewah (PPnBM)*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2011). *Peraturan Presiden Nomor 71 Tahun 2011 tentang Inventori GRK*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2016). *Peraturan Presiden Nomor 40 Tahun 2016 tentang Penetapan Harga Gas Bumi*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- Republik Indonesia. (2019). *Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 Terkait dengan Motor Penggerak Listrik*. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.

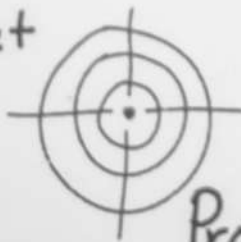
## REFERENSI

- Sarifudin, I. (2021, November 8). *IESR Luncurkan Kajian Peta Potensi Teknis Energi Terbarukan di Indonesia*. IESR. Retrieved from <https://iesr.or.id/iesr-luncurkan-kajian-peta-potensi-teknis-energi-terbarukan-di-indonesia>.
- Setiawan, V.N. (2021, September 23). *RUPTL 2021-2030 Targetkan Kapasitas Terpasang Panas Bumi RI 4.795 MW*. Katadata. Retrieved from <https://katadata.co.id/happyfajrian/ekonomi-hijau/614c26e7226f1/ruptl-2021-2030-targetkan-kapasitas-terpasang-panas-bumi-ri-4795-mw>.
- Setiawan, V.N. (2021b, September 30). *Rancangan Perpres EBT Rampung, Begini Rincian Harga Jual Listrik EBT*. Katadata. Retrieved from <https://katadata.co.id/happyfajrian/ekonomi-hijau/61554a9bd37ab/rancangan-perpres-ebt-rampung-begini-rincian-harga-jual-listrik-ebt>.
- Sukadri, D.S. (2021). *Net Zero Emission, Harapan Masa Depan Perubahan Iklim*. Retrieved from <https://www.mongabay.co.id/2021/06/24/net-zero-emission-harapan-masa-depan-perubahan-iklim/>.
- The International Air Transport Association (IATA). (2020). *Aircraft Technology Roadmap to 2050*. IATA, Switzerland.
- Wood Mackenzie. (2021). *Oil Supply Tool*. Retrieved from <https://my.woodmac.com/tools>.
- Pertamina Geothermal Energy. (2019). *Geothermal Beyond Energy*. Jakarta: PGE.
- P3TKEBT. (2021). *Peta Potensi Energi Hidro Indonesia 2020*. Retrieved from <https://p3tkebt.esdm.go.id/news-center/arsip-berita/peta-potensi-energi-hidro-indonesia-2020>.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2015). *Adoption of the Paris Agreement, 21st Conference of the Parties*. Retrieved from [https://unfccc.int/sites/default/files/english\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf).
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). (2021). *Updated Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*. Retrieved from <https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Indonesia%20First/Updated%20NDC%20Indonesia%202021%20-%20corrected%20version.pdf>.

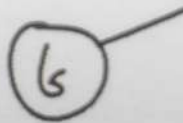
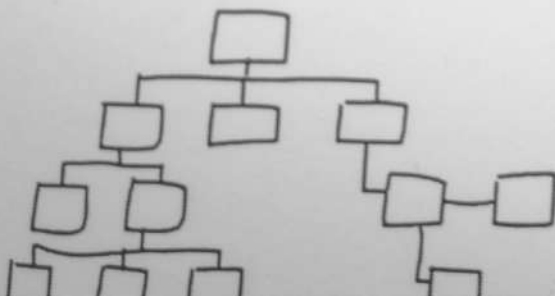
Success

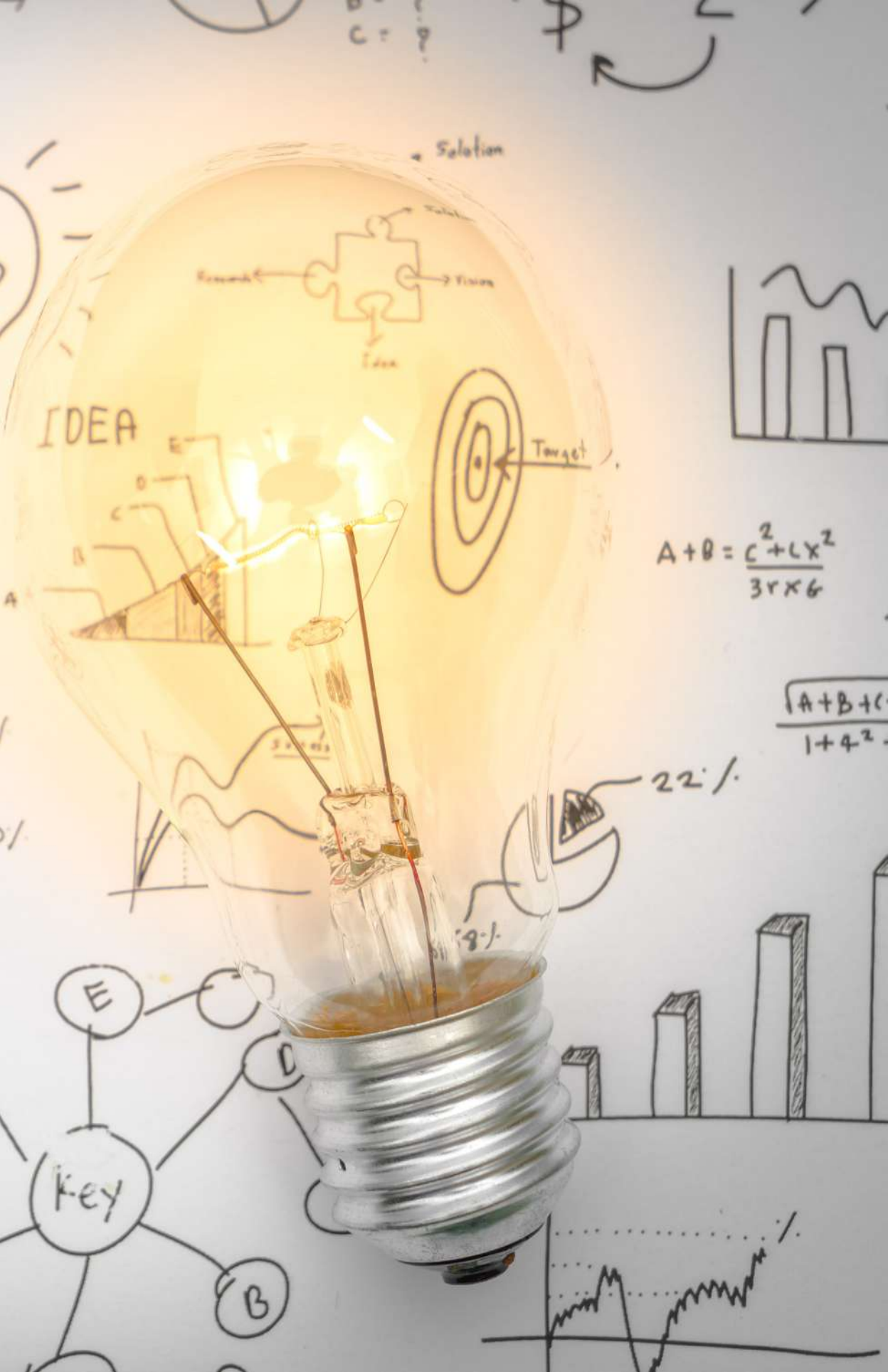


Target

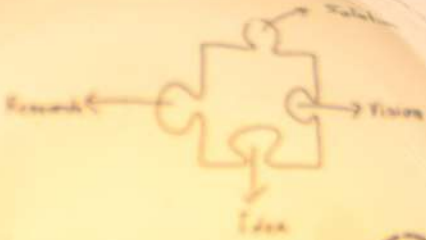


Production





Solution



IDEA



$$A+B = \frac{C^2 + CX^2}{3 \times 6}$$

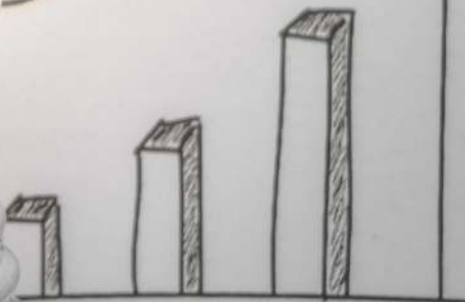
$$\frac{\sqrt{A+B+C}}{1+4^2}$$

22%

E

Key

B



**T**ransi energi merupakan hal yang sudah tidak dapat dihindari lagi. Kesepakatan COP26 di Glasgow mendorong semua negara untuk meningkatkan komitmennya di dalam upaya penurunan emisi. Negara yang memiliki pengaruh global berlomba menyatakan komitmennya dalam mencapai netral karbon pada periode tertentu. Indonesia dalam hal ini juga menyampaikan visinya untuk mencapai netral karbon pada 2060.

Transisi energi yang terlalu cepat dan dipaksakan akan berpengaruh terhadap ketidakseimbangan permintaan dan suplai (pasokan) energi yang dapat berdampak pada aspek sosial ekonomi. Di sisi yang lain, keterlambatan terhadap transisi energi juga akan berakibat pada perubahan iklim global yang akan berdampak pada lingkungan, aspek kehidupan, dan ekonomi. Oleh karena itu, dalam melakukan transisi energi perlu dipertimbangkan aspek keberlanjutan dan ketahanan energi nasional dengan beberapa hal yang mendukung sebagai berikut.

#### a. Penguatan kolaborasi antarlembaga

Dalam mencapai transisi energi yang maksimal dan optimal diperlukan kolaborasi di antara semua pemangku kepentingan, baik pada tataran pemerintah maupun badan usaha. Untuk itu, perlu adanya lembaga pada level nasional yang ditunjuk sebagai koordinator agar kolaborasi antarlembaga berjalan efektif, efisien, dan maksimal sehingga membawa manfaat yang terbaik untuk nasional.

#### b. Penyiapan ekosistem transisi energi

Akselerasi pengembangan transisi energi nasional membutuhkan regulasi yang konsisten dan responsif sehingga mendukung dalam pengembangan transisi energi. Peranan swasta dalam membantu pemerintah mencapai target transisi sangat krusial dan menjadi tumpuan pemerintah, mempertimbangkan kapasitas pemerintah dan BUMN/BUMD dalam membangun infrastruktur transisi...

...energi masih terbatas. Untuk itu, ekosistem transisi energi perlu didesain secara terintegrasi dan mencakup keterlibatan semua pemangku kepentingan yang disertai dengan peta jalan strategi dan kebijakan, yang merupakan elemen utama yang tidak terpisahkan dari pembentukan ekosistem itu sendiri, untuk mendorong kolaborasi multi-pemangku kepentingan. Semua pemangku kepentingan perlu memberikan komitmen yang kuat guna kelancaran dari proses transisi energi sehingga membawa keberlanjutan usaha dan perekonomian.

#### c. Percepatan penetrasi teknologi

Transisi energi tidak terlepas dari penetrasi teknologi rendah dan/atau nirkarbon, baik teknologi yang sudah dalam tahap komersial di pasar maupun yang masih dalam tahap penelitian. Beberapa hal berikut dapat dipertimbangkan untuk mempercepat penetrasinya.

- **Menyusun peta jalan teknologi** di seluruh industri untuk mengurangi ketidakpastian dan menyelaraskan investasi riset dan pengembangan, terutama untuk teknologi utama, seperti hidrogen; penangkapan, pemanfaatan, dan penyimpanan karbon; dan bentuk baru penyimpanan listrik, yang sesuai dengan skala pengembangan teknologi yang dibutuhkan, yang berfungsi untuk menetapkan target yang konsisten di seluruh pemain industri dan untuk mendukung koordinasi dan kolaborasi multi-pemangku kepentingan.
- **Mendorong ekosistem industri dan mendorong kolaborasi lintas pemangku kepentingan** dari tahap penelitian, prototipe, hingga komersialisasi untuk memudahkan penerapan dalam skala besar.
- **Pemberian insentif**, baik pada sisi bahan baku maupun produk turunannya, untuk menciptakan investasi skala besar dan komersial.

#### d. Ketersediaan sumber daya alam

Pengembangan teknologi yang masif dan penciptaan rantai pasok dan infrastruktur pendukung dalam skala besar hanya mungkin terjadi jika tersedia sumber daya alam yang memadai. Terdapat tiga sumber daya alam yang akan sangat penting.

- **Yang pertama adalah ketersediaan bahan baku mineral**, baik yang digunakan dalam jumlah besar saat ini (seperti tembaga dan nikel) maupun yang saat ini dianggap masih relatif kecil (misalnya kobalt dan logam tanah jarang). Transisi energi akan membutuhkan peningkatan signifikan dalam penggunaan beberapa bahan baku tersebut. Kenaikan kebutuhan bahan baku yang tidak diimbangi dengan tingkat produksi yang memadai dapat menyebabkan kekurangan pasokan dan kenaikan harga komoditas. Hal tersebut sudah mulai terjadi saat ini, seperti harga panel surya...

...mulai mengalami kenaikan dari sebelumnya mengalami tren penurunan selama satu dekade terakhir.

- **Yang kedua adalah ketersediaan sumber daya energi**, terutama untuk jenis energi terbarukan, yang saat ini belum dapat dioptimalkan. Walaupun memiliki jumlah yang besar, sumber energi baru dan terbarukan bukan tidak terbatas. Berdasarkan dokumen Rencana Umum Energi Nasional, sumber daya energi baru dan terbarukan, seperti air, hanya memiliki potensi mencapai 75 GW, panas bumi di sekitar 27 GW, dan yang paling besar ialah surya, sekitar 200 GW. Untuk mencapai transisi energi seperti netral karbon di pembangkit listrik, ketersediaan sumber daya energi baru dan terbarukan perlu dikaji kembali sehingga dapat memberi kepastian jumlah potensi yang tersedia, yang kemudian dapat diambil pendekatan lain apabila sumber daya tersebut tidak mencukupi untuk mencapai target yang diinginkan.
- **Sumber daya ketiga adalah lahan**, yang sangat penting untuk membangun kapasitas infrastruktur. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, energi terbarukan membutuhkan lebih banyak area untuk menghasilkan jumlah energi yang sama. Sebagai contoh, pembangkit listrik tenaga gas sebesar 1 GW membutuhkan lahan sekitar 5 hektar, sementara jika menggunakan tenaga surya, akan dibutuhkan 1.000 hektar untuk mencapai kapasitas yang sama dan bahkan dengan produksi listrik yang jauh lebih kecil.

Lahan juga menjadi aspek utama sebagai penyimpan dan penyerap karbon seperti hutan, lahan gambut, dan bakau. Di sisi lain, lahan hutan juga dapat menyumbang emisi jika tidak dikelola dengan baik, misalnya melalui deforestasi atau kebakaran hutan. Hal ini menunjukkan bahwa melestarikan dan meregenerasi lahan perlu berjalan dengan baik.

- **Kempat ialah air, juga akan menjadi sumber daya yang sangat penting.** Di samping merupakan bagian yang tidak terpisahkan sebagai kebutuhan utama kehidupan, air sangat bermanfaat untuk produksi hidrogen yang menjadi salah satu game changer di dalam transisi energi. Air juga akan sangat penting untuk mengekstraksi mineral utama. Risiko perubahan iklim salah satunya adalah berkurangnya sumber air yang dapat berpengaruh terhadap aspek sosial dan ekonomi.

## e. Ekonomi dan pembiayaan

### 1. Mekanisme insentif atas perubahan harga di tingkat konsumen

Transisi energi memerlukan pengembangan teknologi rendah atau nirkarbon secara masif, yang saat ini biaya pembangunannya relatif lebih mahal dibandingkan dengan energi fosil. Perbedaan biaya tersebut akan berpengaruh terhadap harga jual produk yang dihasilkan sehingga akan berdampak pada kenaikan harga komoditas di tingkat konsumen. Untuk itu diperlukan mekanisme insentif, baik pada sisi hulu maupun hilir, sehingga tidak terjadi gejala perekonomian karena berkurangnya konsumsi masyarakat yang menjadi komponen utama pendukung ekonomi.

### 2. Mitigas risiko aset telantar (*stranded asset*)

Di lingkungan rendah karbon, aset-aset berbasis fosil yang baru saja on-stream atau dalam tahap pembangunan berpotensi untuk terdampak, baik melalui penghentian operasional (*retirement*) maupun beroperasi pada tingkat rendah, yang keduanya memiliki risiko finansial dan operasional. Bagi badan usaha seperti BUMN, yang sering kali mendapatkan penugasan pembangunan infrastruktur dalam rangka ketahanan energi nasional, tentunya ketidakpastian kebutuhan energi di masa depan akan meningkatkan risiko tersebut. Untuk itu, dukungan kebijakan sangat diperlukan untuk meminimalkan potensi risiko yang akan terjadi.

### 3. Strategi pembiayaan

Kesuksesan transisi energi tidak terlepas dari adanya mekanisme pembiayaan yang mendorong peningkatan pemanfaatan teknologi rendah atau nirkarbon. Kapasitas finansial pemerintah dan BUMN/BUMD yang terbatas mengharuskan mencari alternatif pembiayaan yang murah dan berkelanjutan. Kondisi pasar energi terbarukan di Indonesia yang masih kecil dan regulasi yang tidak responsif membuat ketertarikan lembaga keuangan konvensional di domestik untuk membiayai proyek energi terbarukan cukup rendah. Untuk itu, skema pembiayaan yang menarik diperlukan sehingga menjadi solusi win-win bagi pemerintah dan badan usaha.

Sebagai contoh, India menerapkan pungutan pada penjualan batubara yang dikumpulkan ke dalam *National Clean Energy & Environment Fund* untuk selanjutnya digunakan untuk membiayai proyek-proyek energi terbarukan, baik dalam tingkat penelitian maupun komersial. Berbeda dengan India, China menerapkan skema subsidi pada proyek energi terbarukan dengan sumber dana berasal dari anggaran pemerintah dan pungutan tambahan atas tagihan listrik kepada pelanggan. Selain melalui mekanisme pungutan domestik yang diterapkan di negara-negara lainnya, pemerintah juga perlu melakukan koordinasi dan kolaborasi dengan negara maju untuk memberikan pembiayaan murah agar negara berkembang dapat mengikuti alur transisi energi yang ditargetkan sekaligus meningkatkan perekonomian.

## f. Penyiapan skema perdagangan dan pajak karbon

Kesepakatan dunia terhadap aturan mekanisme penurunan NDC pada Artikel 6 Perjanjian Paris akan memungkinkan pasar karbon global berkembang dan membantu menurunkan perbedaan harga karbon antar-pasar karbon. Sebaliknya, penurunan emisi akan kurang ambisius karena hanya mengandalkan perdagangan karbon dalam negara, dan/atau antarnegara dalam satu kawasan dengan basis sukarela.

Ke depan, realitas dampak perubahan iklim akan terus mendorong semua pihak di dunia untuk berupaya menyelaraskan diri pada tujuan Perjanjian Paris dan menghidupkan perdagangan karbon di arena global. Karena itu, semua negara harus siap menghadapi era baru ekonomi berkelanjutan ini.

Menyikapi masalah ini, perlu dipastikan kesiapan Indonesia dalam berbagai aspek, mulai dari sumber daya manusia, organisasi, aturan formal, hingga teknologi dan informasi. Selain itu, Indonesia harus melakukan antisipasi dengan membangun kemampuan implementasi perdagangan emisi karbon yang mencakup dimensi *compliance*, MRV, pengawasan pasar, alokasi kuota emisi, dan infrastruktur...

...perdagangan emisi karbon yang produktif. Dengan cara ini, Indonesia juga akan siap untuk berdagang emisi di arena global. Dari segi regulasi, Pemerintah Indonesia telah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan secara Nasional (NDC) dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional. Regulasi formal ini, beserta aturan-aturan turunan pendukungnya nanti, akan terus mendorong berkembangnya kapabilitas untuk implementasi mekanisme penurunan emisi melalui pajak karbon, *result-based payment*, dan perdagangan karbon di Indonesia. Lebih jauh lagi, nantinya Indonesia dapat memonetisasi peluang perdagangan karbon di pasar global.

Secara keseluruhan, perdagangan karbon global yang produktif akan memungkinkan dunia menurunkan emisi global lebih ambisius sesuai dengan tujuan Perjanjian Paris. Terakhir, integritas, *governance*, dan keselarasan semua pihak terhadap tujuan Perjanjian Paris sangat vital dalam kerja sama internasional untuk mengatasi masalah perubahan iklim.



**Pertamina Energy Institute**

PT Pertamina (Persero)

Grha Pertamina, Gedung Fastron Lantai 19  
Jln. Medan Merdeka Timur No. 6, Jakarta 10110

Email: [energy-institute@pertamina.com](mailto:energy-institute@pertamina.com)

Follow us:

@Pertamina |    