

BULETIN

**PERTAMINA
ENERGY
INSTITUTE**

VOLUME 8

N O M O R **04**

2022



**GLOBAL ENERGY MEGATREND
2023**

PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

Volume 8 - 2022

Follow us:

@Pertamina



**PERTAMAX
TURBO**

SEMPURNAKAN PERFORMA



**OKTAN TINGGI
RON 98**

Hasilkan emisi gas buang rendah karbon yang ramah lingkungan.



**FORMULA
PERTATEC**

Menjaga dari karat, jadikan mesin tahan lebih lama.



**TEKNOLOGI
IGNITION BOOST**

Optimalkan efisiensi pembakaran, untuk akselerasi maksimal.

Pertamax Turbo diformulasikan untuk mesin teknologi tinggi untuk hasilkan pembakaran sempurna. Akselerasi responsif bertenaga namun tetap irit untuk pemakaian harian, saat menempuh kemacetan atau melaju di jalan bebas hambatan.

Kondisi global pada tahun 2022 diwarnai dengan berbagai krisis baik krisis energi akibat konflik geopolitik Rusia-Ukraina yang memicu terjadinya disrupsi pasokan energi, krisis biaya hidup akibat tingginya harga energi dan pangan yang didorong oleh disrupsi pasokan, serta krisis iklim akibat emisi gas rumah kaca dari aktivitas manusia melalui penggunaan energi fosil yang menyebabkan perubahan iklim. Konflik geopolitik Rusia-Ukraina telah mengakibatkan terjadinya disrupsi pasokan energi secara global, yang mendorong kenaikan harga komoditas energi dan perlambatan pertumbuhan ekonomi global akibat tingginya laju inflasi. International Monetary Fund (IMF) memproyeksikan pertumbuhan ekonomi global tahun 2022 dan tahun 2023 masing-masing turun menjadi sebesar 3,2% dan 2,7%, dibandingkan pertumbuhan ekonomi tahun 2021 sebesar 6%. Dengan tingginya angka inflasi, akan berdampak pada turunnya konsumsi sektor rumah tangga serta berpotensi menyebabkan krisis biaya hidup. Selain itu, krisis iklim pada tahun 2022 telah menyebabkan terjadinya bencana alam di negara-negara dunia seperti kekeringan, gelombang panas ekstrem, kebakaran hutan, banjir bandang, topan dan badai, yang memakan korban jiwa dan mengganggu aktivitas perekonomian, termasuk aktivitas produksi, transportasi dan distribusi komoditas energi dan pangan yang berdampak pada harga kedua komoditas tersebut termasuk isu ketahanannya.

Krisis global yang terjadi pada tahun 2022, telah membentuk *global megatrend* tahun 2023 yang masih akan fokus ke potensi terjadinya krisis energi, krisis ekonomi dan krisis iklim global. Dalam *World Economic Forum 2023*, diperkirakan pertumbuhan ekonomi global tahun 2023 akan melambat mencapai 1,9% dari sebesar 3% pada tahun 2022 dipicu oleh berbagai krisis yaitu masih berlanjutnya konflik Rusia-Ukraina, lonjakan inflasi, pengetatan utang, dan krisis iklim. Secara khusus, penanggulangan krisis iklim melalui aksi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim yang membutuhkan kerjasama seluruh pihak baik dalam skala nasional maupun dalam skala internasional, telah menjadi agenda penting dunia, utamanya melalui transisi energi menuju penggunaan energi bersih. Dalam transisi energi dibutuhkan pemanfaatan teknologi inovasi, investasi, dan pengembangan sumber daya manusia, serta dukungan kebijakan dan regulasi, sehingga tujuan pengurangan emisi gas rumah kaca dan pembangunan berkelanjutan dapat tercapai melalui transisi energi yang berkeadilan. Untuk itu, perkembangan di sektor energi sebagai salah satu sektor penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca, khususnya terkait transisi energi yang dapat memitigasi perubahan iklim sekaligus menciptakan keandalan energi yang dapat beradaptasi dengan perubahan iklim melalui efisiensi energi, dekarbonisasi dan pengembangan energi bersih, menjadi isu utama global atau *global megatrend* pada tahun 2023.

Dilatarbelakangi pentingnya transisi energi sebagai isu utama global atau *global megatrend* tahun 2023 yang telah disebutkan sebelumnya, maka “*Global Energy Megatrend – 2023*” dipilih menjadi tema Buletin Pertamina Energy Institute Nomor 4 Tahun 2022 ini. Tim redaksi telah menyiapkan beberapa artikel menarik yang mengulas isu-isu seputar tema tersebut, kami berharap seluruh artikel yang tersaji dalam buletin ini bermanfaat dalam menambah wawasan dan pengetahuan bagi para pembaca.

A. Salyadi Saputra

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



OUR TEAM

Advisory Board:

Ari Kuncoro
Widhyawan Prawiraatmadja

Senior Advisor:

Sunarsip

Steering Committee:

Daniel S. Purba
Hery Haerudin

Research Team:

Adhitya Nugraha
Anindya Adiwardhana
Arisman Wijaya
Cahyo Andrianto
Eko Setiadi

Loisa Debrina Purba
Muhammad Taufik Faizin
Rina Juliet Artami
Yohanes Handoko Aryanto



CONTENT

2 01

ANALISIS MAKRO EKONOMI ENERGI: TRIWULAN I 2023

Adhitya Nugraha – Sr. Expert - Pertamina Energy Institute (PEI)

8 02

ANALISIS MEGATREN ATAS BISNIS PENGISIAN DAYA DAN PENUKARAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK

Yohanes Handoko Aryanto – Pertamina Energy Institute (PEI)

31 03

PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA UNTUK MENDUKUNG TRANSISI ENERGI

Robi Kurniawan – Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

43 04

KEBERLANJUTAN DOMINASI MATA UANG US DOLLAR

Loisa Debrina Purba – Pertamina Energy Institute (PEI)

50 05

KEBIJAKAN EFISIENSI ENERGI PADA SEKTOR INDUSTRI MANUFAKTUR SEBAGAI LANGKAH AWAL TRANSISI ENERGI NASIONAL MASA DEPAN

Peggy Hariwan – International Energy Agency (IEA)

Robi Kurniawan – Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

61 06

PEMANFAATAN SMART TECHNOLOGY DI ERA TRANSISI ENERGI

Arisman Wijaya – Pertamina Energy Institute (PEI)

68 07

MANUFAKTUR INDONESIA SEBAGAI PENGGERAK EKONOMI DAN TRANSISI ENERGI

Peggy Hariwan – International Energy Agency (IEA)

Irwan Wakhidiyanto – Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

77 08

PENINGKATAN PERAN ENERGI GEOTHERMAL DALAM PERIODE TRANSISI ENERGI

Anindya Adhiwardana – Pertamina Energy Institute (PEI)

88 09

MENGGALI POTENSI BISNIS DARI PERAMALAN KEBUTUHAN PENGISIAN DAYA KENDARAAN LISTRIK DALAM KERANGKA TRANSISI ENERGI INDONESIA

Yelita Anggiane Iskandar – Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina

101 10

GLOBAL LNG SUPPLY-DEMAND OUTLOOK

Muhamad Taufik Faizin – Pertamina Energy Institute (PEI)

113 11

TREN PEMANFAATAN BIOFUEL GLOBAL DAN NASIONAL

Rina Juliet Artami – Pertamina Energy Institute (PEI)

PERTAMINA
DEX

**KUNCI KETANGGUHAN
PERFORMA DAN
KEAWETAN MESIN**

KADAR SULFUR BERSTANDAR
EURO 4



SULFUR LEBIH RENDAH*

Pertamina Dex diformulasikan dengan kandungan sulfur maks. 50 ppm untuk dukung performa mesin diesel berteknologi Euro 4.



**CETANE NUMBER
TERTINGGI
SE-INDONESIA**

Dengan Cetane Number 53, untuk maksimalkan ketangguhan performa sekaligus melindungi keawetan mesin.



**TERSEDIA DI PALING
BANYAK LOKASI
SE-INDONESIA**

Keunggulan jaringan distribusi Pertamina memastikan ketersediaan di seluruh Indonesia sehingga lebih mudah ditemukan.

*Dibanding BBM Diesel Pertamina Lainnya

Buletin Pertamina Energy Institute edisi ini mengusung tema *Global Energy Megatrend – 2023*. Pemilihan tema kali ini tidak terlepas dari krisis global yang terjadi pada tahun 2022, yang diprediksi akan berlanjut menjadi *global megatrend* pada tahun 2023, terutama isu terkait transisi energi yang dapat memitigasi perubahan iklim sekaligus menciptakan keandalan energi yang dapat beradaptasi dengan perubahan iklim melalui efisiensi energi, dekarbonisasi dan pengembangan energi bersih.

Kondisi global pada tahun 2022 diwarnai dengan berbagai krisis baik krisis energi akibat konflik geopolitik Rusia-Ukraina yang memicu terjadinya disrupsi pasokan energi, krisis biaya hidup akibat tingginya harga energi dan pangan yang didorong oleh disrupsi pasokan, serta krisis iklim akibat emisi gas rumah kaca dari aktivitas manusia melalui penggunaan energi fosil yang menyebabkan perubahan iklim. Krisis global yang terjadi pada tahun 2022, telah membentuk *global megatrend* tahun 2023 yang masih akan fokus ke potensi terjadinya krisis energi, krisis ekonomi dan krisis iklim global. Dalam *World Economic Forum 2023*, diperkirakan pertumbuhan ekonomi global tahun 2023 akan melambat mencapai 1,9% dari sebesar 3% pada tahun 2022 dipicu oleh berbagai krisis yaitu masih berlanjutnya konflik Rusia-Ukraina, lonjakan inflasi, pengetatan utang, dan krisis iklim. Secara khusus, penanggulangan krisis iklim melalui aksi mitigasi dan adaptasi perubahan iklim telah menjadi agenda penting dunia, utamanya melalui transisi energi menuju penggunaan energi bersih dalam rangka mencapai pengurangan emisi gas rumah kaca dan pembangunan berkelanjutan.

Melihat perkembangan isu-isu tersebut, tren global perkembangan sektor energi yang mendukung penurunan emisi gas rumah kaca serta pembangunan yang berkelanjutan melalui transisi energi menjadi menarik untuk diikuti. Oleh karena itu, dalam mengulas isu-isu tersebut, buletin ini disusun dengan diawali oleh analisis makro ekonomi yang membahas perekonomian makro baik global, regional, maupun nasional. Diikuti rangkaian artikel yang menengahkan tema-tema seputar tren global pada sektor energi khususnya transisi energi menuju energi bersih melalui pengembangan energi baru dan energi terbarukan seperti penggunaan kendaraan bermotor listrik, pemanfaatan *smart technology*, panas bumi, dan *biofuel*, efisiensi energi, pengembangan sumber daya manusia, pemanfaatan LNG sebagai salah satu energi transisi, serta dampak transisi energi terhadap perekonomian, dan artikel-artikel menarik lainnya.

Semoga artikel-artikel yang ditampilkan dalam edisi kali ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Daniel S. Purba

Senior Vice President Strategy & Investment
PT Pertamina (Persero)



PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

Volume 8 - 2022

Follow us:

@Pertamina



LEBIH BAIK **PERTAMAX** UNTUK KEAWETAN MESIN



RON 92



**PERTATEC
FORMULA**



**MESIN BERSIH
BEBAS KARAT**



**MESIN
LEBIH AWET**



**KONSUMSI
BAHAN BAKAR
EFISIEN**



01

ANALISIS MAKRO EKONOMI ENERGI: TRIWULAN I 2023

*Adhitya Nugraha – Sr. Expert
– Pertamina Energy Institute (PEI)*

KONDISI EKONOMI GLOBAL

Pemulihan ekonomi global setelah dua tahun dilanda Covid, saat ini hanya mengalami pemulihan sementara karena dunia menghadapi tantangan lain. Meningkatnya biaya hidup dan sektor bisnis yang kurang menguntungkan memaksa otoritas moneter menaikkan suku bunga untuk meredam inflasi sehingga berdampak pada perlambatan aktivitas ekonomi.

Walaupun pemerintah Tiongkok menghapus kebijakan nol-Covid yang diharapkan dapat mendukung perekonomian global, namun Tiongkok masih dihadapkan dengan tantangan yang justru meningkatkan penyebaran virus Covid saat tingkat vaksinasi yang masih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pemulihan ekonomi Tiongkok tidak dapat terjadi dalam waktu dekat,

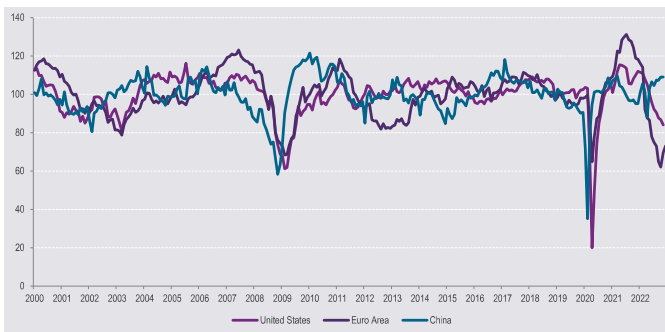
namun masih berpotensi pulih pada semester kedua tahun ini yang didukung oleh potensi investasi publik, konsumsi swasta dan perjalanan internasional.

Selain potensi pemulihan ekonomi Tiongkok, ekonomi global masih menghadapi tantangan besar dari pengetatan moneter global dan perang Rusia-Ukraina. Perang berdampak pada ekonomi global melalui harga komoditas yang lebih tinggi, gangguan rantai pasokan, dan pasokan energi Rusia. Dampak kebijakan nol-Covid Tiongkok dapat meningkatkan harga minyak dalam jangka menengah. Di sisi lain, pengetatan sanksi akan terus memicu ketidakstabilan harga. Harga komoditas global yang tinggi, gangguan rantai pasokan, depresiasi mata uang terhadap dolar AS



berpotensi membuat inflasi tahunan jauh di atas *level* tahun 2019. Inflasi yang tinggi dapat berdampak pada perlambatan pertumbuhan perdagangan global, menghambat pengeluaran rumah tangga, dan sentimen investor yang rendah. Namun, pelonggaran kebijakan nol-covid Tiongkok dapat meningkatkan ekspor Tiongkok dan mendorong aktivitas perdagangan internasional tahun ini. Indeks *CEIC Leading Indicator* untuk negara Amerika Serikat dan kawasan Euro menunjukkan bahwa resesi akan segera terjadi. Kawasan Euro turun ke level terendah mencapai angka 62,1 pada Oktober 2022, yang jauh di bawah angka netral 100.

Meskipun demikian, indikator tersebut naik tipis dalam dua bulan berikutnya menjadi 73,1 pada Desember 2022, sebagai tanda bahwa resesi bisa lebih ringan. *CEIC Leading Indicator* untuk Amerika Serikat menunjukkan penurunan tanpa ada tanda untuk meningkat kembali dan berpotensi terjadi *slowcession* yang merupakan sebuah skenario ketika pertumbuhan mungkin akan lambat, dan inflasi turun namun tetap masih tinggi di atas angka ideal sekitar 2% per tahun. Dampaknya bagi negara lain, walaupun memiliki kemungkinan kecil untuk resesi berat, termasuk Indonesia, adalah melalui rantai pasokan global dalam bentuk perlambatan ekspor dan/atau kenaikan biaya impor.



(Sumber: S&P Global Economics)

Gambar 1. CEIC Leading Indicator

Pada aspek nilai tukar, setelah mencapai rekor tertinggi pada tahun 2022, dolar AS telah mulai terdepresiasi terhadap mata uang utama lainnya karena inflasi AS telah mereda dan Fed telah memperlambat siklus pengetatan

moneternya. Meskipun demikian, nilai dolar AS berpotensi tetap kuat pada tahun ini, karena posisi dolar sebagai mata uang *safe-haven* di tengah kekhawatiran perlambatan ekonomi global dan resesi di Eropa.

Tabel 1. Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Global (%)

	2021 *)	2022	2023	2024
Konsensus Bloomberg	5,9	3.2	2.1	2.9
IMF		3.2	2.7	3.2
World Bank		3.2	1.7	2.7
OECD		3.2	2.2	2.7
Economist Intelligence Unit (EIU)		3.0	1.7	2.6

*)2021 World Bank

Beberapa institusi memproyeksikan kondisi ekonomi tahun 2023 lebih pesimis dibandingkan dengan kuartal sebelumnya, contohnya konsensus Bloomberg menunjukkan penurunan 0,2% dari kuartal sebelumnya. Proyeksi ekonomi ini dapat berubah seiring dengan perubahan secara global, beberapa skenario risiko dari EIU, diantaranya adalah:

- 1 Eropa menghadapi krisis energi lain menjelang musim dingin tahun 2023/2024.

Pengisian cadangan gas berpotensi lebih lambat pada tahun 2023, mengingat aliran gas dari Rusia hampir nol dan infrastruktur LNG baru akan beroperasi secara bertahap. Eropa dapat memasuki musim dingin berikutnya dengan tingkat cadangan gas yang lebih rendah daripada sebelum musim dingin 2022/2023. Jika musim dingin 2023/24 juga lebih dingin, Eropa dapat melakukan pembatasan energi di sektor industri, yang pada akhirnya menghentikan rantai pasokan.

- 2 Suku bunga tinggi mendorong ekonomi global ke dalam resesi.

Pada tahun 2023 bank sentral utama berpotensi melakukan pengetatan kebijakan moneter dan mempertahankan suku bunga tinggi

untuk mencoba menekan inflasi. Hal ini akan sangat membebani investasi dan melemahkan daya beli rumah tangga, yang pada akhirnya dapat memicu resesi global. Hal ini dapat mengakibatkan jatuhnya harga aset di negara maju. Adapun di negara berkembang, kenaikan suku bunga dapat mendorong depresiasi mata uang yang tinggi dan meningkatkan risiko gagal bayar utang negara.

- 3 Konflik Rusia-Ukraina berubah menjadi perang global.

Terdapat risiko bagi negara-negara anggota NATO yang berbatasan dengan Ukraina dan Rusia, yang dapat terlibat ke dalam konflik. Rusia mungkin akan menargetkan infrastruktur penting seperti jaringan pipa gas atau kabel bawah laut, yang mungkin dibalas oleh negara NATO. Negara seperti Polandia, Rumania, Finlandia dan Swedia adalah titik pemicu yang paling mungkin. Rusia juga dapat mencoba meyakinkan negara-negara lain yang telah memberikan dukungan militer, terutama Iran, untuk bergabung dalam konflik melalui operasi dunia maya, memperluas perang di luar perbatasan NATO.

- 4 Konflik langsung terjadi antara Tiongkok dan Taiwan, memaksa intervensi Amerika Serikat.

Tiongkok telah melakukan latihan militer di dalam dan sekitar perairan Taiwan. Hubungan AS-Taiwan akan terus memicu permusuhan Tiongkok terhadap Taiwan, terutama menjelang pemilu Taiwan tahun 2024.

- 5 Inflasi global yang tinggi memicu keresahan sosial.

Jika inflasi naik jauh lebih tinggi daripada kenaikan upah, akan mempersulit rumah tangga yang lebih miskin untuk membeli kebutuhan pokok yang dapat memicu keresahan sosial. Gerakan protes semacam itu muncul dengan skala kecil di Eropa, India, dan Argentina. Dalam skenario ekstrem, protes dapat mendorong pekerja untuk mengoordinasikan pemogokan besar-besaran yang menuntut gaji lebih tinggi yang sesuai dengan inflasi. Hal ini dapat melumpuhkan sektor industri dan menyebar ke sektor atau negara lain, sehingga membebani pertumbuhan global.

- 6 Varian baru dari virus corona, atau penyakit menular lainnya, membuat ekonomi global kembali ke dalam resesi.

Di tengah ketidaksetaraan vaksin global, pelanggaran kebijakan pemerintah (terutama di Tiongkok) dan *pandemic fatigue*, potensi varian baru Covid-19 dapat muncul kembali. Jika salah satu dari varian ini kebal terhadap vaksin, hal ini dapat menyebabkan terulangnya kondisi pandemi seperti tahun 2020.

- 7 Lonjakan kematian Covid memaksa Tiongkok untuk memberlakukan kembali pembatasan ketat.

Kondisi distribusi sumber daya medis yang tidak merata dan tingkat vaksinasi yang rendah, lonjakan kasus dan kematian yang berkepanjangan di Tiongkok dapat memicu ketidakstabilan politik dan pergolakan sosial. Dalam skenario seperti itu, pemerintah Tiongkok dapat menerapkan kembali beberapa pembatasan Covid-19 yang ketat. Penguncian yang ketat akan sangat mengganggu rantai pasokan global, mengekang pertumbuhan ekonomi global, dan menekan pasar keuangan. Keyakinan domestik dan global terhadap kemampuan pengambilan keputusan pemerintah Tiongkok akan memburuk, yang mengarah ke aksi jual pasar aset Tiongkok.

- 8 Cuaca ekstrem meningkatkan harga komoditas yang berdampak pada ketahanan pangan global.

Kekeringan parah dan gelombang panas di Eropa, Tiongkok, India, dan AS pada tahun 2022 telah berkontribusi pada kenaikan harga beberapa bahan makanan. Selain itu, perang antara Rusia dan Ukraina sebagai pengeksport pertanian terbesar di dunia telah menyebabkan lonjakan harga yang parah dan risiko menciptakan kekurangan biji-bijian dan pupuk global pada tahun 2023. Dunia dapat menghadapi periode yang berkepanjangan kekurangan panen dan meningkatnya harga, serta meningkatkan risiko kekurangan pangan.

KONDISI EKONOMI INDONESIA

EIU memperkirakan pertumbuhan PDB riil akan melambat dari sekitar 5,1% pada tahun 2022 menjadi 4,5% pada tahun 2023. Inflasi yang tinggi pada akhir tahun 2022 dan semester pertama tahun 2023 akan

melemahkan pertumbuhan konsumsi swasta, tetapi pertumbuhan tersebut akan kembali ke tren pada tahun 2025-2027 karena pendapatan rumah tangga meningkat seiring dengan kenaikan harga.

Berbeda dengan pesimisme perekonomian global, proyeksi pertumbuhan ekonomi Indonesia dari berbagai institusi cenderung

lebih optimis dibandingkan dengan kuartal sebelumnya. Proyeksi tahun 2023 berkisar antara 4,5% hingga 5,3 % pada tahun 2023.

Tabel 2. Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (%)

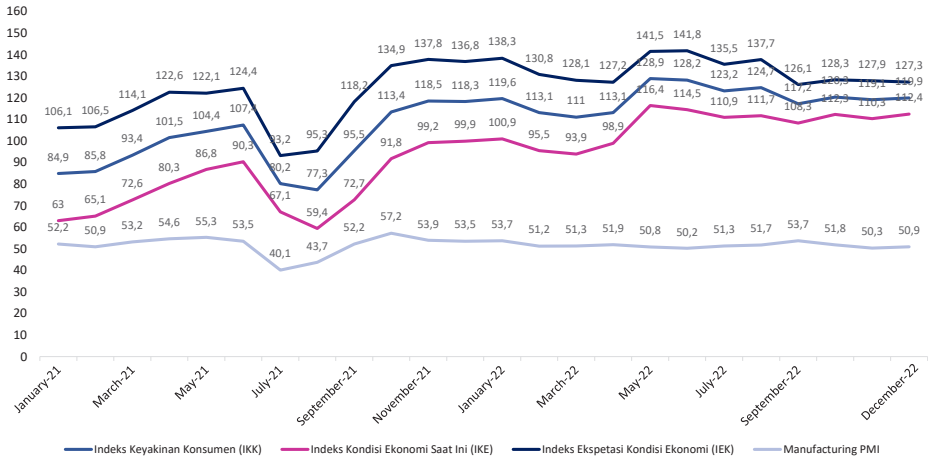
	2021*)	2022	2023	2024
Konsensus Bloomberg	3.69	5.3	4.9	5.0
Economist Intelligence Unit (EIU)		5.1	4.5	5.0
IMF		5.0	-	-
World Bank		5.2	4.8	4.9
OECD		5.3	4.7	5.1
Kementerian Keuangan Asumsi Makro		5.2	5.3	-

*)2021 Realisasi BPS

Proyeksi kondisi optimisme ini didukung oleh survei konsumen Bank Indonesia pada Desember 2022 yang mengindikasikan optimisme keyakinan konsumen terhadap kondisi ekonomi tetap terjaga hingga akhir tahun. Hal ini tercermin dari Indeks Keyakinan Konsumen (IKK) yang masih berada di area optimis (>100) yang bahkan mengalami kenaikan dari bulan November 2022 (119,1) menjadi 119,9 pada bulan Desember 2022. Meningkatnya optimisme konsumen di bulan Desember 2022 ini didorong oleh peningkatan keyakinan konsumen terhadap kondisi ekonomi saat ini yang tercermin dari Indeks Kondisi Ekonomi (IKE) saat ini yang naik menjadi 112,4 dibanding dengan bulan November 2022 yaitu sebesar 110,3. Begitu pula dengan Indeks Ekspektasi Kondisi Ekonomi (IEK) yang masih berada di area

optimis (>100) yaitu sebesar 127,3 pada bulan Desember 2022 walaupun tidak setinggi bulan sebelumnya yaitu pada November 2022 yang mencapai 127,9. Selain itu, parameter lain yang mendukung optimisme adalah indikator *Purchasing Managers' Index* (PMI) Manufaktur Indonesia bulan Desember 2022 yang mengalami peningkatan sebesar 50,9 naik dari 50,3 pada bulan November 2022. Hal ini mengindikasikan bahwa kondisi manufaktur di Indonesia tetap konsisten berada di angka 50,0 selama 16 bulan berturut-turut. Produksi manufaktur Indonesia mengalami ekspansi didorong oleh kenaikan permintaan atas barang-barang produksi Indonesia yang terpusat pada pasar domestik, walaupun permintaan asing turun akibat penurunan kondisi perekonomian global.





(Sumber: Bank Indonesia, CEIC, S&P Global (2022))

Gambar 2. Parameter IKK, IKE, IEK dan PMI

Kondisi perekonomian global dan Indonesia memang masih menjadi tantangan saat ini, namun pandemi Covid dan perang Rusia-Ukraina telah

mendorong transisi energi dan menunjukkan bahwa perlu diversifikasi energi yang pada akhirnya dapat mendukung agenda *net-zero emission*.

REFERENSI

Bank Indonesia (2022). *Survey Konsumen*.

Badan Pusat Statistik (2022). *Berita Resmi Statistik*.

Bloomberg Terminal, diakses 27 Januari 2023.

Economist Intelligence, *Industry Outlook 2023, Challenges, Opportunities, and Trends to Watch in Seven Sectors*.

Economist Intelligence, *World Report*, February 1st 2023.

ISI Emerging Markets Group, *Foresight 2023*, January 2023.

www.pmi.spglobal.com, diakses 27 Januari 2023.

ANALISIS MEGATREN ATAS BISNIS PENGISIAN DAYA DAN PENUKARAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK

Yohanes Handoko Aryanto – Pertamina Energy Institute (PEI)

ABSTRAK

Elektifikasi kendaraan yang didorong oleh komitmen dekarbonisasi merupakan sebuah megatren di sektor transportasi. Namun, percepatan pertumbuhan megatren tersebut dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Salah satu faktor penting dalam percepatan elektifikasi kendaraan adalah keandalan jarak tempuh. Dari sisi konsumen, keandalan jarak tempuh merupakan faktor signifikan yang mempengaruhi penyebaran kendaraan listrik. Oleh karena itu, peningkatan keandalan jarak tempuh kendaraan listrik melalui penyediaan infrastruktur stasiun pengisian daya (charging station) atau stasiun penukaran baterai (swapping station) perlu dilakukan. Permasalahannya, terdapat banyak faktor yang perlu diperhatikan dalam penyediaan infrastruktur tersebut. Mulai dari perilaku konsumen, barrier to entry bisnis, hingga teknis penyediaannya. Oleh karena itu, kajian ini akan menganalisis faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pengembangan infrastruktur pengisian daya atau penukaran baterai, untuk mendorong percepatan elektifikasi kendaraan. Kajian ini menggunakan metode studi kasus, analisis benchmarking, dan studi literatur. Kerangka analisis megatren digunakan dalam melakukan analisis fenomena, yang menjadi basis dalam penyusunan usulan-usulan terkait strategi bisnis serta kebijakan terkait infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai. Diharapkan analisis megatren atas bisnis pengisian daya dan penukaran baterai dapat bermanfaat untuk menjadi tambahan informasi dalam pengembangan kendaraan listrik di Indonesia.

Kata kunci: Analisis Megatren, Model Bisnis, Strategi, Kendaraan Listrik, Ekosistem EV, Pengisian Daya, Penukaran Baterai

DEFINISI DAN KERANGKA ANALIS MEGATREN

Megatren dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia didefinisikan sebagai kecenderungan besar pada gaya atau model mutakhir. Sementara menurut the Oxford English Dictionary, megatren didefinisikan sebagai sebuah pergeseran penting dalam perkembangan masyarakat atau suatu sektor tertentu atau aktivitas.

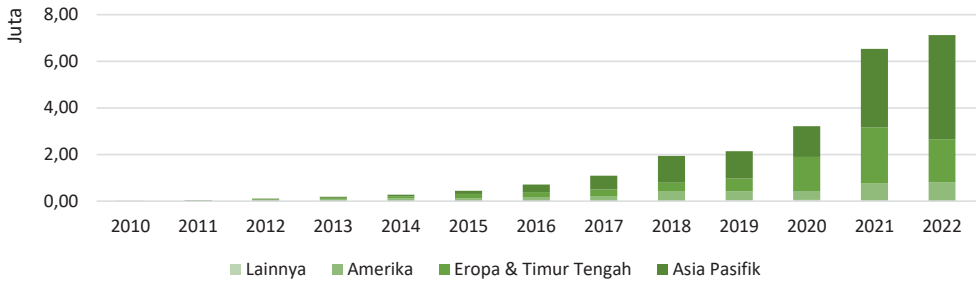
Konsep megatren sendiri diperkenalkan oleh John Naisbitt sebagai perubahan secara umum dalam pola berpikir atau pendekatan, yang mempengaruhi negara, industri, dan organisasi (Naisbitt, 1982). Setelah itu, konsep megatren secara ilmiah mengalami perkembangan selama lebih dari satu dekade, yang kemudian

dirangkum oleh Jeflea et al. (2022) sebagai perubahan secara global yang terjadi baik terhadap individu, sosial, dan struktur teknologi, yang diharapkan akan berdampak besar terhadap masa depan pasar secara keseluruhan, masyarakat, ekonomi, dan alam secara jangka panjang; atau kekuatan makroekonomi dan geostrategi, yang transformatif dalam skala global dan berkelanjutan dari perspektif pengembangan yang bersifat sinergis, membentuk dunia serta masa depan kolektif kita dan terkait dengan peluang serta risiko signifikan secara mendalam yang juga berdampak signifikan terhadap bisnis, industri ekonomi, masyarakat, individu, budaya, dan teknologi.



Berdasarkan konsep megatren tersebut, salah satu megatren yang sedang terjadi saat ini adalah dekarbonisasi (Doleski et al., 2022; Stahl 2022). Dekarbonisasi merupakan salah satu tindakan yang diperlukan untuk mengatasi isu eksistensial perubahan iklim. Dekarbonisasi salah satunya dilakukan di sektor transportasi melalui elektrifikasi

kendaraan. Dengan pertumbuhan secara global yang sudah mencapai sekitar 108% dalam periode tahun 2010-2022, elektrifikasi kendaraan saat ini juga telah menjadi megatren yang akan mempengaruhi masa depan industri transportasi dan sektor energi ke depan. Hal ini sejalan dengan Docimo & Alleyne (2018) atau Chen & Chou (2020).



(Sumber: BloombergNEF, 2022 – diolah)

Gambar 3. Tren Pertumbuhan Kendaraan Listrik Global

Namun, pertumbuhan kendaraan listrik secara global masih perlu ditingkatkan sebagai bagian dari aksi mitigasi atas perubahan iklim. Peningkatan ini termasuk juga di Indonesia. Sebagai bagian dari negara yang berkomitmen untuk melakukan dekarbonisasi dan mencapai target *Net-Zero Emission* (NZE), elektrifikasi kendaraan menjadi salah satu jalan pemerintah untuk mencapai target penurunan emisi di sektor transportasi. Target pemerintah Indonesia untuk elektrifikasi kendaraan adalah sekitar 2 juta mobil listrik dan 13 juta motor listrik pada tahun 2030. Sementara itu, hingga tahun 2022 pencapaian elektrifikasi kendaraan masih sangat jauh dari target, yaitu baru mencapai sekitar 3 ribu unit mobil listrik dan 22 ribu unit motor listrik. Oleh karena itu, untuk mendorong pertumbuhan

kendaraan listrik, perlu dianalisis faktor-faktor pendorongnya. Sebagai suatu megatren, analisis atas kendaraan listrik dapat menggunakan kerangka analisis megatren yang dikembangkan oleh Heymann et al. (2023). Suatu megatren pada umumnya dipengaruhi oleh fenomena dan pemangku kepentingan, serta teknologi baru & model bisnis. Oleh karena itu, untuk mendorong percepatan dan penyebaran kendaraan listrik, kerangka analisis megatren yang dikembangkan oleh Heymann et al. (2023) akan digunakan dalam kajian ini untuk menganalisis faktor-faktor yang dapat mendorong megatren kendaraan listrik. Namun, analisis dalam kajian ini akan difokuskan pada faktor pengaruh utama percepatan dan penyebaran kendaraan listrik, yaitu keandalan jarak tempuh.



(Sumber: Heymann et al., 2022)

Gambar 4. Kerangka Analisis Megatren

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa keandalan jarak tempuh kendaraan listrik, terutama yang berasal dari dukungan infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai, merupakan perhatian utama elektrifikasi kendaraan dari sisi konsumen (Hardman et al., 2018; Gönül et al., 2021; YY. Wang et al., 2022). Bahkan, kurangnya infrastruktur pengisian daya publik sering disebut sebagai penghalang signifikan dari penyebaran kendaraan listrik (Globisch et al., 2019) dan penghalang signifikan dari pertumbuhan kendaraan listrik (Greene et al., 2020). Oleh karena itu, penyelesaian permasalahan keandalan jarak

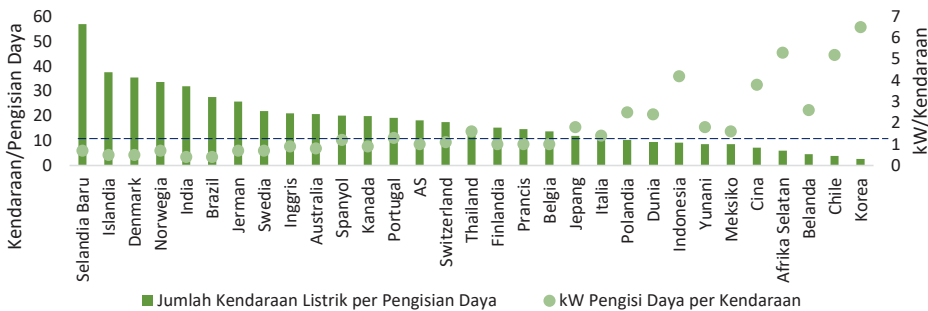
tempuh melalui infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai seharusnya dapat mendorong percepatan dan penyebaran kendaraan listrik ke depan. Walaupun penyediaan infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai bukan merupakan hal yang mudah. Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam penyediaan infrastruktur tersebut, seperti misalnya preferensi konsumen (Globisch et al., 2019; YY. Wang et al., 2021), keekonomian dan jaringan listrik (Metais et al., 2022), atau permasalahan teknis infrastruktur pengisian daya itu sendiri (L. Wang et al., 2021).

ANALISIS FENOMENA DAN PEMANGKU KEPENTINGAN

Analisis ini dilakukan untuk melihat faktor yang akan mendorong megatren ke depan, terutama dari sisi fenomena dan pemangku kepentingan yang akan mempengaruhi megatren ke depan.

Dalam hal infrastruktur pengisian daya, fenomena yang terjadi saat ini adalah munculnya pemasangan infrastruktur pengisian daya untuk mendukung elektrifikasi kendaraan di berbagai tempat. Berbeda dengan stasiun pengisian bahan bakar minyak

kendaraan konvensional yang memerlukan tangki penyimpanan minyak di bawah tanah karena faktor keselamatan, infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik hanya memerlukan jaringan listrik dan dapat dipasang di mana saja. Oleh karena itu, saat ini infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik dapat ditemukan di berbagai tempat yang terhubung dengan jaringan listrik seperti misalnya di rumah, tempat parkir hotel, bangunan kantor, pinggir jalan raya, atau pusat perbelanjaan.



(Sumber: IEA, 2021 – diolah)

Gambar 5. Rasio Kendaraan Listrik Ringan per Infrastruktur Pengisian Daya

Berdasarkan data IEA (2022), baik jumlah kendaraan listrik maupun infrastruktur pengisian daya secara global terus mengalami peningkatan. Namun pertumbuhannya tidak selaras. Hal ini terlihat dari rasio jumlah kendaraan listrik per infrastruktur pengisian daya, yang menunjukkan potensi penumpukan kendaraan di infrastruktur pengisian, juga mengalami tren peningkatan. Meskipun di beberapa negara rasionya tetap terjaga dan di beberapa wilayah yang menunjukkan pertumbuhan kendaraan dan infrastruktur masih berjalan selaras. Selanjutnya, terdapat negara dengan rasio kendaraan listrik terhadap infrastruktur pengisian daya umum yang tinggi, tetapi jumlah infrastruktur yang tersedia adalah infrastruktur pengisian daya cepat dan ultra cepat. Sehingga, meskipun rasionya lebih tinggi, tetapi risiko penumpukan menjadi minimal karena pengisian daya relatif lebih cepat. Selain itu, terdapat negara-negara yang mengandalkan infrastruktur pengisian daya rumahan seperti Norwegia dan AS.

Selanjutnya, berbeda dengan infrastruktur pengisian daya yang dapat dipasang di rumah, infrastruktur penukaran baterai kendaraan listrik hanya berada di tempat umum. Infrastruktur penukaran baterai ini dapat ditemukan di tempat umum seperti minimarket, pinggir jalan raya/*rest area*, dan bahkan saat ini stasiun pengisian bahan bakar minyak juga mulai menyediakan fasilitas penukaran baterai. Konsep penukaran baterai sendiri sebetulnya telah ada sejak tahun 1990 di kota New York, untuk menukar baterai taksi elektrik, yang kemudian kehilangan pasar karena kendaraan konvensional yang lebih laris (Revankar & Kalkhambkar, 2021). Saat ini, dengan tren peningkatan kendaraan listrik dan infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik, infrastruktur penukaran baterai mulai kembali muncul mengikuti tren kendaraan listrik dan infrastruktur pengisian daya (Revankar & Kalkhambkar, 2021). Namun, berdasarkan Ahmad et al. (2020), infrastruktur penukaran

baterai hanya berpeluang untuk berkembang dalam skenario saat ini, yaitu ketika teknologi pengisian daya secara konduktif dan nirkabel (induktif) masih terus dikembangkan. Ke depan, dengan adanya perkembangan teknologi pengisian daya, penukaran baterai yang saat ini hanya memberikan keunggulan waktu dibandingkan infrastruktur pengisian daya, berpeluang untuk ditinggalkan.

Dari sisi pemangku kepentingan, secara umum pihak-pihak yang berkepentingan terhadap infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai terdiri dari pemerintah, perusahaan listrik, pemilik properti (termasuk SPBU, hotel, minimarket, dan lain sebagainya), perusahaan kendaraan listrik, perusahaan jasa transportasi, dan individu. Dari seluruh pemangku kepentingan, yang memiliki pengaruh terbesar terhadap kedua infrastruktur tersebut adalah pemerintah. Hal ini dikarenakan pemerintah merupakan pembuat kebijakan sekaligus regulator yang dapat mendorong perkembangan infrastruktur. Sebagai contoh di Tiongkok, infrastruktur pengisian daya umum mengalami perkembangan yang sangat pesat karena didukung oleh subsidi pemerintah dan pengembangan infrastruktur secara aktif oleh perusahaan publik. Selain itu, keekonomian infrastruktur pengisian daya publik juga mengalami peningkatan dengan adanya regulasi yang mengendalikan harga listrik, serta peningkatan permintaan infrastruktur pengisian daya yang berasal dari elektrifikasi taksi, transportasi *online*, dan angkutan logistik (IEA, 2022). Di Indonesia, pemerintah Indonesia memiliki alasan kuat untuk mendorong elektrifikasi kendaraan secara nasional. Selain karena target pencapaian penurunan emisi, juga untuk mencapai target pengurangan impor BBM .

Selanjutnya, berdasarkan beberapa penelitian seperti Hardman et al. (2018) atau YY. Wang et al. (2021), individu atau masyarakat memiliki preferensi untuk melakukan pengisian

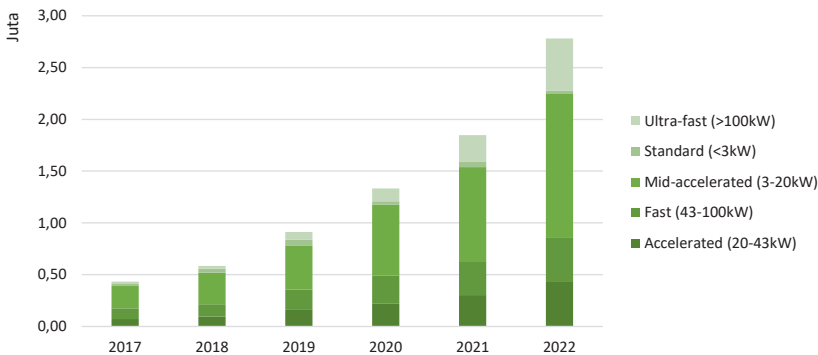
kendaraan listrik di rumah, kemudian di kantor, dan pilihan terakhir di tempat umum. Hal ini dikarenakan pengisian daya kendaraan listrik memerlukan waktu. Sementara pengisian cepat dan ultra cepat memerlukan biaya yang

lebih mahal. Sehingga pengisian daya lebih murah serta lebih nyaman dilakukan di rumah secara semalaman (*overnight*). Temuan ini sejalan juga dengan hasil kajian dari lembaga seperti JD Power dan Deloitte (2023).

ANALISIS TEKNOLOGI BARU DAN MODEL BISNIS

Berdasarkan kerangka analisis megatren, teknologi baru dapat mendorong penyerapan dan penerapan model bisnis baru dalam suatu megatren (Heymann et al., 2022). Secara teknologi, baik infrastruktur pengisian daya kendaraan listrik maupun penukaran baterai akan bergantung pada perkembangan teknologi pengisian daya baterai. Hal ini

dikarenakan penukaran baterai pada prinsipnya juga merupakan pengisian daya. Saat ini, secara global sistem pengisian daya umum berkembang berdasarkan kecepatan pengisian daya. Pertumbuhan dari infrastruktur pengisian daya sendiri cukup pesat dalam beberapa tahun terakhir seperti yang terlihat pada gambar 6.

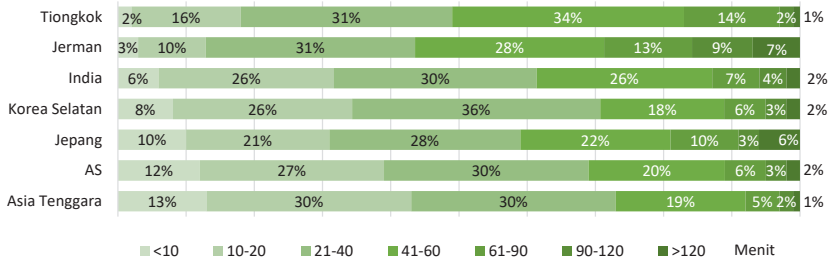


(Sumber: BloombergNEF, 2022 – diolah)

Gambar 6. Perkembangan Infrastruktur Pengisian Daya Global

Terlihat dari data, bahwa teknologi pengisian daya ultra cepat saat ini mulai diminati secara global, dengan pertumbuhan sekitar 200% pada 2022. Berdasarkan penelitian dari Globisch et al. (2019), durasi pengisian kendaraan listrik di stasiun pengisian umum kota atau jalan raya memiliki pengaruh kuat terhadap konsumen dibandingkan luas wilayah yang tercakup oleh stasiun pengisian daya kota atau jalan raya. Penelitian tersebut

merekomendasikan prioritas pembangunan sistem pengisian daya cepat dibandingkan pembangunan titik-titik pengisian daya dalam cakupan yang cukup rapat. Hal ini sejalan juga dengan penelitian lain seperti Ahmad et al. (2020). Walaupun, berdasarkan survei yang dilakukan oleh Deloitte (2023) pada 26,000 konsumen di 24 negara, konsumen secara umum berkemauan untuk menunggu lebih dari 10 menit untuk pengisian daya baterai.



(Sumber: Deloitte, 2023 – diolah)

Gambar 7. Preferensi Konsumen Waktu Pengisian Daya

Di sisi lain, teknologi dan model bisnis penukaran baterai masih memiliki cukup banyak tantangan. Dalam hal model bisnis, sistem penukaran baterai memiliki beberapa keunggulan dibandingkan sistem pengisian ultra cepat yaitu, konsumen tidak perlu memiliki baterai yang merupakan komponen termahal dalam kendaraan listrik dan terhindar dari risiko teknologi, durasi penggantian baterai relatif cepat, serta sistem penukaran baterai memperpanjang usia baterai dibandingkan skema pengisian daya ultra cepat karena pengisian baterainya lebih lambat (Ahmad et al., 2020; Vallera et al., 2021). Beberapa perusahaan Tiongkok berencana untuk melakukan ekspansi bisnis penukaran baterai mobil yaitu, NIO, Geely, Aulton, dan Sinopec, dengan rencana meningkatkan sekitar 1,400 stasiun penukaran baterai pada saat ini menjadi 24,000 stasiun penukaran baterai pada tahun 2025.

Namun, perusahaan lain seperti Tesla telah meninggalkan bisnis penukaran baterai pada Maret 2021. General Motors dan Volkswagen juga menyatakan bahwa belum akan memasuki bisnis penukaran baterai pada saat ini. Pertimbangannya adalah karena teknologi pengisian daya ultra cepat telah berkembang pesat dan biaya baterai permanen sudah lebih murah. Permasalahan lainnya, sistem penukaran baterai memerlukan standarisasi baterai atau jenis baterai yang dapat ditukar (Ahmad et al., 2020; Vallera et al., 2021). Berdasarkan perkembangan tren, kecepatan pengisian daya akan menjadi salah satu teknologi utama pendukung megatren

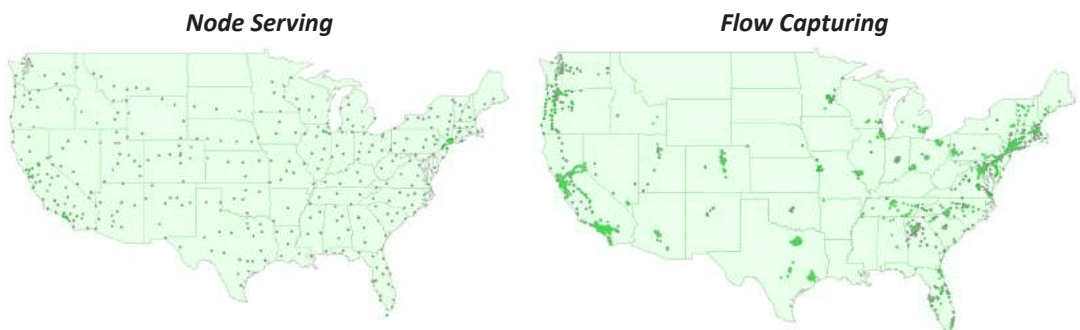
kendaraan listrik dan infrastruktur pengisian daya. Kecepatan pengisian daya ini juga dapat didukung dengan penggunaan infrastruktur pengisian daya arus DC bertegangan tinggi (Funke et al., 2019). Menurut Metais (2022), sistem pengisian daya arus DC secara sistem lebih cepat daripada sistem AC karena baterai dapat langsung diisi tanpa melalui proses konversi AC/DC. Namun, biaya pemasangan sistem pengisian daya arus DC masih relatif mahal. Di AS biaya instalasi sistem pengisian daya arus DC masih sekitar 9 kali lipat sistem pengisian daya biasa (USD73,000 – USD205,000). Selain kecepatan pengisian, dalam beberapa tahun terakhir muncul berbagai penelitian terkait pengisian daya kendaraan listrik nirkabel atau biasa disebut sebagai *Wireless Electric Vehicle Charging Station (WEVCS)*, seperti misalnya penelitian dari Galigekere et al. (2018), Machura & Li (2019), atau Amjad et al. (2022). Beberapa perusahaan juga telah melakukan pengembangan dan inovasi terkait pengisian daya nirkabel, seperti misalnya Nissan dengan sistem parkir, Stellantis dengan sistem jalanan pengisi daya (*charging roads*), dan Hyundai dengan sistem parkir otomatis. Di luar perusahaan produsen kendaraan listrik, terdapat juga berbagai perusahaan rintisan yang mengembangkan sistem pengisian daya kendaraan listrik nirkabel. Ke depan, dengan semakin banyaknya perusahaan yang terlibat dalam bisnis kendaraan listrik dan ekosistemnya, sistem pengisian daya kendaraan listrik nirkabel akan menjadi teknologi yang dapat mendorong elektrifikasi kendaraan.

ANALISIS PELUANG DAN TANTANGAN

Infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai memiliki tantangan dalam hal pengembangan bisnis. Berikut adalah analisis peluang & tantangan pengembangan bisnis infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai.

- 1 Tantangan pertama adalah penyediaan infrastruktur untuk mendorong penyebaran kendaraan listrik dan mengurangi *range anxiety* (kekhawatiran atas jarak tempuh) konsumen. Dalam hal ini adalah penentuan titik infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai. Penentuan titik penyediaan infrastruktur ini tentu saja berpengaruh terhadap biaya. Motoaki (2019) menjelaskan 2 pendekatan dalam penentuan titik penyediaan infrastruktur yaitu *node*

servicing dan *flow capturing*. Dalam pendekatan *node servicing*, permintaan pengisian daya diasumsikan muncul dari titik-titik jaringan jalan raya. Oleh karena itu, penyediaan infrastruktur harus sedemikian rupa sehingga kendaraan listrik dapat mencapainya tanpa kehabisan daya. Sementara pendekatan *flow capturing* mengasumsikan bahwa permintaan muncul dari aliran kendaraan. Oleh karena itu, penyediaan infrastruktur mengikuti titik-titik akhir dari aliran kendaraan. Model *node servicing* dapat mendorong penyebaran kendaraan listrik, namun risiko investasinya lebih tinggi dibandingkan *flow capturing* karena diperlukan investasi di banyak titik dengan cakupan wilayah yang luas.



(Sumber: Motoaki, 2019)

Gambar 8. Perbandingan Model *Node Servicing* dan *Flow Capturing*

- 2 Secara model bisnis, terdapat 3 pendekatan optimasi lokasi stasiun pengisian daya kendaraan listrik seperti yang dijelaskan oleh Ahmad et al. (2022) yaitu, pendekatan DNO (*Distribution Network Operator*), CSO (*Charging Station Owner*), *Electric Vehicle User* (EVU), dan kombinasi dari pendekatan-pendekatan tersebut. Sementara itu, teknik optimasinya terdiri dari model optimasi (model simulasi dan matematis) dan algoritma

optimisasi (pendekatan dan pasti). Optimasi lokasi stasiun pengisian daya kendaraan listrik bergantung pada tujuan, keterbatasan, solusi, dan mekanisme. Pada dasarnya, DNO merupakan penyedia listrik yang mempunyai jaringan listrik. Sehingga, biaya dalam pendekatan ini terkait dengan biaya *power loss*, *energy loss*, stabilitas voltase, keandalan, dan rekonfigurasi jaringan. Sementara itu, CSO merupakan pemilik stasiun

pengisian daya. Sehingga, biaya dalam pendekatan ini terkait biaya investasi, pemasangan, operasi, perawatan, konstruksi jalan dan lokasi. Terakhir, pendekatan EVU memperhatikan pengguna kendaraan listrik, sehingga biaya terkait dengan biaya perjalanan, waktu tunggu, waktu pengisian daya, dan listrik.

- 3 Tantangan selanjutnya adalah perilaku dan preferensi konsumen. Berdasarkan berbagai penelitian yang telah disebutkan sebelumnya, konsumen memiliki preferensi untuk mengisi daya kendaraan secara *overnight* di rumah atau di kantor. Padahal, untuk meningkatkan penyebaran kendaraan listrik, diperlukan dukungan infrastruktur pengisian daya atau penukaran baterai umum. Oleh karena itu, pemerintah atau entitas bisnis perlu melakukan investasi awal yang dapat mendukung penyebaran kendaraan listrik melalui dukungan daya jelajah seperti misalnya di jalan raya bebas hambatan antar kota. Tentu saja dengan risiko bahwa pemanfaatan awal yang rendah karena preferensi konsumen yang telah disebutkan sebelumnya. Namun, melihat dari apa yang terjadi di negara lain, dengan semakin meningkatnya penggunaan kendaraan listrik, infrastruktur pengisian daya atau penukaran baterai publik akan semakin diperlukan.

Peluang pengembangan infrastruktur dapat dievaluasi dari sisi preferensi konsumen. Berdasarkan hasil survei dari Deloitte (2023), masyarakat Asia Tenggara relatif masih ingin membeli kendaraan konvensional (51%) dan *Hybrid* (17%), sementara masyarakat yang ingin membeli kendaraan listrik masih sekitar 13%. Perhatian utama

masyarakat Asia Tenggara adalah kualitas produk (71%). Sementara, preferensi lokasi pengisian daya umum adalah di lokasi khusus pengisian (39%), SPBU tradisional dengan pengisian daya (20%), lokasi apapun dengan *charger* (15%), serta tempat parkir (12%).

- 4 Kemudian, tantangan dari pengembangan bisnis secara khusus untuk infrastruktur penukaran baterai. Berbeda dengan sistem pengisian daya yang diterima oleh seluruh perusahaan kendaraan listrik, sistem penukaran baterai masih menimbulkan perbedaan pendapat karena perkembangan tren penurunan biaya pengisian daya cepat dan baterai seperti yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya. Peluang untuk penukaran baterai terdapat pada kendaraan listrik ringan yang berfungsi sebagai transportasi umum seperti di India. *Rickshaw* listrik di India menggunakan sistem penukaran baterai karena kecepatan waktu pengisian daya (sekitar 5 menit waktu penukaran), dan biaya pengisian yang hanya setengah biaya *gasoline*. Saat ini, India sedang menyiapkan regulasi untuk standardisasi sistem penukaran baterai untuk roda 2 dan roda 3, dengan ke depan diperkirakan sekitar 1.5 juta *rickshaw* di India akan menggunakan sistem penukaran baterai. Indonesia yang memiliki populasi kendaraan umum ringan seperti ojek *online*, memiliki peluang untuk mengembangkan sistem penukaran baterai. Hal ini dikarenakan ojek *online* melakukan mobilitas yang lebih banyak dibandingkan transportasi ringan milik pribadi yang secara umum titik tujuan perjalanannya relatif sedikit. Oleh karena itu, kebutuhan mobilitas tinggi akan memerlukan titik-titik pengisian daya yang cepat.

PILIHAN KEBIJAKAN

Di Indonesia, sudah terdapat kebijakan untuk mendorong elektrifikasi kendaraan yaitu Peraturan Presiden No.55/2019. Peraturan ini memiliki peraturan-peraturan turunan yang bertujuan memberikan dukungan baik dalam bentuk fiskal maupun non fiskal untuk mendorong elektrifikasi kendaraan di Indonesia. Salah satu peraturan turunan adalah Peraturan Menteri ESDM No.13 tahun 2020. Peraturan ini memberikan kejelasan regulasi dalam hal standarisasi *socket* dan baterai, insentif, izin usaha, serta model bisnis infrastruktur pengisian daya umum dan penukaran baterai. Lebih lanjut, pada tahun 2022 Kementerian Perindustrian telah menyusun standar baterai yang sama untuk digunakan pada suatu kendaraan listrik di seluruh Indonesia.

Namun, untuk mempercepat difusi dan penyebaran kendaraan listrik, pola penyediaan infrastruktur secara *node serving* perlu dilakukan. Tantangannya, model *node serving* memerlukan investasi di cakupan wilayah yang luas. Berbeda dengan pola pemasangan infrastruktur secara *flow capturing* yang secara alamiah akan terjadi dengan sendirinya, karena pola tersebut lebih menguntungkan secara bisnis dengan menangkap aliran kendaraan. Oleh karena itu, untuk mendukung pola *node serving*, diperlukan insentif yang mendorong pengembangan infrastruktur di lokasi-lokasi yang dapat menurunkan *range anxiety* pengguna kendaraan listrik. Dalam hal ini, Indonesia dapat meniru pola India yang mengembangkan kebijakan khusus di setiap wilayah untuk mendorong peningkatan infrastruktur pengisian daya atau penukaran baterai sesuai kebutuhan dan tantangan di masing-masing wilayah.

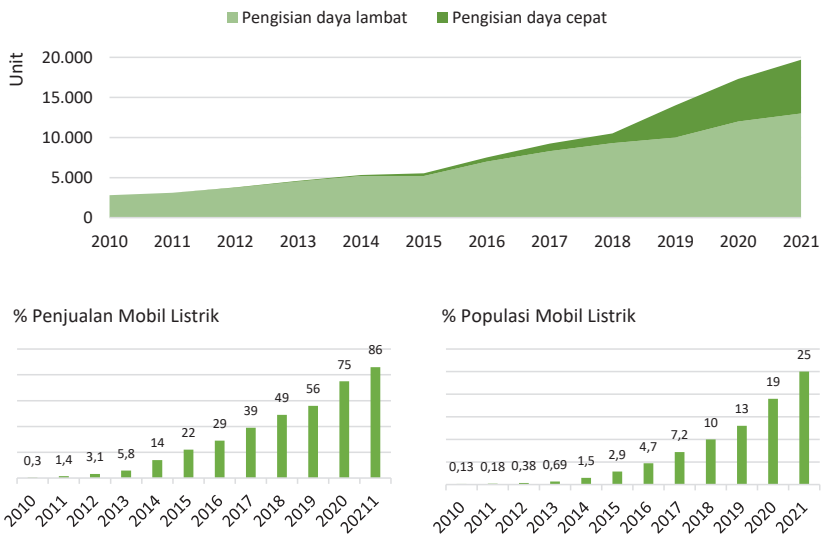


BENCHMARKING

Analisis *benchmarking* diperlukan untuk melihat perkembangan investasi infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai, dorongan kebijakan, dan dampaknya terkait adopsi dan difusi kendaraan listrik di negara lain. Beberapa negara yang menjadi benchmark adalah Norwegia dan AS, sebagai benchmark negara dengan dominasi roda 4, serta Tiongkok dan India yang juga memiliki penjualan roda 2 dan 3. Semua negara tersebut adalah anggota *Electric Vehicle Initiatives (EVI)* yang dianggap

mewakili perkembangan kendaraan listrik terbaik dalam beberapa tahun terakhir. Berikut adalah analisis faktor-faktor yang mendukung adopsi dan difusi di setiap negara.

- 1 Norwegia:
 - a Berikut adalah tren pertumbuhan pengisian daya umum, porsi penjualan dan populasi mobil listrik di Norwegia:



(Sumber: IEA, 2022 - diolah)

Gambar 9. Tren Norwegia

- b Norwegia saat ini telah menembus porsi penjualan mobil listrik 86% dengan populasi mobil listrik 25%.
- c Berdasarkan data penelitian dari 2009-2019 oleh Schulz & Rode (2022), terdapat korelasi antara peningkatan jumlah infrastruktur pengisian daya publik di setiap wilayah dan difusi kendaraan listrik di Norwegia. Namun, ini juga didorong oleh infrastruktur pengisian daya rumahan.
- d Norwegia termasuk negara dengan jumlah infrastruktur pengisian daya rumahan tertinggi di dunia (Schulz & Rode, 2022). Berdasarkan IEA (2022), masyarakat Norwegia mengandalkan pengisian daya rumahan karena terdapat tingkat kepemilikan garasi pribadi yang tinggi di tingkat rumah tangganya.

e Berikut adalah kebijakan yang dilakukan Pemerintah Norwegia untuk mendorong infrastruktur pengisian daya:

- Pemerintah memberikan insentif keuangan untuk pemasangan stasiun pengisian daya, baik bagi entitas bisnis maupun masyarakat. Besaran hibah untuk perumahan sekitar 20-50% dari biaya pemasangan infrastruktur pengisian daya.
- Pemerintah menentukan target jumlah infrastruktur pengisian daya publik, dan mewajibkan pemasangan infrastruktur pengisian daya publik di bangunan baru dan fasilitas parkir. Pemasangan infrastruktur juga dilakukan pada setiap jalan utama di Norwegia, dengan setiap jarak 48 km terdapat stasiun pengisian cepat, dan lebih dari 4,000 mobil dapat mengisi daya secara bersamaan.
- Pemerintah melakukan investasi di bidang penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan teknologi kendaraan listrik dan infrastruktur pengisian daya.
- Pemerintah memberikan pembebasan dan pengurangan pajak dan biaya bagi pemilik kendaraan listrik, seperti misalnya pengurangan

biaya parkir dan jalan tol, pembebasan PPN, atau pembebasan penggunaan lajur bis umum.

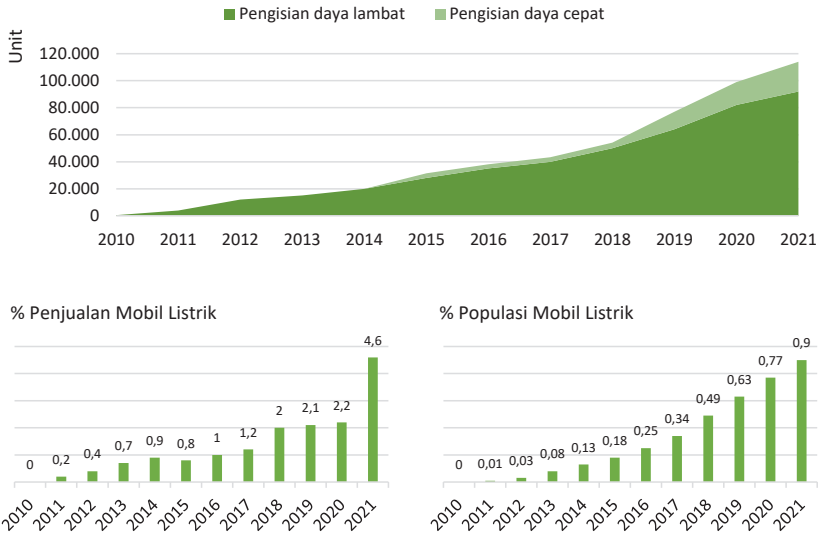
- Pemerintah Norwegia meningkatkan bauran energi terbarukan dalam sistem pembangkit hingga 99% (angin, surya, dan tenaga air). Sehingga, kendaraan listrik di Norwegia benar-benar rendah emisi.

f Dengan meningkatnya harga kendaraan listrik dan semakin tingginya jumlah kendaraan listrik di Norwegia, pemerintah Norwegia akan mulai mengurangi insentif untuk kendaraan listrik dan mendorong penggunaan transportasi publik, berjalan, serta bersepeda. Beberapa contoh kebijakan yang diubah adalah diterapkannya PPN 25% untuk kendaraan listrik dengan harga di atas USD51,700, dan pajak atas berat kendaraan sebesar USD1.1/kg untuk berat kendaraan listrik setelah 500 kg. Selain itu, berbagai kebijakan lain terkait diskon jalan tol juga mulai akan dikurangi.

2 Amerika Serikat (AS)

a Berikut adalah tren pertumbuhan pengisian daya umum, porsi penjualan dan populasi mobil listrik di AS:





(Sumber: IEA, 2022 - diolah)

Gambar 10. Tren AS

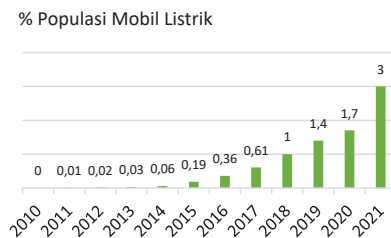
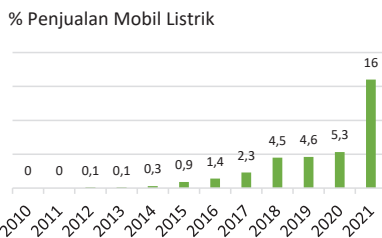
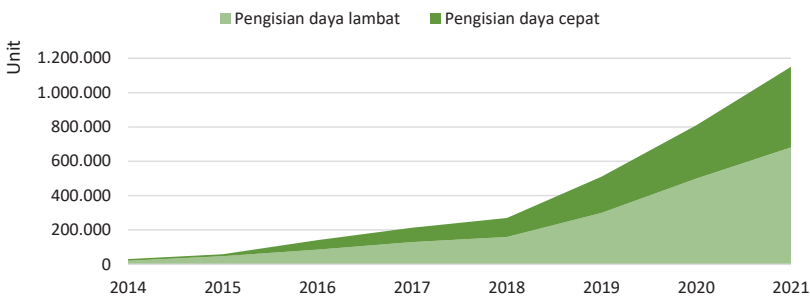
- b** Porsi penjualan mobil listrik di AS mengalami lonjakan walaupun masih berkisar 4.6%, dengan populasi baru mencapai 0.9%. Jumlah infrastruktur pengisian daya juga masih jauh jika dibandingkan Tiongkok atau Norwegia.
- c** Sama seperti Norwegia yang tingkat rumah tangganya memiliki garasi pribadi berstandar internasional, pemilik kendaraan listrik di AS mengandalkan infrastruktur pengisian daya rumahan (IEA, 2022). Namun, dengan tren peningkatan kendaraan listrik, jumlah pengisian daya publik di AS juga mengalami peningkatan seperti yang terlihat dalam gambar 10.
- d** Perkembangan kendaraan listrik di AS didorong oleh kebijakan pusat dan federal, termasuk juga investasi sektor swasta. Berikut adalah beberapa contoh kebijakan dan program yang mendorong perkembangan infrastruktur pengisian daya di AS:
- e** Berikut adalah kebijakan yang dilakukan Pemerintah AS untuk mendorong infrastruktur pengisian daya:
 - Pemerintah federal memberikan kredit pajak hingga USD7,500 untuk pembelian kendaraan listrik baru, yang dapat digunakan untuk meng-offset biaya kendaraan atau infrastruktur pengisian daya.
 - Insentif pemerintah pusat untuk pemasangan infrastruktur pengisian daya dalam bentuk hibah, kredit pajak, dan potongan harga.
 - Kebijakan *Alternative Fuel Infrastructure Tax Credit*, yang mana pemerintah federal memberikan kredit pajak 30% untuk pemasangan infrastruktur pengisian daya, maksimum USD30,000 per stasiun pengisian daya.

- Investasi penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan teknologi baterai kendaraan listrik dan infrastruktur pengisian daya melalui lembaga seperti Advanced Research Projects Agency – Energy (ARPA – E).
- Pemerintah dan perusahaan milik negara memasang infrastruktur pengisian daya di fasilitasnya.
- The Department of Energy

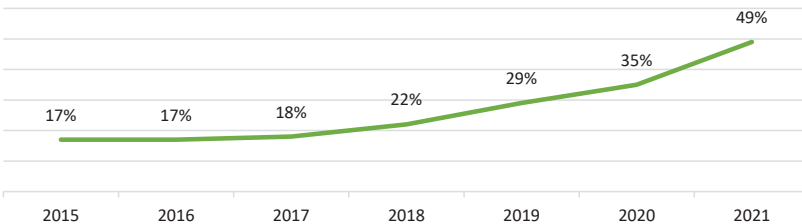
(DOE) menetapkan koridor pemasangan infrastruktur pengisian daya setiap 80 km, dan memberikan hibah ke perusahaan untuk memasang infrastruktur pengisian daya bagi karyawannya.

3 Tiengkong

- a Berikut adalah tren pertumbuhan pengisian daya umum, porsi penjualan dan populasi mobil listrik, dan porsi penjualan roda 2 dan 3 listrik di Tiengkong:



Populasi Roda 2 & 3 Listrik



(Sumber: IEA, 2022 - diolah)

Gambar 11. Tren Tiengkong

- b) Tiongkok merupakan negara dengan percepatan elektrifikasi kendaraan tertinggi di dunia. Jumlah pengisian daya umum sudah menembus 1.2 juta unit pada tahun 2021 dan 1.8 juta unit pada tahun 2022 (BloombergNEF, 2022). Porsi penjualan mobil listrik telah menembus 16% dengan populasi mobil listrik mencapai 3%. Sementara untuk kendaraan listrik roda 2 dan 3, porsi pencapaiannya sudah menembus 49%, tertinggi di seluruh dunia.
- c) Perkembangan infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai di Tiongkok didukung oleh berbagai kebijakan pemerintah sebagai berikut:
- Pemerintah menetapkan target pemasangan infrastruktur pengisian daya umum untuk 20 juta kendaraan listrik pada tahun 2025. Pemerintah juga mewajibkan bangunan baru dan fasilitas parkir untuk memasang infrastruktur pengisian daya.
 - Pemerintah Tiongkok mendanai investasi penelitian dan pengembangan untuk meningkatkan teknologi baterai, infrastruktur pengisian daya, dan sistem penukaran baterai. Pemerintah daerah didorong untuk memiliki proyek pengembangannya sendiri. Penelitian dan pengembangan penukaran baterai terutama ditujukan untuk kendaraan angkutan berat dan roda 4.
 - Pemerintah juga memasang infrastruktur pengisian daya di fasilitas pemerintahan.
 - Pemerintah menetapkan standar nasional peralatan pengisian daya untuk keperluan keamanan dan kesesuaian dengan kendaraan.
 - Standar ini diterapkan untuk seluruh *brand* kendaraan termasuk Tesla, yang menyebabkan Tesla harus menyesuaikan sistem pengisian dayanya dengan standar Tiongkok. Saat ini, pengguna kendaraan listrik dapat mengisi daya di *outlet* manapun, dan pembayarannya tidak memerlukan kartu khusus atau langganan khusus, cukup menggunakan sistem pembayaran umum berbasis *QR Code*.
 - Pemerintah mendorong sektor swasta untuk berinvestasi dalam infrastruktur pengisian daya dengan memberikan subsidi, pembebasan pajak, dan insentif lainnya.
 - Berbeda dengan Norwegia dan AS, masyarakat Tiongkok mengandalkan infrastruktur pengisian daya umum daripada rumahan. Selain itu, masyarakat Tiongkok relatif jarang mengemudi jarak jauh karena luasnya jaringan kereta cepat di Tiongkok. Waktu tempuh kereta dapat mencapai setengah dari perjalanan dengan mobil. Oleh karena itu, jaringan pengisian daya umum relatif padat di kota-kota besar, mengikuti pola mobilitas masyarakat Tiongkok.
 - Infrastruktur pengisian daya umum yang memiliki beberapa kelemahan seperti waktu tunggu, telah menyebabkan beberapa perusahaan masuk ke dalam bisnis penukaran dan penyewaan baterai. Seperti misalnya NIO yang menyediakan fasilitas "*battery as a service*", dengan 60% pengguna NIO menyewa baterai dengan biaya USD150 per bulan.

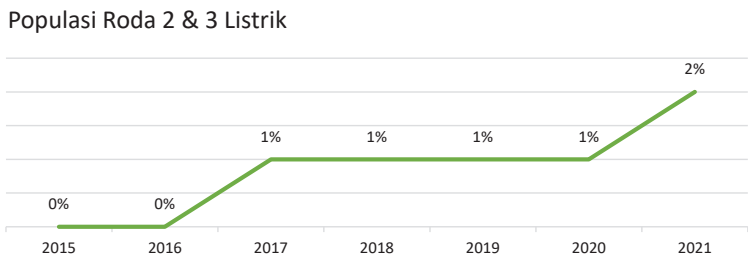
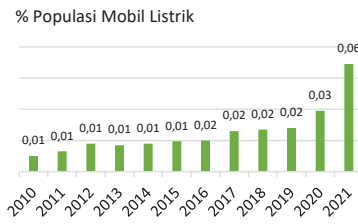
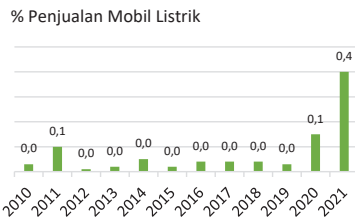
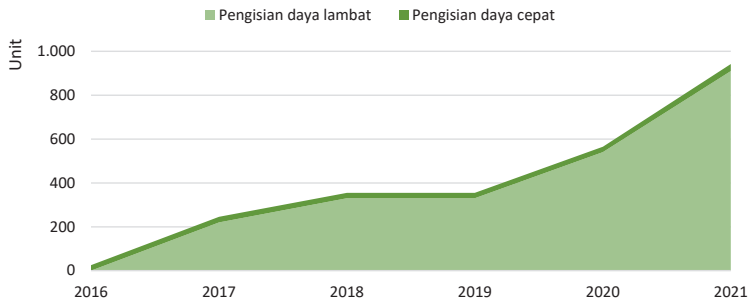
- Sistem ini juga memiliki keterbatasan karena cakupan jasa hanya berada wilayah-wilayah yang mengenal *brand* NIO.
- Sistem penukaran baterai di Tiongkok menggunakan sistem manual (terutama untuk roda 2, serta semi-robotik dan robotik penuh (terutama untuk roda 4, dan angkutan berat seperti bus dan truk). Namun, kendala terbesar dalam penukaran baterai adalah standarisasi baterai. Berbeda dengan standarisasi *plug charger*, perusahaan kendaraan listrik biasanya

menguasai desain dan teknologi baterainya masing-masing, sehingga sulit untuk dilakukan standarisasi baterai.

- d) Saat ini pemerintah Tiongkok sudah mengurangi subsidi dan insentif, namun penjualan kendaraan listrik tetap mengalami peningkatan.

4 India:

- a) Berikut adalah tren pertumbuhan pengisian daya umum, porsi penjualan dan populasi mobil listrik, dan porsi penjualan roda 2 dan 3 listrik di India:

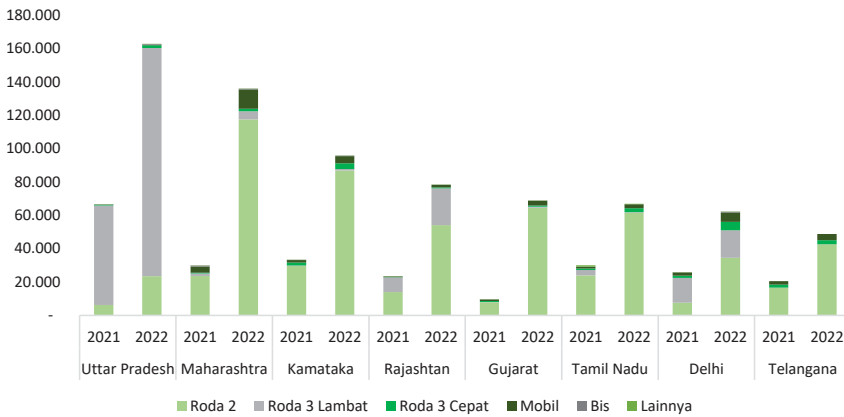


(Sumber: IEA, 2022 - diolah)

Gambar 12. Tren India

b Berdasarkan data dari evreporter, populasi kendaraan listrik berdasarkan jumlah registrasi telah mengalami peningkatan signifikan pada tahun 2022. Peningkatan populasi kendaraan listrik didominasi oleh kendaraan roda 2 dan diikuti roda 3 (*rickshaw*) yang mendominasi wilayah Uttar Pradesh. Uttar Pradesh merupakan negara bagian terpadat dengan jumlah penduduk terbesar di India. Kota ini memiliki berbagai jaringan

transportasi umum dan jaringan jalan raya terbesar di India. *Rickshaw* listrik menjadi diminati karena biaya energi lebih murah dari BBM, tarif untuk penumpang lebih murah, lebih tidak berpolusi, terdapat *rickshaw* yang dilengkapi panel surya sehingga dapat mengisi daya di jalan, dan menjadi moda perpindahan jarak pendek (rumah ke stasiun, stasiun ke kantor) yang diminati masyarakat (Saxena, 2019).



(Sumber: EvReporter - diolah)

Gambar 13. Tren India per Wilayah per Jenis

c Perkembangan infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai di India didukung oleh berbagai kebijakan pemerintah sebagai berikut:

- Pemerintah memberikan insentif bagi swasta maupun individu dalam pemasangan infrastruktur pengisian daya. Selain itu juga membuat model bagi hasil penggunaan lahan untuk infrastruktur pengisian daya.
- Pemerintah berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi baterai dan infrastruktur pengisian daya. Selain itu juga mendorong industri kendaraan listrik di India dengan memberikan insentif bagi industri nasional.
- Pemerintah memasang infrastruktur pengisian daya di fasilitas pemerintahan.

- Pemerintah menyiapkan kebijakan penukaran baterai untuk menyiapkan model bisnis “*battery as a service*”, yang beberapa diantaranya berisi persyaratan teknis dan operasional, keamanan dan kinerja, standar dan sertifikasi komponen baterai, serta tarif listrik untuk penukaran baterai publik .
- Pemerintah menetapkan target pemasangan infrastruktur pengisian daya setiap 40-60 km sepanjang jalan raya nasional, mencakup 35,000-40,000 km jalan raya pada 2023.
- Pemerintah memberikan fasilitas pajak seperti insentif pajak pembelian, kredit pajak, dan pajak penghasilan melalui PPN *leasing*, fasilitas pengurangan biaya tol dan parkir, serta pengurangan tarif pajak barang dan jasa untuk kendaraan listrik sebesar 5-12%.
- Skema FAME (*Faster Adoption and Manufacturing of Hybrid & Electric Vehicles*). Skema ini mendorong pengembangan infrastruktur pengisian daya dan industri kendaraan listrik di India. Skema FAME II akan dijalankan untuk periode 2022-2024, yang salah satunya berisi peningkatan insentif sebesar 50% untuk pembelian kendaraan listrik roda 2, yaitu dari 20% menjadi 40% dari harga beli kendaraan. Pemerintah juga meningkatkan pengadaan 300,000 kendaraan listrik roda 3.

KESIMPULAN DAN PENUTUP

Infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai mulai menjadi megatren mengikuti perkembangan megatren kendaraan listrik. Namun, dalam kondisi saat ini infrastruktur pengisian daya memiliki landasan megatren yang lebih kuat dibandingkan penukaran baterai secara global. Hal ini disebabkan faktor perkembangan teknologi pengisian daya seperti ultra cepat dan nirkabel, penurunan biaya infrastruktur, serta kemudahan standarisasi *plug charger* untuk seluruh *brand* kendaraan. Walaupun, beberapa negara seperti Tiongkok dan India, serta perusahaan seperti NIO, Geely, Aulton, dan Sinopec, cenderung mengembangkan infrastruktur penukaran baterai. Infrastruktur penukaran baterai di India sangat bermanfaat untuk transportasi umum seperti bis dan *rickshaw* karena waktu pengisian yang lebih cepat, dan lebih mudah dilakukan untuk roda 2. Secara umum, sistem penukaran baterai dapat menurunkan biaya kepemilikan

kendaraan listrik dan risiko teknologi bagi pemilik kendaraan listrik jika diterapkan dengan pola “*battery as a service*”.

Berdasarkan data *benchmarking* di 4 negara, infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai merupakan salah satu faktor utama dalam difusi dan penyebaran kendaraan listrik. Selanjutnya, kebijakan pemerintah merupakan faktor utama pendorong peningkatan infrastruktur pengisian daya. Beberapa negara seperti Norwegia dan Tiongkok mengeluarkan dukungan insentif fiskal dan non fiskal yang sangat besar untuk mendukung pertumbuhan kendaraan listrik. Setelah mencapai tingkat pertumbuhan kendaraan listrik yang tinggi, kedua negara tersebut saat ini mulai mengurangi insentif untuk kendaraan listrik. Terutama Norwegia, pemerintah mulai berfokus pada pemanfaatan transportasi publik, bersepeda, dan berjalan.

Selanjutnya, untuk mendorong penyebaran kendaraan listrik, pola pembangunan infrastruktur yang diperlukan adalah *node serving*. Berdasarkan pengembangan kebijakan, India dan Norwegia menerapkan pola pengembangan infrastruktur secara *node serving*, sementara Tiongkok menggunakan pola *flow capturing*, yang masih berfokus pada kota-kota besar. Hal ini terutama karena transportasi publik di Tiongkok tersedia dengan baik dan lebih cepat untuk perjalanan jarak jauh. Meskipun saat ini pemerintah Tiongkok mulai mendorong pembangunan secara *node serving* untuk mencapai target elektrifikasi kendaraan. Selain itu, standarisasi *plug charger* yang memberikan kemudahan penggunaan dan

kemudahan pembayaran bagi masyarakat dapat mendorong pemanfaatan infrastruktur oleh masyarakat. Terakhir, infrastruktur penukaran baterai diminati di Tiongkok dan India dibandingkan Norwegia dan AS. Sementara itu, di Norwegia dan AS, pengisian daya umum dan infrastruktur pengisian daya rumahan lebih diminati masyarakat. Hal ini menunjukkan bahwa megatren infrastruktur pengisian daya dan penukaran baterai sangat bergantung pada wilayah dan perilaku masyarakat di wilayah tersebut. Oleh karena itu, pemetaan pola mobilitas masyarakat, perilaku, dan preferensi masyarakat sangat diperlukan dalam penyusunan kebijakan dan pengembangan infrastruktur pendukung kendaraan listrik.

REFERENSI

- Ahmad, F., Iqbal, A., Ashraf, I., & Marzband, M. (2022). *Optimal location of electric vehicle charging station and its impact on distribution network: A review*. *Energy Reports*, 8, 2314-2333.
- Ahmad, F., Saad Alam, M., Saad Alsaidan, I., & Shariff, S. M. (2020). *Battery swapping station for electric vehicles: opportunities and challenges*. *IET Smart Grid*, 3(3), 280-286.
- Amjad, M., Farooq-i-Azam, M., Ni, Q., Dong, M., & Ansari, E. A. (2022). *Wireless charging systems for electric vehicles*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 167, 112730.
- BPPT. (2020). *Penguatan Ekonomi Berkelanjutan Melalui Penerapan Kendaraan Berbasis Listrik*. Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Retrieved January 24, 2023.
- BloombergNEF (2022), *Interactive-datasets*.
- Chen, Y. S., & Chou, H. M. (2020). *How can the automobile industry implement a circular economy?*. In *Innovation in Design, Communication and Engineering* (pp. 75-80). CRC Press.
- Daina, N., Sivakumar, A., & Polak, J. W. (2017). *Modelling electric vehicles use: a survey on the methods*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 447-460.
- Deloitte. (2023). *2023 Global Automotive Consumer Study*. In *Deloitte Perspectives*. Retrieved January 23, 2023, from <https://www.deloitte.com/content/dam/assets-shared/legacy/docs/industry/consumer/2022/gx-2023-global-automotive-consumer-study.pdf>

REFERENSI

- Docimo, D. J., & Alleyne, A. G. (2018, August). *Electro-thermal graph-based modeling for hierarchical control with application to an electric vehicle*. In 2018 IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA) (pp. 812-819). IEEE.
- Doleski, O. D., Kaiser, T., Metzger, M., Niessen, S., & Thiem, S. (2022). *Facets of Decarbonization*. In Digital Decarbonization (pp. 21-62). Springer Vieweg, Wiesbaden.
- Funke, S. Á., Sprei, F., Gnann, T., & Plötz, P. (2019). *How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison*. Transportation research part D: transport and environment, 77, 224-242.
- Galigekere, V. P., Pries, J., Onar, O. C., Su, G. J., Anwar, S., Wiles, R., ... & Wilkins, J. (2018, September). *Design and implementation of an optimized 100 kW stationary wireless charging system for EV battery recharging*. In 2018 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) (pp. 3587-3592). IEEE.
- Globisch, J., Plötz, P., Dütschke, E., & Wietschel, M. (2019). *Consumer preferences for public charging infrastructure for electric vehicles*. Transport Policy, 81, 54-63.
- Gönül, Ö., Duman, A. C., & Güler, Ö. (2021). *Electric vehicles and charging infrastructure in Turkey: An overview*. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 143, 110913.
- Greene, D. L., Kontou, E., Borlaug, B., Brooker, A., & Muratori, M. (2020). *Public charging infrastructure for plug-in electric vehicles: What is it worth?*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 78, 102182.
- Hardman, S., Jenn, A., Tal, G., Aksen, J., Beard, G., Daina, N., ... & Witkamp, B. (2018). *A review of consumer preferences of and interactions with electric vehicle charging infrastructure*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 62, 508-523.
- Heymann, F., Milojevic, T., Covatariu, A., & Verma, P. (2023). *Digitalization in decarbonizing electricity systems—Phenomena, regional aspects, stakeholders, use cases, challenges and policy options*. Energy, 262, 125521.
- IEA (2021), *Charging points per EV and kW per electric LDV in selected countries, 2021*, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/charging-points-per-ev-and-kw-per-electric-ldv-in-selected-countries-2021>, IEA. Licence: CC BY 4.0

REFERENSI

- IEA (2022), *Global EV Outlook 2022*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2022>, License: CC BY 4.0
- Jeflea, F. V., Danculescu, D., Sitnikov, C. S., Filipeanu, D., Park, J. O., & Tugui, A. (2022). *Societal Technological Megatrends: A Bibliometric Analysis from 1982 to 2021*. *Sustainability*, 14(3), 1543.
- Machura, P., & Li, Q. (2019). *A critical review on wireless charging for electric vehicles*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 104, 209-234.
- Metais, M. O., Jouini, O., Perez, Y., Berrada, J., & Suomalainen, E. (2022). *Too much or not enough? Planning electric vehicle charging infrastructure: A review of modeling options*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111719.
- Motoaki, Y. (2019). *Location-allocation of electric vehicle fast chargers—research and practice*. *World Electric Vehicle Journal*, 10(1), 12.
- Naisbitt, J. *Megatrends: Ten New Directions Transforming Our Lives*; Warner Books: New York, NY, USA, 1982
- Revankar, S. R., & Kalkhambkar, V. N. (2021). *Grid integration of battery swapping station: A review*. *Journal of Energy Storage*, 41, 102937.
- Saxena, S. N. (2019). *Revolution in growth of three-wheeler electric vehicles in India Providing job opportunities to semi-skilled and unskilled people*. *Journal of Global Tourism Research*, 4(2), 117-126.
- Schulz, F., & Rode, J. (2022). *Public charging infrastructure and electric vehicles in Norway*. *Energy Policy*, 160, 112660.
- Stahl, K. (2022). *Foreword “Best of Gears 2022”*. *Forschung im Ingenieurwesen*, 86(3), 249-249.
- Vallera, A. M., Nunes, P. M., & Brito, M. C. (2021). *Why we need battery swapping technology*. *Energy Policy*, 157, 112481.
- Wang, Y. Y., Chi, Y. Y., Xu, J. H., & Li, J. L. (2021). *Consumer Preferences for Electric Vehicle Charging Infrastructure Based on the Text Mining Method*. *Energies*, 14(15), 4598.
- Wang, L., Qin, Z., Slangen, T., Bauer, P., & van Wijk, T. (2021). *Grid impact of electric vehicle fast charging stations: Trends, standards, issues and mitigation measures—an overview*. *IEEE Open Journal of Power Electronics*, 2, 56-74.
- Wang, Y., Chi, Y., Xu, J. H., & Yuan, Y. (2022). *Consumers’ attitudes and their effects on electric vehicle sales and charging infrastructure construction: An empirical study in China*. *Energy Policy*, 165, 112983

REFERENSI

- <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/tren-kendaraan-listrik-ke-depan-telah-disiapkan-sejak-dini>
- <https://www.jdpower.com/business/press-releases/2021-us-electric-vehicle-experience-evx-home-charging-study>
- <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/inside-chinas-electric-drive-swappable-car-batteries-2022-03-24/>
- <https://www.nissan-global.com/EN/INNOVATION/TECHNOLOGY/ARCHIVE/WCS/>
- <https://www.euronews.com/next/2022/06/24/wireless-charging-roads-for-electric-cars-ev-technology-is-here-fiat-stellantis>
- <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/hyundai-motor-group-unveils-innovative-electric-vehicle-charging-and-automated-parking-systems-concept.html>
- <https://www.businessinsider.com/6-startups-leading-the-wireless-electric-car-charging-industry-2022-1#hevo-3>
- <https://auto.economictimes.indiatimes.com/news/industry/two-minute-battery-changes-propel-indias-shift-to-e-scooters/90343448>
- <https://www.reuters.com/world/india/india-plans-new-battery-swap-policy-electric-scooters-rickshaws-2022-04-22/>
- <https://bisnis.tempo.co/read/1655137/kemenperin-masih-godok-standarisasi-baterai-sepeda-motor-listrik>
- <https://electrek.co/2022/05/17/norway-rolls-back-ev-incentives-while-boosting-walking-and-cycling/>
- <https://www.wired.com/story/china-ev-infrastructure-charging/#:~:text=China%20has%20set%20a%20goal,more%20than%2020%20million%20cars.>
- <https://evreporter.com/india-ev-sales-jan-2022-to-dec-2022/#:~:text=Total%20EV%20sales%20in%20India,43%25%20in%20the%20previous%20year.>
- https://www.niti.gov.in/sites/default/files/2022-04/20220420_Battery_Swapping_Policy_Draft.pdf
- https://fame2.heavyindustries.gov.in/content/english/11_1_PolicyDocument.aspx



PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA UNTUK MENDUKUNG TRANSISI ENERGI

Robi Kurniawan – Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

ABSTRAK

Terkait sumber daya manusia, transisi energi akan menghadirkan kesempatan sekaligus tantangan. Sektor energi berkontribusi terhadap penyerapan signifikan lapangan pekerjaan dari sisi hulu/suplai energi, ketenagalistrikan, hingga di sisi hilir/demand dengan kualifikasi *high skilled* lebih besar dibanding sektor lain. Transisi energi berimbas pada pergeseran kebutuhan dan keahlian pekerjaan. Subsektor batubara dan migas berpotensi mengalami penurunan penyerapan tenaga kerja, sementara sektor ketenagalistrikan, energi terbarukan, dan efisiensi energi mengalami kenaikan secara drastis. Dari sisi kompetensi, transisi energi memerlukan dukungan pada setiap siklusnya, mulai dari *research and development* hingga *decommissioning*. Di sektor ketenagalistrikan misalnya, kompetensi utama tersebut antara lain *project development*, perencanaan dan desain sistem, konstruksi, pengujian dan *commissioning*, serta operasi dan *maintenance*. Sejumlah tantangan pengembangan SDM antara lain *skill gap* karena adanya pergeseran kebutuhan lapangan pekerjaan, dari yang semula berbasis fosil beralih ke energi bersih dan terbatasnya SDM terkait transisi energi. Dukungan pengembangan keahlian dapat dilakukan dengan mengidentifikasi *skill gap*, dukungan kebijakan, pendidikan, kelembagaan, peningkatan kesadaran, serta pengembangan demand untuk keahlian terkait transisi energi.

Kata kunci: pengembangan sumber daya manusia; kompetensi transisi energi; lapangan pekerjaan; peluang dan tantangan transisi energi; pengembangan keahlian

PENDAHULUAN

“Transisi energi akan mengubah banyak hal, perubahan pekerjaan, skenario pembangunan, orientasi bisnis dan lainnya. Karena itu, dibutuhkan strategi dan mekanisme yang tepat untuk mengidentifikasi tantangan saat ini dan tantangan di masa ke depan, agar transisi energi rendah karbon yang adil dan merata dapat terlaksana dengan baik.”

Statement yang disampaikan oleh Presiden Joko Widodo dalam pidato kunci pada *S20 High Level Policy Webinar on Just Energy Transition* tersebut menekankan pentingnya aspek penyiapan sumber daya manusia (SDM) untuk mendukung transisi energi. Indonesia memiliki komitmen besar dalam pengurangan emisi demi mencapai *Net-Zero Emission* (NZE) di tahun 2060 atau lebih cepat lagi. Komitmen tersebut diselaraskan dengan memperhatikan keseimbangan antara

pengurangan emisi, pertumbuhan ekonomi, keadilan dan pembangunan ketahanan iklim. Hal tersebut dibangun dari empat pilar utama, yaitu pelaksanaan langkah-langkah efisiensi energi, penggunaan listrik (yang telah dekarbonisasi) di sektor transportasi dan bangunan, peralihan bahan bakar dari batubara ke gas dan energi terbarukan di industri, dan peningkatan energi baru dan terbarukan di pembangkit listrik, transportasi dan industri. Transisi energi bukan hanya tentang perubahan pemanfaatan dan penggunaan bahan bakar fosil ke energi terbarukan, tetapi menyangkut aspek yang sangat kompleks, mulai dari ilmu pengetahuan dan teknologi hingga aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan. Selain itu, sumber daya manusia juga menjadi faktor penting dalam mencapai target tersebut.

Terkait sumber daya manusia, transisi energi akan menghadirkan kesempatan sekaligus tantangan. Di satu sisi, transisi energi dapat menciptakan lapangan pekerjaan baru seiring dengan penambahan dan peralihan suplai dan *demand* energi. Dengan jumlah investasi yang sama, investasi pada energi terbarukan dan efisiensi energi akan menghasilkan lapangan pekerjaan lebih banyak, 7.5 dan 7.7 pekerjaan penuh waktu, dibandingkan investasi pada bidang *fossil fuel* yang hanya akan menciptakan 2.6 pekerjaan penuh waktu (Garrett-Peltier, 2017).

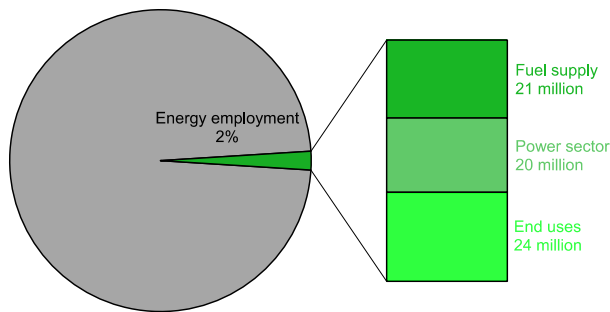
Di sisi lain, perlu ada peningkatan kompetensi untuk memenuhi kebutuhan transisi energi (KESDM, 2022b). Selain itu, peralihan ini juga berimplikasi pada sektor energi berbasis fosil seperti batubara (IESR, 2022). Dengan latar belakang tersebut, artikel ini akan mengulas pengembangan sumber daya manusia untuk mendukung transisi energi, baik dari lingkup global maupun Indonesia. Rekomendasi global dan implementasi pengembangan SDM yang telah dilakukan juga dibahas sebagai *lesson learned* untuk mendukung transisi energi.

PEMBAHASAN

Shifting lapangan pekerjaan di sektor energi pada lingkup global

Secara global, sektor energi diperkirakan menyerap 2% (65 juta orang) dari total tenaga kerja (IEA, 2022b). Dari jumlah tersebut, 21 juta bekerja di sektor suplai (minyak, gas, batubara, dan bioenergi), 20 juta di sisi ketenagalistrikan (pembangkit, transmisi, dan distribusi),

dan 24 juta diantaranya dikontribusikan dari sisi *end use*, termasuk efisiensi energi di sektor industri dan bangunan gedung (Gambar 14). Dari total angka tersebut, *clean energy sector*, seperti *solar generation*, berkontribusi pada separuh lapangan pekerjaan yang tersedia.



(Sumber: IEA (2022b))

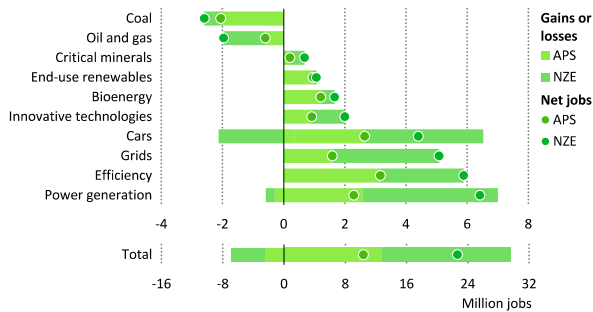
Gambar 14. Proporsi Lapangan Pekerjaan di Sektor Energi

Sektor energi memerlukan lebih banyak tenaga kerja dengan kualifikasi *high skilled*. Kajian yang dilakukan oleh IEA tersebut juga menunjukkan sektor energi menggunakan 45% *high skilled worker*, lebih tinggi dibandingkan agregat keseluruhan sektor

yang hanya 24%. Proporsi *high skilled worker* ini tentu akan lebih tinggi di beberapa area, seperti *research and development* untuk inovasi sektor energi yang akan memiliki peranan krusial untuk mencapai target *net-zero emission* yang telah ditentukan.

Terdapat *shifting* tenaga kerja yang signifikan sebagai akibat dari transisi energi (Gambar 15). Hal ini terefleksikan dari *exercise* dampak transisi energi terhadap *shifting* tenaga kerja dengan dua skenario, *Announced Pledges Scenario* (APS) dan *Net-Zero Emissions 2050* sebagaimana dilaporkan pada *World Energy Outlook 2021* (IEA, 2021). Dari dua skenario tersebut, subsektor batubara dan migas mengalami

penurunan penyerapan tenaga kerja. Di subsektor lain, seperti energi terbarukan, efisiensi energi dan sektor pembangkitan mengalami kenaikan secara drastis. Secara global, diperkirakan ada penambahan 13 juta tenaga kerja baru yang akan terserap karena transisi energi pada skenario APS. Dengan skenario NZE, angka tersebut mengalami kenaikan dua kali lipatnya.

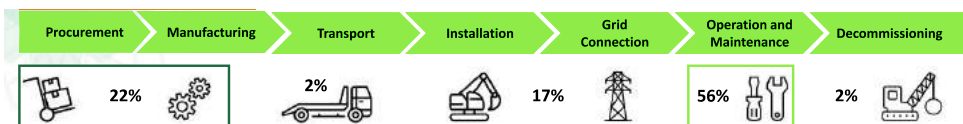


(Sumber: IEA, (2021))

Gambar 15. Shifting Tenaga Kerja Akibat Transisi Energi

Sebagai salah satu pilar transisi energi, pembangkitan energi terbarukan seperti solar PV akan banyak menyerap tenaga kerja baru. Proporsi ketenagakerjaan pada bidang energi terbarukan, solar PV dapat dikelompokkan berdasarkan prosesnya (Gambar 16). Proses tersebut meliputi *procurement*, *manufacturing*, instalasi dan koneksi ke jaringan, operasi dan pemeliharaan, hingga *decommissioning* (IRENA, 2019). Pada studi kasus solar PV skala 50 MW tersebut,

operasi/perawatan berkontribusi terhadap 56% penyerapan tenaga kerja, diikuti dengan *procurement-manufacturing* (22%). Pada proses *procurement-manufacturing*, proporsi penyerapan tenaga kerja disumbangkan dari pekerja pabrik (64%), diikuti dengan formasi *engineer* (12%). Pada proses operasi/perawatan, pekerja kontruksi berkontribusi terhadap 48 % penyerapan tenaga kerja, diikuti dengan *safety expert* (19%) dan *engineer* (15%).



(Sumber: IRENA, (2019))

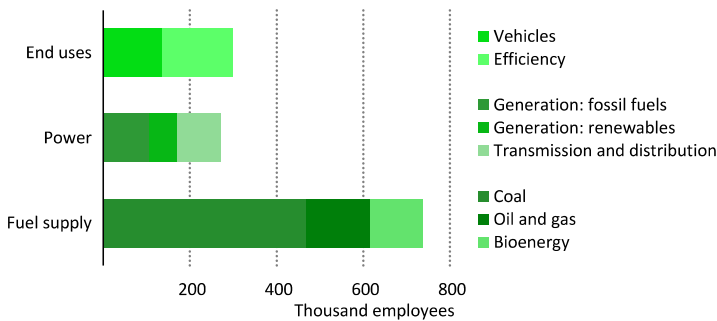
Gambar 16. Proporsi Ketenagakerjaan Pada Bidang Energi Terbarukan: Solar PV Skala 50 MW

Shifting lapangan pekerjaan di sektor energi pada lingkup Indonesia

Menurut ILO (2022), komposisi tenaga kerja Indonesia dengan kualifikasi *high skilled* hanya 10%. Menurut laporan tersebut, 70% tenaga kerja Indonesia memiliki kualifikasi medium, sedangkan 20% masih berada pada kualifikasi rendah. Masih tingginya proporsi tenaga dengan kualifikasi medium dan rendah tersebut menunjukkan pentingnya peningkatan kualitas sumber daya manusia di Indonesia.

Sektor energi berkontribusi besar terhadap penyerapan tenaga kerja di Indonesia. Menurut IEA, sekitar 1.3 juta orang, setara dengan 1% proporsi tenaga kerja, bekerja di sektor energi (IEA, 2022a). Pekerjaan di sektor

energi ini meliputi sisi hulu/suplai energi, ketenagalistrikan, hingga di sisi hilir/*demand* (Gambar 17). Diperkirakan, lebih dari 700 ribu orang bekerja di sisi hulu/suplai energi. Sektor batubara mendominasi penyerapan tenaga kerja pada sisi ini, lebih dari 400 ribu orang bekerja di bidang ini. Bidang minyak dan gas bumi diperkirakan menyerap tenaga kerja sejumlah 150 ribu orang. Sekitar 270 ribu orang bekerja pada sektor ketenagalistrikan. Pada sektor tersebut, sisi pembangkitan mendominasi penyerapan tenaga kerja. Pembangkit batubara diperkirakan menyerap 70 ribu orang tenaga kerja, sedangkan 65 ribu orang bekerja pada pembangkit berbasis energi terbarukan.



(Sumber: IEA, (2022a))

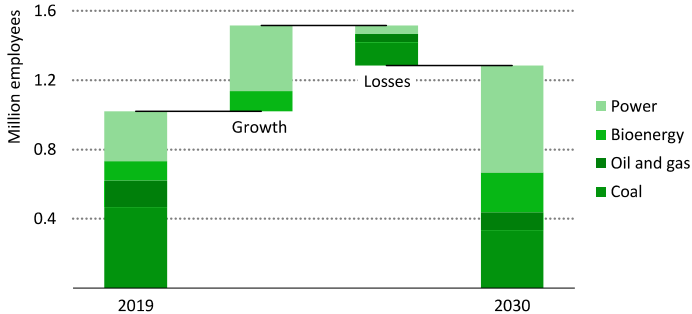
Gambar 17. Komposisi Pekerjaan Sektor Energi di Indonesia

Sektor pertambangan, khususnya batubara perlu mendapatkan perhatian. Di tahun 2020, diperkirakan ada sekitar 250 ribu orang yang bekerja secara langsung pada penambangan batubara. Selain karena melibatkan tenaga kerja yang masif, batubara juga salah satu komoditas yang diperkirakan akan terimbas karena transisi energi. Penurunan *demand* batubara dapat berdampak pada mata rantai batubara dari produksi, transportasi hingga sisi penggunaannya. Selain itu, di Indonesia produksi batubara terkonsentrasi di beberapa wilayah/provinsi saja. Batubara dihasilkan oleh beberapa provinsi

saja di Indonesia. Kajian yang dilakukan oleh IESR (2022) menyebutkan 95% produksi batubara nasional dikontribusikan dari beberapa provinsi yaitu: Kalimantan Timur (48%), Kalimantan Selatan (32%), Sumatra Selatan (9%), Kalimantan Utara (3%), dan Kalimantan Tengah (3%). Di beberapa provinsi tersebut, pertambangan batubara berkontribusi terhadap lebih dari 15% Produk Domestik Regional Bruto. Sektor pertambangan berkontribusi terhadap 11% penyerapan tenaga kerja di Kalimantan Timur dan 4% s.d 6% di provinsi lainnya.

Transisi energi diperkirakan akan berdampak signifikan terhadap perubahan komposisi tenaga kerja di sektor energi (Gambar 18). Ke depan, sektor ketenagalistrikan diperkirakan dapat menyerap lebih dari 500 ribu tenaga kerja baru.

Di sisi lain, pekerjaan di pertambangan batubara diperkirakan akan menurun. Meskipun demikian, kajian tersebut memperkirakan transisi energi di Indonesia akan menyerap lebih dari 250 ribu tenaga kerja baru.



(Sumber: IEA, (2022a))

Gambar 18. Perubahan Komposisi Bidang Tenaga Kerja Karena Transisi Energi

Transformasi ekonomi di beberapa wilayah yang saat ini masih bergantung pada batubara menjadi salah satu elemen penting untuk mewujudkan transisi energi yang berkeadilan. Berdasarkan pada pengalaman di berbagai negara, transformasi ini dapat dicapai dengan beberapa *enabling factor*. Faktor tersebut antara lain dukungan regulasi dan kebijakan untuk investasi serta dukungan terhadap sektor non batubara. Dukungan terhadap pekerja yang terdampak, penyiapan infrastruktur, dan pembiayaan juga berimplikasi penting untuk beralih kepada sektor lain secara gradual (IESR, 2022).

Transisi energi memerlukan kompetensi khusus untuk merespon perubahan *demand* dan teknologi. Di sektor ketenagalistrikan misalnya, kompetensi utama tersebut antara

lain *project development*, perencanaan dan desain sistem, konstruksi, pengujian dan *commissioning*, serta operasi dan *maintenance*. Selain itu, keahlian seperti perencanaan sistem ketenagalistrikan, *grid management*, serta *information and communication technology* diperlukan untuk mendukung transisi di sektor tersebut. Saat ini, *renewable energy engineering* masih tersedia secara terbatas di 31 *vocational schools* di Indonesia (ADB, 2022). Pada pendidikan ini, penyediaan energi terbarukan dan integrasi ke *grid* diperlukan untuk pengaturan jaringan dan mengikuti perkembangan teknologi seperti *energy storage*. Terbatasnya bidang keahlian ini dapat mengakibatkan terbengkalainya instalasi energi terbarukan yang telah terbangun.

Lesson learned pengembangan sumber daya manusia

Transisi energi harus turut serta dalam menciptakan lapangan pekerjaan, sebagaimana dituangkan dalam rekomendasi Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions. Komisi tersebut terdiri atas para Menteri, termasuk Menteri ESDM Republik Indonesia, dan berbagai ahli di dunia untuk mencari cara terbaik agar masyarakat terlibat dalam transisi energi. Tujuan dibentuknya komisi ini adalah untuk menanggulangi dampak sosio-ekonomi transisi energi, meningkatkan partisipasi publik, merekomendasikan kebijakan transisi energi kepada *policy*

maker, serta membahas isu-isu krusial seputar transisi energi (KESDM, 2021). The Global Commission merekomendasikan empat pilar utama transisi energi yang mencakup: pekerjaan yang layak dan perlindungan pekerja, pembangunan sosial dan ekonomi, pemerataan, keterlibatan sosial dan keadilan, dan partisipasi publik (Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions, 2021). Keempat pilar tersebut dituangkan dalam 12 rekomendasi untuk mengimplementasikan energi transisi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 19 sebagai berikut:

A. PEKERJAAN YANG LAYAK DAN PERLINDUNGAN PEKERJA

- Merancang transisi untuk memaksimalkan penciptaan pekerjaan yang layak.
- Mengembangkan dukungan pemerintah yang disesuaikan untuk masyarakat dan pekerja serta fokus pada keterampilan dan pelatihan.
- Gunakan dialog sosial, keterlibatan pemangku kepentingan yang kuat, dan koordinasi kebijakan untuk memberikan hasil yang lebih baik.

B. PEMBANGUNAN SOSIAL DAN EKONOMI

- Memastikan bahwa kebijakan meningkatkan pembangunan sosial dan ekonomi, dan meningkatkan kualitas hidup untuk semua.
- Memprioritaskan akses energi bersih universal dan penghapusan kemiskinan energi.
- Menjaga dan meningkatkan ketahanan, keterjangkauan, dan ketahanan energi.

C. PEMERATAAN, KETERLIBATAN SOSIAL DAN KEADILAN

- Memasukkan pertimbangan gender, kesetaraan dan inklusi sosial dalam semua kebijakan.
- Memastikan distribusi manfaat energi bersih yang adil dan menghindari risiko dampak negatif yang tidak proporsional pada populasi yang rentan.
- Mengintegrasikan suara generasi muda dalam pengambilan keputusan.

D. PARTISIPASI PUBLIK

- Menggunakan wawasan dari ilmu perilaku untuk merancang kebijakan perubahan perilaku yang efektif.
- Melibatkan publik melalui partisipasi dan komunikasi.
- Meningkatkan dampak melalui kolaborasi internasional dan pertukaran praktik terbaik.

(Sumber: Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions (2021); KESDM (2021))

Gambar 19. Rekomendasi Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions

Desentralisasi transisi energi memerlukan dukungan pada setiap siklusnya (Bray et al., 2022). Siklus ini dimulai dari *research and development* teknologi baru, yang akan menghasilkan produksi-konsumsi

energi, hingga *decommissioning*. Sukses tidaknya pelaksanaan transisi energi ini sangat tergantung pada keahlian spesifik pada tiap langkah siklus tersebut, sebagaimana diindikasikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bidang Keahlian Untuk Mendukung Desentralisasi Transisi Energi

Tipe pekerjaan	Contoh keahlian
R&D	Keahlian berinovasi untuk pengembangan teknologi dan sistem
Business	Pemahaman kebutuhan pasar dan <i>deployment</i> inovasi
Leadership and analysis	Penyusunan kebijakan dan perencanaan
Manufacturing	Keahlian <i>electrical/mechanical</i> untuk inovasi pada manufaktur/produksi
Technical	Peningkatan kualitas produk
Building and retrofit	Efisiensi energi, konstruksi bangunan gedung berkelanjutan
Operation and maintenance	Monitoring dan manajemen
Distribution	Keahlian untuk pengaturan jaringan, <i>smart meter</i>
Operability	Utilisasi dan optimasi peralatan
Decommissioning	Ekonomi sirkular, penanganan limbah

(Sumber: Bray et al., (2022))

Sejumlah upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kompetensi dalam rangka transisi energi dapat dilakukan antara lain dengan dukungan kebijakan, pendidikan, *training*, struktur, peningkatan kesadaran, serta pengembangan *demand* untuk keahlian terkait transisi energi (Interregeurope, 2021). Transisi energi yang berkeadilan diperlukan untuk memelihara kebijakan yang inklusif dan menyiapkan tenaga kerja yang berpotensi

terdampak transisi energi. Di beberapa negara lain, *coal commission* dibentuk salah satunya untuk menyiapkan aspek ketenagakerjaan ini. Beberapa negara yang telah membentuk komisi ini antara lain Kanada, Chile, Republik Ceko, Jerman, Spanyol, dan Afrika Selatan (IESR, 2022). Beberapa program untuk mendukung sumber daya manusia yang diterapkan di beberapa negara tersebut antara lain ditunjukkan pada Tabel 4 berikut:



Tabel 4. Bidang Keahlian Untuk Mendukung Desentralisasi Transisi Energi

Program	Tujuan	Contoh aplikasi
Training and Education	Peningkatan keahlian berdasarkan pada gap dan kebutuhan	<i>Build-Up Skills Initiative</i> di Kroasia dan Siprus
	Mengintegrasikan efisiensi energi ke pendidikan vokasional dan program <i>training</i>	<i>'Energy Lift Programme'</i> (Swedish Energy Agency)
	Bekerjasama dengan akademisi untuk menyediakan pendidikan jenjang master energi terbarukan	<i>EUREC masters.</i>
Dedicated structures	Lembaga yang memiliki tugas dan fungsi khusus untuk meningkatkan kompetensi terkait transisi energi	Pusat pelatihan untuk meningkatkan keahlian terkait efisiensi energi di <i>Luxembourgish Centre of Competences.</i>
Awareness raising & initial advice	Menyediakan layanan gratis untuk mendukung implementasi energi bersih kepada rumah tangga dan usaha	<i>the Slovenian Eco Fund</i>
Creating demand for skills	Memformulasikan mekanisme untuk stimulasi pertumbuhan lapangan pekerjaan	Kebijakan insentif fiskal untuk mendorong renovasi bangunan agar lebih hemat energi

(Sumber: Interregeurope, (2021))

Pada konteks Indonesia, sejumlah langkah penyiapan sumber daya manusia dalam rangka penyiapan transisi energi telah diupayakan, diantaranya penyiapan SDM yang mumpuni melalui sertifikasi dan pelatihan di bidang energi terbarukan (KESDM, 2022b). Selain itu, *training* pemeliharaan infrastruktur energi terbarukan juga telah diberikan kepada masyarakat lokal. Selain mendorong partisipasi publik, langkah ini diharapkan mampu menciptakan peluang pekerjaan terkait penyediaan akses energi bersih.

Program lain yang telah digulirkan oleh pemerintah antara lain pengembangan masyarakat melalui Gerakan Inisiatif Listrik Tenaga Surya dan Patriot Energi (KESDM, 2022a). Pemerintah juga mendorong lahirnya inovasi dan investasi baru untuk mendukung transisi energi melalui keberadaan *startup* di bidang energi baru terbarukan dan konservasi energi. Upaya ini dilakukan untuk mendorong perekonomian melalui promosi dan pengembangan EBT.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Sektor energi berkontribusi terhadap penyerapan 2% lapangan pekerjaan di dunia dengan kualifikasi tertentu. Di Indonesia, sektor ini diperkirakan terkait dengan 1% lapangan pekerjaan. Pekerjaan di sektor energi ini meliputi sisi hulu/suplai energi, ketenagalistrikan, hingga di sisi *end use*. Sektor energi memerlukan tenaga kerja dengan kualifikasi *high skilled* dengan

proporsi lebih besar dibandingkan dengan sektor lain. Meskipun demikian, menurut ILO (2022), komposisi tenaga kerja Indonesia dengan kualifikasi *high skilled* hanya 10%. Transisi energi akan berimbas pada pergeseran kebutuhan dan keahlian pekerjaan. Subsektor batubara dan migas mengalami penurunan penyerapan tenaga kerja. Di subsektor lain, seperti energi terbarukan, efisiensi energi dan

sektor pembangkitan mengalami kenaikan secara drastis. Di Indonesia, sektor ketenagalistrikan diperkirakan dapat menyerap lebih dari 500 ribu tenaga kerja baru. Di sisi lain, pekerjaan di pertambangan batubara diperkirakan akan menurun. Meskipun demikian, transisi energi di Indonesia akan menambah lebih dari 250 ribu tenaga kerja baru. Pada studi kasus ketenagalistrikan, solar PV skala 50 MW, operasi/perawatan berkontribusi terhadap 56% penyerapan tenaga kerja, diikuti dengan *proses procurement-manufacturing* (22%).

Desentralisasi transisi energi memerlukan dukungan pada setiap siklusnya (Bray et al., 2022). Siklus ini dimulai dari *research and development* teknologi baru, yang akan menghasilkan produksi-konsumsi energi, hingga *decommissioning*. Di sektor ketenagalistrikan misalnya, kompetensi utama tersebut antara lain *project development*, perencanaan dan desain sistem, konstruksi, pengujian dan *commissioning*, serta operasi dan *maintenance*. Selain itu, keahlian seperti perencanaan sistem ketenagalistrikan, *grid management*, serta *information and communication technology* diperlukan untuk mendukung transisi di sektor tersebut. Sukses tidaknya pelaksanaan transisi energi ini sangat tergantung pada keahlian spesifik pada tiap langkah siklusnya, mulai dari

penelitian/pengembangan hingga tahapan *decommissioning*. Dari perspektif ekonomi, *skill gap* terjadi manakala ada ketidaksesuaian antara kompetensi yang dimiliki pekerja dan kebutuhan. Ketidaksesuaian ini antara lain disebabkan oleh perubahan *demand*, antara lain karena pergeseran kebutuhan lapangan pekerjaan, dari yang semula berbasis fosil beralih ke energi bersih. Transformasi ekonomi di beberapa wilayah yang saat ini masih bergantung pada batubara menjadi salah satu elemen penting untuk mewujudkan transisi energi yang berkeadilan.

Untuk meminimalisir hal tersebut sejumlah upaya yang dapat dilakukan. Upaya ini dimulai dengan mengidentifikasi *gap* keahlian yang diperlukan untuk menuju transisi energi, termasuk menganalisis materi yang sudah ada maupun yang diperlukan. Sejumlah upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kompetensi dalam rangka transisi energi dapat dilakukan antara lain dengan dukungan kebijakan, pendidikan, *training*, kelembagaan, peningkatan kesadaran, serta pengembangan *demand* untuk keahlian terkait transisi energi. Peningkatan keahlian ini juga dapat dilakukan dengan memasukkan kurikulum ke dunia pendidikan. Upaya lain yang perlu diterapkan adalah pendistribusian keahlian dan menghubungkan antara institusi pendidikan dan dan sektor yang menyerap tenaga kerja.

REFERENSI

- ADB. (2022). *Developing a Skilled Workforce for Indonesia's Clean Energy Transition*. <https://development.asia/insight/developing-skilled-workforce-indonesias-clean-energy-transition>
- Bray, R., Montero, A. M., & Ford, R. (2022). *Skills deployment for a 'just' net zero energy transition*. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 42, 395–410.
- Garrett-Peltier, H. (2017). *Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model*. *Economic Modelling*, 61, 439–447.

REFERENSI

- Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions. (2021). *Recommendations of the Global Commission on People-Centred Clean Energy Transitions*. <https://www.iea.org/reports/recommendations-of-the-global-commission-on-people-centred-clean-energy-transitions>
- IEA. (2021). *World Energy Outlook 2021*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
- IEA. (2022a). *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia*. In *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia*. <https://doi.org/10.178a7/4a9e9439-en>
- IEA. (2022b). *World Energy Employment*. In *World Energy Employment*. <https://doi.org/10.1787/5d44ff7f-en>
- IESR. (2022). *Redefining Future Jobs: Implication of coal phase-out to the employment sector and economic transformation in Indonesia's coal region*. IESR. <https://iesr.or.id/en/pustaka/redefining-future-jobs>
- ILO. (2022). *International Labour Organization*. <https://ilostat.ilo.org/data/>
- Interregeurope. (2021). *Skills for the Energy Transition (Issue February)*. Interregeurope. https://www.interregeurope.eu/sites/default/files/inline/Skills_for_the_energy_transition_-_Policy_brief.pdf
- IRENA. (2019). *Boosting Skills for a Just Transition and the Future of Work (Issue June)*. IRENA.
- KESDM. (2021). *Dukung Rekomendasi Global Commission IEA, Menteri ESDM: Transisi Energi Harus Ciptakan Ruang Lapangan Kerja*. KESDM. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/08/3032/dukung.rekomendasi.global.commission.iea.menteri.esdm.transisi.energi.harus.ciptakan.ruang.lapangan.kerja?lang=id>
- KESDM. (2022a). *Pendekatan People-Centered Picu Kesuksesan Jalannya Transisi Energi*. KESDM. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/04/07/3141/pendekatan.people.centered.picu.kesuksesan.jalannya.transisi.energi>
- KESDM. (2022b). *Pengembangan SDM Jadi Faktor Penentu Transisi Energi*. KESDM. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/02/28/3096/pengembangan.sdm.jadi.faktor.penentu.transisi.energi>





KEBERLANJUTAN DOMINANSI MATA UANG US DOLLAR

Loisa Debrina Purba – Pertamina Energy Institute (PEI)

ABSTRAK

Kebijakan moneter The Fed yang seringkali harus diikuti oleh negara lainnya merupakan dampak dari dominansi USD dalam cadangan devisa maupun transaksi lintas negara. Dengan menganalisa beberapa studi literatur, tulisan ini membahas apakah dominansi USD akan berlanjut, mata uang yang berpotensi menggantikan dominansi USD, maupun alternatif lainnya. Dominansi USD kelihatan akan tetap berlanjut terutama karena aset dalam USD yang telah banyak diakumulasi oleh negara lain dan regime mata uang beberapa negara yang dikorelasikan dengan USD. Permasalahan efisiensi dari monopoli network effect juga harus dapat diatasi. Pengembangan teknologi menjadi salah satu peluang.

Kata kunci: moneter, dominansi USD, monopoli network-effect, teknologi.

PENDAHULUAN

US Dollar (USD) masih menjadi mata uang global yang dominan hingga saat ini. Data International Monetary Fund (IMF) menunjukkan bahwa per kuartal ketiga tahun 2022, cadangan devisa dalam USD sebesar \$6.441 miliar dari total cadangan devisa \$11.598 miliar (~55%). Adapun untuk perdagangan global, lebih dari setengah jumlah transaksi ekspor non-Amerika dan non-Uni Eropa denominasinya dalam USD. Di *emerging* Asia proporsinya naik menjadi sekitar 75%, dan di Amerika Latin bahkan hampir 100%.

Dominansi USD mengakibatkan kebijakan moneter bank sentral di dunia seringkali harus mengikuti kebijakan moneter di Amerika Serikat. The Fed telah menaikkan suku bunga secara agresif selama tahun 2022, yang diikuti oleh berbagai negara di dunia. Dampaknya terutama dialami oleh negara Asia, yang mengalami kerugian mata uang yang sangat tinggi.

Ditambah lagi sanksi finansial yang dikenakan Amerika Serikat kepada negara lawan dapat menjadi pemicu percepatan pengurangan penggunaan USD.

Poin yang menarik untuk dibahas adalah apakah dominansi USD ini akan berlanjut, atau apakah dalam jangka panjang akan digantikan oleh mata uang yang lain, atau apakah ada alternatif lainnya. Hal ini relevan dibahas karena bukan hanya berdampak pada ekonomi suatu negara, namun juga berdampak pada sektor komoditas energi yang sebagian besar transaksinya menggunakan USD.

Struktur pembahasan pada tulisan ini terbagi dalam 3 (tiga) bagian. Pertama, sejarah digunakannya USD sebagai mata uang cadangan devisa dan mata uang perdagangan global. Kedua, alternatif dominansi mata uang lain. Ketiga, alternatif *multiple currencies*.

SEJARAH PENGGUNAAN USD SEBAGAI *RESERVE CURRENCY* DAN DALAM PERDAGANGAN GLOBAL

1 Definisi *Reserve Currency*

Menurut Danielsson (2019), *reserve currency* adalah sejumlah besar mata uang yang dipertahankan oleh bank sentral dan insitusi keuangan yang besar untuk persiapan investasi, transaksi dan obligasi utang internasional, atau untuk mempengaruhi nilai tukar domestiknya. Sebagian besar komoditas, seperti emas dan minyak dihargai dalam *reserve currency*. Setidaknya terdapat tiga keuntungan negara yang mata uangnya menjadi *reserve currency*.

Pertama, memperoleh manfaat dari perdagangan global, antara lain menghilangkan risiko mata uang karena sebagian besar barang dihargai dalam mata uangnya dan kemampuan untuk mengenakan sanksi keuangan kepada suatu negara yang penagakannya dilakukan melalui sistem pembayaran dengan memberi perintah kepada bank yang melakukan pembayaran.

Kedua, pihak asing memegang mata uang tersebut sebagai *reserves* yang meningkatkan permintaan atas mata uang tersebut.

Ketiga, korporasi di negara tersebut meminjam dalam mata uang mereka sendiri dari pasar global, sehingga negara sumber pinjaman dirugikan apabila negara yang mata uangnya menjadi *reserve currency* melakukan inflasi atau *quantitative easing*.

2 USD sebagai *Reserve Currency*

Sejak 1944, USD telah menjadi *reserve currency*, sehingga negara lain harus memonitor kebijakan moneter Amerika Serikat untuk memastikan nilai dari cadangan devisa mereka tidak terpengaruh secara signifikan oleh inflasi.

2 Historis suku bunga di Amerika Serikat mendekati nol, dan utang pemerintahnya juga tinggi. Pertumbuhan ekonomi kurang dan juga mengalami defisit neraca perdagangan. Apabila Amerika Serikat tidak mempunyai *reserve currency*, mata uangnya kemungkinan akan mengalami depresiasi yang signifikan, yang akan menjadi stimulus bagi eksportir dan pada akhirnya akan mengkoreksi defisit neraca perdagangan. Karena ini tidak dapat dilakukan, Amerika Serikat melakukannya melalui inflasi (*quantitative easing*), yang kemudian mendepresiasi mata uangnya dan menstimulasi ekspor, dan mengurangi nilai riil dari utangnya. Karena kemampuan mengurangi nilai riil utang ini, pemegang surat utang Amerika Serikat tidak memiliki kuasa atas Amerika Serikat (Danielsson, 2019).

3 Faktor yang mengancam dominansi USD sebagai *reserve currency*

Setidaknya terdapat dua faktor yang dapat menjadi ancaman dominansi USD:

a Pengenaan sanksi yang agresif (The Economist, 2020)

Posisi unik Amerika Serikat untuk terlibat dalam perang keuangan untuk mendukung kebijakan luar negerinya. Era baru moneter internasional memperlihatkan dedolarisasi aset, penggunaan mata uang lokal dan *swaps* dalam perdagangan, mekanisme baru pembayaran bank ke bank dan mata uang digital. Pada Juni 2020, presiden Tiongkok dan Rusia menyatakan bahwa mereka akan mengekspansi pembayaran perdagangan bilateral menggunakan mata uang mereka sendiri.

Pemimpin dari Iran, Malaysia, Turki dan Qatar mengusulkan penggunaan mata uang kripto, mata uang nasional, emas, dan barter untuk perdagangan. Rusia bertindak lebih jauh lagi, dengan membentuk entitas yang dapat dipisahkan untuk terlibat dalam aktivitas jual beli dengan negara-negara yang dianggap tidak dapat dipercaya oleh Amerika, untuk menghindari bank dan perusahaan penting mereka dari risiko. Promsvyazbank pjsc, yang disokong oleh negara digunakan untuk perdagangan untuk melindungi bank-bank yang lebih besar seperti Sberbank dan vtb dari ancaman sanksi.

Rusia juga telah sibuk mendedolarisasi bagian dari sistem keuangannya. Sejak 2013, bank sentralnya telah memotong proporsi USD dari cadangan devisanya menjadi 24% dari yang sebelumnya 40%. Sejak 2018, kepemilikan bank atas *treasury debt* Amerika telah turun menjadi di bawah \$10 miliar dari sebelumnya \$100 miliar. Menteri Keuangan Rusia telah mengumumkan rencana untuk menurunkan proporsi USD dari *sovereign-wealth fund* mereka yang bernilai \$125 miliar. Utang Rusia juga telah didedolarisasi. Pengeluaran utang baru sering dalam rubel atau euro, dan pemerintah sedang menjajaki untuk menjual obligasi berdenominasi yuan. Perusahaan Rusia telah menurunkan utang luar negeri mereka sebesar \$260 miliar sejak 2014, yang \$200 miliar dari jumlah tersebut berdenominasi USD. Sebaliknya, perusahaan dan rumah tangga di Rusia tetap meminati USD sebagai aset

internasional mereka, dengan kepemilikan yang bertambah \$80 miliar sejak 2014. Fenomena ini diduga karena suku bunga atas aset USD yang lebih tinggi dari aset euro.

Perusahaan energi dan komoditas merupakan pelaku dedolarisasi yang paling aktif di Rusia. USD merupakan mata uang acuan global untuk perdagangan minyak dan sulit lepas dari hal ini, karena manajemen risiko, produk *derivative* yang kompleks, adalah dalam USD. Namun demikian, Rosneft, produsen yang disokong oleh negara yang berkontribusi 40% dari *output* minyak mentah Rusia, telah menggunakan euro dalam kontrak-kontrak pengadaan mereka. Surgutneftegas, produsen lainnya, masih menggunakan USD namun telah menambahkan klausul yang menyatakan bahwa mata uang dapat ditukar ke euro. Maret tahun lalu, Gazprom pertama kali menggunakan rubel untuk pengapalan *natural gas* ke Eropa Barat. Biaya untuk beralih dari USD tidak besar.

b Pergeseran teknologi (The Economist, 2022)

Krisis energi merupakan kejutan yang menguntungkan eksportir energi, termasuk Amerika Serikat yang untuk pertama kalinya sejak tahun 1952 telah menjadi eksportir per tahun 2019. Setelah melalui 15 tahun masa sulit, baik krisis keuangan, penanganan pandemi yang tidak baik, defisit fiskal yang melebar, dan krisis konstitusi di 2021, USD tetap kuat. Namun, dua perkembangan teknologi harus mendapat perhatian:

- Mata uang digital dan sistem pembayaran yang dijalankan oleh negara saat ini mendapat momentum. E-yuan di Tiongkok sekarang digunakan oleh 260 juta pengguna berpotensi membuat Tiongkok menjalankan sistem pembayaran sendiri dengan tetap dapat mempertahankan *capital control*. Tidak hanya Tiongkok, India dan Brazil juga sedang mengembangkan sistem pembayarannya yaitu sistem UPI dan Pix yang saat ini penggunanya sebesar 126 juta
- Teknologi *decentralised finance* (Defi), salah satunya *upgrading* Ethereum *blockchain* yang menjadi fondasi dari sebagian besar aplikasi Defi. Ethereum *blockchain* direncanakan berganti ke mekanisme baru untuk pengambilan keputusan kolektif yang lebih hemat energi. Penghematan konsumsi energinya setara konsumsi energi Chile, sehingga Ethereum berpotensi menjadi lebih efisien dalam menangani volume dengan jumlah yang besar.

ALTERNATIF PENGGANTI USD SEBAGAI MATA UANG GLOBAL YANG DOMINAN

Apabila *reserve currency* akan diganti, mata uang yang dianggap dapat menggantikannya adalah renminbi (RMB) dan euro. Potensi RMB adalah karena GDP Tiongkok lebih dari 50% GDP dunia, seperti posisi Amerika Serikat pada saat mata uang global pertama kali dinominasikan. RMB juga telah menjadi *official reserve currency* yang menurut data IMF di kuartal ketiga tahun 2022 berada di posisi setelah euro dalam hal denominasi *reserve currency*. Potensi euro adalah karena pemakaiannya yang luas di zona Euro dan merupakan mata uang kedua paling umum dipegang sebagai *reserve currency*. Namun, pertimbangan ukuran ekonomi dan pemakaian yang luas tidak serta merta dapat menjamin RMB dan euro dapat menggantikan USD.

2 RMB

Menurut Danielsson (2019), Tiongkok merupakan salah satu negara yang paling dirugikan apabila mata uang USD melemah terhadap RMB, karena Tiongkok merupakan salah satu pemegang terbesar dari surat utang Amerika Serikat, selain Jepang dan Inggris. Kepemilikan Tiongkok atas utang pemerintah Amerika Serikat per

November 2022 sebesar \$870 miliar (dari total kepemilikan asing \$7.273 miliar). Posisi Tiongkok sebagai ekonomi terbesar kedua di dunia kemungkinan besar tidak mampu menjadikan RMB menjadi *reserve currency* yang dominan karena Tiongkok mengadopsi *capital control* yang ketat, sementara untuk menjadi *reserve currency* yang dominan, harus bebas dikonversi. Selain itu, kekhawatiran terkait keandalan dan transparansi pemerintah Tiongkok dan statistik ekonominya juga tinggi.

Natixis (2023) berpandangan yang sama sehubungan dengan ketatnya *capital control*. Walaupun Tiongkok berlanjut membuka arus masuk portofolio, untuk arus keluar akan jauh lebih sedikit. Selain itu, ekonomi Tiongkok diperkirakan menurun secara struktural dan tidak akan melanjutkan konvergensinya dengan ekonomi Amerika Serikat di 2030. Likuiditas pasar keuangan di Tiongkok juga masih terbatas walaupun sedang berkembang, yang juga berlaku untuk obligasi pemerintah Tiongkok yang masih terbatas jumlahnya. Setelah dimulainya konflik Rusia dan Ukraina,

sanksi yang juga diimplementasikan ke mata uang negara G7 lainnya menyebabkan pergeseran cadangan devisa ke mata uang negara non-G7, termasuk RMB, namun setelah itu kembali turun kemungkinan karena peningkatan ketidakpastian atas ekonomi Tiongkok karena kebijakan nol-Covid. Namun, hal ini juga kemungkinan karena RMB hanya menjadi peralihan sementara saat konflik memuncak.

2 Euro

Berdasarkan data (Natixis, 2023), porsi euro telah menyamai porsi USD di aspek pembayaran global namun trennya naik dan turun di beberapa tahun terakhir dan sejak pertengahan 2021 penggunaannya dalam transaksi lintas negara kembali menurun. Natixis (2023) mengemukakan setidaknya terdapat empat alasan euro kemungkinan tidak akan menjadi mata uang dominan menggantikan USD.

Pertama, kurang dalamnya pasar modal. Pasar kredit dan ekuitas masih bersifat nasional dan lebih kecil dibandingkan Amerika Serikat karena yang mendominasi di zona Euro adalah pinjaman bank. Namun itupun masih terbatas pada bank level nasional, sedangkan bank pan-Eropa belum berkembang sebagaimana yang diharapkan setelah terbentuknya kesatuan moneter di 1998. Kedua, jumlah *safe* aset yang jauh lebih kecil, terlebih sejak krisis zona Eropa 2010-2012 yang menurunkan *sovereign ratings* sebagian besar negara anggota. Saat ini, *safe* aset yang denominasinya dalam euro hanya 20% dari GDP zona Eropa. Ketiga, tidak adanya satu kesatuan kebijakan fiskal untuk zona

Eropa juga mengimplikasikan bahwa tidak ada satu *ultimate backstop* (yang memberikan proteksi apabila gagal bayar) untuk utang pemerintah yang diterbitkan zona Eropa. Keempat, Uni Eropa bergantung pada Amerika Serikat dalam hal keamanan, sehingga akan sulit bagi Uni Eropa untuk mempertahankan kekuatan ekonominya. Danielsson (2019) juga melihat kemungkinan euro mengambil dominansi USD tidak akan terjadi dalam waktu dekat, dengan kesulitan yang dihadapi Uni Eropa.

Meskipun RMB dan euro memiliki peluang terutama dari segi ukuran ekonomi maupun porsi penggunaannya dalam sistem pembayaran, Danielsson (2019) melihat USD masih akan tetap menjadi *reserve currency* dunia, terutama karena negara-negara telah mengakumulasi banyak USD, dan USD masih merupakan alat tukar yang paling stabil dan likuid. Dengan ditopang oleh US Treasury sebagai aset yang paling aman, USD masih menjadi mata uang yang paling dapat digunakan dalam memfasilitasi transaksi komersial di dunia.

Menurut pandangan saya, pergantian *reserve currency* dominan dari USD ke mata uang negara manapun tidak akan dapat mengurangi risiko yang dihadapi negara lainnya, karena negara manapun dapat melakukan hal yang sama seperti yang telah dilakukan oleh Amerika Serikat, yaitu menggunakan posisinya untuk kepentingan negara tersebut. Ditambah lagi di tengah ketidakpastian saat ini, USD masih merupakan mata uang paling stabil.

Pandangan Natixis (2023) berbeda. Natixis (2023) melihat bahwa dominansi USD tidak akan bertahan selamanya karena ukuran relatif ekonominya menyusut dibandingkan *emerging economies* yang bertumbuh pesat.

ALTERNATIF LAINNYA: *MULTIPLE CURRENCIES*

Natixis (2023) menyebutkan bahwa mata uang lainnya dari *emerging economies*, seperti Indian rupee, rupiah, dan, Brazilian real akan naik peringkatnya dalam penggunaan transaksi internasional. Peran USD yang semakin berkurang sebagai cadangan devisa akan sebagian diambil oleh yuan namun tidak seluruhnya karena sulitnya konversi, sementara mata uang lain dari *emerging economies* yang besar diharapkan dapat mengambil sebagian pangsa pasar.

Dengan kata lain, sistem moneter internasional kemungkinan besar akan berpindah dari yang sebelumnya didominasi oleh suatu mata uang dominan menjadi lebih multilateral dimana lebih banyak mata uang dapat digunakan secara internasional. Jangka waktu untuk perubahan demikian tetap lama karena *stickiness* dari pasar keuangan internasional namun dapat dipercepat melalui mata uang digital, khususnya yuan, begitu juga evolusi ekonomi Amerika Serikat relatif terhadap negara *emerging*. Perlambatan struktural ekonomi Tiongkok akan memperlambat pengurangan dominansi USD kecuali jika kinerja ekonomi Amerika Serikat lebih buruk dari perlambatan struktural Tiongkok.

Studi terkait peran dari mata uang *emerging economies* ini juga dilakukan oleh Liu & Papa (2022) yang menginvestigasi apakah Brazil-Russia-India-Tiongkok-South Africa (BRICS) dapat mendedolarisasi sistem pembayaran yang selama ini dipimpin oleh Amerika Serikat. Dengan menggunakan kerangka *pathway* menuju dedolarisasi untuk menganalisa mekanisme institusi dan mekanisme pasar yang dibentuk oleh BRICS ditemukan bahwa inisiatif koalisi BRICS dalam dedolarisasi telah membangun infrastruktur yang penting untuk alternatif sistem keuangan global non USD. Pandangan ke arah *multiple currencies*

ini juga dilihat oleh sebuah *working paper* (Arslanalp, Eichengreen, & Simpson-Bell, 2022) yang menyebutkan bahwa penyebab penurunan porsi cadangan devisa dalam USD bukan karena perubahan nilai tukar, suku bunga, atau perbedaan suku bunga, namun lebih mencerminkan diversifikasi portofolio yang lebih aktif yang dilakukan oleh *reserve managers* di bank sentral. Menteri Keuangan Republik Indonesia, Sri Mulyani, juga mendukung transaksi bilateral dan transaksi langsung menggunakan mata uang lokal karena akan menyeimbangkan penggunaan mata uang dan sistem pembayaran (Bloomberg News, 2022).

Namun demikian, penggunaan mata uang internasional ini merupakan salah satu contoh monopoli *network-effect*. Sehingga akan sulit membayangkan terdapat lebih dari satu mata uang (*multiple currencies*). Apabila dilihat sejarah, standar yang digunakan sejak dulu adalah satu, mulai dari penggunaan emas. Sistem dimana transaksi lintas negara menggunakan mata uang masing-masing tidak efisien. Apabila ingin memecah monopoli *network-effect*, efisiensi yang diperoleh dari monopoli tersebut harus dapat disediakan oleh sistem lain. Salah satu peluang adalah pengembangan mata uang digital dan *blockchain*. Pun permasalahan efisiensi dapat diatasi, dominansi USD masih akan sulit dipecah karena dampaknya yang sangat besar terhadap suatu negara, sebagai contoh Saudi Arabia. Akhir-akhir ini, Saudi Arabia terbuka untuk meningkatkan kerjasama strategis dengan Tiongkok dalam perdagangan minyak walaupun Saudi Arabia tidak mendiskusikan agenda pembayaran minyak menggunakan non USD. Setidaknya terdapat dua faktor yang membuat Saudi Arabia kemungkinan tidak dapat menggunakan pembayaran non USD:

- 1 Rezim mata uang - mata uang Saudi riyal menggunakan sistem *pegged* kepada USD. Sehingga apabila nilai USD turun, maka nilai riyal juga akan turun.
- 2 Penempatan aset - per November 2022, Saudi Arabia memegang \$121miliar surat utang pemerintah Amerika Serikat. Apabila nilai USD turun, maka nilai

surat utang pemerintah Amerika Serikat yang dipegang oleh Saudi Arabia juga menurun. Selain itu, opsi untuk menempatkan dana di luar Amerika Serikat juga terbatas, karena Tiongkok belum dapat menggantikan Amerika Serikat sebagai negara *safe-haven*.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Hambatan terbesar untuk beralih dari dominansi USD adalah karena akumulasi aset yang diinvestasikan dalam surat berharga Amerika Serikat. Sehingga, akan lebih sulit bagi negara seperti Tiongkok, Jepang, dan negara pemegang utama surat berharga pemerintah Amerika Serikat termasuk Saudi Arabia. Selain itu, rezim mata uang yang

dikorelasikan dengan pergerakan USD juga menjadi hambatan. Negara lain yang tidak menghadapi salah satu dari hambatan tersebut, lebih tinggi kemungkinan untuk beralih dari dominansi USD sepanjang efisiensi dari monopoli *network effect* dapat diperoleh/digantikan oleh teknologi pengembangan mata uang digital.

REFERENSI

Arslanalp, S., Eichengreen, B., & Simpson-Bell, C. (2022). *The Stealth Erosion of Dollar Dominance - Active Diversifiers and the Rise of Nontraditional Reserve Currencies*. International Monetary Fund.

Bloomberg News. (2022, December 22). *Biden's Dollar Weaponization Supercharges Hunt for Alternatives*.

Danielsson, J. (2019). *Reserve Currencies*. In *Global Financial Systems*.

Liu, Z., & Papa, M. (2022, February 24). *Cambridge University Press*. Retrieved from <https://www.cambridge.org/core/elements/can-brics-dedollarize-the-global-financial-system/0AEF98D2F232072409E9556620AE09B0>

Natixis. (2023). *The Almighty Dollar? Internationale Politik Quarterly*.

The Economist. (2020, January 18). *America's aggressive use of sanctions endangers the dollar's reign*. Retrieved from The Economist: <https://www.economist.com/briefing/2020/01/18/americas-aggressive-use-of-sanctions-endangers-the-dollars-reign>

The Economist. (2022, September 08). *The Economist*. Retrieved from <https://www.economist.com/leaders/2022/09/08/the-dollar-is-as-strong-as-ever-isnt-it>



05

KEBIJAKAN EFISIENSI ENERGI PADA SEKTOR INDUSTRI MANUFAKTUR SEBAGAI LANGKAH AWAL TRANSISI ENERGI NASIONAL MASA DEPAN

Peggy Hariwan – International Energy Agency (IEA)

Robi Kurniawan – Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

ABSTRAK

Efisiensi energi merupakan langkah awal dalam transisi energi bersih, karena menyediakan beberapa opsi mitigasi CO₂ yang paling cepat dan hemat biaya dalam menurunkan biaya energi dan memperkuat keamanan energi. Agar sejalan dengan skenario Net Zero, maka peningkatan intensitas energi global harus dua hingga tiga kali lebih tinggi dari tingkat historis dan meningkat menjadi lebih dari 4% per tahun antara tahun 2020 dan 2030. Teknologi hemat energi di manufaktur akan memperlambat pertumbuhan permintaan energi bahan bakar fosil dan emisi. Sehingga, perlu dilakukan transisi besar-besaran dan belum pernah terjadi sebelumnya menuju industri yang lebih efisien, dengan mengadopsi spektrum terkait efisiensi energi di bidang industri. Metode Index Decomposition Analysis digunakan untuk mempelajari dampak dari perubahan struktur dan intensitas energi per sektor pada sektor industri pada akhir 1970-an. Kontribusi sektor industri manufaktur terhadap PDB telah mengalami evolusi dari industri padat energi menjadi industri non padat energi. Industri manufaktur memiliki tren positif dengan nilai intensitas energinya semakin kecil. Nilai positif ini mengartikan bahwa industri manufaktur semakin efisien.

Kata kunci: efisiensi energi, intensitas energi, industri manufaktur, PDB



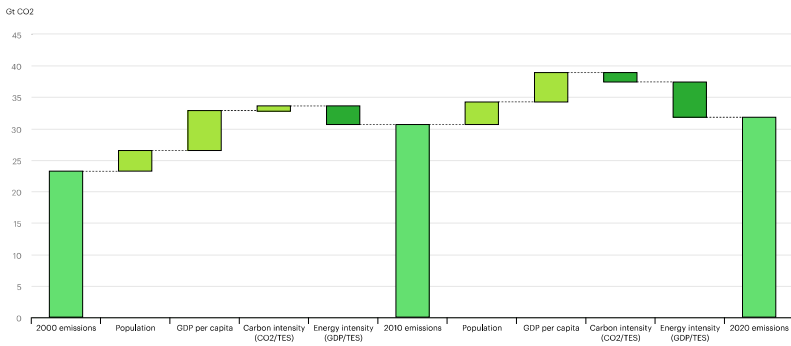
PENDAHULUAN

Efisiensi energi merupakan langkah awal dalam transisi energi bersih, karena menyediakan beberapa opsi mitigasi CO₂ yang paling cepat. Efisiensi energi adalah langkah terbaik untuk menurunkan jumlah permintaan energi dalam skenario *Net-Zero Emissions* 2050 (skenario *Net-Zero*) dibarengi strategi elektrifikasi, perubahan perilaku, digitalisasi, dan efisiensi material yang berkaitan.

Agar sejalan dengan skenario *Net-Zero*, tingkat peningkatan intensitas energi global yaitu jumlah energi yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu unit PDB yang menjadi ukuran utama efisiensi energi ekonomi. Jumlahnya harus dua hingga tiga kali lebih tinggi dari angka historis dan meningkat menjadi lebih dari 4% per tahun antara tahun 2020 dan 2030.

Efisiensi energi adalah penyumbang pengurangan emisi terbesar kedua dalam skenario *Net-Zero*, setelah energi terbarukan.

Percepatan peningkatan intensitas energi menjadi 1,7% per tahun antara tahun 2010 dan 2020 menurunkan emisi CO₂ dari pembakaran bahan bakar sebesar 6 Gt CO₂ per tahun pada tahun 2020. Hal ini dibandingkan periode 2000-2010 dimana intensitas energi meningkat sekitar 1,0% per tahun dengan pengurangan 3 Gt CO₂ per tahun pada tahun 2010. Dari tahun 2020 hingga 2030 tingkat peningkatan intensitas energi dalam skenario *Net-Zero* meningkat dua hingga tiga kali lipat dari tren historis menjadi rata-rata lebih dari 4% per tahun, menghasilkan tingkat CO₂ yang dihindari bahkan lebih tinggi emisi.



(Sumber: IEA, 2022)

Gambar 20. Emisi CO₂ Global dari Pembakaran Bahan Bakar dan Pengemudi, 2000-2020

Teknologi hemat energi memperlambat pertumbuhan permintaan energi bahan bakar fosil dan emisi di semua sektor ekonomi diantaranya adalah manufaktur baja, semen,

dan bahan kimia. Untuk mencapai target perlu dilakukan transisi besar-besaran dan belum pernah terjadi sebelumnya menuju industri yang lebih efisien.

METODOLOGI

Metode Index Decomposition Analysis digunakan penulis dalam studi ini yang bertujuan untuk mengurai perubahan struktur dalam intensitas energi. *Index Number* telah digunakan untuk menguraikan tren agregat dalam intensitas energi, yaitu rasio penggunaan energi terhadap aktivitas (Boyd & Roop 2004). Index Decomposition Analysis digunakan untuk mempelajari dampak dari perubahan struktur dan intensitas energi per sektor pada sektor industri pada akhir 1970-an (Ang 2004). Hingga saat ini, sudah lebih dari 200 publikasi memanfaatkan metode ini, dengan terbagi 5 grup subjek, yaitu:

- 1 *energy supply and demand;*
- 2 *energy-related gas emissions;*

- 3 *material flows and dematerialization;*
- 4 *national energy efficiency trend monitoring;* dan
- 5 *cross-country comparisons.*

Dekomposisi konsumsi energi bertujuan untuk memisahkan atau “menguraikan” aktivitas subsektoral dan/atau variabel penjelas dari data agregat atau sektoral. Dengan mengisolasi pentingnya aktivitas dan struktur, mungkin dapat memperkirakan dampak intensitas energi murni terhadap perubahan konsumsi energi. Intensitas energi murni kadang ditafsirkan sebagai indikator efisiensi energi. Namun, intensitas murni dan efisiensi energi hanya berkorelasi kuat pada tingkat disagregasi yang tinggi.

Model rumus yang digunakan, yaitu:

$$E_t = \sum_i E_{it}$$

Keterangan:

ⓔ_t merupakan penjumlahan/sigma dari konsumsi energi pada waktu t --> contoh penjumlahan dari masing-masing konsumsi energi per subsektor

ⓔ_{it} merupakan konsumsi energi subsektor i pada waktu t --> sebagai contoh konsumsi energi pada subsektor industri makanan dan minuman (ribu BOE)

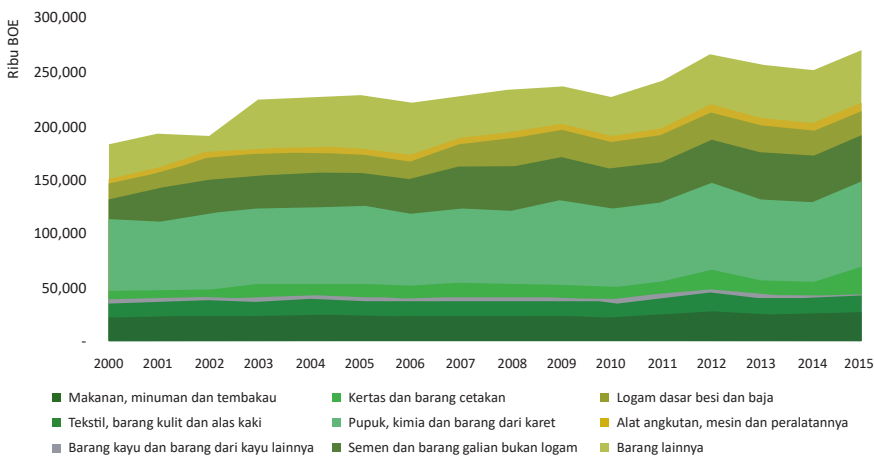
i indeks dari subsektor industri manufaktur (makanan & minuman; tekstil & kulit; besi & baja; kayu; kertas, semen; pupuk; lainnya)

t indeks tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sektor industri memiliki pangsa terhadap konsumsi energi final sebesar 30-40%. Industri manufaktur mendominasi pemakaian energi final yang mencapai 95-97% dan sisanya untuk subsektor pertambangan dan konstruksi. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), besaran sumbangsih sektor manufaktur terhadap PDB nasional, yaitu 23,8% (2000) dan 21,5% (2015). Pada Gambar 21 menunjukkan total pemakaian energi di subsektor manufaktur setiap 5 tahunan dari tahun 2000 hingga 2015.

Pemakaian energi tersebut merupakan konsumsi energi primer yang telah diekuivalen dalam ribu BOE seperti gas dalam satuan M³, listrik dalam GWh, dan minyak dalam ribu barel. Pemakaian energi selalu berfluktuasi tergantung kondisi harga energi primer dan kondisi *demand* industri dan manajemen energi yang dilakukan oleh industri atas kebijakan konservasi energi yang dikeluarkan oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.



Gambar 21. Konsumsi Energi Subsektor Industri

Data industri manufaktur yang lahap energi yang dikeluarkan oleh Kementerian Perindustrian telah mengalami perubahan. Berdasarkan Gambar 21, terlihat bahwa 3 posisi terbesar industri yang lahap energi dalam 15 tahun terakhir adalah industri pupuk, kimia dan barang dari karet dengan total konsumsi energi 287.751 ribu BOE; lalu industri barang lainnya sebesar 164.892 ribu BOE; dan posisi ketiga industri makanan, minuman dan

tembakau dengan total pemakaian energi sebesar 104.166 ribu BOE. Tabel 5 menjelaskan jika sektor pupuk, kimia dan barang karet mendominasi konsumsi energi pada tahun 2000, yaitu sebesar 36,28%, kemudian menurun menjadi 29,01% pada tahun 2015. Industri barang kayu dan barang dari kayu lainnya memiliki nilai konsumsi energi paling kecil, yaitu 1,8% pada tahun 2000 dan 1,4% pada 2015.

Tabel 5. Pemakaian Energi di Subsektor Manufaktur Tahun 2000, 2005, 2010, dan 2015 (ribu BOE)

Subsektor	2000				2005				2010				2015			
	Gas	Listrik	Minyak	Total	Gas	Listrik	Minyak	Total	Gas	Listrik	Minyak	Total	Gas	Listrik	Minyak	Total
Makanan, minuman, dan tembakau	928	3.681	20.442	25.051	1.527	4.594	20.364	26.485	3.857	5.518	14.854	24.229	4.638	6.935	16.828	28.401
Tekstil, barang kulit, dan alas kaki	800	3.455	7.248	11.503	1.321	4.312	7.453	13.085	1.351	5.179	5.521	12.051	1.319	6.509	6.770	14.599
Barang kayu dan barang dari kayu lainnya	1	925	2.466	3.392	8	1.155	2.440	3.603	17	1.387	1.809	3.213	29	1.743	2.016	3.787
Kertas dan barang cetakan	1.227	1.264	2.298	4.790	3.218	1.578	2.368	7.164	2.385	1.895	1.610	5.891	1.783	2.382	1.995	6.160
Pupuk, kimia, dan barang dari karet	47.950	3.852	14.869	66.671	50.419	4.807	15.967	71.194	53.228	5.774	12.134	71.136	55.194	7.257	16.299	78.750
Semen dan barang galian bukan logam	4.876	1.816	2.354	9.046	5.669	2.266	2.248	10.184	7.841	2.722	1.665	12.228	7.838	3.421	1.672	12.931
Logam dasar, besi, dan baja	1.517	4.134	8.054	13.704	2.367	5.159	8.501	16.028	10.349	6.197	6.413	22.959	5.385	7.788	8.321	21.494
Alat angkutan, mesin, dan peralatannya	-	1.400	3.554	4.954	-	1.748	3.892	5.640	-	2.099	2.961	5.060	-	2.638	4.123	6.761
Barang lainnya	29.527	322	1.451	31.300	45.984	402	1.723	48.109	35.082	483	1.314	36.879	45.894	607	2.103	48.604
Total	86.826	20.850	62.736		110.513	26.021	64.958		114.111	31.254	48.280		122.079	39.281	60.127	

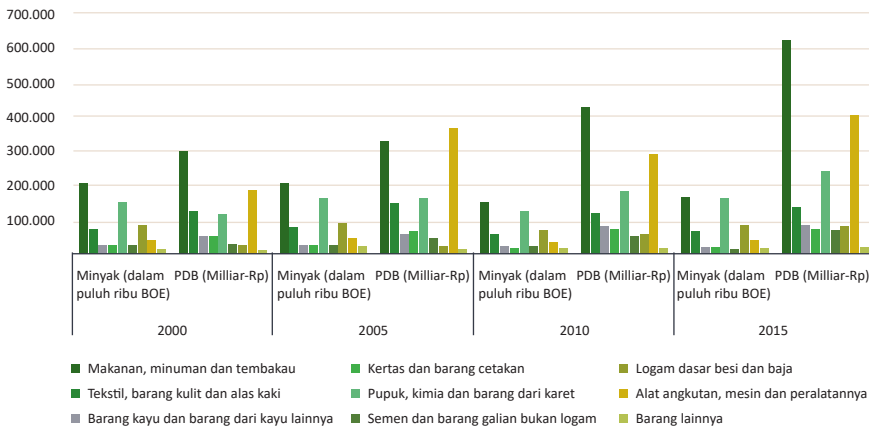
(Sumber: BPS (data diolah))

Industri merupakan salah satu sektor strategis untuk memacu pertumbuhan ekonomi. Hal ini disebabkan karena industri berperan sebagai penyumbang terbesar pada Produk Domestik Bruto (PDB) dan memberikan kontribusi tertinggi pada penerimaan pajak, serta konsisten membawa *multiplier effect* kepada seluruh sektor ekonomi. International Policy Research mengungkapkan, cepatnya pertumbuhan yang dialami oleh Tiongkok, Jepang, Korea Selatan, dan Vietnam dipicu oleh kekuatan sektor manufaktur. Begitu juga dengan India, Bangladesh, Laos, dan Kamboja. Kekuatan pada bidang manufaktur telah

menggeser pendapatan negara untuk tumbuh di atas 6% setiap tahun (Kementerian Perindustrian 2017). Energi menjadi input dalam proses produksi yang akan menggerakkan PDB. Keterkaitan ini dijadikan indikator makro ekonomi dari pertumbuhan PDB nasional ataupun sektoral ataupun pada kondisi sebaliknya. Gambar 22, 23, dan 24 menunjukkan banyaknya konsumsi energi yang digunakan oleh sembilan subsektor industri terhadap PDB dalam range waktu 5 tahun, yaitu tahun 2000, 2005, 2010, dan 2015.

Pada Gambar 22, subsektor makanan, minuman dan tembakau merupakan subsektor yang mengonsumsi minyak paling banyak. Selanjutnya, subsektor yang banyak mengonsumsi minyak adalah pupuk, kimia

dan barang dari karet. Subsektor logam dasar besi dan baja menempati urutan ketiga terbesar, sebagai subsektor yang mengonsumsi minyak paling banyak.

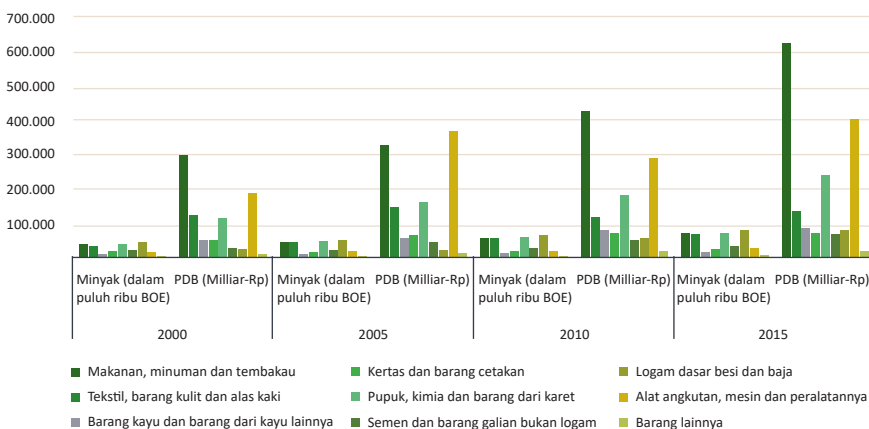


(Sumber: BPS (data diolah))

Gambar 22. Konsumsi Minyak Berdasarkan Subsektor Industri Terhadap PDB Tahun 2000, 2005, 2010, dan 2015

Gambar 23 menunjukkan konsumsi listrik pada tahun 2000, 2005, 2010, dan 2015. Subsektor yang mengonsumsi listrik paling banyak pertama, yaitu logam dasar besi dan baja, lalu pupuk, kimia, dan barang dari karet dan yang terakhir makanan, minuman dan tembakau. Ketiga subsektor ini memiliki peningkatan

yang konstan dalam setiap lima tahunnya. Meskipun subsektor makanan, minuman, dan tembakau menempati urutan ketiga terbesar dalam mengonsumsi listrik, akan tetapi kontribusi PDB yang dihasilkan oleh sektor ini lebih besar dibandingkan dengan subsektor lainnya.

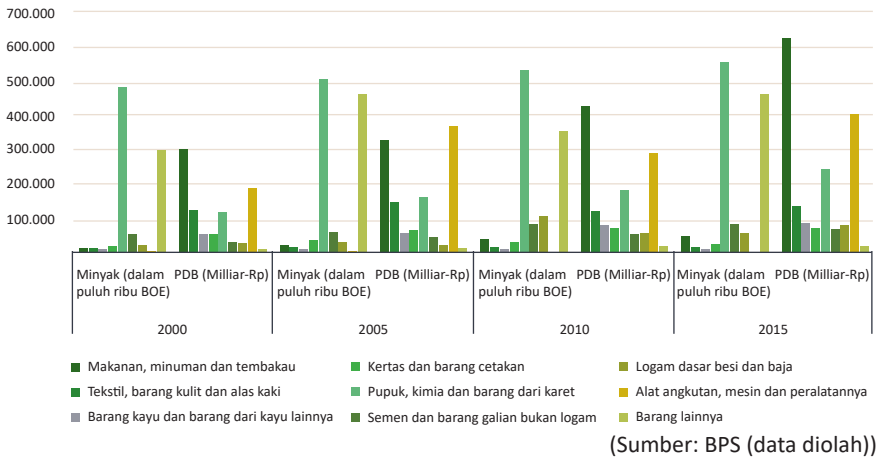


(Sumber: BPS (data diolah))

Gambar 23. Konsumsi Listrik Berdasarkan Subsektor Industri Terhadap PDB Tahun 2000, 2005, 2010, dan 2015

Besarnya konsumsi gas pada setiap subsektor ditampilkan pada Gambar 24. Subsektor pupuk, kimia dan barang dari karet menempati urutan pertama untuk mengonsumsi gas. Selanjutnya, subsektor barang lainnya menempati urutan kedua, kemudian subsektor semen dan barang galian bukan logam, menempati posisi ketiga dalam konsumsi gas. Berdasarkan grafik tersebut, kontribusi

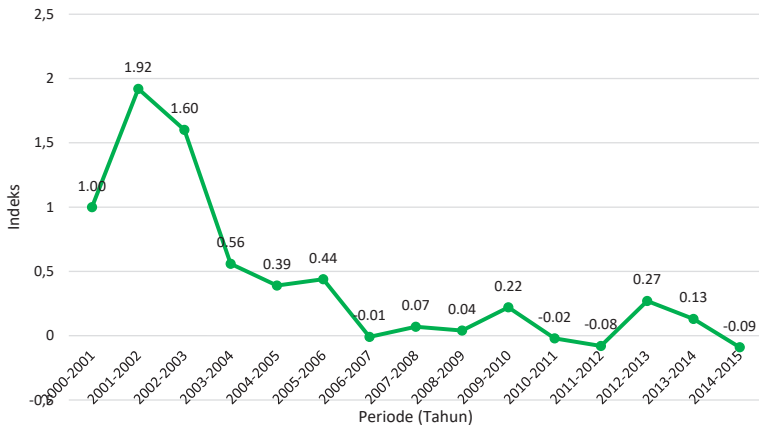
pemakaian energi terbesar dari subsektor industri manufaktur memberikan kontribusi terbesar juga terhadap PDB dari tahun ke tahun. Kontribusi sektor industri manufaktur terhadap PDB telah mengalami evolusi dari industri padat energi menjadi industri non padat energi. Hal tersebut tercermin dari penggunaan energinya.



Gambar 24. Konsumsi Gas Berdasarkan Subsektor Industri Terhadap PDB Tahun 2000, 2005, 2010, dan 2015

Industri padat energi yang pada awalnya memberikan kontribusi terbesar terhadap PDB Indonesia, ternyata faktanya tidak demikian. Berdasarkan data di atas, kontribusi industri padat energi yang terbesar adalah industri logam saja. Adapun kontribusi industri logam pada tahun 2000, 2001, 2005, 2008, 2013, 2014, dan 2015, menunjukkan tren penurunan. Dominasi industri non padat energi yang mengalami kenaikan pesat dan memberikan kontribusi terhadap PDB Indonesia selama 5 tahun terakhir, yaitu industri kayu, makanan, dan barang lainnya. Hal berbeda ditunjukkan oleh periode sebelumnya, yang mana PDB Indonesia tetap didominasi oleh industri non padat energi, seperti industri barang kayu, makanan, alat angkut, dan barang lainnya.

Pure energy intensity merupakan informasi yang menggambarkan perubahan/perbaikan komposisi bahan bakar yang terhubung kepada aktivitas maupun struktur. Perubahan aktivitas dan struktur, seperti pemakaian teknologi lebih efisien, dan penerapan kebijakan penghematan energi. Gambar 25 menunjukkan lima periode yang memiliki nilai *pure energy intensity* positif, yaitu periode 2000-2001, 2001-2002, 2002-2003, 2011-2012 dan 2014-2015. Nilai positif ini menunjukkan bahwa ada peningkatan penggunaan energi terhadap per unit PDB, atau dengan kata lain untuk menghasilkan satu rupiah pada PDB di tahun tersebut, maka perlu mengonsumsi energi lebih tinggi dibandingkan tahun sebelumnya.



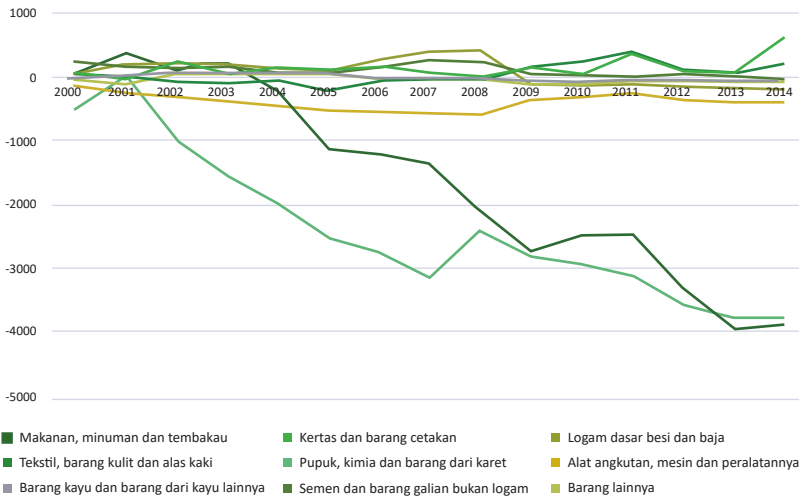
(Sumber: BPS (data diolah))

Gambar 25. Hasil Perhitungan *Pure Energy Effect* Industri Manufaktur

Periode 2011 - 2012 dan 2014 - 2015 merupakan periode dengan nilai *pure energy intensity* negatif terbesar, yaitu -0,08 dan -0,09, sedangkan kedua periode lainnya berkisar -0,01 hingga -0,02. Meningkatnya konsumsi energi untuk menumbuhkan PDB pada periode ini, apakah merupakan imbas dari upaya pemerintah untuk mempertahankan perekonomian nasional yang diterpa krisis ekonomi global, perlu menjadi perhatian. Periode ini mencatat pertumbuhan konsumsi energi melonjak 14% dibandingkan konsumsi tahun 2002. Perubahan tren ini seiring dengan

pertumbuhan permintaan baja dunia yang mulai naik sejak 2009. Harga baja dunia juga mengalami pertumbuhan. Menurut Knoema, harga baja sejak 2009 hingga 2015 naik 4%. Industri makanan, minuman, dan tembakau serta pupuk, kimia, dan barang dari karet memiliki nilai *pure energy intensity* yang negatif secara signifikan. Hal tersebut dapat diartikan bahwa *output* yang dihasilkan industri tersebut dengan jumlah yang sama membutuhkan energi yang semakin sedikit. Penjelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 26.





(Sumber: Kementerian Perindustrian 2015 (data diolah))

Gambar 26. Hasil Perhitungan Pure Energy Intensity Berdasarkan Subsektor

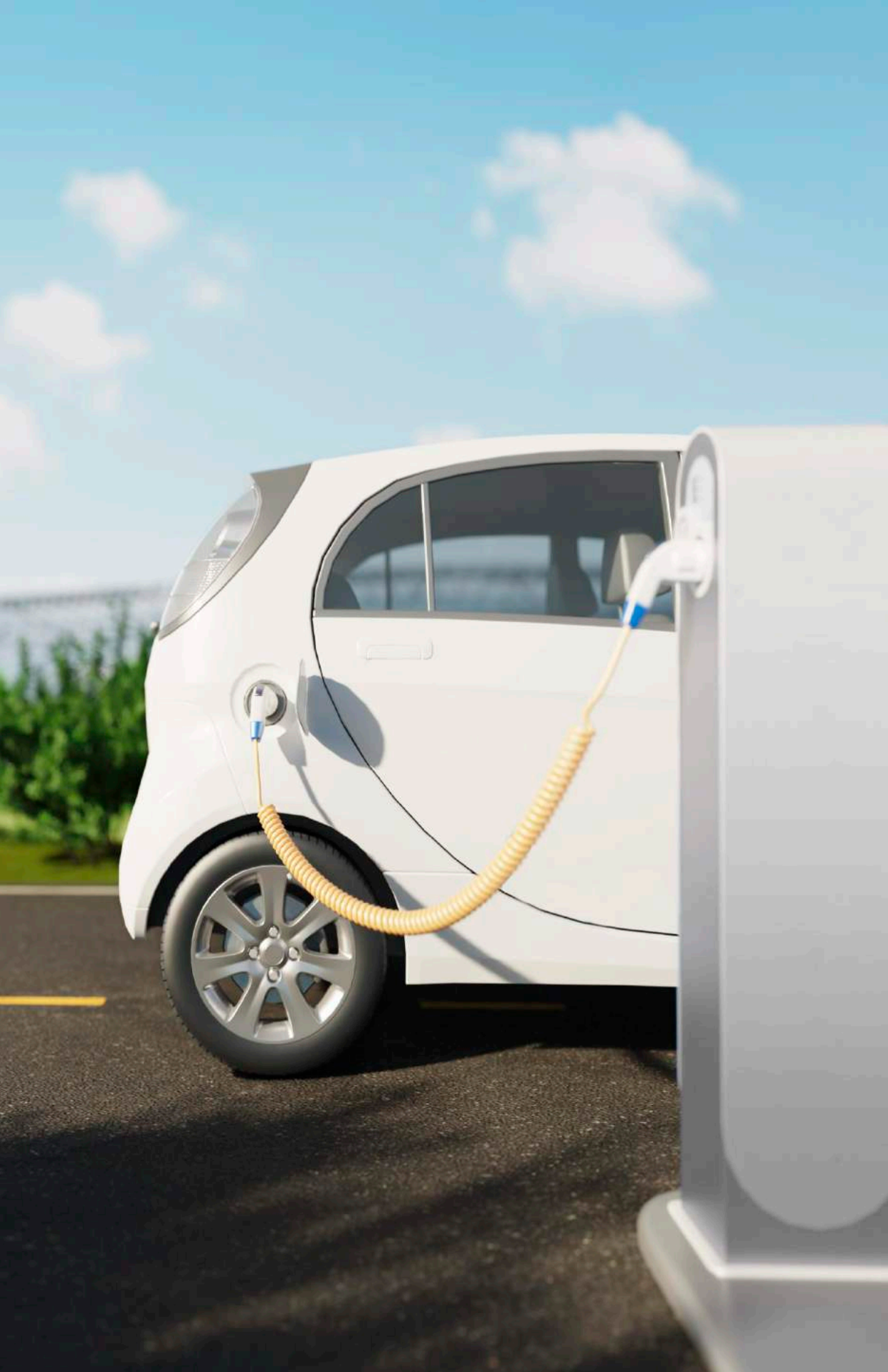
KESIMPULAN

Subsektor industri makanan, minuman, dan tembakau merupakan subsektor yang mengonsumsi minyak paling banyak. Selanjutnya, subsektor yang banyak mengonsumsi minyak adalah industri pupuk, kimia, dan barang dari karet. Subsektor industri logam dasar besi dan baja menempati urutan ketiga terbesar. Subsektor yang mengonsumsi listrik paling banyak pertama, yaitu industri logam dasar besi dan baja, lalu industri pupuk, kimia, dan barang dari karet, kemudian yang terakhir industri makanan, minuman, dan tembakau. Ketiga subsektor ini memiliki peningkatan yang konstan dalam setiap lima tahunnya. Meskipun subsektor industri makanan, minuman, dan tembakau menempati urutan ketiga terbesar dalam mengonsumsi listrik, tetapi kontribusi PDB yang dihasilkan oleh subsektor ini lebih besar dibandingkan dengan subsektor lainnya. Subsektor industri pupuk, kimia, dan barang dari karet menempati urutan pertama untuk mengonsumsi gas. Selanjutnya, subsektor industri barang lainnya menempati urutan kedua, kemudian subsektor industri semen dan barang galian bukan logam menempati posisi ketiga. Kontribusi sektor industri manufaktur terhadap PDB telah mengalami

evolusi dari industri padat energi menjadi industri non padat energi. Hal tersebut tercermin dari penggunaan energinya. Industri manufaktur memiliki tren positif dengan nilai intensitas energinya semakin kecil. Nilai positif ini mengartikan bahwa industri manufaktur semakin efisien. Energi yang dikeluarkan untuk memproduksi/ menghasilkan *output* semakin kecil rasionya. Begitupun pada tingkat subsektor industri manufaktur secara keseluruhan mengalami fluktuasi selama periode tahun 2000-2015 dan nilai intensitas energi cenderung mengalami penurunan. Sehingga industri yang bernilai negatif pada analisis *pure energy intensity*, perlu melakukan manajemen energi melalui standarisasi penggunaan teknologi yang hemat energi, terutama pada subsektor industri makanan dan minuman dikarenakan share terhadap PDB semakin meningkat dari tahun ke tahun; dan perlu adanya pengaturan kebijakan insentif bagi industri yang telah melakukan konservasi energi. Begitu juga sebaliknya, perlu dilakukan penetapan disinsentif yang diberikan kepada industri yang tidak melakukan kebijakan konservasi energi.

REFERENSI

- IEA. (2022). *Energy Efficiency as Energy System Overview*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency>
- Hariwan, Peggy. (2021). *Analisis Intensitas Energi Pada Sektor Industri Manufaktur Dalam Pengembangan Kebijakan Konservasi Energi Di Level Nasional Dan Regional*
- Boyd GA, Roop JM. 2004. *A note on the fisher ideal index decomposition for structural change in energy intensity*. *The Energy Journal*. 25(1):87-102.
- Ang BW. 2004. *Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: Some methodological developments*. *Energy Econ*. 34(1):177–188.
DOI:10.1016/j.eneco.2011.10.009.
- Badan Pusat Statistik. 2020. *Statistik Indonesia 2020*. <https://www.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=ZTkWMTFiMzE1NWQ0NWQ3MDgyM2MxNDFm&xzmn=aHR0cHM6Ly93d3cuYnBzLmdvLmlkL3B1YmxpY2F0aW9uLzlwMjAvMDQvMjkwZTkWMTFiMzE1NWQ0NWQ3MDgyM2MxNDFmL3N0YXRpc3Rpay1pbmRvbmVzaWEtMjAyMC5odG1s&twoadfnorfeauf=MjAyMS0wOS0yNyAxNzoyNTTo0Mg%3D%3D>.
- Kementerian Perindustrian. 2015. *Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 - 2035*. 1–98. <http://www.depkop.go.id>.



Arisman Wijaya – Pertamina Energy Institute (PEI)

ABSTRAK

Dalam era transisi energi yaitu era peralihan energi fosil ke energi hijau, rendah karbon dan ramah lingkungan, banyak kalangan mulai mengembangkan energi non fosil yang ramah lingkungan yang didukung oleh kecanggihan teknologi. Salah satu energi terbarukan yang memanfaatkan teknologi “smart” adalah energi listrik yang berasal dari cahaya atau sinar matahari. Sedangkan untuk teknologi “smart” dimaksud adalah teknologi smart grid system. Pengembangan smart grid ini digunakan sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di Indonesia maupun tujuan lainnya, diantaranya untuk membentuk adanya komunikasi dua arah, meningkatkan pengawasan, pengendalian dan komunikasi dalam rantai pasok listrik, sehingga efisiensi listrik dan keandalan jaringan listrik dapat ditingkatkan menjadi lebih baik. Dalam perkembangannya, sistem smart grid yang banyak digunakan di daerah-daerah pelosok, desa dan terpencil yang jauh dari jaringan listrik PLN adalah sistem off-grid PLTS dengan mekanisme Solar Home System atau SHS dan Sistem Energi Surya Fotovoltaik atau SESF. Di dalam prosesnya, energi yang dihasilkan diperoleh dengan mengubah sinar matahari secara langsung menjadi panas ataupun energi listrik/ jaringan listrik melalui teknologi pintar menggunakan bahan semi konduktor yang dapat disesuaikan untuk melepas elektron, selanjutnya partikel bermuatan negatif inilah yang akan membentuk dasar listrik. Pada akhirnya, pemanfaatan energi surya melalui teknologi “smart” ini telah banyak dimanfaatkan oleh negara di dunia, bahkan apabila pengelolaannya dilakukan dengan tepat, energi surya mampu menyediakan kebutuhan energi dalam waktu yang lebih lama daripada energi konvensional.

Kata Kunci: Energi terbarukan, Teknologi “smart”, Smart grid, Energi listrik, Solar Home System, Sistem Energi Surya Fotovoltaik

PENDAHULUAN

Pada saat ini, terdapat beraneka macam sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai energi untuk menggantikan energi konvensional atau fosil. Banyak kalangan berupaya untuk beralih menuju energi bersih, ramah lingkungan, rendah karbon bahkan “zero” karbon. Sebagai alternatifnya, energi terbarukan banyak dijadikan pilihan tepat dalam menanggulangi pemanasan global

sebagai efek dari gas rumah kaca tersebut. Di antara beraneka macam sumber energi terbarukan yang ada di Indonesia, salah satu energi yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat dengan jumlah melimpah di alam adalah energi yang berasal dari sinar atau cahaya matahari. Adapun sinar atau cahaya matahari ini perlu diubah bentuknya melalui sistem dan teknologi “smart” menjadi energi listrik.

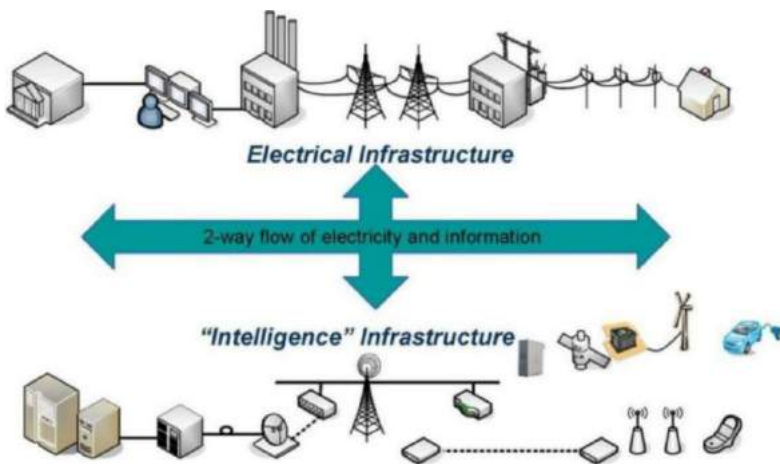
Energi listrik menjadi energi utama yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari masyarakat, baik di pelosok, desa, maupun perkotaan. Oleh karenanya, tren kebutuhan listrik selalu meningkat dari tahun ke tahun. Meningkatnya kebutuhan listrik menjadi tantangan tersendiri bagi sistem energi di Indonesia, khususnya penetrasi energi terbarukan dalam pembangkitan listrik dari sisi transmisi dan distribusi listrik atau disebut dengan jaringan listrik. Adapun jaringan listrik, terutama di Indonesia, masih tergolong jaringan listrik yang konvensional, yaitu dengan beberapa ciri diantaranya masih menggunakan aliran listrik satu arah,

pembangkitan listrik yang terdesentralisasi, ketergantungan yang tinggi terhadap bahan bakar fosil, masih rendahnya proses otomatisasi dan pengelolaan penggunaan listrik yang dilakukan oleh konsumen, serta tingginya frekuensi terjadinya pemadaman listrik. Aspek-aspek yang menjadi kekurangan jaringan listrik konvensional tersebut, mendorong inisiatif untuk mengembangkan jaringan listrik yang lebih baik. Salah satu konsep jaringan listrik yang telah dimodernisasi adalah konsep jaringan listrik menggunakan teknologi pintar atau *smart grid*.

PEMBAHASAN

Sebagaimana kita ketahui bersama, penggunaan jaringan listrik konvensional memiliki banyak kekurangan, sehingga diperlukan teknologi “*smart*” melalui *smart grid* untuk mengintegrasikan jaringan listrik dengan teknologi informasi dan telekomunikasi (ICT) yang memungkinkan adanya komunikasi dua arah antara produsen dan konsumen listrik. Penggunaan teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan pengawasan, pengendalian dan komunikasi dalam rantai

pasok listrik sehingga efisiensi listrik dapat ditingkatkan dan keandalan jaringan listrik dapat lebih baik. Selain itu, pengembangan teknologi ini digunakan sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di Indonesia. Upaya peningkatan kapasitas pembangkit energi terbarukan ke dalam jaringan kelistrikan terus dilakukan, namun perlu penanganan khusus karena karakteristik pembangkit tergantung pada kondisi alam.



(Sumber: <https://indonesiare.co.id/en/article/mengenal-smart-grid-sebagai-sistem-jaringan-listrik-di-masa-depan>)

Gambar 27. Skema Smart Grid System

Penerapan *smart grid* perlu dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan kesiapan teknologi, sumber daya manusia, maupun alokasi anggaran/biaya. *Smart grid* sudah mulai diterapkan di beberapa wilayah di Indonesia, salah satunya di wilayah Jawa dan Bali, serta secara bertahap diterapkan pada wilayah lainnya di Indonesia. Penerapan *smart grid* sangat penting dalam peningkatan keandalan, peningkatan porsi Energi Baru Terbarukan (EBT) dalam bauran energi listrik dan efisiensi energi. Di samping itu, pemanfaatan *smart grid* dengan teknologi “*smart*” ini merupakan salah satu upaya Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) dalam mengelola energi ramah lingkungan pada era transisi energi. Oleh karena itu, saat ini banyak kalangan khususnya

pelaku energi, memanfaatkan sumber energi yang melimpah ini untuk dikembangkan dan dikelola menggunakan teknologi canggih dan pintar untuk dikonversikan menjadi energi listrik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat Indonesia. Pengembangan *smart grid* sendiri dilakukan dengan 3 (tiga) macam metode teknis atau sistem yaitu: sistem *on-grid*, *off-grid* dan *hybrid*. Pada pembahasan saat ini difokuskan pada sistem yang banyak dijumpai dan digunakan di beberapa daerah di Indonesia khususnya di daerah pelosok, desa dan terpencil yang jauh dari jaringan listrik PLN, yaitu sistem *off-grid* melalui Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau PLTS diantaranya: *Solar Home System* (“SHS”) dan Sistem Energi Surya Fotovoltaik (SESF).

A. Solar Home System (SHS)

Solar Home System atau dikenal dengan “SHS” merupakan sistem PLTS yang secara umum bersifat manunggal/tidak terhubung dengan jaringan listrik PLN (*off-grid*) untuk memasok daya ke peralatan elektronik di rumah-rumah penduduk. Berbeda dengan PLTS, pada umumnya SHS itu berupa sistem berskala kecil, dengan menggunakan modul surya 50-100 Wp (*Watt-peak*) dan menghasilkan listrik harian sebesar 150-300 Wh. SHS digunakan di daerah yang belum terkoneksi dengan jaringan listrik PLN, meskipun dapat juga digunakan untuk memenuhi kebutuhan energi rumah yang terkoneksi dengan sistem PLN. Adapun untuk operasionalnya, SHS biasanya beroperasi pada

tegangan arus searah (DC) 12 Volt dan kemudian menyediakan daya untuk peralatan elektronik arus DC berdaya rendah seperti lampu, radio, dan TV yang mampu digunakan selama sekitar tiga hingga lima jam sehari. Secara teknis, SHS biasanya mencakup satu atau lebih modul surya yang dilengkapi dengan *solar charge controller* yang berfungsi untuk mendistribusikan daya dan melindungi baterai dan peralatan dari kerusakan. Kemudian, SHS biasanya memiliki minimal satu baterai atau aki untuk menyimpan energi yang dihasilkan modul surya saat siang hari. Energi yang tersimpan ini kemudian digunakan saat malam hari untuk mengaliri listrik ke peralatan elektronik tersebut.





(Sumber: freepik.com)

Gambar 28. Solar Home System

Pada umumnya, SHS dirancang untuk memasok peralatan listrik DC dan/atau AC. Untuk SHS yang lebih besar membutuhkan integrasi antara beban dengan arus listrik AC dengan menggunakan *inverter* DC/AC. Secara teknis, sistem yang ini dipasang secara desentralisasi (satu rumah satu pembangkit) sehingga tidak membutuhkan jaringan distribusi. SHS sangat cocok digunakan untuk listrik di pedesaan yang jarak rumah satu dengan lainnya saling berjauhan, dan keperluan listriknya relatif lebih kecil. Sebagai gambaran singkat, mekanisme teknis perubahan *photovoltaic* menjadi energi surya untuk SHS ini mirip dengan PLTS, yaitu cahaya matahari akan disimpan dalam panel surya, kemudian sel surya akan merubah energi dari matahari menjadi energi listrik. Listrik yang dihasilkan oleh tenaga surya akan disimpan dalam *accumulator* melalui sebuah *charge controller*. Adapun sel surya *charge controller* adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang ditambahkan ke *battery* dan diambil dari *battery* ke beban. Selain itu, *charge controller*

ini yang mengatur tegangan dan arus yang masuk ke dalam *accumulator*. Selanjutnya, inverter mengubah tegangan DC dari *accumulator* menjadi sebuah tegangan AC. Sel surya *charge controller* menerapkan teknologi *smart Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur fungsi pengisian *battery* dan pembebasan arus dari *battery* ke beban. *Solar charge controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti.

Demikian mekanisme teknis atau cara kerja SHS secara umum. Operasional yang handal, efektif dan efisien menjadikan sistem ini banyak digunakan oleh penduduk Indonesia, khususnya di daerah pemukiman baik yang terisolir maupun padat penduduk. Latar belakang lainnya, SHS banyak digunakan dikarenakan memiliki beberapa keunggulan dan manfaat diantaranya dari energi listrik yang dihasilkan dapat membantu penerangan rumah dengan *off-grid system*, menjamin

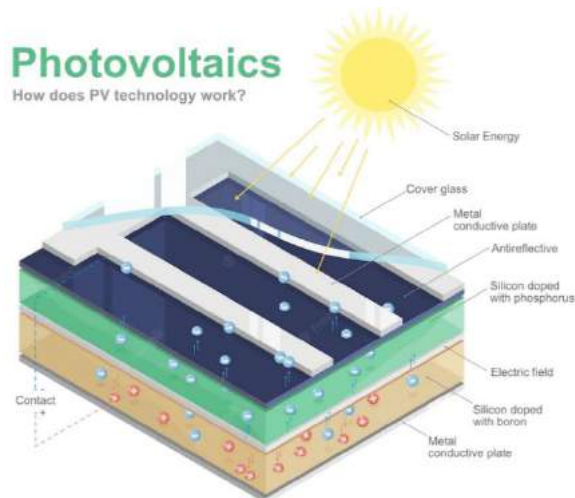
dan meningkatkan kesehatan masyarakat dikarenakan tidak mencemari lingkungan dengan asap atau gas pembuangan bahkan juga membantu menghindari emisi gas

rumah kaca dengan mengurangi penggunaan sumber energi konvensional seperti minyak tanah, gas, dan genset diesel untuk pembangkit listrik.

B. Sistem Energi Surya Fotovoltaik (SESF)

Di samping SHS, cara lain penyediaan energi listrik alternatif dengan *smart technology* yang siap untuk diterapkan secara massal saat ini adalah Sistem Energi Surya Fotovoltaik atau SESF, secara umum dikenal sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik (PLTS Fotovoltaik). SESF merupakan suatu sistem pembangkit energi yang memanfaatkan energi matahari dan menggunakan teknologi fotovoltaik. SESF memiliki keunggulan diantaranya mudah dalam pengoperasiannya, handal, memerlukan biaya pemeliharaan dan operasional yang murah, sehingga SESF mampu bersaing dengan teknologi

pembangkit listrik konvensional lainnya. Dalam pemanfaatannya, sistem SESF dikenal menggunakan teknologi yang ramah lingkungan, Adapun pemanfaatannya sangat cocok diimplementasikan pada sebagian besar wilayah Indonesia yang terdiri dari pulau-pulau kecil, lokasi transmigrasi, perkebunan, bahkan kawasan terpencil yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN. Implementasi SESF perkembangannya, sudah banyak digunakan oleh negara-negara maju untuk suplai energi listrik di gedung-gedung perkotaan maupun perumahan kota.



(Sumber: freepik.com)

Gambar 29. Photovoltaics System

Secara teknis, umumnya modul fotovoltaik dipasarkan dengan kapasitas 50 *Wattpeak* (Wp) atau kelipatannya. Unit satuan *Wattpeak* adalah satuan daya (Watt) yang dapat dibangkitkan oleh modul fotovoltaik

dalam keadaan standar uji atau *Standard Test Condition/STC*. Selain itu, efisiensi pembangkitan energi listrik yang dihasilkan modul fotovoltaik pada skala komersial saat ini adalah sekitar 14% s.d. 15%.

Lebih detail lagi, dari segi komponen penyusun suatu SESF adalah sel fotovoltaik yang mengubah penyinaran/radiasi matahari menjadi listrik secara langsung. Teknologi sel fotovoltaik yang banyak dikembangkan saat ini pada umumnya merupakan jenis teknologi kristal yang dibuat dengan bahan baku berbasis silikon. Selanjutnya, produk akhir dari modul fotovoltaik menyerupai bentuk lembaran kaca dengan ketebalan sekitar 6 - 8

milimeter. Kemudian ada *Balance of System* (BOS) yang meliputi *controller*, *inverter*, kerangka modul, peralatan listrik, dan lain-lain. Di samping itu, sama dengan komponen pembangkit listrik pada umumnya, SESF memiliki unit penyimpan energi (baterai) dan peralatan penunjang lain seperti *inverter*, sistem terpusat, sistem *hybrid*, dan sebagainya.

KESIMPULAN

Pemanfaatan teknologi “*smart*” atau teknologi pintar dalam era transisi energi telah banyak dikembangkan di Indonesia maupun dunia internasional, hal ini untuk mendukung program penanggulangan efek rumah kaca melalui energi ramah lingkungan dan bebas karbon. Salah satu teknologi pintar yang saat ini banyak dikembangkan, salah satunya dalam pemanfaatan energi listrik yaitu menggunakan teknologi *smart grid*. Teknologi *smart grid* ini digunakan untuk mengintegrasikan hasil konversi energi surya/matahari ke dalam bentuk jaringan listrik dengan teknologi informasi dan telekomunikasi (ICT). Penggunaan teknologi tersebut bertujuan untuk membentuk adanya komunikasi dua arah antara produsen dan konsumen listrik (tidak satu arah seperti jaringan listrik konvensional), meningkatkan pengawasan, pengendalian dan komunikasi dalam rantai pasok listrik.

Sehingga dengan teknologi ini, efisiensi listrik dan keandalan jaringan listrik dapat ditingkatkan menjadi lebih baik. Selain itu, pengembangan teknologi *smart grid* digunakan sebagai upaya dalam mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil di Indonesia. Teknologi ini dikembangkan dengan 3 (tiga) macam metode teknis atau sistem yaitu: sistem *on-grid*, *off-grid* dan *hybrid*. Dalam perkembangannya, sistem *off-grid* PLTS dengan mekanisme *Solar Home System* atau dikenal dengan SHS dan Sistem Energi Surya Fotovoltaik atau SESF ternyata banyak diimplementasikan di daerah-daerah pelosok, desa dan terpencil yang jauh dari jaringan listrik PLN. Sehingga dengan teknologi ini, masyarakat Indonesia, khususnya yang bertempat tinggal di daerah tersebut dapat merasakan energi listrik dengan mudah dan praktis.

REFERENSI

- Hidayatno, A. D. (2019). *A conceptualization of renewable energy-powered industrial cluster development in Indonesia*. Energy Procedia, 7-12.
- J.D. Ocon, P. B. (2019). *Energy Transition from Diesel-based to Solar Photovoltaics Battery-Diesel Hybrid System-based Island Grids in the Philippines – TechnoEconomic Potential and Policy Implication on Missionary Electrification*. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 139-154.
- Mah Daphne Ngaryin, e. a. (2012). *Consumer perceptions of smart grid development: results of a Hong Kong survey and policy implications*. Energy Policy, 204-216.
- Nadejda Komendantova, A. P. (2009). *Perception of risks in renewable energy projects: The case of concentrated solar Jakarta: Erlangga*. power in North Africa. Energy Policy, 1-7.
- Setiartiti, L. (2018). *Renewable energy utilizing for clean energy development*. International Journal of Energy Economics and Policy, 212-219.
- Verbong Geert PJ, B. S. (2013). *Smart grids or smart users? Involving users in developing a low carbon electricity economy*. Energy Policy, 117-125.
- Maesha G. Rianta. (2021). *Mengenal Smart Grid sebagai Sistem Jaringan Listrik di Masa Depan*. <https://indonesiare.co.id/en/article/mengenal-smart-grid-sebagai-sistem-jaringan-listrik-di-masa-depan>. IndonesiaRe.
- Widayana, Gede. *Jurnal Pemanfaatan Energi Surya*. FTK Undiksha Vol. 9, No. 1, Januari 2012 : 42 – 43
<https://pasangpanelsurya.com/apa-itu-solar-home-system-shs/> diakses pada 16 Januari 2023.
 Freepik.com
[https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pejuang-pemanfaatan-energi-surya-fotovoltaik-di-indonesia#:~:text=Sistem%20Energi%20Surya%20Fotovoltaik%20\(SESF,lingkungan%2C%20listrik%20untuk%20rumah%20peribadatan.,](https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pejuang-pemanfaatan-energi-surya-fotovoltaik-di-indonesia#:~:text=Sistem%20Energi%20Surya%20Fotovoltaik%20(SESF,lingkungan%2C%20listrik%20untuk%20rumah%20peribadatan.,) diakses pada 16 Januari 2023.

MANUFAKTUR INDONESIA SEBAGAI PENGGERAK EKONOMI DALAM TRANSISI ENERGI

Peggy Hariwan – International Energy Agency (IEA)

Irwan Wakhidiyanto – Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM)

ABSTRAK

Energi mempunyai peran yang sangat penting dalam pembangunan nasional yang berkelanjutan, terutama untuk mendukung proses industrialisasi yang berfungsi sebagai bahan bakar dan bahan baku. Sektor industri hingga saat ini merupakan sektor yang mendominasi konsumsi energi di Indonesia, yang persinya mencapai 49,4% dari total konsumsi energi nasional. Defisit energi yang dialami oleh Indonesia terlihat pada angka impor Indonesia, terutama energi fosil produk minyak dan gas bumi yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Puncak peningkatannya terjadi pada tahun 2022, dengan angka impor migas mencapai 22.669 juta USD. konservasi energi merupakan solusi yang tepat, cepat, dan ekonomis dalam mengatasi masalah ketersediaan energi. Activity effect diperoleh dari perubahan (delta) activity Gross Value Added (GVA) industri dengan energi intensitas. Activity effect ini dapat menggambarkan mengenai respon terhadap pertumbuhan ekonomi. Activity effect pada industri lahap energi masih lebih kecil dibandingkan dengan industri manufaktur lainnya. Adapun faktor ekonomi yang dapat memberikan perubahan konsumsi energi adalah harga energi, baik harga bahan baku maupun harga listrik.

Kata kunci: efisiensi energi, intensitas energi, industri manufaktur, activity effect, ekonomi

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi suatu negara membutuhkan dukungan sumber daya alam, selain sumber daya manusia. Salah satu sumber daya alam yang penting ialah sumber daya energi. Keterbatasan sumber daya energi merupakan kendala yang dapat menghambat laju pertumbuhan ekonomi di kemudian hari (Sagala 2000). Energi sangat penting perannya dalam perekonomian Indonesia, baik sebagai bahan bakar untuk proses industrialisasi, bahan baku untuk proses produksi, dan sebagai komoditas ekspor yang merupakan sumber devisa negara (Sugiyono 2004).

Indonesia mempunyai kebijakan nasional pada bidang energi yang tersusun dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN). Selain itu, hal ini juga tertuang dalam Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 0983 K/16/MEM/2004, yang menyatakan bahwa

energi mempunyai peran yang sangat penting dalam pembangunan nasional yang berkelanjutan, terutama untuk mendukung proses industrialisasi yang berfungsi sebagai bahan bakar dan bahan baku. Sektor industri hingga saat ini merupakan sektor yang mendominasi konsumsi energi di Indonesia; yang persinya mencapai 49,4% dari total konsumsi energi nasional (Kementerian ESDM 2012).

Defisit energi yang dialami oleh Indonesia terlihat pada angka impor Indonesia, terutama energi fosil produk minyak dan gas bumi yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Puncak peningkatannya terjadi pada tahun 2022, dengan angka impor migas mencapai 22.669 juta USD. Angka impor migas menunjukkan Indonesia masih akan terus meningkatkan jumlah permintaan energi fosilnya dalam aktivitas ekonominya.



Tabel 6. Defisit Neraca Migas Indonesia (juta USD)

Tahun	Ekspor			Impor			Neraca		
	Migas	Nonmigas	Total	Migas	Nonmigas	Total	Migas	Nonmigas	Total
2014	30.330	145.650	176.290	43.460	134.720	178.180	-13.130	11.240	-1.880
2015	18.574	131.792	150.366	24.613	118.081	142.694	-6.039	13.711	7.672
2016	13.106	132.081	145.187	18.740	116.913	135.653	-5.634	15.168	9.534
2017	15.744	153.084	168.828	24.316	132.669	156.985	-8.572	20.415	11.843
2018	17.172	162.841	180.013	29.869	158.843	188.712	-12.697	3.998	-8.699
2019	9.421	114.749	124.171	15.862	110.253	126.115	-6.441	4.496	-1.945
2021	12.247	219.362	231.609	25.529	170.660	196.190	-13.282	48.702	35.420
2022	14.546	253.604	268.151	37.215	180.368	217.584	-22.669	73.236	50.567

(Sumber: BPS, 2023)

Berdasarkan kondisi di atas, fenomena yang terjadi adalah persediaan cadangan energi tak terbarukan semakin menipis, sedangkan konsumsi akan energi terus meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas ekonomi. Pemanfaatan energi baru terbarukan masih mengalami beberapa kendala secara teknik, biaya, kapasitas, investasi, dan kebijakan yang tepat. Oleh karena itu, kebijakan konservasi energi merupakan solusi yang tepat, cepat, dan ekonomis dalam mengatasi masalah ketersediaan energi. Penerapan kebijakan konservasi energi, misalnya pada bidang ketenagalistrikan, maka

penghematan pemakaian listrik sebesar 1 MW sama artinya telah membangun pembangkit listrik baru dengan kapasitas 1 MW (Kunaefi 2009).

IEA juga menegaskan bahkan strategi efisiensi energi di dalam skenario *Net-Zero Emission* 2050 merupakan opsi mitigasi CO₂ dan transisi energi bersih. Langkah efisiensi energi diambil oleh Indonesia dalam mengatasi defisit energi dan kebutuhan energi fosil yang membesar pada industri manufaktur yang merupakan penggerak ekonomi.

METODOLOGI

Metode Divisia yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk melihat perubahan dan indeks intensitas energi, yang didekomposisi ke dalam bentuk faktor struktur ekonomi dan efisiensi energi. Berdasarkan hasil metode Divisia tersebut, dapat

diketahui apakah telah terjadi pergeseran struktur ekonomi dan peningkatan efisiensi energi. Tabel 7 menunjukkan beberapa metode dekomposisi yang digunakan dalam beberapa publikasi penelitian terdahulu

Tabel 7. Metode Dekomposisi pada Beberapa Publikasi Penelitian Terdahulu

No.	Publikasi	Objek Penelitian	Periode	Metode	Jenis Metode	Anggota Subsektor
1	Zhao <i>et al.</i> (2010)	China	1998-2006	LMDI	Additive	15
2	Mariet dan Decellas (2009)	Perancis	1995-2006	LMDI	Additive	7
3	Achao dan Shaeffer (2009)	Brazil	1980-2007	LMDI	Additive	4
4	Hatzigeorgiot <i>et al.</i> (2008)	Yunani	1990-2002	AMDI, LMDI	Additive	3
5	Mercados-EMI <i>et al.</i> (2007)	Cyprus, Estonia, Hungaria, Lithuania, Latvia, Polandia, Republik Ceko, Slovakia, Slovenia	1995-2004	Divisia	Additive	10
6	Unander (2007)	Australia, Denmark, Finlandia, Perancis, Italia, Jepang, Norwegia, Swedia, Inggris, AS	1973-1998	Laspeyres	-	7
7	Ang (2005)	Kanada	1990-2000	LMDI	Multiplicative	23
8	Boyd dan Roop (2004)	AS	1983-1998	AMDI, Fisher Ideal	Multiplicative	19
9	Farla dan Blok (2000)	Belanda	1980-1995	simple average parametric Divisia method 2 (AVE-PDM2)	Additive	5 & 21
10	Ang (1995)	Singapura	1982-1990	General parametric Divisia 1	Additive	28

(Sumber: Szep (2013))

Metode dekomposisi yang populer digunakan oleh para ahli adalah Laspeyres Index dan Divisia Index (IEA 2013). Metode ini memperlihatkan hasil evaluasi dari 8 metode dekomposisi yang umum digunakan (Tabel 8). Adapun kedua metode tersebut juga digunakan oleh Asia Pasific Energy Research

Center (APERC) pada 2001 sebagai *energy efficiency indicator*. Metodologi yang digunakan pada penulisan ini adalah metode Divisia Index dengan merujuk pada metode yang dijabarkan dan digunakan oleh APERC dalam melihat perubahan konsumsi energi pada tiap negara anggota APEC.

Tabel 8. Hasil Evaluasi Metode Dekomposisi

Indeks	Perfect Decomposition	Time Reversible	Subsectors Additive	Kemudahan
Paasche	Tidak	Tidak	Ya	Sangat mudah
Simple Laspeyres	Tidak	Tidak	Ya	Sangat mudah
Refined Laspeyres	Ya	Tidak	Ya	Sedang
Fischer Ideal	Ya	Ya	Tidak	Sedang
Simple average / arithmetic mean / devisia (Tornqvist)	Tidak	Ya	Tidak	Sedang
Adjusted PMD I dan II	Tidak	Ya	Ya	Susah
LMD I	Ya	Ya	Ya	Sedang
LMD II	Ya	Ya	Tidak	Sedang

(Sumber: IEA (2013))

Perubahan dari aktivitas ekonomi akibat dari perubahan struktur energi, banyak digunakan sebagai subjek penelitian. Analisis dekomposisi telah banyak

digunakan untuk mempelajari kekuatan pendorong perubahan indikator agregat dari waktu ke waktu (Su & Ang 2011).

Pendekatan Index Divisia memungkinkan penguraian persentase perubahan dalam penggunaan energi menjadi perubahan terpisah dalam aktivitas total, struktur ekonomi, dan intensitas energi pada tingkat komponen. Perubahan yang dihasilkan diakumulasikan ke indeks seri waktu yang dinormalisasi menjadi satu dalam tahun dasar yang dipilih. Liu et al. (1998), menunjukkan Indeks Divisia memiliki banyak sifat yang diinginkan, yang berguna untuk analisis dekomposisi. Sifat-sifat ini termasuk bobot variabel dari waktu ke waktu dan dekomposisi aditif dari tingkat pertumbuhan relatif. Dekomposisi konsumsi energi bertujuan

untuk memisahkan atau “menguraikan” aktivitas subsektoral dan/atau variabel penjelas dari data agregat atau sektoral. Dengan mengisolasi pentingnya aktivitas dan struktur, mungkin dapat memperkirakan dampak intensitas energi murni terhadap perubahan konsumsi energi. Intensitas energi murni kadang ditafsirkan sebagai indikator efisiensi energi. Namun, intensitas murni dan efisiensi energi hanya berkorelasi kuat pada tingkat disagregasi yang tinggi. Berdasarkan APERC (2000), persamaan berikut menguraikan total konsumsi energi dalam aktivitas, struktur, dan intensitas energi:

$$E_t = \sum_i (Y_{it} \times S_{it} \times I_{it})$$

$$= \sum_i (Y_{it} \times \left[\frac{Y_{it}}{Y_t}\right] \times \left[\frac{E_{it}}{Y_{it}}\right])$$

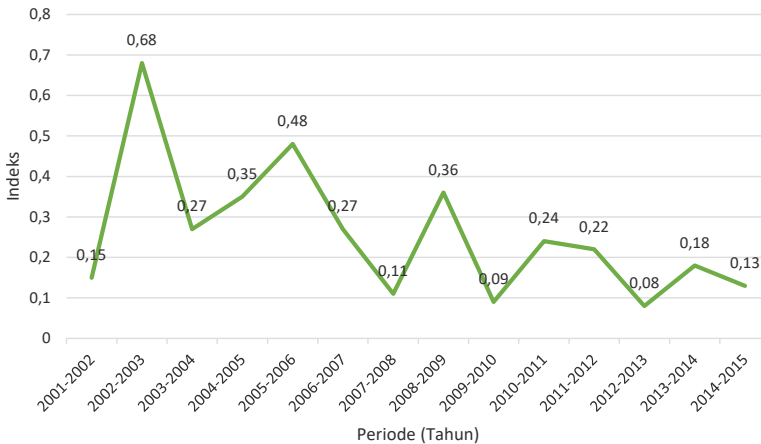
E_t yang merupakan energi total dari industri manufaktur terbentuk dari perkalian aktivitas, struktur, dan intensitas dari masing-masing subsektor. Masing-masing parameter dapat kita lakukan substitusi seperti S_{it} menjadi Y_{it}/Y_t dan I_{it} menjadi (E_{it}/Y_{it}) dengan satuan Ribu BOE. *Activity effect* diperoleh dari perubahan

(delta) *activity Gross Value Added (GVA)* industri dengan energi intensitas. *Activity effect* ini dapat menggambarkan mengenai respon terhadap pertumbuhan ekonomi. Jika bernilai positif, maka sektor/subsektor tersebut memiliki respon yang baik terhadap pertumbuhan ekonomi, begitu juga sebaliknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Activity effect merupakan aktivitas dari perekonomian. Kontribusi dari perubahan aktivitas ekonomi dapat memengaruhi konsumsi energi (Sun 1998). Pertumbuhan ekonomi dapat menjadi kontribusi dari konsumsi energi. Pada level subsektor, aktivitas ekonomi menjadi komponen yang memengaruhi konsumsi energinya. Kondisi krisis ekonomi bisa menjadi pengaruh terhadap aktivitasnya di tingkat subsektor. Faktor ekonomi yang dapat memberikan perubahan konsumsi energi adalah harga energi, baik harga bahan bakar maupun harga listrik. Menurut Brown (2002), sejumlah besar penelitian ekonomi menunjukkan

bahwa fluktuasi harga minyak terlihat jelas dalam kegiatan ekonomi nasional sejak Perang Dunia II. Kenaikan harga bahan bakar dan tarif dasar listrik akan berdampak pada menurunnya pertumbuhan sektor industri khususnya industri baja dan tekstil. *Activity effect* ini didapat dari hasil perkalian perubahan *economic activity* terhadap energi intensitas dan pangsa pada tahun dasar. Berdasarkan Gambar 30 dapat dilihat bahwa *activity effect* pada periode 2001-2015 memiliki tren yang berfluktuasi cenderung menurun. Kondisi ini menunjukkan bahwa industri manufaktur memiliki respon negatif bagi pertumbuhan ekonomi.



(Sumber: BPS, data diolah)

Gambar 30. Hasil Perhitungan Activity Effect Periode 2001-2015

Pada tahun 2002, tren kenaikan dikarenakan adanya ketergantungan penggunaan BBM masih tinggi, yaitu sebesar 60% dari konsumsi energi final. Selain itu, untuk membangkitkan tenaga listrik masih menggunakan BBM dan batu bara. Hal ini dikarenakan jaringan pipa gas bumi masih terbatas, lokasi potensi tenaga air yang jauh dari konsumen, dan pengembangan panas bumi belum didukung oleh peraturan perundang-undangan yang kondusif (Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, 2004). Untuk memenuhi kebutuhan energi pada tahun 2002, maka perlu dipasok oleh produksi dalam negeri dan impor yang pangsanya cenderung meningkat. Komponen terbesar dari impor energi adalah minyak bumi dan BBM. Kegiatan produksi minyak bumi semakin dibatasi, karena kemampuan produksi lapangan minyak bumi yang semakin menurun. Jumlah impor minyak bumi untuk kebutuhan bahan baku kilang BBM mencapai 35%, sedangkan peranan BBM impor untuk pemakaian dalam negeri mencapai 30%. Energi terbarukan belum digunakan secara optimal, kecuali tenaga air. Hal ini dikarenakan belum kompetitifnya energi terbarukan dibandingkan dengan

energi konvensional. Pada tahun 2012-2013, terjadi penurunan karena pada rentang periode 2011-2015, Indonesia mengalami perlambatan pertumbuhan ekonomi. Perlambatan pertumbuhan ekonomi ini, dipengaruhi oleh beberapa faktor (Indonesia Investments, 2021), yaitu:

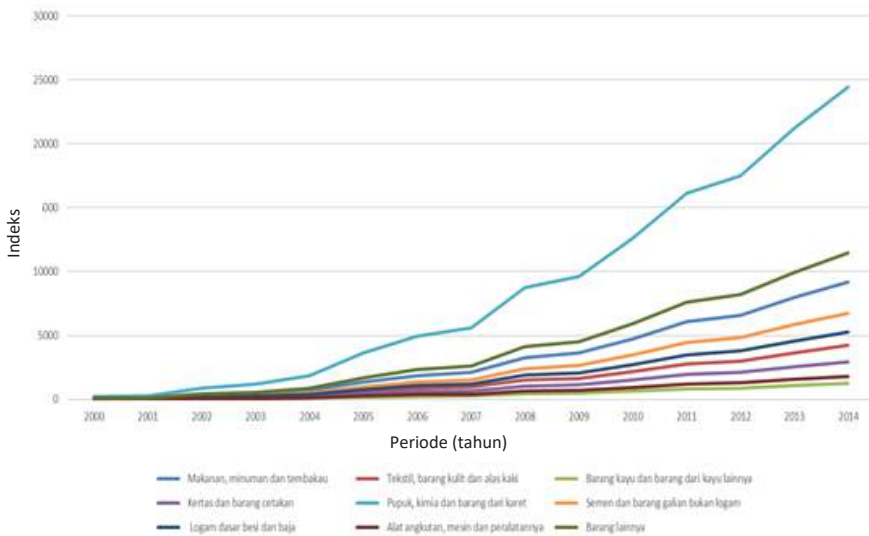
- 1 Pertumbuhan ekonomi global yang lambat;
- 2 Menurunnya harga-harga komoditas;
- 3 Tingkat suku bunga bank yang tinggi;
- 4 Perpolitikan di Indonesia;
- 5 Pertumbuhan konsumsi rumah tangga yang mandek.

Indonesia sebagai negara eksportir komoditas yang besar (dan kekurangan industri hilir, sehingga komoditasnya seringkali diekspor dalam bentuk mentah), kinerja ekspor Indonesia dipengaruhi saat harga komoditas (seperti batu bara dan minyak) rendah. Kondisi ini menunjukkan bukan hanya kinerja ekspor, tetapi pertumbuhan ekonomi yang terkena dampaknya karena fluktuasi harga komoditas yang cenderung turun.

Activity effect pada industri lahap energi masih lebih kecil dibandingkan dengan industri manufaktur lainnya. Industri tekstil dan alat angkut memberikan kontribusi *activity effect* yang paling besar. Efek aktivitas selama periode penelitian bernilai positif dengan nilai berkisar 0,08 - 0,68. Ada tiga periode dengan efek aktivitas bernilai lebih besar dibandingkan dengan periode lainnya, yaitu 2002-2003, 2005-2006 dan 2008-2009.

Pada level subsektor, industri besi dan baja, dan industri kayu memiliki periode negatif dari perubahan *activity effect* (Gambar 31). Pada periode 2000-2009, perubahan aktivitas mengalami tren negatif dengan nilai tambah lebih kecil dibandingkan tahun dasar hingga tahun 2009 pada sektor industri logam. Menurut Hasni (2011), industri baja nasional

belum mampu memaksimalkan kapasitas terpasang. Hal ini dapat dipengaruhi oleh permintaan produksi baja domestik yang belum mampu memaksimalkan utilitas. Atau dengan kata lain, produsen baja domestik belum mampu membuat produk sesuai dengan permintaan konsumen. Pada periode 2010-2015, nilai tambah industri ini bernilai positif atau perubahannya lebih besar dibandingkan tahun dasar. Kinerja positif ini mungkin dipengaruhi oleh harga baja dunia yang naik. Industri tekstil, semen, kertas, pupuk, alat angkutan, makanan dan minuman, dan barang lainnya memiliki tren *activity effect* positif. Hal ini menunjukkan bahwa nilai tambah pada sektor ini mampu merespon pertumbuhan ekonomi dengan baik.



(Sumber: BPS, data diolah)

Gambar 31. Hasil Perhitungan Activity Effect Berdasarkan Subsektor Periode 2000-2014

KESIMPULAN

Meskipun angka *activity effect* pada industri manufaktur di Indonesia menunjukkan nilai positif dari tahun 2000 hingga 2015, namun berfluktuasi dan cenderung menurun. Kondisi ini menunjukkan bahwa industri manufaktur memiliki pengaruh negatif terhadap pertumbuhan ekonomi pada periode 2000-2009 dan 2012-2013. *Activity effect* pada industri lahap energi masih

lebih kecil dibandingkan dengan industri manufaktur lainnya. Adapun faktor ekonomi yang dapat memberikan perubahan konsumsi energi adalah harga energi, baik harga bahan baku maupun harga listrik. Industri yang memiliki nilai positif pada analisis *activity effect* perlu melakukan manajemen energi melalui standarisasi penggunaan teknologi yang hemat energi.

REFERENSI

- Ang BW. (2004). *Structural decomposition analysis applied to energy and emissions: Some methodological developments*. Energy Econ. 34(1):177–188.
DOI:10.1016/j.eneco.2011.10.009.
- Asia Pacific Energy Centre. (2000). *Energy Efficiency Indicators: A Study of Energy Efficiency Indicators in APEC Economies*. Tokyo (JP): APERC.
- Balke NS, Brown SP, Yucel, MK. (2002). *Oil price shocks and the US economy: Where does the asymmetry originate?*. The Energy Journal. 23(3).
- Badan Pusat Statistik. (2022)
- International Energy Agency. (2013). *World Energy Outlook 2013*.
- IEA. (2022). *Energy Efficiency as Energy System Overview*. <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2012). *Kajian Indonesia Energy Outlook. Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral Kementerian ESDM*.
- Kunaefi. (2009). *Analisis Indikator Efisiensi Energi di Indonesia*. Jakarta (ID): Universitas Indonesia.
- Liu XQ, Ang BW, Ong HL. (1998). *The application of the Divisia index to the decomposition of changes in industrial energy consumption*. The Energy Journal. 13(4):161-177.



PENINGKATAN PERAN ENERGI GEOTHERMAL DALAM PERIODE TRANSISI ENERGI

Anindya Adhiwardana – Pertamina Energy Institute (PEI)

ABSTRAK

Dalam periode transisi energi saat ini, terdapat sejumlah isu global, seperti ketahanan energi, pemanfaatan sumber daya energi domestik, serta pengembangan energi baru dan energi terbarukan (EBET). Salah satu jenis EBET yang dapat memenuhi aspek keandalan untuk digunakan sebagai baseload pasokan energi berasal dari energi panas bumi (geothermal). Indonesia memiliki 40% cadangan sumber daya panas bumi global, dengan potensi sumber daya mencapai 23,4 GW. Pemanfaatan geothermal juga selaras dengan peningkatan komitmen pengurangan emisi dan penggunaan green energy. Namun di sisi lain, kapasitas terpasang pembangkit panas bumi (PLTP) di Indonesia hanya mencapai 2,3 GW atau 10% dari total sumber daya. Masih rendahnya pemanfaatan geothermal di Indonesia disebabkan sejumlah kendala dan tantangan, antara lain tingginya risiko eksplorasi, kelayakan keekonomian PLTP yang variatif, lokasi yang bersinggungan dengan kawasan konservasi, kendala penentuan tarif jual beli listrik hingga isu sosial. Dibutuhkan kebijakan khusus untuk mendorong percepatan, termasuk dukungan insentif fiskal pemerintah seperti fasilitas perpajakan dan dukungan penjaminan pembiayaan.

Kata kunci: transisi, geothermal, eksplorasi, insentif.

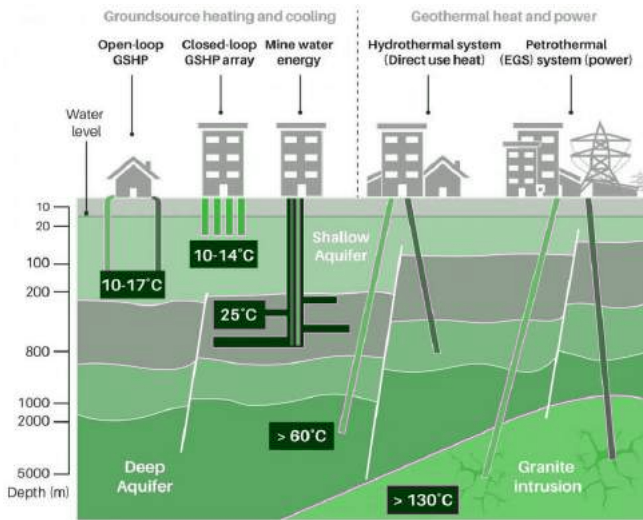
PENDAHULUAN

Dampak perubahan iklim sudah dirasakan oleh hampir seluruh kalangan masyarakat antara lain panas ekstrem, naiknya permukaan laut, punahnya beberapa makhluk hidup, terjadinya perubahan ekosistem, dan punahnya terumbu karang serta perikanan laut. Untuk memitigasi dampak perubahan iklim, *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) merekomendasikan untuk membatasi pemanasan hingga 1,5°C agar dapat menghindari dampak bencana global. Indonesia sendiri telah mengajukan *Enhanced Nationally Determined Contribution* (E-NDC) dengan peningkatan target penurunan emisi dari 29% menjadi 32% pada tahun 2030. Kontribusi sektor energi juga meningkat dari 314 juta ton CO₂ menjadi 358 juta ton CO₂.

Saat ini Indonesia juga berkomitmen untuk mencapai *net-zero emission* pada tahun 2060 atau lebih cepat. Untuk mencapai target tersebut diperlukan transisi energi, dari energi fosil ke arah energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Menahan kenaikan suhu rata-rata global di bawah 2°C di atas tingkat pra-industrialisasi dan menekan kenaikan suhu global ke 1,5°C di atas tingkat pra-industrialisasi akan diselaraskan dengan target porsi energi baru dan energi terbarukan (EBET) dalam bauran energi sebesar 23 persen di tahun 2025. Pengembangan EBET juga membuka peluang dalam membangun ekonomi nasional yang hijau serta sebagai upaya pemulihan ekonomi paska pandemi. Isu ini sesuai dengan tema presidensi G20 Indonesia pada tahun 2022 lalu yaitu *Recover Together*,

Recover Stronger yang mengangkat transisi energi sebagai salah satu isu utamanya. Mempertimbangkan isu transisi energi tersebut, diperlukan upaya memitigasi perubahan iklim dengan menurunkan emisi karbon (dekarbonisasi) namun dengan tetap menjaga ketahanan energi. Hal ini menjadikan transisi energi semakin *urgent* untuk dilaksanakan sebagai arah kebijakan energi nasional ke depan yaitu transisi menuju energi yang lebih bersih, minim emisi, dan ramah lingkungan. Salah satu aksi mitigasi yang berperan paling besar dalam upaya penurunan emisi gas rumah kaca di

sektor energi adalah pengembangan EBET. Indonesia memiliki potensi EBET yang sangat melimpah yaitu sekitar 3.000 GW, salah satunya potensi *geothermal* sebesar 24 GW. Kapasitas pembangkit EBET selama 5 tahun terakhir juga terus mengalami peningkatan, saat ini kapasitas pembangkit EBET sebesar 12 GW, dan kapasitas pembangkit listrik panas bumi (PLTP) menyumbang sekitar 2,3 GW. Secara teknis, Proyek PLTP memiliki *capacity factor* yang tinggi (90%) dan dapat beroperasi secara stabil sepanjang masa operasi tanpa dipengaruhi oleh kondisi cuaca, perubahan musim, maupun ketersediaan bahan bakar.

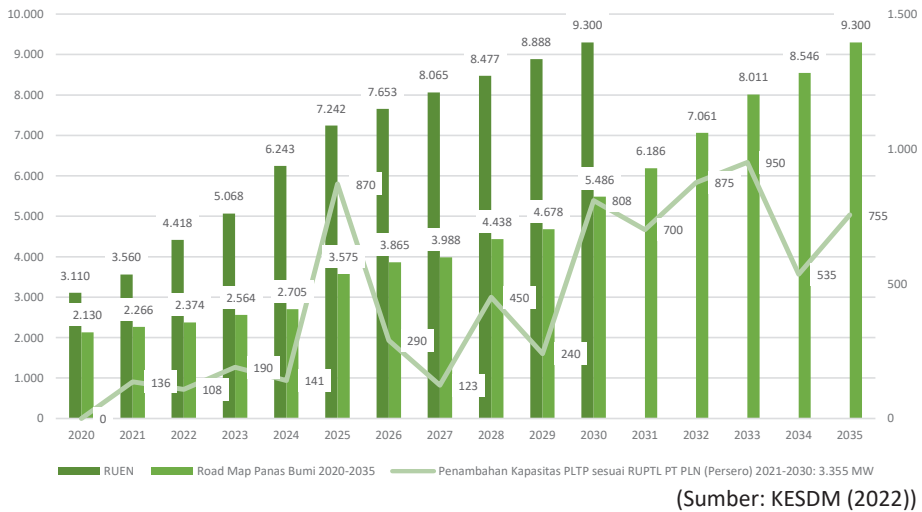


(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 32. Gambaran Geothermal Project

Berdasarkan karakteristik teknis tersebut, pengembangan energi *geothermal* dapat berkontribusi secara efektif dan signifikan pada pencapaian pengurangan emisi gas rumah kaca dan target bauran energi nasional 23% EBET di tahun 2025. Ke depan, potensi EBET akan dimanfaatkan semaksimal mungkin untuk mempercepat transisi energi. Dalam periode jangka pendek dan jangka menengah sesuai RUPTL PLN 2021 – 2030 telah ditetapkan penambahan kapasitas EBET ditargetkan mencapai 20,9 GW atau 51,6% dari total pembangkit. Dalam RUPTL tersebut, ditargetkan kapasitas pembangkit *geothermal* sebesar 3,3 GW pada tahun 2030 melalui beberapa

strategi antara lain *government drilling*, menyediakan *geothermal fund*, sinergi BUMN, and optimalisasi sumber daya *brownfields*. Sedangkan dalam jangka panjang, pada tahun 2060 kapasitas pembangkit EBET ditargetkan sebesar 700 GW yang berasal dari solar, hidro, bayu, bioenergi, laut, panasbumi, termasuk hidrogen dan nuklir. Pembangkit *geothermal* diperkirakan akan mencapai 22 GW yang didorong dengan pengembangan skema bisnis baru, inovasi teknologi yang kompetitif dan terjangkau, antara lain *deep drilling geothermal development*, *enhanced geothermal system*, dan *offshore geothermal development* (Kementerian ESDM, 2022).

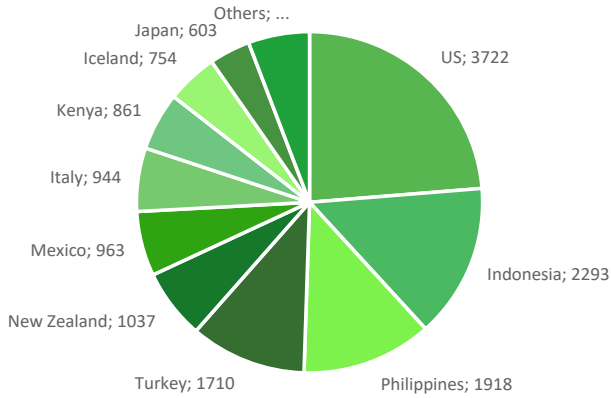


Gambar 33. Rencana Penambahan Kapasitas PLTP per Tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan publikasi Badan Geologi (Kementerian ESDM, 2019), hingga 2019 terdapat 351 daerah dan lapangan *geothermal* dengan estimasi total sumber daya *geothermal* di Indonesia sekitar 23.965,5 MWe dengan cadangan 14.626.5 MWe. Keberadaan potensi *geothermal* Indonesia sebagian besar mengikuti jalur vulkanik dari Pulau Sumatera, Jawa, Bali – Nusa Tenggara Barat (NTB) – Nusa Tenggara Timur (NTT), Sulawesi, dan Maluku. Beberapa berada di Kalimantan dan Papua. Berdasarkan hasil penyelidikan, baik penyelidikan pendahuluan maupun rinci diperoleh gambaran bahwa daerah prospek *geothermal* di Indonesia sebagian besar terkonsentrasi di Pulau Sumatera (101 lokasi), Pulau Jawa (73 lokasi), Pulau Sulawesi (90 lokasi), Pulau Bali (6 lokasi), Pulau Kalimantan (14 lokasi), Pulau Nusa

Tenggara (31 lokasi), dan Kepulauan Maluku (33 lokasi) & Papua (3 lokasi). Dari keseluruhan daerah prospek tersebut, sekitar 24% masih pada tahap penyelidikan pendahuluan awal, 20% pada tahap penyelidikan pendahuluan, 45% pada tahap penyelidikan rinci, 5% pada tahap pengeboran eksplorasi atau siap dikembangkan dan 6% telah dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik panas bumi (PLTP). Saat ini kapasitas terpasang pembangkit *geothermal* di Indonesia mencapai sekitar 2,3 GW, yang secara global merupakan kapasitas terpasang kedua terbesar setelah Amerika Serikat (kapasitas 3,7 GW). Kapasitas terpasang sebesar 2,3 GW tersebut merupakan akumulatif dari 16 wilayah kerja *geothermal*, yang pada tahun 2021 memproduksi listrik sekitar 16 TWh atau 5,5% dari produksi listrik nasional.



(Sumber: ThinkGeo Energy Research (2022) dan KESDM (2022, diolah))

Gambar 34. Kapasitas Terpasang Pembangkit *Geothermal Global* (MW)

Berdasarkan kapasitas terpasang, PLTP dengan kapasitas terbesar di Indonesia berturut-turut adalah PLTP Salak (377 MW) yang dioperasikan oleh Star Energy, PLTP Sarulla (330 MW) yang dioperasikan oleh Sarulla Operations, dan PLTP Darajat (330 MW) yang dioperasikan oleh Star Energy.

Sedangkan dalam jangka pendek, dari 16 WKP yang telah berproduksi dengan kapasitas 2,3 GW direncanakan akan didorong untuk melakukan ekspansi, dengan potensi ekspansi sebesar 1,3 GW, antara lain di WKP Sorik Marapi, Patuha, Muara Laboh dan Rantau Dedap (Kementerian ESDM, 2022).





(Sumber: KESDM (2022))

Gambar 35. Kapasitas Terpasang Pembangkit *Geothermal* Indonesia

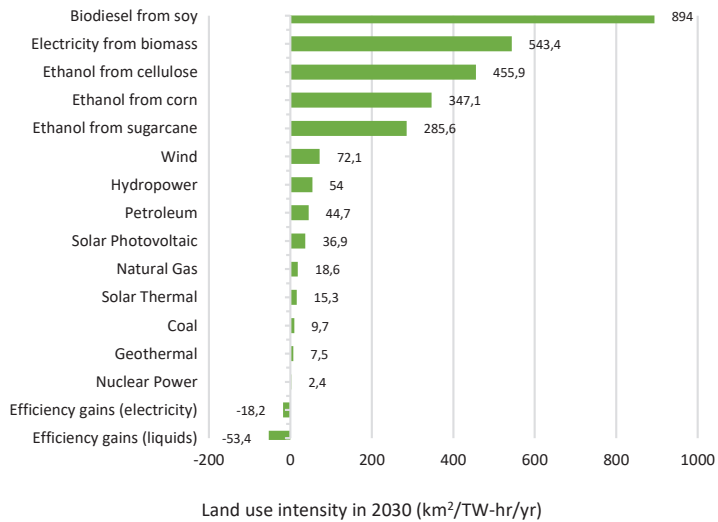


Pengembangan panas bumi selaras dengan semangat transisi energi saat ini, dimana pemanfaatan panas bumi mendukung pemanfaatan *green energy* yang rendah emisi. Selain itu, beberapa keunggulan pemanfaatan energi panas bumi antara lain:

a Pasokan energi listrik yang andal. PLTP dapat menyediakan listrik yang andal dan berkelanjutan dengan faktor kapasitas 90-95%. Produksi listrik dari PLTP bersifat stabil, bukan *intermittent* dan tidak bergantung pada *supply/logistik* bahan bakar, sehingga dapat berperan sebagai *baseload*.

b Energi panas bumi bersifat terbarukan, dapat beroperasi berkelanjutan dengan menjaga kesetimbangan *reservoir*. Dalam pemanfaatannya tidak menghasilkan emisi, sejalan dengan target pengembangan jangka panjang dalam mencapai *net-zero emission*.

c Dibandingkan jenis EBET lainnya (PLTB dan PLTS) memerlukan lahan yang paling sedikit untuk menghasilkan energi (km²/TWh/year) (McDonald et al., 2009).



(Sumber: McDonald et al. (2009))

Gambar 36. Perbandingan Kebutuhan Lahan per Jenis Energi

Sesuai rencana umum penyediaan tenaga listrik (RUPTL) 2021-2030, ditargetkan penambahan kapasitas PLTP hingga 3,3 GW di tahun 2030. Untuk mencapai hal tersebut, pemerintah melalui Kementerian ESDM telah menetapkan sejumlah kebijakan, yaitu:

a *Government drilling* oleh Kementerian ESDM. Kementerian ESDM melalui Badan Geologi menargetkan melakukan pengeboran eksplorasi panas bumi pada

20 WKP sampai dengan 2024 untuk rencana pengembangan sebesar 683 MW. Untuk kegiatan ini telah dimulai sejak tahun 2021 dengan melakukan akuisisi penambahan data geosains pada 8 area prospek, yang dilanjutkan dengan pembangunan infrastruktur dan pengeboran eksplorasi 2 sumur *slim hole* di area prospek Cisolok-Cisukarame dan Nage.

- b** *Government drilling* oleh Kementerian Keuangan. Kementerian Keuangan melalui PT Sarana Multi Infrastruktur menggunakan skema kerja sama penambahan data dan informasi panas bumi oleh Pemerintah melalui program *geothermal energy upstream development project* (GEUDP) dengan sumber pendanaan dari hibah World Bank dan pembiayaan infrastruktur sektor panas bumi (PISP). Pelaksanaan eksplorasi dilakukan pada 2 area prospek yaitu Waesano dan Jailolo dengan rencana pengembangan 60 MW.
- c** Penugasan survei pendahuluan dan eksplorasi (PSPE) kepada badan usaha. Pada kurun waktu 2018-2020 telah diberikan PSPE kepada 12 badan usaha untuk melaksanakan eksplorasi pada 12 area prospek dengan rencana pengembangan 831,5 MW. Pada tahun 2022 juga telah dilakukan market sounding kepada badan usaha pada wilayah yang bertemperatur *medium to high* seperti di Cipanas (Jawa Barat) dan Sreirejo (Lampung). Selain itu Ditjen EBTKE Kementerian ESDM mendorong investor/swasta untuk melaksanakan PSPE khususnya di Indonesia Bagian Timur.
- d** Penawaran WKP baru. Pada periode 2015-2020 telah dilakukan penugasan kepada BUMN pada 13 WKP dengan rencana pengembangan sebesar 675 MW. Sedangkan pada akhir tahun 2022, Kementerian ESDM mengumumkan pelelangan WKP di Nage, NTT dengan kapasitas 20 MW serta Way Ratai, Lampung dengan kapasitas 55 MW.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, bisnis pengembangan *geothermal* memiliki risiko tinggi, serupa dengan bisnis di sektor migas. Profil risiko pengembangan *geothermal* dipengaruhi oleh beberapa aspek risiko, yaitu: hulu (sumber daya), penyelesaian pekerjaan, *off-taker*, *supply-demand*, pendanaan, harga, operasi dan regulasi. Pemerintah melalui Kementerian ESDM terus mendorong pemanfaatan panas bumi di Indonesia, salah

satunya dengan menerbitkan Permen ESDM No. 50 Tahun 2017 dengan spirit penyediaan listrik yang efisien sehingga subsidi listrik tidak membebani APBN dan masyarakat mendapatkan tarif listrik yang lebih baik termasuk perusahaan panas bumi harus lebih efisien agar harga listrik panas bumi dapat bersaing. Untuk mencapai target tersebut, dibutuhkan dukungan internasional dalam konteks pembiayaan, teknologi, sumber daya manusia dan bantuan teknis. Selain itu, dibuka pula kesempatan kepemilikan saham asing dalam bisnis panas bumi diizinkan hingga 95% pada tahap eksplorasi.

Pemanfaatan panas bumi semakin didorong pemerintah dalam periode transisi energi. Berikut adalah beberapa keunggulan dari pemanfaatan *geothermal* dalam periode transisi energi (Wood Mackenzie, 2022):

- a** Tidak seperti jenis EBET lain yang bersifat *intermittent*, energi *geothermal* dapat digunakan sebagai *baseload*, baik untuk dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dan sumber panas. Disamping itu, *geothermal* juga dapat dimanfaatkan untuk produksi *green hydrogen*, pasokan mineral kritis dan digunakan untuk mendukung *carbon capture*. Produksi hidrogen dari sumur *geothermal* berpotensi untuk dapat dorongan utama bisnis ini ke depan.
- b** Dalam era transisi energi, perusahaan energi yang berpengalaman di bidang migas memiliki benefit untuk berkembang di kegiatan usaha panas bumi. Terdapat kesiapan SDM maupun sejumlah ilmu/aplikasi bidang migas yang dapat digunakan, seperti pengeboran, *well modelling* dan analisis data yang hampir serupa dengan bidang panas bumi.
- c** Untuk meningkatkan keekonomian dan mengurangi biaya operasi, proyek *geothermal* dapat diintegrasikan dengan kebijakan *carbon credit* dan *offset* emisi. Untuk itu diperlukan dukungan kebijakan pemerintah khususnya untuk mengimplementasikan kebijakan tersebut pada proyek *geothermal* baru.

d Terdapat kesempatan untuk memperoleh hidrogen dari sumur panas bumi, baik yang berada di permukaan maupun dalam bumi. Hal tersebut dapat meningkatkan keekonomian bisnis panas bumi ke depan.

Namun demikian, melihat hanya 10% dari total potensi *geothermal* yang dimanfaatkan, terdapat sejumlah kendala dan tantangan dalam pengembangan *geothermal* di Indonesia, antara lain:

a Lahan

Terdapat sejumlah titik potensi *geothermal* yang berlokasi di area hutan konservasi maupun hutan lindung. Hal tersebut berdampak pada tambahan perizinan yang dibutuhkan untuk penggunaan lahan (izin dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan), yang seringkali menyebabkan investasi kurang menarik dan menghambat eksplorasi.

b Finansial/pendanaan

Komponen utama biaya PLTP adalah investasi awal dengan kontribusi hingga 71%, dengan komponen biaya meliputi survei 3G, infrastruktur, pengeboran eksplorasi, pengeboran pengembangan dan EPCC (Kementerian ESDM, 2022). Investasi dan risiko yang tinggi ini merupakan salah satu alasan utama bisnis *geothermal* masih belum menarik. Namun demikian, setelah beroperasi PLTP tidak membutuhkan tambahan bahan bakar, sehingga biaya operasi relatif minim.

c Harga jual listrik

Penentuan harga listrik yang dihasilkan sumur *geothermal* merupakan hal yang dilematis. Investor menginginkan harga listrik keekonomian untuk pengembalian investasi. Namun jika

harga yang ditetapkan terlalu tinggi akan berpengaruh pada tarif listrik yang dibebankan kepada konsumen dan kurang bersaing dengan sumber energi lainnya yang lebih murah seperti dari PLTU Batubara. Untuk mengatasi hal ini, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, yang salah satunya mengatur harga listrik energi baru terbarukan (EBET). Langkah ini merupakan terobosan kebijakan pemerintah dalam membangun kepercayaan investor dalam menjalankan bisnis energi bersih melalui pengaturan skema harga yang kompetitif, dengan pendekatan nilai keekonomian per jenis pembangkit dan wilayahnya.

d Isu sosial

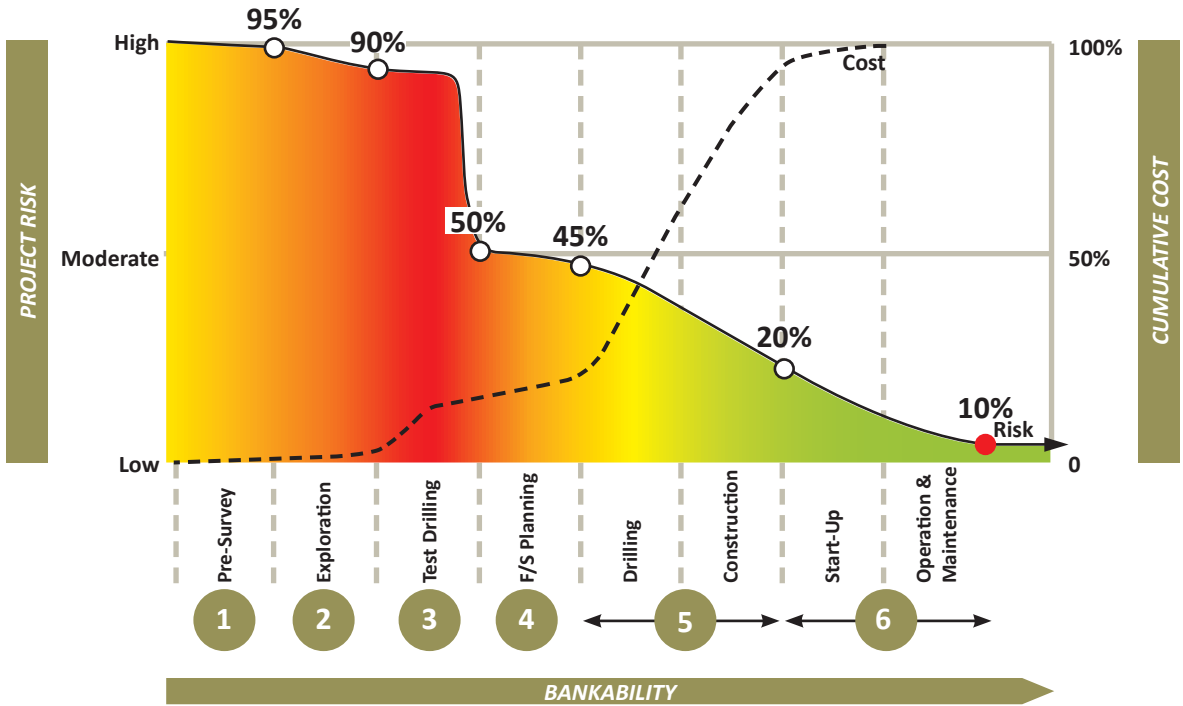
Dalam beberapa proyek, terjadi sejumlah resistensi dari masyarakat yang khawatir terhadap dampak eksplorasi *geothermal* terhadap aktivitas masyarakat. Seperti halnya insiden di lokasi proyek PLTP Sorik Marapi, pada Januari 2021 akibat kebocoran gas hidrogen sulfida dari sumur eksplorasi. (Kementerian ESDM, 2021).

Khusus terkait pendanaan dalam pengembangan proyek *geothermal*, pengembang pada umumnya membutuhkan akses pendanaan pada dua tahap kegiatan, yaitu:

a Tahap eksplorasi. Pada tahap ini biaya yang dibutuhkan relatif kecil dari total proyek (minimal 10 juta USD), namun tahap ini memiliki risiko paling besar (90-95%). Pada umumnya, pengembang menggunakan *equity* perusahaan karena sangat sedikit lenders yang mau memberikan pendanaan eksplorasi.

b Tahap eksploitasi dan konstruksi PLTP. Pada tahap ini risiko bisnis sudah berkurang signifikan namun membutuhkan pendanaan yang jauh lebih besar ($\pm 70\%$ total biaya). *Lenders* pada umumnya mau memberikan

pinjaman dengan kriteria tertentu (AMDAL, TKDN yang rendah, dll). Seringkali *Lenders* juga memastikan telah ada ketersediaan uap sebesar 40% di kepala sumur sebagai bukti kelayakan proyek.



(Sumber: KESDM (2022))

Gambar 38. Risiko Bisnis Pada Pengembangan Geothermal

Saat ini telah terdapat sejumlah insentif dalam pengusahaan panas bumi di Indonesia, terutama bertujuan untuk meningkatkan *project bankability*, antara lain:

- a *Tax allowance* sesuai PMK 96/2020, yang meliputi antara lain: pengurangan PPh neto 30% dari nilai investasi selama 6 tahun, penyusutan dan amortisasi dipercepat, pengenaan PPh deviden 10% dan kompensasi kerugian 5-10 tahun.
- b *Tax holiday* sesuai PMK 130/2020, berupa pembebasan pajak penghasilan (100%) selama 5-20 tahun, tergantung

pada jumlah investasi (minimal Rp 500 miliar).

- c Pembebasan PBB sesuai PMK 172/2016, berupa pembebasan PBB atas tubuh bumi selama tahap eksplorasi (5-7 tahun).
- d Fasilitas bea masuk sesuai PMK 218/2019, yang meliputi pembebasan bea masuk selama 2 tahun untuk mesin dan peralatan, serta penambahan pembebasan bea masuk selama 2 tahun untuk bahan baku bagi perusahaan yang menggunakan mesin dan peralatan lokal.

Melihat salah satu kendala dalam bisnis panas bumi adalah aspek pendanaan, pemerintah telah menetapkan kebijakan kerja sama penyiapan pendanaan untuk panas bumi, melalui skema *geothermal resource risk mitigation* (GREM). GREM merupakan skema pendanaan untuk meminimalisir risiko eksplorasi panas bumi dengan skema *risk sharing* untuk BUMN dan swasta, yang hanya dapat digunakan untuk kegiatan tahap eksplorasi dan deliniasi (*delineation*). GREM terdiri dari dana campuran *soft financing* dari World Bank serta pinjaman (terkonversi hibah) dari *climate fund* (GCF/CTF) yang diteruskan kepada pengembang melalui PT SMI yang bertindak

sebagai badan pelaksana (*implementing agency*). Kelebihan/manfaat GREM dibandingkan dengan dana komersial antara lain menjadi fasilitas derisking yang tidak tersedia di market karena tidak ada lembaga keuangan yg menyediakan fasilitas dana untuk eksplorasi, bila pengembang memanfaatkan dana pinjaman GREM akan lebih kompetitif dibanding mereka menggunakan ekuitas untuk pembiayaan eksplorasi, terdapat fasilitas *loan forgiveness* hingga 50% yang dapat meringankan beban pengembang untuk pengembalian fasilitas bila kemudian eksplorasi dinyatakan gagal, serta *rate* bunga yang ditawarkan lebih rendah.

KESIMPULAN

Meningkatkan dan mempercepat pengembangan energi bersih menuju transisi energi akan membutuhkan beragam teknologi dan dukungan keuangan dari seluruh *stakeholder* yang meliputi pemerintah, pengembang *geothermal*, lembaga keuangan, maupun *offtaker*. Dalam era transisi energi, prospek pemanfaatan *geothermal* ke depannya tidak hanya digunakan untuk pembangkit listrik, namun dapat dimanfaatkan pula untuk produksi *green hydrogen*, *direct heat-process* pada industri, serta penggunaan langsung lainnya. Beberapa teknologi baru yang dapat diimplementasikan untuk pengembangan *geothermal* ke depannya antara lain: produksi *green hydrogen*, pemanfaatan *low-medium enthalpy*, pemanfaatan *geothermal* dari sumur migas, pengembangan *geothermal* dengan teknologi *supercritical*, dan serta pemanfaatan *hybrid* dengan jenis EBET lainnya. Berikut adalah beberapa rekomendasi untuk mendorong peningkatan kapasitas maupun

pemanfaatan energi *geothermal* ke depan, khususnya dalam mendukung periode transisi energi, antara lain:

- a. Pemilihan lelang WKP secara selektif. Diusulkan lelang hanya dilakukan untuk lapangan yang telah terbukti *proven*, untuk mengefisienkan biaya eksplorasi dan eksploitasi. Hal ini mempertimbangkan sejumlah proyek eksplorasi tidak dapat dilanjutkan lantaran ketidakpastian *offtaker*. Salah satu faktor yang mempengaruhi yaitu biaya eksplorasi yang tinggi juga dilimpahkan pada komponen *Power Purchase Agreement* (PPA), sehingga keekonomian proyek menjadi tinggi.
- b. Mendorong kelanjutan pendanaan eksplorasi oleh pemerintah, baik yang dilakukan Kementerian ESDM maupun oleh Kementerian Keuangan melalui PT SMI.

- c Mendorong perluasan pemanfaatan dana yang dikelola PT SMI untuk eksplorasi panas bumi, baik melalui skema GREM (*Geothermal Resource Risk Mitigation*) maupun skema pembiayaan PISP (Pembiayaan Infrastruktur Sektor Panas Bumi).
- d Pembebasan PBB tubuh bumi selama masa eksploitasi sebagaimana pembebasan PBB tubuh bumi di subsektor migas.
- e Kemudahan perizinan penggunaan lahan pada kawasan hutan konservasi untuk pengembangan *geothermal*.
- f Pembangunan interkoneksi jaringan listrik, sebagai upaya mitigasi lokasi sumber daya panas bumi yang umumnya jauh dari pusat *demand*.

REFERENSI

- Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2019). *Sumber Daya Geothermal Indonesia Status 2019*. Bandung.
<https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-EBETke/hasil-investigasi-lapangan-terkait-kejadian-diduga-paparan-gas-h2s-pada-pltp-sorik-marapi>
- Rystad Energy. (2022, October). *Whitepaper: Geothermal Market Overview*. <https://sf-asset-manager.s3.amazonaws.com/97637/588/3120.pdf>
<https://www.thinkgeoenergy.com/thinkgeoenergys-top-10-geothermal-countries-2021-installed-power-generation-capacity-mwe/>
- Wood Mackenzie. (2021, September). *The Edge: Future energy – geothermal power*. <https://my.woodmac.com/document/528073>
- Wood Mackenzie. (2021, October). *Geothermal technologies: State of the market 2021*. <https://my.woodmac.com/document/525344>
- Wood Mackenzie. (2021, December). *Battle for the future 2021: Asia Pacific power and renewables competitiveness overview*. <https://my.woodmac.com/document/55243>



09

MENGGALI POTENSI BISNIS DARI PERAMALAN KEBUTUHAN PENGISIAN DAYA KENDARAAN LISTRIK DALAM KERANGKA TRANSISI ENERGI INDONESIA

Yelita Anggiane Iskandar – Program Studi Teknik Logistik, Universitas Pertamina

ABSTRAK

Implementasi program migrasi menuju energi terbarukan diejawantahkan dalam berbagai bentuk, salah satunya melalui penggunaan kendaraan listrik, yang di Indonesia ditegaskan dalam Perpres No. 55 Tahun 2019 tentang Program Percepatan Kendaraan Bermotor Listrik (KBL) Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan. Demi menyukseskan program pemerintah ini, berbagai peluang bisnis sehubungan dengan kendaraan listrik menjadi terbuka lebar, tidak hanya manufaktur kendaraan itu sendiri tapi juga produksi suku cadang dan komponen-komponen pendukungnya seperti baterai listrik, motor elektrik, charging port, dsb. Perencanaan bisnis ini dapat disusun dengan baik, salah satunya jika didahului oleh peramalan permintaan variabel-variabel dalam ekosistem kendaraan listrik seperti jumlah, lokasi, dan load stasiun pengisian daya. Kata kunci: Kendaraan Listrik, Baterai, Peramalan Permintaan, Bisnis, dan Stasiun Pengisian

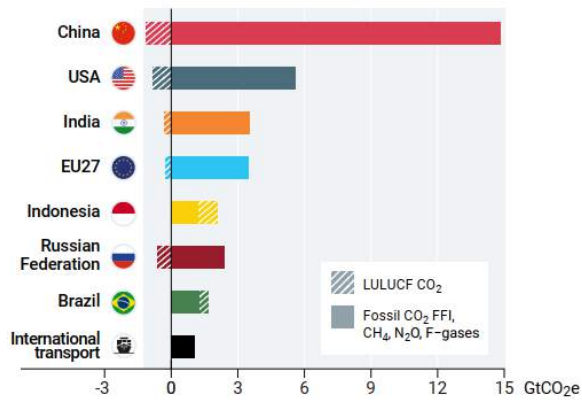
Kata kunci: Kendaraan Listrik, Baterai, Peramalan Permintaan, Bisnis, dan Stasiun Pengisian



PENDAHULUAN

Berdasarkan laporan yang dikeluarkan oleh United Nations (UN), diperkirakan bahwa suhu global dapat melonjak tinggi hingga 2,8°C pada akhir abad ini sehingga hanya transformasi sistem secara menyeluruh dan segera saja yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dalam jumlah yang besar (United Nations Environment Programme (UNEP), 2022). Peningkatan temperatur dunia sebesar 2,8°C ini tergolong jauh dari kategori transisi hijau (1,7°C), di atas kelompok market-driven yang rata-rata (2,4°C), dan lebih mendekati klasifikasi transisi rendah (3,0°C) (Wibowo, 2022). Jika melihat total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh berbagai negara dunia maka Indonesia masuk peringkat 5 besar, itupun

dengan sudah dipertimbangkannya 27 negara di Benua Eropa sebagai satu entitas. Apabila melihat tiap negara sebagai satu entitas maka posisi Indonesia naik ke peringkat 4, tepat di bawah Republik Rakyat Cina, Amerika Serikat, dan India seperti diilustrasikan pada Gambar 39 yang artinya Indonesia merupakan salah satu penyumbang polusi yang signifikan di tataran dunia. Tidak hanya demi kelestarian lingkungan, aspek ekonomi juga menjadi perhatian dunia dan pendorong penting dipacunya pengurangan penggunaan bahan bakar fosil secara terstruktur dan terukur misalnya pada sektor transportasi dimana BBM masih masif dipakai untuk menggerakkan kendaraan bermotor (Dong, 2018).



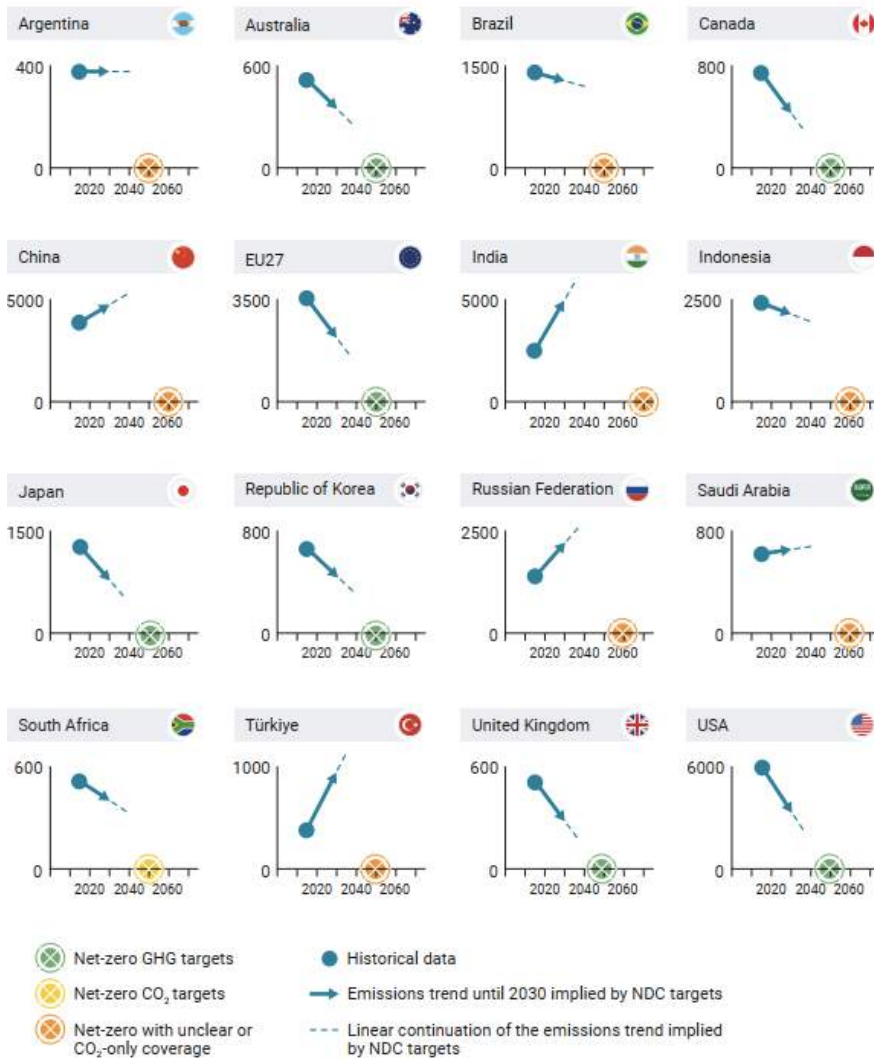
(Sumber: United Nations Environment Programme (UNEP), 2022)

Gambar 39. Total Emisi Greenhouse Gas (GHG)

Lalu memperhatikan prediksi emisi nasional dari negara-negara yang tergabung dalam G20 pada Gambar 40, dapat kita lihat bahwa Indonesia termasuk negara yang akan mencapai emisi *net-zero* dalam waktu yang relatif lama yaitu pada tahun 2060 dan itu pun bukan dalam status yang benar-benar hijau. Kondisi ini menandakan bahwa Indonesia masih harus berbenah secara besar-besaran demi mencapai target emisi

net-zero sepenuhnya. Maka sudah tepat pemerintah Indonesia menggalakkan transisi energi melalui didorongnya pemanfaatan kendaraan listrik yang menggunakan energi terbarukan, yang dikalkulasi akan mampu menekan pencemaran udara akibat sisa pembakaran dari kendaraan berbahan bakar fosil yang masih merajai sektor transportasi sekarang ini.





(Sumber: (United Nations Environment Programme (UNEP), 2022))

Gambar 40. Prediksi Emisi dalam *Nationally Determined Contributions (NDC)* serta Target *Net-Zero* Negara Anggota G20 (MtCO_{2e}/tahun)

PERCEPATAN PROGRAM KENDARAAN BERMOTOR LISTRIK BERBASIS BATERAI

Usaha memasyarakatkan adopsi kendaraan listrik di Indonesia, telah dan tengah diusahakan, salah satunya oleh Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (Kemhub) yang mendorong aplikator transportasi

online yaitu Grab, Gojek, dan Maxim untuk memanfaatkan kendaraan listrik dalam bisnisnya melayani konsumen (Biro Komunikasi dan Informasi Publik Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2021).



Selain itu, Kemenhub juga mendorong DAMRI (Djawatan Angkoetan Motor Repoebluk Indonesia) selaku Perusahaan Otobus (PO) yang berdiri sejak 1943 untuk menggunakan bus listrik dalam aktivitasnya mengoperasikan ratusan rute perjalanan di dalam dan luar negeri (Pontianak-Kuching, Malaysia, Pontianak-Bandar Seri Begawan, Brunei Darussalam). Menjawab hal ini, DAMRI menunjukkan komitmennya dengan dilakukannya peluncuran uji coba operasional bus listrik di Terminal 3 *Gate 5* Bandara Soekarno Hatta, Tangerang, Banten, yang bertepatan dengan HUT DAMRI ke-75 pada hari Kamis, tanggal 25 November 2021, yaitu sekitar satu tahun yang lalu (DAMRI, 2021).

Penggunaan kendaraan listrik secara luas di Indonesia, dituangkan secara formal dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (*Battery Electric Vehicle*) untuk Transportasi Jalan. Dari Perpres ini (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2019), beberapa istilah terkait kendaraan

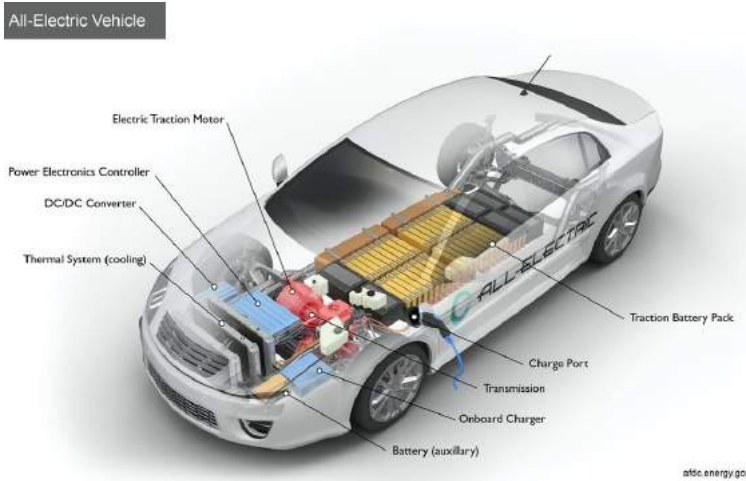
listrik yang penting untuk dipahami antara lain:

- Kendaraan Bermotor Listrik (KBL) Berbasis Baterai adalah kendaraan yang digerakkan dengan motor listrik dan mendapatkan pasokan sumber daya tenaga listrik dari baterai, baik yang secara langsung atau melekat di kendaraan maupun dari luar.
- Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah sarana atau fasilitas untuk mengisi energi listrik KBL Berbasis Baterai bagi masyarakat umum.
- KBL Berbasis Baterai terbagi menjadi dua macam: yang beroda dua dan/atau tiga, dan yang beroda empat atau lebih. Contoh KBL Berbasis Baterai beroda dua adalah sepeda listrik yang disiapkan pemerintah Kota Bogor untuk dapat disewa oleh masyarakat, yang merupakan hasil kerja sama dengan PT Beam Mobility Indonesia sejak September 2022. Ada 665 sepeda listrik yang disebar di 100 titik yang jarak tempuhnya masing-masing dapat mencapai 60 km dengan membawa beban maksimal hingga 200 kg (Ali, 2022).

Masih dari Perpres No. 55 Tahun 2019, program percepatan KBL Berbasis Baterai untuk transportasi jalan diselenggarakan melalui beberapa cara, yakni:

- Percepatan pengembangan industri KBL Berbasis Baterai dalam negeri dimana segala industri yang mendukung majunya ekosistem kendaraan listrik di Indonesia tentunya akan didukung secara penuh.

- Pemberian insentif, menurut skema-skema tertentu.
- Penyediaan infrastruktur pengisian listrik dan pengaturan tarif tenaga listrik untuk KBL Berbasis Baterai.
- Perlindungan terhadap lingkungan hidup. Keberadaan KBL diharapkan mereduksi pencemaran lingkungan, bukan memperparahnya.



(Sumber: U.S. Department of Energy, n.d.)

Gambar 41. Komponen Battery Electric Vehicle

Lebih detail lagi jika kita mengacu pada pasal 7 dari Perpres No. 55 Tahun 2019 ini maka kita dapat melihat sejumlah potensi penelitian, pengembangan, dan inovasi industri untuk KBL Berbasis Baterai, yang meliputi:

- Pengembangan komponen utama KBL Berbasis Baterai. Mengambil salah satu spesifikasi mobil listrik yang juga disebut sebagai *electric vehicle supply equipment* (EVSE) seperti pada Gambar 41, kita dapat mengidentifikasi sejumlah komponen utamanya yaitu baterai (*all-electric auxiliary*), port pengisian daya (*charge port*), DC/DC *converter* untuk mengubah daya bertegangan lebih tinggi ke yang lebih rendah, motor traksi listrik, pengisi daya terpasang (*onboard charger*), pengontrol elektronika daya, sistem pendingin, paket baterai traksi, dan transmisi elektrik.

- Pengembangan SPKLU yang efisien, yang dapat kita artikan sebagai yang tepat sumber daya dan ekonomis.
- Pengembangan industri KBL Berbasis Baterai sesuai dengan perkembangan teknologi terkini.
- Industri KBL Berbasis Baterai dengan capaian Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang tinggi.
- Pengembangan KBL Berbasis Baterai yang memenuhi standar teknis dan juga ramah lingkungan.

Memperhatikan pula bahwa proyeksi penjualan mobil listrik di dunia akan melampaui mobil konvensional pada tahun 2038, ditambah perkiraan bahwa 54% penjualan mobil baru pada tahun 2040 adalah yang digerakkan oleh listrik

(Haryanto, 2018) maka peluang yang disebutkan pada pasal 7 di atas sudah seyogianya dimaksimalkan sehingga nantinya Indonesia tidak tertinggal, dan di sisi lain dapat berperan besar dalam menciptakan lingkungan yang hijau. Mengutip dari pasal 26 Perpres No. 55 Tahun 2019, SPKLU didesain penyediaannya di sejumlah lokasi berikut:

- Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).

- Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG).
- Kantor pemerintah pusat dan daerah.
- Tempat perbelanjaan.
- Parkiran umum di pinggir jalan raya.

Maka studi terkait peramalan jumlah dan penentuan lokasi SPKLU di Indonesia dapat lebih terarah karena sudah diinisiasinya alternatif lokasi fasilitas.

PERAMALAN JUMLAH SPKLU

Sejauh ini, intensi menggunakan kendaraan listrik di Indonesia diketahui masih belum masif, baik yang sifatnya pribadi maupun umum, yang salah satunya ditengarai oleh faktor ketersediaan fasilitas berupa SPKLU (*charging station*) yang masih terbatas (Biro Komunikasi dan Informasi Publik Kementerian Perhubungan Republik Indonesia, 2021). Padahal perencanaan fasilitas yang tepat diyakini dapat meningkatkan popularitas kendaraan listrik, maka peramalan permintaan fasilitas pengisian daya satu varian *renewable energy* ini menjadi premisnya (Jiming, et al., 2017). Peramalan atau prediksi jumlah permintaan akan SPKLU pernah diteliti oleh sejumlah akademisi yang ringkasannya dapat kita temukan, misalnya pada tulisan yang disusun oleh Jiming, et al. (2017). Hasil peramalan atau prakiraan permintaan fasilitas/stasiun pengisian daya kendaraan listrik ini lebih lanjut digunakan dalam perencanaan dan penentuan lokasi pendiriannya. Hal ini secara sistemik mendorong perluasan pengembangan dan penggunaan kendaraan listrik oleh masyarakat yang kemudian membantu menyukseskan transisi energi sembari secara paralel mengatasi krisis energi dunia dengan menurunkan emisi yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar non *renewable energy*.

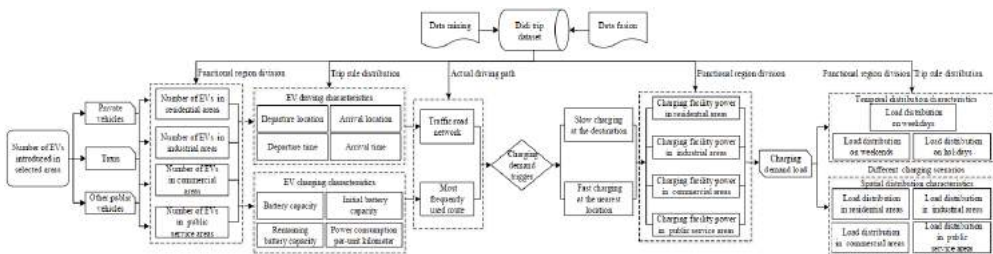
Dalam penelitian terkait faktor-faktor yang mempengaruhi permintaan SPKLU, beberapa hal berikut perlu dipertimbangkan (Jiming, et al., 2017):

- Tipe pengisian, dimana ada dua model dasar pengisian daya kendaraan listrik: pengisian ulang di fasilitas (*charging*) atau penggantian baterai (*switching*). Lalu kecepatan pengisian daya juga bervariasi sebagaimana jika kita analogikan dengan sifat pengisian daya baterai telepon genggam. Perencanaan penyediaan fasilitas SPKLU yang cermat yaitu yang mempertimbangkan tipe pengisian daya ini akan membantu percepatan realisasi mandat Perpres No. 55 tahun 2019. Sebagai perbandingan, perusahaan Tesla menawarkan 2 jenis fasilitas pengisian daya: SPKLU standar yang dirancang untuk mengisi daya selama beberapa jam atau hingga satu malam, dan *supercharging* yang super cepat yaitu dalam 30 menit selesai melakukan pengisian daya KBL Berbasis Baterai yang bisa digunakan untuk perjalanan jangka panjang hingga 170 mil (1 mil = 1.609 km) (Dong, 2018).
- Populasi kendaraan listrik. Untuk bisa meramalkan populasi kendaraan listrik dengan error yang kecil, digunakan data penjualan kendaraan atau pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) untuk kemudian dilakukan penghitungan distribusi lalu lintas perjalanannya. Hanya saja sekarang ini, peramalan fasilitas SPKLU berdasarkan populasi KBL Berbasis Baterai ini belum komprehensif karena ada faktor-faktor yang belum dipertimbangkan, contohnya kebijakan yang berhubungan dengan pelestarian lingkungan.

■ Kebiasaan perilaku pengguna, yang meliputi waktu mulai dan durasi pengisian daya, jarak tempuh berkendara, dan jenis kendaraan listrik yang digunakan; yang seluruhnya berdampak pada perkiraan harian permintaan beserta kapasitas pengisian daya di SPKLU, yang ujungnya menentukan jumlah fasilitas SPKLU yang perlu disediakan. Saat ini, model peramalan yang disusun berdasarkan perilaku perjalanan pengguna ini telah cukup banyak, namun dengan asumsi bahwa pengendara KBL Berbasis Baterai hanya sekali melakukan pengisian daya setiap harinya lalu belum mempertimbangkan kondisi pengisian berkali-kali dan/namun singkat (*multi-charge* dan *intermittent charge*) dalam sehari.

Penelitian lain menyebutkan pula bahwa sebagian besar penelitian yang ada terkait peramalan permintaan fasilitas KBL Berbasis Baterai, belum memanfaatkan data lalu lintas kendaraan riil di dunia nyata (Xing, et al., 2017). Oleh karena itu mereka mengajukan suatu model peramalan seperti pada Gambar 42, dengan mengambil data perjalanan kendaraan dari platform Didi Technology Co., Ltd.'s Smart Transportation Big Data ([https://](https://www.gaia.Didichuxing.com)

www.gaia.Didichuxing.com), yang merupakan salah satu perusahaan penyedia teknologi mobilitas terdepan di dunia. KBL Berbasis Baterai yang mereka perhitungkan dalam model usulan ini ada 3 kelompok: kendaraan pribadi, taksi, dan kendaraan umum lainnya; yang dipetakan berdasarkan daerah beroperasinya yang meliputi area perumahan, industri, komersial, dan pelayanan publik. Selanjutnya, klasifikasi juga dilakukan menurut karakteristik berkendara yang dilihat dari 4 hal: lokasi dan waktu kedatangan, serta keberangkatan, ke dan dari SPKLU; dan 4 karakteristik baterai yaitu kapasitas asli, efektif, dan sisa, serta laju konsumsi daya per satuan kilometer. Memperhatikan kecepatan pengisian baterai: cepat atau lambat, peramalan permintaan pengisian daya KBL Berbasis Baterai berbasis data (data-driven) dibedakan juga berdasarkan horizon waktu: hari kerja, akhir pekan, atau hari libur bersama/nasional. Dapat kita lihat bahwa model yang mereka usulkan ini relatif lengkap dan juga detail. Apabila data sejenis tersedia untuk kasus Indonesia maka dengan sejumlah modifikasi pada model, kita juga bisa melakukan peramalan fasilitas SPKLU.



(Sumber: Xing, et al., 2017)

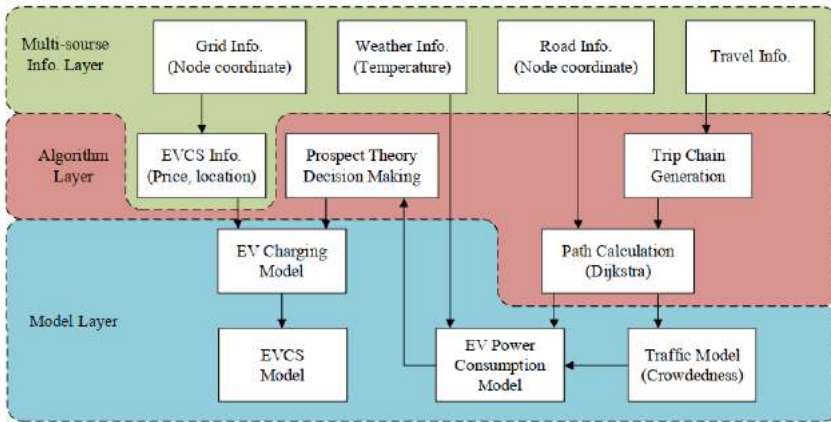
Gambar 42. Kerangka Model Peramalan Permintaan Pengisian KBL Berbasis Baterai

Setahun kemudian, penelitian lain yang serupa, dilakukan oleh Dong (2018), yang mempelajari pemodelan peramalan kuantitas SPKLU, dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut: sisa daya pada KBL Berbasis Baterai, konsumsi baterai selama berkendara, kapasitas baterai, total jarak tempuh sebelum

tiba di area perumahan, serta jarak rumah dan lokasi tujuan berkendara. Pada penyusunan model ini, sejumlah asumsi juga ditetapkan yakni meliputi: setiap KBL Berbasis Baterai berdaya penuh ketika akan berangkat dari rumah, pengisian mandiri di rumah lebih diutamakan daripada di fasilitas umum,

hanya ada satu tujuan berkendara yang dibatasi bukan merupakan area tempat tinggal, hubungan antara jarak berkendara dan kecepatan konsumsi energi bersifat linier, dan pengendara memiliki kemungkinan yang sama dalam menerima pengisian kebutuhan daya. Dari usulan ini, dapat kita lihat bahwa model peramalan yang dikembangkan relatif sederhana terutama karena hanya mempertimbangkan satu lokasi tujuan

berkendara padahal pada kenyataannya, dengan kendaraan konvensional, pengendara atau pengguna kendaraan seringkali memiliki lebih dari satu lokasi tujuan kunjungan dalam satu periode namun model ini tetap memberikan sumbangsih karena menjadi salah satu studi inisial yang baik dalam pengembangan model yang lebih lengkap dan representatif kedepannya.



(Sumber: Xing, et al., 2017)

Gambar 43. Kerangka Sistem Interaksi Informasi Multi-Sumber

PERAMALAN LOAD DAYA LISTRIK DI SPKLU

Secara lebih mikro, beban (*load*) dari suatu fasilitas SPKLU juga dapat diramalkan sebagaimana yang diteliti oleh (Zhuang, Zheng, Chen, Jin, & Li, 2022). Mereka mengusulkan suatu metode pengambilan keputusan untuk stasiun pengisian kendaraan listrik (EVCs atau SPKLU dalam Bahasa Indonesia) berdasarkan *prospect theory* dan sejumlah informasinya lainnya seperti pada model di Gambar 43. Metode ini ditelaah dengan mempertimbangkan faktor seperti biaya pembayaran (harga daya listrik), biaya waktu (kondisi antrian di SPKLU), dan kemacetan rute, yang dapat diakses oleh pengendara KBL Berbasis Baterai melalui berbagai aplikasi di ponsel. Ekspektasinya ketika daya listrik kendaraan rendah,

pemiliknya dapat membuat keputusan yang tepat dalam memilih SPKLU berdasarkan faktor-faktor tersebut yang lalu berefek pada distribusi beban pengisian hingga batas tertentu. Studi ini menemukan kesimpulan bahwa model yang diusulkan terbukti dapat menghindarkan kesalahan peramalan yang diakibatkan oleh antrian yang panjang di SPKLU. Hal ini berakibat baik pula pada konsumen daya listrik SPKLU karena memungkinkan mereka terhindar dari terkena biaya pembayaran yang tinggi yaitu pada saat SPKLU relatif kosong. Berbagai kondisi ini juga mendorong terbentuknya keseimbangan beban pengisian antara satu SPKLU dengan yang lain di sekitarnya.

PERAMALAN VOLUME PENGISIAN KENDARAAN LISTRIK

Penelitian berupa peramalan dengan ruang lingkup yang juga mikro, terkait fenomena meningkatnya popularitas KBL Berbasis Baterai yaitu pada level konsumsi daya, dilakukan oleh Kim & Kim (2021). Prediksi volume pengisian satu kendaraan listrik dipengaruhi oleh sejumlah faktor diantaranya kondisi kendaraan, *state-of-charge* baterai, perilaku pengendara, dan jarak ke lokasi tujuan. Penelitian menunjukkan bahwa peramalan pengisian daya KBL Berbasis Baterai secara terpisah dari total konsumsi daya konvensional diketahui memberikan prediksi yang lebih tepat meskipun inkorporasinya tidak mudah terutama karena alasan privasi. Untuk mengatasi hal ini, maka Kim & Kim (2021) mengajukan model peramalan yang didasarkan pada variabel-variabel yang nilainya dapat lebih mudah diakses seperti cuaca, riwayat pengisian, dan jumlah hari berkendara. Selanjutnya model ini diekstensi pembagiannya menurut cakupan wilayah: nasional dan kota; dan pola stasiun pengisian tunggal sehingga kita bisa

memperoleh wawasan tentang prediktabilitas pengisian daya kendaraan listrik di berbagai skala area. Dari sejumlah metode yang mereka gunakan, diketahui bahwa peramalan menggunakan model dengan banyak variabel (*multivariat*) seperti *autoregressive*.

integrated moving average (ARIMA), *Artificial Neural Networks* (ANN), dan *Long Short-Term Memory* (LSTM) memberikan hasil yang lebih akurat daripada yang hanya satu variabel (*univariat*). Terkait pemanfaatan data riwayat pengisian daya listrik kendaraan, mereka mencoba 3 skenario dalam memprediksi permintaan yaitu durasi 3, 6, dan 12 bulan. Pengolahan dan analisis data membuktikan bahwa riwayat pengisian memainkan peran penting dalam prediksi jangka menengah hingga jangka panjang sehingga studi selanjutnya perlu menggunakan data masa lalu minimal 6 bulan, dan dikombinasikan dengan data masa depan juga untuk validasi model.

KESIMPULAN

Kedepan, keberadaan kendaraan konvensional dengan *internal combustion engines* (ICE) akan semakin tergantikan dengan kendaraan listrik sehingga industri yang terkait pun mulai bergerak ke arah yang baru. Potensi bisnis komponen utama dan pendukung dari industrialisasi kendaraan listrik diperkirakan akan semakin menjamur seiring dengan digalakkannya program-program transisi energi. Bisnis kendaraan listrik menawarkan berbagai keunggulan bagi pelakunya karena faktor biaya yang lebih murah, citra produk

yang positif, dan sumbangsih nyata pada pengurangan emisi. Kebutuhan komponen serta kuantitas kendaraan listrik itu sendiri dapat diprediksi dengan mempertimbangkan peramalan permintaan daya listrik dan jumlah stasiun pengisiannya, dari level mikro hingga makro. Konektivitas dan koordinasi berbagai pihak, baik regulator maupun industri, tentu akan mampu mempercepat kesuksesan pencapaian peta jalan transisi energi Indonesia khususnya sehubungan dengan transportasi hijau.

REFERENSI

- Biro Komunikasi dan Informasi Publik Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021, November 17). *Kendaraan Listrik Masa Depan Transportasi Indonesia*. Retrieved from <https://dephub.go.id/post/read/kendaraan-listrik-masa-depan-transportasi-indonesia>
- (2019, Agustus 12). Retrieved from Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia: <https://jdih.esdm.go.id/storage/document/Perpres%20Nomor%2055%20Tahun%202019.pdf>
- Haryanto, J. T. (2018, September 28). *Opini*. Retrieved from Bisnis.com: <https://otomotif.bisnis.com/read/20180928/275/843337/opini-pajak-dan-pengembangan-industri-otomotif>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). *Emissions Gap Report 2022: The Closing Window*. United Nations Environment Programme.
- Wibowo, A. D. (2022, Desember 9). *Pertamina Bahas Urgensi Transisi Energi Indonesia*. Retrieved from katadata.co.id: <https://katadata.co.id/anshar/info/63930cfa982e0/pertamina-bahas-urgensi-transisi-energi-indonesia>
- DAMRI. (2021, Desember 01). *DAMRI Kembangkan Inovasi dengan Pengelolaan Bus Listrik*. Retrieved from <https://compro.damri.co.id/artikel/damri-kembangkan-inovasi-dengan-pengelolaan-bus-listrik.html>
- Jiming, H., Lingyu, K., Yaqi, S., Ying, L., Wenting, X., & Hao, W. (2017). *A Review of Demand Forecast for Charging Facilities of Electric Vehicles*. 2017 2nd Asia Conference on Power and Electrical Engineering (ACPEE 2017) (p. 199). IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.
- Ali, R. (2022, September 26). *Merdeka.com*. Retrieved from *Sepeda Listrik, Era Baru Transportasi Kota Bogor*: <https://www.merdeka.com/peristiwa/sepeda-listrik-era-baru-transportasi-kota-bogor.html>
- Xing, Q., Chen, Z., Zhang, Z., Huang, X., Leng, Z., Sun, K., . . . Wang, H. (2017). *Charging Demand Forecasting Model for Electric Vehicles Based on Online Ride-Hailing Trip Data*. IEEE Access.
- Dong, Y. (2018). *Electric Vehicle Charging Station Quantity Forecasting Model*. AIP Conference Proceedings 1971, 040020 (2018).


DEXLITE
DIESEL HEMAT
BERTENAGA



ANGKA CETANE 51

Dengan Cetane Number yang tinggi dapat menghasilkan pembakaran lebih sempurna untuk performa bertenaga.



EKONOMIS

Selain harga tidak jauh di atas Solar, Dexlite juga memiliki jarak tempuh yang lebih panjang di setiap literanya.



MENJAGA MESIN AWET

Dukungan zat aditif yang memiliki unsur rendah emisi dan anti karat menjadikan mesin lebih bersih serta awet.



Muhamad Taufik Faizin – Pertamina Energy Institute (PEI)

ABSTRAK

Negara-negara di kawasan Eropa yang saat ini sedang mengalami krisis energi, cenderung lebih siap untuk menghadapi musim dingin, dengan bergantung pada penggunaan LNG untuk memenuhi kebutuhan energinya. Suhu musim dingin yang cenderung lebih hangat di bulan Oktober serta sedikit terlambatnya musim dingin di Eropa dan Asia memberi kesempatan kepada negara-negara tersebut dalam hal *build up stock* LNG. Untuk itu, diperlukan analisis terkait outlook supply-demand global LNG termasuk harga LNG ke depan. Demand LNG di Eropa tercatat mulai mengalami peningkatan pada pertengahan bulan November 2022 didorong oleh penurunan pasokan gas pipa Rusia dan adanya kebijakan jangka panjang terkait dekarbonisasi di Eropa terkait penggunaan gas pipa sektor rumah tangga dan industri. Di sisi lain, demand LNG di wilayah Asia diprediksi cenderung stagnan di tahun 2023. Dari sisi supply, produksi LNG global dalam jangka pendek utamanya dipasok sebagian besar dari US LNG, meskipun dengan laju pertumbuhan yang melambat, dan diproyeksikan volume impor Eropa ini akan terus meningkat di tahun 2023. Sedangkan, hasil analisis mengindikasikan tren harga LNG Eropa dan Asia dalam jangka pendek cenderung menurun dari harga saat ini. Namun, negara-negara dunia tetap perlu waspada atas risiko ketidakpastian harga, yang lebih lanjut dapat mempengaruhi supply-demand global.

Kata kunci: demand LNG, supply LNG, trading LNG, inventory LNG, harga LNG

PENDAHULUAN

Negara-negara di kawasan Eropa yang saat ini sedang mengalami krisis energi, cenderung lebih siap untuk menghadapi musim dingin. Suhu musim dingin yang cenderung lebih hangat di bulan Oktober serta sedikit terlambatnya musim dingin di Eropa dan Asia memberi kesempatan kepada negara-negara tersebut dalam hal *build up stock* LNG.

Di sisi lain, produksi LNG global telah meningkat secara signifikan, dimana banyak produsen LNG meningkatkan produksinya sebagai persiapan untuk memenuhi kebutuhan musim dingin. Untuk itu, artikel ini akan menganalisis terkait *outlook supply-demand* global LNG termasuk harga LNG ke depan.

PEMBAHASAN

1 Demand

Demand LNG di Eropa tercatat mulai mengalami peningkatan sebagai dampak awal musim dingin di kisaran pertengahan bulan November 2022, dan mulai mengambil *stock* LNG *inventory* secara perlahan. North West Europe diprediksi akan meningkatkan impor LNG-nya pada tahun depan hingga mencapai 10+ Mt, karena Jerman telah memiliki fasilitas regasifikasi baru yang sudah *online* dengan kapasitas mencapai 11+ Mt. Hal ini akan membantu mendiversifikasi fasilitas regas LNG yang sebelumnya banyak bergantung pada fasilitas regasifikasi di Belgia, Belanda dan Prancis. Sedangkan, *demand* LNG di Turki dan Spanyol diprediksi akan berkurang seiring dengan pulihnya pembangkit listrik tenaga air dan pemanfaatan energi terbarukan yang ekspansif. Penurunan *demand* LNG di Spanyol disebabkan oleh turunnya kebutuhan listrik, sedangkan *demand* di Turki menurun didorong penurunan *demand* untuk sektor non *power*.

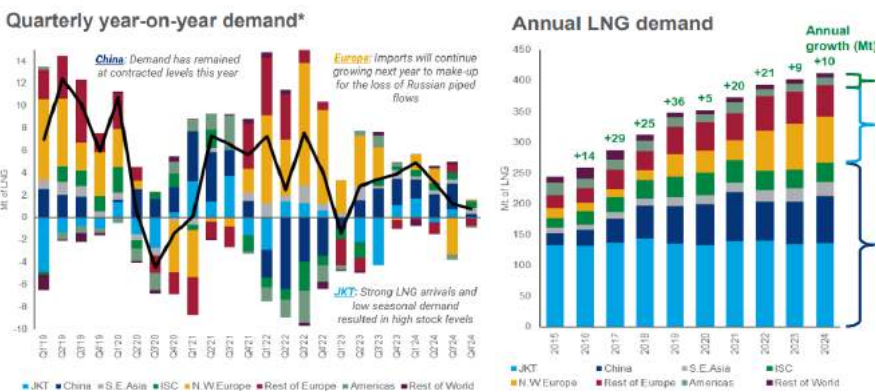
Di sisi lain, *demand* LNG di wilayah Asia diprediksi cenderung stagnan di tahun 2023. *Demand* LNG di Tiongkok diprediksi akan tumbuh sekitar 5+ Mt sesuai *contractual* basis. Meski demikian, pasar Tiongkok masih berada dalam ketidakpastian, utamanya pada sektor industri meskipun kebijakan *zero-Covid policy* di Tiongkok sudah mulai ditanggihkan. Namun, dengan harga *spot* LNG yang masih cukup tinggi, sektor industri di Tiongkok menjadi kurang tertarik untuk menggunakan LNG. Selain itu, pasar Tiongkok juga sedang menghadapi rendahnya *consumer confidence index* antara lain diakibatkan oleh permasalahan di pasar properti Tiongkok dan resesi global.

Penurunan pasokan gas pipa Rusia secara signifikan telah menyebabkan peningkatan harga gas dalam jangka pendek. Selain itu, dengan adanya kebijakan jangka panjang terkait dekarbonisasi di Eropa, telah mendorong penurunan terhadap permintaan gas pipa secara signifikan, khususnya di sektor industri dan rumah tangga. Hal ini berimplikasi pada peningkatan permintaan impor LNG sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap gas pipa Rusia. Peningkatan investasi di bidang energi terbarukan, *green gases* dan *energy efficiency* akan turut serta menurunkan *demand* gas pipa secara signifikan. Hal ini dilakukan oleh negara-negara di Eropa sebagai strategi untuk mendiversifikasi pasokan energi dalam rangka mengurangi ketergantungan pasokan energi dari Rusia. Selain itu, pasokan gas pipa yang berasal dari Algeria dan Norwegia juga turut mengalami penurunan. Hal ini menjadikan negara-negara di kawasan Eropa semakin terdampak dinamika pasar LNG global, yang diprediksi akan berlangsung paling tidak hingga tahun 2025. Kondisi tersebut diprediksi akan mulai membaik pada tahun 2026, dimana volume produksi LNG global sudah mulai banyak tersedia, dan begitu pula dengan kapasitas regasifikasinya.

Kondisi *tight market* LNG yang diprediksi akan berlangsung hingga tahun 2025, menjadikan negara-negara di kawasan Eropa semakin mengalami dilema, karena kondisi tersebut akan sulit diakomodir dengan kontrak jangka panjang. Apalagi, impor LNG diproyeksikan akan mulai berkurang setelah tahun 2030 dikarenakan kebijakan dekarbonisasi dan *demand* gas yang berkurang akibat kenaikan

harga. *Demand* di sektor industri Eropa sangat terdampak oleh kenaikan harga gas dalam jangka pendek. Di sisi lain, diperlukan investasi yang cukup besar untuk mencapai ambisi Uni Eropa untuk mencapai dekarbonisasi, utamanya pada sektor industri yang merupakan *hard-to-abate sector*. Diperkirakan, penurunan *demand* industri mencapai 0.9% CAGR antara tahun 2023 hingga tahun 2033, serta diproyeksikan akan

menghadapi tekanan yang lebih dalam paska tahun 2030. Sedangkan, *demand* di sektor rumah tangga Eropa juga mengalami tren yang sama, dimana terjadi pengurangan konsumsi gas rumah tangga dalam jangka pendek sebagai respon konsumen atas kenaikan harga gas. Selain itu, efisiensi energi berhasil menurunkan penggunaan dan kebutuhan gas sektor rumah tangga dan komersial.



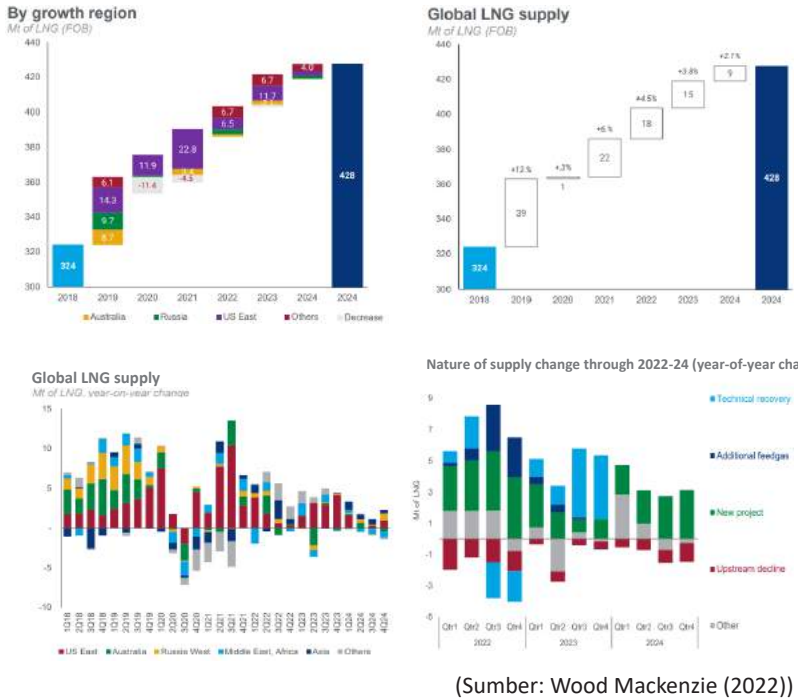
(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 44. Perkembangan dan Outlook Kebutuhan LNG Global (Mt of LNG)

2 Supply

Produksi LNG global dalam jangka pendek utamanya dipasok sebagian besar dari US LNG, meskipun dengan laju pertumbuhan yang mulai mengalami perlambatan. Produksi LNG yang berasal dari Nigeria sempat mengalami penurunan produksi LNG yang diakibatkan oleh bencana banjir di sisi

hulu dan terjadinya *force majeure* pada bulan Oktober 2022. Namun penurunan produksi LNG ini berhasil *discovery* oleh peningkatan produksi dari MLNG. Diprediksi, produksi LNG dalam dua tahun ke depan akan tumbuh tipis, yaitu sebesar 2-3%, dikarenakan sebagian besar *project* baru hanya berkapasitas kecil (*single train* atau *floating unit*) seperti terlihat pada Gambar 45.

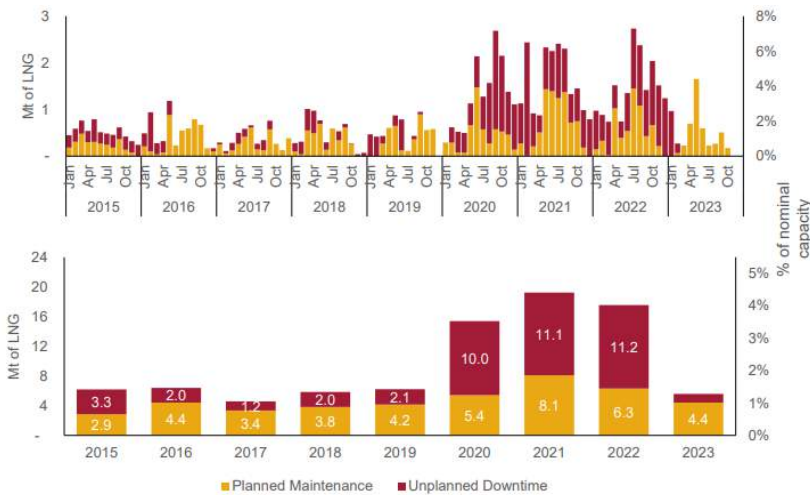


Gambar 45. Perkembangan dan Outlook Pasokan LNG Global (Mt of LNG)

Dalam tiga tahun terakhir, ada fenomena menarik yang telah terjadi dari sisi pasokan, yakni banyaknya kejadian *unplanned shutdown* seperti terlihat pada Gambar 46. Hal ini dalam jangka pendek akan sangat mempengaruhi pasokan, terutama pada kondisi *shortage* pasokan global.

Tentunya hal ini perlu diantisipasi, baik dari sisi pasokan maupun dari sisi volatilitas harga, karena korelasinya yang sangat kuat. Salah satu yang menjadi perhatian global saat ini adalah tertundanya proses *re-start Freeport LNG* yang sebelumnya diharapkan terjadi pada bulan November 2022.





(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 46. Planned and Unplanned Disruptions LNG Global (Mt of LNG)

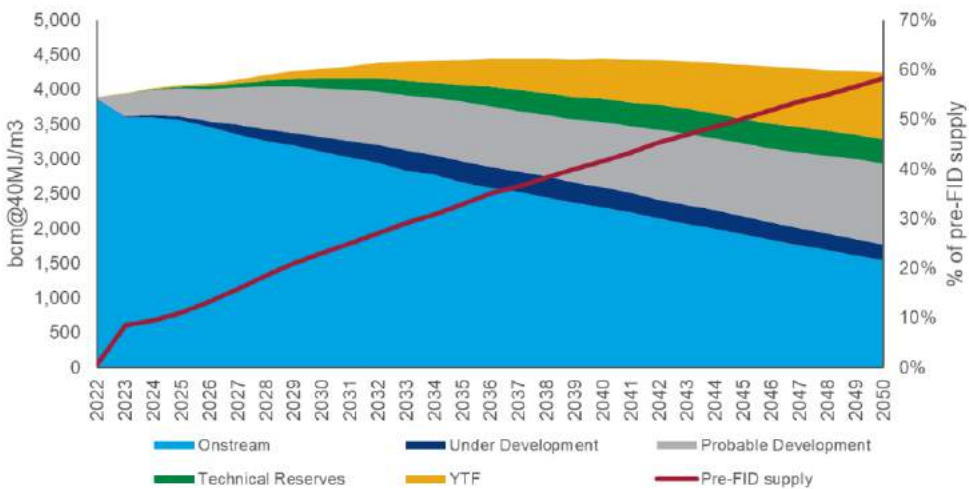
Secara jangka panjang produksi diproyeksikan akan mengalami peningkatan sebesar 350 bcm atau sekitar 9% dari tahun 2022 hingga tahun 2050 (Gambar 47). Total pasokan gas akan mencapai 4.320 bcm pada tahun 2050 dengan pertumbuhan sebesar 0.36% CAGR antara tahun 2022 hingga tahun 2050. Upaya diversifikasi pasokan energi yang dilakukan oleh negara-negara Eropa atas putusnya pasokan gas pipa dari Rusia, akan meningkatkan *demand* atas penggunaan LNG pada jangka pendek, dimana sebagian besar impor LNG akan berasal dari US LNG. Sementara itu, produsen LNG di Eropa terus berusaha semaksimal mungkin untuk meningkatkan produksinya dengan mempercepat penyelesaian banyak LNG *project*. Hal ini perlu dilakukan sebagai *offset* atas penurunan produksi gas dari lapangan gas yang sudah *mature* di Inggris, Belanda dan Norwegia. Invasi Rusia terhadap Ukraina juga berdampak sangat signifikan terhadap *outlook* pasokan Rusia, dimana proyeksi pertumbuhan produksi gas Rusia akan terbatas, sebagai akibat upaya diversifikasi yang dilakukan oleh

negara-negara Eropa. Selain itu, risiko pengembangan produksi LNG pun masih berlanjut. Beberapa lapangan eksisting berisiko untuk ditutup dan rencana pengembangan FID baru pun menjadi terkendala sehubungan dengan opsi ekspor yang kini terbatas. Pipa transmisi gas yang baru dan membutuhkan biaya yang tinggi, perlu dibangun oleh Rusia untuk menghubungkan titik produksi di West Siberia ke *eastern customer*. Meski Rusia memiliki alternatif ekspor ke Tiongkok, namun, pertumbuhan ekspor ke Tiongkok tidak akan mampu menggantikan volume *loss* atas pasar ekspor Eropa. Di sisi lain, produksi di wilayah Asia, khususnya Tiongkok, diperkirakan akan terus meningkat sampai dengan awal tahun 2030-an, dalam rangka mencapai prioritas ketahanan energi. Sedangkan, untuk wilayah Asia Selatan dan Asia Tenggara, terjadi penurunan produksi domestik gas yang akan meningkatkan ketergantungannya kepada impor LNG. Ke depan, kemungkinan besar pasar LNG akan mengalami perkembangan. Secara umum, produksi gas domestik di wilayah Asia akan mencapai puncaknya

Kawasan Amerika Utara tetap menjadi pemasok gas terbesar secara global, dengan kontribusinya sekitar 30% dari pasokan global. Tren pertumbuhan produksi gas di kawasan Amerika Utara akan tumbuh perlahan pada tahun 2022, dan akan mencapai puncak produksi pada pertengahan tahun 2030-an, mencapai level sebesar 1.500 bcm, kemudian stagnan hingga tahun 2046. Oleh karena itu, produksi diperkirakan akan mengalami penurunan sebagai imbas dari transisi energi yang menyebabkan penurunan *demand*.

Pertumbuhan produksi di kawasan Timur Tengah mengalahkan pertumbuhan produksi di kawasan Amerika Utara, yaitu sebesar 0.84% CAGR antara tahun 2022 hingga tahun 2050.

Sebagian besar volume produksi tersebut utamanya berasal dari Qatar, dimana kilang baru yaitu LNG mega-trains sudah mulai dioperasikan. Selain itu, Qatar Energy dan ConocoPhillips telah menandatangani dua long term SPA delivered ex-ship (DES) pada tanggal 29 November 2022, dengan durasi kontrak selama 15 tahun dan volume sebesar 2 mmtpa, untuk memenuhi pasokan ke Jerman untuk pengiriman kargo mulai tahun 2026 ke terminal LNG Brunsbuettel, Lower Saxony. Qatar Energy juga telah menandatangani kontrak jangka panjang dengan Sinopec selama 27 tahun dengan volume sebesar 4 mmtpa, untuk pengiriman kargo mulai tahun 2026 sampai dengan tahun 2053. Hal ini menegaskan kembali peran penting LNG dalam transisi energi.



(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 47. Global Gas Supply by Status (bcm)

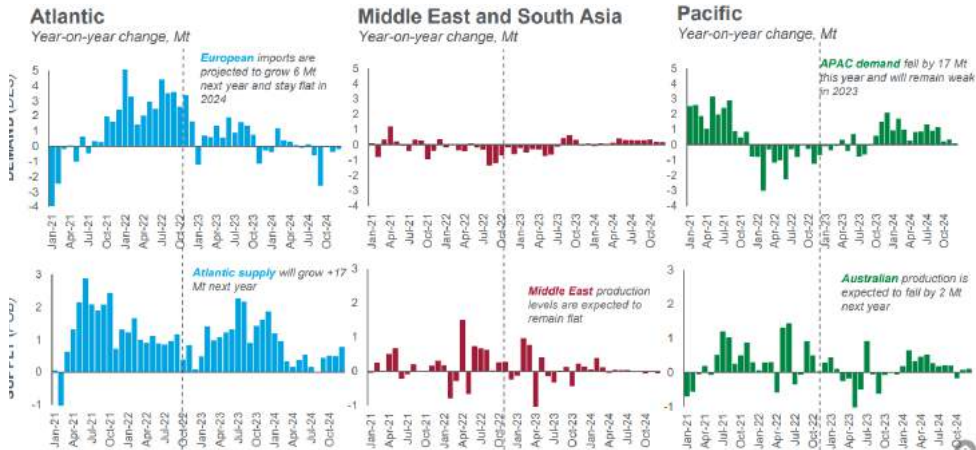
3 Trading

Impor LNG Eropa mengalami peningkatan hingga mencapai 46 Mt pada tahun ini, dimana sebagian besar volume impor tersebut berasal dari US LNG. Diprediksi volume impor ini akan terus meningkat di tahun 2023, namun

dalam jumlah yang jauh berkurang, yakni bertambah sekitar 6 Mt. Hampir seluruh volume tambahan produksi LNG di tahun 2023 akan dikirim ke Eropa, Namun hal ini mungkin akan berubah di tahun 2024, yaitu ketika *demand* di wilayah Asia mulai kembali tumbuh. Analisis memperkirakan bahwa

volume LNG di Asia masih akan tetap diperjualbelikan antar negara-negara di wilayah Asia. Jual beli antar benua diprediksi kecil kemungkinan akan

terjadi, kecuali apabila suhu udara turun sangat ekstrem pada musim dingin, atau terjadi musim dingin yang berkepanjangan.



(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 48. Global Gas Supply-Demand (y-o-y change, Mt)

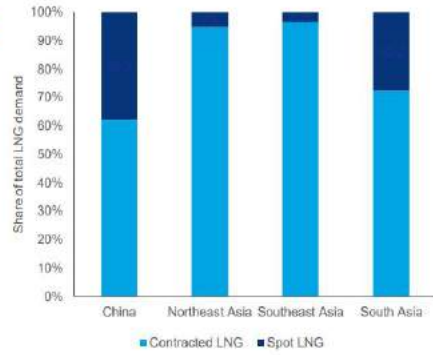
Gambar 48 menunjukkan bahwa konflik Rusia-Ukraina telah merubah poros *demand* gas global, dari sebelumnya Asia menjadi Eropa. *Demand* LNG di Asia mengalami penurunan sebesar 7% YTD di tengah peningkatan *demand* dan harga gas Eropa yang tajam. Tiongkok, Pakistan, India dan Bangladesh merupakan negara di wilayah Asia, yang mengalami penurunan *demand* paling signifikan, dengan total mencapai 14 Mt, yang merupakan setengah dari volume peningkatan impor LNG di Eropa. Konsumen di wilayah Asia terpaksa membeli kargo LNG *spot* pada harga market yang tinggi. Hal ini tentu saja berdampak pada peningkatan harga gas domestik dan harga/tarif listrik, yang berdampak langsung pada peningkatan jumlah subsidi, terjadinya pemadaman listrik bergilir, penurunan utilisasi produksi sektor industri, dan bahkan pada kondisi yang ekstrem telah

mengguncang kondisi sosial dan politik sebagaimana yang terjadi di Pakistan dan Bangladesh. Periode musim dingin dan ketidakpastian pasokan gas Rusia ke Eropa yang terjadi secara bersamaan, telah menjadikan pasar Asia terdampak risiko pasar. Upaya mitigasi tetap diperlukan, setidaknya sampai dengan masuknya pasokan volume LNG baru pada tahun 2026. Sebagian pasar di Asia, terutama konsumen eksisting, memiliki kontrak LNG jangka panjang dengan harga yang mengacu ke harga minyak (*oil indexed price*). Hal ini membantu mengurangi dampak risiko pasar yang sedang terjadi, dengan melambungnya harga LNG *spot* di pasar global. Risiko pasar global ke wilayah Asia jauh lebih kecil apabila dibandingkan dengan wilayah Eropa yang sebagian besar pembelian LNG berasal dari *spot* pasar global.

Asia LNG prices vs recent cargoes



Spot vs contracted LNG demand by region (2021)



(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 49. Harga vs Konsumsi LNG Global berdasarkan Wilayah

Pasar di wilayah Asia yang paling rentan berisiko atas fluktuasi harga LNG *spot* adalah konsumen yang tidak memiliki kemampuan daya beli cukup besar, namun memenuhi kebutuhan LNG-nya dari pasar *spot* (Gambar 49). Dengan kondisi saat ini, mereka cenderung memilih untuk mengurangi penggunaan LNG, sehingga secara tidak langsung berisiko terhadap penurunan *demand*. Namun, banyak faktor lain yang ikut mempengaruhi *demand* (selain harga) khususnya pasar di Asia Tenggara dan Asia Timur, antara lain kondisi makroekonomi, penerapan kebijakan *lockdown* dan laju pemulihan Covid-19, pengoperasian kembali pembangkit nuklir, serta penambahan fasilitas terminal regasifikasi baru. Pasar di Asia Timur cenderung tidak sensitif terhadap perubahan harga, didorong oleh kemampuan daya beli yang tinggi, meskipun *demand* di Asia Timur sempat mengalami koreksi beberapa tahun sebelumnya karena pengoperasian kembali pembangkit nuklir di Jepang. Meski demikian, apabila kondisi volatilitas harga semakin parah dan harga LNG semakin meningkat, kemungkinan besar pasar di Asia Timur akan bereaksi, yaitu Jepang akan meningkatkan kapasitas pembangkit

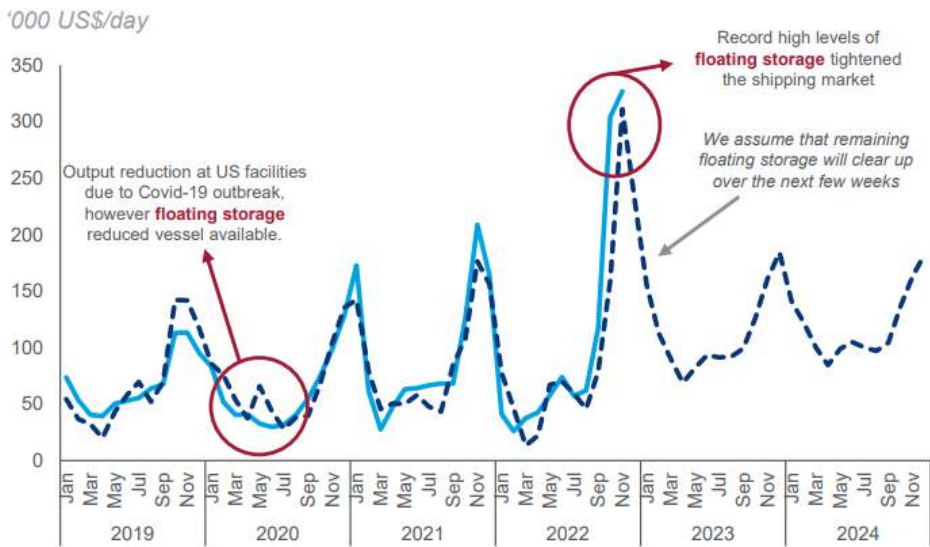
nuklirnya dan Korea Selatan akan menggunakan kembali batu bara yang harganya lebih kompetitif. Sedangkan, Asia Tenggara merupakan pasar yang sangat sensitif atas perubahan harga, kecuali Singapura. Kondisi pasar di Asia Tenggara pada tahun 2022 didominasi oleh pengaruh Thailand yang pertumbuhan *demand*-nya cukup signifikan. *Demand* LNG di Asia secara umum diharapkan akan pulih kembali mulai pertengahan tahun 2020-an, yaitu ketika harga kembali turun dan pasokan LNG mulai kembali membanjiri pasar.

4 Inventory Level & Logistic

Total Volume LNG yang berada pada *floating storage* pada akhir bulan November 2022 yaitu sekitar 281 kargo, *Inventory level* ini cenderung lebih tinggi daripada musim dingin pada tahun-tahun sebelumnya, meskipun kondisi ini sudah mulai berkurang. *Inventory level* di Eropa masih cenderung tinggi, yaitu berada pada kisaran 95%, karena pengambilan volume untuk kebutuhan musim dingin baru dimulai pada pertengahan bulan November 2022 dengan laju yang perlahan. Sedangkan, *inventory level* di Jepang berada pada level yang cukup baik, yaitu di atas rata-rata *inventory* lima tahunan.

Di sisi lain, hal tersebut mengakibatkan tingginya *charter rates* dari *floating storage* hingga mencapai 350.000 USD, akibat tingginya permintaan dalam rangka persiapan untuk menghadapi musim dingin (Gambar 50). Tingginya *charter hire* ini akan secara langsung berdampak pada tingginya biaya logistik, dan akan sangat mempengaruhi daya beli pasar di tengah tingginya harga

komoditas energi. Tingginya *charter rate* tersebut diharapkan dapat kembali normal seiring dengan berlalunya periode musim dingin, yang diperkirakan berakhir setelah bulan Januari 2023. Namun, hal ini sangat bergantung pada berapa lama periode musim dingin yang terjadi, dan apakah kondisi musim dingin yang terjadi pada kondisi ekstrem atau normal.



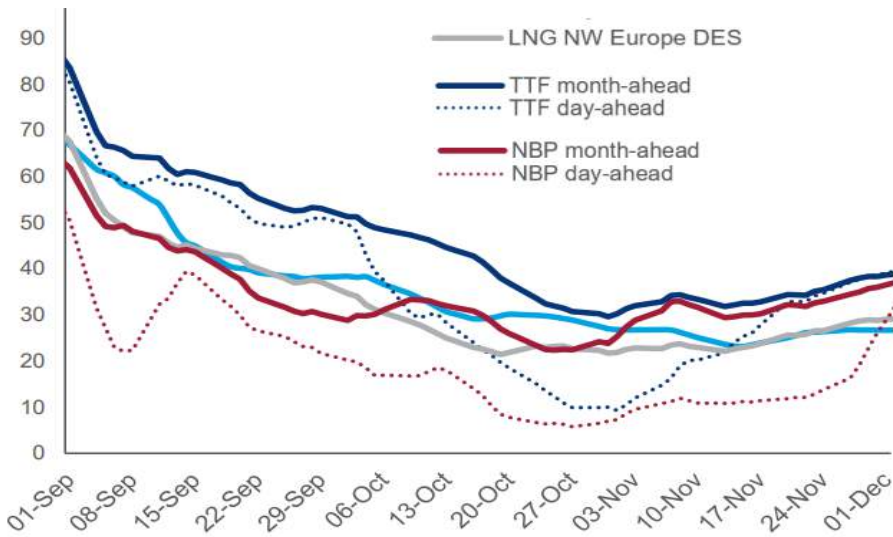
(Sumber: Wood Mackenzie (2022))

Gambar 50. Charter Rates (History and WM Forecast), '000 US\$/day

5 Harga

Harga gas Eropa kembali meningkat pada awal bulan November 2022 (Gambar 51). Meskipun demikian, pasar Eropa cenderung lebih siap menghadapi musim dingin. Hasil analisis mengindikasikan tren harga gas Eropa dalam jangka pendek cenderung menurun dari harga saat ini (TTF pada US\$40/mmbtu) seiring dengan meningkatnya serapan *inventory* LNG di Eropa. Prediksi harga pasar Eropa

tersebut mengasumsikan bahwa musim dingin berlangsung dalam kondisi normal. Tren yang sama juga diindikasikan akan terjadi pada harga LNG Asia. Karena harga LNG *spot* Asia cenderung mengikuti tren harga *spot* LNG Eropa namun dengan jeda waktu tertentu, sehubungan keterbatasan likuiditas pasar. Harga *spot* LNG pada kondisi tertentu juga dipengaruhi oleh fluktuasi biaya logistik. Hal ini tentu saja akan menambah kompleksitas dan risiko atas ketidakpastian harga.



(Sumber: Wood Mackenzie & Argus Media Group (2022))

Gambar 51. Prices: Global Gas and LNG Prices (US\$/mmbtu)

KESIMPULAN

Kondisi krisis energi Eropa telah mempengaruhi *supply-demand* termasuk harga LNG global. *Demand* LNG di Eropa tercatat mulai mengalami peningkatan sebagai dampak awal musim dingin di kisaran pertengahan bulan November 2022, dan mulai mengambil *stock* LNG *inventory* secara perlahan. Suhu musim dingin yang cenderung lebih hangat di bulan Oktober serta sedikit terlambatnya musim dingin di Eropa dan Asia memberi kesempatan kepada negara-negara tersebut dalam hal *build up stock* LNG. Sehingga secara umum, pasar Eropa cenderung lebih siap menghadapi musim dingin kali ini. Keyakinan tersebut mengasumsikan bahwa musim dingin berlangsung dalam kondisi normal. Di sisi lain, *demand* LNG di wilayah Asia diprediksi cenderung stagnan di tahun 2023. Penurunan pasokan gas pipa Rusia secara signifikan telah menyebabkan peningkatan harga gas dalam jangka pendek. Selain itu, dengan adanya kebijakan jangka panjang terkait dekarbonisasi di Eropa, telah mendorong penurunan terhadap permintaan

gas pipa secara signifikan, khususnya di sektor industri dan rumah tangga. Hal ini berimplikasi pada peningkatan permintaan impor LNG sebagai alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap gas pipa Rusia. Dari sisi *supply*, produksi LNG global dalam jangka pendek utamanya dipasok sebagian besar dari US LNG, meskipun dengan laju pertumbuhan yang mulai mengalami perlambatan. Diprediksi, produksi LNG dalam dua tahun ke depan akan tumbuh tipis, yaitu sebesar 2-3%, dikarenakan sebagian besar *project* baru hanya berkapasitas kecil (*single train* atau *floating unit*). Secara jangka panjang produksi diproyeksikan akan mengalami peningkatan sebesar 350 bcm atau sekitar 9% dari tahun 2022 hingga tahun 2050. Impor LNG Eropa diprediksi mengalami peningkatan hingga mencapai 46 Mt pada tahun ini, dimana sebagian besar volume impor tersebut berasal dari US LNG. Diprediksi volume impor ini akan terus meningkat di tahun 2023, namun dalam jumlah yang jauh berkurang, yakni bertambah sekitar 6 Mt.



Sedangkan, harga gas Eropa tercatat kembali meningkat pada awal bulan November 2022. Hasil analisis mengindikasikan tren harga gas Eropa dalam jangka pendek cenderung menurun dari harga saat ini seiring dengan meningkatnya serapan

inventory LNG di Eropa. Tren yang sama juga diindikasikan akan terjadi pada harga LNG Asia. Namun, negara-negara dunia tetap perlu waspada atas risiko ketidakpastian harga, yang lebih lanjut dapat mempengaruhi *supply-demand* global.

REFERENSI

The new swing market: Asia LNG demand response to high prices, 25 Aug 2022

LNG short-term trade and price outlook (Q4 2022), 6 Dec 2022

Europe regional market report, Global Gas Service, 2 Des 2022

Global gas: Global supply, 14 Dec 2022

LNG in brief, 16 Dec 2022

LNG short-term webinar: December 2022, 19 Dec 2022



Rina Juliet Artami – Pertamina Energy Institute (PEI)

ABSTRAK

Tren global pengembangan energi terbarukan didukung oleh pemanfaatan biofuel untuk sektor transportasi. Tren global ini juga diikuti oleh Indonesia dengan mengakselerasi program biodiesel. Untuk itu, diperlukan pembahasan terkait tren pengembangan biofuel global dan nasional. IEA memperkirakan kebutuhan biofuel global akan tetap mengalami peningkatan walaupun dengan pertumbuhan yang lebih lambat, yaitu naik sebesar 5% pada tahun 2022 dan naik sebesar 3% pada tahun 2023 seiring dengan proyeksi pertumbuhan kebutuhan BBM yang melambat, penurunan harga biofuel dan bahan baku biofuel, serta masih kuatnya dukungan kebijakan pemerintah. Dalam konteks Indonesia, program biodiesel berbahan baku CPO telah secara masif meningkatkan kontribusi energi terbarukan, yang pelaksanaannya didukung penuh oleh kebijakan dalam rangka meningkatkan ketahanan ekonomi dan ketahanan energi nasional. Adapun risiko pengembangan biofuel ke depan secara global dan nasional adalah kebijakan transisi energi, termasuk penyediaan bahan baku biofuel yang berkelanjutan, harga minyak dan harga bahan baku biofuel. Secara khusus, penyediaan bahan baku biofuel yang berpotensi menimbulkan terjadinya deforestasi maupun bahan baku yang juga digunakan sebagai bahan pangan utama, telah menjadi perhatian dunia untuk ke depan memanfaatkan bahan baku biofuel yang berkelanjutan.

Kata Kunci: biofuel, biodiesel, bioetanol, CPO

PENDAHULUAN

Tahun 2022 merupakan tahun yang penuh tantangan bagi negara-negara dunia (United Nations Development Programme, 2023). Tantangan dimulai dari invasi Rusia ke Ukraina pada bulan Februari 2022, diikuti dengan krisis energi fosil global akibat pemberlakuan sanksi bagi komoditas energi Rusia oleh negara-negara Eropa, diperparah dengan terjadinya cuaca ekstrem, yang kemudian ketiganya menyebabkan disrupsi pasokan dan inflasi harga energi, serta berdampak pada krisis ekonomi. Seiring berlanjutnya krisis energi, krisis ekonomi dan krisis lingkungan global tahun 2022, tahun 2023 menjadi tahun kunci untuk akselerasi transisi energi menuju energi bersih melalui pemanfaatan energi terbarukan. Economist Intelligence (EIU) memprediksi bahwa konsumsi energi

dunia hanya akan tumbuh sebesar 1,3% pada tahun 2023 akibat perlambatan ekonomi global, sebaliknya, perkiraan kebutuhan energi terbarukan dunia tahun 2023 akan mengalami peningkatan sebesar 11%, dan didominasi oleh energi angin dan energi surya (Economist Intelligence, 2022). Sejalan dengan EIU, International Energy Agency (IEA) memproyeksikan bahwa pemanfaatan energi terbarukan global, yaitu energi angin dan energi surya pada sektor kelistrikan dan *biofuel* pada sektor transportasi, akan mengalami pertumbuhan signifikan pada tahun 2023, sebagai dampak krisis energi fosil yang terjadi pada tahun 2022 dan diperkirakan masih akan berlanjut di tahun 2023 (International Energy Agency, 2022).

Penambahan kapasitas pembangkit listrik berbasis energi terbarukan global tercatat meningkat sebesar 6% atau setara dengan 295 GW pada tahun 2021, dan diperkirakan akan tumbuh positif sebesar 8% atau setara dengan 320 GW pada tahun 2022, serta diproyeksikan tetap stabil pada tahun 2023, kecuali terdapat kebijakan akselerasi baru. Di sisi lain, kebutuhan *biofuel* pada tahun 2021 telah mencapai level kebutuhan pada tahun 2019, setelah sempat mengalami penurunan akibat pandemi Covid-19 pada tahun 2020. Diperkirakan kebutuhan *biofuel* akan tetap meningkat setiap tahunnya sampai dengan tahun 2023. Lebih lanjut, IEA memperkirakan bahwa sektor energi global tahun 2023 akan mengalami tantangan ketidakpastian, yang mendorong negara-negara dunia untuk berfokus pada kebijakan ketahanan energi, kebijakan efisiensi energi dan akselerasi energi terbarukan, sehingga pengembangan energi terbarukan tahun 2023 akan sangat bergantung pada kebijakan yang akan diterapkan.

Tren global pengembangan energi terbarukan diikuti pula oleh Indonesia dan telah diwujudkan melalui penetapan sejumlah kebijakan dan regulasi untuk mendorong pemanfaatan energi terbarukan yang lebih masif di dalam negeri. Perwujudan dimaksud dimulai dengan komitmen untuk mencapai *net-zero emission* pada tahun 2060 atau lebih cepat, yang telah mendorong pemerintah untuk menetapkan peningkatan ambisi penurunan emisi gas rumah kaca melalui dokumen *Enhanced Nationally Determined Contribution* (ENDC) Indonesia pada akhir bulan September tahun 2022 (Kementerian LHK, 2022). Peningkatan target penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) Indonesia tahun 2030 dengan kemampuan sendiri ditetapkan menjadi sebesar 31,89% dari yang sebelumnya sebesar 29%, sedangkan dengan dukungan internasional ditetapkan menjadi sebesar 43,20% dari semula sebesar 41%. Selain itu, pemerintah telah menerbitkan pula Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun

2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik pada bulan September 2022, sebagai upaya untuk mengurangi emisi GRK sektor energi, yang merupakan salah satu sektor penyumbang emisi GRK terbesar, melalui pembangunan pembangkit listrik rendah emisi dan ramah lingkungan sekaligus pelarangan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) baru (Kementerian ESDM, 2022). Kebijakan yang telah ditetapkan pada akhir tahun 2022, menciptakan tren akselerasi pemanfaatan energi terbarukan tahun 2023 di Indonesia, yang sejalan juga dengan tren global tahun 2023 terkait pengembangan energi terbarukan untuk menghadapi kondisi ketidakpastian baik di sektor ekonomi, sektor lingkungan maupun sektor energi global.

Upaya Indonesia untuk mengakselerasi pemanfaatan energi terbarukan, khususnya dalam rangka mencapai target ENDC 2030, perlu pemetaan subsektor yang berkontribusi pada tingginya emisi GRK sektor energi. Tercatat, sektor transportasi berkontribusi sebesar seperempat dari total emisi GRK Indonesia, yaitu sebesar 27%, yang termasuk ke dalam salah satu penyumbang emisi GRK terbesar di Indonesia dari sektor energi (Institute for Essential Services Reform, 2022). Sehingga, dekarbonisasi serta pemanfaatan energi terbarukan di sektor transportasi, khususnya transportasi darat yang menyumbang emisi GRK sebesar 90% emisi GRK sektor transportasi, menjadi penting dalam rangka mencapai target *net-zero emission*. Secara historis, program biodiesel yang digunakan sebagai campuran BBM yang digunakan dalam sektor transportasi, telah menjadi ujung tombak peningkatan kontribusi konsumsi energi terbarukan dalam bauran energi primer Indonesia. Untuk itu, diperlukan informasi terkait tren pengembangan energi terbarukan jenis *biofuel* (yaitu bahan bakar yang dihasilkan dari biomassa, terdiri dari bioetanol dan biodiesel) yang digunakan dalam sektor transportasi ke depan, khususnya di tahun 2023, dalam rangka

mencapai target ENDC tahun 2030 yang telah ditetapkan serta sejalan dengan tren pemanfaatan energi terbarukan global tahun 2023, mempertimbangkan penyiapan dan pembangunan ekosistem energi terbarukan didorong untuk dimulai tahun 2023 agar dapat

beroperasi sebelum tahun 2030. Maka, artikel ini bertujuan untuk membahas mengenai tren pengembangan *biofuel* global serta potensi pengembangan *biofuel* di Indonesia di tahun 2023 dan ke depan.

TREN PERKEMBANGAN *BIOFUEL* GLOBAL TAHUN 2023 DAN KE DEPAN

Penggunaan global energi terbarukan jenis *biofuel* mengalami perkembangan pesat pada tahun 2021 (International Energy Agency, 2022). Kebutuhan *biofuel* global tahun 2021 menunjukkan pemulihan mencapai tingkat sebelum pandemi Covid-19 pada tahun 2019, dari *level* terendah akibat pandemi Covid-19 di tahun 2020. IEA memperkirakan kebutuhan *biofuel* global akan tetap mengalami peningkatan walaupun dengan pertumbuhan yang lebih lambat, yaitu naik sebesar 5% pada tahun 2022 dan naik sebesar 3% pada tahun 2023 seiring dengan proyeksi pertumbuhan kebutuhan BBM yang melambat, penurunan harga *biofuel* dan bahan baku *biofuel*, serta masih kuatnya dukungan kebijakan pemerintah. Secara khusus, kondisi tahun 2022 diwarnai dengan kenaikan harga minyak, kenaikan harga *biofuel* serta perlambatan ekonomi global. Harga minyak mentah Brent naik mencapai USD 140 bbl/d pada periode awal invasi Rusia-Ukraina dan berada pada rentang USD 100-120 bbl/d pada periode bulan Maret 2022 sampai dengan bulan April 2022. Invasi Rusia-Ukraina secara bersamaan juga turut meningkatkan harga *biofuel* global (International Energy Agency, 2022). Tercatat, harga biodiesel meningkat sebesar 20-30% secara global pada tahun 2022 dibandingkan tahun 2021 dan mengalami kenaikan sebesar dua kali lipat dibandingkan tahun 2020. Sedangkan, harga dari *advanced biofuel* mengalami peningkatan sebesar 70% pada tahun 2022 sejak tahun 2020. Hal ini dipengaruhi oleh kenaikan harga bahan baku seperti jagung, tebu, minyak nabati

dan minyak kelapa sawit, didorong oleh disrupsi pasokan akibat konflik geopolitik Rusia-Ukraina dan cuaca ekstrem, kenaikan kebutuhan pangan global, tingginya harga energi, kenaikan harga pupuk, serta kebijakan pembatasan impor bahan baku, seperti Indonesia yang membatasi impor kelapa sawit sebagai bahan baku biodiesel. Harga jagung mengalami kenaikan yang menyebabkan tingginya harga etanol (International Energy Agency, 2022). Harga minyak nabati juga mengalami kenaikan sebesar 65-164% pada bulan April 2022 sejak tahun 2019 yang mengakibatkan kenaikan harga biodiesel dan *renewable* diesel. Tingginya harga *biofuel* mendorong pemerintah di beberapa negara untuk menerapkan kebijakan relaksasi ataupun penundaan terkait implementasi pencampuran *biofuel* ke BBM (International Energy Agency, 2022). Selain itu, tahun 2022 juga diwarnai oleh perlambatan ekonomi global akibat resesi ekonomi dan kebijakan nol-Covid Tiongkok. International Monetary Fund dalam *World Economic Outlook* (2022), memprediksi pertumbuhan ekonomi akan melambat menjadi sebesar 3,2% di tahun 2022 dan sebesar 2,7% di tahun 2023, dari sebesar 6% di tahun 2021. Kombinasi antara tingginya harga minyak, harga *biofuel* serta perlambatan ekonomi menyebabkan perlambatan pertumbuhan kebutuhan BBM sektor transportasi dan *biofuel* global, yang pada akhirnya berpotensi menghambat akselerasi pemanfaatan energi terbarukan, serta meningkatkan emisi GRK.

Menurut OECD-FAO, kebijakan merupakan faktor utama dalam pengembangan pasar *biofuel* (OECD-FAO, 2022). Beberapa kebijakan telah diterapkan baik dalam mendukung maupun dalam menghambat penggunaan *biofuel* sebagai bahan bakar berbasis energi terbarukan. Sebagai contoh, kebijakan *Renewable Energy Directive II* yang berlaku bagi negara-negara di wilayah Uni Eropa, mengklasifikasikan biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit ke dalam kategori risiko tinggi *Indirect Land Use Change* yang berpotensi meningkatkan emisi gas rumah kaca akibat deforestasi atau pengalihan hutan menjadi perkebunan, sehingga berpotensi menghambat penerapan penggunaan *biofuel*. Kebijakan dimaksud membatasi penggunaan kelapa sawit sebagai sumber energi, sebagai hasilnya, konsumsi biodiesel berbahan baku kelapa sawit di wilayah Uni Eropa diproyeksikan menurun, menyebabkan turunnya jumlah konsumsi biodiesel global. Sedangkan contoh kebijakan yang mendorong penggunaan *biofuel* adalah kebijakan *Renewable Fuel Standard* di Amerika Serikat. Kebijakan dimaksud merupakan kebijakan nasional yang mewajibkan sejumlah volume tertentu bahan bakar berbasis energi terbarukan untuk menggantikan atau mengurangi volume bahan bakar berbasis energi fosil pada sektor transportasi (United States Environmental Protection Agency, 2022). OECD-FAO memprediksi *supply-demand biofuel* global akan mengalami kenaikan sampai dengan tahun 2031, namun dengan pertumbuhan yang lebih lambat (OECD-FAO, 2022). Perlambatan kenaikan *supply-demand biofuel* dipengaruhi oleh perkembangan jumlah kendaraan, peningkatan insentif untuk produksi *biofuel* domestik khususnya di negara-negara berkembang seperti insentif perpajakan, pemberian subsidi, keringanan bunga investasi untuk pengembangan *biofuel*, serta pengurangan dukungan kebijakan dalam pengembangan *biofuel* di negara-negara maju. Adapun risiko pengembangan *biofuel* di masa depan adalah terkait dengan kebijakan transisi energi, harga minyak dan harga bahan baku *biofuel* (OECD-FAO, 2022). Kebijakan transisi energi mencakup kebijakan kewajiban pencampuran *biofuel* dan BBM, penerapan

atau implementasi kebijakan, investasi untuk pengembangan bahan baku *advanced biofuel*, insentif perpajakan dan pemberian subsidi baik untuk BBM maupun *biofuel*, serta kebijakan baik untuk mendorong penggunaan kendaraan bermotor listrik maupun teknologi pengembangan *sustainable aviation fuel (advanced biofuel)* untuk transportasi udara). Selain itu, risiko pengembangan *biofuel* juga mulai mengarah ke jenis bahan baku yang digunakan, yang masih bertumpu pada bahan baku konvensional yang berbasis tanaman pangan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 9 (International Energy Agency, 2022). Secara detail, lebih dari 90% *biofuel* yang diproduksi saat ini merupakan *biofuel* konvensional berbahan baku tanaman pangan, seperti tebu, sorgum, singkong, jagung, kelapa sawit, kelapa, kedelai dan rapeseed (International Energy Agency, 2022). Bahan baku *biofuel* konvensional menimbulkan masalah ketidakberlanjutan yang dihadapi oleh energi berbasis tanaman pangan, yaitu konflik kebutuhan tanaman, antara untuk pangan dan untuk energi, serta, harga *biofuel* konvensional sangat tergantung pada fluktuasi harga pangan dan harga pupuk. Untuk itu, diperlukan peralihan pengembangan *biofuel* menuju *advanced biofuel*, yang berbahan baku tanaman non pangan, limbah dan residu. Saat ini dan ke depan, produksi *biofuel* global akan tetap didominasi oleh *biofuel* berbahan baku konvensional, seperti jagung dan tebu untuk etanol, serta minyak nabati untuk biodiesel (OECD-FAO, 2022). Saat ini, sebesar 59% etanol dihasilkan dari jagung, sebesar 22% dari tebu, sebesar 2% dari tetes tebu, sebesar 2% dari gandum, dan sisanya dari biji-bijian lain, singkong atau gula bit. Sedangkan, sebesar 73% biodiesel berbahan dasar minyak nabati (14% minyak rapeseed, 24% minyak kedelai, dan 31% minyak kelapa sawit) dan sebesar 21% berasal dari minyak goreng bekas (*used cooking oils/UCO*). *Advanced biofuel* berbahan baku tanaman non pangan, limbah dan residu, seperti limbah tanaman, limbah kayu, serta tanaman khusus energi belum berkontribusi besar dalam produksi *biofuel* global. Lebih lanjut, IEA, dalam skenario *net-zero emission* di tahun 2050, menggunakan asumsi bahwa pengembangan *biofuel* tidak

diikuti dengan peningkatan lahan pertanian dan deforestasi sebagai lahan energi untuk

mendukung pemanfaatan *advanced biofuel* (International Energy Agency, 2022).

Tabel 9. Peringkat Produksi *Biofuel* Dunia beserta Bahan Baku Utama

Country	Production Ranking		Major Feedstock	
	Ethanol	Biodiesel	Ethanol	Biodiesel
United States	1 (46,7%)	2 (18,4%)	Maize	Soybean oil / used cooking oils
European Union	4 (4,9%)	1 (30,7%)	Sugar beet / wheat / maize	Rapeseed oil / palm oil / used cooking oils
Brazil	2 (26,3%)	4 (13,1%)	Sugarcane / maize	Soybean oil
China	3 (8,4%)	8 (2,8%)	Maize / cassava	Used cooking oils
India	5 (2,9%)	14 (0,4%)	Molasses / sugarcane / maize / wheat / rice	Used cooking oils
Canada	6 (1,6%)	13 (0,8%)	Maize / wheat	Canola oil / used cooking oil / soybean oil
Indonesia	20 (0,1%)	3 (17,5%)	Molasses	Palm oil
Argentina	8 (0,9%)	5 (3,6%)	Molasses / sugarcane / maize	Soybean oil
Thailand	7 (1,4%)	7 (3,0%)	Molasses / cassava / sugarcane	Palm oil
Colombia	14 (0,4%)	11 (1,3%)	Sugarcane	Palm oil
Paraguay	11 (0,5%)	18 (0,02%)	Maize / sugarcane	Soybean oil

(Sumber: OECD-FAO (2022))

Risiko utama lainnya yang perlu diperhatikan dalam pengembangan *biofuel* adalah prediksi IEA bahwa *biofuel* ke depan diarahkan ke penggunaan *advanced biofuel* bagi sektor transportasi laut, transportasi udara dan truk angkutan logistik. Sedangkan sektor transportasi darat angkutan umum dan pribadi akan didominasi oleh program elektrifikasi (International Energy Agency, 2022). Untuk itu, dalam rangka pengembangan *advanced biofuel*, dibutuhkan dukungan kebijakan pemerintah sebagai berikut:

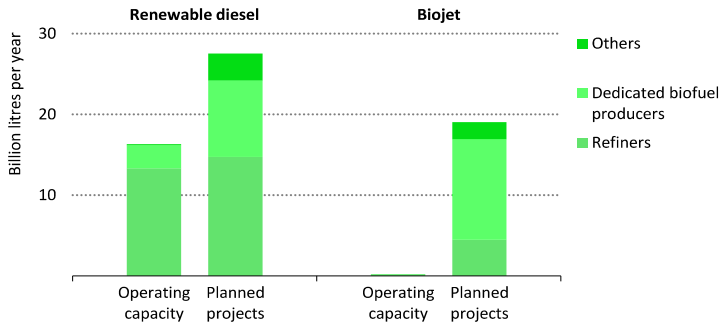
- 1 Kepastian kecukupan pasokan *advanced biofuel* yang berasal dari limbah dan residu melalui kebijakan terkait pengelolaan limbah dan residu, mulai dari pengumpulan, penyortiran dan pengolahan awal, serta adanya sistem sertifikasi terkait bahan baku berkelanjutan.
- 2 Pengembangan bahan baku dari tanaman non pangan atau tanaman yang dapat tumbuh di lahan yang tidak dapat diolah (tidak subur) atau terdegradasi.

- 3 Terciptanya iklim investasi yang stabil dan kondusif sehingga dapat menunjang investasi jangka panjang untuk meningkatkan skala produksi *advanced biofuel*, mempertimbangkan produsen *advanced biofuel* yang tersedia saat ini adalah produsen skala kecil.

Dengan meningkatnya tren pemanfaatan *biofuel*, perusahaan kilang minyak di berbagai negara telah memperluas bisnisnya untuk menghasilkan *renewable* diesel dan biojet, melalui *co-processing*, atau pembangunan baru, penambahan maupun perubahan fasilitas seperti terlihat pada Gambar 52 (International Energy Agency, 2022). Peningkatan tren ini didukung pula oleh kebijakan yang mendorong pemanfaatan energi bersih seperti EU *Renewable Energy Directive* dan US *Blenders Tax Credit* (insentif pajak bagi produsen *biofuel*), serta kebutuhan investasi yang lebih rendah oleh kilang apabila memproduksi *biofuel*. Perusahaan kilang minyak seperti Total Energies, ENI, Neste dan Valero saat ini mendominasi produksi *renewable* diesel (sebesar 80%

dari total kapasitas produksi), dan hampir setengahnya turut dalam perencanaan proyek pengembangan *renewable* diesel ke depan.

Hal yang sama pula terjadi pada produksi biojet, namun lebih didominasi oleh produsen *dedicated* biojet.



(Sumber: World Energy Outlook 2022, International Energy Agency (2022))

Gambar 52. Kapasitas Produksi Biofuel Beroperasi dan Terencana menurut Jenis Produsen

TREN PERKEMBANGAN BIOFUEL DI INDONESIA TAHUN 2023 DAN KE DEPAN

Biofuel sebagai kontributor utama energi terbarukan dalam bauran energi primer Indonesia, telah didorong pemanfaatannya secara masif melalui dukungan kebijakan. Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional merupakan langkah awal pengembangan *biofuel* di Indonesia, yang menetapkan persentase *biofuel* dalam bauran energi primer nasional tahun 2025 menjadi lebih dari 5%. Kemudian, Peraturan Menteri ESDM Nomor 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain (Permen ESDM 32/2008) menetapkan peta jalan kewajiban pencampuran *biofuel* dengan BBM pada sektor transportasi, industri dan pembangkit listrik. Selanjutnya, pengembangan *biofuel* jenis biodiesel di dalam negeri semakin masif dengan penerbitan Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga Permen ESDM 32/2008 (Permen ESDM 12/2015), yang meningkatkan pencampuran biodiesel dengan minyak solar bersubsidi

menjadi sebesar 15% (B15) mulai April 2015 dan sebesar 20% (B20) mulai tahun 2016. Peraturan Presiden Nomor 66 Tahun 2018 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2015 tentang Penghimpunan dan Penggunaan Dana Perkebunan Kelapa Sawit (Perpres 66/2018) kemudian memperluas konsumsi biodiesel dengan menetapkan mandatori pencampuran biodiesel dengan seluruh BBM jenis minyak solar, termasuk minyak solar non subsidi. Bahkan, kebijakan pengembangan *biofuel* berbasis minyak sawit yang bahan bakunya dipenuhi melalui pemberdayaan perkebunan sawit rakyat termasuk ke dalam Proyek Strategis Nasional sesuai Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024. Terakhir, sesuai instruksi Presiden dalam rapat kabinet paripurna tanggal 6 Desember 2022, implementasi pencampuran biodiesel ke dalam minyak solar yang semula sebesar sebesar 30% (B30) dinaikkan menjadi 35% (B35) pada tahun 2023,

yang menunjukkan komitmen pemerintah untuk memperluas penggunaan energi bersih (Humas EBTKE, 2022). Pemerintah dalam hal ini Kementerian ESDM, telah menindaklanjuti instruksi Presiden melalui penerbitan Surat Edaran Menteri ESDM Nomor 10.E/EK.05/DJE/2022 dan Keputusan Menteri ESDM Nomor 205.K/EK.05/DJE/2022 yang menyesuaikan persentase pentahapan pencampuran biodiesel ke dalam minyak solar menjadi sebesar 35% mulai tanggal 1 Februari 2023, sehingga alokasi biodiesel yang diperlukan tahun 2023 sebesar 13.148.594 kiloliter, serta melalui penerbitan Keputusan Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Nomor 195.K/EK.05/DJE/2022 yang menetapkan spesifikasi B35 sebagai bentuk perlindungan konsumen bahwa produk B35 aman bagi kinerja mesin diesel.

Minyak kelapa sawit (CPO) dipilih sebagai bahan baku utama biodiesel karena Indonesia merupakan produsen CPO terbesar di dunia (Direktorat Bioenergi, Ditjen EBTKE, KESDM, 2016). Walaupun Indonesia memiliki potensi CPO yang besar, namun data tahun 2014 menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil dari total produksi CPO sebesar 31 juta ton per tahun, yang dimanfaatkan untuk kebutuhan dalam negeri, yaitu untuk kebutuhan pangan sebesar 6,8 juta ton per tahun dan untuk kebutuhan biodiesel sebesar 1,6 juta ton per tahun, serta sisanya sebesar 22,6 juta ton per tahun diekspor. Untuk itu, peningkatan pemanfaatan minyak kelapa sawit utamanya bagi kebutuhan di dalam negeri melalui pencampuran biodiesel dengan BBM jenis minyak solar, diharapkan dapat meningkatkan harga minyak kelapa sawit internasional sekaligus mendorong kinerja sektor kelapa sawit Indonesia (Dharmawan, et al., 2018). Alasan lain pemilihan bahan baku minyak kelapa sawit adalah minyak kelapa sawit lebih unggul apabila dibandingkan dengan bahan baku minyak nabati lainnya karena dapat menghasilkan minyak yang jauh lebih banyak pada satu hektar lahan. Kebijakan kewajiban

pencampuran biodiesel berbasis minyak kelapa sawit, atau yang disebut juga dengan program biodiesel, bagi seluruh konsumen BBM jenis minyak solar pada tahun 2018, meningkatkan kebutuhan biodiesel dalam negeri secara signifikan (Rahmanulloh & McDonald, 2019). Perluasan program B20 ke seluruh sektor dipicu adanya permasalahan defisit neraca perdagangan, khususnya pada sektor minyak dan gas bumi serta pelemahan nilai rupiah terhadap dolar Amerika Serikat (Rahmanulloh & McDonald, 2019). Seiring berjalannya program B20, Indonesia mampu mengurangi kebutuhan impor BBM jenis minyak solar, dan keberhasilan ini dilanjutkan dengan menerapkan program B30 mulai Januari 2020 sesuai peta jalan yang ditetapkan pada Permen ESDM 12/2015. Keberhasilan program biodiesel utamanya ditopang oleh pemberian insentif bagi produsen biodiesel dalam negeri. Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2015 tentang Perhimpunan dan Penggunaan dan Perkebunan Kelapa Sawit (Perpres 61/2015) sebagaimana telah diubah terakhir kali dengan Perpres 66/2018, telah mengatur pemberian insentif sebesar selisih kurang antara harga produksi BBM jenis minyak solar dan harga biodiesel bagi produsen biodiesel. Insentif akan diberikan oleh pemerintah melalui Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) kepada produsen biodiesel dengan memanfaatkan dana pungutan ekspor minyak kelapa sawit. Selain pemberian insentif bagi produsen biodiesel, mandat pencampuran biodiesel juga dilaksanakan melalui pemberian sanksi bagi produsen biodiesel yang tidak menyalurkan biodiesel dan bagi badan usaha yang menyalurkan BBM jenis minyak solar yang tidak melakukan pencampuran, sesuai penetapan pemerintah, berupa pembayaran denda administratif sebagaimana pengaturan dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 24 Tahun 2021 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel dalam Kerangka Pembiayaan oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit.

Dalam pelaksanaannya, program biodiesel telah memberikan manfaat, khususnya bagi perekonomian Indonesia sebagaimana pada Tabel 10. Peningkatan pemanfaatan volume biodiesel dalam negeri setiap

tahun, telah berkontribusi positif bagi penghematan devisa, peningkatan nilai tambah CPO menjadi biodiesel, penyerapan tenaga kerja dan pengurangan emisi GRK.

Tabel 10. Nilai Manfaat Program Biodiesel

MANFAAT	NILAI MANFAAT PROGRAM				
	B20 TAHUN 2017	B20 TAHUN 2018	B20 TAHUN 2019	B30 TAHUN 2020	B30 TAHUN 2021
Volume yang digunakan	2,57 juta KL = 16,17 juta barel/tahun = 44,31 barel/hari	3,75 juta KL = 23,59 juta barel/tahun = 64,62 ribu barel/hari	6,39 juta KL = 41,68 juta barel/tahun = 114,21 barel/hari	8,4 juta KL = 52,83 juta barel/tahun = 144,74 ribu barel/hari	9,2 juta KL* = 57,86 juta barel/tahun =158,83 barel/hari
Penghematan devisa	USD 0,9 miliar = Rp 12,12 triliun	USD 1,89 miliar = Rp 26,67 triliun	USD 3,04 miliar = Rp 43,819 triliun	USD 2,64 miliar = Rp 38,04 triliun	USD 3,91 miliar = Rp 56,24 triliun
Peningkatan nilai tambah (CPO menjadi biodiesel)	Rp 3,45 triliun	Rp 5,78 triliun	Rp 9,54 triliun	Rp 13,19 triliun	Rp 11,26 triliun
Penyerapan tenaga kerja	On farm: 321.446 orang Off farm: 2.426 orang	On farm: 478.325 orang Off farm: 3.609 orang	On farm: 828.488 orang Off farm: 6.252 orang	On farm: 1.071.491 orang Off farm: 8.085 orang	On farm: 1.150.000 orang Off farm: 8.678 orang
Pengurangan emisi GRK dan peningkatan kualitas lingkungan	3,84 juta ton CO ₂	9,96 juta ton CO ₂	16,98 juta ton CO ₂	22,3 juta ton CO ₂	24,4 juta ton CO ₂

(Sumber: Direktorat Bioenergi, Ditjen EBTKE, KESDM (2021))

Terdapat beberapa tantangan dan risiko dalam pemanfaatan biodiesel berbasis minyak kelapa sawit, utamanya terkait keberlanjutan bahan baku, dalam hal ini minyak kelapa sawit. Pertama, penerapan kebijakan *Renewable Energy Directive II* oleh negara-negara di wilayah Uni Eropa, yang merupakan target pasar ekspor biodiesel Indonesia, membatasi impor biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit dan kemudian akan menghapusnya secara bertahap sampai dengan tahun 2030 (Rahmanulloh & McDonald, 2019). *Renewable Energy Directive II* menetapkan pemanfaatan biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit berpotensi meningkatkan deforestasi atau pengalihan hutan menjadi perkebunan (OECD-FAO, 2022). Indonesia tercatat telah kehilangan sekitar 2,3 juta hektar hutan untuk perkebunan kelapa sawit antara tahun 1995 sampai dengan tahun 2015 (Traction Energy Asia, 2020).

Ekspansi pemanfaatan biodiesel mengakibatkan peningkatan kebutuhan tandan buah segar yang dicapai melalui perluasan lahan perkebunan kelapa sawit, yang berpotensi memberikan dampak negatif berupa konversi lahan hutan, hilangnya keanekaragaman hayati, hilangnya kemampuan untuk menyerap emisi GRK dan gangguan terhadap ekosistem (Dharmawan, et al., 2018). Selain itu, kebutuhan minyak kelapa sawit sebagai bahan pangan (bahan baku minyak goreng) sekaligus sebagai sumber energi di Indonesia memberikan risiko atas keberlanjutan penyediaan biodiesel berbasis minyak kelapa sawit (Rahmanulloh & Osinski, 2022). Sebagai contoh, tingginya harga acuan *crude palm oil* (CPO) yang dimulai pada awal tahun 2022 seperti pada Gambar 53 menyebabkan kenaikan harga minyak goreng di dalam negeri (Rahmanulloh & Osinski, 2022).

Tercatat, harga minyak goreng di dalam negeri mengalami peningkatan sebesar 35% antara bulan Maret 2021 sampai dengan bulan Januari 2022. Pemerintah mengintervensi kenaikan harga minyak goreng dalam negeri dengan menerbitkan beberapa paket regulasi sejak bulan Januari 2022 berupa:

- 1 pemberian subsidi untuk minyak goreng kemasan sederhana dan minyak goreng curah,
- 2 persetujuan ekspor dan *domestic market obligation* (DMO) untuk CPO

- 3 pelarangan ekspor sementara untuk CPO dan produk turunannya,
- 4 program percepatan ekspor untuk CPO dan produk turunannya.

Fungsi bahan baku minyak kelapa sawit, selain untuk memenuhi kebutuhan energi yaitu untuk memenuhi kebutuhan pangan pokok dalam negeri, memberikan tantangan keberlanjutan bagi penyediaan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku biodiesel ke depan.



(Sumber: BDPKPS (2022))

Gambar 53. Perkembangan Harga Acuan CPO (CIF Rotterdam) Tahun 2021-2022 (US\$/MT)

Untuk mengatasi tantangan pemanfaatan *biofuel* di Indonesia, khususnya terkait penyediaan bahan baku minyak kelapa sawit yang berkelanjutan, pemerintah telah menyiapkan beberapa langkah strategi. Pertama, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 44 Tahun 2020 tentang Sistem Sertifikasi Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Indonesia (Perpres 44/2020), yang menetapkan bahwa usaha perkebunan kelapa sawit wajib melakukan sertifikasi perkebunan kelapa sawit berkelanjutan Indonesia (*Indonesian Sustainable Palm Oil/ ISPO*) untuk menjamin usaha perkebunan kelapa sawit yang layak ekonomi, layak sosial budaya, dan ramah

lingkungan berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan. Tujuan sertifikasi ISPO adalah untuk memastikan dan meningkatkan pengelolaan serta pengembangan perkebunan kelapa sawit sesuai prinsip dan kriteria ISPO, meningkatkan keberterimaan dan daya saing hasil perkebunan kelapa sawit Indonesia di pasar nasional dan internasional, serta meningkatkan upaya percepatan penurunan emisi gas rumah kaca. Dengan ditetapkannya Perpres 44/2020, diharapkan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku biodiesel di Indonesia dapat menjadi bahan baku yang berkelanjutan, baik dari sisi penyediaan maupun dari sisi lingkungan. Kedua, pemerintah terus mendorong

program peremajaan sawit rakyat untuk meningkatkan produktivitas sawit pada perkebunan rakyat, dengan menanam ulang sawit (*replanting*) menggunakan bibit yang unggul, penerapan teknologi budidaya yang tepat, dan pemupukan yang tepat (Kementerian Perindustrian, 2022). Terakhir, pemerintah melalui PT Pertamina (Persero) sebagai BUMN sektor minyak dan gas bumi telah fokus untuk mengembangkan bahan bakar *green diesel*, *green avtur* dan *green gasoline*, yang memiliki sifat yang sama dengan BBM konvensional, namun berbahan baku minyak sawit (Rahmanulloh & Osinski, 2022). PT Pertamina (Persero) berencana menambah kapasitas produksi kilang *green diesel* hingga 4.000 barel per hari (636.000 liter) di Cilacap, Jawa Tengah dan kilang *green avtur* hingga 20.000 barel per hari (3.180.000 liter) di Plaju, Sumatera Selatan. Kilang di Dumai, Riau telah siap untuk memproduksi *green diesel* sebesar 1.000 barel per hari, dan produksi dalam skala komersial diperkirakan akan dimulai pada tahun 2024. Sebelumnya, pemerintah bersama PT Pertamina (Persero) juga telah melakukan uji jalan *renewable diesel* (D100) hasil produksi kilang Dumai dan uji terbang bioavtur (J2.4) hasil produksi kilang Cilacap. Pemerintah juga sedang memperluas penelitiannya untuk memproduksi *green gasoline*, dan telah menetapkan Keputusan Dirjen EBTKE Nomor 95.K/EK.05/DJE/2022 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati Jenis Diesel Nabati (Diesel Biohidrokarbon) sebagai Bahan Bakar Lain yang Dipasarkan di Dalam Negeri.

KESIMPULAN

Pemanfaatan energi terbarukan global diproyeksikan mengalami peningkatan cukup signifikan pada tahun 2023. Tren ini didukung salah satunya oleh pemanfaatan *biofuel* untuk sektor transportasi. Sejalan dengan tren global dimaksud, Indonesia telah menetapkan kebijakan akselerasi pemanfaatan energi terbarukan, salah satunya melalui kebijakan penggunaan *biofuel* sektor transportasi, yang selama ini telah menjadi ujung tombak

Di sisi lain, kewajiban pencampuran etanol dengan BBM jenis bensin belum berjalan sesuai dengan peta jalan yang ditetapkan dalam Permen ESDM 12/2015 dikarenakan harga bahan baku yang mahal, kapasitas produksi dalam negeri yang terbatas sehingga belum tersedia etanol *fuel grade*, kebijakan pembatasan impor etanol, serta belum tersedianya dukungan kebijakan berupa insentif dan sanksi pencampuran etanol seperti pada pencampuran biodiesel (Rahmanulloh & McDonald, 2019). Namun, dalam rangka meningkatkan ketahanan energi, mengurangi ketergantungan impor BBM serta memacu penggunaan energi terbarukan di dalam negeri, pemerintah Indonesia meluncurkan program bioetanol tebu pada akhir tahun 2022, yang mendorong pemanfaatan bioetanol 5% (E5) (Humas EBTKE, 2022). Dengan adanya program bioetanol, produksi bioetanol dalam negeri ditargetkan mencapai sebesar 1,2 juta kiloliter di tahun 2030 dari hanya sebesar 40.000 kiloliter pada tahun 2022. Adapun tantangan terbesar dalam program bioetanol adalah penyediaan tetes tebu, yang merupakan hasil samping produksi gula dari tebu, sebagai bahan baku bioetanol, mengingat Indonesia saat ini merupakan importir gula dengan jumlah yang cukup besar untuk memenuhi kebutuhan konsumsi maupun industri dalam negeri. Oleh karena itu, dibutuhkan dukungan kebijakan pemerintah dimulai dengan kebijakan swasembada gula maupun dalam peningkatan hasil produksi bioetanol dalam negeri.

penyumbang terbesar energi terbarukan dalam bauran energi Indonesia. Secara global, pemanfaatan *biofuel* dalam jangka pendek diperkirakan akan tetap meningkat walaupun dengan pertumbuhan yang lebih lambat, dipengaruhi oleh perlambatan pertumbuhan kebutuhan BBM, penurunan harga *biofuel* dan bahan baku *biofuel* serta masih kuatnya dukungan kebijakan pemerintah. Adapun tantangan pengembangan *biofuel* ke

depan secara global adalah kebijakan transisi energi, termasuk penyediaan bahan baku *biofuel* yang berkelanjutan, harga minyak dan harga bahan baku *biofuel*. Penyediaan bahan baku *biofuel* yang berkelanjutan telah menjadi perhatian dunia, khususnya terkait dengan potensi terjadinya deforestasi maupun bahan baku yang juga digunakan sebagai bahan pangan utama. Dalam konteks Indonesia, *biofuel* telah dimanfaatkan secara masif melalui program biodiesel berbahan baku CPO, yang pelaksanaannya didukung penuh oleh kebijakan dalam rangka meningkatkan ketahanan ekonomi dan ketahanan energi nasional. Walaupun Indonesia merupakan

salah satu negara produsen terbesar CPO dunia, namun bahan baku biodiesel, *green diesel*, *green avtur* dan *green gasoline* yang masih bertumpu pada CPO, meningkatkan risiko pemanfaatan bahan baku *biofuel* yang berkelanjutan. Hal yang sama terjadi pula dengan pengembangan bioetanol berbahan baku tetes tebu di dalam negeri, dengan kondisi Indonesia yang masih mengimpor gula. Untuk itu, penyediaan bahan baku *biofuel* yang berkelanjutan merupakan salah satu agenda penting baik dalam skala global maupun nasional dalam pemanfaatan *biofuel* sebagai pendorong tren akselerasi energi terbarukan.

REFERENSI

- Institute for Essential Services Reform. (2022). *Indonesia Energy Transition Outlook 2023: Tracking Progress of Energy Transition in Indonesia: Pursuing Energy Security in the Time of Transition*.
- Rahmanulloh, A., & Osinski, J. (2022). *Oilseeds and Products Update*.
- BPDPKS. (2022). *CPO Index*. Retrieved from Badan Pengelola Dana Perkebunan Sawit.
- Dharmawan, A. H., Nuva, Sudaryanti, D. A., Prameswari, A. A., Amalia, R., & Dermawan, A. (2018). *Pengembangan bioenergi di Indonesia Peluang dan tantangan kebijakan industri biodiesel*. Pusat Penelitian Kehutanan Internasional (CIFOR).
- Direktorat Bioenergi, Ditjen EBTKE, KESDM. (2016). *Pedoman Investasi Bioenergi di Indonesia*.
- Direktorat Bioenergi, Ditjen EBTKE, KESDM. (2021). *Kebijakan dan Implementasi Bahan Bakar Nabati (Biodiesel)*.
- Economist Intelligence. (2022). *Energy Outlook 2023: Surviving The Energy Crisis*.
- Humas EBTKE. (2022). *Penetapan Alokasi Biodiesel Tahun 2023 Sebesar 13,15 Juta Kiloliter*. Retrieved from Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/12/16/3377/penetapan.alokasi.biodiesel.tahun.2023.sebesar.1315.juta.kiloliter>

REFERENSI

- Humas EBTKE. (2022). *Presiden Jokowi Luncurkan Program Bioetanol Tebu Untuk Ketahanan Energi*. Retrieved from Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi: <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/11/05/3322/presiden.jokowi.luncurkan.program.bioetanol.tebu.untuk.ketahanan.energi?lang=id>
- International Energy Agency. (2022). *Renewable Energy Market Update Outlook for 2022 and 2023*.
- International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook 2022*.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2022). *Keputusan Direktur Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Nomor 195.K/EK.05/DJE/2022 tentang Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel sebagai Bahan Bakar Lain yang Dipasarkan di Dalam Negeri*.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2022). *Keputusan Menteri ESDM Nomor 205.K/EK.05/DJE/2022 tentang Penetapan Badan Usaha Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Badan Usaha Bahan Bakar Nabati (BBN) Jenis Biodiesel serta Alokasi Volume BBN Jenis Biodiesel untuk Pencampuran BBM Jenis Minyak Solar periode Jan*.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2022). *Surat Edaran Nomor 10.E/EK.05/DJE/2022 tentang Implementasi Penahapan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel sebagai Campuran Bahan Bakar Minyak Jenis Minyak Solar dalam Kerangka Pembiayaan oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (n.d.). *Keputusan Menteri ESDM No 208.K/EK.05/DJE/2022 tentang Perubahan atas Keputusan Menteri ESDM No 205.K/EK.05/DJE/2022 tentang Penetapan BU BBM dan BU BBN Jenis Biodiesel serta Alokasi Volume BBN Jenis Biodiesel untuk Pencampuran BBM Jenis Minyak Solar 2023*.
- Kementerian ESDM. (2022). *Perpres 112 Tahun 2022 Diteken, Era Pembangkit Listrik Rendah Emisi Dimulai*. Retrieved from Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia: <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/perpres-112-tahun-2022-diteken-era-pembangkit-listrik-rendah-emisi-dimulai>

REFERENSI

- Kementerian LHK. (2022). *Enhanced NDC: Komitmen Indonesia Untuk Makin Berkontribusi Dalam Menjaga Suhu Global*. Retrieved from Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia: https://www.menlhk.go.id/site/single_post/4983/enhanced-ndc-komitmen-indonesia-untuk-makin-berkontribusi-dalam-menjaga-suhu-global
- Kementerian Perindustrian. (2022). *Edisi VI - 2021 Tantangan dan Prospek Hilirisasi Sawit Nasional Analisis Pembangunan Industri*.
- Menteri ESDM Republik Indonesia. (2008). *Peraturan Menteri ESDM Nomor 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain*.
- Menteri ESDM Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015 tentang Perubahan Ketiga Peraturan Menteri ESDM Nomor 32 Tahun 2008 tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain*.
- Menteri ESDM Republik Indonesia. (2021). *Peraturan Menteri ESDM Nomor 24 Tahun 2021 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati Jenis Biodiesel dalam Kerangka Pembiayaan oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit*.
- OECD-FAO. (2022). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031*.
- Presiden Republik Indonesia. (2006). *Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional*.
- Presiden Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2015 tentang Perhimpunan dan Penggunaan dan Perkebunan Kelapa Sawit*.
- Presiden Republik Indonesia. (2018). *Peraturan Presiden Nomor 66 Tahun 2018 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Presiden Nomor 61 Tahun 2015 tentang Perhimpunan dan Penggunaan Dana Perkebunan Kelapa Sawit*.

REFERENSI

- Presiden Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024*.
- Presiden Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Presiden Nomor 44 Tahun 2020 tentang Sistem Sertifikasi Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Indonesia*.
- Rahmanulloh, A., & Osinski, J. (2023). *Indonesia to Implement Biodiesel B35 in February 2023*. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service.
- Rahmanulloh, A., & McDonald, G. (2019). *Indonesia Biofuels Annual Report 2019*. USDA Foreign Agricultural Service.
- Rahmanulloh, A., & Osinski, J. (2022). *Biofuels Annual*. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service.
- Traction Energy Asia. (2020). *Pemanfaatan dan Pengelolaan Biofuel (Biodiesel): Pembelajaran dan Praktik Baik dari Berbagai Negara*. Traction Energy Asia.
- United Nations Development Programme. (2023). *Three trends that will shape the energy sector in 2023*. Retrieved from United Nations Development Programme: <https://www.undp.org/energy/blog/three-trends-will-shape-energy-sector-2023#:~:text=The%20Economist's%20Energy%20Outlook%202023,and%20renewable%20energy%20investment%20will>
- United States Environmental Protection Agency. (2022). *Renewable Fuel Standard Program*. Retrieved from United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/overview-renewable-fuel-standard>

