

BULETIN

**PERTAMINA
ENERGY
INSTITUTE**

ISSN.3621-5014

EDISI 01

**JANUARI - MARET
2019**



**PENGEMBANGAN
POTENSI SUMBER DAYA
DOMESTIK**

PATRA

HOTELS & RESORTS



THE PATRA

PATRA

PATRA
COMFORT

Call Center

+62.813 1923 5563



BALI | SEMARANG | JAKARTA | BANDUNG | ANYER | PARAPAT

www.patra-jasa.com

 Patra Hotels & Resorts

 @patrahotelsandresorts

OUR TEAM

Advisory Board :

Suahasil Nazara
Heru Setiawan
Pahala N. Mansury
Muhammad Chatib Basri
Ari Kuncoro
Widhyawan Prawiraatmaja

Steering Committee :

Daniel S Purba
Ernie D. Ginting

Economist :

Jelita Irmawati
Dessy Andriani
Adhitya Nugraha

Data Analyst :

Arisman Wijaya

Publication Officer :

Ahmad Kharis Nova Al Huda

.....

BULETIN
PERTAMINA
ENERGY
INSTITUTE

ISSN.3621-5014

EDISI 01
JANUARI - MARET
2019



BULETIN PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

EDISI 01 - 2019
Januari - Maret 2019

.....

**PENGEMBANGAN
POTENSI SUMBER DAYA
DOMESTIK**

PRAKATA

Edisi Pertama bulletin Pertamina Energy Institute (PEI) di tahun 2019 memilih tema *Domestic Energy Resources*. Pemilihan tema dilatarbelakangi oleh kondisi Indonesia sebagai negara berkembang dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang signifikan, sehingga memerlukan daya dukung pasokan energi yang cukup untuk pelaksanaan pembangunan nasional. Tim PEI menilai Indonesia cukup kaya akan jenis sumber daya energi baru dan terbarukan yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik, mengurangi impor dan menjaga ketahanan energi nasional.

Indonesia dapat meningkatkan pemanfaatan energi ramah lingkungan melalui pengembangan potensi sumber daya domestik dengan dukungan teknologi dan kompetensi sumber daya manusia. Peraturan pemerintah No.79/2014 tentang Kebijakan Energi Nasional menetapkan pemanfaatan sumber energi baru terbarukan meningkat hingga 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050. Dengan realisasi pemanfaatan panas bumi, *hydro*, *bioenergy*, surya, dan angin yang ada saat ini merupakan wujud dari komitmen Indonesia dalam mengembangkan potensi sumber energi baru dan terbarukan yang dimiliki.

Dalam edisi pertama ini, kami menyajikan beberapa tulisan yang mengulas mengenai pengembangan dan pemanfaatan potensi sumber energi baru dan terbarukan Indonesia melalui penerapan inovasi teknologi untuk menciptakan energi alternatif yang efisien, ramah lingkungan, dan terjangkau bagi masyarakat untuk membantu memenuhi kebutuhan energi domestik.

Semoga seluruh pemikiran yang kami sajikan pada bulletin edisi pertama di tahun 2019 ini dapat menambah informasi, wawasan dan pengetahuan bagi para pembaca mengenai jenis dan keanekaragaman sumber daya energi Indonesia yang dapat digunakan untuk membantu mewujudkan ketahanan energi nasional.

Heru Setiawan

Direktur Perencanaan, Investasi dan Manajemen Risiko
PT Pertamina (Persero)

DAFTAR ISI

ANALISIS DAN REVIEW SEKTOR ENERGI

- 06 *Prologue*
- 09 **Implementasi *Solar and Wind Power***
Untuk Meningkatkan Kesiapan Transisi Energi
(Studi Kasus: Pulau Rottnest, Australia)
- 18 **Transformasi Struktur Sektor Energi Indonesia**
- 32 **Dinamika Pemenuhan Energi Indonesia**
- 42 ***Clean Energy Project***
Dari Batubara *Low-Rank* di Indonesia
- 52 **Pemanfaatan Energi *Bioethanol***
Sebagai Energi Alternatif Masa Depan
- 60 **Pemanfaatan Energi Surya Indonesia yang Berlimpah**
Dengan Menggunakan Teknologi Solar Panel oleh Masyarakat
- 76 **Alternatif Sumber Energi Nasional Abad Milenial**
Teknologi Proses Gasifikasi *Biomass to Biofuel*
Menggunakan *Solar Energy*
- 90 **Kajian Penggunaan *City Gas***
Sebagai Bahan Bakar untuk Domestic Fuel Cell,
Studi Kasus di Jepang
- 99 ***Hybrid Power Generation* dan *Internet of Energy***
Sebagai Salah Satu Alternatif Teknologi Dalam Pemanfaatan
Sumber Energi Indonesia
- 104 **Potensi dan Pengembangan Industri Nikel di Indonesia**
Untuk Mendukung Masa Depan Kendaraan Listrik Anak Bangsa

PROLOGUE

DANIEL S. PURBA

Senior Vice President Corporate Strategic Growth

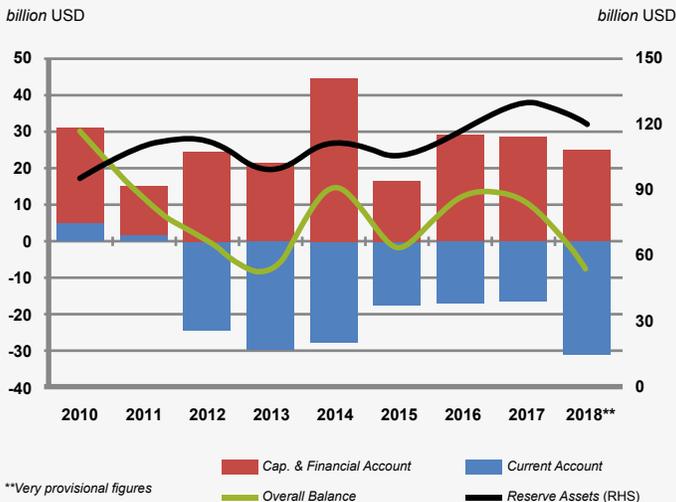
Ditinjau dari aspek ekonomi dan kesejahteraan, konsumsi energi Indonesia yang meningkat merupakan indikator yang baik. Meningkatnya konsumsi energi adalah refleksi dari membaiknya ukuran ekonomi baik dalam nilai PDB maupun struktur ekonomi. Konsumsi yang meningkat juga merupakan indikator bahwa akses energi di Indonesia semakin masif dan merata.

Meski positif dari perspektif ekonomi dan kesejahteraan, meningkatnya konsumsi energi Indonesia menyisakan permasalahan dalam pemenuhannya. Saat ini, kebutuhan minyak dan gas belum dapat sepenuhnya dipenuhi dari dalam negeri. Dalam beberapa waktu terakhir, porsi impor sekitar 50% - 60% dari total kebutuhan minyak dan gas di

dalam negeri tergantung perhitungan *material balance* atas kebutuhan serta produksi dalam negeri.

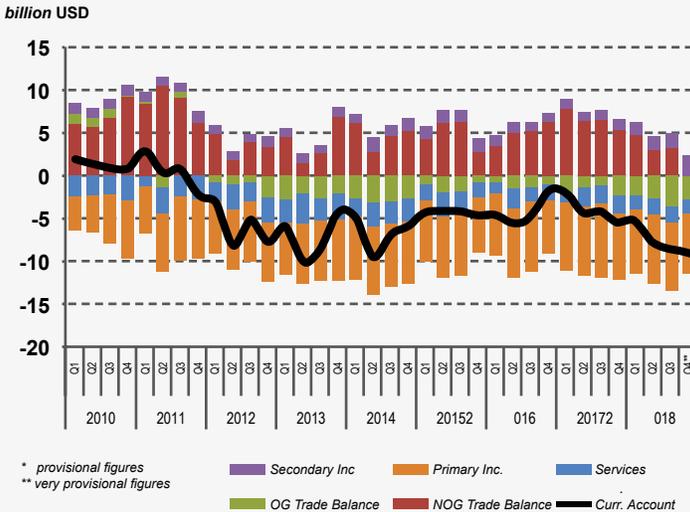
Dalam perkembangannya, ketergantungan terhadap impor tersebut memberikan konsekuensi yang serius bagi perekonomian Indonesia. Diantaranya telah menjadi penyebab terjadinya defisit *Balance Of Payment* (BOP) Indonesia dalam beberapa tahun terakhir. Pada tahun 2018, transaksi berjalan Indonesia defisit sebesar US \$ 31,1 miliar atau 2,98% dari PDB. Defisit tersebut diantaranya disebabkan oleh tingginya nilai impor minyak akibat kenaikan harga minyak dunia dan konsumsi minyak di dalam negeri.

Balance Of Payment Tahunan Indonesia



Sumber : Indonesia's Balance Of Payments Report Bank Of Indonesia Feb 2019

Current Account Indonesia



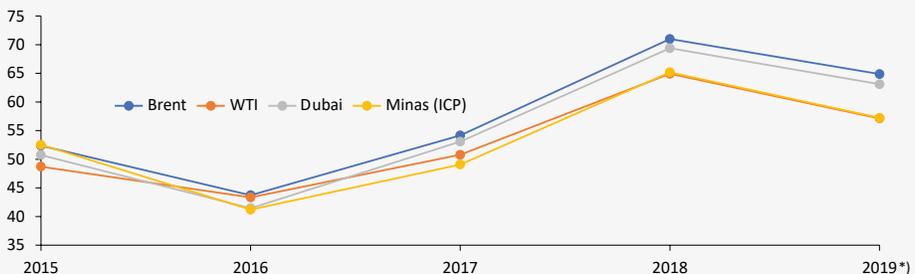
Sumber : Indonesia's Balance Of Payments Report Bank Of Indonesia Feb 2019

Berdasarkan catatan, *Current Account* Indonesia mulai defisit sejak 2011 dan berlanjut sampai dengan 2018. Kondisi tersebut terutama akibat menurunnya perdagangan nonmigas, meskipun di sisi yang lain defisit perdagangan migas menurun. Defisit neraca migas pada tahun 2018 tercatat menurun pada kuartal 4 akibat penurunan harga minyak.

Selama periode 2018 terdapat tren kenaikan harga minyak mentah namun kemudian turun signifikan pada kuartal 4. Beberapa isu global yang mempengaruhi pergerakan harga minyak dunia selama tahun 2018 adalah:

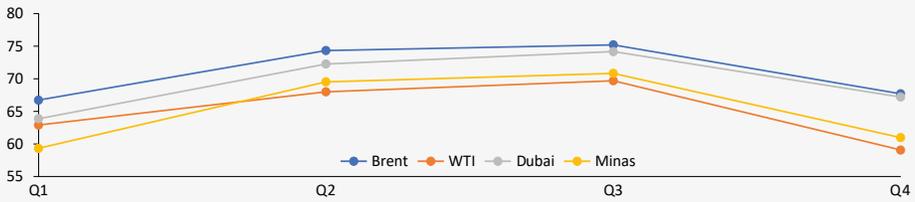
1. Pengenaan sanksi terhadap ekspor minyak Iran oleh Amerika Serikat. Hal ini menjadi salah satu faktor penyebab fluktuasi harga minyak mentah dunia karena Iran memasok sekitar 8 persen dari kebutuhan minyak global.
2. Krisis politik di Venezuela serta upaya menjaga stabilitas harga yang memicu penurunan produksi minyak mentah negara tersebut.
3. Pada kuartal 4 terdapat penurunan signifikan yang disebabkan : kelebihan suplai dari produsen besar seperti US, Rusia, dan Saudi Arabia; kenaikan suku bunga AS; serta penurunan pertumbuhan ekonomi dunia terutama dari Cina dan India.

Pergerakan Harga Minyak 2005 - 2018



Sumber : Wood Mackenzie Macro Oil Outlook 2019 *) Forecast

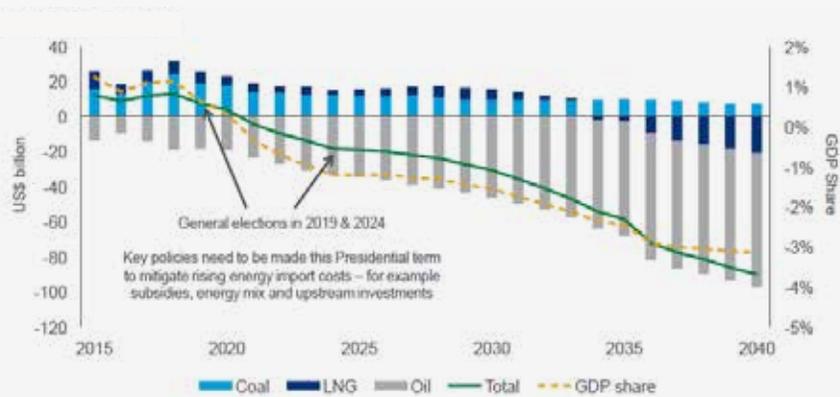
Pergerakan Harga Minyak Kwartal Tahun 2018



Sumber : Wood Mackenzie Macro Oil Outlook 2019

Neraca perdagangan minyak dan gas Indonesia menunjukkan kondisi defisit yang telah terjadi sejak awal tahun 2012 sampai dengan saat ini. Berdasarkan hasil riset Pertamina serta publikasi internasional diketahui terdapat kesamaan yaitu Indonesia telah mengalami ketergantungan terhadap minyak yang cukup tinggi serta potensi suplai dalam negeri yang menurun.

Energy Trade Balance Indonesia

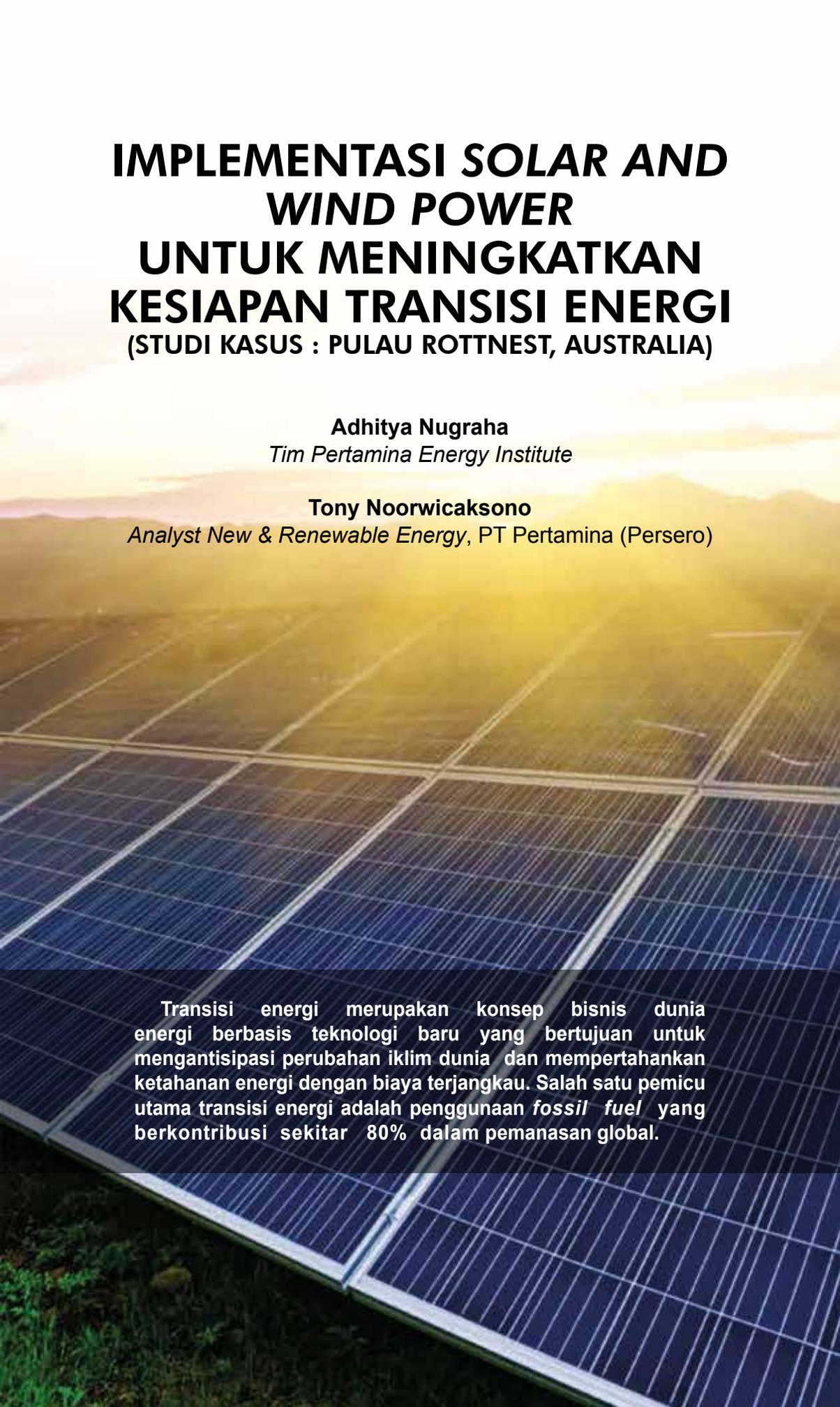


Sumber : Wood Mackenzie

Proyeksi woodmackenzie sampai dengan tahun 2040 menunjukkan ketergantungan terhadap terhadap minyak impor yang cukup besar.

Dari sisi bauran energi, sebagian besar kebutuhan energi Indonesia saat ini dipenuhi dari minyak. Sementara sebagian besar kebutuhan minyak tersebut harus dipenuhi dari impor. Kondisi yang ada mengkonstruksikan perekonomian Indonesia menjadi cukup bergantung terhadap harga minyak. Jika tidak segera ditemukan solusi, potensi defisit neraca perdagangan migas pada tahun-tahun mendatang kemungkinan masih terjadi dan berpotensi meningkat. Karena itu, diperlukan adanya upaya pengembangan energi baru dan terbarukan melalui berbagai akselerasi dan insentif yang diperlukan.

Bertolak dari permasalahan yang ada tersebut, kami (Tim PEI) memilih tema buletin Pertamina Energy Institute edisi #1–2019 adalah pemberdayaan energi dalam negeri. Pemilihan tema ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi – potensi pengembangan sumber energi domestik, terutama sumber energi baru dan terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap impor energi fosil. Kemandirian energi yang diantaranya dipenuhi dari optimalisasi pemanfaatan potensi energi baru dan terbarukan di dalam negeri diharapkan dapat meningkatkan ketahanan suplai dan memberikan dampak positif terhadap perekonomian nasional secara keseluruhan.



IMPLEMENTASI SOLAR AND WIND POWER UNTUK MENINGKATKAN KESIAPAN TRANSISI ENERGI (STUDI KASUS : PULAU ROTTNEST, AUSTRALIA)

Adhitya Nugraha
Tim Pertamina Energy Institute

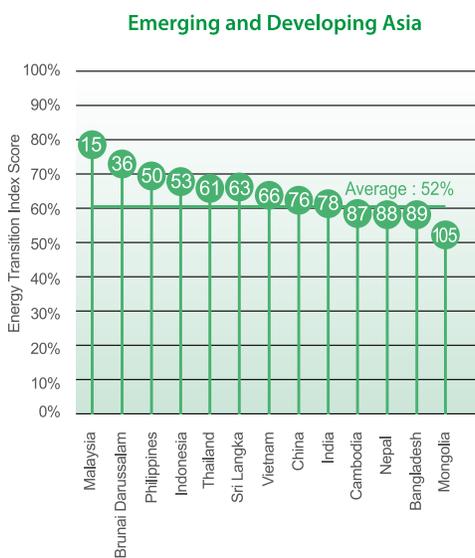
Tony Noorwicaksono
Analyst New & Renewable Energy, PT Pertamina (Persero)

Transisi energi merupakan konsep bisnis dunia energi berbasis teknologi baru yang bertujuan untuk mengantisipasi perubahan iklim dunia dan mempertahankan ketahanan energi dengan biaya terjangkau. Salah satu pemicu utama transisi energi adalah penggunaan *fossil fuel* yang berkontribusi sekitar 80% dalam pemanasan global.

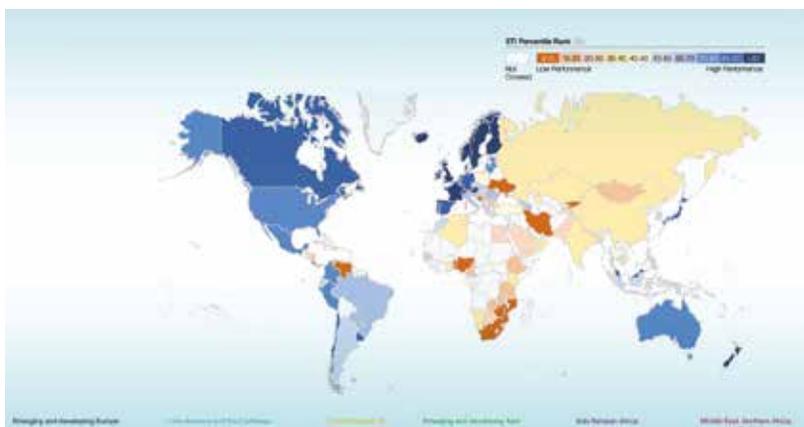
Dari aspek teknologi, terdapat dua faktor pendorong yang mendukung transisi ini yaitu *electric vehicle* dan *renewable energy*. Sampai saat ini, perkembangan teknologi *renewable energy* pada pembangkit listrik lebih cepat dibandingkan perkembangan *electric vehicle*. Berdasarkan publikasi *World Economic Forum (WEF) 2018, Energy Transition Index (ETI)* Indonesia menempati peringkat ke-53 di bawah Malaysia, Brunei Darussalam, dan Filipina. ETI merupakan perbandingan transisi energi antar negara yang dihitung berdasarkan *system performance*

dan *transition readiness*. Diantara indikator yang digunakan untuk mengukur *system performance* adalah pertumbuhan ekonomi dan kehandalan pasokan energi. Sementara *transition readiness* mengukur aspek regulasi, infrastruktur, inovasi bisnis, modal dan investasi. Selain digunakan sebagai acuan untuk meningkatkan kesiapan transisi energi, ETI juga dapat digunakan sebagai penentu kebijakan yang perlu diimplementasikan.

Berdasarkan *transition matrix*, Indonesia termasuk dalam kelompok negara yang potensial menuju transisi energi. Dari aspek *system performance*,



Gambar 1. Emerging and Developing Asia - Energy Transition Index (ETI) 2018
Sumber : World Economic Forum (2018)



Gambar 2. World Map - Energy Transition Index (ETI) 2018
Sumber : World Economic Forum (2018)

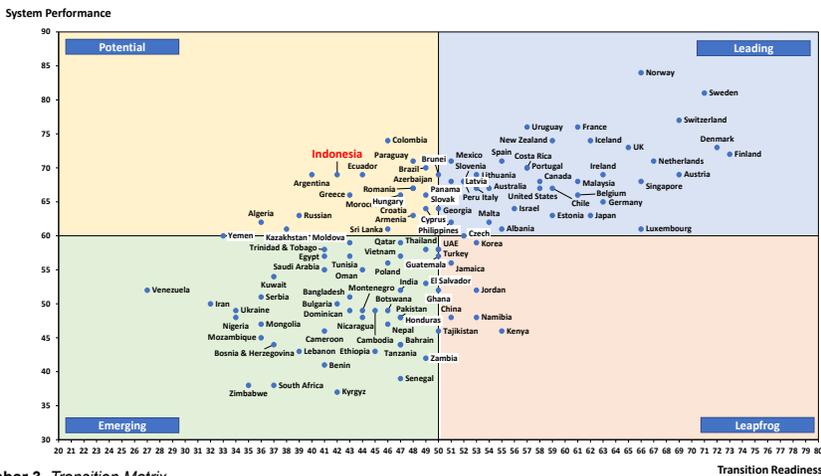
Indonesia sudah memiliki nilai di atas rata-rata diantaranya karena besarnya potensi keanekaragaman sumber daya energi baru dan terbarukan.

Tantangan negara-negara seperti Indonesia adalah terkait kesiapan transisi yang masih di bawah rata-rata. Untuk itu, kajian terhadap *success story* dari negara lain terutama *leading countries* perlu dilakukan sebagai referensi bagi Indonesia di dalam mengembangkan *solar PV* dan *wind energy*.

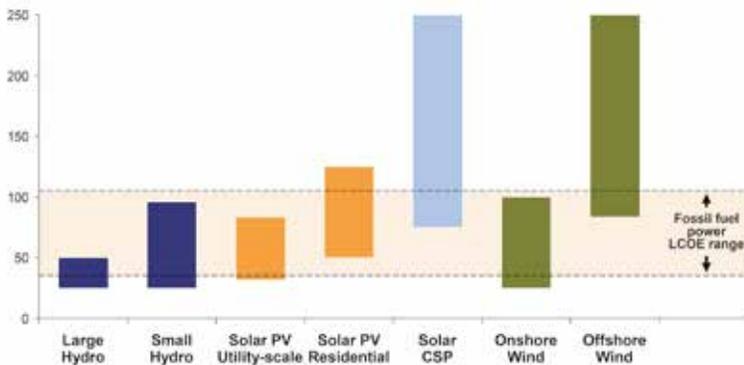
AT Kearney memproyeksikan investasi teknologi *solar* dan *wind energy* sepanjang tahun 2018 – 2050 mencapai 70% dari total investasi energi yang diperkirakan sekitar \$ 11.5 triliun. Laporan *Fact Global Energy* (FGE) menunjukkan

Levelized Cost of Electricity (LCOE) Solar PV tahun 2015 di atas US 20 cents/kWh, sementara tahun 2018 turun menjadi US 7 – 8 cents/kWh. Bahkan penelitian *Australian National University* di India menunjukkan harga *solar PV* dan *wind* mencapai US 3.7 cents/kWh. Proyeksi FGE juga menunjukkan LCEO *Solar PV* yang telah ditambahkan *battery* sebagai penyimpanan dapat berkompetisi dengan harga Gas/LNG pada level US\$ 8-10/mmBtu setelah tahun 2026. Bahkan jika hanya *Solar PV* saja, LCEO tahun 2018 telah dibawah harga gas/LNG pada level US\$ 8/mmBtu.

Proyeksi lain dari McKinsey menunjukkan biaya pengembangan *renewable energy* dapat lebih murah dibandingkan dengan batubara dan gas



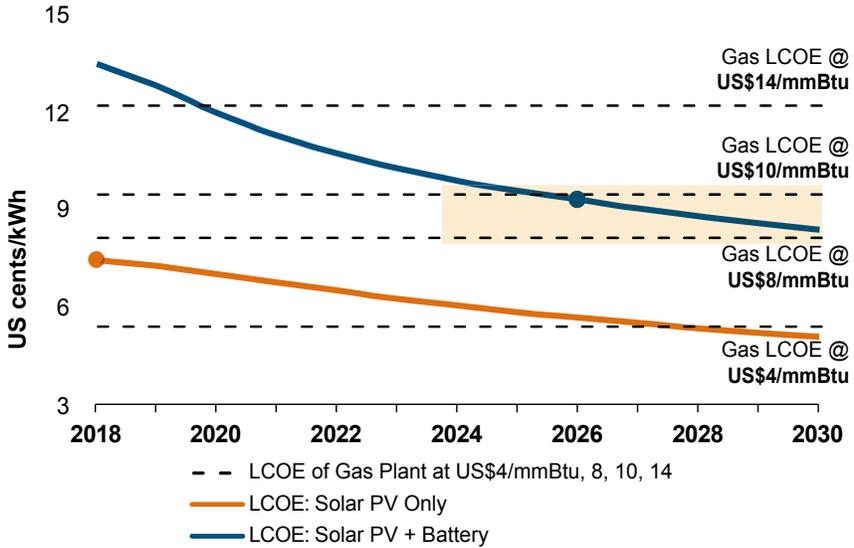
Gambar 3. Transition Matrix
Sumber: World Economic Forum (2018), diolah.



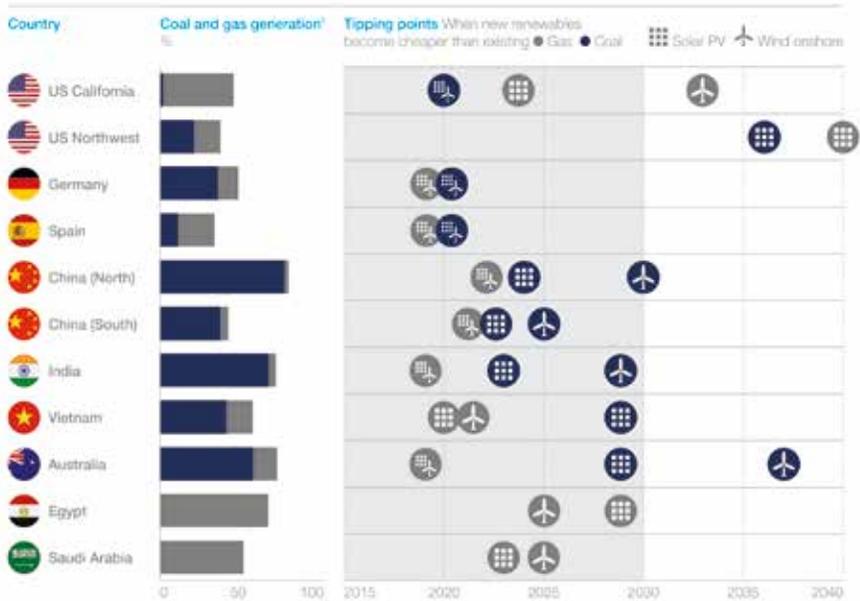
Gambar 4. LCOE Renewable Operating Facilities (€/MWh, 2017)
Sumber: AT Kearney (2018)

di beberapa negara sebelum tahun 2030. Hal ini akan mengakibatkan setengah kapasitas global akan dipenuhi oleh *wind* dan *solar* pada tahun 2035 dari China, India dan negara OECD sehingga dapat berpotensi menekan harga LNG untuk kebutuhan kelistrikan. Terdapat beberapa hal yang

menurunkan biaya *renewable energy*, antara lain kemajuan teknologi yang cepat serta regulasi dalam hal subsidi, *feed-in tariff*, *mandatory generation mix* dan *power auction*. Bahkan *marginal cost* dalam memproduksi listrik dari *solar* nyaris tidak ada karena matahari didapat dari alam serta biaya operasi



Gambar 5. Proyeksi LCOE Solar, Solar + Battery dan Gas Plant
Sumber: FGE Model (2019)



Gambar 6. Tipping Points
Sumber : McKinsey (2019)

dan pemeliharaan pun sangat kecil. Nilai *capex solar* terpasang pada tahun 2010 masih mencapai US\$ 3.2 juta / MW, sedangkan pada tahun 2018 menurun menjadi US\$ 0.9 juta / MW. Waktu konstruksi *solar plant* skala besar pun dapat diselesaikan dalam waktu kurang dari satu tahun, dibandingkan dengan waktu konstruksi *coal plant* yang dapat mencapai 3 - 4 tahun.

Investor pun dapat menerima *return renewable* yang lebih kecil karena risiko *solar* yang lebih rendah dan didukung oleh fluktuasi harga minyak, gas/LNG atau batubara. Hal ini berdasarkan survey yang dilakukan oleh *The Oxford Institute for Energy Studies* tahun 2018 yang menunjukkan bahwa investor dapat menerima *return* 10-12% untuk proyek *solar* dan *wind*, adapun proyek batubara minimal *return* pada level 40%.

Perkembangan Teknologi Solar PV dan Wind

Teknologi *solar PV* yang telah mature dan saat ini banyak digunakan adalah *crystalline silicon* dan *thin film silicon* dengan jumlah *share* 93% dan 7%. Terdapat dua jenis *panel crystalline silicon* yaitu: *poly crystalline* dan *mono*

crystalline. Mono crystalline dengan menggunakan teknologi *passivated emitter rear cell* (PERC) memiliki nilai efisiensi yang paling baik dari yang mencapai 22.4%. Namun, *panel poly crystalline* lebih mudah difabrikasi dari *mono crystalline* sehingga harga *poly crystalline* menjadi lebih murah. Sedangkan *thin film silicon* memiliki harga paling murah dari panel yang ada dengan efisiensi di bawah *crystalline silicon*.

Sedangkan *renewable* lain yaitu *wind turbine*, dimensinya tumbuh dengan cepat untuk memaksimalkan penangkapan energi angin sehingga mendapatkan biaya per unit kapasitas yang lebih rendah dari sebelumnya.

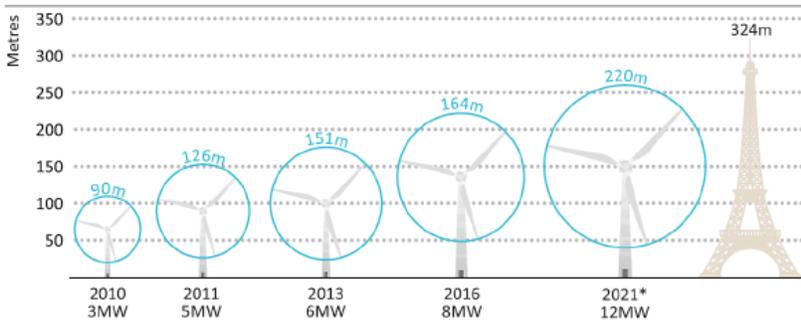
Tinggi total *offshore turbine* yang tersedia untuk skala komersial telah bertambah besar, mulai dari 90 meter di tahun 2010 (3 MW *turbine*) menjadi 164 meter di tahun 2016 (8 MW *turbine*) dengan konstribusi area tangkapan lebih besar 230%.

Untuk dimensi *onshore turbine* juga mengalami kenaikan namun ukurannya dibatasi oleh proses konstruksi seperti akses jalan dan ukuran *cranes* yang tersedia.

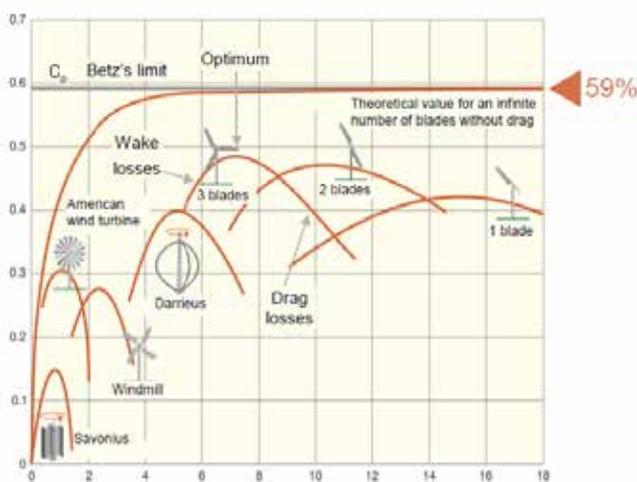
	Market share (2015)	Record cell efficiency	Record module efficiency	Typical commercial module efficiency ¹	Average module price ⁴	Lifespan	Critical material used	
Solar PV technologies	Crystalline silicon	93% ²	20.8% (multi-crystalline), 25.6% (mono crystalline)	18.5% - 22.4%	16%-21%	\$0.65 - \$1.6 /W	25-30 years ⁵	Silver Silicon
	Commercial thin-film	7%	21.0 % (CdTe), 20.5 % (CIGS)	12.2% - 18.2%	8%-16%	0.6 \$ /W	25 years	Rare elements (e.g. Tellurium, Gallium, Indium) & toxic elements (e.g. Cadmium)
	Emerging thin-film ³	<1%	20.1%		NA		Very short	No
	Other high-efficiency	<1%	46.0% (high concentration multi-junction solar cells)	24.1% - 36.7% ⁶	>30% ⁶		NA	Rare elements: Gallium

Sumber : *Solar Photovoltaic Fact Book(2017)* dan *Renewable Energy Short Course Handbook (2019)*

Gambar 7. Perbandingan Teknologi Solar PV



Gambar 8 . Perkembangan Dimensi Wind Turbin
 Sumber : *Wind Power Fact (2019)* dan *Renewable Short Course Handbook (2019)*



Gambar 9 . Power Extraction dari Wind Turbines
 Sumber : *Solar Photovoltaic Fact Book (2017)*

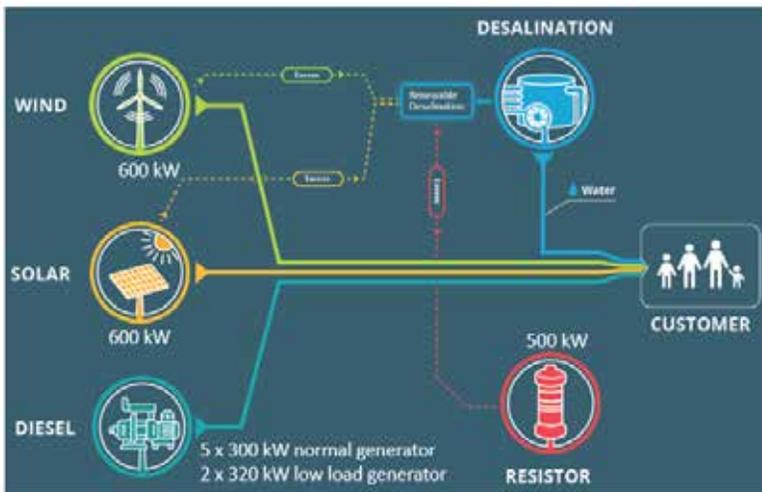
Wind turbine secara teoritis dapat menangkap maksimal 59% energi kinetik yang dihasilkan oleh angin sesuai hukum Betz. Secara umum *horizontal axis wind turbine* lebih efisien dibandingkan dengan *vertical axis wind turbine*, *darrieus* dan *saviour rotor*. Selain itu *vertical axis* lebih sulit komersialisasikan karena permasalahan *aerodynamical forces* dan *balance*. Adapun desain untuk *three blades horizontal axis* merupakan yang paling *reliable* dan stabil dalam menghasilkan *power output*.

Studi Kasus: Pulau Rottneest, Australia

Pulau Rottneest secara mandiri menyediakan listrik dan air minum untuk lebih dari 500 ribu pengunjung dengan beban listrik 5 GWh dan *peak load* 1.2 MW setiap tahunnya. Pengembangan pada pulau ini dalam hal sistem

kelistrikan *hybrid* melalui penetrasi *renewable energy* yang bertujuan untuk menghubungkan permasalahan antara

Salah satu manajemen operasi yang dilakukan adalah *water desalination plant* sebagai media penyimpanan energi sehingga tidak menggunakan *flywheel* dan baterai. Proyek ini berhasil meningkatkan peran *renewable energy* tahunan dari 30% menjadi 45% dan penetrasi *renewable energy* hingga 95%. Pada aspek operasional, dilakukan pemasangan tambahan *solar photovoltaic* 600 kW DC, 500kW *dynamic resistor*, jalur distribusi, *demand side management (DSM)* *desalination plant*, dan integrasi dengan pembangkit *existing* yaitu 600 kW *wind turbine* dan *low load diesel generator*. Semua elemen

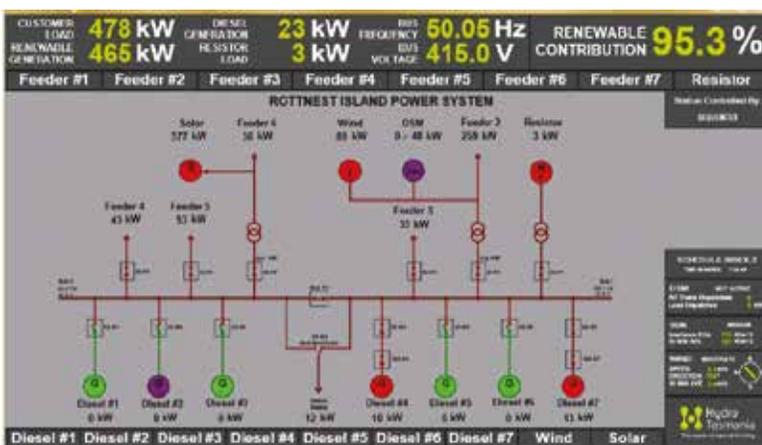


Gambar 10. Skema Manajemen Penyediaan Listrik dan Desalinasi Air di Rottnesst, Australia
 Sumber : World Renewable Energy Congress (2018)

tersebut terintegrasi melalui *advanced automated hybrid power system controller*.

Secara garis besar, penyediaan listrik dipenuhi dari tiga jenis pembangkit yaitu *diesel generator*, *solar PV* dan *wind turbine*. *Low load generator* selalu beroperasi menyesuaikan listrik yang dihasilkan oleh *solar PV* dan *wind turbine*. Apabila terdapat kelebihan listrik maka dapat digunakan untuk proses *desalinasi* atau dibuang melalui *dynamic resistor*. Penggunaan *dynamic resistor* dapat meningkatkan *system*

security kelistrikan yang didukung oleh *low load diesel generator* pada operasi 5% dari beban minimum dibandingkan dengan 30% *standard high speed diesel generator*. Hal ini terjadi karena *dynamic resistor* menyerap peningkatan listrik cepat yang dihasilkan oleh pembangkit *renewable* yang dapat mengakibatkan kegagalan *diesel generator* akibat *reserve power*. Sebaliknya, jika *solar PV* dan *wind turbine* tidak menghasilkan listrik yang cukup untuk memenuhi beban maka *diesel generator* segera mengenerate listrik lebih sesuai beban yang ada.



Gambar 11. Web Based Remote Operator View Screens
 Sumber : World Renewable Energy Congress (2018)

Kesimpulan

Transisi energi merupakan hal yang tidak dapat dihindari, bahkan perkembangannya dapat terjadi lebih awal dari hasil proyeksi. Karena itu diperlukan langkah-langkah konkret agar setiap perusahaan, khususnya perusahaan energi dapat merencanakan strategi dan implementasi salah satunya *renewable energy*. Pertamina dapat memulai dan melanjutkan pengembangan kapasitas *renewable energy* di lingkungan aset internal terlebih dahulu. Beberapa contoh aset internal Pertamina yang dapat menggunakan *renewable energy* adalah kilang/*refinery* unit, LNG plant, dan seluruh perkantoran milik Pertamina. Kemudian bekerjasama dengan institusi lainnya untuk mengembangkan *renewable energy* secara lebih luas. Pengembangan *renewable* lain yang dapat dilakukan dengan membangun *solar farm* sehingga meningkatkan kapasitas *solar* di area yang masih luas. Adapun di perkotaan seperti Jakarta, dapat dibangun *rooftop solar*.

Studi kasus dari Pulau Rottneest menegaskan bahwa pengembangan

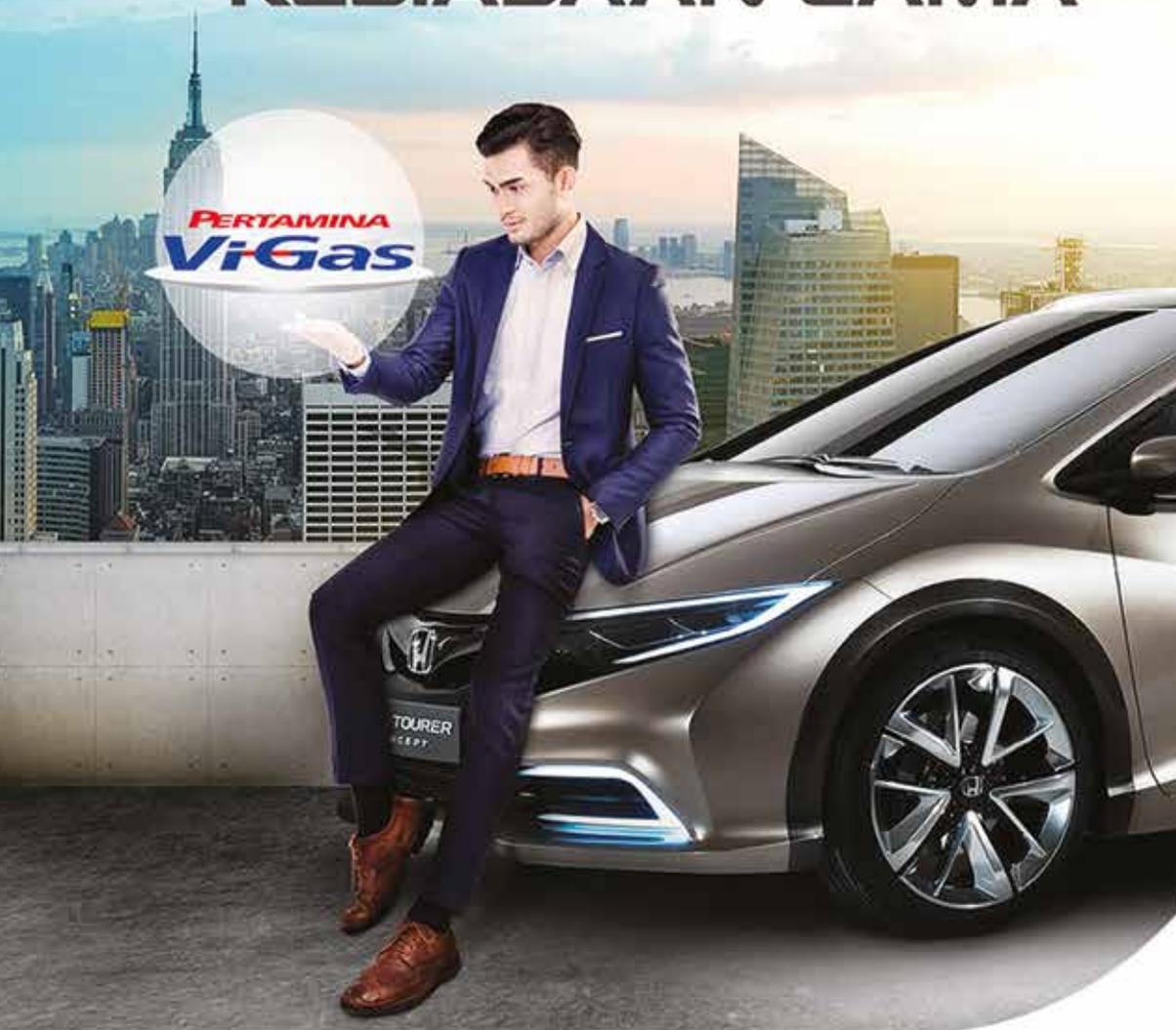
renewable energy memungkinkan untuk dilakukan di daerah yang jauh dari jaringan listrik secara *off grid* dengan melakukan *hybrid renewable energy* pada *diesel generator* sehingga dapat menghemat biaya pembangunan listrik. Selain itu, untuk daerah atau pulau yang merupakan tujuan wisata dapat juga dipromosikan sebagai daerah *ecotourism* yang menjadi tambahan daya tarik pengunjung. Indonesia pun memiliki pulau-pulau yang belum terhubung dengan jaringan listrik sehingga pengembangan *renewable energy* berpeluang untuk dikembangkan seperti pulau Seribu, pulau Lombok, pulau-pulau di daerah Nusa Tenggara dan Maluku. Berdasarkan rerata harga PLTS PPA (*Power Purchase Agreement*) tahun 2017 mencapai 10-10.4 cUSD/kWh. Adapun harga 85% BPP PLN sesuai Permen ESDM No, 50/2017 untuk pulau Lombok 11.63 cUSD/kWh, pulau NTT 14.89 cUSD/kWh dan pulau Maluku 14.72 cUSD/kWh. Dengan demikian potensi harga pada pulau-pulau tersebut masih diatas rerata harga aktual 2017 sehingga sangat memungkinkan untuk dikembangkan.

Referensi

- AT Kearney. Energy Transition – Trends and Opportunities, October 2018.
- AT Kearney Energy Transition Institute. Solar Photovoltaic Fact Book, September 2017.
- AT Kearney Energy Transition Institute. Wind Power Fact Book, 2019.
- Fact Global Energy. Renewables and LNG-Will the Sun Cast a Shadow over the Future of LNG?, February 2019.
- Lucas Thomson, Ray Massie, Simon Gamble. World Renewable Energy Congress. Rottneest Island Water Renewable Energy Nexus Project: Practical integration challenges for hybrid renewable energy power systems. Hybrid Energy Solutions, Hydro Tasmania.
- McKinsey, Energy Insight. Global Energy Perspective: Accelerated Transition, November 2018.
- McKinsey, Energy Insight. Global Energy Perspective 2019: Reference Case, January 2019.
- Nayar, Chem. Labtek, Regen Power and Access Indonesia Australia. Renewable Energy Short Course Handbook, February 2019.
- Paul Burke, Australian National University. Overcoming barriers to solar and wind energy adoption in Indonesia: Learnings from India. January 2019.
- World Economic Forum. Fostering Effective Energy Transition, A Fact-Based Framework to Support Decision-Making, March 2018.
- Wood Mackenzie. Thinking Global Energy Transitions: The What, If, How and When, October 2018.

PERTAMINA
Vi-Gas

SAATNYA BERALIH DARI KEBIASAAN LAMA



Pertamina Vi-Gas adalah merek dagang PT Pertamina untuk bahan bakar LGV (Liquefied Gas for Vehicle) yang diformulasikan untuk kendaraan bermotor.

Vi-Gas terdiri dari campuran Propane (C3) dan Butane (C4) dengan keunggulan lebih ekonomis, menghasilkan pembakaran mesin yang optimal, memiliki Octane Number >98, serta bebas sulphur dan timbal sehingga lebih ramah lingkungan.

Dengan menggunakan Vi-Gas Anda pun turut berkontribusi menjadikan lingkungan Indonesia yang lebih bersih.



PERTAMINA
Vi-Gas

www.pertamina.com

PERTAMINA
Semangat Terbarukan

TRANSFORMASI STRUKTUR SEKTOR ENERGI INDONESIA

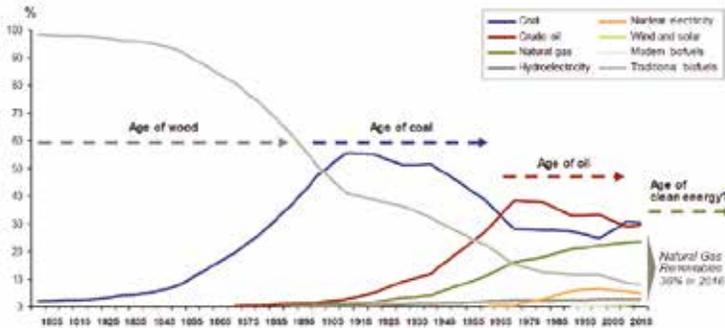
JELITA IRMAWATI
TIM PERTAMINA ENERGY INSTITUTE





Transformasi struktur sektor energi dunia sebenarnya telah berlangsung selama 2 abad. Sejak 1805-1900an sumber energi utama bergantung pada kayu. Kemudian pada periode revolusi industri sekitar awal tahun 1900 – 1965 terjadi pergeseran menjadi batu bara dan sejak 1965 sampai dengan saat ini bergantung pada minyak. Pemicu transformasi pada masing – masing periode transisi tersebut berbeda di dalam hal motivasi, tujuan serta tata kelola.

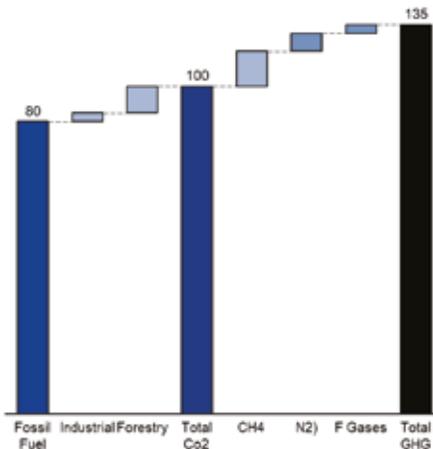
Pada kondisi saat ini, transisi dari energi fosil menjadi energi baru terbarukan merupakan bagian dari upaya menyelesaikan permasalahan pemanasan global.



Sumber : Data from Vaclav Smil(2017)

Untuk menjaga target kenaikan pemanasan global di bawah 1,5°C sampai dengan tahun 2100, toleransi laju emisi karbon yang diperbolehkan maksimal 420GtCO₂ per tahun. Hasil evaluasi IEA (*International Energy Agency*) dan IRENA (*International Renewable Energy Agency*) pada tahun 2017 menunjukkan bahwa emisi karbon sebesar 880GtCO₂ akan menaikkan suhu 2°C. Sementara kontribusi sektor energi terhadap emisi karbon adalah sekitar 790GtCO₂ atau 80% dari total emisi. Jika laju emisi tersebut konstan, maka pada tahun 2030 – 2050 kenaikannya mencapai 5°C, jauh melebihi target waktu dan kenaikan suhu yang disepakati.

GHG Emissions in 2010 (GtCO₂eq)

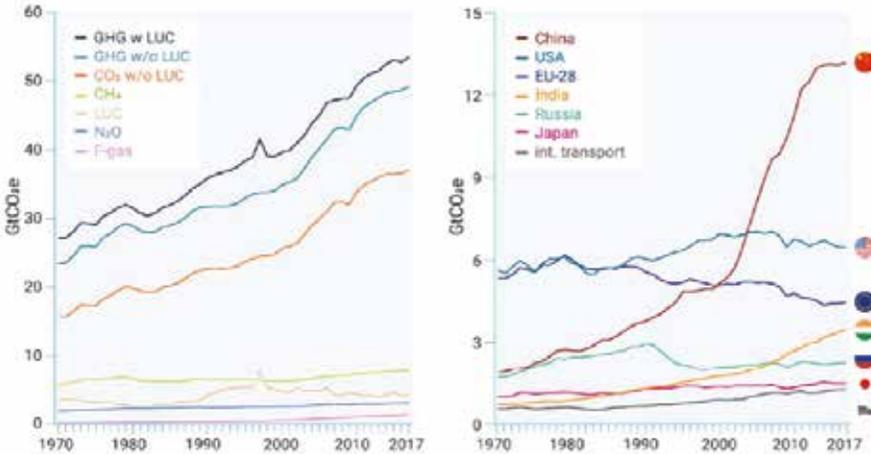


Sumber : IPCC (2015) "AR5", IPCC (2018) "Special Report 5°C"; BP (2015) "Statistical review";

Data BP *statistical review 2015* menunjukkan sekitar 80% emisi *Green House Gas* (GHG) merupakan kontribusi dari penggunaan bahan bakar fosil. Kondisi tersebut menegaskan bahwa pengurangan penggunaan bahan bakar fosil penting untuk mencapai target kenaikan suhu di bawah 1.5°C sampai dengan tahun 2100.

Terkait kebutuhan energi dunia yang terus bertumbuh maka diperlukan komitmen internasional yang kuat untuk transisi energi, berpindah dari ketergantungan terhadap bahan bakar fosil menjadi energi baru terbarukan.

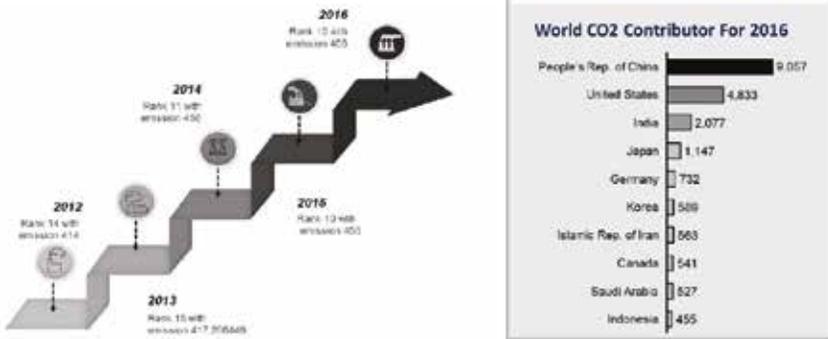
Realisasi Emisi CO₂ Tahun 2017



Sumber: *Emissions Gap Report 2018*;
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/12/UNEP-1.pdf>

Berdasarkan *Emissions Gap Report 2018*, kondisi emisi CO₂ tahun 2017 tidak jauh berbeda dengan periode sebelumnya yang mana 80% emisi dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil.

Negara yang dinilai oleh UN masih berkomitmen mencapai kesepakatan Cancun 2020 adalah Brasil, China, Japan. Sementara Indonesia dan Meksiko termasuk ke dalam negara yang dinilai masih belum menentukan posisi atas kesepakatan tersebut.



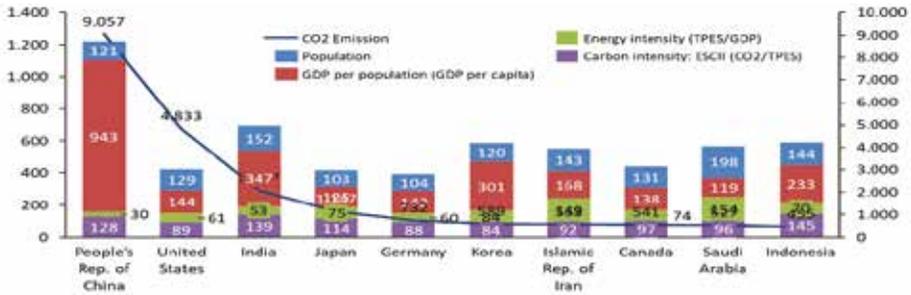
Berdasarkan publikasi data emisi IEA, diinformasikan sejak 2012 Indonesia termasuk dalam 15 negara yang berkontribusi terbesar dalam memproduksi emisi CO₂. Pada tahun 2013, Indonesia menduduki peringkat 15 terbesar sebagai kontributor emisi CO₂. Kondisi tersebut memburuk pada tahun 2015, menjadi peringkat 10 menggeser negara lain seperti South Africa, Oceania, United Kingdom, Mexico, dan Brazil.

Sumber : IEA - CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2018

Realisasi emisi CO₂ Indonesia selama Januari – Maret 2019 berkisar antara 413 – 414 ppm

Sumber : <https://www.co2.earth/daily-co2>

Top 10 Negara Penghasil Emisi CO₂ Tahun 2016



Sumber : IEA - CO₂ Emissions from Fuel Combustion 2018

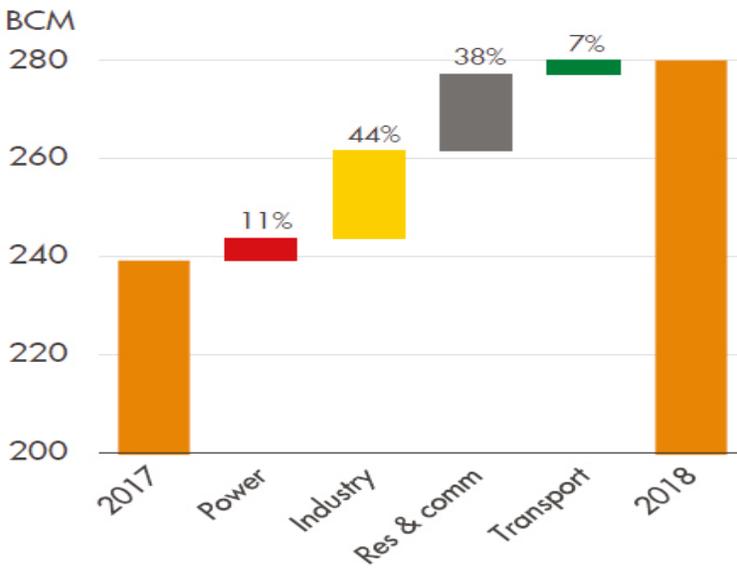
Berdasarkan riset IEA diketahui faktor – faktor yang mempengaruhi emisi CO₂ di masing – masing negara hampir sama yaitu populasi, GDP, *Energy Intensity* serta *Carbon Intensity* dengan besaran yang berbeda.

Emisi CO₂ Indonesia tercatat cukup besar yang diantaranya karena basis energi primer yang digunakan mengandung karbon yang cukup tinggi seperti batu bara dan minyak.

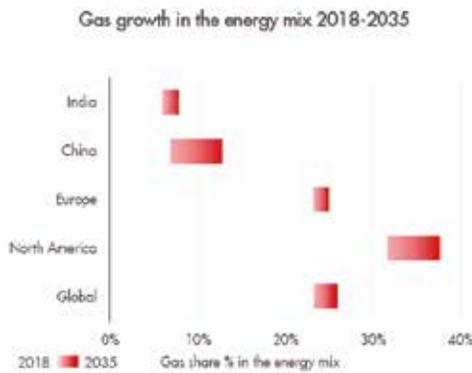
Emisi CO₂ Cina berkontribusi paling tinggi (9.057) yang disebabkan oleh dominasi penggunaan bahan bakar fosil dan lambatnya pengalihan ke teknologi energi pada bauran energi primer mereka.

Namun demikian, pada tahun 2018 terlihat ada upaya dari Cina mengkonversi penggunaan Batubara ke Gas terutama untuk konsumsi rumah tangga, komersial, dan industri.

China gas demand growth by sector



Sumber : IHS Markit Q4 2018 data



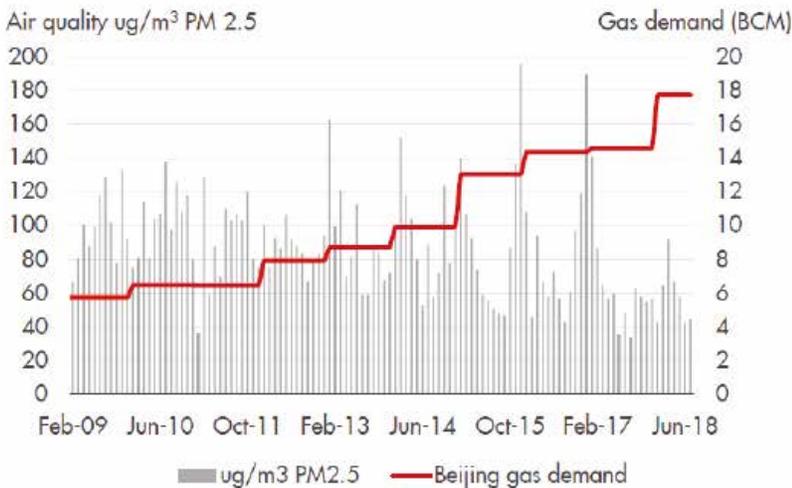
Sumber : Wood Mackenzie Q4 2018 data



Sumber : IHS Markit and ICE Q4 2018 data and announced public policy

Kebijakan konversi penggunaan batu bara ke gas yang dilakukan Cina berpengaruh terhadap perbaikan kualitas udara mereka terutama di Beijing. Kenaikan volume energi yang terkonversi dari batubara ke gas meningkatkan perbaikan kualitas udara dari titik tertinggi 2017 sebesar ± 200 ug/M³ PM 2.5 turun menjadi ± 40 ug/M³ PM 2.5 pada Juni 2018.

Air quality improvements in Beijing



Sumber : Beijing Gas Group and US Embassy Beijing (US State Department) 2018 data

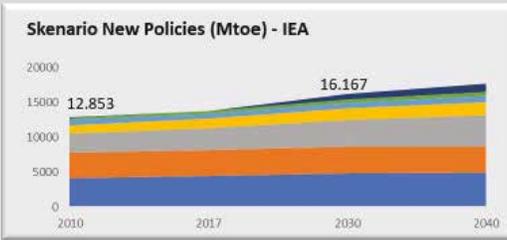
Berdasarkan studi kasus di Cina tersebut, diketahui bahwa emisi karbon sangat dipengaruhi oleh pemilihan basis energi primer yang digunakan. Oleh sebab itu diperlukan proyeksi kebutuhan bauran energi yang tepat untuk memastikan penurunan emisi karbon.

Berdasarkan hasil penelitian International Energy Agency (IEA) terdapat beberapa skenario dalam menentukan kebutuhan energi dunia dengan 2 skenario yang memiliki probabilitas terbesar yaitu :

1. Skenario *New Policies* – basis skenario mengacu pada kebijakan dan langkah-langkah yang telah dilakukan oleh pemerintah di seluruh dunia serta dampak dari kebijakan yang diumumkan.
2. Skenario *Sustainable Development* – basis skenario mengacu pada pendekatan terintegrasi untuk mencapai tujuan internasional perbaikan perubahan iklim, kualitas udara, dan kemudahan akses penggunaan energi modern.

Selain organisasi seperti IEA serta *Energy Information Administration* (US), perusahaan energi besar lain juga melakukan pengembangan skenario dalam menentukan kebutuhan energi dunia seperti British Petroleum. Skenario *New Policies* paling moderat dibandingkan dengan beberapa lainnya.





Keterangan:

- Renewables
- Bio Energy
- Coal
- Hydro
- Natural Gas
- Oil
- Nuclear

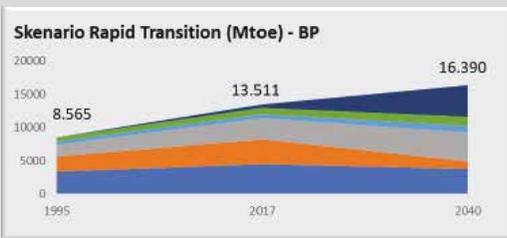
Pada **skenario New Policies** terdapat kenaikan konsumsi energi 1,36% per tahun pada periode 2017 – 2030 sementara setelah 2030 kenaikan hanya 0,96% yang dipicu dari teknologi efisiensi energi. *Energy Mix 2030* didominasi oleh *Oil* 27,63% yang diikuti *Coal* 21,5%, *Natural Gas* 25,04%, *Bio energy* 10,45%, *Nuclear* 5,48%, *Hydro* 3% dan *Renewables* 6,9%



Keterangan:

- Renewables
- Bio Energy
- Coal
- Hydro
- Natural Gas
- Oil
- Nuclear

Pada **skenario Evolving Transition** kenaikan konsumsi energi 1,4% per tahun periode 2017 – 2040. *Energy Mix 2040* terdiri dari *Oil* 27%, *Coal* 20%, *Gas* 26%, *Nuclear* 4%, *Hydro* 7%, dan *Renewables* 15%. Proporsi *renewables* lebih besar dibanding skenario sebelumnya karena termasuk *bio energy*.



Keterangan:

- Renewables
- Bio Energy
- Coal
- Hydro
- Natural Gas
- Oil
- Nuclear

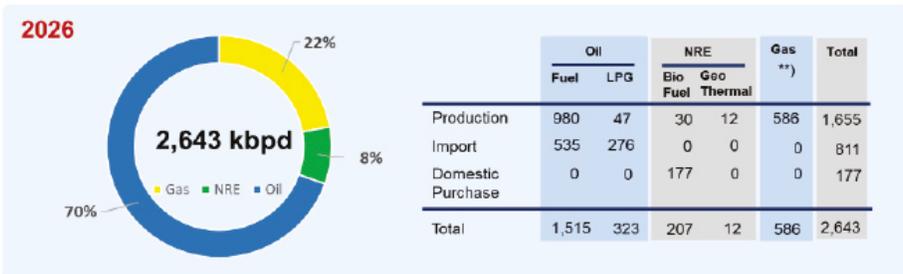
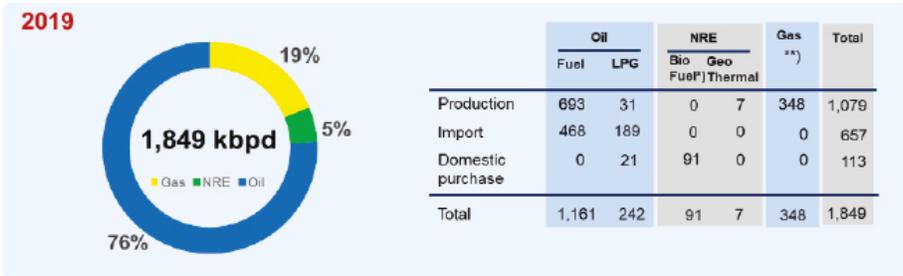
Pada **skenario Rapid Transition** kenaikan konsumsi energi 0,9% per tahun periode 2017 – 2040. *Energy Mix 2040* terdiri dari *Oil* 23%, *Coal* 7%, *Gas* 26%, *Nuclear* 6%, *Hydro* 9%, dan *Renewables* 29%. Proporsi *renewables* lebih besar dibanding skenario sebelumnya karena termasuk *bio energy*. Skenario ini sangat optimis akan adanya konversi pemakaian *coal* ke *renewables* akibat kemajuan teknologi.

Sumber : BP Energy Outlook 2019 edition; International Energy Agency world Energy Outlook 2018

Skenario *New Policies* paling moderat dibandingkan skenario lainnya. Berdasarkan skenario tersebut diketahui kebutuhan energi dunia semakin bertambah diantaranya akibat kenaikan GDP sehingga menambah konsumsi energi per kapita. Kenaikan terbesar GDP terjadi di China dan India yang berbanding lurus dengan kenaikan konsumsi energi. Kenaikan kebutuhan energi global membutuhkan upaya internasional untuk menurunkan emisi karbon yang merupakan konsekuensi dari tingkat konsumsi energi tersebut.

Sama seperti kenaikan kebutuhan energi dunia, kebutuhan energi Indonesia juga diproyeksikan meningkat sekitar 6% per tahun (tanpa batubara).

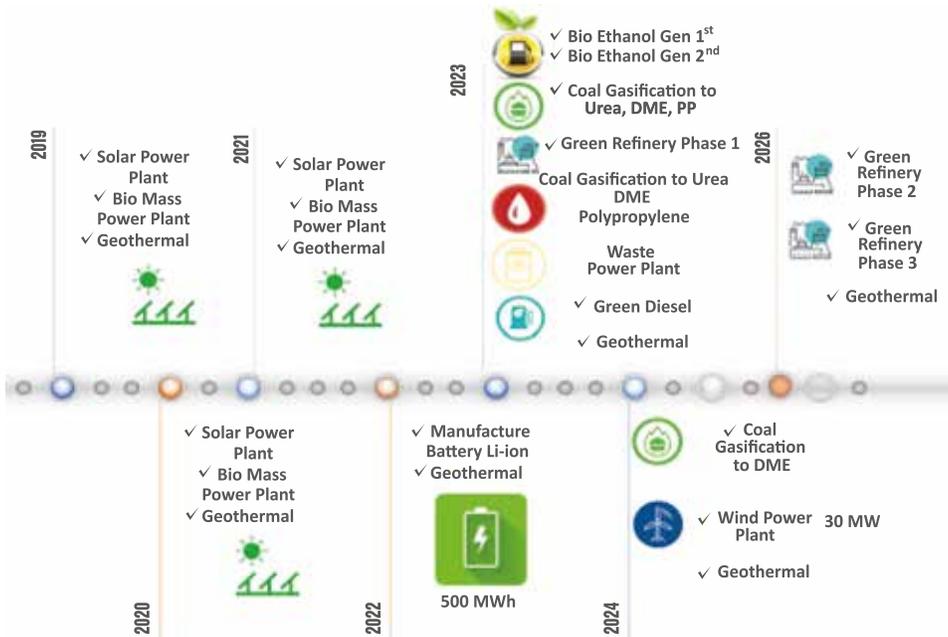
Pada tahun 2026, total kebutuhan energi Indonesia diproyeksikan sekitar 2,643 kbpd yang terdistribusi atas *oil* 70%, gas 22% dan 8% sisanya NRE (*New Renewables*).



Sumber : Pertamina Energy Institute Analysis
 *) Supply Biofuel base on Kepmen K/10/MEM/2018
 **) exclude export for Gas
 ***) no inventory changes

Untuk mewujudkan skenario kontribusi NRE 8% terhadap bauran energi Indonesia pada tahun 2026 serta menurunkan kontribusi emisi CO₂, maka Pertamina menyiapkan beberapa rencana yaitu :

- Peningkatan kapasitas pembangkit *Geothermal* serta penambahan 5 wilayah Kerja baru
- Pembangunan pembangkit , pembangunan pembangkit Bio Masa serta peningkatan kapasitas pembangkit - pembangkit tersebut
- Pengembangan manufaktur *battery Li-Ion*,
- Pengembangan *Bio Ethanol* Generasi 1 dan 2
- *Coal gasification to UREA, DME, Polypropilene*
- *Waste Power Plant*
- *Green Diesel*
- *Coal gasification to DME*
- *Wind Power Plant*
- *Green Refinery Phase 1*
- *Green Refinery Phase 2*



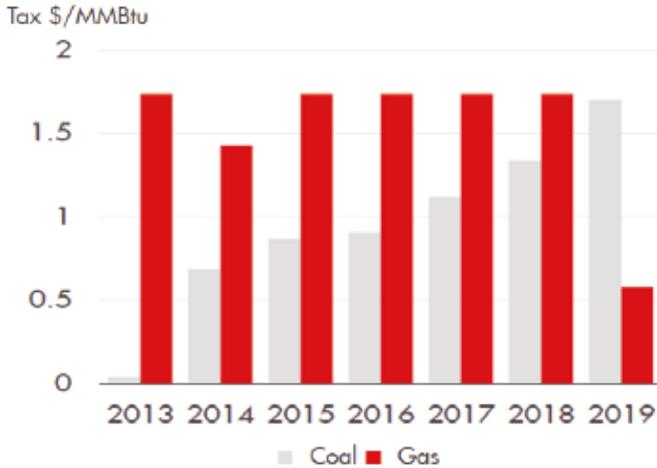
Sumber : Analisis Pertamina

Selain untuk memberikan sumber energi yang lebih bersih dengan emisi karbon lebih rendah, pengembangan NRE juga dapat menjadi jawaban atas kondisi *Current Account Deficit* Indonesia. Energi berbasis NRE dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor karena bahan baku utama berasal dari dalam negeri.

Kebutuhan energi dunia diproyeksikan meningkat sekitar $\pm 0,9\%$ - $1,4\%$ per tahun. Selaras dengan pertumbuhan dunia tersebut, kebutuhan energi Indonesia juga diproyeksikan tumbuh $\pm 6\%$ per tahun sampai dengan tahun 2026. Saat ini, bauran energi

yang digunakan memenuhi kebutuhan dunia sebagian besar dipenuhi dari bahan bakar fosil yang menyebabkan efek *Green House Gas* (HGH) sehingga mendorongnya kebutuhan transisi ke bahan bakar dengan emisi karbon yang lebih rendah. Proyeksi kebutuhan *new renewables* Indonesia pada tahun 2026 sebesar 8% atau ekuivalen dengan 319 kbpd. Untuk menjawab kebutuhan tersebut, Pertamina menyiapkan beberapa rencana proyek seperti pengembangan *geothermal*, pembangkit listrik tenaga *solar*, angin, limbah dan *biomass*, *battery*, *bioethanol*, *coal gasification* serta *green refinery*.

Pajak Karbon Di Korea Selatan

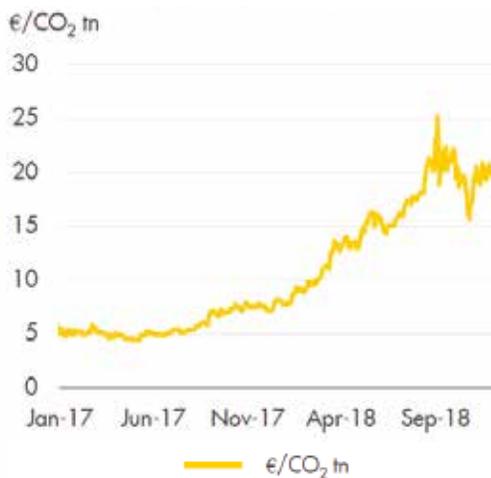


Sumber : IHS Markit and ICE Q4 2018 data and announced public policy

Untuk memastikan sejumlah rencana tersebut dapat berjalan dengan baik, memerlukan dukungan pemerintah dalam bentuk insentif dan regulasi sehingga dapat mengakselerasi perkembangan sektor energi khususnya *New Renewables*. Sebagai contoh bentuk kebijakan yang telah diterapkan negara lain untuk mendukung bauran energi yang lebih bersih adalah penerapan pajak karbon untuk penggunaan batu bara di Korea Selatan, target persentase penggunaan gas di Cina, dan pengenaan

biaya karbon di Eropa. Bentuk insentif dan regulasi diharapkan merupakan hasil evaluasi komprehensif dengan beberapa pertimbangan *primary energy* yang dipilih, sumber energi dari dalam atau luar negeri, serta dampak proses konsumsi energi terhadap lingkungan. Pertimbangan tersebut diharapkan dapat memberikan insentif bagi sektor energi dalam mengembangkan sumber energi mandiri (ketergantungan impor rendah) dan ramah lingkungan.

Biaya Karbon di Eropa



Sumber : IHS Markit and ICE Q4 2018 data and announced public policy

Referensi

Tim Pertamina, Rencana Jangka Panjang Pertamina, Maret 2019

Pertamina Institute, Energy Mix 2026, Januari 2019

BP Statistic, BP Energy Outlook 2019 edition,

International Energy Agency world Energy Outlook 2018

Beijing Gas Group and US Embassy Beijing (US State Department) 2018 data

IHS Markit and ICE Q4 2018 data and announced public policy

Wood Mackenzie Q4 2018 data

IHS Markit Q4 2018 data

IEA - CO2 Emissions from Fuel Combustion 2018

IPCC (2015) "AR5", IPCC (2018) "Special Report 5°C"; BP (2015) "Statistical review";

Emissions Gap Report 2018

Data from Vaclav Smil(2017)

Bright Gas

Ceritakan Kehangatan Keluarga



Home Delivery

Contact Pertamina

1 500 000

atau email

pcc@pertamina.com

Bright Gas 5,5^{Kg}

Cerriakan Kehangatan Keluarga

Teknologi Double Spindle Valve System (DSVS) untuk menjaga tabung LPG tetap aman dari kebocoran.

Sticker petunjuk penggunaan tabung LPG yang aman.

Kualitas LPG sesuai dengan Standar dan Mutu (Spesifikasi) Bahan Bakar Gas di dalam negeri.

Seal Cap Hologram & feature Optical Color Switch (OCS) dan **Laser Marking Code Pertamina** yang tidak dapat dipalsukan sehingga ketepatan isi LPG lebih terjamin.

Kemasan yang lebih ringan dan praktis dengan berat isi 5,5 Kg dan berat tabung kosong 7,1 Kg. Sesuai untuk dapur Apartemen dan Rumah minimalis.



DINAMIKA PEMENUHAN ENERGI INDONESIA

DESSY ANDRIANI
TIM PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

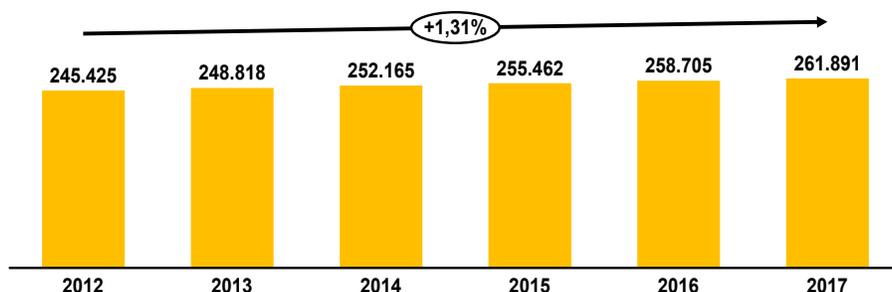




Jumlah penduduk Indonesia tercatat tumbuh secara eksponensial dari tahun ke tahun. Pertumbuhan jumlah penduduk tidak hanya berdampak terhadap peningkatan konsumsi energi dan perekonomian suatu negara, tetapi juga berdampak terhadap perubahan iklim dunia, proses ekosistem dan

pemanfaatan keanekaragaman sumber daya alam. Berdasarkan data BPS Indonesia yang dimuat dalam *Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2018*, pertumbuhan penduduk Indonesia mengalami rata-rata peningkatan sebesar 1.31% selama kurun waktu 2012 – 2017.

Pertumbuhan Penduduk Indonesia



Sumber : BPS Indonesia dalam *Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2018*

Dengan peningkatan jumlah penduduk, meningkatkan konsumsi energi di berbagai sektor baik sektor industri, rumah tangga, komersial, transportasi dan pemanfaatan untuk kebutuhan lainnya.

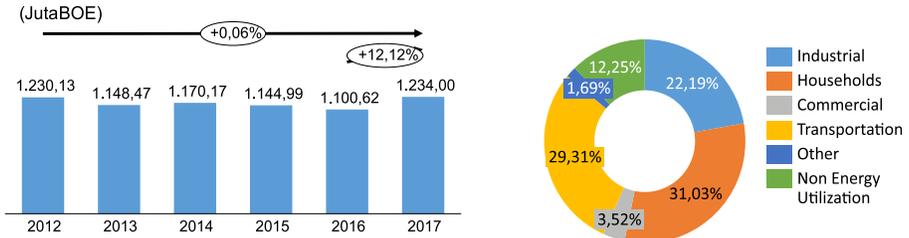
Konsumsi energi Indonesia selama 2012 - 2017 mengalami peningkatan sebesar 0,06% dengan peningkatan signifikan terjadi di tahun 2017 dari tahun 2016 yaitu sebesar 12,12%. Peningkatan jumlah penduduk juga berbanding lurus dengan meningkatnya jumlah tenaga kerja yang berperan dalam mendorong

pertumbuhan ekonomi. Peningkatan penggunaan energi tidak hanya didominasi oleh sektor rumah tangga, tetapi juga oleh kegiatan perekonomian masyarakat, industri, komersial, gedung dan juga kebutuhan transportasi akibat aktivitas masyarakat dan industri.

Konsumsi energi final Indonesia pada tahun 2017 mencapai 1.233,99 juta BOE. Konsumsi tersebut terjadi di tengah masih lesunya perekonomian dunia dan fluktuasi harga energi. Peningkatan konsumsi diantaranya dipengaruhi oleh permintaan domestik atas program paket ekonomi dan proyek infrastruktur oleh pemerintah. Sektor rumah tangga

masih memimpin dengan 382,95 MBOE, kemudian sektor transportasi sebesar 361,69 MBOE, industri 273,86 MBOE, komersial 43,47 MBOE, sektor lainnya 20,84 MBOE dan 151,18 MBOE merupakan konsumsi non energi, sebagaimana terlihat pada gambar di bawah ini.

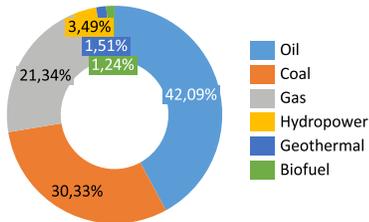
Komposisi Final Energy Consumption Tahun 2017



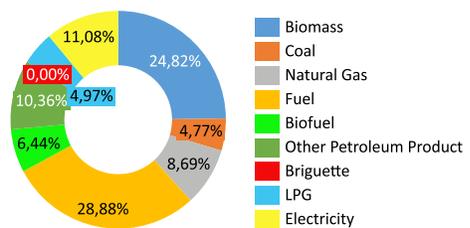
Sumber : Olahan Penulis dari BPS Indonesia dalam Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2018

Untuk memenuhi kebutuhan energi, porsi minyak dalam bauran *supply* energi primer Indonesia masih cukup signifikan dengan komposisi terdiri dari bahan bakar minyak yang mencapai 42,09%, batubara 30,33%, gas bumi 21,34%, *hydropower* 3,49%, *geothermal* 1,51%, dan sisanya *biofuel* 1,24%.

Supply Energi Primer Tahun 2017

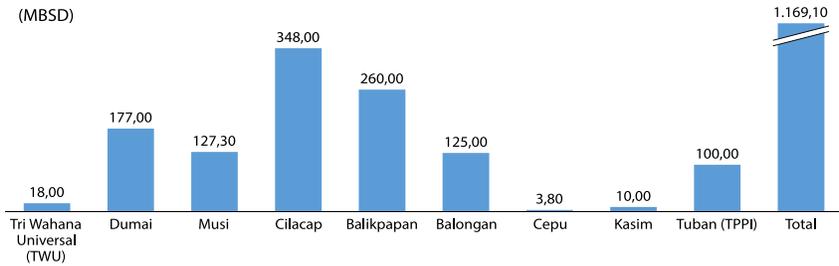


Konsumsi Energi Final Tahun 2017



Sumber : Olahan Penulis dari BPS Indonesia dalam Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2018

Sampai saat ini minyak dan gas memiliki kontribusi yang besar baik dalam pembangunan ekonomi Indonesia maupun sebagai sumber energi bagi masyarakat. Akan tetapi kemampuan produksi minyak Indonesia mengalami penurunan, sementara di sisi lain konsumsi terus mengalami peningkatan. Selain itu, kemampuan kapasitas kilang Indonesia tercatat masih di bawah tingkat konsumsi dalam negeri.



Sumber : Olahan Penulis dari BPS Indonesia dalam Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2018

Pasokan minyak mentah untuk kilang sangat dipengaruhi oleh fluktuasi harga minyak setiap tahunnya. Selain produksi dalam negeri yang tidak mencukupi, pemenuhan kebutuhan kilang Indonesia masih memerlukan jenis minyak tertentu (*sweet crude*) dimana sebagian dipenuhi melalui impor. Impor minyak mentah dan produk hasil olahan minyak merupakan langkah yang diambil untuk dapat memenuhi kebutuhan yang terus meningkat. Seperti terlihat pada tabel di bawah ini, impor minyak mentah Indonesia selama lima tahun terakhir terhitung dari tahun 2012 sampai 2017 terus mengalami peningkatan.

Year	Production	Export	Import	Oil Refinery Input	
	Thousand Mt	Thousand Mt	Thousand Mt	Thousand Mt	Thousand Mt
2007	348,348	135,267	115,812	330,027	904,2
2008	357,501	134,872	97,006	323,074	885,4
2009	346,313	132,223	120,119	330,356	905,1
2010	344,888	134,473	101,093	340,475	819,5
2011	329,265	135,572	96,862	365,820	879,5
2012	354,666	106,485	95,968	347,853	810,9
2013	300,830	104,791	118,334	352,438	822,3
2014	287,902	93,080	121,993	369,792	847,8
2015	286,814	115,017	136,666	414,810	1.007,6
2016	304,167	125,516	148,361	362,371	887,4
2017	292,374	102,678	141,616	371,580	886,8

Sumber : BPS Indonesia dalam Handbook of Energy & Economic Statistic of Indonesia 2018

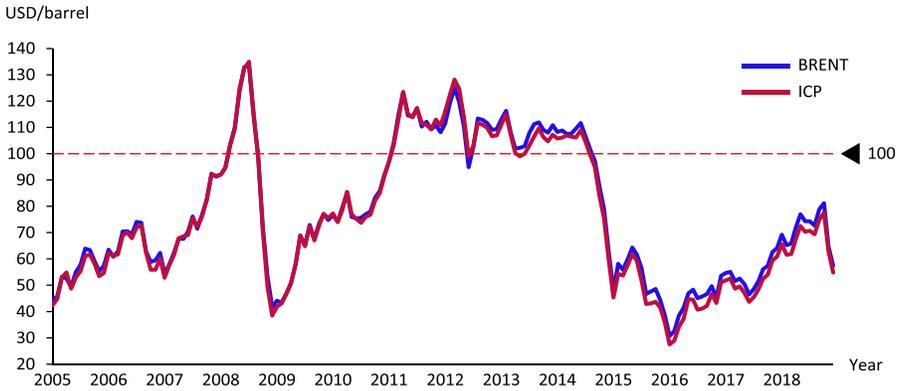
Fluktuasi Harga Minyak Mentah Dunia

Terkait ketersediaan minyak mentah, tidak terlepas dari harga minyak dunia, yang mana pergerakan harganya menjadi perhatian seluruh dunia, baik negara produsen (eksportir) maupun negara importir. Hal tersebut karena pasokan minyak bumi merupakan input vital dalam proses produksi industri, terutama untuk menghasilkan listrik, menjalankan mesin produksi dan distribusi hasil produksi ke pasar serta kegiatan perekonomian lainnya. Implikasi dari fluktuasi harga minyak juga akan beragam. Hasil studi Hamilton pada tahun 1983, 1988 dan 1996 menunjukkan bahwa krisis minyak merupakan penyebab resesi ekonomi, terutama yang terjadi di Amerika Serikat dan sejumlah negara Eropa pada periode tersebut.

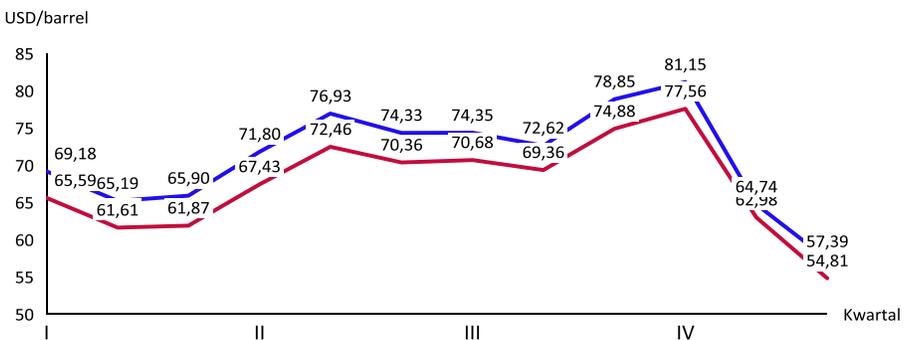
transmisi *oil shocks* terhadap perekonomian, mulai dari efek permintaan, penawaran, sampai dengan efek nilai tukar perdagangan (*terms of trade effect*). Pergerakan *Indonesia Crude Oil Price (ICP)* mengacu pada harga minyak *Brent* sehingga fluktuasi ICP dipastikan mengikuti trend pergerakan *Brent*. Harga minyak mentah dunia dipengaruhi oleh faktor fundamental dan faktor *geopolitik*. *Supply* dan *demand* merupakan faktor fundamental, seperti halnya perdagangan pada umumnya, dimana ketersediaan barang di pasar akan mempengaruhi harga. Semakin banyak ketersediaan barang maka semakin murah harga barang. Sebaliknya kelangkaan barang di pasar akan meningkatkan harga.

Studi empiris lain juga tercatat telah dilakukan untuk melihat mekanisme

Trend Pergerakan Indonesia Crude Price (ICP) vs Brent



Trend ICP vs Brent 2018



Sumber : Tim Analyst PEI

Pada tahun 2018, fluktuasi harga minyak dunia dipengaruhi oleh isu-isu geopolitik. Hal tersebut disinyalir merupakan bagian dari strategi negara-negara OPEC dan Rusia untuk mendongkrak harga minyak. Strategi tersebut cukup berhasil untuk meningkatkan harga minyak untuk waktu yang relatif singkat. Strategi kemudian menjadi tidak efektif ketika Amerika Serikat merespon dengan meningkatkan produksi minyak diesel dan heating oil, sebagai antisipasi untuk menghadapi musim dingin. Hal tersebut menyebabkan permintaan terhadap minyak mentah OPEC dan Rusia tidak meningkat secara signifikan. Selain itu produksi dan ekspor minyak mentah Amerika Serikat juga meningkat sehingga diperkirakan Amerika Serikat menjadi eksportir di tahun 2020.

Faktor geopolitik seperti isu-isu global, kondisi politik antar negara dan perkembangan perekonomian dunia kerap memberikan pengaruh terhadap fluktuasi harga minyak dunia. Di tahun 2018, isu global yang mempengaruhi harga minyak mentah dunia diantaranya penerapan sanksi terhadap ekspor minyak Iran oleh Amerika Serikat. Sanksi tersebut menjadi salah satu pemicu fluktuasi harga minyak mentah dunia karena Iran memasok delapan persen dari kebutuhan minyak global. Di sisi yang lain, krisis politik serta upaya Venezuela dalam menjaga stabilitas harga juga memicu penurunan produksi minyak mentah negara tersebut.

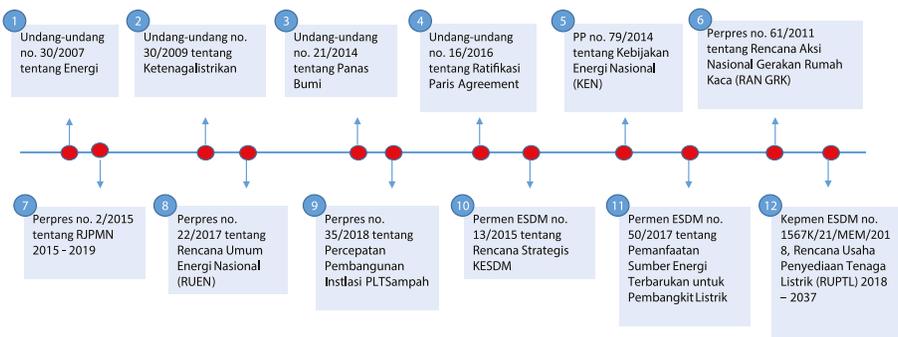
Pemenuhan Energi melalui Energi Alternatif

Fluktuasi harga minyak dunia menjadi pendorong negara-negara di dunia mencari energi alternatif. Pemanfaatan potensi sumber daya alam domestik selain minyak menjadi fokus setiap negara. Seiring upaya yang dilakukan oleh setiap negara dalam menyediakan energi, negara-negara di seluruh dunia juga fokus terhadap perubahan iklim. Hal tersebut direpresentasikan dalam adanya kesepakatan untuk mengurangi emisi CO₂ dan dampak lingkungan lainnya. Pada negara-negara maju, sebagian penyediaan sumber energi telah beralih kepada energi bersih dan ramah lingkungan, dimana pembatasan terhadap penggunaan bahan bakar fosil menjadi prioritas.

Meningkatnya produksi dan penggunaan *electric vehicle*, pemanfaatan solar PV dan eksplorasi sumber-sumber energi terbarukan lainnya di negara-negara Eropa, Jepang dan Cina, menunjukkan kesadaran masyarakat untuk mengurangi pemanasan global. Namun bagi emerging countries, akses terhadap ketersediaan dan pemenuhan energi masih menjadi tantangan yang harus diselesaikan. Penyebarluasan layanan energi kepada masyarakat harus dapat dilaksanakan dengan tetap memperhatikan dampak lingkungan dari pemakaian energi, sehingga penyediaan energi modern bagi masyarakat tetap terpenuhi dan pertumbuhan ekonomi tetap dapat terjaga.

Energi baru dan terbarukan berpotensi untuk memenuhi tantangan pembangunan, pertumbuhan ekonomi dan lingkungan secara bersamaan. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi energi alternatif tercatat berkembang signifikan. Diantara contohnya adalah pemanas air tenaga surya, pasteuriser surya, pompa angin, kompor masak yang lebih baik, briket biomassa, dan biogas. Keberhasilan Brasil dalam memanfaatkan residu dari produksi gula untuk etanol menunjukkan potensi besar bagi negara di wilayah tropis. Begitu juga dengan memanfaatkan tenaga panas matahari di gurun Afrika sebagai pembangkit listrik. Terlepas dari manfaat bagi lingkungan, energi baru terbarukan memiliki potensi untuk menjaga ketahanan energi dan stabilitas ekonomi, atas berkurangnya ketergantungan impor bahan bakar fosil yang mahal dan semakin terbatas.

Dukungan dan komitmen nasional terhadap kesepakatan *Paris Agreement* sebagai upaya untuk menurunkan emisi gas rumah kaca sebesar 29% dari level "*business as usual*" ditahun 2030, mendorong dikeluarkannya undang-undang maupun kebijakan-kebijakan pemerintah yang mengatur pengembangan EBT sebagai dasar pengembangan EBT dan penerapan konservasi energi di Indonesia, sebagai berikut :

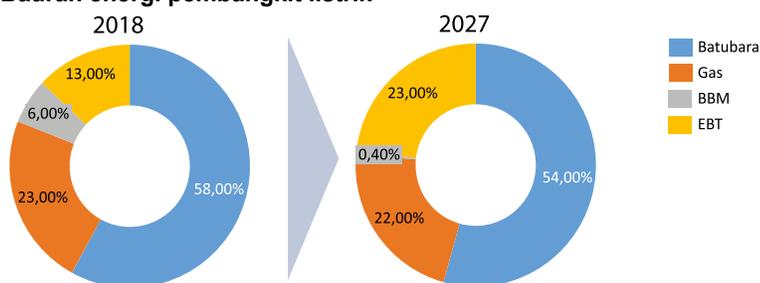


Undang-undang No. 30 tahun 2007 tentang energi, mendefinisikan bahwa energi baru adalah energi yang berasal dari sumber energi baru yang dapat dihasilkan oleh teknologi baru yang bersumber dari energi terbarukan maupun energi tak terbarukan, antara lain nuklir, hydrogen, gas metana batubara (*coal bed methane*), batubara tercairkan (*liquid coal*) dan batubara tergaskan (*gasified coal*). Sedangkan yang dimaksud dengan energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber energi yang dihasilkan dari sumber daya energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik, antara lain panas bumi,

angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut.

Berdasarkan RUPTL 2018 – 2027 (Keputusan Menteri ESDM No. 1567 K/21/MEM/2018), dalam penyediaan listrik PT PLN berencana mengurangi pemakaian pembangkit listrik berbasis fuel dengan pembangkit energi substitusi dimana pada tahun 2027 bauran energi untuk total rencana pembangkit 56.024 MW dipenuhi dari pemanfaatan batubara sebesar 54,4%, EBT 23,0%, BBM 0,4% dan Gas 22,2%.

Bauran energi pembangkit listrik



Sumber : RUPTL 2018 – 2027

Pengembangan porsi EBT pada bauran energi, dilakukan dengan tetap mempertimbangkan keseimbangan *supply-demand* sistem tenaga listrik wilayah setempat, kajian kelayakan, kemampuan pendanaan dan penetapan harga sesuai ketentuan yang berlaku.

Sesuai Perpres No. 22 tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional, Indonesia memiliki potensi energi sebesar 443.208 MW yang terdistribusi pada beberapa jenis energi yaitu panas bumi 29.544 MW, air 75.091 MW, mini dan mikro hidro 19.385 MW, bioenergi 32.654 MW, surya 207.898 MW, angin 60.647 MW dan laut 17.989 MW yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia. Jika dibandingkan dengan negara lain, Malaysia misalnya, porsi pengembangan EBT di Indonesia dinilai lebih agresif mengingat potensi sumber daya alam yang dimiliki untuk

dikembangkan sebagai energi alternatif cukup besar. Berdasarkan data *Malaysia Energy Statistic Handbook* tahun 2017, porsi *primary supply energy* Malaysia di tahun 2016 masih didominasi natural gas sebesar 44%, minyak mentah 22%, *coal* dan *coke* 19%, produk petroleum 5%, *hydropower* 4% dan *renewables* 1%. Informasi tersebut menunjukkan bahwa potensi dan keanekaragaman kekayaan alam yang dimiliki Indonesia lebih besar dibandingkan Malaysia. Dengan demikian ketergantungan terhadap penggunaan bahan bakar fosil dapat berkurang, sehingga dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan tidak hanya dalam konteks Indonesia, tetapi juga secara global.

Referensi

Ministry of Energy and Mineral Resources RI, 2018, Handbook of Energy and Economic Statistic of Indonesia 2018, ISSN 2528-3464

Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian ESDM, 2017, Kajian Penyediaan dan Pemanfaatan Migas, Batubara, EBT dan Listrik, ISBN : 978-602-0836-26-3

Nizar, M. A. (2012). Dampak Fluktuasi Harga Minyak Dunia terhadap Perekonomian Indonesia.

Pusat Kebijakan Ekonomi Makro, Badan Kebijakan Fiskal, Kementerian Keuangan RI, Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2018 – 2027 Kementerian ESDM

Undang-undang RI No. 30 tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan

Malaysia Energy Statistic Handbook tahun 2017

TERBUKTI DIAKUI DUNIA

Technical Partner



SCUDERIA CORSE



 **PERTAMINA**
Fastron

Pelumas yang dilengkapi dengan **Nano Guard Technology**, sangat dianjurkan untuk pelumas mobil generasi terbaru dan mampu bertahan dalam kondisi ekstrim. Pelumas Pertamina Fastron diformulasikan dari synthetic base oil dan aditif pilihan, yang menghasilkan kinerja yang sangat baik untuk mesin Anda. Pelumas Pertamina Fastron kompatibel dengan teknologi sistem emisi gas buang modern dan mendukung penghematan bahan bakar menjadi lebih ekonomis.

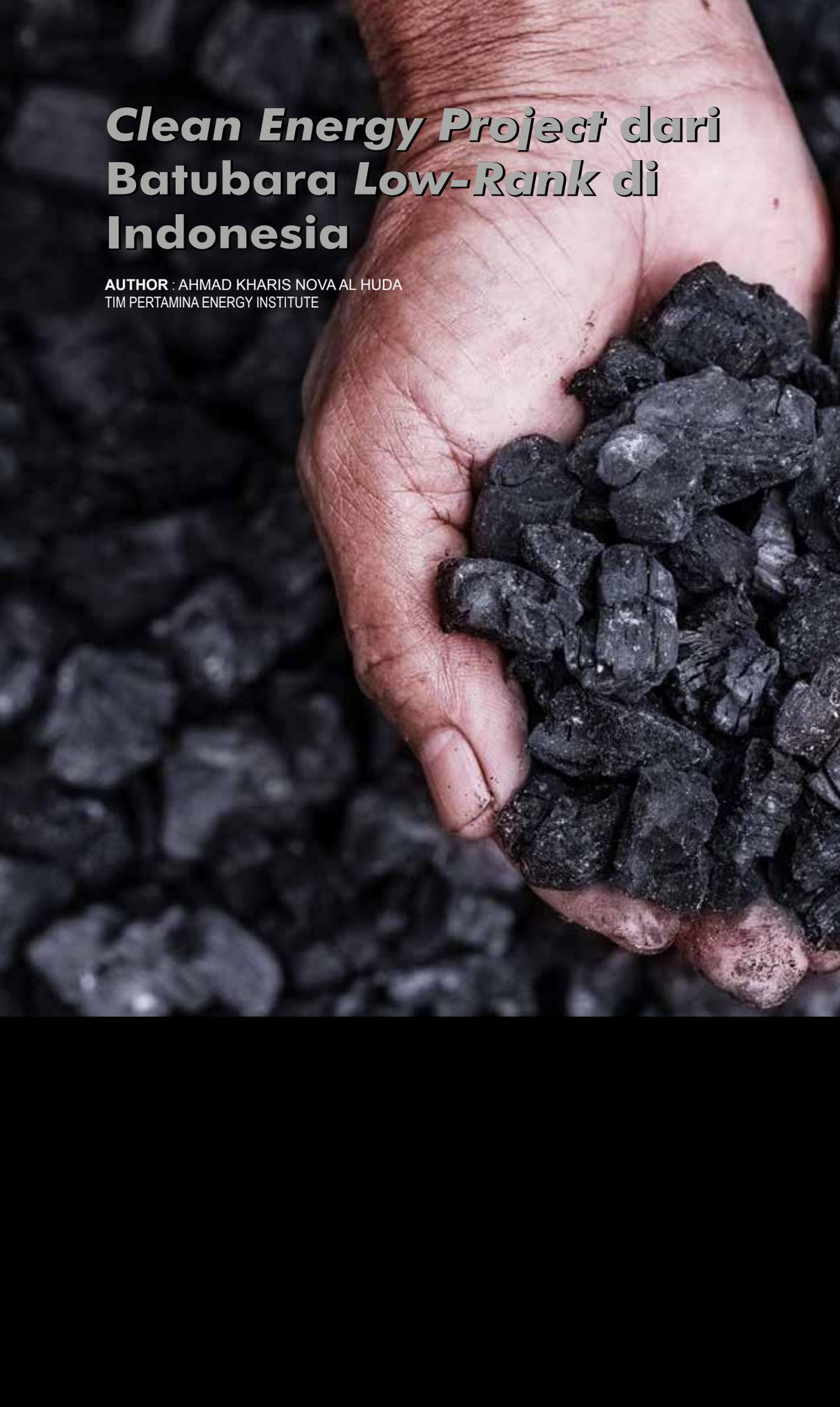
Best performance
Maximum Protection Lubricants



DIESEL GOLD TECHNO

www.pertamina.com

 **PERTAMINA**
LUBRICANTS

A close-up photograph of a person's hand holding a large quantity of dark, irregularly shaped coal pieces. The hand is positioned in the upper right quadrant, with the palm facing upwards. The background is a blurred field of similar coal pieces, creating a sense of depth and abundance. The lighting is dramatic, highlighting the textures of the skin and the coal.

Clean Energy Project dari **Batubara *Low-Rank*** di **Indonesia**

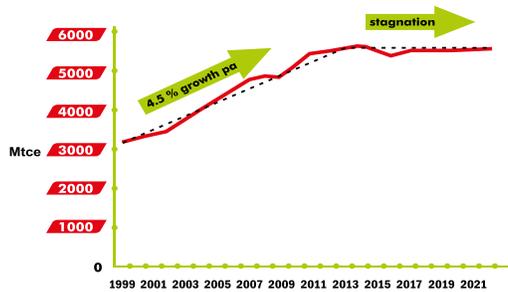
AUTHOR : AHMAD KHARIS NOVA AL HUDA
TIM PERTAMINA ENERGY INSTITUTE



Batubara

Selama kurun waktu 5 tahun terakhir, permintaan batubara di dunia memasuki fase *stagnan* setelah satu dekade sebelumnya mengalami kenaikan yang pesat. Berdasarkan laporan dari IEA Coal Report 2017, permintaan batubara dunia mengalami fase stagnasi atau tidak mengalami pertumbuhan dengan *demand* sekitar 5500 Mtce sejak tahun 2014, jauh berbeda dibandingkan pertumbuhan permintaan tahun 1999 hingga 2014 sebesar 4,5 % per tahun. Kondisi stagnasi ini merupakan efek dari isu lingkungan terkait pemanasan global. Dunia memerlukan energi yang lebih bersih untuk menekan pemanasan global yang semakin meningkat setiap tahunnya.

Dunia memerlukan energi yang lebih bersih untuk menekan pemanasan global yang semakin meningkat setiap tahunnya.



Gambar 1. Dua Tren Berbeda Dalam Permintaan Batubara Dunia
Sumber : IEA 2018

Dalam peta global, Asia merupakan wilayah dengan permintaan batubara terbesar di dunia dengan porsi sebesar 75%. Sebagian besar batubara tersebut digunakan sebagai bahan bakar memproduksi *steam*/uap panas untuk pembangkit listrik maupun proses industri.

Selain itu, batubara dimanfaatkan untuk memproduksi *coke gas* yang digunakan sebagai bahan baku industri besi dan baja. Selain dua pemanfaatan tersebut, melalui proses gasifikasi, batubara dapat menghasilkan syngas yang bermanfaat dalam berbagai jenis industri.

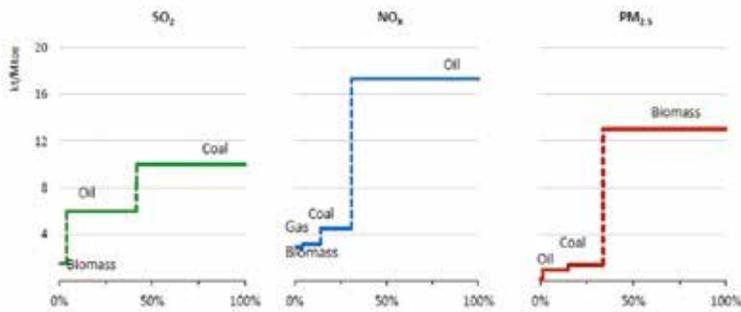


Gambar 2. Sebaran Permintaan Batubara Dunia
Sumber: IEA 2018

Selain dua pemanfaatan tersebut, melalui proses gasifikasi, batubara dapat menghasilkan syngas yang bermanfaat dalam berbagai jenis industri.

Dari sisi lingkungan, proses pembakaran batubara menyebabkan polusi udara berupa gas buang sisa pembakaran. Batubara merupakan kontributor utama dalam polusi udara saat ini, dimana sebagian besar gas buang yang dihasilkan berupa SO_2 , NO_x , dan $PM_{2.5}$. Tingginya kadar SO_2 di udara merupakan salah satu penyebab hujan asam.

Air hujan asam tersebut akan meningkatkan kadar keasaman tanah dan air permukaan yang terbukti berbahaya bagi lingkungan. Konversi batubara menjadi energi bersih menjadi sangat penting untuk menghadapi isu lingkungan.

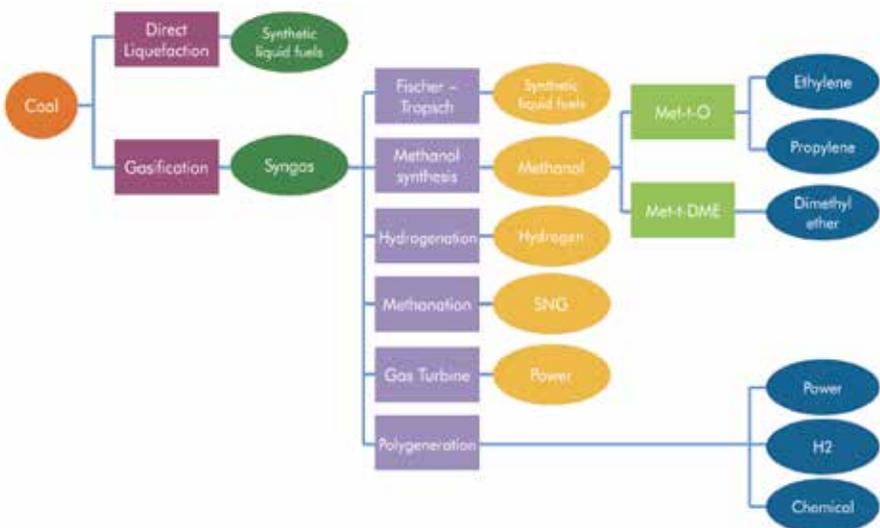


Gambar 3. Kontribusi Berbagai Macam Jenis Bahan Bakar Dalam Membuat Polusi Udara
Sumber : IEA 2018

Konversi batubara menjadi energi bersih menjadi sangat penting untuk menghadapi isu lingkungan.

Dengan proses gasifikasi ataupun *direct liquefaction*, batubara dapat menghasilkan energi yang lebih bersih, rendah karbon ataupun komponen polusi udara lainnya. Dari proses gasifikasi menghasilkan suatu gas yang disebut *syngas* dimana komponen

utamanya adalah gas CO dan H₂. Dengan *treatment* khusus *Syngas* dapat diolah menjadi berbagai produk ramah lingkungan seperti *ethylene*, *propylene*, *dimethyl ether* (DME) dll.

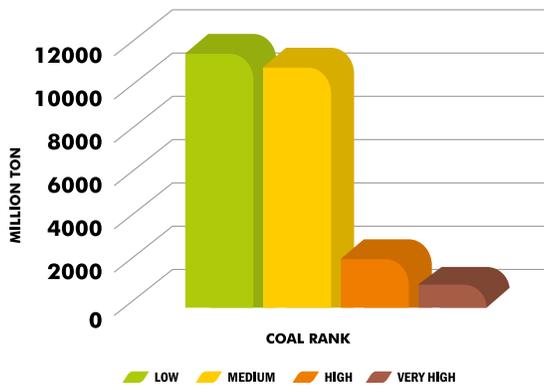


Gambar 4. Produk Turunan dari Pengolahan Batubara untuk Menghasilkan Clean Energy
Sumber : IEA 2018

Potensi Batubara di Indonesia

Bila melihat potensi Indonesia, total cadangan batubara hingga Februari 2018 sebesar 24,24 miliar ton (Minerba, 2018). Dari total cadangan tersebut, mayoritas merupakan batubara *low rank* dengan jumlah sekitar 11 miliar ton atau 45% dari total. Tipe *low rank* identik dengan kuantitas nilai bakar yang rendah yaitu kurang dari 5100 kcal/kg dan memiliki harga jual yang rendah.

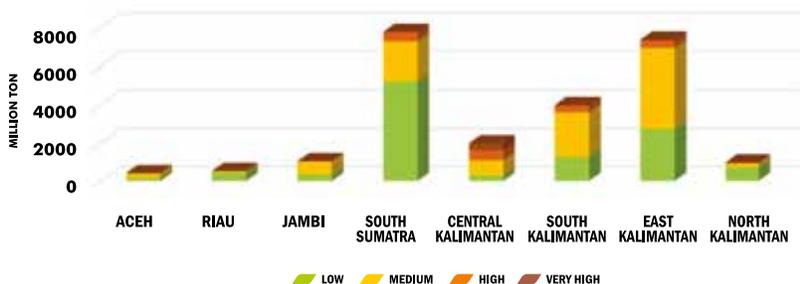
Akibatnya, batubara tipe *low rank* kurang teroptimalisasi dengan baik dan cenderung diabaikan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Dengan implementasi dari proses gasifikasi, batubara tipe ini dapat menghasilkan *syngas* dengan produk turunan yang beraneka ragam dimana nilai ekonominya jauh lebih tinggi.



Gambar 5. Klasifikasi Jumlah Batubara di Indonesia Berdasarkan Jenisnya
Sumber: Minerba 2018

Semakin tinggi kualitas batubara, kadar karbon akan meningkat, sedangkan hidrogen dan oksigen akan berkurang. Batubara dengan kualitas tinggi, umumnya semakin keras dan kompak, serta warnanya akan semakin hitam mengkilat. Selain itu, kelembabannya berkurang sedangkan kadar karbonnya akan meningkat, yang membuat kandungan energinya semakin besar. Pada proses gasifikasi, untuk menghasilkan *syngas* dengan komposisi gas H₂ yang lebih banyak, batubara *low rank* akan memberikan hasil terbaik karena banyak mengandung komponen hidrogen. Berdasarkan peta penyebarannya, Sumatera Selatan menyimpan cadangan batubara *low rank* terbanyak dengan jumlah lebih dari 4.000 juta ton, kemudian Kalimantan Timur yang memiliki cadangan sekitar 2.000 juta ton.

Di Sumatera Selatan terdapat beberapa perusahaan yang beroperasi diantaranya adalah PT Bukit Asam (PTBA). Mengacu pada laporan Komite Cadangan Mineral Indonesia tahun 2011, total sumberdaya batubara milik PTBA sekitar 8,27 miliar ton dengan cadangannya sebesar 3,33 miliar ton. Terdapat tiga jenis pengklasifikasian batubara di PTBA yaitu *bituminous*, *sub-bituminous*, dan *lignite*. Batubara bermutu rendah, seperti lignite memiliki tingkat kelembaban (*moisture*) yang tinggi dan kadar karbon yang rendah, sehingga energinya juga rendah. Kandungan H₂ pada tipe *lignite* relatif lebih tinggi daripada dua jenis yang lain sehingga sangat cocok bila menggunakannya sebagai bahan baku proses gasifikasi.



Gambar 6. Sebaran Jenis Batubara Berdasarkan Wilayahnya di Indonesia
 Sumber: *Minerba 2018*

Tabel 1. Jumlah dan Karakteristik Batubara PT Bukit Asam

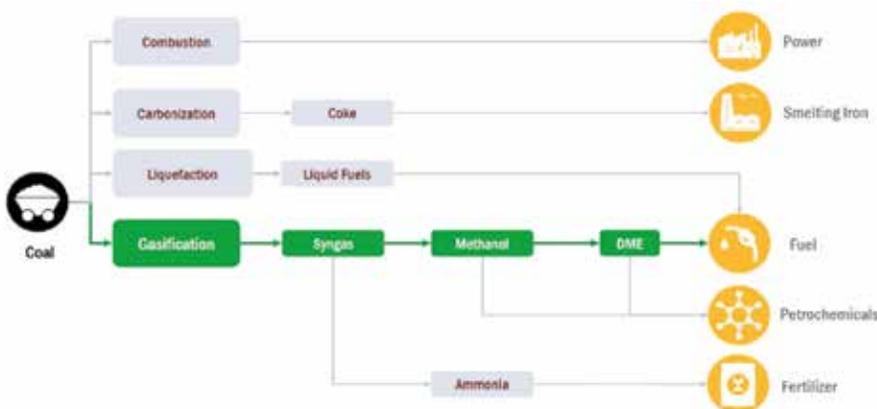
PARAMETER	BITUMINOUS	SUB-BITUMINOUS	LIGNITE
TOTAL SUMBER DAYA (miliar ton)	0,22	4,06	3,99
TOTAL CADANGAN (miliar ton)	0,10	2,09	1,14
TM (% ar)	<18	18 - 30	>35
CV (kcal/kg adb)	>6.400	4.900 - 6.400	<4.900
(kcal/kg ar)	5.800 - 7.950	4.400 - 5.800	<4.400

Sumber: *PT. Bukit Asam 2018*

Pengolahan Hilir Batubara

Pengolahan hilir batubara memiliki produk turunan yang berguna sebagai bahan baku beberapa industri seperti *power plant*, *smelting iron*, *petrochemical*, *fertilizer* dan *fuel* (bahan bakar). Dengan menggunakan proses gasifikasi, batubara dapat menghasilkan produk akhir berupa *Dymethyl Ether* (DME) yang berguna sebagai alternatif pengganti bahan bakar. Secara umum,

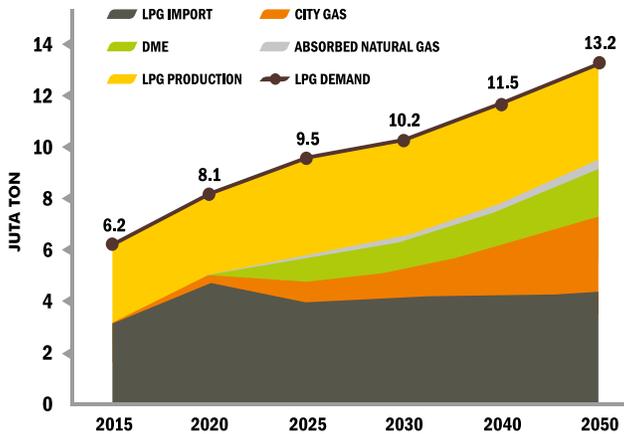
proses pembuatan DME bermula ketika proses gasifikasi batubara menghasilkan *syngas*. Selanjutnya, methanol terbentuk dengan mereaksikan sintesa katalis pada tekanan rendah yang melibatkan proses oksidasi parsial dari *syngas*. Penerapan dari Gas DME ini bermanfaat sebagai *power generation fuel*, *transporation fuel*, *aerosol propellant*, dan sebagai bahan substitusi LPG.



Gambar 7. Diversifikasi Produk Turunan dari Batubara
 Sumber: *PT. Bukit Asam 2018*

Berdasarkan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) 2017 bahwa demand LPG Nasional terus meningkat setiap tahunnya namun tidak diimbangi dengan produksi LPG Nasional yang terbatas. Hal tersebut mengakibatkan tambahan kuota impor LPG untuk memenuhi kebutuhan nasional. Oleh karena itu, penggunaan DME sebagai bahan LPG mix sangat

Sehingga nantinya pada tahun 2025, produksi DME sebesar 1 juta ton per tahun akan berkontribusi sekitar 11% dalam dalam LPG mix di Indonesia. Hal ini akan memberikan penghematan impor sekitar 6%, sehingga akan meurunkan defisit neraca berjalan Indonesia.



Gambar 8. LPG Mix di Indonesia hingga 2050
Sumber: RUEN 2017

Initiatif Pengembangan Batubara Menjadi DME

Di Indonesia, proyek pengembangan DME dari batubara akan mulai dikembangkan di dua tambang milik PT Bukit Asam yaitu di Tanjung Enim dan Peranap.

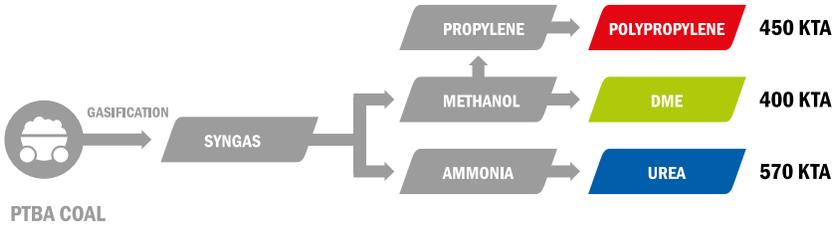
Kedua tambang tersebut menghasilkan batubara dengan tipe *lignite* dengan GAR masing 4200 kcal/kg (Tanjung Enim) dan 2715 kcal/kg (Peranap).



Gambar 9. Lokasi Pengembangan Batubara Menjadi DME
Sumber: PT. Bukit Asam 2018

Pada 8 Desember 2017, PT Bukit Asam menandatangani *Head of Agreement* (HoA) dengan PT Pertamina, PT Pupuk Indonesia, dan PT Chandra Asri untuk berkerjasama dalam penembangan batubara menjadi Urea, DME, dan *Polypropylene* di mulut

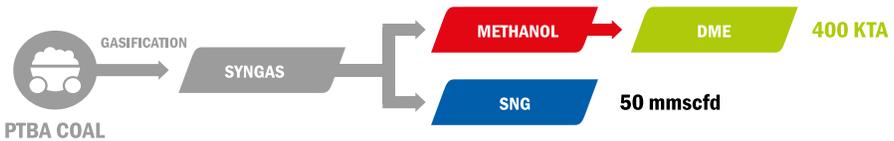
tambang batubara PT Bukit Asama yang berlokasi di Tanjung Enim. Proyek ini akan menghasilkan Urea sebesar 570 KTA, DME sebesar 400 KTA, dan *Polypropylene* sebesar 450 KTA dengan total kapasitas produksi sebesar 1420 KTA.



Gambar 10. Kapasitas Produksi dari Pengembang Proyek Batubara di Tanjung Enim
 Sumber: PT. Bukit Asam 2018

PT Bukit Asam berencana untuk mengembangkan Batubara menjadi *gas plant* untuk mengkonversi batubara tipe *low rank* (GAR 2,715 kcal / kg) di daerah IUP Peranap, Riau, menjadi *Synthetic Natural Gas* (SNG) and *Dimethyl Ether* (DME). SNG akan dikirimkan ke jaringan

pipa gas terdekat untuk didistribusikan ke konsumen. Sedangkan untuk DME akan digunakan sebagai bahan campuran LPG yang diharapkan dapat menurunkan impor LPG dan dapat mendukung ketahanan energi nasional.



Gambar 11. Kapasitas Produksi dari Pengembang Proyek Batubara di Peranap
 Sumber: PT. Bukit Asam 2018

Kesimpulan

Melihat potensi sumber daya batubara di Indonesia yang sangat melimpah khususnya untuk jenis *low rank*, Indonesia dapat memanfaatkannya dengan cara mengkonversinya kedalam produk yang lebih bersih yaitu DME, SNG, Urea, *Polypropylene*, dan lainnya. Dari segi keekonomian, produk-produk tersebut memiliki nilai keekonomian yang tidak terlalu menguntungkan akibat bertambahnya proses pengolahan. Oleh karena itu dibutuhkan banyak dukungan dari pemerintah, produsen, konsumen dan asosiasi lainnya untuk menjalankan *project clean energy* dari batubara.

Sementara dari pemerintah diperlukan kebijakan untuk memberikan

insentif dalam bentuk fiskal maupun bentuk lain yang dapat mendorong agar proyek ini tetap berjalan. Dari produsen, diharapkan dapat memberikan dukungan dalam bentuk *supply* batubara *low rank* untuk dapat diolah menjadi produk-produk *clean energy*. Dari sisi konsumen, dengan dijalankannya proyek ini produk-produk yang dihasilkan harus dapat diserap dan digunakan sebagai produk akhir. Sehingga dibutuhkan sinergi antara produsen dan konsumen dalam hal ini kerjasama antar PT Bukit Asam sebagai produsen dengan PT Pertamina, PT Pupuk Indonesia, dan PT Chandra Asri yang saat ini sudah memiliki kesepakatan dalam pelaksanaan *clean energy project*.

Referensi

IEA – Clean Energy Project

PT Bukit Asam – Potential Coal Reserves For DME Project in Indonesia

Air Products – Introduction of Air Products' Capabilities in Gasification Technology

PERTAMINA
Fastron
Synthetic Oil

Fastron, Drive Performance

Technical Partner



“
Keeps Me in the Fastlane”



Fastron Platinum Racing SAE 10W-60 with Nano Guard technology, provides maximum protection, long drain interval and high performance. Fastron Platinum Racing has been trusted as technical partner for Lamborghini Squadra Corse in endurance racing.

Whoever you are, wherever you go Fastron understand you.



www.pertaminalubricants.com

PEMANFAATAN ENERGI BIOETHANOL

Sebagai Energi Alternatif Masa Depan

ARISMAN WIJAYA
TIM PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

Bauran Energi

Seperti kita ketahui bersama, sampai saat ini sumber energi Indonesia mayoritas berasal dari fosil. Sementara, dalam perkembangannya ketersediaan bahan bakar fosil tidak selamanya melimpah, bahkan semakin menipis. Fakta menunjukkan bahwa cadangan minyak Indonesia secara keseluruhan diperkirakan berjumlah sekitar 3,7 milyar barel, rata-rata produksi per tahunnya 500 juta barel, itu artinya persediaan akan habis kira-kira dalam 18 tahun lagi. Di samping itu, sektor transportasi Indonesia mayoritas menggunakan bahan bakar fosil.



Hingga saat ini, sektor transportasi berkembang sangat pesat, khususnya transportasi darat, yang mana jumlah kendaraan bermotor meningkat pesat. Rata-rata tingkat pertumbuhan kendaraan bermotor di Indonesia berkisar lebih dari 10% pertahunnya. Merujuk pada fakta tersebut, permintaan atau *demand* energi akan meningkat. Berikut tren produksi kendaraan bermotor di Indonesia sepanjang tahun 2017 sampai dengan tahun 2018



Sumber: Data CEIC, Gaikindo 2017-2018 (diolah)

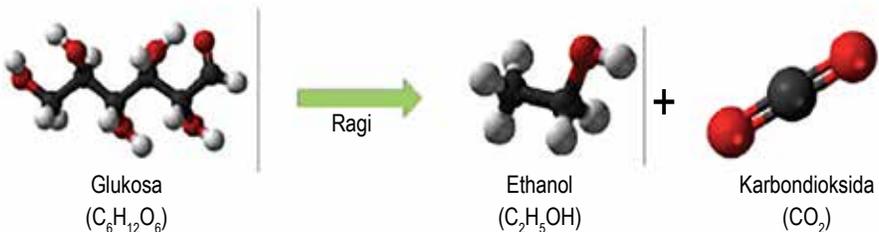
Jika melihat tren produksi kendaraan bermotor tersebut, hampir dapat dipastikan sektor transportasi merupakan prioritas dalam pelaksanaan program diversifikasi energi pemerintah. Sampai saat ini jenis bahan bakar fosil yang paling banyak digunakan oleh sektor transportasi adalah gasoline atau bensin. Seperti diketahui, bensin yang merupakan energi fosil tidak selamanya tersedia dalam jumlah melimpah, sumbernya pun terbatas. Oleh karenanya, untuk mengurangi ketergantungan terhadap bensin dan bahan bakar fosil lainnya, maka sudah saatnya mengembangkan bahan bakar alternatif terutama yang ramah lingkungan.

Bioethanol

Diantara energi alternatif ramah lingkungan yang dapat menggantikan bensin adalah *Bioethanol*. *Bioethanol* dapat diproduksi dari sumber daya nabati seperti tebu, singkong, ubi dan jagung yang dapat dengan mudah dibudidayakan di Indonesia. Di samping itu, bisa juga dengan mencampurkan (*blending*) bensin dengan *ethanol*. Adapun kadar campuran *ethanol* terhadap bensin ini bisa mencapai level 5% (disebut E5) dan 10% (disebut E10). Dengan pencampuran, bahan bakar *bioethanol* akan lebih ramah lingkungan dan aman bagi mesin kendaraan

bermotor. Bahkan, beberapa produsen otomotif mampu memproduksi bahan bakar *ethanol* murni (E100) atau dikenal dengan istilah *Flexible Fuel Vehicle*.

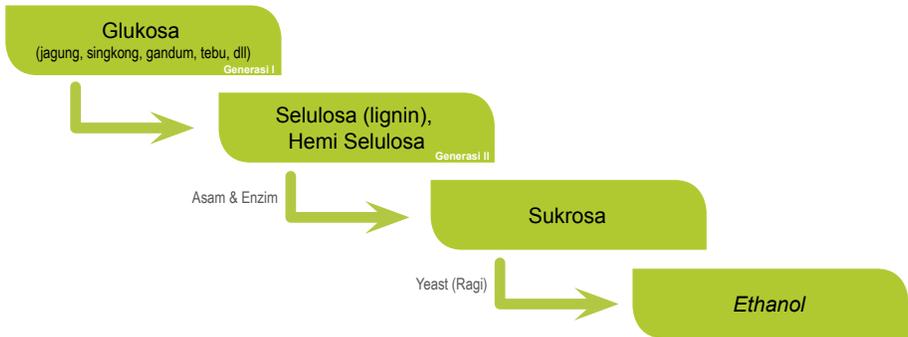
Seperti yang telah dijelaskan, Bioethanol dapat diproduksi dari tumbuhan yang memiliki kandungan gugus zat karbohidrat baik dalam bentuk sederhana dalam bentuk senyawa glukosa ($C_6H_{12}O_6$) maupun dalam bentuk rantai panjang yang diproses dengan proses fermentasi (peragian). Adapun detail proses kimiawinya adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Reaksi kimia glukosa menjadi ethanol

Pemrosesan *bioethanol* dari gugus glukosa tersebut merupakan reaksi sederhana atau disebut proses *Bioethanol* generasi 1. Adapun, melalui teknologi saat ini, pemrosesan *Bioethanol* dapat diproses lebih cepat dari biasanya dan melalui teknologi moderen ini dapat memproduksi *Bioethanol* dari gugus

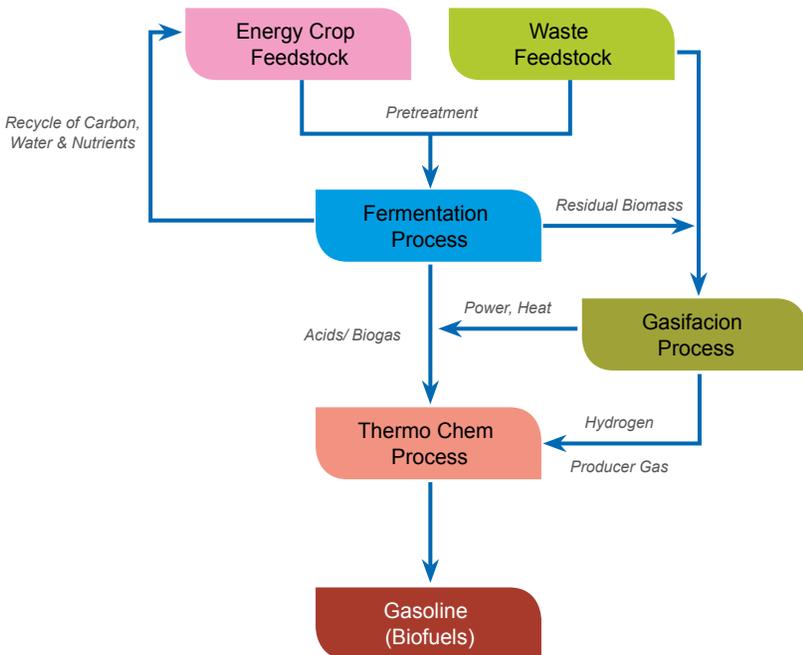
karbohidrat yang lebih kompleks seperti dari selulosa (*Bioethanol* generasi 2). Pengembangan generasi 2 ini semakin banyak dilakukan karena Indonesia memiliki ketersediaan zat selulosa yang besar serta sebagian besar bahan baku selulosa mudah diperoleh selain dari bahan pangan.



Gambar 2. Proses ekstraksi ethanol

Setelah itu, ethanol yang sudah dihasilkan kemudian diproses lebih lanjut hingga menjadi biofuel siap pakai dengan bagan proses sebagai berikut :

Biomass Resources



Gambar 3. Flow chart Proses pembuatan Bioethanol menjadi Biofuel

Proses pembuatan *bioethanol* hingga menjadi *biofuel* yang siap pakai, tampak bahwa mekanisme pemrosesan telah melewati beberapa tahap pengekstrasan gula (glukosa) hingga proses akhir, yaitu mulai dari proses *Concentrated Acid Hydrolysis Proses*; kemudian *Dilute Acid Hydrolysis* hingga *Enzymatic Hydrolysis*.

Sementara untuk proses pencampuran (*blending*) *Bioethanol* dengan bensin atau gasoline melalui mekanisme sebagai berikut :

1. *Hydrous Ethanol* (95% volume) merupakan fase pemrosesan untuk jenis *ethanol* (etil alkohol) yang mengandung sedikit air.

2. *Dehydrated Ethanol* merupakan ethanol yang memiliki tingkat kemurnian 99% bebas air. Ethanol jenis inilah yang dapat dicampurkan dengan bensin dengan kadar 5 sampai 85%. Seperti yang telah dijelaskan bahwa pencampuran bensin dengan ethanol 5% (E5) dan 10% (E10) dapat langsung digunakan langsung pada mesin kendaraan bermotor tanpa harus memodifikasi mesin. Sedangkan di luar E5 dan E10 ini, terdapat hasil *blending* dengan kadar 85% (E85) yang dikhususkan untuk jenis kendaraan *Flexible Fuel Vehicle* (FFV) – sebagaimana yang telah disampaikan sebelumnya.



Pengembangan dan Permasalahan *Bioethanol*

Setelah disampaikan proses produksi *bioethanol* serta bagaimana *blending*-nya dengan bensin, pada bagian ini akan diulas mengenai bagaimana dengan perkembangan implementasi *biofuel* di Indonesia. Sekitar dua tahun lalu, pemerintah telah mencanangkan pemberlakuan penggunaan *ethanol* (*blending* dengan bensin) 5% sebagai bahan bakar kendaraan, meskipun kemudian direvisi menjadi 2%. Kebijakan tersebut tertuang dalam Peraturan Menteri (Permen) ESDM Nomor 12

Tahun 2015 Tentang Penyediaan, Pemanfaatan dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai bahan bakar lain. Dalam peraturan tersebut, diamanatkan penggunaan *bioethanol* untuk usaha mikro, perikanan, pertanian, transportasi dan pelayanan umum (PSO) pada 2016 adalah sebesar 2% terhadap kebutuhan total dan meningkat sebesar 5% pada tahun 2020 serta semakin meningkat menjadi 20% pada tahun 2025. Permen ESDM tersebut merupakan pelengkap dari peraturan

di atasnya, yaitu Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 2006 tentang kebijakan diversifikasi energi nasional, dengan komposisi 17% untuk energi terbarukan atau *New and Renewable Energy* (NRE) pada bauran energi 2025.

Terkait dengan mandat tersebut, sebenarnya terdapat banyak tantangan yang dihadapi, diantaranya penggunaan *bioethanol* sebagai bahan bakar kendaraan harus benar-benar dipastikan kesiapannya dengan para produsen kendaraan, belum lagi tantangan lainnya kebutuhan *ethanol* tidak dapat dipenuhi sepenuhnya di dalam negeri. Hal tersebut tentu menjadi hambatan karena tidak seimbang antara *supply* dan *demand ethanol* di dalam negeri, di mana produksi *ethanol* di dalam negeri masih 50% dari kebutuhan dalam negeri.

Selain itu, *ethanol* yang basisnya bahan pangan yang menjadi kebutuhan primer penduduk Indonesia, seperti tebu, jagung, dan ubi. Tentu dalam hal ini berpotensi terjadi kesenjangan antara kebutuhan primer dengan kebutuhan energi terbarukan yang dikhawatirkan produksi *ethanol* akan berbenturan dengan kebutuhan pangan. Bahkan jika ingin mplementasikan etahol 5% maka jumlah yang dibutuhkan sekitar 145 ribu KL per tahun, sementara saat ini ketersediaannya hanya 42 ribu KL per tahun. Menimbang hal-hal tersebut di atas, jika ingin meningkatkan produksi *ethanol* maka salah satu alternatifnya adalah meningkatkan kapasitas bahan baku *ethanol*, salah satunya tebu.

Menimbang hal-hal tersebut, terdapat sejumlah tantangan yang harus diselesaikan dalam mengimplementasikan *bioethanol* di Indonesia, seperti tingginya biaya *ethanol* termasuk pemrosesan *blending* bensin yang akan berdampak pada tingginya harga jual *biofuel* di Indonesia. Selain itu, biaya cukai yang dikenakan pada *ethanol* dengan tidak mempertimbangkan bahan

yang digunakan dalam pemrosesannya atau sesuai dengan Peraturan Menteri Keuangan No. 62/PMK.011/2010 dan Peraturan Direktur Jenderal Bea dan Cukai No. P-22/BC/2010, akan berdampak terhadap tingginya produk berbasis *ethanol* termasuk *biofuel*.

Kendala lainnya adalah pangsa pasar yang belum sepenuhnya optimal di Indonesia. Hal tersebut tercermin dari *bioethanol* dari basis selulosa (generasi II) yang masih memerlukan waktu untuk dapat masuk ke dalam pasar komersial. Akibatnya, bisnis ini terkesan kurang menarik bagi kalangan investor yang akan mengembangkan bisnis *bioethanol*. Tentu hal ini harus menjadi perhatian kita bersama dalam mendukung penuh bisnis energi terbarukan di Indonesia khususnya dalam meningkat minat investasi di bisnis energi *bioethanol*.

Implementasi *Bioethanol* oleh Pertamina

Dalam mendukung mandat pemerintah mengimplementasikan *Bioethanol* di Indonesia, pada Maret 2019, PT Pertamina (Persero) telah melakukan inisiasi kerjasama bisnis dengan *Holding Perusahaan PT Perkebunan Nusantara III* (Persero) atau PTPN III dan PT Rajawali Nusantara Indonesia (Persero) atau PT RNI untuk proyek energi terbarukan, khususnya *Crude Palm Oil* (CPO) dan *Bioethanol*. Kerjasama bisnis tersebut ditandai dengan adanya penandatanganan Nota Kesepahaman antara tiga perusahaan BUMN tersebut sebagai wujud sinergi BUMN dalam mendukung implementasi khususnya energi *bioethanol* di Indonesia.

3 KEHEBATAN PERTAMAX BANTU MERAWAT KENDARAANMU



DEMULSIFIER

Menjaga kemurnian bahan bakar dengan memisahkannya dari senyawa pencampur lainnya sehingga proses pembakaran lebih sempurna.



DETERGENCY

Membersihkan mesin bagian dalam sehingga mesin lebih terpelihara.



CORROSION INHIBITOR

Pelindung anti karat yang mencegah korosi dan merawat dinding tangki, saluran bahan bakar dan ruang bakar.



Detil spesifikasi produk
scan QR Code





Pemanfaatan Energi Surya Indonesia yang Berlimpah dengan Menggunakan Teknologi Solar Panel oleh Masyarakat

Antonny Fayen Budiman S.T., M.Sc.,

Integrated Supply Chain, PT. PERTAMINA (PERSERO)

Kedepan Indonesia diproyeksikan semakin menghadapi tantangan besar dalam mengurangi ketergantungan pada energi berbasis *fossil fuel*. Hal tersebut karena relatif lambatnya optimalisasi pemanfaatan potensi *renewable energy* (RE) domestik dibandingkan laju permintaan energi domestik. Hal tersebut terkendala oleh, antara lain: tingginya biaya investasi dan masih rendahnya realisasi pendanaan (Satrianegara, 2018a; Satrianegara, 2018b; Ditjen EBKTE ESDM, 2018; The Jakarta Post, 2019), kurang berpihaknya regulasi terhadap investor terutama terkait skema *build-own-operate-transfer* (The Jakarta Post, 2019), belum optimalnya regulasi *pricing* harga pembelian listrik dari RE (Woodmackenzie, 2017; Bridle, 2018; Guild, 2019) dan perlunya relaksasi pada kebijakan *local content* (Woodmackenzie, 2017) untuk mendukung percepatan pengembangan pembangkit listrik berbasis RE oleh para *Independent Power Producer* (IPP) dan *Engineering Production & Construction* (EPC), tingginya *sunk costs* dan potensi gagal *supply* listrik di wilayah *central demand* (Jawa dan Sumatera) bila Perusahaan Listrik Negara (PLN) melakukan *spin-off* asset pembangkit listrik berbasis *fossil fuel* secara agresif, masih rendahnya penggunaan *solar rooftop* (SRT) di wilayah *central demand* (terutama di pulau Jawa) yang telah tercukupi listrik berbasis *fossil fuel*, serta masih besarnya *gap* kompetensi riset & pengembangan teknologi-manufaktur-distribusi-instalasi-perawatan di sektor RE.

Padahal, pada konferensi di Paris tahun 2015 Pemerintah Indonesia telah berkomitmen mendukung upaya pengurangan emisi gas rumah kaca dan pengendalian perubahan iklim (Indonesia Ministry of Foreign Affairs, 2016), serta telah menaikkan target porsi RE dalam bauran energi nasional hingga 23% di tahun 2025 (Dewan Energi Nasional, 2017). Selain itu, cadangan batu-bara, gas alam dan minyak bumi di

Indonesia dengan tingkat produksi saat ini diperkirakan berturut-turut akan habis dalam 82, 33, 12 tahunan (Perpres no. 22/2017), sedangkan ketergantungan pada impor energi semakin tinggi (BPPT, 2016, 2017).

Sementara itu, cadangan *fossil fuels* di dunia dengan tingkat produksi saat ini diperkirakan berturut-turut akan habis dalam 134, 53, 50 tahunan (British Petroleum, 2018). Karena itu, percepatan pengembangan RE untuk kemandirian energi nasional merupakan keharusan demi keberlangsungan generasi selanjutnya pasca ekonomi berbasis *fossil fuel*. Dari sisi *upstream* di sektor RE, peningkatan skala investasi ditingkatkan melalui kerjasama antara PLN dan/atau EPC, IPP, ataupun swasta murni (DJK ESDM, 2016). Namun, pemanfaatan potensi RE domestik masih sangat rendah, terutama potensi energi surya yang berlimpah sekitar 207,898 MW baru dimanfaatkan hanya sekitar 0,04% (Perpres no. 22/2017), dan sejauh ini pemanfaatan potensi RE tersebut banyak diprioritaskan pada wilayah 3T (terluar, terdepan dan tertinggal) yang sulit dijangkau oleh infrastruktur PLN dari sektor *upstream*.

Percepatan pemanfaatan potensi RE secara eksponensial dapat ditempuh dari sektor *downstream*, yaitu: melalui pemberdayaan masyarakat di wilayah *central demand* untuk menggunakan SRT sehingga dapat mengurangi beban listrik berbasis *fossil fuel*, sehingga secara bertahap Pemerintah dapat mengganti aset pembangkit berbasis *fossil fuel* dengan RE. Untuk manifestasi hal tersebut diperlukan kebijakan dan regulasi yang lebih berpihak pada RE daripada *fossil fuel*, pembangunan industri manufaktur hingga jasa pemeliharaan teknologi solar panel, dan dukungan seluruh *stakeholders*.

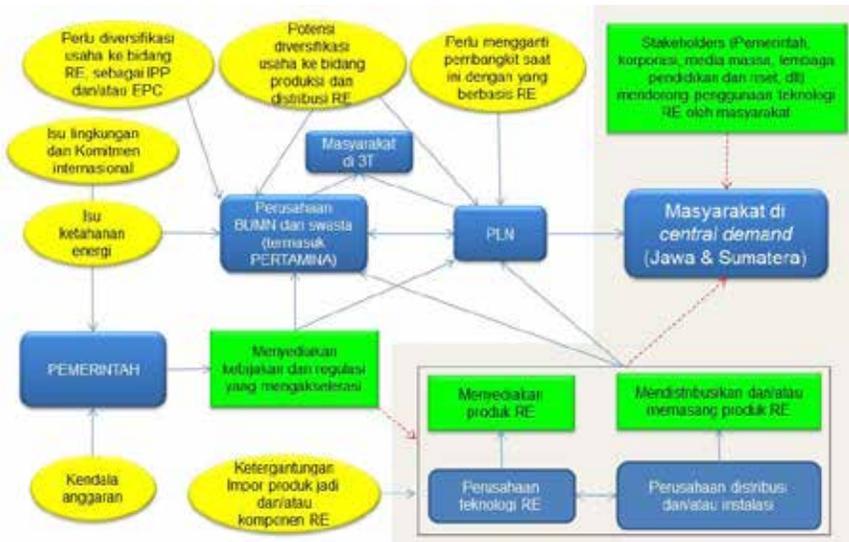


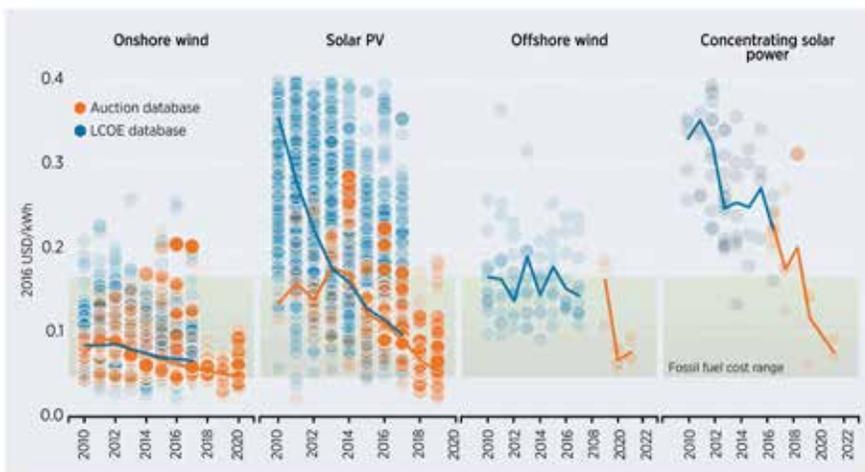
Figure 1. Memberdayakan masyarakat di wilayah central demand dengan Solar Panel
Sumber: olahan penulis

Apalagi, teknologi *Solar Photovoltaic* (PV) semakin efisien dan di tahun 2020 akan konsisten menghasilkan listrik lebih murah daripada *fossil fuel* (e.g. Dudley, 2018; Spaen, 2018), di mana tahun 2017 secara global rerata biaya listrik *Solar PV* telah turun drastis menjadi sekitar \$0.10 per kWh (IRENA, 2018), dan bahkan

bisa semurah \$0.05 per kWh karena tekanan *auctions*.

(IRENA, 2018; British Petroleum, 2018), seperti ditunjukkan data berikut.

Figure ES.2 The levelised cost of electricity for projects and global weighted average values for CSP, solar PV, onshore and offshore wind, 2010-2022



Catatan: LCOE = levelised cost of electricity, garis tebal adalah global weighted average

Figure 2. Perbandingan dan perkiraan rerata biaya pembangkitan listrik di dunia antara teknologi berbasis solar, wind dan fossil fuel periode 2010-2022

Sumber: IRENA (2018)

Sebagai perbandingan, kisaran biaya pembangkitan listrik berbasis *fossil fuels* di dunia sekitar 0.05 - 0.17 USD/KwH (IRENA, 2018), sedangkan biaya pokok pembangkitan (BPP) nasional tahun 2017 adalah 0.0766 USD/KwH (Kepmen ESDM no. 1772K/20/MEM/2018; 2018). Peluang ini harus dapat dikapitalisasi oleh korporasi dalam proyek-proyek solar panel *on-grid* bagi masyarakat di wilayah *central demand*. Selain itu, harga solar PV *module* telah turun signifikan sebagai berikut.



Figure 3. Rerata harga modul solar PV berdasarkan teknologi modul dan *manufacturer* (2010-2017), serta berdasarkan *market* (2015-2016)
Sumber: IRENA, 2018 berdasarkan GlobalData, 2017; pvXchange, 2017; Photon Consulting, 2017

Karena *trend* harga solar panel ini, biaya investasi SRT dengan satu panel saja saat ini relatif terjangkau bagi masyarakat kelas menengah di Indonesia, sedangkan biaya investasi SRT dengan umur pakai baterai *storage* hingga 10 tahun masih bisa bersaing

dengan biaya listrik PLN. Bahkan, pengguna dapat mengurangi kebutuhan baterai jika listrik SRT langsung dijual ke PLN menggunakan **net meter** berdasarkan Peraturan Direksi PLN No.0733.K/DIR/2013, 2013 dan Edaran Direksi PLN No. 0009.E/DIR/2014 (Aji, 2017; IESR Indonesia, 2017).

Namun demikian, regulasi no. 49/2018 yang baru diterbitkan November 2018 terkait penggunaan solar panel di sektor perumahan dan industri dinilai akan menurunkan minat masyarakat dan industri dalam mengeksplorasi penggunaan teknologi solar panel (Woodmackenzie, 2018). Beberapa aturan tersebut, yaitu: kapasitas solar panel yang dipasang tidak boleh melampaui kapasitas listrik terpasang pada gedung atau rumah, listrik yang dihasilkan hanya dihargai 65% tarif listrik PLN, skema *pre-paid* harus dirubah menjadi *post-paid* untuk bisa menggunakan solar panel. Selain itu, di sektor industri pemilik solar panel harus membayar biaya tambahan untuk koneksi ke grid PLN.

Selain itu, *trend* harga solar panel yang jatuh 30% tahun 2018 di China diperkirakan akan merangkak naik 10-15% dalam satu-dua tahun kedepan karena proses konsolidasi di antara pemain di industri solar panel China menurut Eric Luo, president of China's GCL *System Integration Technology*



Co, salah satu top-10 produsen solar panel dunia (Bendeich, 2019). Karena perubahan *trend* industri solar panel yang bisa terjadi kapanpun, maka Indonesia perlu membangun kemandirian industri manufaktur dan jasa pengadaan, distribusi dan instalasi solar panel untuk masyarakat Indonesia.

Sebagai *benchmark*, mayoritas masyarakat di negara yang telah maju industri RE-nya menginginkan RE,

misalkan mayoritas masyarakat the U.S. menginginkan agar 100% RE dapat direalisasikan secepatnya (Roberts, 2018). Hasil survei lainnya terhadap 26.000 orang dari 13 negara maju di bidang RE menunjukkan mayoritas masyarakat ingin menggunakan lebih banyak lagi energi surya, serta ingin negaranya ambisius dalam membangun dan memproduksi RE, sebagaimana ditunjukkan data berikut.

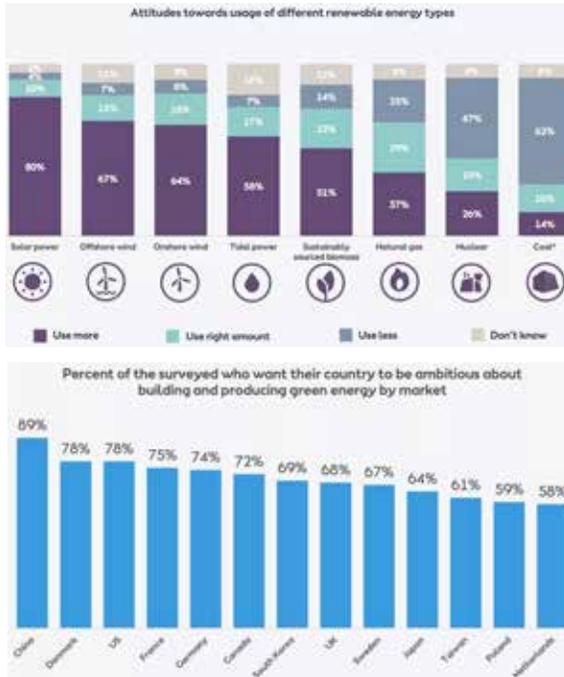


Figure 4. Attitude masyarakat negara maju terhadap RE
Sumber: Roberts (2017)

Karena kesadaran atas isu perubahan iklim dan terbatasnya *fossil fuel* di Indonesia, sudah semestinya masyarakat Indonesia di wilayah *central demand* juga menginginkan industri RE dapat berkembang. Namun demikian, *attitude* dan *potential behaviour* untuk menggunakan SRT tersebut perlu diteliti lebih lanjut. Lebih jauh lagi, *demand* masyarakat terhadap solar panel akan meningkat eksponensial bila didorong oleh sistem industri yang berkesinambungan terutama pada aspek:

- Regulasi dan kebijakan pemerintah dalam memberikan insentif para pelaku industri dan melindungi hak-hak konsumen, misalkan pemberian *tax credit and holiday* kepada produsen solar panel, standarisasi kualitas produk yang dapat dijual dan pemberian ijin usaha, harga beli listrik SRT yang sebanding dengan listrik *fossil fuel*.
- Sosialisasi dan edukasi dari para *stakeholder* melalui berbagai saluran komunikasi.
- Penguasaan faktor-faktor keberhasilan kunci oleh para pelaku industri, antara lain:

Table 1. Key success factors in solar panel industry

Perspective	Key Success Factors
Learning and growth	valuable, rare, inimitable, and non-substitutable (VRIN) resources differentiated technology & technology strategy
Operations	lean-agile-adaptable-integrated strategy, production capacity, cost structure, vertical integration, distribution & installation,
Finance	Financial strength
Customer	Branding

Sumber: dimodifikasi oleh penulis dari Green Rhino Energy (n.d.)

“Lean-agile-adaptable-aligned-integrated strategy”

Perkembangan industri RE sejauh ini lebih bersifat *market-driven* daripada *technologically pushed* dimana kompetisi tender telah memaksa para produsen untuk terus melakukan inovasi teknologi RE guna menghadirkan produk berkualitas dengan harga terjangkau. Untuk memenuhi tuntutan pasar tersebut, para pelaku industri RE perlu menjalankan strategi kombinasi *lean-agile-adaptable-aligned-integrated* (LAAAI) sebagai keunggulan bersaing dalam mengelola *supply chain*, yaitu:

- *Lean* adalah *adding extra value with less amount of input possible* secara berkelanjutan dan kolaboratif bersama satu atau beberapa *strategic partners* dalam mengelola *supply chain* yang mana fokusnya bukan memangkas biaya, tetapi mencapai *cost-to-serve* dan berorientasi pada *adding value* untuk memenuhi *customer values* (Lu, 2011). Prinsip-prinsip *lean* berdasarkan *Toyota Production System* (TPS) yang perlu diterapkan sepanjang *supply chain* adalah menciptakan transparansi berbasis teknologi pada sistem *value chain* agar proses mengurangi *waste* dan menambah *value* dapat dilakukan

secara cepat oleh semua pihak yang terlibat (Liker, 2004).

- *Agile* dan *adaptable* berturut-turut merupakan strategi *supply chain* untuk mendukung implementasi strategi bisnis diferensiasi berbasis *responsiveness* dalam jangka pendek dan panjang. *Agile* terkait kemampuan merespon secara cepat terhadap perubahan *supply* dan atau *demand* dalam jangka pendek, sedangkan *adaptable* merupakan kemampuan untuk menyesuaikan kembali desain *supply chain* dalam menghadapi perubahan besar di pasar dalam jangka panjang (Lee, 2004). Selain itu, *adaptable* juga merupakan keunggulan bersaing yang dibutuhkan dalam menghadapi lingkungan bisnis yang terus berubah (e.g. Reeves & Deimler, 2011).
- *Aligned* dan *integrated* merupakan kemampuan untuk menyelaraskan berbagai kepentingan dan berkolaborasi antar semua *partners* yang terlibat dalam pengelolaan *value chain* secara terintegrasi di semua titik operasi untuk menciptakan *values* yang dibutuhkan oleh konsumen. Di era 4.0 *alignment* dan *integration* lebih

mudah dilakukan dengan *digitized network*.

Keunggulan bersaing ini akan bertahan dalam jangka panjang jika *resources* untuk bersaing tersebut berasal dari dalam sistem *supply chain*

dan sifatnya *valuable, rare, inimitable, non-substitutable* (Martin, 2015), antara lain dalam bentuk: material, teknologi, sumber daya manusia, kompetensi inti, kekayaan intelektual, reputasi, dan *brand equity*.

“Differentiated Technology & Technology Strategy”

Implementasi strategi *supply chain* LAAAI kini sangat terbantu oleh *advance technology* sebagai *enabler* yang membuat sistem *supply chain* menjadi lebih produktif dan transparan karena seluruh data & informasi terkait permasalahan dan rekomendasi solusi dapat dikapitalisasi menjadi keputusan secara *real-time* untuk *reduce waste* dan *add value*, contohnya adalah

advance solar power industry saat ini menggunakan *intelligent mobile devices, internet of things devices, mobile robot* dan *automation* sehingga dalam proses manufaktur pembuatan modul solar produsen bisa memperoleh efisiensi, fleksibilitas, kualitas yang lebih baik, serta mempercepat inovasi secara keseluruhan (e.g. Edwards, 2017; Honrubia, 2018) seperti ilustrasi berikut.



Figure 5. Robotics dan automation dalam proses manufaktur modul solar
Sumber: Edwards (2017)

Menurut beberapa veteran di industri solar U.S., untuk inisiasi pengembangan RE, Pemerintah China membeli beberapa perusahaan Solar dan juga mengajak beberapa perusahaan Solar untuk migrasi ke China guna mendapatkan tenaga kerja terampil dan murah, dan memberikan *tax credits* guna mendorong perkembangan industri RE di China (Fialka, 2016). Berdasarkan *success story* tersebut, salah satu strategi di area teknologi modul solar yang bisa dipilih Indonesia untuk akselerasi pengembangan RE adalah melakukan akuisisi perusahaan dengan kompetensi inti manufaktur berbasis *advance*

technology, *men-transfer knowledge* dan membangun manufaktur *pioneer* di Indonesia.

Manufaktur *pioneer* tersebut sebaiknya *state-owned* guna mendapatkan kemudahan pendanaan dari perbankan sehingga bisa agresif investasi pada *advance technologies*. Selain itu, guna melindungi masyarakat dari masuknya produk solar panel impor yang tidak berkualitas, Pemerintah dapat membentuk satu atau *collaborative state-buying agents* untuk pengadaan sekaligus distribusi produk solar panel, dan membentuk badan *independent*

yang bertugas memberi ijin usaha operasi dan melakukan sertifikasi produk solar panel yang dapat dijual di pasar domestik.

“Production Capacity”

Kapasitas produksi yang mencapai skala keekonomian merupakan salah satu keunggulan bersaing untuk memenangkan pangsa pasar. Hal itu didukung hukum Swanson, yaitu peningkatan 100% volume penjualan dapat menurunkan 20% total biaya. Sebagai perbandingan, manufaktur

China menghasilkan solar panel yang lebih murah daripada manufaktur the U.S. karena kapasitas produksi manufaktur China mencapai 51 GW pada akhir tahun 2017, yaitu 50 kali lebih besar daripada kapasitas produksi manufaktur the U.S. yang hanya 1 GW beberapa tahun sebelumnya (Nussey, 2017).

“Cost Structure”

Jika tidak ingin kehilangan *market share* atau mengalami kebangkrutan di industri RE, pelaku usaha harus dapat mengendalikan biaya karena persaingan bersifat global. Para pesaing di dunia terus melakukan inovasi produktifitas sangat cepat, dan jumlah *new entrant* di dunia terus bertambah. Sebagai gambaran, dari 2008 hingga 2013 industri solar panel China telah berhasil menurunkan harga produk hingga 80% sehingga menghantam industri solar panel di negara lainnya, yaitu di dunia jumlah perusahaan manufaktur solar panel turun drastis dari 500 di tahun 2012 menjadi sekitar 150 di tahun 2013 (Reynolds, 2013), sedangkan di U.S. industri solar panel kehilangan lebih dari sepertiga *market share*-nya (e.g. Fialka, 2016).

Hasil penelusuran Nussey (2017) menunjukkan bahwa perusahaan solar panel China memimpin dan membanjiri dunia dengan produk solar panel berkualitas dan murah. Namun keunggulan bersaing dari faktor struktur biaya bukan datang dari *labor costs*, subsidi pemerintah ataupun pinjaman bank, akan tetapi berasal dari keunikan *supply chain*-nya, penjelasannya sebagai berikut:

- *Labor costs* ternyata hanya sekitar 5% dari total biaya karena proses manufaktur semakin *automated* dan *robotics-aided*.
- Pemerintah China dan negara-negara pesaing, seperti the U.S., pun menawarkan insentif untuk menarik minat perusahaan.
- Perbankan China memang relatif lebih sabar dalam memberikan pinjaman dibandingkan perbankan di negara lain namun ini tidak cukup bisa menjelaskan rahasia struktur biaya China yang sangat unggul.
- Industri solar panel China memiliki keunggulan *supply chain* yang unik, sulit diimitasi dan disaingi oleh negara lain, yaitu negara China memiliki semua komponen yang dibutuhkan dan lokasinya dekat dengan manufaktur sehingga *lead time* hanya hitungan jam, biaya logistik sangat murah, biaya inventori material yang rendah, dan yang terpenting pabrik dapat terus beroperasi pada skala keekonomian tanpa kendala masalah material.

“Vertical Integration”

Menurut Howard Wenger, *president of business units at SunPower*, yang sangat diinginkan oleh customers tidak hanya produk solar panel namun *solar energy solutions* dari A hingga Z (Pickerel, 2016). Karena itu, *vertically integrated manufacturer* dari produksi, distribusi, instalasi, monitoring dan pemberian

solusi dapat membuka peluang bagi perusahaan untuk menghasilkan *value* lebih banyak yang dibutuhkan oleh pengguna SRT, dan mengendalikan risiko yang ada di sepanjang *supply chain* sehingga bisnis solar panel dapat lebih *profitable*.



Figure 6. Solar energy solutions provided by vertically integrated manufacturer for residential customers
Sumber: Solar Power World

“Financial Strength”

Pemerintah dan industri perbankan harus mendukung pendanaan perusahaan di industri solar panel sehingga perusahaan tersebut memiliki peluang untuk meningkatkan kapasitas produksi lebih cepat hingga mencapai skala keekonomian. Selain itu, pendanaan dapat membantu kesinambungan *cash flow*, dan *debt* dapat mengurangi beban pajak perusahaan. Dengan demikian, perusahaan manufaktur dapat kesempatan untuk bersaing, dan bertahan di industri solar panel.

Di China, perusahaan manufaktur berbentuk *state-owned* relatif lebih mudah mendapatkan pendanaan dari pemerintah dan perbankan. *Financial strength* ini dikapitalisasi untuk investasi pada *advance technologies* dan meningkatkan kapasitas produksi. Hal ini dapat menjadi *insight* bagi Pemerintah Indonesia untuk mendirikan manufaktur berbasis teknologi di sektor RE.

Jika pendanaan dari pemerintah dan perbankan terbatas, Indonesia dapat *benchmark* pada skema *financing* yang digunakan oleh Pemerintah China untuk meningkatkan *capital inflow* di sektor RE, menurut Hong & Wang (2018), yaitu menghubungkan para investor dengan berbagai proyek-proyek RE terakreditasi yang disupervisi oleh *state-owned commission* melalui suatu *financing and trading platform* sebagai *enabler* untuk memenuhi *values* yang diinginkan oleh *investors*, antara lain: transparansi kinerja proyek pengembangan, *pricing*, konsumsi, *return*.

Dua minggu setelah program *financing* diluncurkan, 120 proyek RE berbasis tenaga surya dan angin berkapasitas 1.8 GW senilai \$1.4 *billion* berhasil mendapatkan pendanaan.

“Distribution and Branding”

Sukses industri solar panel ditentukan oleh performa perusahaan dalam mengkomunikasikan *values* yang telah disediakan bagi pengguna SRT, kekuatan *brand*-nya dan akses ke saluran distribusi-nya (Green Rhino Energy, n.d.). Selain itu, paket *mortgage*-SRT dan teknologi *blockchain* berpotensi menjadi inovasi yang *disruptive*, namun masih membutuhkan pembuktian di pasar *financing* (Monge, 2018). Untuk mendorong hal tersebut, distribusi dan pemasaran solar panel dapat diarahkan ke *developer* perumahan untuk memberikan opsi pemasangan SRT pada pembelian rumah baru, dan Pemerintah dan/atau perbankan perlu memberikan insentif pada program paket *mortgage*-SRT baik pada pihak *developer* maupun pembeli rumah.

Lebih dari itu, jika banyak masyarakat yang menginginkan SRT, maka teknologi *blockchain* bisa memberikan kemampuan pada masyarakat untuk menjadi *self-sufficient with solar energy* dan menjual kelebihan listriknya pada pengguna lain. Dalam sistem *blockchain*, kinerja semua pemain dari penghasil listrik hingga pengguna listrik, dan seluruh transaksi *trading* dapat dikendalikan dan diinformasikan secara digital menggunakan *smart grid*, *smart metering*, *smart contract* dan berbagai *smart technologies* lainnya. Dengan demikian, hanya solar panel yang berkinerja baik dalam sistem *blockchain* yang akan memperoleh *brand loyalty*.

“Brainstorming about potential disruptive blockchain technology”

Hasil investigasi oleh Andoni, Robu, Flynn, Abram, Geach, Jenkins, McCallum, Peacock, (2018) terhadap 140 *blockchain projects* yang dilakukan oleh perusahaan, *startups* dan berbagai institusi penelitian menunjukkan

sepertiga dari proyek *blockchain* tersebut (sekitar 33%) adalah kasus penggunaan *blockchain* untuk *decentralised energy trading* untuk *wholesale, retail and peer-to-peer (P2P) energy trading initiatives*.



Figure 7. Blockchain use case classification derived from a study on 140 blockchain initiatives in the energy sector
Sumber: Andoni, et al. (2018)

Saat ini teknologi *blockchain* belum jadi solusi revolusioner di sektor *power and utilities*, namun banyak perusahaan

besar sedang mengupayakannya untuk menjadi revolusioner, antara lain: China State Grid Corporation, yaitu *state-*

owned electricity utility monopoly, telah mengajukan aplikasi paten pada bulan November 2017 untuk mengembangkan *internet of energy* dengan menggunakan *blockchain-powered decentralized system* (Zhao, 2018); SP Group perusahaan besar penyedia transmisi gas dan listrik di Singapura telah meluncurkan *blockchain-powered renewable energy certificate (REC) marketplace*, *Skyledger* membuat *trading platform* untuk memfasilitasi masyarakat Singapura yang memproduksi dan memperdagangkan RE, the U.S. state of New York membangun *blockchain-powered microgrid* untuk masyarakat yang ingin melakukan *P2P trading* listrik yang dihasilkan oleh solar panelnya (Berman, 2018).

Menghadapi tantangan pemenuhan kebutuhan energi listrik yang meningkat eksponensial dan semakin kompleks, kedepan setiap perusahaan listrik negara perlu berkolaborasi dengan perusahaan lain, dan harus mengembangkan secara *in-house* serta mengimplementasikan solusi teknologi baru, antara lain *blockchain-powered decentralized*

system jika ingin bertahan hingga 50 tahun kedepan (Merhav, 2018) di era semakin tingginya harga *fossil fuel* karena semakin menipisnya cadangan minyak bumi dunia.

Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa optimalisasi pemanfaatan energi surya yang berlimpah di Indonesia akan bisa dimanifestasikan jika para pelaku industri dan *stakeholder* terkait dapat mengkapitalisasi faktor-faktor keberhasilan kunci untuk membangun kemandirian industri solar panel di Indonesia. Selain itu, *stakeholder* terkait perlu melaksanakan program sosialisasi, edukasi, dan penelitian secara berkesinambungan melalui berbagai saluran komunikasi guna memperoleh aspirasi dan komitmen dari masyarakat. Lebih dari itu, regulasi yang lebih berpihak pada RE daripada *fossil fuel* sehingga dapat menginsentif para pelaku industri akan memainkan peranan vital dalam akselerasi program pemberdayaan masyarakat untuk memanfaatkan energi panas matahari yang berlimpah di Indonesia.



Referensi

- Aji, T. (2017, Agustus 8). *Solar Rooftop, Solusi Penghematan Biaya Listrik yang Ramah Lingkungan*. Retrieved from icare-indonesia: <https://icare-indonesia.org/solar-panel-atap-solusi-penghematan-biaya-listrik-yang-ramah-lingkungan/>
- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., . . . Peacock, A. (2018). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Elsevier*, 143-174. doi:10.1016/j.rser.2018.10.014
- Bendeich, M. (2019, January 25). *Party is over for dirt-cheap solar panels, says China executive*. Retrieved from Reuters: <https://uk.reuters.com/article/us-davos-meeting-solar-gcl/party-is-over-for-dirt-cheap-solar-panels-says-china-executive-idUKKCN1PI2OQ>
- Berman, A. (2018, October 29). *Singapore: Major Utility Company Launches Blockchain-Based Solar Energy Marketplace*. Retrieved from cointelegraph: <https://cointelegraph.com/news/singapore-major-utility-company-launches-blockchain-based-solar-energy-marketplace>
- BPPT. (2016, Juli). *Indonesia energy outlook 2016*. Retrieved December 03, 2016, from <http://www.bppt.go.id/unduh/outlook-energi>
- BPPT. (2017, November 21). *Outlook Energi Indonesia 2017*. Retrieved from BPPT: <https://www.bppt.go.id/outlook-energi/bppt-outlook-energi-indonesia-2017>
- Bridle, R. (2018, March 28). *Will Indonesia Miss the 23 Per Cent Renewable Energy Target?* . Retrieved from IISD: <https://www.iisd.org/gsi/subsidy-watch-blog/will-indonesia-miss-23-cent-renewable-energy-target>
- British Petroleum. (2018, June). *BP Statistical Review of World Energy*. Retrieved from BP: <https://www.bp.com/content/dam/bp/en/corporate/pdf/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf>
- Dewan Energi Nasional. (2017, Januari 30). *Outlook Energi Indonesia 2016*. Retrieved from Kementerian ESDM: www.esdm.go.id
- Ditjen EBKTE ESDM. (2018, April 30). *Capaian Kinerja EBKTE Triwulan 1 2018*. Retrieved from ESDM: <http://ebtke.esdm.go.id/post/2018/04/30/1949/capaian.kinerja.ebtke.triwulan.1.2018>
- DJK ESDM. (2016). *Peluang Investasi Sektor Ketenagalistrikan 2017-2021*. Retrieved from esdm: [http://www.djk.esdm.go.id/pdf/Buku%20Peluang%20Investasi%20Ketenagalistrikan/20170531%20Peluang%20Investasi%20DJK%20KESDM%202017-2021%20\(Indonesian%20version\)%20Final.pdf](http://www.djk.esdm.go.id/pdf/Buku%20Peluang%20Investasi%20Ketenagalistrikan/20170531%20Peluang%20Investasi%20DJK%20KESDM%202017-2021%20(Indonesian%20version)%20Final.pdf)
- Dudley, D. (2018, January 13). *Renewable Energy Will Be Consistently Cheaper Than Fossil Fuels by 2020, Report Claims*. Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/sites/dominicdudley/2018/01/13/renewable-energy-cost-effective-fossil-fuels-2020/#4f23a9934ff2>
- Edwards, D. (2017, November 13). *Solar power industry using robotics and automation to achieve productivity gains*. Retrieved from roboticsandautomationnews: <https://roboticsandautomationnews.com/2017/11/13/solar-power-industry-using-robotics-and-automation-to-achieve-productivity-gains/14953/>
- Fialka, J. (2016, December 19). *Why China is dominating the solar industry*. Retrieved from ScientificAmerican: www.scientificamerican.com/article/why-china-is-dominating-the-solar-industry/
- Green Rhino Energy. (n.d.). *The Solar Value Chain: Key Success Factors*. Retrieved from greenrhinoenergy: www.greenrhinoenergy.com/solar/industry/ind_ksfs.php

- Guild, J. (2019, February 07). *Indonesia's struggle with renewable energy*. Retrieved from East Asia Forum: <http://www.eastasiaforum.org/2019/02/07/indonesias-struggle-with-renewable-energy/>
- Hong, M., & Wang, Y. (2018, March 27). *To Supercharge Chinese Renewables, Fix Their Financing*. Retrieved from World Resources Institute: <http://www.wri.org/blog/2018/03/supercharge-chinese-renewables-fix-their-financing>
- Honrubia, M. (2018, May 30). *How robots and automation are improving the renewable energy sector*. Retrieved from Ennomotive: www.ennomotive.com/robots-automation-renewable-energy/
- IESR Indonesia. (2017, April 4). *Potensi dan Peran Photovoltaic dan PV Rooftop untuk Mempercepat EBT*. Retrieved from IESR: <https://iesr.or.id/2017/04/potensi-dan-peran-photovoltaic-dan-pv-rooftop-untuk-mempercepat-ebt/>
- Indonesia Ministry of Foreign Affairs. (2016, January 8). *Climate Change*. Retrieved from kemlu: www.kemlu.go.id/en/kebijakan/isu-khusus/Pages/Climate-Change.aspx
- IRENA. (2018, January). *Renewable Power Generation Costs in 2017*. Retrieved from IRENA: www.irena.org/Newsroom/Press-releases/2018/01/17/2018-01-17-irena-renewable-power-generation-costs-in-2017
- Lee, H. L. (2004, October). *The Triple-A Supply Chain*. Retrieved from Harvard Business Review: <https://hbr.org/2004/10/the-triple-a-supply-chain>
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. [Online] New York: McGraw-Hill. Retrieved from <https://www.dawsonera.com/abstract/9780071435635>
- Lu, D. (2011). *Fundamentals of Supply Chain Management*. [Online] London: Bookboon. Retrieved from <http://bookboon.com/en/fundamentals-of-supply-chain-management-ebook>
- Martin, R. L. (2015, April 27). *Strategy Is About Both Resources and Positioning*. Retrieved from Harvard Business Review: <https://hbr.org/2015/04/strategy-is-about-both-resources-and-positioning>
- Merhav, U. (2018, September 17). *How Can Utilities Survive In The World Of Blockchain, Renewables And Consumer Choice?* Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/sites/forbessanfranciscocouncil/2018/09/17/how-can-utilities-survive-in-the-world-of-blockchain-renewables-and-consumer-choice/#7cc73f935e20>
- Monge, C. (2018, April 30). *MIT Energy Conference Explores Disruptive Solar Innovation*. Retrieved from Clean Energy Finance Forum: www.cleanenergyfinanceforum.com/2018/04/30/mit-energy-conference-explores-disruptive-solar-innovation
- Nussey, B. (2017, June 9). *What is the secret behind China's low cost solar panels?* Retrieved from Freeingenergy: www.freeingenergy.com/what-is-the-secret-behind-chinas-low-cost-solar-panels/
- Pickerel, K. (2016, May 25). *Trending now: Vertical integration competition heating up*. Retrieved from Solar Power World: <https://www.solarpowerworldonline.com/2016/05/trending-now-vertical-integration-competition-heating/>
- Reeves, M., & Deimler, M. (2011, July - August). *Adaptability: The New Competitive Advantage*. Retrieved from Harvard Business Review: <https://hbr.org/2011/07/adaptability-the-new-competitive-advantage>
- Reynolds, A. (2013, January 13). *Future not bright for solar panel supply chain*. Retrieved from CIPS: www.cips.org/supply-management/news/2013/january/future-not-bright-for-solar-panel-supply-chain/
- Roberts, D. (2017, November 21). *New global survey reveals that everyone loves*

green energy - especially the Chinese. Retrieved from vox: www.vox.com/energy-and-environment/2017/11/20/16678350/global-support-clean-energy

Roberts, D. (2018, October 11). *Utilities have a problem: the public wants 100% renewable energy, and quick*. Retrieved from vox: www.vox.com/platform/amp/energy-and-environment/2018/9/14/17853884/utilities-renewable-energy-100-percent-public-opinion

Satrianegara, R. (2018a, April 28). *Butuh Dukungan OJK untuk Pendanaan Proyek Energi Terbaharukan*. Retrieved from CNBC Indonesia: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180428111154-4-12878/butuh-dukungan-ojk-untuk-pendanaan-proyek-energi-terbaharukan>

Satrianegara, R. (2018b, April 24). *Investasi Energi Baru Capai US\$ 294 Juta di Kuartal I-2018*. Retrieved from CNBC Indonesia: <https://www.cnbcindonesia.com/news/20180424135100-4-12256/investasi-energi-baru-capai-us--294-juta-di-kuartal-i-2018>

Spaen, B. (2018, January 17). *In 2 years, renewables will be cheaper than fossil fuels*. Retrieved from World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/renewables-will-be-equal-or-cheaper-than-fossil-fuels-by-2020-according-to-research>

The Jakarta Post. (2019, January 2019). *Government lowers investment target in renewable energy*. Retrieved from The Jakarta Post: <https://www.thejakartapost.com/news/2019/01/09/government-lowers-investment-target-in-renewable-energy.html>

Woodmackenzie. (2017, June). *Indonesia power and renewable markets long-term outlook 2017*. Retrieved from Woodmackenzie: www.woodmac.com

Woodmackenzie. (2018, December 07). *Indonesia power and renewable markets H2 2018 summary*. Retrieved from Woodmac: <https://my.woodmac.com/reports/power-markets-indonesia-power-and-renewable-markets-h2-2018-summary-37353?contentId=37353&source=20>

Zhao, W. (2018, April 10). *China's State Electricity Firm Eyes Blockchain for Internet of Energy*. Retrieved from Coindesk: <https://www.coindesk.com/chinas-state-electricity-firm-eyes-blockchain-to-decentralize-data-sharing>



PETUNJUK LAYANAN INFORMASI “SIPERDANA” ON-LINE DPLK TUGU MANDIRI

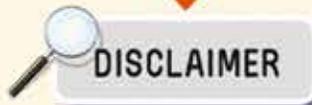
<http://www.siperdana.tugumandiri.com>



Lupa password? Hubungi Halo Tugu Mandiri



email : dplktm@tugumandiri.com



klik **SETUJU**

INFO SALDO



LOG OUT





Domestic Energy Resources

**Alternatif Sumber Energi Nasional Abad Milenial Teknologi
Proses Gasifikasi *Biomass to Biofuel* Menggunakan *Solar
Energy***

Ika Dyah Widharyanti, S.T, MS. Dosen Teknik Kimia Universitas Pertamina

Produk biomass seperti biofuel cair merupakan salah satu solusi teknologi yang tersedia untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari transportasi. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target jangka pendek untuk memiliki sekitar 5% bahan bakar kendaraan di Indonesia berasal dari biomasa. Kebijakan tersebut, telah mendorong serangkaian penelitian dan pengembangan teknologi *biofuel*. Indonesia yang dikenal sebagai negara agraris memiliki kekayaan alam sektor agraris yang melimpah dan merupakan salah satu sumber dari biomasa generasi pertama. Apa yang disebut sebagai biomasa generasi pertama pada dasarnya didasarkan pada bahan makanan seperti gula, pati, dan minyak. Tanaman membutuhkan pupuk, pestisida, dan mesin, dan memicu emisi nitro oksida.

Selain etanol berbasis tebu, mereka menawarkan pengurangan marjinal terbaik emisi gas rumah kaca dibandingkan dengan mobil diesel. Namun, tantangan utama dari *biofuel* generasi pertama adalah bersaing dengan produksi makanan untuk lahan pertanian dan air yang langka. Karena itu jumlah biofuel yang dapat diproduksi dari sumber-sumber tersebut terbatas. Konversi ekosistem alami menjadi lahan pertanian menghasilkan emisi GRK yang substansial. Disebut *biofuel* generasi kedua didasarkan pada biomasa lignoselulosa dari pohon dan rumput yang dapat ditanam di lahan yang lebih marginal dengan input yang lebih rendah air, pupuk, dan penggunaan mesin. Lignoselulosa merupakan karbohidrat yang lebih kompleks dan membutuhkan lebih banyak bahan kimia dan memerlukan lebih banyak energi untuk diubah menjadi cairan bahan bakar. Biomassa generasi kedua menggunakan energi dalam biomasa untuk mendorong proses konversi, dengan efisiensi energi sekitar 50%.

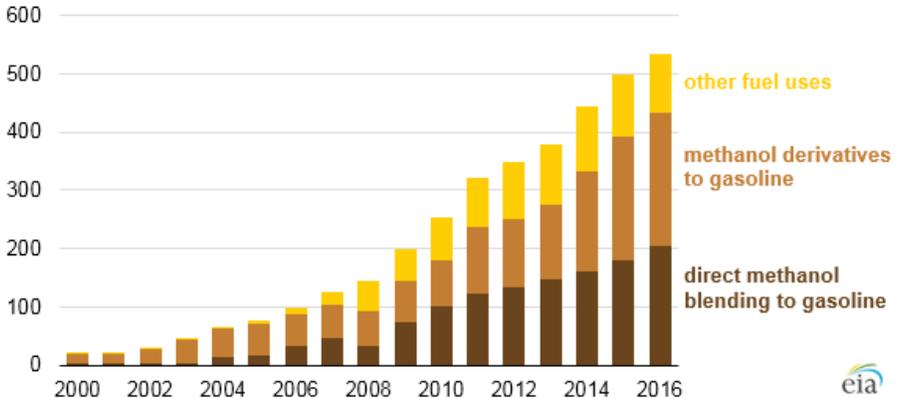
Masalah umum dari *biofuel* adalah rendahnya efisiensi konversi energi surya melalui fotosintesis. Hasil tertinggi bisa diperoleh dari tebu tropis dan perkebunan kayu putih, dan mereka mewakili efisiensi pada angka 1%. Untuk generasi selanjutnya dari konsep biomasa, yaitu biomasa generasi ke 3 dimana energi yang dibutuhkan untuk proses konversi ke biofuel diperoleh dari energi panas matahari (*solar heat*). Panas matahari dapat ditangkap dan disimpan dengan efisiensi yang jauh lebih tinggi. Ini berarti, pada Intinya, menggunakan biomasa sebagai sumber karbon untuk menghasilkan *biofuel* secara lebih mudah, dengan memperoleh sebagian besar energi langsung dari matahari. Selain matahari, alternatif lain seperti fisi nuklir atau sumber panas lainnya bisa digunakan sebagai sumber energi.

Dalam tulisan ini, akan disajikan desain potensial dari produksi *biomass to biofuel* generasi ketiga. Konsep desain secara umum didasarkan pada gasifikasi uap biomasa. Panas untuk gasifikasi disediakan oleh menara konsentrat surya (*solar concentrating tower*). Produk biofuel disini adalah metanol, yang dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar transportasi atau sebagai input untuk DME dan sintesis FT-diesel. Kenapa methanol? Karena bahan bakar metanol memiliki nilai oktan yang tinggi, *less flammable* sehingga lebih aman, meskipun nilai kalorinya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan bensin/*gasoline*, tapi keduanya bisa di *blend* untuk memadukan kualitasnya.

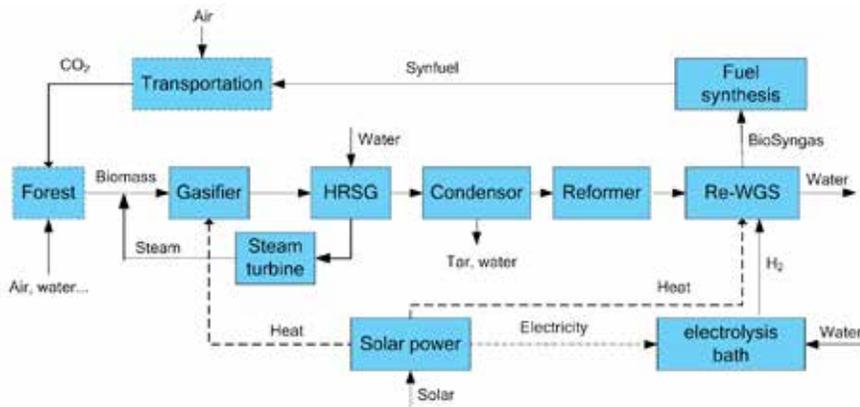
Bahan bakar methanol ini juga sudah banyak digunakan dan terus akan berkembang khususnya untuk *internal combustion engine* pada umumnya dan pada mesin mobil balap karena kualitasnya oktan dan faktor *safety* yang bagus. Sebagai perbandingan, disajikan produksi konvensional metanol yang hanya menggunakan biomasa sebagai sumber energi (generasi ke-2) dan

produksi *synthetic fuel methanol* menggunakan batubara sebagai sumber karbon dan energi, dimana untuk kedua *alternatif* akan di tambahkan *CO₂ capture and storage* untuk produksi karbon berlebih selama proses. Dalam hal ini akan dievaluasi persyaratan penggunaan lahan, efisiensi sumber daya, dan persyaratan modal pengembangan sistem, namun bukan *full life-cycle assessment*.

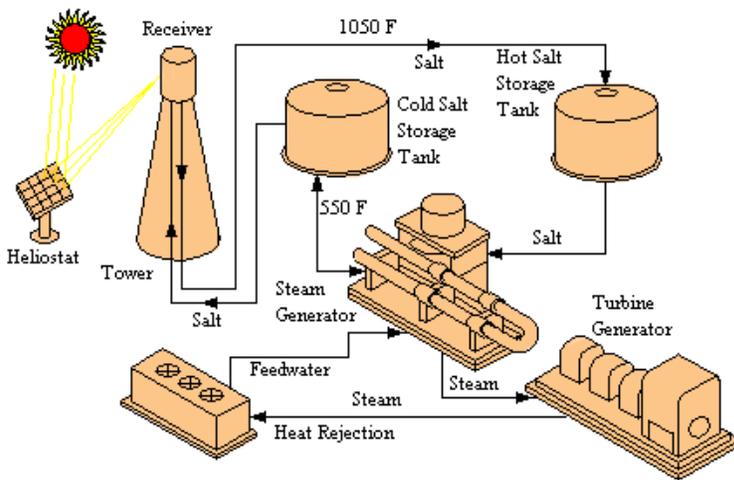
China methanol consumption in fuel products thousand barrels per day



Gambar 1 – Perkembangan penggunaan bahan bakar dari methanol untuk mesin kendaraan di China menunjukkan peningkatan yang terus signifikan. (Sumber: EIA.gov)



Gambar 2 - Skenario I: Sintesis *synfuel* (*biofuel: methanol*) melalui *solar-driven biomass gasification*.



Gambar 3 – Concentrating solar power plant dengan solar tower pada posisi center untuk menerima hasil refleksi energi dari heliostat-heliostat disekitarnya. (Sumber: seia.org)

Berdasarkan gambar 2 dan 3 terlihat *solar power* berasal dari menara tenaga surya yang menghasilkan listrik dari sinar matahari dengan cara memfokuskan radiasi matahari terkonsentrasi pada menara yang disana juga dipasang alat penukar panas. Sistem ini menggunakan ratusan hingga ribuan cermin pelacakan matahari disebut *heliostats* yang berfungsi untuk merefleksikan energi surya yang masuk ke dalam *receiver*. Piring matahari konsentrator dapat mencapai suhu lebih dari 1500 °C.

Dalam menara tenaga surya, *liquid molten salt* dipompa dari

tangki penyimpanan “dingin” melalui penerima dimana ini akan dipanaskan dan kemudian dialirkan ke tangki penyimpanan “panas” sebagai *hot molten salt*. Panas dari *hot molten salt* ini dapat dipompa ke unit lain, seperti sistem pembangkit uap yang menghasilkan uap super panas untuk turbin siklus Rankine konvensional/sistem generator atau jaket reaktor kimia menyediakan panas reaksi, misalkan ke gasifier uap biomasa. *Molten salt* tersebut kemudian dikembalikan ke tangka penyimpanan “dingin” untuk akhirnya dipanaskan kembali di *heat exchanger* dan proses seterusnya akan berulang.

Gasifikasi biomasa membutuhkan suhu lebih dari 700 °C, dan untuk menghasilkan kinetika yang baik, suhu dapat mencapai 900 °C. Terdapat beberapa pilihan *heat transfer and storage (molten salt)*, misalnya *molten-nitrat-salt heat storage and transfer medium system* dimana *molten* temperaturnya berkisar dari 290 hingga 565 °C, kemudian bisa juga dipakai logam cair, seperti merkuri, berpotensi digunakan hingga 2000 °C. Disini juga terdapat tantangan yang signifikan seperti isu toksisitas dan reaktivitas bahan *molten salt* itu sendiri, namun dengan adanya inovasi dalam teknologi transportasi panas, kapasitas panas yang tinggi dan titik didih yang tinggi dari *molten salt* sehingga sistem ini dapat menjadi layak.

Sebelumnya telah terdapat penelitian yang mengusulkan untuk menggunakan hidrogen matahari dari fotovoltaik untuk menyediakan energi untuk mengkonversi biomasa menjadi *biofuel* cair. Perhitungan mereka menunjukkan pengurangan penggunaan lahan yang dibutuhkan sebesar 60%, sebagai hasilnya, jumlah *biofuel* yang dapat diproduksi akan jauh lebih besar. Kerugian dengan konsep ini adalah produksi elektrolit hidrogen masih sangat mahal dan tidak efisien.

Penggunaan sumber listrik yang terputus-putus seperti PV-solar membuatnya lebih mahal untuk diterapkan. Panas matahari, di sisi lain, lebih banyak dan mudah diproduksi serta dapat disimpan dalam semalam sehingga proses konversi biomasa dapat beroperasi sepanjang waktu, dan dengan biaya modal yang relatif lebih rendah.

Disini kita akan mengetahui bersama keunggulan dari teknologi proses konversi *biomass to biofuel* menggunakan *solar-driven biofuel* yang dimodelkan pada skenario I (Gambar 2), dibandingkan dengan konversi tradisional biomasa menjadi *biofuel* pada skenario II (Gambar 4) dan konversi batubara menjadi skenario III (Gambar 5), dimana dalam ketiga skenario ini proses konversi utama menggunakan proses gasifikasi. Model skenario didasarkan pada teknologi industri saat ini dan eksperimental dari literatur. Disini kita akan membandingkan nilai efisiensi konversi energi, produktivitas sumber daya, penggunaan lahan untuk pertumbuhan biomassa dan pembangkitan energi matahari, emisi CO₂, serta total kebutuhan modal dan indikasi biaya bahan bakar.



Penjelasan tiga skema skenario pembuatan Bahan Bakar Sintetis (Methanol)

Skenario I: Sintesis Syntfuel (Metanol) melalui Solar Driven Biomass Gasification.

Enam bagian utama dalam Skenario I: *steam gasifier*, *reverse water gas shift (Re-WGS)*, *sintesis hidrokarbon*, *heat recovery and steam generation (HRST)*, dan *solar power system*. *Flowsheet* skenario I ditunjukkan pada Gambar 1. Transfer panas suhu tinggi dari konzentrador surya ke *gasifier*. *Syngas* panas dari *gasifier* didinginkan dan dibersihkan untuk menghilangkan air, partikel, tar, dan sebagainya, kemudian dikompres ke *reformer (methane reforming)* dan kemudian re-WGS reactor. H₂ tambahan dari elektrolisis air yang digerakkan oleh tenaga surya dimasukkan ke dalam reaktor shift untuk mengubah CO₂ menjadi CO dan menyesuaikan rasio H₂ / CO untuk memenuhi kebutuhan produksi bahan bakar *syntfuel*. Uap yang dihasilkan oleh *heat recovery steam generation (HRSG)* dapat digunakan untuk gasifikasi.

Skenario II: Sintesis Syntfuel (Metanol) melalui Biomass Fired Biomass Gasification dipadukan dengan CO₂ Capture.

Skenario II adalah proses *biofuel* konvensional dengan gasifikasi biomasa, tetapi dengan potensi untuk menambah penangkapan dan kompresi CO₂ (Gambar 4), sebagai sistem *recovery* energi karbon-negatif. Delapan bagian utama skenario ini termasuk: *steam gasifier*, *combustor*, *reformer*, *water gas shift (WGS)*, *CO₂ capture and compression*, *sintesis biofuel*, *heat recovery and steam generation (HRST)*, dan turbin uap. *Char*

dihasilkan dari gasifier dibakar untuk menghasilkan panas gasifikasi.

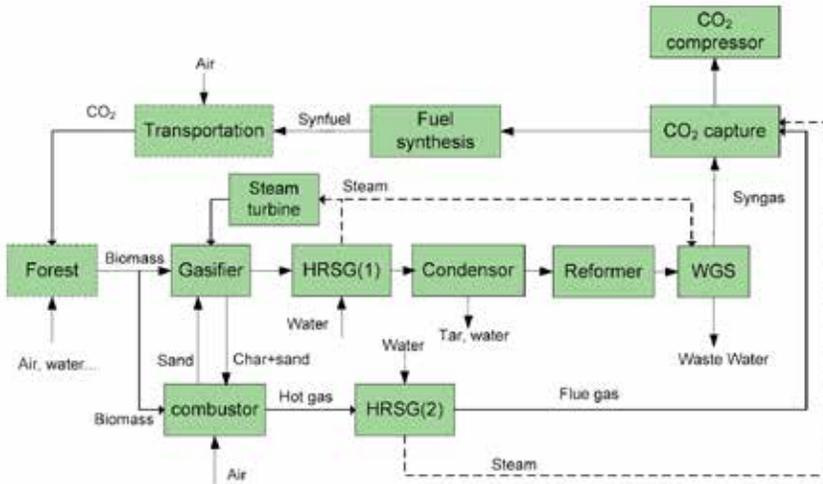
Pada prinsipnya, bahan bakar lain seperti gas alam dapat dimasukkan ke dalam ruang bakar jika terjadi kekurangan *char* tersebut. Disini, biomasa tambahan juga sering dibutuhkan sebagai bahan bakar tambahan untuk menyediakan panas bagi gasifikasi dengan pembakaran. CO₂ dalam *syngas* dari *gasifier* dan gas buang dari *combustor* diserap menggunakan teknologi *amine-based CO₂ capture*. Uap dihasilkan dengan memulihkan panas dari *syngas* dan gas buang, serta reaksi sintesis bahan bakar cair. Listrik untuk memberi tekanan pada *syngas* sebelum bahan bakar sintesis dan mengompresi CO₂ hingga 200 bar untuk transportasi CO₂ dan penyimpanan sebagian dihasilkan oleh turbin uap yang ditunjukkan pada Gambar 4, sebagian oleh pembangkit listrik biomasa dengan efisiensi 43%.

Skenario III: Sintesis Syntfuel melalui Coal Gasification dipadukan dengan CO₂ Capture.

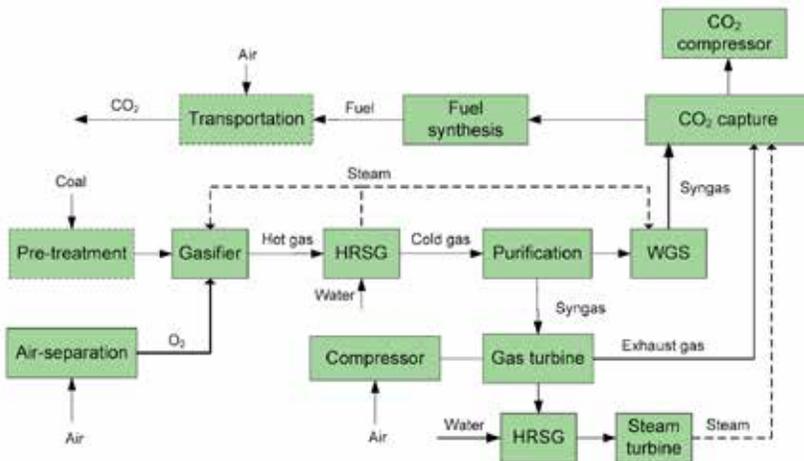
Flowsheet dari gasifikasi batubara ini disimulasikan berdasarkan *shell entrained flow gasifier*. Tujuh bagian utama dalam skenario ini: *gasifier*, *water gas shift*, *CO₂ capture and compression*, sintesis bahan bakar cair, *heat recovery and steam generation (HRST)*, dan turbin uap (Gambar 5). *Reagent* dari gasifikasi ini adalah oksigen dan uap yang dihasilkan dari HRSG di dimana *syngas* panas (1450 °C) memanaskan air ketel. Dimana tekanan di gasifier adalah 25 bar.

Syngas panas dari gasifier didinginkan hingga 280 °C dan ditekan ke 9.52 bar sebelum dimasukkan ke dalam reaktor water gas shift. CO₂ dalam syngas dari reaktor WGS dan dalam gas buang dari turbin gas diserap menggunakan metode amine-based. Total panas dan listrik yang dibutuhkan oleh sistem secara keseluruhan adalah

dari unit HRSG, turbin gas, dan turbin uap, yang artinya pemanfaatan energi telah terintegrasi pada proses produksi syngas ini. Konsumsi listrik dari unit oksigen kriogenik berskala besar adalah sekitar 380 KWh/ton O₂ (4).



Gambar 4 - Skenario II: Sintesis Syngas melalui biomass-fired biomass gasification.



Gambar 5 - Skenario III: Sintesis Syngas melalui coal gasification.

Parameter-parameter yang harus diperhatikan

Tahap selanjutnya yang perlu diperhatikan setelah menyusun process flow diagram serta neraca masa dan energi kemudian menyesuaikan dengan parameter operasional untuk pengoptimasi sumber bahan baku energi dengan utilisasi dari energi yang dihasilkan pada keseluruhan sistem. Parameter-parameter yang perlu diperhatikan ialah sebagai berikut.

$$\Delta H_{f, \text{biomass}}^0 = -\Delta H_{\text{HHV}}^0 + \alpha \Delta H_{f, \text{CO}_2}^0 + \frac{\beta}{2} \Delta H_{f, \text{H}_2\text{O}(l)}^0 + \varepsilon \Delta H_{f, \text{SO}_2}^0 \quad (1)$$

Dalam persamaan 1, α , β , dan ε , adalah kandungan molar karbon, hidrogen, dan sulfur dalam biomassa. Nilai ΔH_f^0 CO₂, H₂O(g), dan SO₂ dapat diperoleh dari banyak literatur.

(2) Permodelan system Steam Gasification Biomassa.

(3) Permodelan Proses Reverse Water Gas Shift.

Skenario I, untuk menghindari produk CO₂, reaksi *reverse watergas shift* (Re-WGS) dirancang untuk bereaksi H₂ dan CO₂ untuk membentuk CO and H₂O. Dalam Re-WGS berlangsung reaksi *endotermik*, dan panas tambahan diperlukan untuk mendapatkan tingkat konversi yang tinggi. Proses Re-WGS disimulasikan berdasarkan model keseimbangan, dan suhu reaktor dan tekanan diasumsikan pada 300 °C dan 10 bar.

(4) Simulasi Sintesis Syntfuel.

Sintesis *methanol* adalah reaksi eksotermik yang sering dilakukan pada katalis berbasis Cu (seperti CuO / ZnO / Al₂O₃), pada 220-260 °C, 20-40 bar, dalam reaktor *packed bed*. Untuk mengatasi laju konversi yang rendah, bagian dari gas yang tidak

(1)Estimasi nilai Standard Enthalpy of Formation ΔH_f^0 dari Biomassa.

The ΔH_f^0 dari biomasa penting untuk mensimulasikan proses gasifikasi biomasa. Disini digunakan persamaan 1 untuk menghitung ΔH_f^0 dari biomasa berdasarkan korelasi Nilai Pemanasan Tinggi (HHV) dan reaksi pembakaran biomassa.

bereaksi didaur ulang setelah dipisahkan dari aliran produk metanol. Reaktor metanol diasumsikan sebagai reaktor kesetimbangan isotermal berdasarkan pendekatan *stoichmetric*; persamaan *Soave-Redlich-Kwong* digunakan untuk menggambarkan sifat termodinamika dalam proses ini.

(5) Luas area yang dibutuhkan untuk Heliostat.

(6) Estimasi luas area yang dibutuhkan untuk pertumbuhan Biomassa.

(7) Estimasi biaya yang dibutuhkan.

Biaya modal untuk sistem itu diperkirakan menggunakan kosiderasi kapasitas yang diperhitungkan dan estimasi berbasis peralatan yang digunakan. Biaya modal perkiraan sistem tenaga surya didasarkan pada literatur (2). Data bahan bakar, biaya penyimpanan CO₂, dan IRR didasarkan pada literatur (7).

(8) Analisis bahan baku biomassa dan batu bara (coal) yang digunakan.

Analisa utama dari pelet biomasa yang digunakan adalah 50,7% berat C, 42,4% berat O, 6,9% berat H, dan sisanya adalah N. kadar air 7,5% berat, kadar abu adalah 0,39 mf%, dan nilai kalornya adalah 18,86 MJ/kg pelet mentah. Kepadatan masal adalah 688 kg/m³. Komposisi batubara bubuk diumpankan ke gasifier dalam skenario III adalah 8.17% berat O₂, 1,48% berat N₂, 5,35% berat H₂, 5,94% berat H₂O, 75,73% berat C, 2,98 wt% S dan kontaminan lainnya. Konsumsi energi untuk pre-treatment biomassa dan membuat bahan baku bubuk batu bara-air dalam hal ini tidak ikut diperhitungkan.

Hasil Analisa dari ketiga skenario sintesis *Synfuel*.

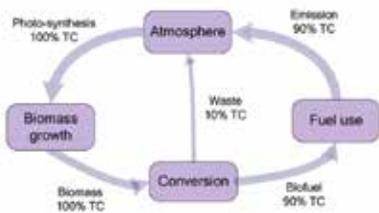
Hasil simulasi dari ketiga skenario konfigurasi di atas akan dianalisis untuk menentukan efisiensi konversi bahan baku menjadi produk bahan bakar, penggunaan lahan untuk pertumbuhan biomassa dan energi surya, emisi CO₂, serta konsumsi listrik, dan investasi *heliostat* surya, meliputi juga total kebutuhan modal untuk setiap skenario.

Summary analisis dari ketiga skenario disajikan pada tabel 1. Untuk perhitungan produktivitas bahan bakar dan luas lahan yang dibutuhkan, input energi diasumsikan disediakan oleh energi matahari, CHP biomassa, dan CHP batubara masing-masing dalam skenario I, II, dan III. Keseimbangan siklus atmosfer CO₂ menunjukkan bahwa skenario II menghasilkan penghilangan bersih dari atmosfer 117 g CO₂ per MJ bahan bakar yang dihasilkan, sementara skenario III menghasilkan penambahan bersih 93 g CO₂/MJ ke atmosfer. Sebagai perbandingan, pembakaran bensin menghasilkan 69,2 g CO₂/MJ.

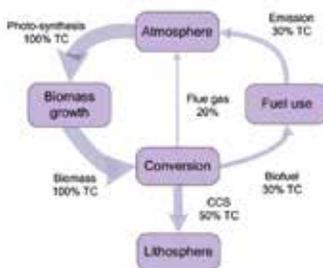
TABLE 1. Estimation Results of Three Scenarios with CO₂ Capture and Compression

	Scenario I	Scenario II	Scenario III
technical characteristics			
energy conversion efficiency (%)	60.9	42.0	36.5
fuel productivity (kg fuel/100 kg resource)	121.0	39.9	62.2
land area for biomass growth (m ² /ton fuel/yr) ^a	331	1003	0
land area for solar energy collection (m ² /ton fuel/yr)	51.5	0	0
fuel cycle atmospheric CO ₂ balance (gC/MJfuel)	0	-32	25
cost estimate (2001\$/GJ)			
capital charge	4.0	2.0	2.9
O&M	1.0	0.5	0.7
fuel cost	2.5	8.8	3.8
CO ₂ handling cost	0.0	0.8	0.9
CO ₂ charge (@ \$100/tC)	0.0	-3.2	2.5
total	7.5	8.9	10.8
^a Assuming a yield of 2.5 kg/m ² y.			

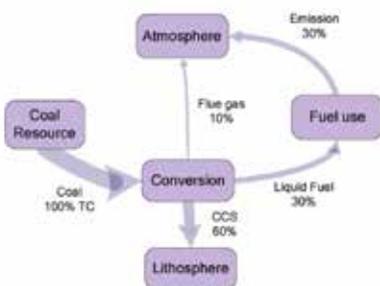
Tabel 1 – Estimasi hasil analisa dari ketiga skenario dengan pemakaian CO₂ capture and compression



(a) Scenario I: Solar-driven biomass gasification



(b) Scenario II: Biomass-fired biomass gasification



(c) Scenario III: Coal gasification

Gambar 6 – Aliran Carbon yang terjadi pada ketiga skenario sintesis *synfuel* (*metanol*).

(TC: Total Carbon)

Pada gambar 6a, b, dan c dapat terlihat aliran karbon dari tiga skenario. Dalam skenario I, sedikit CO₂ yang diproduksi selama proses sehingga penangkapan CO₂ tidak diperlukan. Sembilan puluh persen dari total karbon dari biomasa dikonversi menjadi *biofuel* dan diemisikan ke atmosfer setelah digunakan sebagai bahan bakar transportasi. Sepuluh persen karbon dioksidasi dan dilepaskan ke lingkungan. Proses ini merupakan karbon netral.

Dalam skenario II, 30% dari biomasa digunakan untuk menyediakan panas untuk gasifikasi biomasa dan 20% digunakan untuk menghasilkan listrik dan panas untuk proses dan penangkapan dan kompresi CO₂. Hanya 30% dari total karbon dari bahan baku biomasa

dikonversi menjadi bahan bakar. Lima puluh persen dari total karbon disimpan dalam formasi geologi. Hasilnya adalah proses karbon negatif, mengeluarkan CO₂ dari atmosfer. Dalam Skenario III, 60% dari total karbon dari sumber daya batubara ditangkap dan disimpan secara geologis, dan 30% dari total karbon dikonversi untuk mengangkut bahan bakar dan kemudian dilepaskan ke atmosfer setelah pemanfaatan.

Dari analisis di atas, kita dapat melihat bahwa skenario I akan menjadi pilihan yang baik untuk menyelesaikan dua pertanyaan global: satu adalah untuk mengurangi penggunaan lahan untuk menumbuhkan biomasa untuk sumber daya energi, yang lain adalah untuk menghindari potensi masalah

jangka panjang yang disebabkan oleh isu *geological storage* CO₂.

Perkiraan biaya pada tabel 1 menunjukkan bahwa skenario I memiliki biaya modal yang jauh lebih tinggi, tetapi ini lebih dari diimbangi dengan biaya bahan bakar yang lebih rendah. Biaya bahan bakar termasuk biaya utilitas (skenario II) dan kredit (skenario III). Ada ketidakpastian substansial yang terkait dengan perkiraan biaya pada umumnya dan untuk teknologi baru pada khususnya, sehingga kisaran biaya untuk skenario tumpang tindih. Ada yang bisa dibilang kovarians besar dalam biaya modal di antara tiga desain, tetapi risiko teknologi untuk panas matahari lebih rendah dibandingkan dengan CCS *plant*. Biaya biomassa yang lebih tinggi akan mendukung Skenario III > Skenario I > Skenario II. Harga CO₂ yang lebih tinggi akan menguntungkan

Skenario II > Skenario I > Skenario III. Skenario I lebih disukai dengan harga CO₂ menengah. Serta dengan skenario I dapat mengurangi penggunaan lahan dengan nilai signifikan.

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa pada skenario I menawarkan banyak keuntungan untuk konversi *biomassa to biofuel* dalam hal ini metanol. Dari nilai efisiensi konversi karbon yang tinggi sampai penghematan penggunaan area lahan yang dipakai selama proses. Bahan baku sumber energi ini yang berupa biomassa (dari generasi pertama sampai dengan ketiga) dan energi surya yang ketersediaannya sangat melimpah di Indonesia, serta ketersediaan teknologi dan sumber daya manusia yang potensial di Indonesia, adalah faktor utama untuk realisasi sistem ini.



Referensi

Eia.gov

Solarpaces.org

Agrawal, R. Sustainable fuel for the transportation sector. Proc. Nat. acad. Sci. USA. 2007.

IPCC. Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage.

Cambridge University Press: New York, 2005.

Doctor, R.D., Life-cycle analysis of a shell gasification-based multi-product system with CO₂ recovery, Argonne National Laboratory, 2001.

Van Dyk, J. C. A syngas production from south African coal sources using sasol-lurgi gasifiers. 2006.

Larson, E.D., Fuels and electricity from biomass with CO₂ capture and storage. 2006.



HIGH GRADE
DIESEL FUEL

EURO 3 **LESS** 
SULFUR

Pertamina Dex adalah bahan bakar diesel **berkualitas tinggi** dengan kandungan sulfur **terendah** di kelasnya yang sejajar dengan bahan bakar diesel premium kelas dunia.

Hadirkan **performa lebih bertenaga** serta **proteksi ekstra awet** bagi mesin kendaraan diesel modern Anda sekarang juga!

Gunakan Pertamina Dex untuk ketangguhan berkendara.



 [pertamaxind](https://www.facebook.com/pertamaxind)

 [@pertamaxind](https://twitter.com/pertamaxind)

Kajian Penggunaan *City Gas* sebagai Bahan Bakar untuk *Domestic Fuel Cell* **Studi Kasus di Jepang**

Eduardus Budi Nursanto, Ph.D

Program Studi Teknik Kimia, Universitas
Pertamina, Simprug, Jakarta Selatan,
Indonesia 12220



I. Pendahuluan

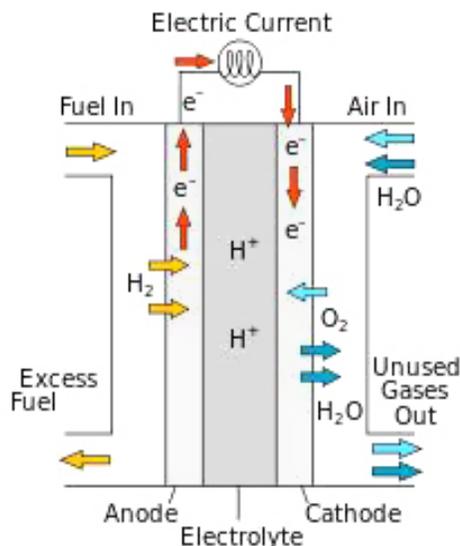
Penggunaan bahan bakar fosil selain untuk pembangkit listrik juga digunakan sebagai bahan bakar boiler untuk pemanas ruangan. Di negara yang memiliki 4 musim, kebutuhan penggunaan bahan bakar fosil meningkat drastis pada saat musim dingin yang nantinya juga akan mengakibatkan peningkatan emisi CO₂. Salah satu bahan bakar fosil yang banyak digunakan saat ini untuk bahan bakar boiler pemanas ruangan adalah *city gas*. *City gas* memiliki keunggulan sebagai energi yang aman, praktis dan hemat serta ramah lingkungan. Sifat gas yang memiliki berat lebih ringan daripada udara membuatnya lebih cepat menguap, sehingga resiko bahaya kebocoran bisa diminimalisasi.

Untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan bakar fosil, salah satu alternatif yang sudah teruji adalah menggunakan teknologi *fuel cell*. *Fuel cell* merupakan sel elektrokimia yang mengubah energi kimia dari bahan bakar menjadi energi listrik dengan menghasilkan air dan energi panas sebagai hasil sampingnya, dan sangat rendah emisi (Gambar 1).

Pada saat beroperasi, *fuel cell* selain menghasilkan listrik juga akan menghasilkan panas.

Panas yang dihasilkan dari dari *fuel cell* bisa digunakan untuk sistem pemanas, sistem *fuel cell* tersebut dinamakan *combined heat and power* (CHP). *Fuel cell* menggunakan gas hidrogen sebagai bahan bakarnya. *Fuel cell* juga bisa menggunakan bahan bakar lain seperti *methanol* dan asam formiat/*formic acid*. Untuk menghasilkan H₂, H₂ bisa didapatkan dari proses elektrolisis air atau dengan menggunakan proses reforming bahan bakar fosil.

Saat ini, efisiensi sintesis H₂ dari proses elektrolisis air masih rendah, sehingga proses *reforming* masih dominan. Bahan bakar fosil yang biasa digunakan dalam proses *reforming* adalah *city gas*, *liquid petroleum gas* (LPG), biogas, batu bara dan *naphta*.



Gambar 1. Sistem Fuel Cell

Fuel cell dapat diklasifikasikan berdasarkan kapasitas energi listrik. Beberapa jenis dari *fuel cell* adalah MCFC (*Molten Carbonate Fuel Cell*), PAFC (*Phosphoric Acid Fuel Cell*), SOFC (*Solid Oxide Fuel Cell*) dan PEMFC (*Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell*). Tabel 1 menunjukkan spesifikasi dari masing-masing *fuel cell*.

Tabel 1. Klasifikasi *Fuel Cell*

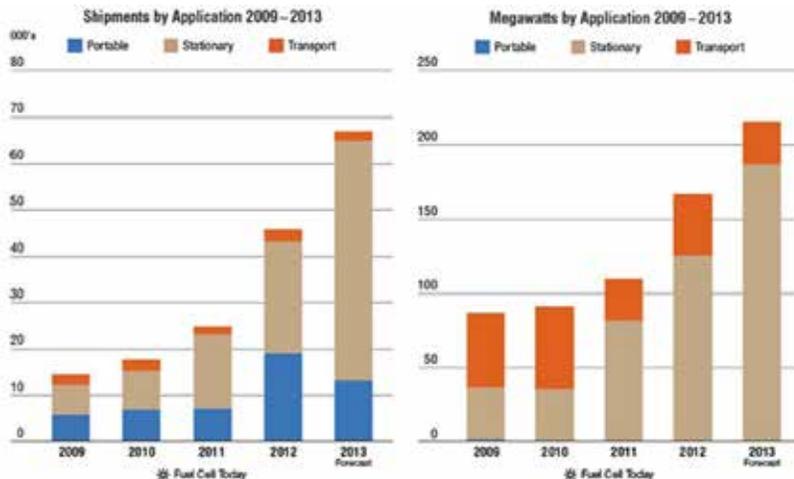
Power range	MW class	Sub-MW class	Micro CHP		
FC type	MCFC	PAFC	SOFC	PEMFC	SOFC
Electrical capacity	300 kW–2.8 MW	400 kW	up to 200 kW	<10 kW	
Operating temperature (°C)	600–700	160–220	700–1000	60–80°	700–1000
Electrolyte	Li ₂ CO ₃ /K ₂ CO ₃ materials stabilized in an alumina based matrix	100% phosphoric acid stabilized in an SiC based matrix	ZrO ₂ supported ceramic electrolytes	Polymer membrane Nafion®/ PF ^e	ZrO ₂ supported ceramic electrolytes
Typical application	Utilities, large universities, industrial base-load	Commercial buildings-base-load	Commercial buildings-base-load	Residential and small commercial	
Fuel source	Natural gas, biogas, others	Natural gas	Natural gas	Natural gas	
Fuel compatibility	H ₂ , CH ₄ (internal reformer)	H ₂ (external reformer)	H ₂ , CH ₄ , CO (internal reformer)	H ₂ , methanol or ethanol (external-reformers)	H ₂ , CH ₄ , CO (internal reformer)
Oxidant	O ₂ /CO ₂ /air	O ₂ /air	O ₂ /air	O ₂ /air	
Advantages	High efficiency, scalable, fuel flexible	High cogeneration efficiency	High efficiency	Systems availability > 97%	
Electrical efficiency	43–47%	40–42%	50–60%	25–35%	45–55%
CHP efficiency	85%	85–90%	90%	87–90%	90%
CHP applications	Steam, hot water, chilling and bottoming cycles	Hot water, chilling	Depends on technology used	Suitable for facility heating	
Primary contamination sensitivities	Sulphur	CO < 1%, and sulphur	Sulphur	CO < 10 ppm ^e , CO < 5%, sulphur and NH ₃	Sulphur

II. Domestic *Fuel Cell* di Jepang

Saat ini permintaan pasar terhadap *fuel cell* masih cukup tinggi, ditunjukkan dengan jumlah pengiriman *fuel cell* dan peningkatan pembangkitan energi listrik dari *fuel cell* (gambar 2). Penggunaan *fuel cell* paling banyak digunakan dalam bentuk *stationery* atau pembangkit listrik statis.

Pembangkit listrik statis yang dimaksud di sini adalah *fuel cell* dipasang di suatu tempat untuk membangkitkan energi listrik. Kapasitas energi listrik yang dapat dibangkitkan berkisar antara 0,5 sampai dengan 400 kW. Salah satu penggunaan *fuel cell* sebagai pembangkit listrik statis adalah di *domestic fuel cell*.

Dalam hal ini yang dimaksud adalah penggunaannya sebagai pembangkit listrik untuk rumah atau suatu industri jasa yang membutuhkan banyak energi panas seperti hotel atau rumah sakit.

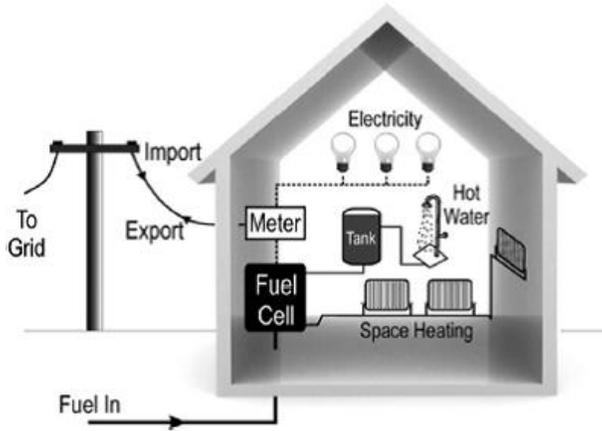


Gambar 2. Penggunaan Teknologi *Fuel Cell*

Domestic fuel cell telah menerapkan sistem CHP (*combined heat and power*) dimana energi panas dan energi listrik dibangkitkan bersamaan dari satu sumber bahan bakar. Bahan bakar disalurkan ke dalam sistem pembangkit energi listrik dan panas, di dalam sistem ini kita menggunakan *fuel cell*.

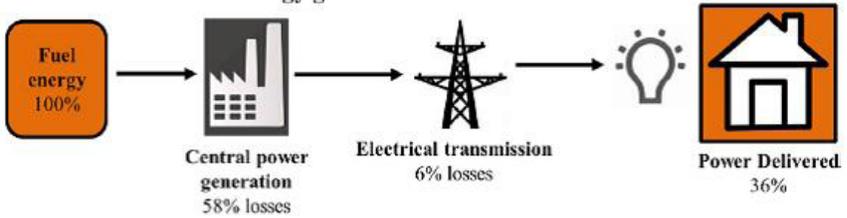
Listrik yang dihasilkan dari *fuel cell* selain digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik, juga dapat disalurkan ke dalam sistem *grid* listrik apabila mengalami kelebihan pasokan listrik (gambar 3). Energi panas yang dihasilkan dari pembangkitan energi listrik, akan dimanfaatkan untuk sistem pemanas ruangan atau sistem pemanas air.

Dari segi pembangkitan energi listrik, *domestic fuel cell* lebih baik dalam mengurangi energi listrik yang hilang dibandingkan dengan energi listrik yang didapatkan dari distribusi jaringan listrik (gambar 4).

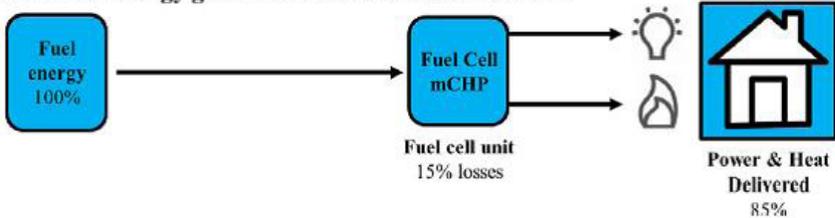


Gambar 3. Sistem Fuel Cell di Rumah

Conventional centralised energy generation



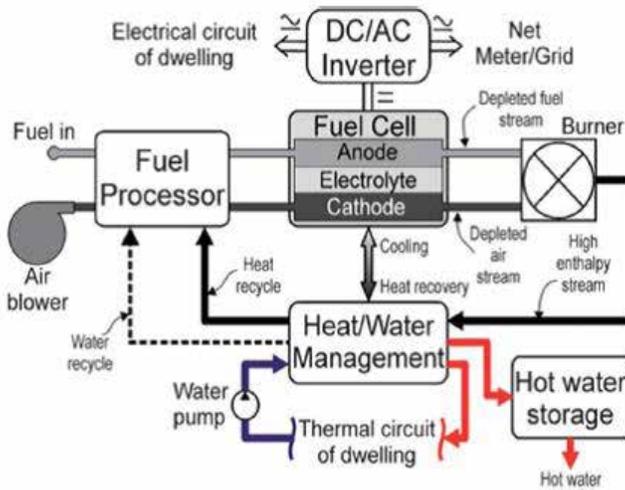
Decentralised energy generation with fuel cell micro CHP



Gambar 4. Perbandingan Efisiensi Distribusi Energi Listrik antara Sistem Distribusi Listrik Konvensional vs Domestic Fuel Cell

Sistem *Fuel Cell* CHP terdiri dari 3 bagian penting yaitu: a) *Fuel Cell Stack*, b) *Fuel Cell Processor* dan c) *Power Conditioning System*. *Fuel Processor* mengkonversi bahan bakar seperti *methanol* atau hidrogen yang nantinya akan disuplai ke *fuel cell stack*.

Di dalam *fuel cell stack* akan terjadi pembangkitan energi listrik dan energi panas. *Power conditioning system* akan mengubah energi listrik yang dihasilkan oleh *fuel cell stack* yang masih berupa arus DC, akan diubah menjadi energi listrik yang dapat digunakan dengan mudah untuk kebutuhan domestik (gambar 5).



Gambar 5. Sistem Micro Fuel Cell CHP/Domestic Fuel Cell

III. Penggunaan *City Gas* sebagai Bahan Bakar *Domestic Fuel Cell*

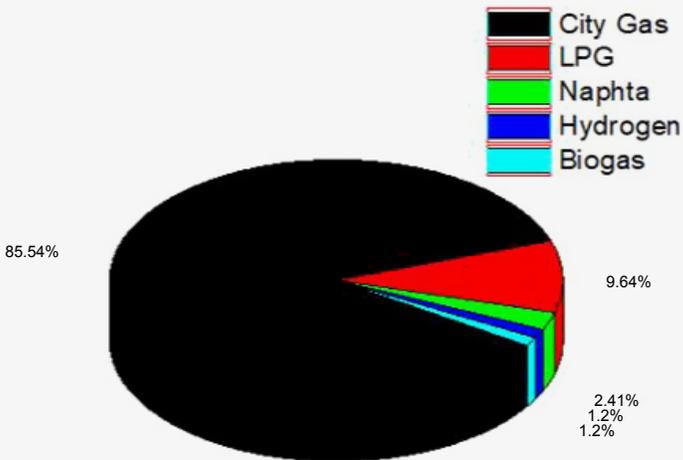
Salah satu bahan bakar yang sering dipakai sebagai bahan baku sistem *micro fuel cell* adalah *city gas*. Di Jepang, *city gas* menempati peringkat atas dalam penggunaan bahan bakar untuk sistem *micro fuel cell* (gambar 6). *City gas* memiliki keunggulan sebagai energi yang aman, praktis dan hemat serta ramah lingkungan. Sifat gas yang memiliki berat lebih ringan daripada udara membuatnya lebih cepat menguap, sehingga resiko bahaya kebocoran bisa diminimalisasi.

Penurunan harga *fuel cell* disebabkan oleh peningkatan kapasitas produksi unit *fuel cell* dan efisiensi di dalam proses produksinya. Tipe *fuel cell* yang dibahas di dalam tabel 2 adalah PEMFC dan SOFC yang banyak digunakan untuk *domestic fuel cell*.

Untuk mendukung *fuel cell* yang menggunakan bahan bakar *city gas*, pemerintah Jepang memberikan subsidi untuk tiap unit *fuel cell* (tabel 2). Tabel 2 menunjukkan bahwa harga *fuel cell* semakin turun setiap tahunnya.

Tabel 2. Harga Unit *Fuel Cell*

Tipe	Pabrik	Kapasitas Listrik (kW)	Tahun	Harga (USD)	Subsidi Pemerintah
PEMFC	Eneos	0,7	2009	28500	43%
	Eneos	0,7	2011	24900	26%
	Panasonic	0,75	2009	25400	
	Toshiba	0,7	2012	24200	
SOFC	Eneos	0,7	2011	24900	26%
	Kyocera	0,7	2008	89300	22%
			2010	56800	21%
			2012	25600	25%

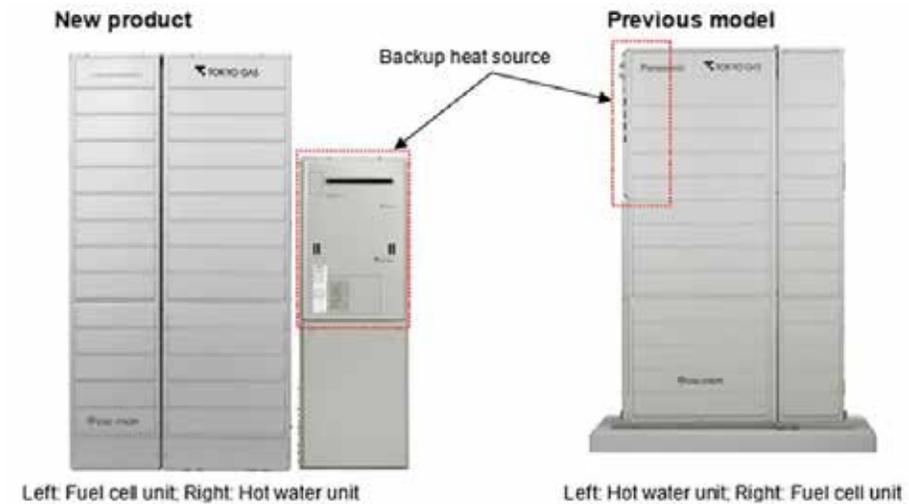


Gambar 6. Persentase Penggunaan City Gas sebagai Bahan Bakar Domestic Fuel Cell di Jepang

IV. Peluang Penerapan Teknologi *Domestic Fuel Cell* di Indonesia

Saat ini, Pertamina melalui PT Pertagas Niaga (PTGN) telah mendistribusikan *city gas* di beberapa kota. *City gas* yang dihasilkan nantinya bisa digunakan sebagai bahan bakar untuk *domestic fuel cell*. Agar pemanfaatan panas yang dihasilkan oleh *domestic fuel cell* lebih maksimal, *domestic fuel cell* dapat digunakan juga untuk keperluan rumah sakit dan hotel.

Selain itu, *domestic fuel cell* dapat digunakan juga untuk industri rumahan yang memerlukan energi panas dalam jumlah banyak, contoh: industri pengeringan ikan. Energi panas yang dihasilkan akan digunakan untuk menyediakan air panas dan laundry baik di rumah sakit maupun hotel. Gambar 7 menunjukkan *domestic fuel cell* yang banyak dipakai di rumah sakit atau hotel.



Gambar 7. Contoh Domestic Fuel Cell

V. Kesimpulan

Sistem distribusi *city gas* yang baik di Indonesia akan mendukung aplikasi *domestic fuel cell*. Untuk mendukung penggunaan *fuel cell*, pemerintah dapat memberikan subsidi atau insentif kepada pengusaha yang akan menggunakan *domestic fuel cell*.

Energi panas yang dihasilkan *fuel cell* akan lebih bermanfaat apabila digunakan oleh industri jasa seperti hotel dan rumah sakit; atau industri rumahan yang memerlukan energi panas dalam jumlah banyak seperti industri pengeringan ikan.

Referensi

Elmer, T., Worall, M., Wu, S., & Riffat, S.B., "Fuel cell technology for domestic built environment applications: state-of-the art review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 42, 2015, 913-931

Staffel, I., & Green, R., 'The Cost of domestic fuel cell micro-CHP systems', International Journal of Hydrogen Energy, 38, 2013, 1088-1102

Ellamla, H.R., Staffel, I., Bujlo, P., Pollet, B.G., & Pasupathi., S, "Current Status of fuel cell based combined heat and power systems for residential sector', Journal of Power Sources, 293, 2015, 312-328

Fuji Electric Review, 2001, Vol 47

JETRO, Japan Economic Report, April-May 2006



Awali Kebebasan Menentukan Langkah di Hari Depan



Raih Kebebasan Hari Depan

Apapun impian di hari depan, kini Anda lebih mudah mewujudkannya bersama Tugu Mandiri. Dengan pelayanan yang ramah, bersahabat dan terintegrasi, Tugu Mandiri menawarkan beragam kebutuhan perlindungan yang dapat memberikan rasa aman bagi Anda dan keluarga seperti :

TMPOWER LINK



^{TM Power Link}
Hidup Terlindungi,
Kini dan Nanti.



^{TM Power Link}
Wujudkan Kebahagiaan
di Hari Tua.



^{TM Power Link}
Dukung Semangatnya
Meraih Cita-cita.

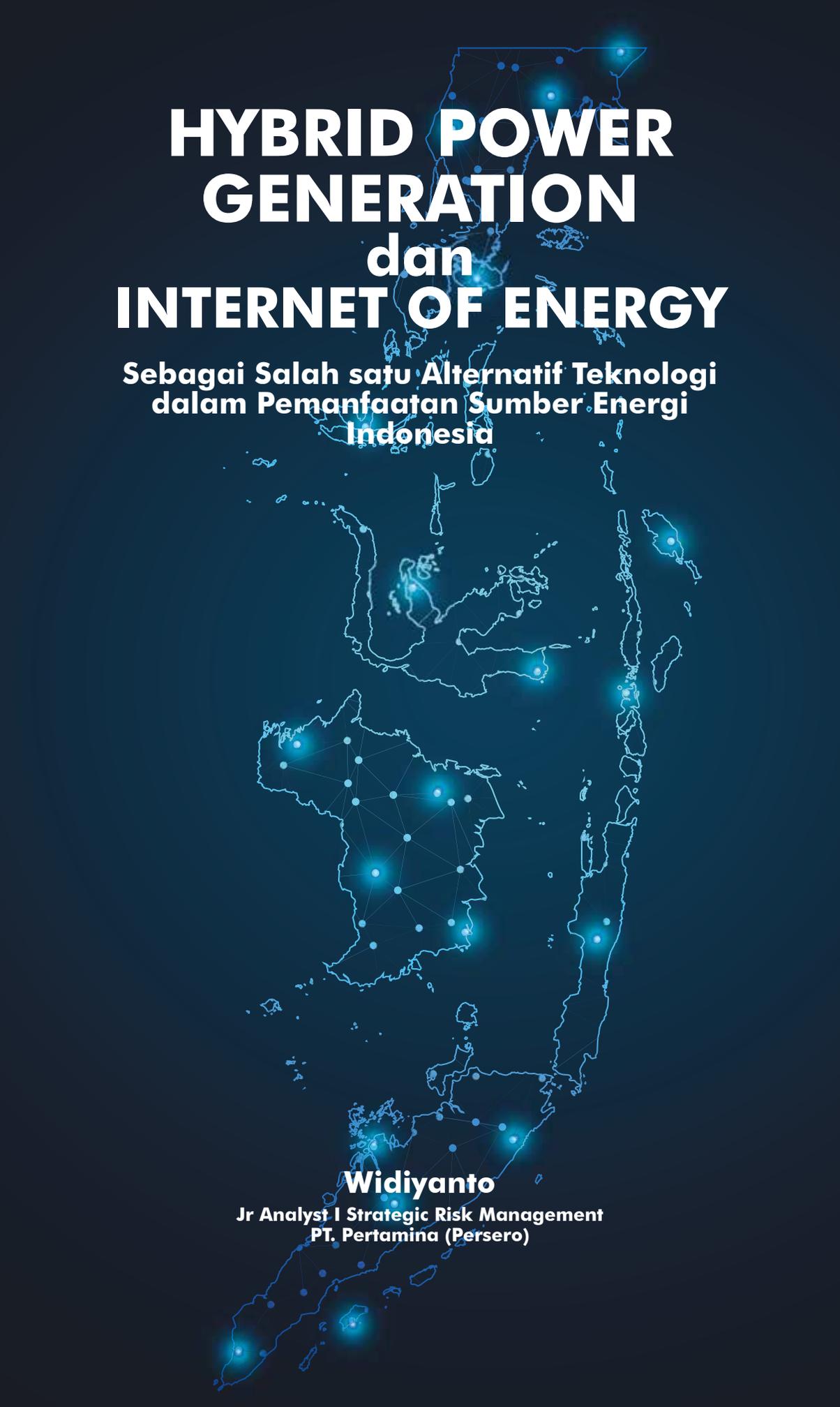


^{TM Power Link}
Lindungi Harapan
Keluarga di Hari Depan.

Hubungi: Halo Tugu Mandiri
0804 1 168 168



Produk ini telah mendapatkan otorisasi dari dan diawasi oleh Otoritas Jasa Keuangan dan PT. Asuransi Jiwa Tugu Mandiri terdaftar dan diawasi oleh Otoritas Jasa Keuangan.



HYBRID POWER GENERATION dan INTERNET OF ENERGY

**Sebagai Salah satu Alternatif Teknologi
dalam Pemanfaatan Sumber Energi
Indonesia**

Widiyanto

**Jr Analyst I Strategic Risk Management
PT. Pertamina (Persero)**

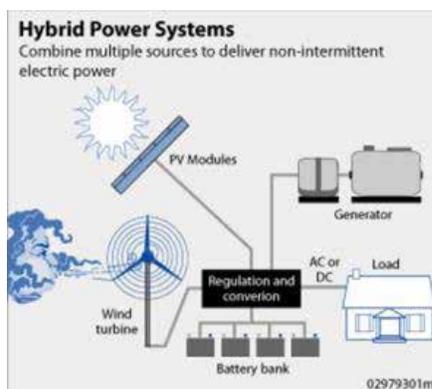
Energi merupakan salah satu kebutuhan bagi setiap manusia. Jumlah penduduk rakyat Indonesia yang tinggi yaitu mencapai sekitar 265 juta jiwa menjadi salah satu penyebab tingginya kebutuhan energi di Indonesia. Namun demikian, selain tingginya jumlah penduduk tersebut, Indonesia juga memiliki wilayah yang cukup luas dan lokasi yang cukup strategis. Dengan wilayah seluas ± 5,4 juta km² dimana sekitar 2/3 bagiannya merupakan wilayah laut serta lokasi yang strategis tersebut, Indonesia memiliki kekayaan sumber energi yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan energinya.

Beberapa sumber energi yang ada di Indonesia antara lain energi *fossil* dan energi baru terbarukan seperti *geothermal*, air, angin, surya, gelombang laut, *biomass*, dan lainnya. Hingga saat ini sumber energi Indonesia masih bergantung pada energi *fossil* seperti minyak, gas, dan batubara. Berdasarkan sifat pasokan dayanya, sumber – sumber energi tersebut dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu *primer* dan *intermitten*.

Sumber energi *primer* dalam hal ini adalah sumber energi yang dapat mensuplai daya secara terus menerus selama 24 jam/hari seperti energi *fossil*, air, *geothermal*, *biomass*, dan nuklir. Sedangkan *intermitten* adalah energi yang tidak dapat memberikan daya secara terus menerus selama 24 jam/hari seperti angin dan surya. Sifat pasokan daya ini menjadi salah satu kendala dalam pemanfaatan sumber energi khususnya angin, surya, *microhydro*, dan lainnya. yang bersifat *intermitten*.

Hybrid Power Generation Technology

Hybrid Power Generation Technology atau teknologi pembangkit listrik *hybrid* merupakan teknologi pembangkit listrik dimana dapat menggunakan 2 atau lebih sumber energi secara bergantian tergantung pada kemampuan pasokan sumber energi tersebut. Teknologi ini cocok untuk diaplikasikan pada sumber – sumber energi yang bersifat *intermitten* seperti angin dan surya. Sistem ini merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah – daerah yang sulit dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN.



Skema sederhana pembangkit listrik hybrid Solar PV–Angin–Genset. (sumber:http://www1.eere.energy.gov/buildings/residential/images/wind-powered_electric_systems_3.gif)

Sistem *hybrid* ini memanfaatkan energi terbarukan sebagai sumber energi utama yang dikombinasikan dengan genset atau lainnya sebagai sumber energi cadangan. Sumber energi cadangan tersebut akan bekerja sebagai *back up* apabila sumber energi utama tidak mencukupi kebutuhan. Misalnya pada gambar di atas, genset akan bekerja jika sinar matahari dan kecepatan angin tidak mencukupi suplai daya.

Komponen minimum yang diperlukan dalam teknologi pembangkit hybrid ini antara lain:

1. Pembangkit utama, yaitu pembangkit listrik berbasis energi yang bersifat intermitten dan umumnya bersifat *renewable*. *Solar PV*, turbin angin, turbin *microhydro*, dan lainnya.
2. Pembangkit cadangan, yaitu pembangkit listrik berbasis energi yang berkelanjutan. Peralatan yang umum digunakan adalah genset.
3. Sistem penyimpanan (baterai) Baterai ini digunakan untuk menyimpan listrik yang dihasilkan oleh pembangkit. Baterai yang paling menguntungkan dari sisi perawatan khususnya untuk pembangkit berbasis angin dan *solar PV* adalah baterai kering dengan menggunakan elektroda khusus. Baterai jenis ini memberikan performa yang baik dalam waktu lama.
4. *Inverter*
Inverter dalam hal ini berfungsi untuk mengubah arus DC dari baterai menjadi arus AC karena umumnya listrik yang dihasilkan dikonsumsi oleh peralatan – peralatan yang memerlukan arus AC.
5. *Microcontroller*
Microcontroller berfungsi sebagai pengatur input listrik ke dalam baterai dengan desain algoritma tertentu, *microcontroller* akan memutuskan input dari sumber pembangkit mana yang sesuai untuk mengisi baterai.

Teknologi pemanfaatan sumber energi berbasis sistem *hybrid* ini telah diaplikasikan di Indonesia antara lain di wilayah pantai Pandansimo, Bantul, Yogyakarta yang mensinergikan antara energi angin dan energi surya dengan total kapasitas sekitar 83 kilowatt. Selain di Yogyakarta, teknologi ini sudah diaplikasikan juga di Desa Merabu & Mapulu, Desa Long Beliu, dan Desa Teluk Sumbang yang mengintegrasikan 3 sistem pembangkit energi, yaitu di *solar PV – battery – microhydro – genset* dengan kapasitas total mencapai 1,2 megawatt. Jika infrastruktur di sisi pembangkit sudah memadai, hal lain yang perlu diperhatikan adalah dari sisi distribusi dan konsumsi.

Internet of Energy

Internet of Energy (IoE) merupakan implementasi dari teknologi *Internet of Things* (IoT) ke dalam sistem distribusi energi. Tujuannya adalah untuk mengoptimalkan infrastruktur energi dengan meningkatkan efisiensi pembangkitan, transmisi, dan pemanfaatan energi serta mengurangi pemborosan energi. Dengan penerapan IoE ini, pemantauan daya, manajemen kebutuhan dan distribusi energi, serta integrasi antar sumber energi dapat dilakukan secara otomatis dan optimal.



Skema sederhana penerapan IOE pada tempat tinggal. (sumber: http://www.internet-of-things-research.eu/pdf/IERC_Cluster_Book_2014_Ch_3_SRIA_WEB)

Salah satu aplikasi IoE ini adalah pada bangunan seperti gedung maupun tempat tinggal. Kemajuan teknologi telah mendorong kenaikan biaya energi sehingga konsumen mencari cara untuk mengurangi atau mengendalikan konsumsi energi tersebut. IoE menawarkan cara canggih untuk menganalisis dan mengoptimalkan penggunaan energi tidak hanya di tingkat perangkat, tetapi di seluruh sistem dalam bangunan.

IoE juga dapat menemukan pemakaian energi bermasalah yang dapat disebabkan oleh peralatan yang sudah tua, rusak, kesalahan *system* komponen, dan lainnya. dimana secara tradisional, menemukan permasalahan seperti itu membutuhkan penggunaan tenaga profesional. Hotel Marriott merupakan salah satu perusahaan yang sudah mengaplikasikan IoE ini pada *property* hotelnya.

Referensi

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2018/05/18/2018-jumlah-penduduk-indonesia-mencapai-265-juta-jiwa>

<http://www.rroj.com/open-access/solar-pvwind-hybrid-powergeneration-system.php?aid=42426>

https://www.tutorialspoint.com/internet_of_things/internet_of_things_energy_applications.htm

<https://www.nesgt.com/blog/2017/10/what-is-the-internet-of-energy/>

<https://buzzonearth.com/internet-of-the-energy/>

Inilah wujud **komitmen** kami
untuk **melayani** dengan **sepenuh hati.**



pcc@pertamina.com

Hubungi Contact Pertamina 1 500 000
untuk informasi atau keluhan seputar produk,
pelayanan dan bisnis. Hadir 24 jam setiap hari.

Suara Anda sangat berharga bagi kami.

POTENSI DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI NIKEL DI INDONESIA UNTUK Mendukung MASA DEPAN KENDARAAN LISTRIK ANAK BANGSA

Rahmat Septian W., M.Sc.



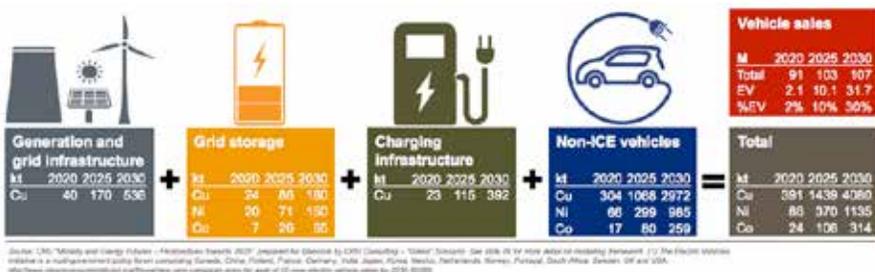
Nikel sebagai material penting pada industri kendaraan listrik

Nikel merupakan logam yang menjadi komoditas untuk berbagai industri strategis, mulai dari komponen pesawat terbang, industri militer, kedokteran, elektronik hingga peralatan makan. Sifat bahan material yang keras, tahan korosi dan mengkilat bila digosok, membuat nikel banyak digunakan sebagai logam utama maupun campuran dengan logam lain. Hampir 65 persen nikel dunia digunakan sebagai bahan campuran besi untuk membentuk *stainless steel*. Saat ini nikel semakin banyak dicari karena menjadi salah satu bahan utama pada setiap komponen kendaraan listrik terutama baterai kendaraan listrik jenis li-ion. Terlihat pada gambar 1 bahwa nikel merupakan bahan logam kedua terbanyak yang digunakan pada infrastruktur kendaraan listrik.

jarak tempuh kendaraan listrik per sekali pengisian baterai, produsen kendaraan listrik mulai membuat baterai listrik yang memiliki densitas energi lebih tinggi untuk mengakomodir jarak tempuh yang lebih jauh.

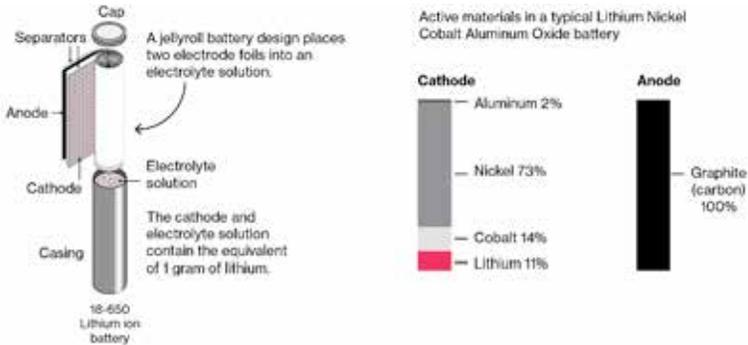
Oleh karena itu, pada generasi kedua, baterai li-ion menggunakan material penyusun yang berbeda yaitu nikel *manganese cobalt* (NMC). Walaupun baterai li-ion jenis generasi pertama masih digunakan, namun kendaraan listrik jenis terbaru lebih banyak menggunakan baterai li-ion NMC. Masih sama dengan baterai NMC yang berbasis nikel, Tesla juga menggunakan baterai li-ion jenis khusus yaitu baterai nikel *cobalt aluminium* (NCA).

Khusus pada baterai li-ion, seiring tumbuhnya permintaan kendaraan listrik dan penyimpanan energi, maka nikel sebagai komponen material utama akan semakin dicari. Pada generasi pertama baterai li-ion, jenis yang digunakan adalah baterai *lithium iron phosphate* (LFP) dan *lithium manganese oxide* (LMO) yang belum menggunakan nikel sama sekali. Namun dengan pertimbangan *range anxiety* atau



Gambar 1. Komponen logam penyusun infrastruktur kendaraan listrik.

Nickel's use in lithium-ion batteries		
Use	Chemistry	Ni (mass) in battery
Consumer electronics	ICD	0%
1st generation EVs	LMO	0%
1st generation EVs	LFP	0%
2nd generation EVs	NMC 111	20%
2nd generation EVs	NMC 532	30%
2nd generation EVs	NMC 622	36%
2nd generation EVs	NMC 811	48%
2nd generation EVs	NCA	50%



Gambar 2. (a) Prosentasi nikel di tiap generasi baterai Li-ion & (b) Penggunaan nikel pada sel baterai Li-ion NCA

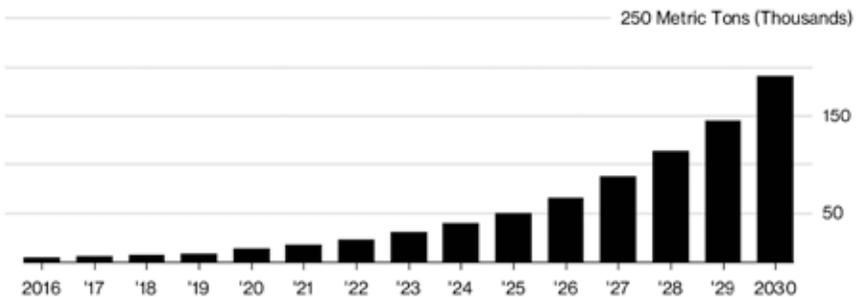
Selain untuk menambah jarak tempuh kendaraan listrik yang lebih jauh (sel baterai akan lebih banyak berbasis li-ion NMC dan NCA) dan permintaan kendaraan listrik yang semakin bertambah, nikel juga dibutuhkan pada *battery pack* kendaraan listrik. Tiga alasan inilah yang akan membuat nikel akan semakin banyak dicari.

Berdasarkan data dari BNEF Bloomberg, proyeksi permintaan nikel global berpotensi meningkat sebagai akibat dari naiknya penjualan kendaraan listrik. Jumlah permintaan nikel untuk kebutuhan baterai li-ion ini diperkirakan bertambah dari 5,200 metrik ton di tahun 2016 menjadi sekitar 190,000 metrik ton di tahun 2030 atau meningkat hampir 37x lipat.

Growing Market

Demand for nickel to be used in lithium-ion batteries is forecast to surge through 2030

■ Nickel demand from lithium-ion batteries



Source: Bloomberg New Energy Finance

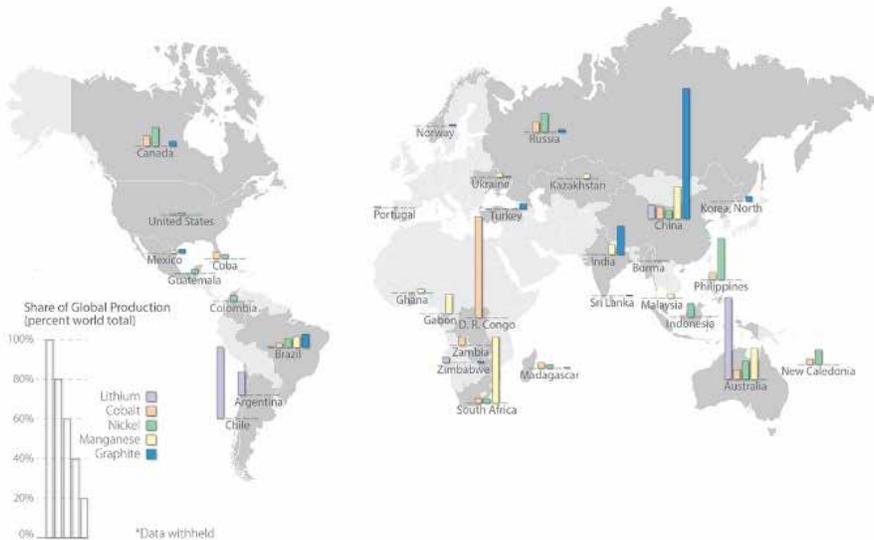
Bloomberg

Gambar 3. Proyeksi pertumbuhan permintaan nikel sebagai bahan baku baterai li-ion hingga tahun 2030

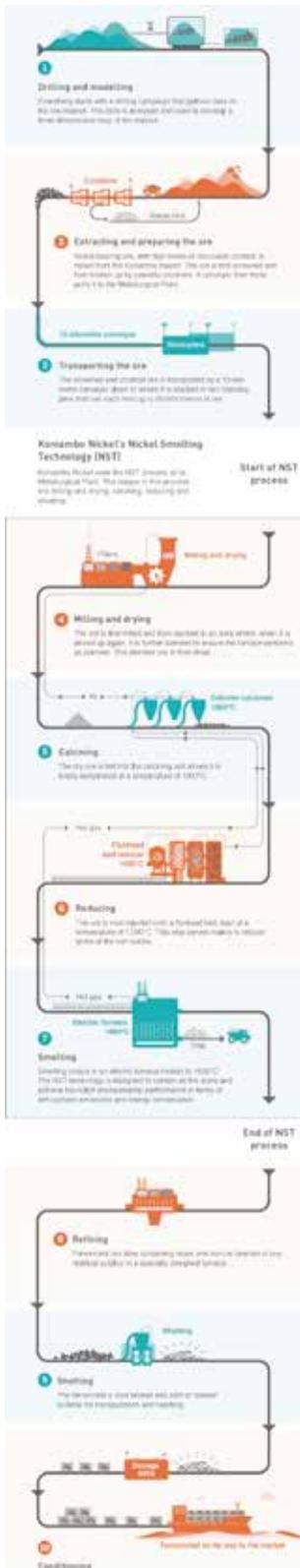
Potensi Nikel di Indonesia dan sekilas histori kebijakan penting di dalamnya

Menurut *World Nickel Laterite Ore Resources*, Indonesia dan Filipina memiliki cadangan nikel kedua terbesar di dunia yaitu 16 persen setelah New Caledonia yang memiliki 24 persen. Mengacu data BMI research, Indonesia memiliki tingkat produksi nikel terbesar di dunia, dengan jumlah produksi mencapai

400,000 metrik ton di tahun 2017. Apabila Indonesia mengembangkan dan menguasai rantai pasok kendaraan listrik, maka nikel yang ada di Indonesia harus bisa diolah di dalam negeri sehingga *multiplier effect* nya adalah harga kendaraan listrik yang lebih terjangkau.



Gambar 4. Peta cadangan dan produksi nikel dunia



Gambar 5. Proses pengolahan bijih nikel menjadi ferronikel oleh Koniambo nickel SAS

Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), sumber daya nikel Indonesia tersebar di daerah Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Papua dengan kandungan unsur nikel rata-rata 1,45 persen. Secara angka, bijih nikel Indonesia paling banyak dikirim ke Tiongkok sejak tahun 2006 hingga 2013, dengan puncak ekspor tertinggi pada tahun 2013 mencapai 64.802.857 ton atau senilai 1.685.247 USD. Selain ke Tiongkok, Indonesia juga mengekspor nikel ke negara Australia, Jepang, Swiss, Yunani dan Ukraina.

Namun dikarenakan pemberlakuan Undang-undang Minerba no. 4 Tahun 2019 tentang aturan larangan ekspor mineral dalam bentuk mentah/ore per Januari 2014, maka ada keharusan untuk mengolah biji nikel menjadi ferronikel yang membuat biji nikel memiliki nilai tambah hingga 400 persen, dari harga rata-rata 55 USD per ton menjadi 232 USD per ton. UU Minerba no. 4 Tahun 2019 bertujuan mendorong pembangunan smelter yang dapat memberi tambahan pemasukan negara sekitar 300 persen. Di sisi lain, karena Indonesia di tahun 2014 memiliki 30% share produksi nikel dunia, pelarangan ekspor nikel mentah mengakibatkan harga nikel Internasional meningkat dari semula 14.000 USD/ton menjadi sekitar 18.000 USD/ton. Hal ini menegaskan bahwa Indonesia memiliki peran strategis di industri nikel dunia. Pada Januari 2017, karena jatuhnya harga komoditas tambang global menyebabkan perusahaan tambang kesulitan memenuhi kewajiban membangun *smelter*. Pemerintah Indonesia mengeluarkan Peraturan Pemerintah (PP) No. 1 Tahun 2017 dan diperkuat dengan Permen ESDM No. 5 dan No. 6 Tahun 2017 yang poin utamanya adalah relaksasi ekspor mineral. Berdasarkan ketiga peraturan tersebut,

pemerintah mengizinkan ekspor nikel berkadar rendah yaitu dengan kadar di bawah 1,7%. Namun kebijakan relaksasi ini juga membuat beberapa pabrik *smelter* nikel berhenti berproduksi.

Sebagai informasi, membangun *smelter* membutuhkan biaya investasi yang cukup besar karena selain harus membangun *smelter*nya sendiri, dibutuhkan infrastruktur pendukung produksi seperti pembangkit listrik skala besar, pelabuhan, bandara, perumahan (karyawan) dan akses jalan yang memandai. Infrastruktur tersebut biasanya masih belum tersedia di lokasi tambang nikel yang rata-rata ada di Indonesia Timur. Hal inilah yang menyebabkan pengembangan industri pengolahan hasil tambang/*smelter* nikel agak lambat di Indonesia. Menurut Dirjen Mineral dan Batu Bara Kementerian ESDM Bambang Gatot Ariyono, rata-rata biaya investasi untuk pembangunan fasilitas *smelter* dalam negeri sekitar 5.03 miliar USD atau sekitar Rp 68 Triliun. Hingga akhir tahun 2017, Kementerian ESDM mencatat ada 13 *smelter* nikel yang sudah beroperasi dan 2 lainnya sudah tutup karena tingginya biaya operasi.

Perkembangan nikel terbaru di Indonesia dipaparkan oleh Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman, Luhut Binsar Pandjaitan pada pertemuan *World Economic Forum* 2019 di Swiss pada bulan Januari 2019. Beliau menunjukkan potensi besar nikel untuk industri *lithium* di Indonesia kepada para calon investor. Investasi baterai *lithium* telah dilakukan di Kawasan industri Morowali meliputi pengembangan Nikel Smelting dengan kapasitas produksi mencapai 50,000 ton/tahun dan Kobalt Smelting dengan kapasitas produksi mencapai 4,000 ton/tahun. Perusahaan *joint-venture* bernama PT QMB New Material yang bergerak di industri hilirisasi komoditas tambang ini melibatkan perusahaan baterai terbesar China CATL (25 persen saham), perusahaan daur ulang baterai GEM (36 persen), Tsingshin Group (21 persen saham), dan perusahaan Jepang Hanwa (8 persen saham). Sementara dari perusahaan Indonesia yaitu Morowali Industrial Park (IMIP) selaku penyedia lahan memiliki 10 persen saham.

PROCESSING OPTIONS FOR NICKEL LATERITES

PROCESS	ORE	PRODUCT	COMMENT
Smelting 1859, New Caledonia	Hydrous silicate	Ferro-nickel matte	Energy intensive; (smelting ~1600°C)
Caron process Reduction & ammoniacal leach 1944, Cuba	Oxide; hydrous silicate (Mg <4%)	Ni oxide; Ni briquettes	Energy intensive (reduction ~700°C) low Co recovery
High pressure acid leach (HPAL) 1959, Moa Bay, Cuba	Oxide; smectite (Mg <4%)	Ni briquettes; electronickel; oxide, sulphide, carbonate	Less energy intensive. Plant & process problems
Enhanced high pressure acid leach (EPAL)	Hydrous silicate	Ni-Co hydroxide	Atmospheric leach after HPAL
Acid heap leach H ₂ SO ₄	Oxide; smectite	Ni-Co hydroxide	Lower capital cost; Lower recoveries
Atmospheric leach H ₂ SO ₄ HCl/MgCl ₂	Oxide; smectite hydrous silicate		

Gambar 6. Perbandingan teknologi pengolahan bijih nikel laterit

Pertamina mendukung Roadmap Making Indonesia 4.0

Pada 20 Maret 2018, Menteri Perindustrian mensosialisasikan peta jalan terintegrasi mengenai **"Making Indonesia 4.0"** untuk mengimplementasikan sejumlah strategi agar Indonesia siap menyongsong era industri 4.0. Ada 10 agenda prioritas nasional dalam roadmap dan 5 sektor manufaktur yang menjadi perhatian utama pemerintah antara lain:

- (a) makanan dan minuman
- (b) tekstil dan pakaian
- (c) otomotif
- (d) kimia
- (e) elektronik

Indonesia telah menetapkan 10 prioritas nasional untuk "Making Indonesia 4.0"	
1. Perbaikan atau aliran material - Meningkatkan produksi material sektor hulu, contoh: 50% dari bahan baku pertamina yang masih impor	6. Menarik investasi asing - Mengajukan perusahaan manufaktur terkemuka global untuk investasi yang menarik dan inovatif untuk persiapan transfer teknologi
2. Mendirikan ulang zona industri - Meninjau peta jalan zona industri nasional (misal, industri tekstil), mengoptimalkan zona industri yang ditetapkan di beberapa zona industri	7. Peningkatan kualitas SDM - Custom-tailored kualifikasi Pendidikan menyesuaikan era Industri 4.0 - Program talent mobility untuk profesional
3. Adopsi standar sustainability - Mengembangkan daya tahan melalui standar Sustainability global, contoh: EV, fuelcell, energi terbarukan	8. Pembentukan ekosistem inovasi - Pengembangan sentra R&D oleh Pemerintah, swasta, publik, maupun universitas
4. Peningkatan UPM - Meningkatkan 3,7 juta UPM melalui teknologi, insentif e-commerce UPM, pendanaan teknologi	9. Menyiapkan insentif investasi teknologi - Memperkenalkan tax exemption/credit untuk adopsi teknologi dan dukungan pendanaan
5. Membangun infrastruktur digital nasional - Pengembangan jaringan dan platform digital, contoh: 4G, mobile 5G, Broadband NGN, Data center dan Cloud	10. Harmonisasi standar dan kebijakan - Melakukan harmonisasi kebijakan dan peraturan lintas kementerian



Gambar 7. Program prioritas roadmap Making Indonesia 4.0 dan rencana di sektor manufaktur otomotif

Untuk menghadapi sekaligus mendukung roadmap Pemerintah, Pertamina sendiri telah menjalin kerjasama dengan UNS dengan lingkup kerjasama pada penelitian dan pengembangan teknologi penyimpanan energi yaitu baterai *lithium-ion*. Produk baterai tersebut dapat dikembangkan selain untuk aplikasi kendaraan listrik, juga untuk *battery energy storage system* (BESS) sebagai back-up listrik, stabilizer energi listrik dan penyimpanan energi untuk solar PV penerangan jalan umum (PJU).

Pasar baterai i-ion untuk aplikasi elektronik sendiri juga cukup besar contohnya untuk power bank dan sumber energi berbagai peralatan elektronik misalnya handphone, laptop, kamera hingga drone.

Produk baterai li-ion pertama buatan asli Indonesia yang merupakan hasil kerjasama antara Pertamina dan UNS ini sendiri telah diminati oleh PT. Gesits Technology Indo (GTI) selaku agen pemegang merk skuter listrik Gesits. Nantinya bila Gesit menggunakan pasokan baterai dari Pertamina, secara otomatis jaringan Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) milik Pertamina yang tersebar di seluruh Indonesia dapat menjadi lokasi untuk penukaran baterai apabila baterai telah habis (*battery swap*).

Gesits sendiri saat ini telah resmi menjadi motor listrik nasional, karena Kementerian Perindustrian telah memberikan Kode Perusahaan dan Nomor Identifikasi Kendaraan (NIK). PT. GTI sendiri menggandeng banyak stakeholder mulai dari Perusahaan BUMN PT. Pindad, PT.Len, PT. Wika dan beberapa Universitas antara lain ITS, UNS, UGM dan ITB. Apabila PT. QMB Material di Morowali telah beroperasi diharapkan rantai suplai bahan-bahan utama penyusun kendaraan listrik terutama baterai dapat dikuasai lebih dari 90% oleh pabrikan dalam negeri.

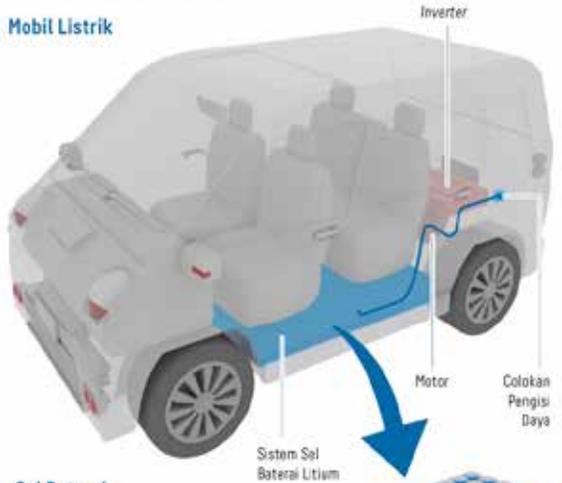


Sebagai penutup artikel ini, pemerintah Indonesia melalui *roadmap Making Indonesia 4.0*, berambisi untuk menguasai rantai suplai dan teknologi pada kendaraan listrik, terutama pada motor penggerak (*powertrain*), baterai li-ion dan stasiun pengisian kendaraan listrik (*charging station*), karena ketiga komponen vital inilah yang membedakan dengan kendaraan berbahan bakar BBM. Pertamina sebagai perusahaan di bidang energi siap untuk mendukung rencana pemerintah melalui pengembangan dan *scaling up* produksi baterai li-ion dalam negeri dengan target produksi di tahun 2021, seperti yang disampaikan SVP *Research and Technology Center* Pertamina, Herutama Trikoranto. Peluang bisnis penyimpanan energi berbasis baterai *lithium* sendiri sangat potensial mengingat salah satu bahan baku utamanya yaitu nikel tersedia melimpah di Indonesia dan kegunaannya yang sangat luas, mulai dari peralatan elektronik yang kecil hingga *bulk storage* skala besar untuk pembangkit listrik energi terbarukan seperti milik Tesla yang berukuran 100 MW/129 MWh.

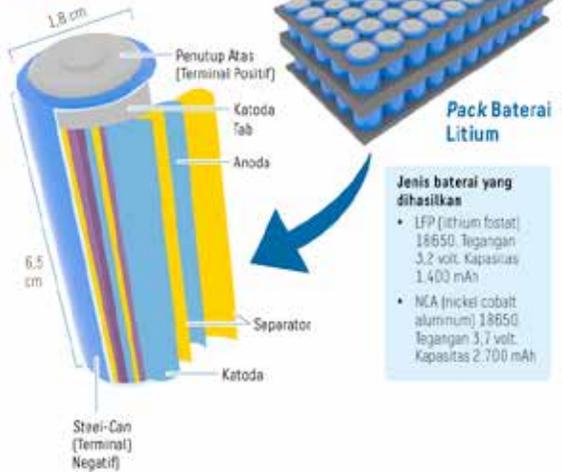
Sel Baterai Litium Produksi Universitas Negeri Sebelas Maret (UNS)

- Ditemukan oleh: Agus Purwanto, dosen UNS
- Mulai produksi: 2014
- Kapasitas produksi awal: 100 sel baterai per hari
- Kapasitas produksi saat ini: 1.000 sel baterai per hari
- Kapasitas maksimum produksi saat ini: 5.000 sel baterai per hari
- Peruntukan baterai: mobil listrik, motor listrik, sepeda listrik, lampu penerangan jalan umum, baterai laptop, powerbank telepon seluler, baterai mainan

Mobil Listrik



Sel Baterai Litium



- Jenis baterai yang dihasilkan**
- LFP (lithium fosfat) 18650. Tegangan 3,2 volt. Kapasitas 1.400 mAh
 - NCA (nickel cobalt aluminum) 18650. Tegangan 3,7 volt. Kapasitas 2.700 mAh

- Harga jual baterai NCA: Rp 68.000-Rp 70.000 per sel baterai
- Pembeli baterai: produsen motor listrik Geats, sebanyak 60.000 sel baterai NCA
- Lokasi fasilitas produksi: Gedung Pusat Pengembangan Bisnis (Pusbangsin) UNS, Jalan Slamet Riyad nomor 435, Surakarta

Sumber: www.kemendag.go.id



Gambar 8. Spesifikasi baterai li-ion Pertamina-UNS

Komponen Motor Listrik Gesits

Lima komponen utama motor listrik Gesits merupakan hasil rekayasa tim peneliti Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Paten kelima komponen tersebut didaftarkan dan dimiliki bersama oleh ITS dan PT Garasindo Inter Global.



Gambar 9. Spesifikasi skuter listrik Gesits

Percepatan penguasaan teknologi kendaraan listrik dari hulu hingga hilir dan pembangunan industri manufaktur menjadi faktor kunci keberhasilan sehingga Indonesia mampu memproduksi kendaraan listrik anak bangsa berkelas dunia.

Referensi

Bloomberg New Energy Finance

Pertamina.com

Roadmap Making Indonesia 4.0 – Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

RU mobility and energy futures – perspectives towards 2035

The Electric Vehicle Initiative (EVI) – International Energy Agency

MUSICOOL

Hematnya Energi, Hijaunya Bumi

HEMAT
20%



HEMAT ENERGI



HEMAT BIAYA
LISTRIK



RAMAH LINGKUNGAN



MUSICOOL

Keunggulan MUSICOOL



30%

Lebih hemat energi

Hemat Energi

Sifat termodinamika yang lebih baik sehingga menghemat pemakaian energi hingga 30%



Hemat Biaya Listrik



Memenuhi Persyaratan Internasional (SNI)



MC 22

Pengganti Refrigeran R-22



MC 134

Pengganti Refrigeran R-134



Umur mesin/AC lebih panjang



Ramah Lingkungan

Tidak mengandung Bahan Perusak Ozon (BPO) dan efek gas rumah kaca (GRK)



Produk Dalam Negeri



Kompatibel



Kompatibel Pada Semua Mesin Pendingin

HIGH-GRADE FUEL FOR PERFECTION IN PERFORMANCE



OKTAN 98

Pertamax Turbo dengan oktan 98 disesuaikan untuk kendaraan berteknologi supercharger atau turbocharger.



AKSELERASI SEMPURNA

Pembakaran yang sempurna membuat torsi kendaraan lebih tinggi.



KECEPATAN MAKSIMAL

Teknologi IBF (Ignition Boost Formula) membuat bahan bakar lebih responsif terhadap proses pembakaran.



DRIVEABILITY

Kendaraan menjadi lebih responsif sehingga lincah bermanuver.

