

BULETIN

**PERTAMINA
ENERGY
INSTITUTE**

ISSN.3621-5014



EDISI 03

JULI - SEPTEMBER 2019



**DEMOGRAFI
DUNIA**



**URBANISASI
GLOBAL**



**PERUBAHAN
GEO EKONOMI &
GEO POLITIK**

GLOBAL MEGATREND



**PERUBAHAN
IKLIM**



**PERSAINGAN
SUMBER DAYA ALAM**



**KEMAJUAN
TEKNOLOGI**

PATRA

HOTELS & RESORTS



THE PATRA

PATRA

PATRA
COMFORT

Call Center


+62.813 1923 5563

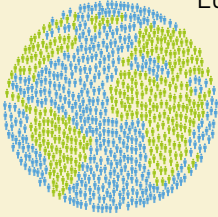


BALI | SEMARANG | JAKARTA | BANDUNG | ANYER | PARAPAT

www.patra-jasa.com

 Patra Hotels & Resorts

 @patrahotelsandresorts



Edisi III 2019 Buletin Pertamina Energy Institute (PEI) mengangkat tema “**Global Megatrend**”. Pemilihan tema ini dilatarbelakangi oleh transformasi global yang memberikan dampak terhadap seluruh aspek kehidupan manusia. Dalam kaitannya dengan sektor energi selama beberapa dekade terakhir ini, perhatian dunia fokus pada dampak perubahan iklim yang mendorong perkembangan transisi energi yang merupakan bagian dari megatren. Sejumlah pihak menilai, megatren merupakan suatu transformasi global yang sedang dan akan terjadi serta memberikan dampak pada semua aspek kehidupan. Peningkatan jumlah penduduk dunia secara langsung maupun tidak langsung akan meningkatkan kebutuhan bahan makanan, air, energi dan sumber daya lainnya.

Berdasarkan kondisi tersebut, Pertamina sebagai salah satu perusahaan energi dunia, memandang penting untuk mencermati dan mengantisipasi perkembangan serta dampak dari global megatren khususnya terkait transisi energi. Pertamina memegang peran penting dalam menyediakan kebutuhan energi yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk, disamping juga tetap menjaga *sustainability* sumber daya alam dan lingkungan.

Untuk lebih memperkaya tema utama, dipaparkan juga beberapa tulisan yang terkait dengan analisa perkembangan makro ekonomi dunia dan Indonesia, *conventional energy, renewable energy, technology breakthrough* serta *expert dialogue* dari Bapak Tanri Abeng sebagai Komisaris Utama PT Pertamina (Persero) dan Bapak Ahmad Bambang sebagai Deputi Bidang Usaha Konstruksi dan Sarana dan Prasarana Perhubungan Kementerian BUMN. Semoga seluruh pemikiran yang disampaikan dalam buletin Edisi III 2019 PEI ini dapat memberikan tambahan informasi, wawasan dan pengetahuan yang bermanfaat bagi para pembaca.

Heru Setiawan

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

OUR TEAM

Advisory Board :

Suhasil 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

Research Support :

Ahmad Kharis Nova Al Huda

6

PROLOGUE



MAKRO
EKONOMI



12

Analisa Makro Ekonomi
Energi



MAIN
TOPICS



26

Global Megatrend the
Future of the World We
Live In



EXPERT
DIALOGUE



48

Dr. Tanri Abeng MBA
terkait "Dampak Global
Megatrend Terhadap Sektor
Energi Khususnya Pertamina"

56

Ir. Ahmad Bambang, MT, MMI
terkait "Dampak Global
Megatrend Terhadap Sektor
Energi Khususnya Pertamina"



**CONVENTIONAL
ENERGY**



60

Megatrend Sektor Hulu

70

A Closer Look to Coal Gasification, Who Is Leading Coal to Chemicals Industry



**ULASAN
MEDIA**



160



**RENEWABLES
ENERGY**



82

Solusi *Renewable Energy* Tanpa Subsidi

92

Perkembangan Teknologi Pemanfaatan Gas CO₂ dalam Usaha Mengurangi Emisi GRK

110

Dampak Penerapan Pajak Karbon terhadap Pengembangan Energi Panas Bumi dan Perekonomian Indonesia



**TECHNOLOGY
BREAKTHROUGH**



124

Fenomena *Distruption* di Era Digital

132

Perkembangan Teknologi dan Penggunaan *Electric Bus* di Dunia

144

Teknologi Daur Ulang Baterai Sebagai Persiapan Menghadapi Perkembangan *Electric Vehicle*



Bright Gas ^{5.5} Kg

Ceritakan 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.



Bright Gas

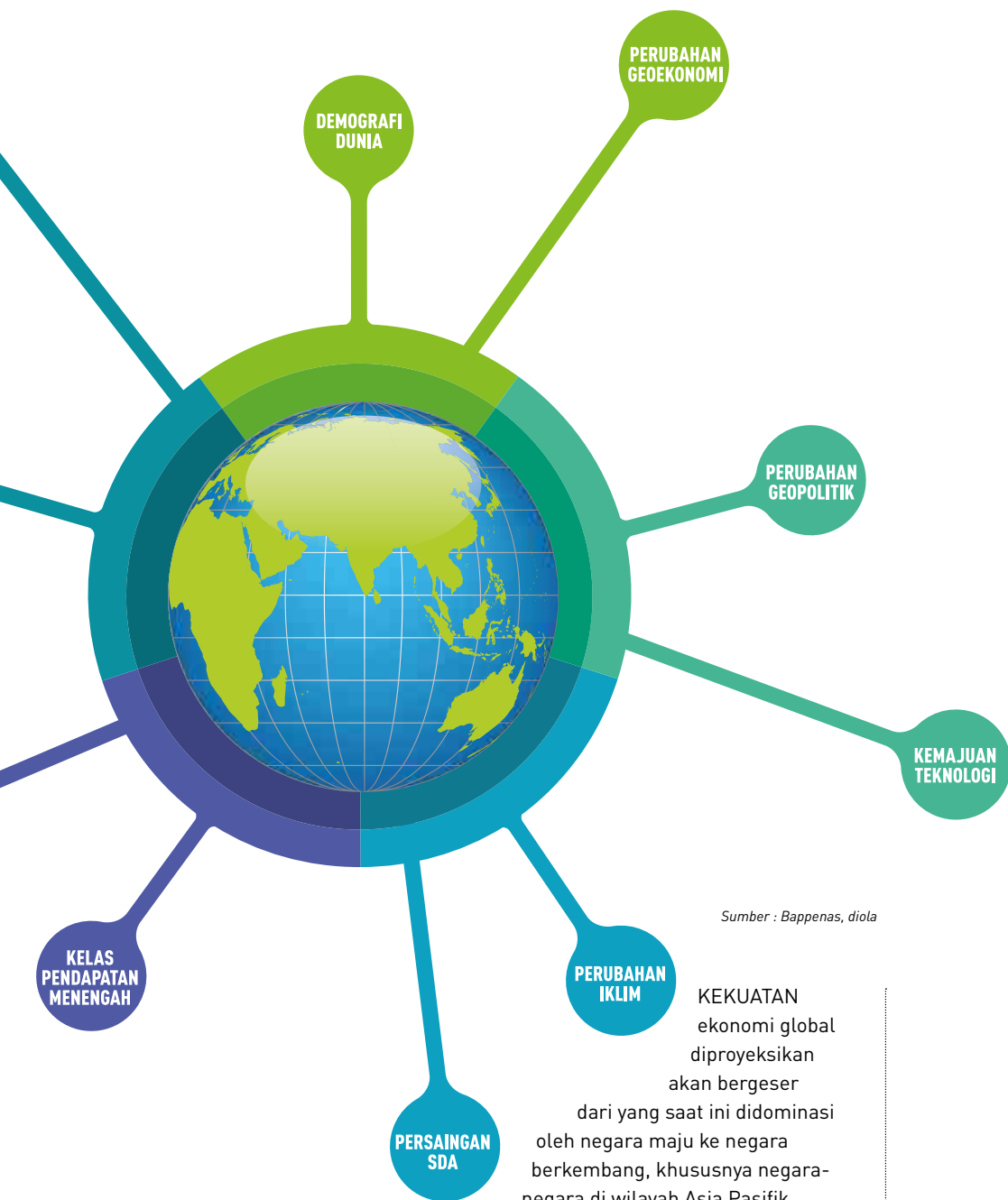
Cerikan Kehangatan Keluarga



DANIEL S. PURBA

SVP Corporate Strategic Planning & Development

Global Megatrend merupakan perubahan besar pada bidang ekonomi, sosial, politik, geostrategi dan teknologi yang akan berdampak terhadap kebutuhan dan struktur pasar energi global. *Global Megatrends* yang diprediksikan sejumlah ahli akan meliputi perubahan besar pada pergeseran kekuatan ekonomi global, perubahan demografi, percepatan urbanisasi, perdagangan internasional, keuangan global, pertumbuhan kelas menengah, persaingan dalam mendapatkan sumber daya alam, perubahan iklim, kemajuan teknologi, dan perubahan geopolitik.



Sumber : Bappenas, diolah

PERUBAHAN IKLIM

KEKUATAN ekonomi global diproyeksikan akan bergeser

dari yang saat ini didominasi oleh negara maju ke negara berkembang, khususnya negara-negara di wilayah Asia Pasifik.

Kawasan Asia Pasifik diproyeksikan akan menjadi poros perdagangan dan investasi dunia. Pada tahun 2050, GDP dari negara-negara G7 (Amerika Serikat, Jepang, Jerman, Inggris, Perancis, Italia, Canada) diproyeksikan sebesar 69,3 triliun USD. Sementara GDP negara-negara E7 (Cina, India, Brazil, Rusia, Indonesia, Meksiko, Turki) pada tahun yang sama diproyeksikan sebesar 138,2 triliun USD.

Pada tahun 2050 populasi dunia diproyeksikan mencapai 9,75 miliar, sebagian besar terdistribusi di wilayah Asia dan Afrika. Pada tahun tersebut jumlah populasi di wilayah Asia dan Afrika

masing-masing 5,26 miliar dan 2,47 miliar atau masing-masing sekitar 54 % dan 25 % dari total populasi global. Sekitar 97% pertumbuhan populasi global diproyeksikan akan berasal dari negara-negara berkembang. Sekitar 50% pertumbuhan populasi global sejak saat ini sampai dengan 2050 diproyeksikan akan berasal dari wilayah Afrika.

Proses urbanisasi diproyeksikan akan berjalan lebih cepat dibandingkan periode sebelumnya. Untuk seluruh dunia, diproyeksikan terdapat penambahan penduduk perkotaan sekitar 1,5 juta setiap minggu dari proses urbanisasi. Penambahan jumlah penduduk perkotaan akibat proses urbanisasi tertinggi diproyeksikan akan terjadi di Cina dan India yaitu sekitar 60.000 per hari. Pada tahun 2050 mendatang sekitar 66 % penduduk global diproyeksikan hidup di perkotaan, meningkat dari porsi saat ini 54 %. Pada tahun yang sama sekitar 63 % penduduk

Asia diproyeksikan hidup di perkotaan.

Secara rata-rata urbanisasi di seluruh dunia diproyeksikan sekitar 50.000 per hari. Dalam jangka panjang wilayah Afrika diproyeksikan akan menggantikan Asia sebagai pertumbuhan urbanisasi tertinggi. Kota-kota di Afrika yang diproyeksikan akan menjadi pusat pertumbuhan urbanisasi adalah Lagos, Cairo, dan Kinshasa.

Munculnya kelas menengah akan mendorong pertumbuhan ekonomi akibat meningkatnya pendapatan per kapita yang berdampak pada pengeluaran dan investasi. Kelas menengah di wilayah Asia diproyeksikan sekitar 66 % dari populasi kelas menengah global pada 2030 dan terus meningkat pada tahun-tahun selanjutnya. Pada tahun 2030 jumlah populasi kelas menengah global diproyeksikan sekitar 4,9 miliar. Untuk

Indonesia, penduduk kelas menengah diproyeksikan akan meningkat menjadi 258 juta orang pada 2045 dari 45 juta pada 2015.

Pengeluaran kelas menengah di seluruh wilayah pada 2030 diproyeksikan meningkat. Peningkatan tertinggi diproyeksikan berasal dari kelas menengah di wilayah Asia. Sementara untuk peningkatan pengeluaran kelas menengah dari wilayah Eropa, Amerika Utara, Amerika Tengah, Amerika Selatan, Afrika, dan



Pada tahun 2050 populasi dunia diproyeksikan mencapai 9,75 miliar, sebagian besar terdistribusi di wilayah Asia dan Afrika.



Timur Tengah diproyeksikan tidak sebesar pengeluaran kelas menengah Asia.

Persaingan untuk memperoleh akses sumber daya alam (SDA) ke depan akan semakin tinggi seiring dengan bertambahnya penduduk dunia, meningkatnya kegiatan ekonomi, serta perubahan gaya hidup. Kondisi ini membawa konsekuensi bahwa pengembangan industri nasional diarahkan untuk menjaga dan mengelola SDA dengan inovasi dan teknologi.

Pada tahun 2030, diperkirakan akan terjadi perubahan signifikan dalam konsumsi dan produksi global. *National Intelligence Council* dalam *Global Trends 2030* menyatakan dengan populasi sebesar 8,3 milyar penduduk di tahun 2030 dibutuhkan 50% lebih banyak energi, 40% lebih banyak air dan 35% lebih banyak makanan, sehingga seiring dengan efek kumulatif yang ditimbulkan, diharapkan dapat menciptakan sumber daya berkelanjutan lainnya dari ketersediaan sumber daya yang sudah terbatas.

Bertolak dari kondisi yang ada tersebut, kami memilih tema buletin Edisi III 2019 Pertamina Energy Institute adalah "*Global Megatrend*". Pemilihan tema ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai perkembangan *global megatrend*, terutama untuk melihat kesiapan industri energi termasuk di Indonesia dalam mengantisipasi dampak dan konsekuensinya. Tulisan pada buletin ini diharapkan dapat menjadi tambahan referensi dalam menyusun kajian dan persiapan menyeluruh untuk mengetahui, memahami, dan mempersiapkan berbagai skenario kebijakan guna mengantisipasi dampak dan konsekuensi logis dari perkembangan *global megatrend*. ■

SELA BERJUANG MEMBANGUN



IR. H. JOKO WIDODO
Sebagai Presiden RI

MASA BAKTI PERIODE
TAHUN 2019 - 2024.

SERTA JAJARAN KABINET
INDONESIA MAJU.

MAT NEGERI



PROF. DR. KH. MA'RUF AMIN
Sebagai Wakil Presiden RI

Analisa Makro Ekonomi Energi

Adhitya Nugraha

Senior Economist, Pertamina Energy Institute,
PT Pertamina (Persero)

Highlights:

- Pertumbuhan ekonomi global diproyeksikan akan mengalami perlambatan. Ekonomi global diproyeksikan tumbuh antara 2,9 - 3,2% pada tahun 2019 dan 3,0 - 3,5% pada tahun 2020, lebih rendah dibandingkan realisasi pertumbuhan 2018 yang tercatat sebesar 3,6 %.
- Pertumbuhan ekonomi Indonesia pada kuartal III 2019 menghadapi sejumlah tantangan terutama aspek investasi yang masih moderat.
- Perkembangan *trade balance* Indonesia sampai Agustus 2019 mencatatkan surplus sebesar USD 85,1 Juta.
- Serangan terhadap fasilitas kilang di Arab Saudi direspon pasar dengan kenaikan harga minyak *brent* sebesar 13.9% menjadi 68.64 US\$/bl dari 60.25 US\$/bl sebelum terjadinya serangan, kemudian harga berangsur turun.



Ekonomi Global

SAAT INI pertumbuhan ekonomi global sedang mengalami perlambatan, bahkan sejumlah pihak menilai potensi resesi sudah semakin meningkat. Data IMF dalam World Economic Outlook (WEO) bulan Juli 2019, menunjukkan revisi pertumbuhan ekonomi dunia pada tahun 2019 menjadi 3,2% dan 2020 menjadi 3,5%. Angka tersebut lebih rendah 0,1% dibandingkan proyeksi sebelumnya. Hal ini karena prospek ekonomi global dinilai masih menghadapi risiko ketidakpastian yang bersumber dari perang dagang antara Amerika Serikat dan China. Rantai pasokan teknologi global terancam akibat sanksi AS, ketidakpastian terkait Brexit terus berlanjut, dan meningkatnya ketegangan geopolitik sehingga membuat harga energi fluktuatif.

Pasar keuangan global turun signifikan setelah Presiden Trump mengumumkan pada awal Agustus Amerika Serikat akan mengenakan tarif 10% pada barang-barang China senilai \$ 300 miliar yang diberlakukan efektif mulai 1 September.

Mata uang China berada di bawah tekanan dan China membiarkan mata uangnya melewati nilai psikologis, yaitu 7 yuan/ USD untuk pertama kalinya dalam lebih dari satu dekade. Kondisi tersebut meningkatkan kekhawatiran China dapat menggunakan kebijakan nilai tukar dalam negosiasi dengan Amerika Serikat di masa depan. Selain itu, suku bunga jangka panjang di negara maju turun secara signifikan karena pasar mengharapkan tindakan pelonggaran dari bank sentral mereka. Federal Reserve AS memangkas suku bunga untuk pertama kalinya dalam lebih dari satu dekade. Bank sentral di kawasan Asia-Pasifik pun (India, Selandia Baru, Thailand, dan Filipina) menurunkan suku bunga karena dampak dari perang dagang AS-China yang semakin intensif.

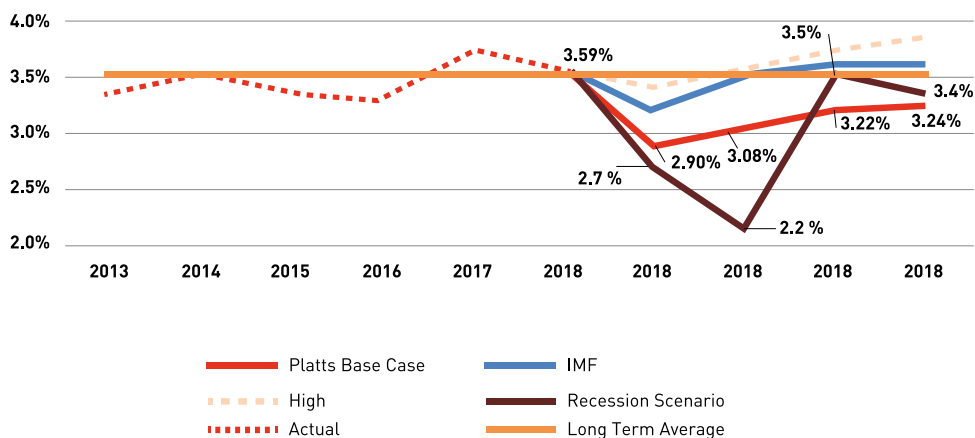
Proyeksi IMF terkait peningkatan pertumbuhan global pada tahun 2020 dibandingkan 2019 masih bergantung pada beberapa faktor yaitu sentimen pasar keuangan; perkembangan di kawasan Eropa; stabilisasi ekonomi di beberapa negara yang mengalami tekanan, seperti Argentina dan Turki; dan perkembangan

negara lain, seperti Iran dan Venezuela. Peningkatan proyeksi pertumbuhan global untuk tahun 2020 dibandingkan dengan tahun 2019 telah memperhitungkan proyeksi stabilisasi atau pemulihan di negara-negara yang tertekan. Pertumbuhan Amerika Serikat pada 2019 diekspektasikan menjadi 2,6%, kemudian menurun menjadi 1,9% pada tahun 2020 ketika stimulus fiskal melemah. Sinyal perlambatan Amerika Serikat terlihat dengan adanya suku bunga obligasi jangka panjang pemerintah AS yang lebih rendah dibandingkan dengan jangka pendeknya. Hal ini sudah terjadi sejak awal tahun 2019 dengan selisih yang semakin melebar (*inverted yield curve*).

structure inverted, penurunan komoditas dan peningkatan volatilitas pasar valuta asing.

Revisi pertumbuhan ekonomi global dari S&P Global Platts telah berkurang menjadi 2,90% untuk tahun 2019, kemudian meningkat menjadi 3,08% untuk tahun 2020. Nilai ini lebih rendah dari proyeksi sebelumnya. Adapun skenario resesi tetap relevan dengan probabilitas 30-35%. Penurunan ekonomi global sudah terjadi, namun apakah masuk ke dalam situasi resesi atau tidak masih menjadi potensi yang mungkin terjadi. Salah satu yang membuat resesi masih berpotensi karena pada kurun waktu 30 tahun rata-

Gambar 1. Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Global. [8]



Selain IMF, S&P Global Platts pun merevisi pertumbuhan ekonomi dunia menjadi lebih rendah karena adanya sinyal peringatan seperti pelebaran kredit, penurunan kinerja pasar ekuitas, kinerja perdagangan yang kurang baik, percepatan disinflasi, penurunan imbal hasil obligasi, *yield*

rata pertumbuhan ekonomi global tahunan masih pada level 3.3%, walaupun tidak ada batas standar yang menentukan resesi global. Sebagai gambaran, pertumbuhan ekonomi dunia pada resesi tahun 1998, hanya mencapai 2,4%.



Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan perdagangan global yang melambat, pertumbuhan permintaan minyak global pun diperkirakan melambat menjadi 1,2 MMB/D pada 2019, nilai ini turun dari 1,5 MMB/D tahun 2018. Pertumbuhan permintaan minyak global diperkirakan akan pulih ke 1,4 MMB/D pada tahun 2020 karena dampak implementasi IMO 2020 yang meningkatkan konsumsi bahan bakar sulfur tinggi atau penggunaan HSFO. Dengan tidak adanya persyaratan IMO, pertumbuhan permintaan minyak 2020 diperkirakan hanya 1,0 MMB/D, yang lebih rendah dari tren historis rata-rata 1,5 MMB/D.

Untuk pasokan, perpanjangan pemangkasan OPEC+ hingga 1Q2020 ditambah dengan adanya pernyataan dari Arab Saudi yang menunjukkan tekad untuk

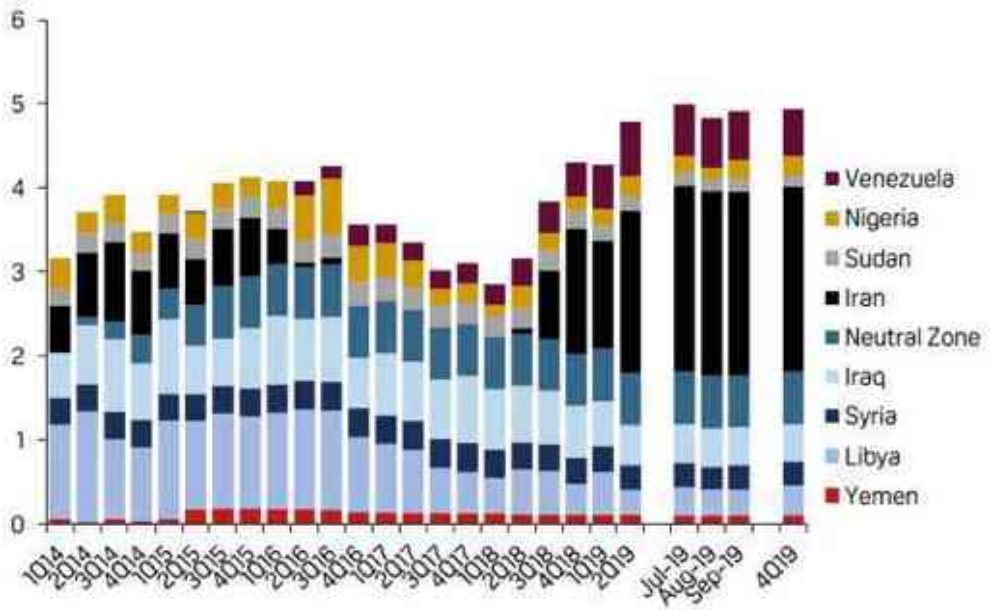
menahan pasokan, diperkirakan pasokan minyak global akan menjadi sebesar 0,3 MMB/D pada tahun 2019, turun dari 2,5 MMB/D di tahun 2018. Kemudian naik menjadi 2,4 MMB/D pada tahun 2020.

Selain faktor pasokan-permintaan, harga minyak juga ditentukan oleh geopolitik, khususnya negara-negara penghasil minyak yang saat ini mengalami krisis dan konflik seperti Venezuela, Nigeria, Sudan, Iran, Irak, Syria, Libya, dan Yaman. Diantara negara tersebut, Iran mempunyai kontribusi paling besar terhadap pasokan minyak dunia.

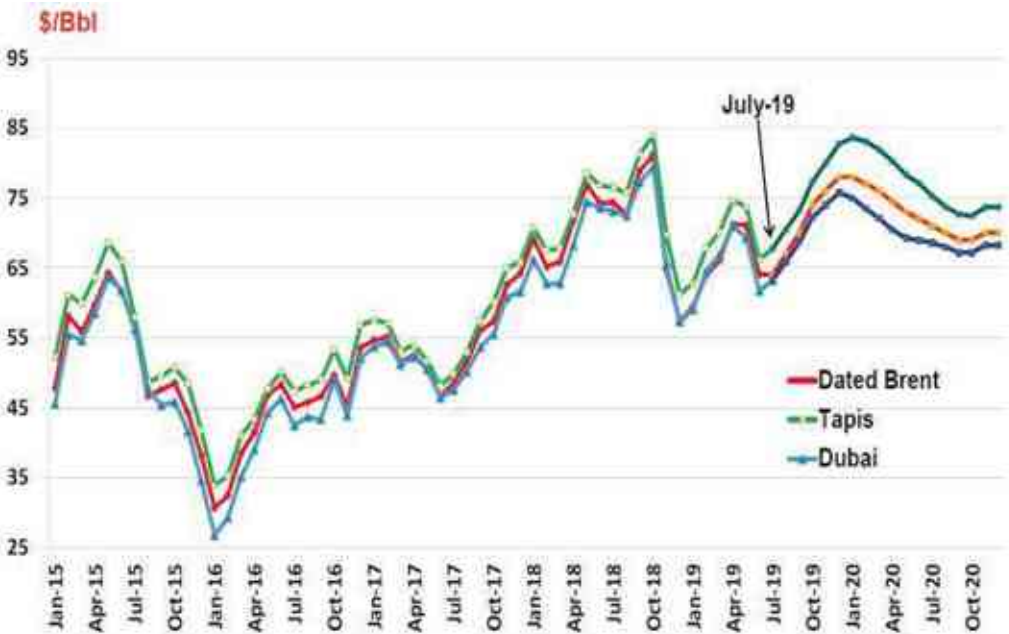
Gambar 2. Perkembangan dan Proyeksi Oil Balance [7]



Gambar 3. Supply Disruptions Minyak Dunia (MMB/D). [9]



Gambar 4. Perkembangan dan Proyeksi Harga Minyak. [7]





Pada 14 September 2019, terjadi serangan drone yang merusak fasilitas kilang minyak Abqaiq dan ladang minyak Khurais di Arab Saudi sehingga mengganggu setengah dari kapasitas produksi negara tersebut.



Proyeksi risiko pasokan dan peningkatan permintaan akibat implementasi IMO, kemungkinan akan mendorong harga *Dated Brent* dapat sedikit naik pada akhir 2019 sampai pertengahan 2020, kemudian kembali turun karena pengetatan pasokan.

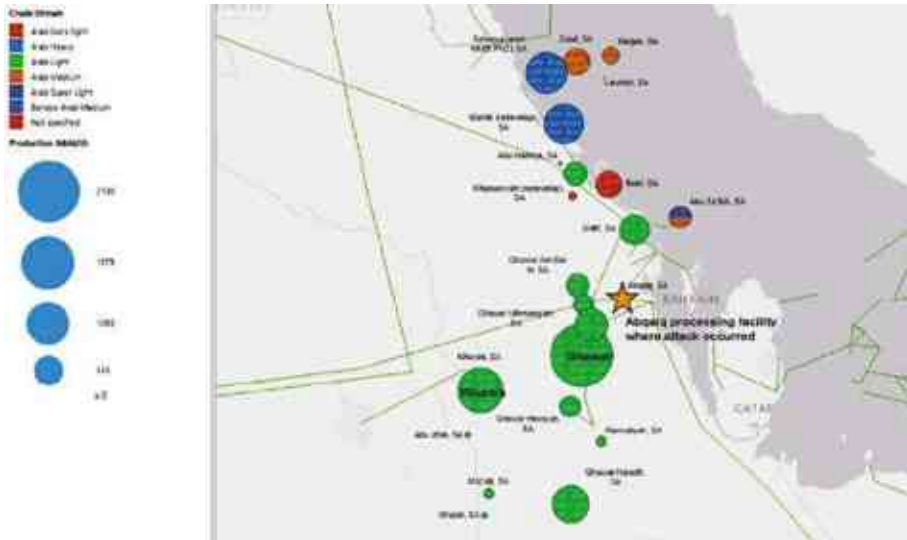
Pada 14 September 2019, terjadi serangan *drone* yang merusak fasilitas kilang minyak Abqaiq dan ladang minyak Khurais di Arab Saudi sehingga mengganggu setengah dari kapasitas produksi negara tersebut. Bahkan peristiwa ini dinilai melebihi hilangnya pasokan minyak dari Kuwait dan Irak ketika perang pada Agustus 1990. Bilamana hilangnya pasokan dari serangan ini tidak dapat ditutup, maka dampaknya dapat meluas ke pasar Asia, khususnya India, China, Korea Selatan, dan Jepang sebagai konsumen

besar minyak Arab Extra Light dan Arab Light dari Saudi. Adapun Indonesia relatif tidak terlalu terganggu karena kebutuhannya hanya mencapai 110.000 bpd dibandingkan dengan produksi Saudi yang dapat mencapai 13,6 juta bpd dengan gangguan mencapai 5,7 juta bpd.

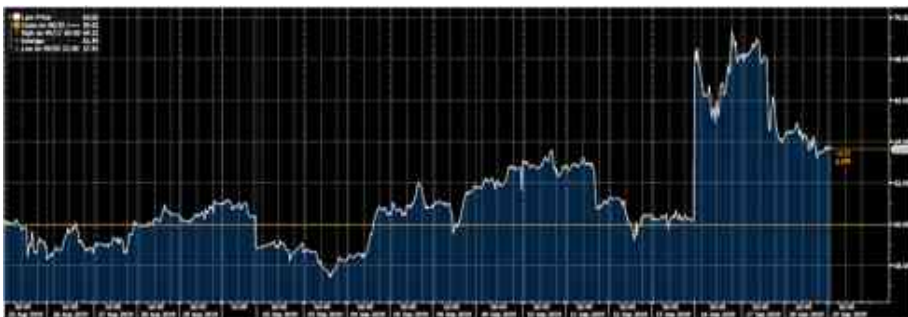
Selain aspek pasokan, dampak dari serangan ini dalam jangka pendek telah mengakibatkan lonjakan kenaikan harga minyak *brent* sebesar 13.9 % pada pembukaan pasar hari Senin, 16 September 2019 yang mencapai 68.64 US\$/bl dari 60.25 US\$/bl sebelum serangan terjadi. Pada kurun waktu 5 hari setelah serangan, harga *brent* kemudian turun menjadi 63 US\$/bl pada tanggal 19 September 2019 karena ada sentimen positif pemulihan pasokan.



Gambar 5. Peta Lokasi Serangan Fasilitas Arab Saudi. [6]



Gambar 6. Pergerakan Harga Brent. [10]



Ekonomi Asia

Salah satu perkembangan signifikan dalam 30 tahun terakhir adalah peningkatan konsumsi dan integrasi Asia ke dalam arus perdagangan, modal, dan inovasi global. Bahkan dalam beberapa dekade mendatang, ekonomi Asia diproyeksikan akan berubah dari partisipan menjadi penentu ekonomi

dunia. Laporan McKinsey Global Institute menunjukkan bahwa proyeksi peningkatan ekonomi Asia pada tahun 2040. Pada saat itu, konsumsi Asia diperkirakan mencapai 40% dari total konsumsi dunia.

Asia tidak hanya membuat kemajuan ekonomi saja, namun juga peningkatan dalam pembangunan kualitas hidup penduduknya, mulai dari rentang hidup yang lebih panjang, peningkatan



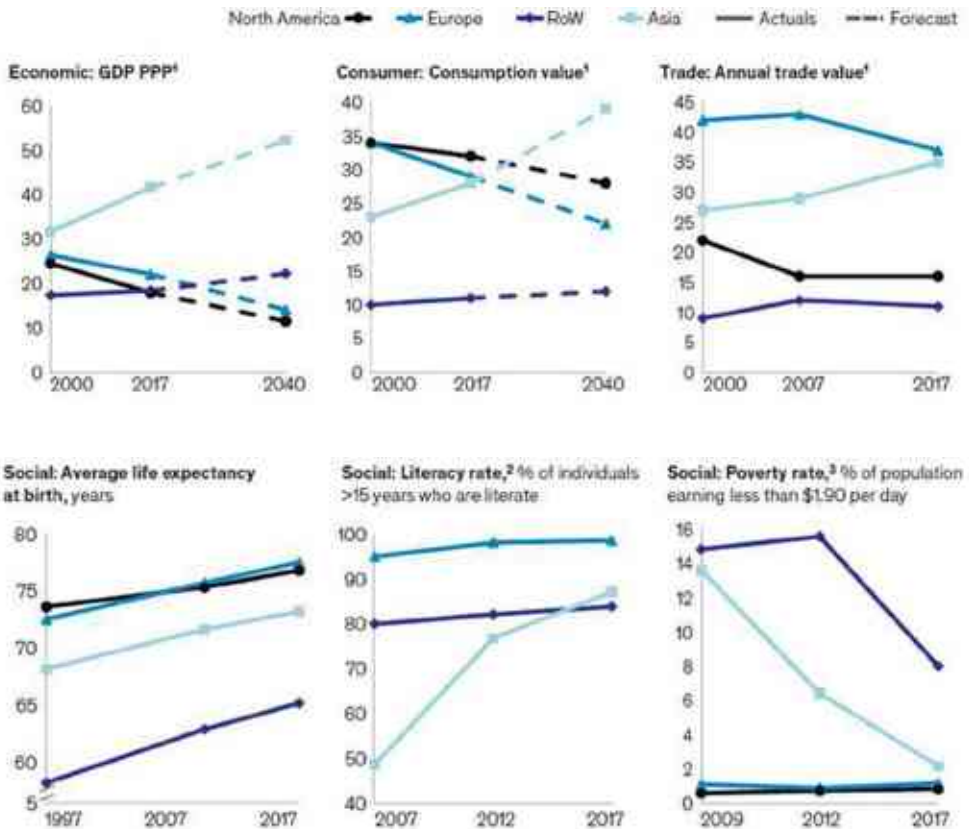
Salah satu perkembangan signifikan dalam 30 tahun terakhir adalah peningkatan konsumsi dan integrasi Asia ke dalam arus perdagangan, modal, dan inovasi global. Bahkan dalam beberapa dekade mendatang, ekonomi Asia diproyeksikan akan berubah dari partisipan menjadi penentu ekonomi dunia.



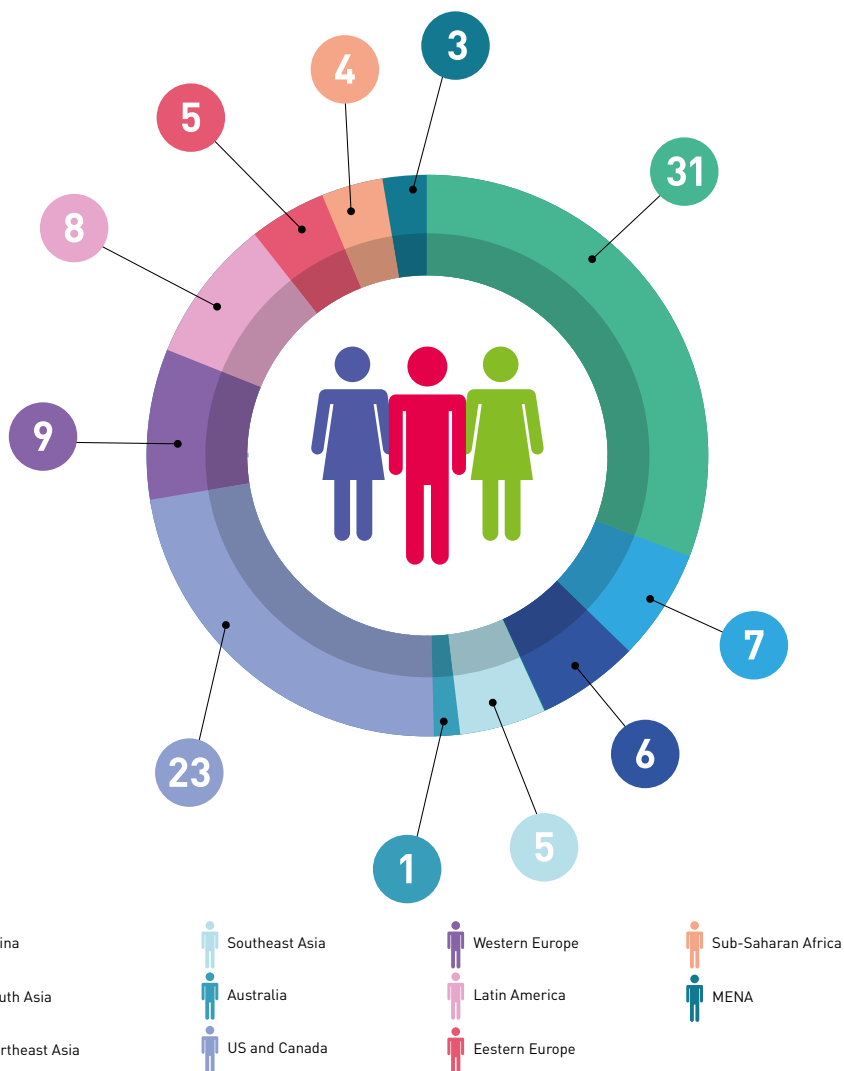
pendidikan, hingga penurunan kemiskinan. Konsumsi negara Asia mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan daya beli penduduk dan preferensi pemilihan produk. Generasi

pasca-90an lebih memilih menggunakan produk domestik dibandingkan produk impor. Sehingga pada tahun 2030, Asia diproyeksikan akan mewakili sekitar 50% pertumbuhan konsumsi global.

Gambar 7. Indikator Ekonomi dan Sosial Berdasarkan Wilayah [3]



Gambar 8. Porsi Pertumbuhan Konsumsi Global 2015-2030 (%). [3]



Ekonomi Indonesia

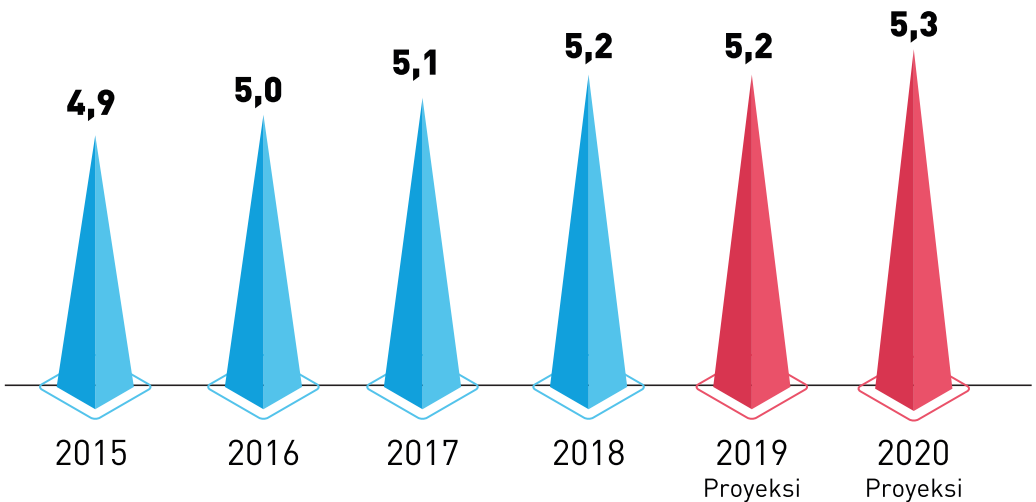
Berdasarkan RAPBN 2020, perekonomian Indonesia pada 2020 diproyeksikan tetap tumbuh moderat di tengah tekanan global yang ditopang oleh konsumsi rumah tangga, investasi dan ekspor yang diperkirakan membaik. Adapun, nilai

tukar rupiah pada tahun 2020 diperkirakan berada pada kisaran Rp14.400/US\$ seiring masih terdapat risiko volatilitas terutama yang berasal dari sisi eksternal, yaitu risiko ketidakpastian global dengan berlanjutnya perang dagang dan proteksionisme serta perubahan arah kebijakan moneter Amerika Serikat,



harga komoditas yang relatif stagnan yang dapat berpengaruh terhadap kinerja ekspor nasional dan neraca transaksi berjalan, perbaikan fundamental ekonomi Indonesia yang diikuti aliran modal masuk dan peningkatan persepsi positif pasar terhadap perekonomian domestik serta kebijakan untuk memperkuat stabilisasi nilai tukar Rupiah.

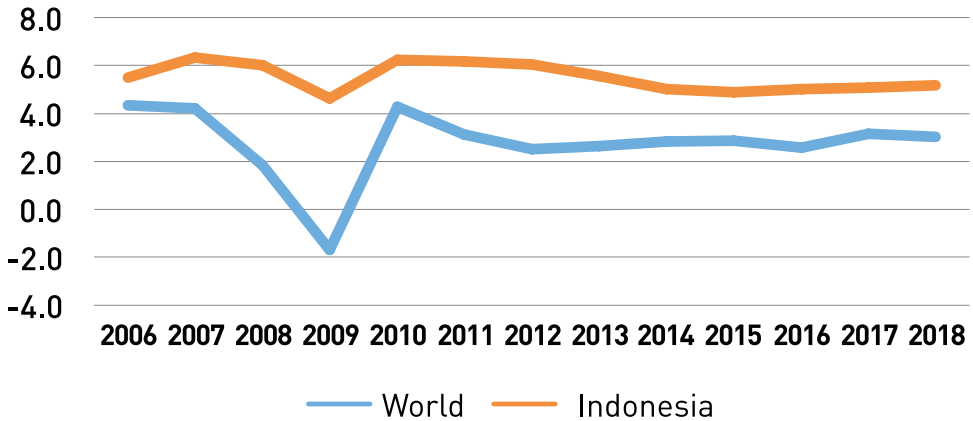
Gambar 9. Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi Indonesia (GDP, %). [5]



Tantangan perekonomian Indonesia tidak terlepas dari perlambatan ekonomi global dan potensi resesi yang masih membayangi negara-negara di dunia. Walaupun demikian, hal ini dapat diperkuat dengan produktivitas dan peningkatan pertumbuhan angkatan kerja. Perlambatan ekonomi global ini dapat menekan harga komoditas yang menekan perekonomian Indonesia. Krisis ekonomi

global pada tahun 2009 menunjukkan bahwa perlambatan ekonomi dunia 2007-2009 mencapai 5,9%, yang berpengaruh terhadap penurunan harga komoditas dan perekonomian Indonesia ikut melambat pada kurun waktu tersebut sebesar 1,7%. Analisa World Bank menunjukkan pelemahan ekonomi China sebesar 1% dapat melemahkan perekonomian Indonesia sebesar 0,3%.

Gambar 10. Perbandingan Pertumbuhan Ekonomi (GDP, %). [11]

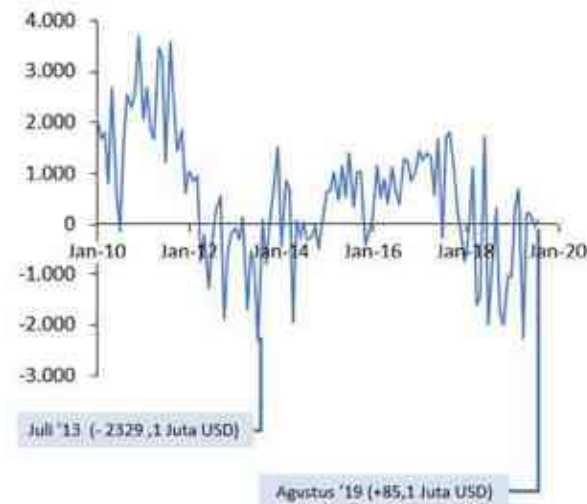


Proyeksi pertumbuhan ekonomi Indonesia pada kuartal III 2019 ini menghadapi tantangan pada aspek investasi yang masih moderat sampai bulan Agustus ini. Jika pertumbuhan investasi hanya tumbuh 5 %-5,5 % karena penurunan impor barang modal dan bahan baku, maka pertumbuhan ekonomi Indonesia diperkirakan tumbuh di bawah 5,1 %. Penurunan impor barang modal dan bahan

baku ini berkaitan erat dengan aktifitas manufaktur yang menjadi penopang utama pertumbuhan ekonomi.

Perkembangan *trade balance* Indonesia sampai bulan Agustus 2019 menunjukkan surplus sebesar USD 85,1 Juta. Pada sektor migas secara bulanan, terjadi penurunan ekspor sebesar 45,48 % dan impor turun sebesar 6,73 % dengan

Gambar 11. Pergerakan Neraca Perdagangan (Juta USD). [4]

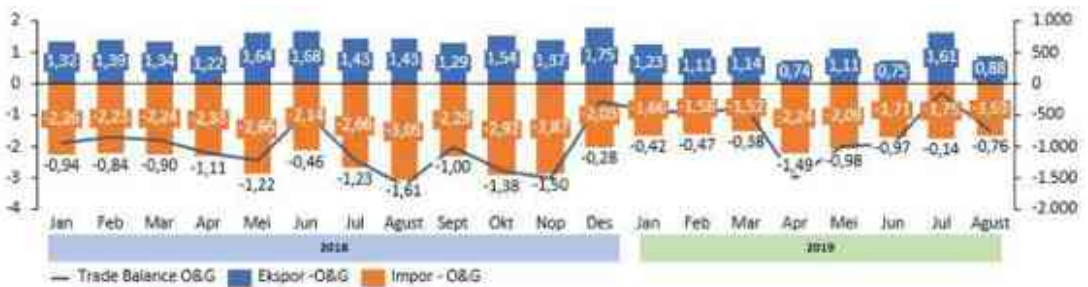




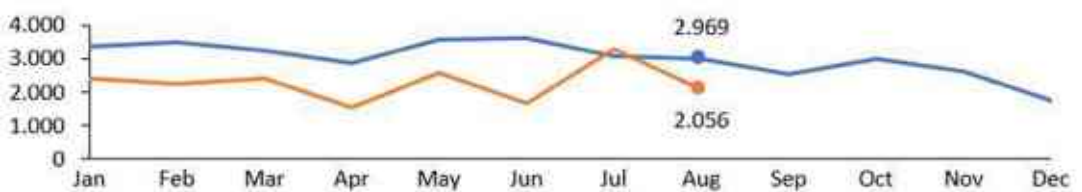
realisasi volume impor sebesar 3,18 juta ton turun 0,09 juta ton dari bulan sebelumnya. Pada sektor non migas, terjadi penurunan ekspor sebesar 3,20 % dan impor turun sebesar 8,76 % dibandingkan bulan sebelumnya. Realisasi *trade balance* migas periode Januari - Agustus 2019 jika dibandingkan tahun 2018 pada periode yang sama, terdapat perbaikan defisit *trade balance* migas

dari -8,305 juta USD menjadi -5,611 juta USD. Membaiknya defisit neraca perdagangan sektor migas hingga Agustus 2019 disebabkan menurunnya volume impor migas terutama untuk minyak mentah serta terdapat penurunan harga minyak dunia.

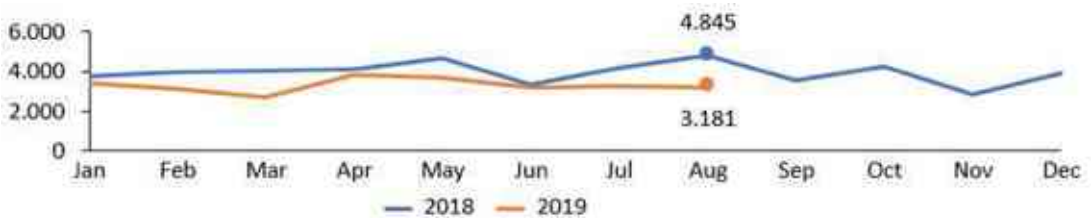
Gambar 12. Trade Balance Migas (Miliar USD). [4]

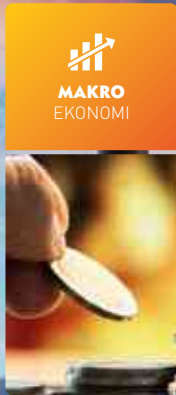


Gambar 13. Volume Ekspor Migas (000 Ton). [4]



Gambar 14. Volume Impor Migas (000 Ton). [4]





Thinkstock

Secara umum kondisi perekonomian global pada 2019 dan 2020 kemungkinan akan tumbuh lebih rendah dibandingkan realisasi pertumbuhan 2018. Perang dagang antara Amerika Serikat – China yang menunjukkan tanda-tanda belum akan segera berakhir, menjadi faktor utama terjadinya perlambatan pertumbuhan ekonomi global tersebut. Harga energi seperti harga komoditas lainnya, kemungkinan masih akan

berada pada level rendah-moderat sejalan dengan pertumbuhan indeks manufaktur global. Faktor fundamental terutama pertumbuhan ekonomi masih akan menjadi penggerak utama terhadap permintaan dan harga energi termasuk minyak dan gas di dalamnya. Karena itu, jika pertumbuhan ekonomi global melambat permintaan dan harga energi secara paralel akan turun. ■

REFERENSI:

- [1] Bisnis Indonesia. 2019. 16-19 September 2019.
- [2] IMF. 2019. *World Economic Outlook*, July 2019.
- [3] McKinsey Global Institute, *Asia's future is now*, July 2019.
- [4] Pertamina Energy Institute, Trade Balance Analysis Bulan Agustus 2019.
- [5] Rancangan Anggaran Pendapatan Belanja Negara (RAPBN) 2020.
- [6] Rystad Energy Commentary, 17-18 September 2019
- [7] S&P Global Platts, Asia Pacific Oil Market, September 2019.
- [8] S&P Global Platts, *Global Economic Outlook*, September 2019.
- [9] S&P Global Platts, *World Oil Market Forecast*, August 2019.
- [10] Bloomberg, diakses 19 September 2019.
- [11] www.worldbank.org



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**



Kini Anda mudah mengakses
Layanan Informasi Kepesertaan
DPLK Tugu Mandiri
Unduh Segera mobile apps

SIPERDANA DPLK Tugu Mandiri



GLOBAL MEGATRENDS: THE FUTURE OF THE WORLD WE LIVE IN

Dalam buku yang berjudul “*The Mind of a Fox: Scenario Planning in Action*”, disebutkan bahwa megatren sering digunakan sebagai referensi skenario dalam suatu perencanaan oleh berbagai pihak.

Dessy Andriani

Economic Advisor I, Pertamina Energy Institute



TRANSISI ENERGI merupakan salah satu poin utama dari megatren yang selama ini memperoleh perhatian global.

Dalam beberapa dekade terakhir, pembahasan mengenai transisi energi sering dikaitkan dengan upaya mitigasi emisi gas rumah kaca, misalnya dengan upaya mendorong pemanfaatan energi yang lebih ramah lingkungan. Dalam hal ini Morgan (2012) menyatakan penilaian terhadap lingkungan (*Environmental Assessment*) menjadi salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi kebijakan lingkungan pada hampir 200 negara di dunia. Senada dengan Morgan, Caldwell (1989) menyatakan bahwa *Environmental Assessment* (EA) sebagai dasar pengambilan keputusan dan tindakan. Akan tetapi *Environmental*

Assessment yang diperkenalkan sejak tahun 1960 – 1970-an tidak lagi sepenuhnya relevan dengan kondisi saat ini.

Saat ini perkembangan populasi manusia memasuki era yang berpotensi menimbulkan fenomena yang belum pernah terjadi sebelumnya dan dapat menyebabkan transformasi global yang menyeluruh dan cepat. Transformasi global ini umumnya dikenal sebagai megatren (Sadler, 1996; dan Sunter, 2013). Konsep megatren pertama kali diperkenalkan John Naisbitt pada tahun 1982 melalui sebuah buku yang berjudul “*Megatrends*”. Megatren bersifat jangka panjang, karena melewati proses transformasi dengan pencapaian global yang memiliki cakupan luas, berdampak fundamental dan signifikan.

Dalam buku yang berjudul “*The Mind*



of a Fox: Scenario Planning in Action”, disebutkan bahwa megatren sering digunakan sebagai referensi skenario dalam suatu perencanaan oleh berbagai pihak; karena faktor megatren memiliki tingkat kepastian yang tinggi untuk memberikan pengaruh secara global. Namun upaya yang dilakukan untuk mengontrol dampak dari sejumlah faktor megatren masih minim. Oleh karena itu megatren global merupakan upaya

untuk mendorong strategi adaptasi – dibandingkan strategi perubahan – yang relevan dengan pembangunan manusia seperti ekonomi, pertanian, energi, perencanaan kota, perencanaan sumber daya dan lainnya (Retief et. al, 2016).



Definisi megatrend dari beberapa literatur adalah sebagai berikut :

- EEA (2015) menuliskan bahwa ketahanan ekologis dan sosial di Eropa dalam beberapa tahun mendatang akan sangat terpengaruh oleh berbagai global megatren dengan skala besar, memiliki dampak yang tinggi dan saling memiliki ketergantungan terhadap perubahan sosial, ekonomi, politik, lingkungan atau perubahan teknologi. Global megatren memiliki konsekuensi signifikan bagi Eropa, seperti perkembangan demografis, ekonomi atau geopolitik di wilayah lain yang dapat mempengaruhi ketersediaan dan harga sumber daya alam dan energi di Eropa.
- KPMG (2012) menitikberatkan global megatren akan memberikan dampak terhadap pemerintah dan warga negara hingga tahun 2030. Tekanan megatren akan mengakibatkan banyak perubahan. Implikasi megatren terhadap individu mendorong pemerintah untuk menetapkan kebijakan dalam menyikapi perubahan global, sehingga relevan dengan perubahan di tingkat lokal.
- PWC (2016) mendefinisikan megatren merupakan makroekonomi dan kekuatan geostrategis yang membentuk dunia. Megatren merupakan hal nyata dan didukung oleh data yang dapat dibuktikan. Secara definisi, megatren merupakan perubahan besar dan meliputi tantangan dan peluang yang sangat besar bagi masyarakat.
- EY (2015) mendefinisikan megatren sebagai kekuatan besar yang terjadi secara global, *transformative*, dan

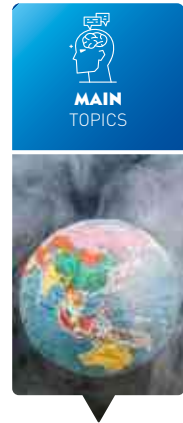
berdampak pada semua orang di dunia. Megatren menentukan masa depan, memberikan dampak yang luas pada bisnis, masyarakat, budaya, ekonomi dan individu.

- CSIRO (2012) mendefinisikan megatren sebagai suatu kondisi perubahan besar dalam lingkungan, sosial dan ekonomi yang secara substansial dapat mengubah cara hidup manusia. Megatren terkait dengan keputusan untuk membuat dan memikirkan kembali model tata kelola, proses bisnis dan sistem sosial. Megatren terdiri dari berbagai tren yang didefinisikan sebagai pola penting dalam aktivitas sosial, lingkungan dan ekonomi yang akan terjadi di masa depan.

Para praktisi melakukan pengamatan, analisa dan identifikasi terhadap berbagai faktor yang menjadi item kunci global megatren. Sebagai contoh, EEA lebih memilih melakukan analisis yang bersifat indikatif dibandingkan analisis komprehensif. Analisis yang dilakukan berfokus pada sumber daya tertentu dengan asumsi situasi *business as usual* berdasarkan kebijakan saat ini yang bertujuan untuk memicu refleksi tentang kemungkinan implikasi global megatren yang akan terjadi di Eropa. Serangkaian pengamatan dan fakta juga dirancang oleh EY, diantaranya mencakup aspek yang secara keseluruhan dianggap paling penting dan menarik, dengan memberikan “*best guess*” mulai dari kondisi sekarang sampai dengan bagaimana megatren ini akan terimplementasi di masa depan. Identifikasi berbagai item kunci global megatren dari beberapa praktisi adalah sebagai berikut:



Tekanan megatren akan mengakibatkan banyak perubahan. Implikasi megatren terhadap individu mendorong pemerintah untuk menetapkan kebijakan dalam menyikapi perubahan global, sehingga relevan dengan perubahan di tingkat lokal.



Tabel 1. Key Global Megatrend

EEA (2015) <small>(European Environment Agency)</small>	KPMG (2012)	PWC (2014)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Diverging global population trends 2. Towards a more urban world 3. Changing disease burdens and risks of pandemics 4. Accelerating technological change 5. Continued economic growth? 6. An increasingly multipolar world 7. Intensified global competition for resources 8. Growing pressures on ecosystems 9. Increasingly severe consequences of climate change 10. Increasing environmental pollution 11. Diversifying approaches to governance. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Demographic 2. Rise of Individual 3. Enabling Technology 4. Economic interconnectedness 5. Public debt 6. Economic power shift 7. Climate change 8. Resource stress 9. Urbanization 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Shift in global economic power 2. Demographic shifts 3. Accelerating urbanization 4. Rise of technology 5. Climate change and resource scarcity
EY (2015)	Hay Group <small>(Vielmetter and Sell, 2014)</small>	CSIRO* <small>(Hajkowicz et al, 2012)</small>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Digital future 2. Entrepreneurship rising 3. Global marketplace 4. Urban world 5. Resourceful planet 6. Health reimagined 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Globalization 2.0 2. Environmental crisis 3. Individualization and value pturasim 4. The digital era 5. Demographic change 6. Technological convergence 	<ol style="list-style-type: none"> 1. More from less – resources scarcity 2. Going, going,...gone? – climate change 3. The silk highway – power shift 4. Forever young - demographic 5. Virtually here - technological innovation 6. Great expectations – rapid urbanization

Sumber : Diolah penulis dari (1), (3), (5), (9), (10), (21)

Setiap item kunci megatren berinteraksi antara satu item dengan item lainnya. Karena itu harus dilihat sebagai satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan. Sebagai contoh, perubahan demografi tercermin dan dipengaruhi oleh urbanisasi. Sehingga pergeseran kekuasaan memungkinkan terjadinya percepatan inovasi teknologi. Perlu diperhatikan keanekaragaman kondisi dan perbedaan disetiap wilayah memiliki tren yang berbeda, misalnya tren demografis

dapat berbeda antara satu wilayah dengan wilayah lainnya, sehingga dampak urbanisasi akan sangat terasa bagi negara berkembang.

Berbagai item kunci global megatren yang telah diidentifikasi oleh para praktisi, jika dituangkan ke dalam suatu analisa matriks mengerucut menjadi beberapa item global megatren sebagaimana dalam tabel 2 sebagai berikut :

Tabel 2. Analisa Matriks Global Megatren. [12]

Global Megatrends	EEA (2015)	KPMG (2012)	PWC (2014)	EY (2015)	CSIRO (2014)	Hay Group (2012)
1 Rapidly changing demographics	√	√	√	-	√	√
2 Rapid urbanization	√	√	√	√	√	-
3 Accelerating technological innovation	√	√	√	√	√	√
4 Power shifts	√	√	√	-	√	√
5 Resource scarcity	√	√	√	√	√	√
6 Climate change	√	√	√	-	√	√
7 Global health risks	√	-	-	√	-	-
8 Continuing economic growth	√	-	-	-	-	-
9 Ecosystem pressure	√	-	-	-	-	-
10 Increasing environmental pollution	√	-	-	-	-	-
11 Diversifying approaches to governance	√	-	-	-	-	-
12 Individualism	-	√	-	-	-	√
13 Economic interconnectedness	-	√	-	√	-	-
14 Public debt	-	√	-	-	-	-
15 Entrepreneurship rising	-	-	-	√	-	-
16 Technological convergence	-	-	-	-	-	√

Analisa matriks global megatren tersebut menunjukan bahwa poin 1 sampai 6 merupakan item kunci global megatren yang paling banyak dipilih oleh para praktisi, diantaranya *rapidly changing demographics*, *rapid urbanization*, *accelerating technological innovation*, *power shifts*, *resource scarcity* dan *climate change*.

Laju Perubahan Demografi Penduduk

Rapidly Changing Demographic diidentifikasi sebagai salah satu megatren seiring dengan meningkatnya populasi jumlah penduduk dunia yang diperkirakan pada tahun 2050 akan mencapai 9,8 miliar. Wilayah Asia memiliki populasi terbesar yaitu 5,26 miliar, diikuti oleh Afrika 2,53 miliar dan Amerika Latin 0,78 miliar sedangkan Eropa kemungkinan akan mengalami penurunan populasi di tahun 2050.

Meningkatnya laju pertumbuhan populasi memberikan dampak terhadap pergeseran kekuatan ekonomi, kelangkaan sumber daya bahkan pada perubahan norma sosial. Setiap negara memiliki karakter demografi yang berbeda. Dalam hal ini populasi dengan demografi lanjut usia menyebabkan terbatasnya jumlah tenaga kerja produktif, harapan hidup lebih tinggi, penurunan angka kelahiran serta meningkatkan porsi penduduk lanjut usia di seluruh dunia. Kondisi tersebut memberikan tantangan terhadap sistem kesejahteraan sosial, termasuk pensiun dan perawatan kesehatan. Populasi dengan masyarakat usia produktif akan meningkatkan porsi tenaga kerja dan konsumen, sehingga memberikan tantangan dalam penyediaan pasar tenaga kerja.

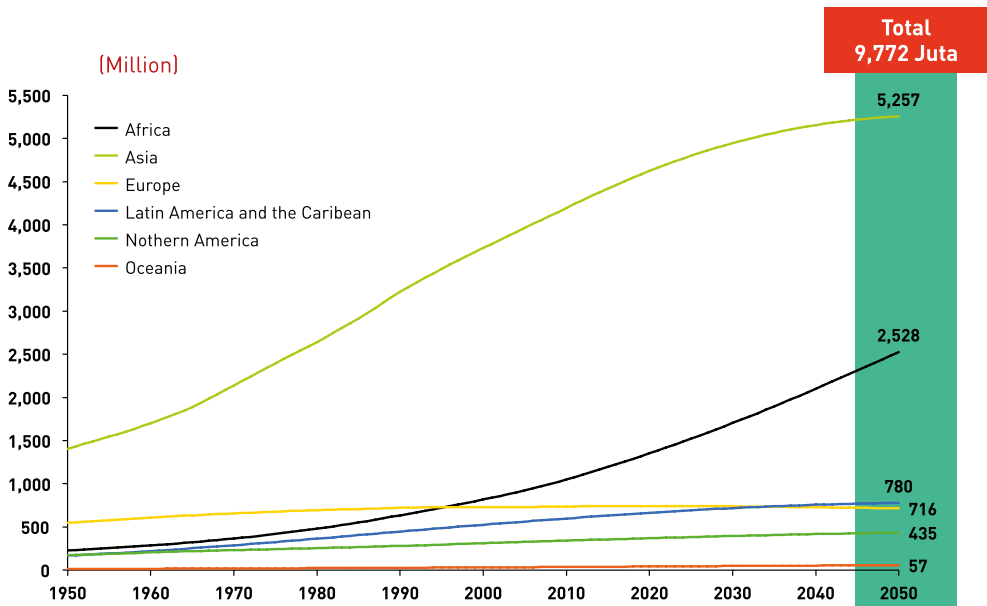
Data populasi dunia tahun 2019 sebagaimana dipublikasi *United Nations*



Meningkatnya laju pertumbuhan populasi memberikan dampak terhadap pergeseran kekuatan ekonomi, kelangkaan sumber daya bahkan pada perubahan norma sosial.



Gambar 1. Populasi Penduduk Dunia Berdasarkan Region



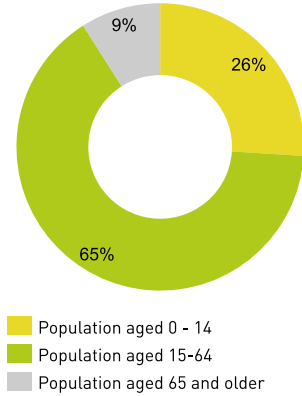
Sumber : Diolah penulis dari [18]

Population Fund (UNFA), menunjukkan bahwa populasi penduduk dunia didominasi penduduk usia 15 – 64 tahun dengan porsi 65%, sedangkan penduduk usia 0-14 tahun 26% dan sisanya 9% merupakan penduduk usia lanjut (usia 65 tahun keatas). Besarnya porsi penduduk usia produktif baik secara global maupun regional, memberikan

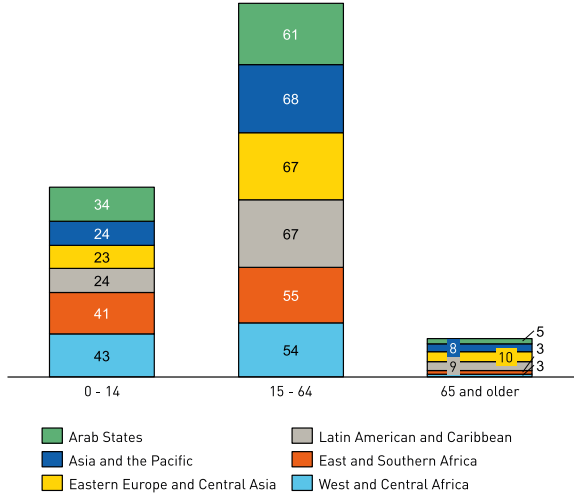
tantangan dari pada aspek pendidikan, pekerjaan dan ketersediaan sumber daya. Porsi penduduk usia muda dalam istilah ekonomi dianggap sebagai “dividen demografis” karena memperluas populasi usia kerja yang pada gilirannya akan meningkatkan jumlah lapangan pekerjaan dan jumlah konsumen (UNFPA, 2014).

Gambar 2. Demografi Penduduk Dunia Tahun 2019 Berdasarkan Usia (%)

World Population by Aged (%)



World Population by Region (%)



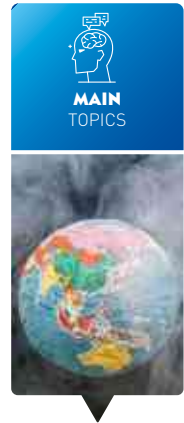
Sumber : Diolah penulis dari [17]

Tantangan dalam menghadapi tumbuhnya penduduk usia muda yang diekspektasikan memberikan kontribusi ekonomi yaitu dengan mempersiapkan pendidikan yang berkualitas, akses layanan kesehatan dan melakukan investasi ekonomi untuk menghasilkan pekerja produktif. Peningkatan investasi dalam menjalankan program pengembangan *human capital*, penyediaan lapangan kerja dan program lainnya juga harus terus dilaksanakan. Jika beberapa kondisi tersebut tidak diciptakan, maka dividen demografis dapat dengan mudah berubah menjadi beban demografis yaitu meningkatnya pengangguran dan kemiskinan. Tantangan berbeda akan terjadi untuk populasi penduduk usia lanjut yaitu lebih mempertimbangkan fasilitas kesehatan, perawatan untuk lanjut usia, perawatan

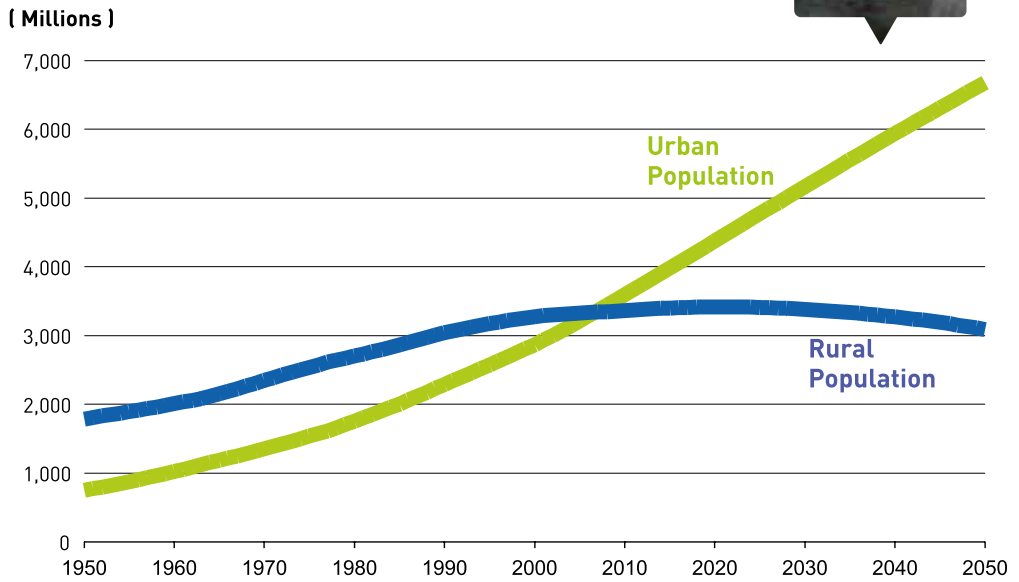
berbasis sosial masyarakat, pensiun dan penyediaan infrastruktur yang dapat diakses oleh para penduduk lanjut usia.

Laju Urbanisasi

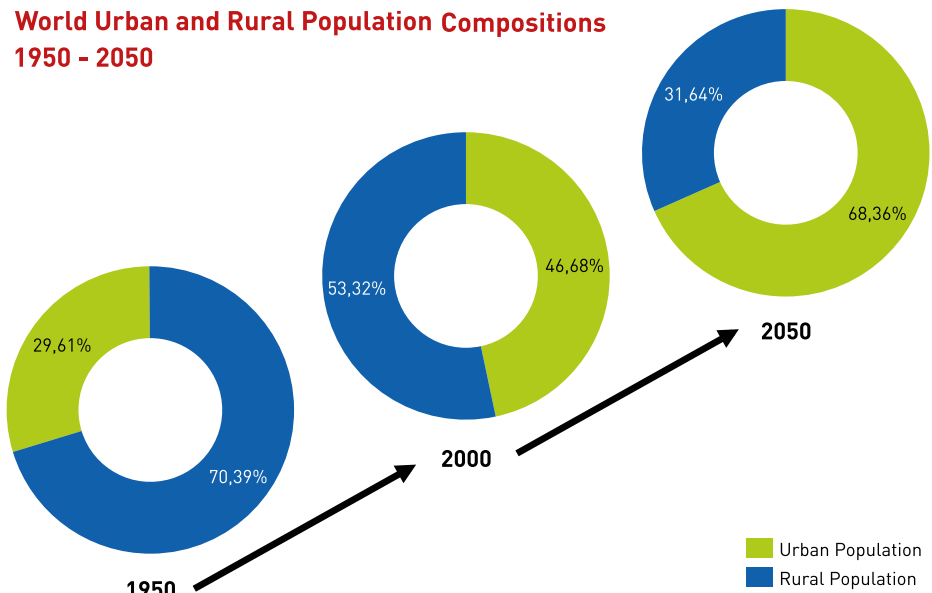
Data populasi *United Nations* menunjukkan pada tahun 1950 sekitar 70% populasi penduduk dunia tinggal di daerah pedesaan dan hanya 30% tinggal di daerah perkotaan. Peningkatan terus terjadi secara signifikan dimana di tahun 2020 diproyeksikan 56% penduduk tinggal di perkotaan dan 44% tinggal di daerah pedesaan. UN memproyeksikan sampai dengan 2050 total populasi penduduk dunia yang tinggal di daerah perkotaan diperkirakan akan meningkat menjadi 68% sedangkan yang tinggal di daerah pedesaan hanya sebesar 32%.



Gambar 3. Populasi Penduduk Kota dan Desa (1950 - 2050)



World Urban and Rural Population Compositions 1950 - 2050

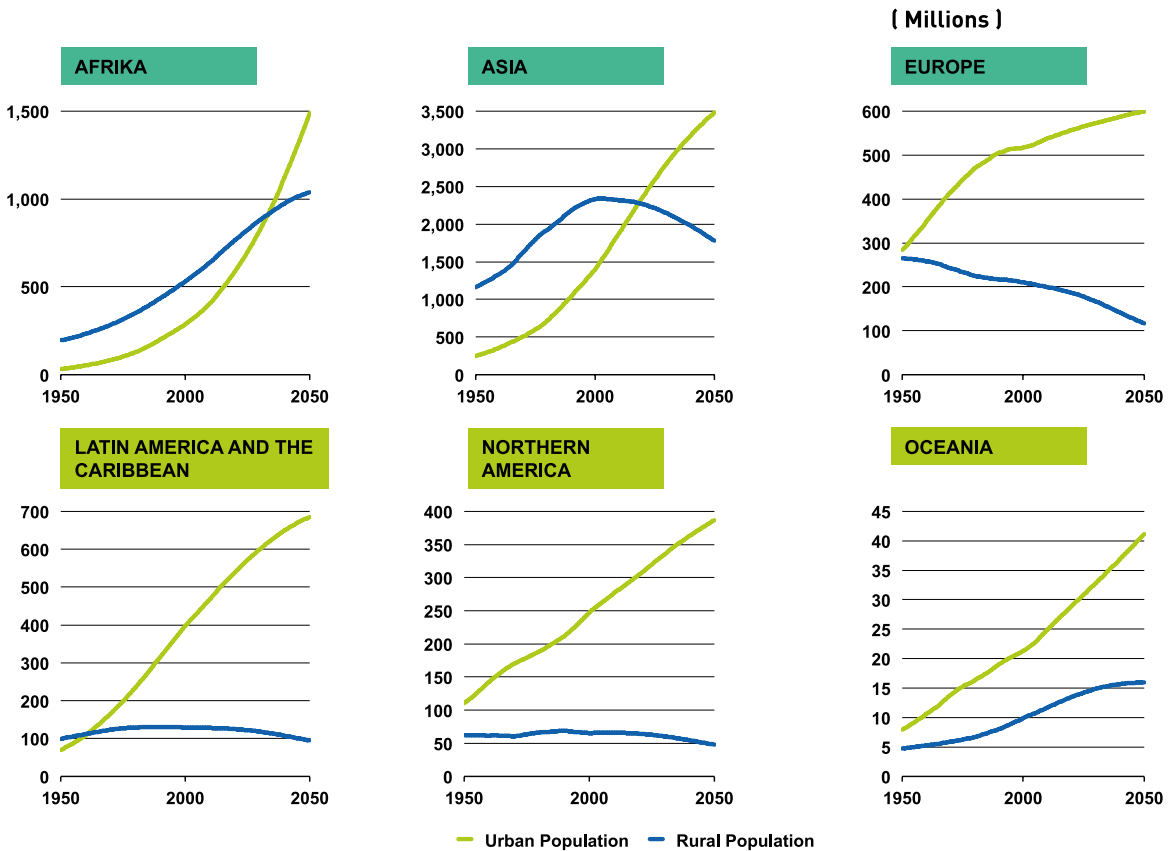


Sumber : Diolah penulis dari [18]

Peningkatan populasi penduduk terjadi di berbagai wilayah di seluruh dunia. Pada tahun 2019 tercatat sekitar lebih dari 80% penduduk North America dan Latin America and the Caribbean adalah penduduk perkotaan. Sedangkan porsi penduduk perkotaan di negara Eropa, Oceania, Afrika dan Asia masing masing adalah 75%, 68%, 43% dan 50% (UN, 2018). Dua wilayah mengalami peningkatan populasi penduduk di perkotaan yaitu Afrika dan Asia sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4 di bawah ini. Afrika saat ini memiliki 567 juta penduduk perkotaan

atau 13% dari populasi penduduk perkotaan dunia, yang diproyeksikan pada tahun 2050 akan meningkat hingga 1,5 miliar atau 22% dari penduduk urban diseluruh dunia. Asia, di tahun 2019 memiliki sekitar 2,3 miliar penduduk tinggal di perkotaan atau 54% dari populasi penduduk perkotaan di dunia, yang diperkirakan pada tahun 2050 akan meningkat menjadi 3,5 miliar atau 52% dari populasi penduduk urban di dunia. Peningkatan penduduk urban terbesar di wilayah Asia yaitu terjadi di negara Cina, India dan Indonesia.

Gambar 4. Populasi Perkotaan dan Pedesaan Dunia Berdasarkan Region 1950 - 2050. [18]





Permukiman kumuh selalu menjadi bagian dari perkembangan urbanisasi yang cepat. PBB memperkirakan bahwa jumlah penduduk daerah kumuh akan meningkat 3 miliar pada tahun 2050 (UN-Habitat, 2013a). UNDP menyatakan bahwa negara-negara dengan pertumbuhan urban yang sangat cepat cenderung memiliki tingkat perkembangan manusia yang tinggi. Kondisi tersebut memiliki implikasi terhadap penggunaan 60–80% dari total konsumsi sumber daya dan penggunaan energi, peningkatan emisi karbon dioksida dan degradasi lingkungan/ekosistem. Namun jika dikelola dengan baik, kota-kota dengan pengelolaan sumber daya yang efisien dapat meningkatkan produktivitas dan inovasi yang memberikan dampak terhadap berkurangnya perusakan lingkungan, sehingga kota-kota besar dapat menghasilkan output ekonomi yang lebih tinggi dengan tingkat emisi gas rumah kaca dan konsumsi sumber daya yang jauh lebih rendah.

Food and Agriculture Organization (FAO) berpendapat bahwa pertumbuhan populasi akan meningkatkan urbanisasi, yang menimbulkan ketergantungan pada pembelian makanan dan perubahan pola makan. Kondisi tersebut menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi permintaan pangan global dan mendorong negara untuk mencari sumber daya dari sumber lain. Peningkatan urbanisasi mengakibatkan perubahan pola konsumsi yang berdampak signifikan terhadap kuantitas dan kualitas sumber daya air (EEA, 2009).

Analisa EY tahun 2015 menyatakan bahwa urbanisasi akan mendorong pergeseran sektor bisnis dan mengubah pola kerja. Pertumbuhan urbanisasi yang cepat di

Afrika mendorong munculnya layanan industri baru, seperti pergeseran dari pertanian ke manufaktur. Kota-kota di wilayah Asia akan terus mendominasi pekerjaan di sektor industri. Pertumbuhan pekerjaan jasa keuangan dan bisnis pada gilirannya akan mendorong sektor perumahan. Kebutuhan untuk membangun infrastruktur baru di berbagai kota berkembang akan terus mendorong pertumbuhan konstruksi dan sektor-sektor terkait.

KPMG (2012) mengemukakan bahwa konsekuensi dari fenomena pertumbuhan urbanisasi yaitu pertumbuhan urbanisasi didorong oleh perkembangan dunia. Hal itu berkaitan dengan pengembangan lingkungan, kebutuhan infrastruktur perkotaan berskala besar dan adanya tekanan kemiskinan di wilayah perkotaan termasuk pertumbuhan populasi di permukiman kumuh. Analisa beberapa hal kritis yang harus diperhatikan dalam urbanisasi, dilakukan oleh PWC (2016) yaitu tantangan atas legitimasi pertahanan nasional dan pasukan keamanan. Potensi gangguan asimetris dan *destruction* serta meningkatnya wilayah kumuh dan “*feral cities*”, dimana terdapat suatu wilayah/daerah di beberapa kota besar –pihak keamanan tidak berani mengambil suatu tindakan. Ruang-ruang yang “tidak dapat diatur” ini dapat menjadi inkubator untuk menciptakan radikalisme pada segmen populasi dan tempat berkembangnya jaringan kriminal, teroris dan lainnya dapat berpotensi mengganggu keamanan dan stabilitas.

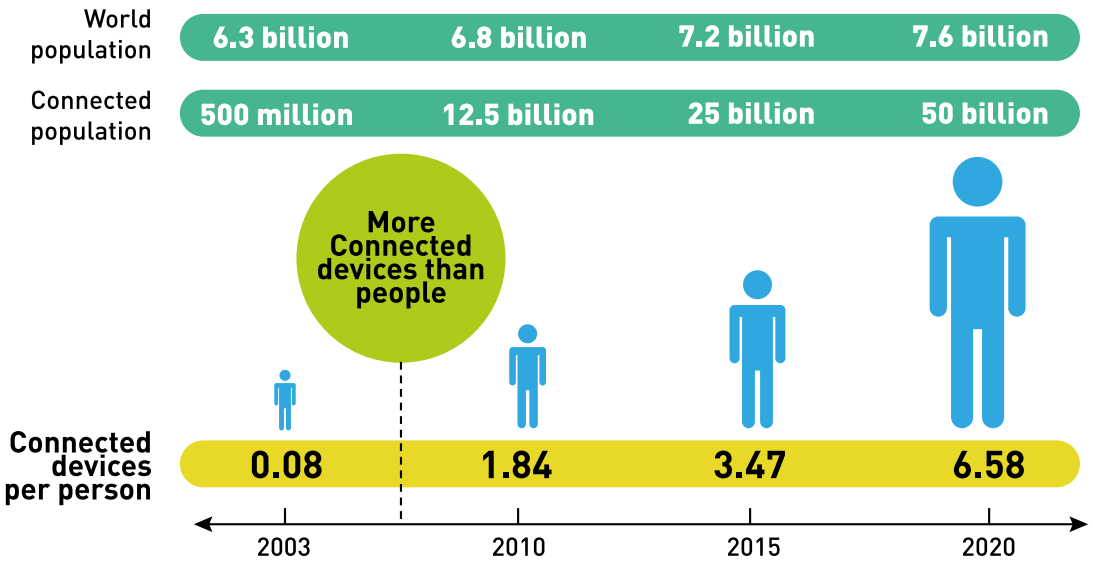
Inovasi Teknologi

Media digital saat ini mampu menghubungkan satu negara dengan negara yang lain. Kondisi tersebut memungkinkan setiap orang membentuk koneksi baru dan memperoleh akses informasi secara cepat dan terpercaya, yang secara selektif disesuaikan melalui beragam saluran. Kondisi ini mengarah pada perubahan perilaku sosial yang memberikan pengaruh positif dan negatif. Setiap individu, entitas bisnis dan pemerintah bergerak menuju dunia virtual dalam menyediakan dan mengakses jasa,

informasi, meningkatkan kinerja transaksi, perdagangan, melakukan pekerjaan dan berinteraksi dengan pihak lain.

Pesatnya pertumbuhan konektivitas juga dapat dikaitkan dengan adanya perubahan perilaku organisasi dan individu. Pada konteks ini megatren pada dasarnya mengeksplorasi apa yang mungkin terjadi dalam dunia konektivitas yang semakin meningkat. Dalam kondisi ini individu, komunitas, pemerintah dan bisnis berada pada dunia maya dengan porsi lebih besar dari sebelumnya.

Gambar 5. Pertumbuhan Perangkat yang Terhubung Jaringan. [10]





Terobosan dalam disiplin ilmu seperti *artificial intelligent*, nanoteknologi, *internet of things*, *big data* dan terobosan digitalisasi lainnya, mendukung produktifitas pembangunan dan membuka peluang investasi baru. Pengembangan industri baru memberikan dampak signifikan pada skala dan bentuk sektor manufaktur serta pola penggunaan teknologi tinggi dan model perusahaan yang beroperasi di dalamnya. Kombinasi internet, kemampuan jaringan perangkat seluler, analisis data, komputasi awan, dan *machine learning* akan terus mengubah peradaban dunia. Banyak perusahaan di semua sektor bergulat dengan bagaimana perkembangan teknologi akan mempengaruhi harapan konsumen, cara berinteraksi pelanggan, dan perkembangan model bisnis yang mendukung.

Sebuah ilustrasi digambarkan dari sebuah perusahaan besar yang mengalami kebangkrutan karena bisnis model yang dijalankan tidak lagi sesuai dengan pesatnya peningkatan kemajuan teknologi.

“Dilansir dari majalah *The Economist* tanggal 14 Januari 2012, pada tahun 1976 Kodak menguasai 90% pemrosesan kamera film dan 85% penjualan berada di Amerika Serikat. Pada tahun 1996, pendapatan tahunan Kodak mencapai nilai tertinggi US\$ 16 miliar dengan laba sebesar US\$ 2,5 miliar. Namun ditahun 2011 pendapatan mengalami penurunan yang sangat drastis menjadi US\$ 6,2 miliar dengan kerugian pada kuartal ketiga sebesar US\$ 222 juta. Para analis menyatakan kegagalan Kodak disebabkan karena gagal bertindak cepat dalam memanfaatkan *disruptive technologies*. Informasi mengenai perkembangan pesat

teknologi digitalisasi tidak ditindaklanjuti untuk diadopsi kedalam bisnis model, karena dianggap masih merupakan bagian yang relatif kecil jika dibandingkan dengan total omset penjual retail dan pasar tenaga kerja. Hal ini menjadi tantangan dan pertanyaan besar bagi dunia usaha dan industri yaitu seberapa besar perkembangan *disruptive technologies* dalam 5, 10 atau 20 tahun mendatang”

Dalam kurun waktu 30 tahun terakhir teknologi informasi dan komunikasi (TIK) telah mengubah masyarakat di dunia. Tidak hanya mengantarkan era informasi, tetapi teknologi berbasis TIK juga berperan penting dalam melakukan penelitian, pengembangan di bidang lain seperti ilmu terapan, teknik, transportasi dan kesehatan. Kemajuan teknologi menciptakan peluang baru, sehingga memberikan tantangan kepada pemerintah untuk memanfaatkan potensi dan peluang kemajuan teknologi dengan memberikan



Sebuah ilustrasi digambarkan dari sebuah perusahaan besar yang mengalami kebangkrutan karena bisnis model yang dijalankan tidak lagi sesuai dengan pesatnya peningkatan kemajuan teknologi.



pengawasan melalui peraturan dan regulasi yang bijaksana.

Skenario teknologi masa depan yang diajukan oleh *Rockefeller Foundation and Global Business Network* (RF dan GBN, 2010) mengemukakan bahwa tantangan utama bukan hanya pengembangan



Implikasi lain dari kemajuan teknologi yaitu berkurangnya permintaan dan penyerapan tenaga kerja karena telah digantikan oleh mesin yang dipandang dapat peningkatan nilai produksi.



negara seperti pemanfaatan teknologi yang mendukung terorisme global atau perdagangan ilegal.

Negara-negara maju memiliki akses dan perkembangan teknologi yang lebih pesat. Banyaknya inovasi teknologi yang diciptakan memberikan peluang yang dapat dimanfaatkan oleh negara-negara berkembang maupun kurang berkembang untuk membuka peluang pasar baru yang terus berubah. Teknologi juga mengubah cara orang bekerja, dan akan lebih banyak diciptakannya mesin dan perangkat lunak

untuk menggantikan manusia. Perusahaan dan perorangan yang dapat memanfaatkan peluang yang ditawarkan oleh kemajuan digital terus meningkat secara signifikan, sementara mereka yang tidak bisa akan kalah dalam persaingan.

Selain memberikan banyak peluang dan kemudahan, kemajuan teknologi juga memberikan implikasi terhadap munculnya risiko. *European Environment Agency* menyatakan bahwa risiko terkait dengan kemajuan teknologi sering terjadi namun cenderung diabaikan, sehingga menimbulkan biaya sosial dan ekonomi yang cukup besar. Teknologi membawa ketidakpastian akan tetapi risikonya diterima secara sosial, dimana aturan manajemen publik dan perusahaan menjadi sangat penting (Renn dan Roco, 2006). Penekanan pada prinsip kehati-hatian untuk mengatasi ketidakpastian dapat membantu menghindari dampak sosial dan lingkungan yang relatif sulit dipulihkan.

Implikasi lain dari kemajuan teknologi yaitu berkurangnya permintaan dan penyerapan tenaga kerja karena telah digantikan oleh mesin yang dipandang dapat peningkatan nilai produksi. Artinya, teknologi baru akan meningkatkan modal fisik. Sebuah jurnal yang berjudul *"The global decline of the labor share"* menyatakan bahwa di sebagian besar negara dan industri, komposisi tenaga kerja dalam pendapatan nasional telah menurun secara signifikan sejak awal 1980-an dan ini telah terjadi dan dikaitkan dengan kemajuan dalam ICT (Karabarbounis dan Neiman, 2014).



Pergeseran Kekuatan Ekonomi

Ekonomi dunia dalam beberapa dekade mendatang akan beralih dari barat ke timur dan dari utara ke selatan. Kekuatan-kekuatan ekonomi dunia baru adalah Cina dan India. Kedua negara itu terus mengalami pertumbuhan ekonomi yang didukung oleh pertumbuhan populasi. Pada tahun 2014-2030, proyeksi tingkat pertumbuhan ekonomi untuk *major players* seperti Cina adalah (+ 5,9%), dan India (+ 6,7%). Selain itu perkembangan signifikan juga terjadi di daerah seperti Afrika Sub-Sahara (+5.8), Timur Tengah dan Afrika Utara (+ 4,9%). Kondisi tersebut akan terus menjadi pusat pertumbuhan ekonomi dunia menuju timur dan selatan (Standard Chartered, 2013). Pergeseran ini selain dipicu oleh pertumbuhan ekonomi, juga didukung oleh pergerakan sosial ekonomi seperti migrasi penduduk ke wilayah perkotaan, menurunnya rasio ketergantungan, demografi yang menguntungkan dan berkembangnya tingkat pendapatan. Kecepatan pertumbuhan pasar akan menjadikan negara-negara berkembang menjadi tempat yang semakin penting untuk menjalankan bisnis global.

Standard Chartered (2013) dalam laporannya yang berjudul "*The super-cycle lives: emerging markets growths is key*" menyatakan beberapa pendapat sebagai berikut:

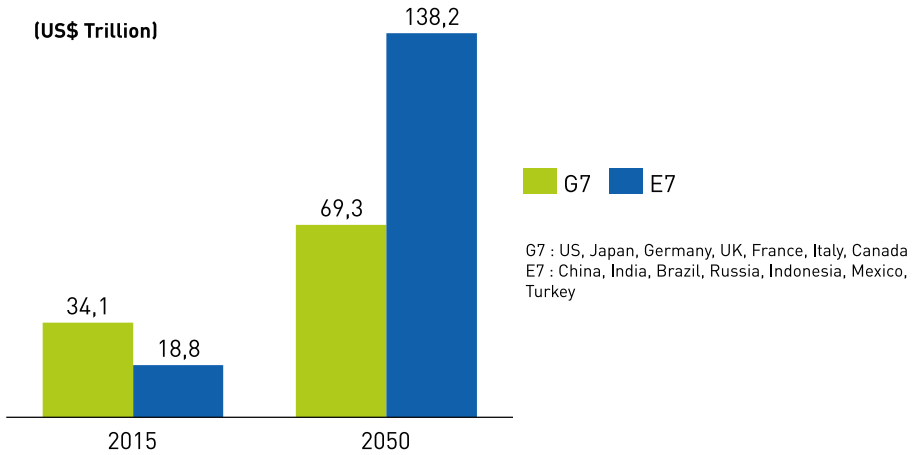
- 70% dari pertumbuhan ekonomi global di mulai dari sekarang dan 2030 berasal dari negara-negara berkembang;
- Cina diproyeksi dapat menjadi kekuatan ekonomi terbesar di dunia pada tahun 2022 (dibandingkan

perkiraan tahun 2020 sebelumnya) melebihi ekonomi AS, tetapi pendapatan per kapitanya lebih kecil dari AS, menyiratkan ruang lingkup yang signifikan untuk pertumbuhan lebih lanjut;

- *South-south trade* (atau perdagangan antara negara-negara berkembang) kemungkinan menyumbang 40% dari perdagangan dunia pada tahun 2030, naik 18% dari saat ini;
- Sebagian besar peningkatan populasi sebesar 1,1 miliar pada tahun 2030 akan terjadi di pasar negara berkembang, dipimpin oleh ekonomi di Asia Selatan dan Afrika, menjadi pendorong untuk pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.

Analisa yang dilakukan PWC ditahun 2016, menunjukkan bahwa peningkatan GDP ditahun 2050 untuk negara-negara G7 (US, Jepang, Jerman, Inggris, Perancis, Italia dan Kanada) dari US\$34.1 triliun ditahun 2015 meningkat menjadi US\$ 69.3 triliun ditahun 2050. Peningkatan GDP ini lebih rendah jika dibandingkan dengan peningkatan GDP negara-negara E7 (China, India, Brazil, Rusia, Indonesia, Meksiko dan Turki) yaitu sebesar US\$18.8 triliun ditahun 2015 meningkat sebesar US\$138.2 triliun ditahun 2050.

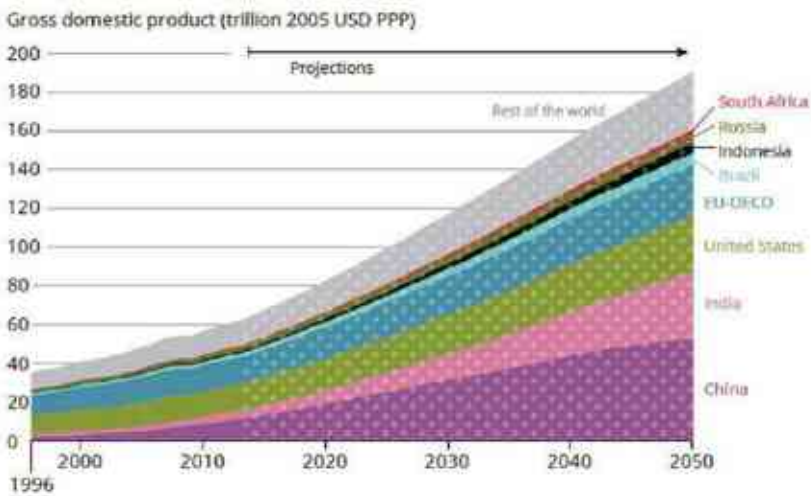
Gambar 6. GDP Negara-negara G7 dan E7. [10]



Berdasarkan data statistik OECD tahun 2014, pertumbuhan ekonomi Cina diproyeksikan melambat dari rata-rata 7,9% per tahun pada 2010-2020 menjadi 1,9% pada 2040-2050, India diharapkan menjadi ekonomi dengan pertumbuhan tercepat antara Brasil, Rusia, India,

Indonesia, Cina dan Afrika Selatan (BRICS), dengan peningkatan tahunan rata-rata 5,9% pada 2010-2050, namun demikian proyeksi juga menunjukkan perlambatan hingga di bawah 4% (EEA, 2015), sebagaimana terlihat pada grafik berikut.

Gambar 7. Global Economic Output, 1996-2050. [1]



Note: EU-OECD refers to the EU Member States that are also members of the OECD. These countries accounted for approximately 97% of EU-28 GDP in 2012.

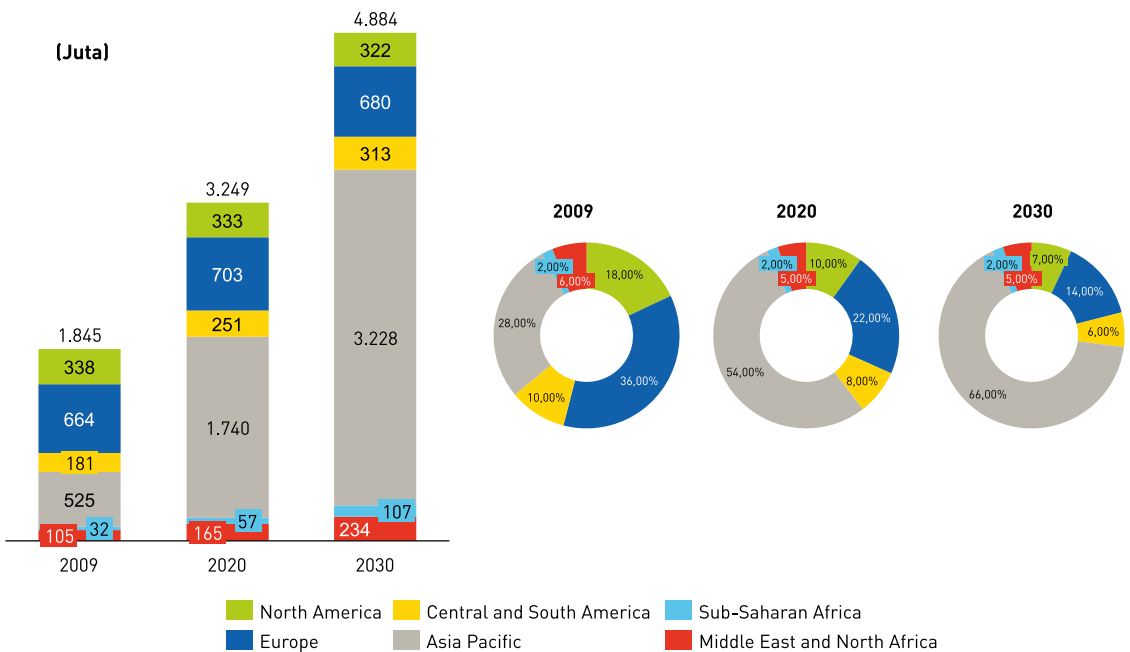


Tingginya pertumbuhan ekonomi pada negara-negara berkembang memberikan berbagai dampak positif kepada masyarakat di negara tersebut. Peningkatan pertumbuhan ekonomi menentukan pendapatan rumah tangga dan mempertahankan tenaga kerja. Kinerja ekonomi yang baik menggambarkan pendapatan bagi pemerintah untuk membangun infrastruktur fasilitas umum dan fasilitas layanan masyarakat seperti pendidikan, kesehatan dan fasilitas lainnya.

Kelangkaan Sumber Daya

Peningkatan populasi global di tahun 2050 berdasarkan data United Nations tahun 2013 mencapai 9,6 miliar, output ekonomi dunia diproyeksikan menjadi tiga kali lipat pada periode 2010–2050 (OECD, 2014a). Secara global, ukuran kelas menengah dapat meningkat dari 1,8 miliar orang menjadi 3,2 miliar pada tahun 2020 dan menjadi 4,9 miliar pada tahun 2030, hampir semua pertumbuhan ini (85%) berasal dari Asia (Kharas, 2010).

Gambar 8. Penduduk Global Kelas Menengah. [7]



Bumi memiliki keterbatasan dalam menyediakan sumber daya mineral alami, energi, air dan sumber bahan makanan yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia. Dalam waktu yang bersamaan pertumbuhan populasi dan pertumbuhan ekonomi meningkatkan permintaan sumber sumber daya alam, dimana untuk beberapa jenis sumber daya alam memiliki persediaan yang terus berkurang dan memicu kekhawatiran terjadinya kelangkaan. Berbagai tantangan yang timbul dari pertumbuhan populasi, pertumbuhan ekonomi dan perubahan iklim meningkatkan tekanan pada sumber daya termasuk air, makanan, energi dan ketersediaan tanah yang subur. Perubahan iklim akan memberi tekanan pada cuaca, ketersediaan air dan sistem produksi pangan. Permintaan global akan sumber daya telah meningkat secara substansial sejak awal abad ke-20, didorong sejumlah tren yang saling berkaitan erat (IEA, 2015). Perubahan struktur ekonomi di berbagai negara, bergesernya ekonomi masyarakat agraris ke ekonomi industri, semakin bergantungnya pada sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan energi dan meningkatnya kebutuhan material, akan menimbulkan potensi terjadi kelangkaan *supply* untuk memenuhi *demand* sumber daya untuk kelangsungan hidup manusia.

Pada tahun 2030, diperkirakan akan terjadi perubahan signifikan dalam konsumsi dan produksi global. *National Intelligence Council* dalam *Global Trends 2030* menyatakan dengan populasi sebesar 8,3 miliar penduduk ditahun 2030, dibutuhkan 50% lebih banyak energi, 40% lebih banyak air dan 35% lebih banyak makanan, sehingga seiring dengan efek kumulatif yang ditimbulkan, diharapkan dapat menciptakan sumber daya berkelanjutan



Perubahan iklim akan memberi tekanan pada cuaca, ketersediaan air dan sistem produksi pangan. Permintaan global akan sumber daya telah meningkat secara substansial sejak awal abad ke-20, didorong sejumlah tren yang saling berkaitan erat (IEA, 2015).



lainnya dari ketersediaan sumber daya yang sudah terbatas.

Tantangan terhadap pasokan sumber daya telah mendapat perhatian khusus negara-negara di dunia dalam menentukan kebijakan sehingga tetap terjaga kemakmuran, keamanan, kesejahteraan sosial dan kelestarian lingkungan. Kelangkaan sumber daya memberikan pengaruh terhadap keamanan nasional suatu negara, hal ini disebabkan karena setiap negara mencari akses ke sumber daya lain yang lebih besar untuk mempertahankan pertumbuhan ekonomi dan kelangsungan hidup negaranya. Seperti halnya yang terjadi di beberapa tahun belakangan ini, terjadi sengketa wilayah perairan seperti Singapura vs Malaysia, India vs Pakistan dan sebagainya.

"In a world where scarce natural resource endowments must be nurtured and managed with care, uncooperative trade



outcomes will fuel international tension and have a deleterious effect on global welfare”

(World Trade Organization, 2010)

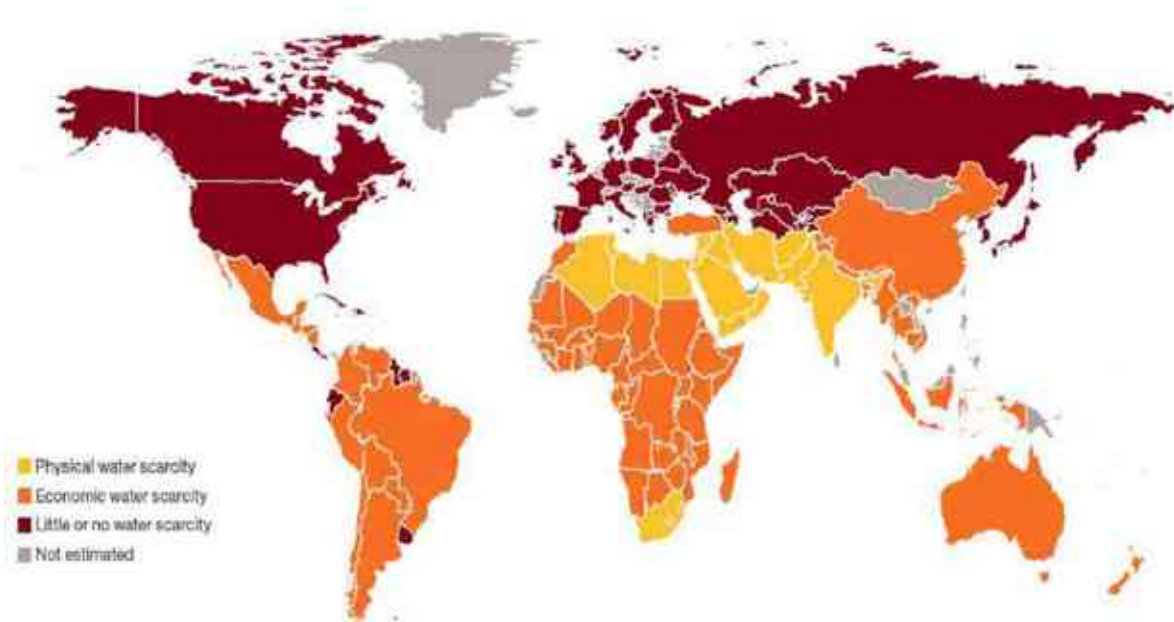
Water resources group di tahun 2009 pada sebuah laporan yang berjudul “Charting Our Water Future” melakukan analisa yang menyatakan bahwa dengan skenario pertumbuhan ekonomi rata-rata dan diasumsikan tidak ada peningkatan efisiensi, maka diperkirakan kebutuhan air secara global di tahun 2030 akan tumbuh dari 4.500 miliar m3 menjadi 6.900 miliar m3. Artinya, terjadi global gap sebesar 40% antara suplai dengan kebutuhan masyarakat dunia akan air. Sektor pertanian menyumbang sekitar 3.100 miliar m3 atau 71% dari kebutuhan air secara global, dan jika tidak dilakukan peningkatan efisiensi akan meningkat

menjadi 4.500 miliar m3 pada tahun 2030. Karena itu, tantangan ketersediaan air sangat erat kaitan dengan penyediaan makanan.

“As demand for water hits the limits of finite supply, potential conflicts are brewing between nations that share transboundary freshwater reserves. More than 50 countries on five continents might soon be caught up in water disputes unless they move quickly to establish agreements on how to share reservoirs, rivers, and underground water aquifers.”

(Global Policy Forum)

Gambar 9. Proyeksi Kelangkaan Air di Tahun 2025. [10]



Food and agriculture organization (FAO) memperkirakan diperlukan peningkatan produksi makanan sebesar 70% pada tahun 2050 untuk memenuhi permintaan. Pertumbuhan produksi makanan pokok seperti serelia akan meningkat secara tahunan dari 2.1 miliar ton menjadi 5,1 miliar ton dan produksi daging dari 200 juta ton menjadi 470 juta ton. Meningkatnya kebutuhan bahan makanan, jika disisi lain tidak diiringi dengan ketersediaan lahan dan terjadi pergeseran dari masyarakat agraris ke industri, diproyeksikan harga bahan makanan pokok seperti gandum, beras dan jagung akan meningkat 70-90% antara 2010 dan 2030 (FAO et al., 2014). Melonjaknya harga makanan diperkirakan menyebabkan lonjakan orang mengalami gizi buruk dan krisis yang berkepanjangan.

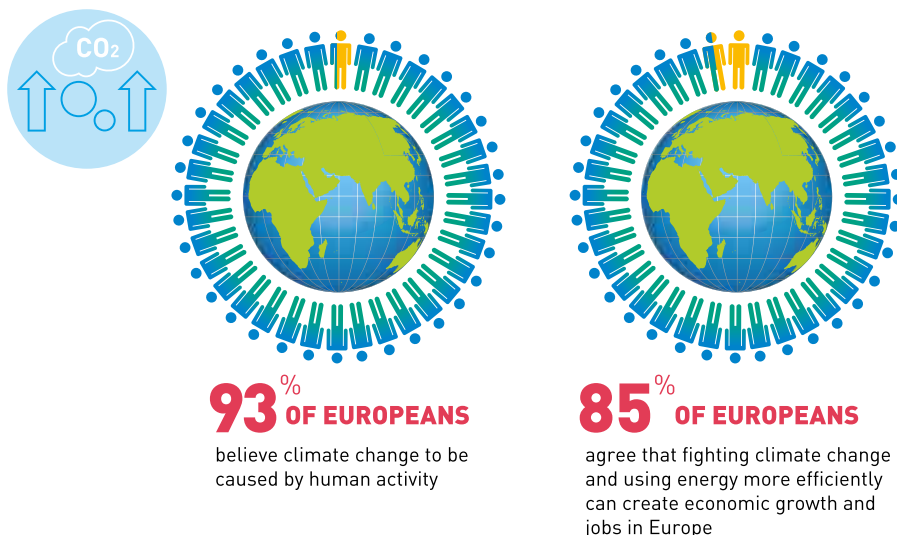
Tantangan lainnya yaitu adanya ketidakpastian akses untuk memperoleh sumber daya inti seperti energi dan berfluktuasinya harga komoditas global untuk sumber energi sehingga

menimbulkan ketergantungan terhadap impor, biasanya untuk komoditas logam dan migas. Kondisi ini mendorong diciptakannya sumber energi alternatif untuk memenuhi kebutuhan sumber daya serta mencari sumber energi baru dari sumber daya konvensional yang didukung oleh kemajuan teknologi untuk menciptakan energi yang ramah lingkungan. Estimasi cadangan minyak dan gas berevolusi dengan cepat ketika sumber cadangan baru ditemukan dan inovasi yang memungkinkan sumur migas yang sebelumnya tidak dapat digunakan atau tidak terjangkau untuk dieksploitasi dapat memproduksi kembali, misalnya melalui pengeboran laut dalam dan ekstraksi shale gas dan minyak.

Perubahan Iklim

Perubahan iklim selama ini dinilai sebagai faktor yang mendorong gerakan dunia untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) akibat meningkatnya aktivitas manusia seiring dengan pertumbuhan populasi, penggunaan bahan bakar fosil

Gambar 10. Opini Perubahan Iklim di Eropa. [2]



di berbagai sektor kehidupan manusia dan juga karena aktivitas lainnya seperti pembukaan hutan untuk kegiatan pertanian dan industri. Komitmen negara-negara dunia pada *Paris Agreement* memiliki target untuk menjaga suhu global yang semakin memanas berada dibawah 2.5 derajat celsius dan berupaya untuk mencapai penurunan stabil pada suhu 1.5 derajat celsius. Akan tetapi, kondisi perubahan iklim sekarang ini sudah berada pada tingkat emisi sebesar 14% lebih tinggi dari estimasi tingkat emisi 2020 (UNEP, 2012).

KPMG dalam laporannya menyatakan bahwa dengan pemanasan suhu global 2 – 3 derajat celsius akan mengakibatkan mengeringnya hutan hujan Amazon, mencairnya lapisan es Greenland dan risiko punahnya 20 – 50% spesies hewan. Pemanasan suhu global 3 – 4 derajat celsius menyebabkan 200 juta manusia mengungsi karena naiknya permukaan laut, banjir dan kekeringan. Pidato Barack Obama pada tanggal 06 April 2006 di Chicago dengan judul *“Energy Independence and Safety or Our Planet”* menyatakan bahwa perubahan iklim telah terjadi dan menjadi bencana bagi manusia

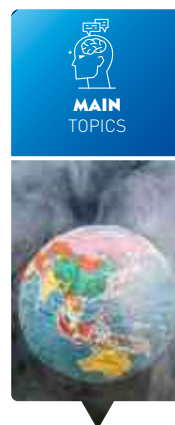
“All across the world, in kind of environment and region known to man, increasingly dangerous weather patterns and devastating storms are abruptly putting an end to the long-running debate over whether or not climate change is real. Not only is it real, it’s here, and its effects are giving rise to a frighteningly new global phenomenon: the man made natural disaster.”

Barack Obama, 44th President of the United States

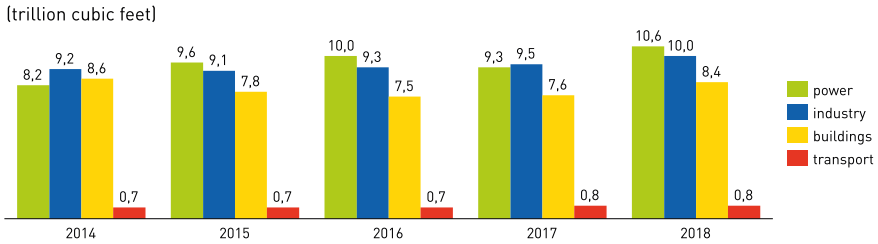
Ilustrasi untuk menggambarkan upaya mengurangi perubahan iklim, terlihat di beberapa kota di Amerika Serikat (AS) seperti California, Washington, dan Massachusetts yang sedang mengkaji aturan pelarangan atau pembatasan penggunaan gas alam pada perumahan dan gedung komersial. Hal ini dituliskan pada sebuah artikel yang berjudul *“The next target in the climate-change debate: your gas stove”* yang diterbitkan www.reuters.com. Pembatasan penggunaan gas ini, diberlakukan mulai dari sistem pemanas di gedung pencakar langit hingga penggunaan kompor pada rumah tangga di pinggiran kota. Sektor ini didorong untuk beralih ke tenaga listrik yang bersumber dari energi terbarukan.

Gas alam merupakan salah satu sumber energi konvensional, yang oleh banyak penggiat lingkungan dianggap sebagai bahan bakar yang menjadi jembatan menuju energi terbarukan di masa depan karena lebih bersih daripada minyak dan batubara. Data EIA menunjukkan konsumsi gas sektor perumahan dan gedung komersial di AS pada tahun 2018 sekitar 8,45 tcf sedangkan konsumsi gas terbesar yaitu untuk jaringan listrik sebesar 10,63 tcf.

Namun demikian, pertentangan penggunaan gas alam juga muncul dari penggiat lingkungan lainnya, yang menilai bahwa kebocoran gas dari pipa dan stasiun kompresor yang tidak terbakar lebih merusak iklim daripada karbon dioksida yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil lainnya. Gambar diatas



Gambar 11. Penggunaan Gas Alam di AS untuk Berbagai Sektor. [22]

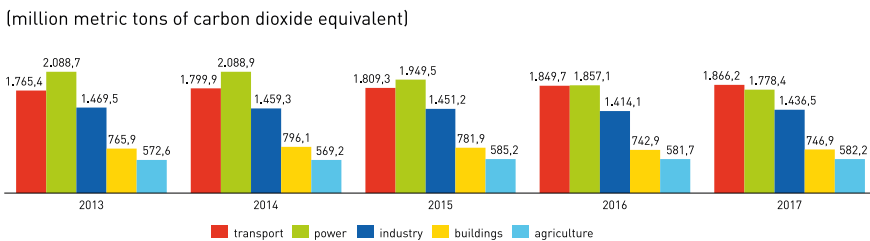


menunjukkan pemanfaatan gas di AS, dengan distribusi 36% digunakan untuk jaringan listrik, 34% untuk industri, 28% untuk perumahan dan gedung, sedangkan untuk transportasi sebesar 3% (EIA).

Sektor perumahan maupun gedung komersial belakangan ini menjadi salah satu fokus pemerintah AS dalam hal penggunaan gas alam karena menyumbang emisi gas rumah kaca. *Environmental Protection Agency (EPA)* pada tahun 2017 menyatakan perumahan dan gedung komersial menyumbang sekitar

berkontribusi terhadap tercapainya *Paris Agreement*. Implikasi dari perubahan iklim berkaitan dengan megatren lainnya dan memberikan akibat semakin memperburuk kondisi alam serta memberikan tantangan pengembangan sosial yang lebih berat. Kelangkaan sumber daya dipengaruhi oleh adanya perubahan iklim dunia, peningkatan urbanisasi yang menyebabkan bertambahnya penduduk wilayah perkotaan berkontribusi terhadap peningkatan pemanasan suhu perkotaan.

Gambar 12. Emisi Di AS untuk Berbagai Sektor. [22]



12% dari emisi gas rumah kaca di AS.

Gerakan terhadap perubahan iklim ini bukan saja dilakukan oleh negara-negara di Eropa dan Amerika, namun negara-negara diseluruh dunia juga berupaya untuk menjaga komitmen dan

Kajian megatren selanjutnya dilakukan secara menyeluruh dan merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan, karena implikasinya saling terkait dengan megatren lainnya. Aspek penting dari perubahan global ini adalah bagaimana memenuhi kebutuhan hidup manusia



yang semakin kompleks dengan tetap menjaga keberlanjutan lingkungan dan sumber daya. Megatren merupakan suatu transformasi global yang pasti akan terjadi, bertambahnya populasi penduduk dunia menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan manusia akan bahan makanan, air, energi dan sumber daya lainnya. Pertambahan populasi penduduk hendaknya diiringi dengan peningkatan kualitas sumber daya

manusia sehingga menjadi bonus demografi yang menjadi kekuatan bagi suatu negara dalam mengelola potensi sumber daya alam melalui kemajuan teknologi dan pada akhirnya menjadi penggerak roda perekonomian. ■

REFERENSI:

- [1] EEA - European Environment Agency. 2015. *Assessment of Global Megatrends — an Update* available at <http://www.eea.europa.eu/themes/scenarios/global-megatrends> (last accessed 12 September 2015).
- [2] European Commission. *vision_1_emissions_2018*
- [3] EY. *Megatrends 2015. Making sense of a world in motion.*
- [4] FAO, IFAD and WFP. 2014. *The State of Food Insecurity in the World 2014, Strengthening the Enabling Environment for Food Security and Nutrition*. Rome, FAO.
- [5] Hajkowicz, S.A., Cook, H., Littleboy, A., 2012. *Our Future World: Global Megatrends That Will Change the Way We Live. The 2012 Revision*. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Australia.
- [6] Karabarbounis, L. and Neiman, B. 2014. 'The global decline of the labor share', *The Quarterly Journal of Economics* 129(1), 61–103.
- [7] Kharas, H. 2010. *The Emerging Middle Class in Developing Countries*, OECD Development Centre, Working Paper No 285. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- [8] KPMG International. 2012. *Expect the Unexpected: Building Business Value in a Changing World*. KPMG Global Centre of Excellence for Climate Change and Sustainability, Melbourne.
- [9] KPMG. 2012. *Future State 2030: The Global Megatrends Shaping Governments*. KPMG International.
- [10] PWC. 2016. *Five Megatrends and Their Implications for Global Defense Security*.
- [11] Renn, O. and Roco, M. C. 2006. *Nanotechnology and The Need for Risk Governance*, *Journal of Nanoparticle Research* 8(2), 153–191.
- [12] Retief F. et al. 2016. *Global Megatrends and Their Implications for Environmental Assessment Practice*, *Environmental Impact Assessment Review* 61 (2016) 52–60
- [13] Richard K. Morgan. 2012. *Environmental impact assessment: the state of the art*, *Impact Assessment and Project Appraisal*, 30:1, 5–14, DOI: 10.1080/14615517.2012.661557
- [14] The Barilla Group, The Coca-Cola Company, The International Finance Corporation, McKinsey & Company, Nestlé S.A., New Holland Agriculture, SABMiller plc. 2009. *2030 Water Resources Group. Charting Our Water Future. Final pdf*
- [15] The Economist. 2012. *The Last Kodak moment? Kodak is at Death's Door; Fujifilm, its Old Rival, is Thriving. Why?*
- [16] The super-cycle lives: *emerging market growth is key*, "Standard Chartered, November 2013, www.sc.com/en/news-andmedia/news/global/2013-11-06-super-cycle-EM-growth-is-key.html, accessed 8 January 2015.
- [17] UNFPA, 2014. *State of World Population 2014: The Power of 1,8 Billion Adolescents, Youth and the Transformation of the Future*. United Nations, New York.
- [18] United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2019. *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- [19] United Nations Environment Program. 2012. *"The Emissions Gap Report"*. <http://www.unep.org/pdf/2012gapreport.pdf>. Accessed 29 May 2013.105
- [20] United Nations Population Fund, <https://www.unfpa.org/data/world-population/CN>.
- [21] Vielmetter, G. & Sell, Y. 2014. *The Six Megatrends You Need to Understand to Lead Your Company Into the Future*. American Management Association. Hay Group https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=zwRPAQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=vielmetter+and+sell+2014&ots=mtGWumKbLL&sig=HVPXSykcAHLQnuPlrmAhLax9qKY&redir_esc=y#v=onepage&q=vielmetter%20and%20sell%202014&f=false
- [22] <https://www.reuters.com/article/us-usa-naturalgas-buildings/the-next-target-in-the-climate-change-debate-your-gas-stove-idUSKCN1VU180>

Expert Dialogue dengan **Bp. Tanri Abeng**

Dampak *Global Megatrend* Terhadap Sektor Energi Khususnya Pertamina

Sekilas tentang Bapak Tanri Abeng

Beliau berpengalaman dalam berbagai hal antara lain sebagai Menteri Negara Pendayagunaan BUMN yang pertama (1998), Anggota Dewan Pemantapan Ketahanan Ekonomi dan Keuangan, memegang posisi eksekutif puncak di Indonesia untuk Union Carbide (USA), Heineken (Belanda), Bakrie & Brothers dan telah memegang posisi non eksekutif di perusahaan lain; termasuk BAT (Inggris), BATA (Kanada) dan Asia Pacific Breweries (Singapore). Bapak Tanri Abeng juga pernah menjabat sebagai Anggota MPR-RI (1990 – 1998), Komisaris PT Telkom, Penerbit Globe Asia, Presiden Komisaris PT Alcatel-Lucent Indonesia, anggota Dewan Komisaris Lippo Karawaci dan Pendiri Tanri Abeng University. Sampai saat ini beliau masih aktif sebagai Komisaris Utama PT. Pertamina (Persero) sejak Mei 2015.



Dengan perkembangan *global megatrend* seperti saat ini, apa yang perlu diperhatikan khususnya bagi perkembangan sektor energi Indonesia?

Pergeseran penggunaan *fossil fuel* menjadi *renewable energy* akan berdampak pada terjadinya transformasi atau perubahan yang besar. Perlu diketahui bahwa akan ada perkembangan industri *energy conventional* maupun *renewable energy*. Di Indonesia khususnya Pertamina harus siap dalam menjaga *energy security* untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri. Pertamina harus dapat mengikuti dan mengantisipasi setiap perkembangan energi yang ada. Untuk 7 tahun ke depan khususnya pada tahun 2026, yang diperkirakan proyek pembangunan kilang baru dan pengembangan kilang lama selesai dibangun, maka perlu diperhatikan potensi perubahan komposisi *energy mix* maupun *magnitude*-nya. Tidak akan pernah ada industri yang dapat bertahan maupun berkembang bila tidak melakukan perubahan.

Dari berbagai macam tren dunia saat ini, apa *global megatrend* yang mempengaruhi perkembangan bisnis Pertamina, serta hal apa saja yang perlu ditingkatkan kinerjanya?

Tren di masa depan yang mempengaruhi bisnis Pertamina adalah terkait *new technology*. Salah satu teknologi yang harus diaplikasikan oleh Pertamina adalah *digital technology*. Melalui *event* Digital Expo dengan semangat kaum milenial Pertamina mendorong agar bisa menjadi lebih kreatif dan inovatif lagi. Sebagai perusahaan, Pertamina harus sehat dalam hal *revenue* dan penjualan produk-produk saat ini maupun yang akan datang. Porsi *revenue* Pertamina masih dominan pada sektor *oil & gas*, jika perusahaan ingin sehat dan tumbuh, maka harus mulai masuk ke sektor petrokimia yang saat ini tercatat *share* Pertamina hanya 1%. Sehingga diharapkan pertumbuhan penjualan Pertamina dari sektor Petrokimia yang pasarnya sangat besar di Indonesia dapat tumbuh pesat. Bilamana tidak ada pertumbuhan penjualan maka dapat dipastikan tidak ada penambahan profit. Hal tersebut akan membuat Pertamina tidak bisa berkembang, karena tidak ada investasi sebagai penggerak pertumbuhan perusahaan. Oleh karena itu, perlu adanya dorongan untuk meningkatkan penjualan dari sektor *oil & gas*, petrokimia,



Tren di masa depan yang mempengaruhi bisnis Pertamina adalah terkait new technology. Salah satu teknologi yang harus Pertamina aplikasikan adalah digital technology.



dan pengembangan energi baru dan terbarukan. Sebagai korporasi, Pertamina harus melihat sebagai lembaga yang tumbuh dan berkembang. Artinya Pertamina harus terus menerus mencari pengembangan bisnis dan usaha lainnya yang dapat menjadi *backbond* pertumbuhan perusahaan.

Terkait dengan strategi untuk meningkatkan kinerja Pertamina, bagaimana cara mengimplementasikan strategi-strategi tersebut agar lebih efektif?

Pertamina memiliki cita-cita agar dapat tumbuh dan berkembang menjadi *world class company*. Agresif di sektor hulu, efisien di sektor hilir, melakukan aksi korporasi berupa pengembangan bisnis petrokimia dan *renewable energy* merupakan strategi-strategi yang perlu dilakukan Pertamina. Pada tahun 2027, Pertamina menargetkan masuk ke dalam 100 besar di Fortune Global 500. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan infrastruktur pendukung berupa bentuk organisasi yang sesuai dengan kebutuhan. Sejak bergabung di Pertamina sebagai komisaris utama, tercatat sudah 3 kali perombakan struktur direksi dari yang awalnya berjumlah 7 direktur menjadi 11 direktur karena tuntutan perkembangan bisnis untuk mencapai sasaran yang dituju. Setelah infrastruktur berupa organisasi yang solid sudah ada, selanjutnya diperlukan SDM yang profesional dan berintegritas agar dapat menjalankan roda organisasi tersebut. Permasalahan terberat adalah bagaimana Pertamina dapat mengembangkan kapasitas SDM yang dapat membawa organisasi kedepan. *Global megatrend* bisa dipelajari dengan sendirinya, namun yang terpenting bagaimana kita bisa mengelola *global megatrend* sebagai keuntungan bagi Pertamina.

Sehubungan dengan proses manajemen *global megatrend*, bagaimana cara Pertamina dapat mengelola SDM yang ada?

Management global megatrend akan sangat ditentukan oleh kualitas SDMnya. Organisasi maupun strategi bisa sangat cepat dirombak, namun berbeda dengan SDM atau manusia yang membutuhkan waktu untuk mendidiknya. Pertamina bila ingin mengejar mimpinya sebagai *world class company* harus memiliki karakter SDM profesional yang berintegritas. SDM yang profesional mempunyai



Pada tahun 2027, Pertamina menargetkan masuk ke dalam 100 besar di Fortune Global 500. Untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan infrastruktur berupa organisasi yang sesuai dengan kebutuhan.





tiga syarat pondasi utama yaitu kemampuan teknis yang mendalam, kemampuan manajerial serta kemampuan *leadership*. Ketiga pondasi ini saja tidak cukup bilamana tidak memiliki sifat berintegritas. Profesional yang berintegritas dapat melahirkan *trust* atau kepercayaan. Dengan adanya *trust* dapat melahirkan kerjasama *teamwork* yang sangat dibutuhkan dalam menjalankan dan memajukan organisasi.

Terkait proses transformasi yang dilakukan Pertamina, apa saja hal-hal yang telah dilakukan Pertamina dalam menghadapi *global megatrend*?

Hal yang saat ini paling gencar dilakukan oleh Pertamina adalah terkait perubahan *mindset*. Dalam dua tahun terakhir Pertamina tercatat telah melakukan transformasi yang tercermin dari fokus Pertamina secara keseluruhan. Sebelumnya bisnis Pertamina lebih ditekankan pada produk (penjualan *fuel & nonfuel*). Dengan adanya proses transformasi Pertamina melakukan perubahan dengan menekankan bisnisnya pada pendekatan *market driven* (berorientasi pada pasar). Pertamina mendiversifikasi posisi *Marketing Director* menjadi 3 direktorat baru yaitu *Corporate Marketing Directorate*, *Retail Marketing Directorate*, dan *Logistic, Supply Chain & Infrastructure Directorate*. Diversifikasi ini diperlukan sebagai jawaban bahwa Pertamina tidak hanya fokus pada produk tetapi fokus juga ke *market*. *Corporate Marketing Directorate* memiliki tanggung jawab untuk mengelola *account management* yang bernilai besar. Berbeda dengan *Retail Marketing Directorate* yang saat ini sudah harus masuk ke proses digitalisasi. Namun hal penting yang perlu diketahui dari proses ini, Pertamina mencoba untuk merubah *mindset* atau pola pikir para pekerja Direktorat Pemasaran. Sebelumnya para pekerja di Direktorat Pemasaran selalu dilayani oleh *market*, sekarang harus dirubah dimana pekerja yang melayani *market*.

Terkait dengan semakin dekatnya *global megatrend*, apa tantangan terbesar yang akan dihadapi oleh Pertamina?

Tantangan terbesar yang akan dihadapi Pertamina adalah dalam merubah *mindset* para pekerja Pertamina. *Global megatrend* memang harus diikuti, namun bagaimana Pertamina bisa mengatasi dan mengambil manfaat yang



Pertamina mencoba untuk mengubah mindset pola pikir para pekerja Direktorat Pemasaran. Dulu, para pekerja Dit. Pemasaran selalu dilayani oleh market, sekarang harus dirubah dimana pekerja yang melayani market.



tepat melalui manajemen struktural dengan SDM yang profesional dan berintegritas. Aset yang paling besar saat ini adalah kaum milenial yang harus dapat dikelola dengan baik oleh para pemimpin yang ada. Setiap pemimpin harus dapat mengembangkan pekerja dibawahnya agar dapat mempunyai kemampuan *technical*, *managerial* dan *leadership*. Terdapat transformasi pada pola *managerial* di Pertamina dimana tidak hanya fokus pada bidang *technical*, namun juga pada bidang *managerial* dan *leadership*. Setiap pemimpin harus dapat mengembangkan pekerja dibawahnya agar dapat mempunyai kemampuan-kemampuan tersebut. Pertamina beruntung karena setiap pekerja baru yang masuk Pertamina merupakan orang-orang terbaik bangsa. Fokus Pertamina adalah dalam membangun SDMnya.

Saran dan masukan kepada insan-insan milenial Pertamina dalam menghadapi *global megatrend*?

Karakteristik kaum milenial adalah lebih terbuka sehingga mereka lebih kreatif. Sebaiknya Pertamina dapat memberikan kesempatan lebih dan membiarkan mereka untuk membuat kesalahan. Namun, terdapat masalah budaya di Pertamina ketika kebanyakan orang takut untuk berbuat salah, tetapi pada akhirnya tidak ada *action* yang dilakukan karena ketakutan tersebut. Apabila tidak berbuat apapun maka akan ada risiko lebih besar berupa tidak adanya proses pembelajaran. Sehingga, diperlukan sistem di Pertamina yang mengatur *power* dan inisiatif untuk kaum milenial agar berani mengambil risiko dan tidak menunggu dalam mengambil keputusan. Namun, tentunya diperlukan sistem untuk mengatur *level of authority* dalam setiap keputusan yang diambil. Bagi kaum milenial, *mindset* harus bisa dirubah. Walaupun hal itu tidak sulit, tetap diperlukan bimbingan dari orang-orang yang memiliki *open minded*, memiliki karakter berani, dan tidak segan untuk menerima *feedback*. Salah satu mekanisme yang sangat penting untuk membangun kepercayaan bagi kaum milenial untuk berani mengambil inisiatif dan keputusan adalah dengan adanya komunikasi yang baik. Komunikasi yang baik didefinisikan sebagai "*Five ways management*" dimana terdapat komunikasi dua arah antara manager ke atas satu, ke bawah satu, kesamping dua, dan komunikasi ke diri sendiri. Namun, hal tersebut perlu dipahami bahwa komunikasi untuk diarahkan kepada



Bagi kaum milenial, mindset harus bisa dirubah walaupun hal itu tidak sulit, namun harus dibimbing oleh orang-orang yang memiliki open minded, karakter berani, dan tidak segan untuk diberikan feedback.





bentuk saling pengertian. Apabila atasan hanya memberi instruksi saja, hal itu bukan disebut komunikasi. Arahan yang diberikan harus jelas, menerima setiap *feedback* serta berjalan dua arah. Kalau tidak mengerti terhadap sesuatu harus berani bertanya. Oleh karena itu budaya terkait komunikasi harus menjadi *concern* dalam pengembangan SDM dan organisasi.

Bagaimana pendapat Bp. Tanri Abeng terkait *shifting economic power* dari barat ke timur khususnya ke Asia?

Sudah kita ketahui bersama bahwa saat ini terdapat dua kekuatan besar dunia yaitu US dan China. Yang menjadi pertanyaan, dimanakah posisi Pertamina atau Indonesia dan apa yang harus Pertamina atau Indonesia lakukan untuk mengambil manfaat dari adanya dua kekuatan ini. Pertamina ataupun Indonesia perlu menata organisasi. Dengan misi yang ingin dicapai dan strategi yang jelas untuk mencapainya, selanjutnya yang perlu dikembangkan adalah SDM yang selaras dengan rencana Pertamina yang akan membentuk beberapa anak perusahaan baru dalam bentuk holding. Contohnya saat Bp. Tanri Abeng membangun Kementerian BUMN, lebih dari setengah jumlah BUMN tidak sehat termasuk perusahaan seperti Garuda dan perbankan. Hal pertama yang Bp. Tanri Abeng lakukan adalah dengan mencari orang-orang terbaik untuk memimpin BUMN-BUMN tersebut. Pemimpin-pemimpin yang baik akan mampu membangun organisasi yang baik. Sehingga dapat memberikan dan mengembangkan orang baik. Pertamina ketika melakukan holdingisasi maupun subholding, maka harus mencari orang terbaik yang selevel dengan dirut Pertamina. Beliau menginginkan pertumbuhan terjadi pada anak-anak perusahaan Pertamina. Sehingga menghasilkan organisasi yang tidak besar jumlahnya diposisi korporat atau istilahnya '*lean organization*'. Beliau ingin memajukan anak-anak perusahaan, dengan cara memastikan orang-orang profesional dan berintegritas tepat sesuai posisinya. Posisi yang paling krusial terdapat pada posisi Direktur Utama, permasalahannya saat ini Pertamina tidak memiliki banyak orang yang profesional padahal akan ada banyak posisi dirut untuk anak-anak perusahaannya nantinya. Pertamina harus mencari dan mengakselerasi pendidikan untuk kaum milenial agar nantinya mampu meneruskan mengisi sejumlah posisi yang kosong tersebut. Permasalahan ini



Pemimpin-pemimpin yang baik akan mampu membangun organisasi yang baik. Sehingga dapat memberikan dan mengembangkan orang baik.





sebenarnya merupakan imbas dari moratorium di tahun 1990 yang tidak dapat melakukan rekrutmen karyawan baru, namun konsekuensinya adalah pekerja yang akan pensiun tidak memiliki penggantinya. Oleh karena itu harus ada akselerasinya untuk kader-kader baru Pertamina.

Summary diskusi dengan Bp. Tanri Abeng:

Global megatrend adalah sesuatu tidak bisa diprediksi secara tepat namun bisa dipastikan akan terjadi dimasa depan. Oleh karena itu, Pertamina harus menyiapkan diri dalam hal kemampuan membangun organisasi yang sesuai kebutuhan. Struktur organisasi tidak bisa permanen. Jika Pertamina ingin menjadi *global player*, langkah pertama yang harus segera dipersiapkan untuk membuat struktur holding adalah memberikan *opportunity* pengembangan masing-masing anggota holding. Langkah kedua adalah membangun sistem mekanisme kerja yang mengikuti perubahan *culture* namun tetap mengarah pada sifat profesional yang berintegritas. Seluruh insan Pertamina mulai harus merubah *mindset*nya untuk menerima proses digitalisasi serta pengembangan digitalisasi mulai hulu hingga hilir. Secara fundamental perlu disiapkan 3S yaitu *Strukture* (Organisasi), *System* (Komunikasi baik, pengambilan keputusan cepat dan tepat), *Skills* (kemampuan technical, managerial, dan *leadership*). Dimana 3S yang fundamental tersebut adalah bagian dari 7S Tanri Abeng's yang terdiri atas *Strategy, Structure, Sistem, Skill, Speed, Scale, & Simplicity*. ■



Secara fundamental perlu disiapkan 3S yaitu Strukture (Organisasi), Systeem (Komunikasi baik, pengambilan keputusan cepat dan tepat), Skills (kemampuan technical, managerial, dan leadership).



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
CALL CENTER**

135

PERTAMINA
Vi-Gas

www.pertamina.com

PERTAMINA
Semangat Terbaru

Expert Dialogue dengan **Bp. Ir. Ahmad Bambang, MT, MMI**

Dampak *Global Megatrend* Terhadap Sektor Energi Khususnya Pertamina

Sekilas tentang Ir. Ahmad Bambang, MT, MMI

Ir. Ahmad Bambang, MT, MMI melewati sebagian besar karirnya di PT. Pertamina (Persero) khususnya di bidang Pemasaran. Jabatan terakhirnya adalah Wakil Direktur Utama PT. Pertamina (Persero). Sebelumnya, pernah menjabat sebagai Direktur Pemasaran PT Pertamina (Persero), President Director & CEO PT. Pertamina Trans Kontinental (PTK), Senior Vice President (SVP) Human Resource Development – Direktorat Sumber Daya Manusia, Senior Vice President (SVP) Corporate Shared Services (CSS)/Chief Information Officer (CIO) Pertamina – Dit. Umum & SDM. Selain berpengalaman di Pertamina, Ir. Ahmad Bambang, MT, MMI pada tahun 2017 ditunjuk sebagai Staff Khusus III Menteri BUMN (Bidang Marketing, *Branding*, Hilirisasi, Digitalisasi dan Restrukturisasi) dimana puncaknya sejak November 2017 menjadi Deputy Menteri BUMN Bidang Usaha Konstruksi dan Sarana & Prasarana Perhubungan (KSPP).



Sehubungan dengan adanya *megatrend* yang akan terjadi, apa permasalahan di Indonesia yang harus segera dibenahi agar dapat terhindar dari dampak negatif *megatrend*?

Saat ini permasalahan di Indonesia yang belum terselesaikan adalah terkait defisit neraca perdagangan, dimana sektor migas khususnya Pertamina selalu disalahkan akibat nilai impor migas yang besar. Salah satu upaya untuk memperbaiki permasalahan tersebut adalah dengan meningkatkan ekspor atau mengurangi impor. Namun yang perlu diketahui, bahwa *trade balance* atau CAD merupakan suatu dampak dimana *rootcause* yang sebenarnya adalah FDI (*foreign direct investment*) yang buruk.

Salah satu indikasinya, dari 33 perusahaan yang keluar dari Cina tidak ada satupun yang masuk ke Indonesia. Hal tersebut terjadi karena investor menilai di Indonesia terdapat banyak hambatan seperti perizinan, kepastian hukum dan insentif yang belum jelas. Selain itu tumpang tindih antara aturan hukum di pemerintah pusat dan daerah juga menjadi penyebab berkurangnya minat investor untuk masuk ke Indonesia. Berbagai permasalahan tersebut perlu dibenahi terlebih dahulu agar Indonesia diminati oleh para investor asing. Sehingga kedepannya Indonesia bisa siap menghadapi *megatrend*.

Apakah dampak *megatrend* yang mungkin saat ini sudah terjadi?

Tanda-tanda dampak dari *megatrend* yang terjadi saat ini diantaranya adalah perang dagang antara US dan China. Hal tersebut terjadi akibat adanya *shifting economic power* yang muncul dari negara di barat menuju ke timur. Sudah terlihat bahwa saat ini banyak negara yang mengalami resesi maupun krisis seperti Turki, Argentina dan Venezuela. Agar terhindar dari hal tersebut, Indonesia perlu membenahi FDI (*foreign direct investment*). Apabila banyak perusahaan asing yang masuk ke Indonesia maka nilai impor akan berkurang. Selanjutnya perlu diselenggarakan antara bisnis di hulu dan hilirnya agar saling bersinergi.

BUMN secara keseluruhan apakah siap menghadapi *megatrend*?



Tanda-tanda dampak dari megatrend yang terjadi saat ini diantaranya adalah perang dagang antara US dan China. Hal tersebut terjadi akibat adanya shifting economic power yang muncul dari negara di barat menuju ke timur.



Untuk saat ini, BUMN masih membutuhkan waktu. Hasil *research* PWC menunjukkan Indonesia akan menjadi salah satu kekuatan ekonomi dunia di masa mendatang. Hal tersebut bisa tercapai jika BUMN mau untuk berubah. Saya berpesan agar kita jangan sampai “ternina bobokan” oleh hal tersebut. BUMN harus berani mengambil risiko baru untuk masuk ke unit bisnis baru dan bergerak untuk berubah.

Terkait transformasi yang dilakukan beberapa BUMN apakah sejumlah BUMN khususnya Pertamina bisa mengikuti ataupun menghadapinya?

Saat ini, BUMN belum bisa menghadapi hal tersebut, diperlukan perubahan yang cukup besar dan signifikan. Mengacu pada kondisi saat ini, BUMN yang memiliki pola bisnis B-to-C memiliki rantai pasok yang masih panjang. Sehingga proses bisnisnya tidak efisien dan menyebabkan harga secara relatif tidak kompetitif. Untuk memperbaikinya dibutuhkan transformasi besar-besaran. Selain itu *shifting business*nya masih lambat, artinya sejumlah BUMN tidak mencoba untuk masuk ke unit usaha atau bisnis yang baru.

Terkait perkembangan EV saat ini pun belum ada kejelasan *roadmap* EV secara komprehensif baik dari Pemerintah maupun pelaku bisnisnya dalam hal ini BUMN. Berbicara tentang rencana pengembangan DME untuk substitusi LPG, sampai sejauh ini Pertamina tercatat telah melakukan MoU dengan beberapa perusahaan seperti Inalum, perusahaan petrokimia dan PT Bukit Asam. Akan tetapi sampai saat ini masih dalam tahap *study* dan belum jelas kapan proyek tersebut akan dimulai.

Bagaimana pendapat Bapak mengenai salah satu poin *megatrend* terkait perkembangan teknologi khususnya yang mempengaruhi industri?

Banyak lembaga *research* seperti PWC, Megatrend Institute, Ernst & Young dan KPMG yang menyampaikan poin-poin *megatrend* yang akan muncul. Salah satu prinsip atau hal yang sama bahwa *megatrend* mempengaruhi sektor teknologi termasuk penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) yang mempengaruhi revolusi industri 4.0.

Saya lebih setuju bahwa Indonesia jangan fokus kepada industri 4.0 namun ke *society* 4.0. Perlu diketahui bahwa



Saya lebih setuju bahwa Indonesia jangan fokus kepada industri 4.0 namun ke society 4.0. teknologi diupayakan untuk kesejahteraan sosial manusia, yang diarahkan untuk dapat memanusaiakan manusia.





teknologi diupayakan untuk kesejahteraan sosial manusia, yang diarahkan untuk dapat memanusiakan manusia. Jika teknologi tidak dikaitkan dengan manusia maka akan merusak fitrah manusia. Salah satu negara yang mengembangkan *society 4.0* adalah Jepang. Sedangkan untuk industri 4.0 adalah di Eropa.

Bagaimana pendapat Bapak terkait adanya bonus demografi dan *dependency ratio* penduduk Indonesia yang rendah?

Terdapat hal yang perlu diketahui bahwa bonus demografi juga terjadi di negara Asia lainnya dimana kondisi demografi Indonesia sekitar 10-20% porsi usia tua terhadap usia produktif (15 - 54 tahun). Di Indonesia khususnya Pertamina usia pensiun berada dikisaran 56 tahun yang dapat dikatakan masih dalam usia produktif. Di Jepang usia pensiun berada pada umur 60 tahun dimana terdapat tambahan 5 tahun untuk dipekerjakan dengan sistem kontrak.

Selanjutnya dengan adanya bonus demografi diharapkan terdapat penciptaan lapangan pekerjaan baru. Selain itu penyiapan SDM perlu diperhatikan mengingat akan banyak pengembangan sektor hilirisasi. Selain penciptaan lapangan kerja dalam negeri, Indonesia perlu mengambil peluang untuk masuk ke sejumlah negara yang sedang *shortage productive* populasinya dengan mengirimkan tenaga vokasi yang memiliki keahlian khusus. Jadi selain membuka lapangan kerja dalam negeri, Indonesia perlu merebut pasar luar negeri.

Terkait perkembangan teknologi dan pola urbanisasi yang semakin meningkat di perkotaan akan meningkatkan *energy demand* di perkotaan, Bagaimana pandangan Bapak terkait hal tersebut yang dikaitkan dengan masalah lingkungan?

Kebutuhan energi pasti akan meningkat sejalan dengan peningkatan laju urbanisasi ke kota. Yang menjadi fokus adalah terkait pemilihan *primary energy* apakah masih menggunakan *conventional energy* seperti *coal, oil and gas* atau sudah mau berubah menggunakan *renewable energy* seperti *wind, solar* atau *geothermal*. Saat ini di Indonesia, CPO menjadi fokus karena merupakan sumber yang melimpah dimana pemerintah mulai menerapkan kebijakan B20 untuk bahan bakar kendaraan bermotor. ■



Selain penciptaan lapangan kerja dalam negeri, Indonesia perlu mengambil peluang untuk masuk ke sejumlah negara yang sedang shortage produktif populasinya dengan mengirimkan tenaga vokasi yang memiliki keahlian khusus.



Megatrend Sektor Hulu

Global megatrend diproyeksikan akan membawa beberapa perubahan sektor energi yang diantaranya merubah pola konsumsi akibat adanya urbanisasi serta permintaan terhadap produk yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan.

Oleh: **Jelita Irmawati**
Corp. Head Pertamina Energy Institute



GLOBAL MEGATRENDS tidak hanya memberikan dampak terhadap sejumlah parameter yang selama ini menjadi perhatian

para ahli, tetapi juga berpotensi memberikan dampak terhadap industri yang bergerak di sektor hulu seperti Pertamina. Hal tersebut merupakan konsekuensi dari definisi dan cakupan *megatrend* yang cukup luas. Sejumlah definisi dan parameter *megatrend* secara langsung maupun tidak langsung beririsan dengan sektor hulu energi.

Sejumlah definisi *megatrend* adalah sebagai berikut:

- Kekuatan pembangunan global, ekonomi berkelanjutan dan makro yang berdampak pada bisnis, ekonomi, masyarakat, budaya, dan kehidupan pribadi sehingga mendefinisikan masa depan dan percepatan laju perubahannya.
- Memicu pertumbuhan pembentukan pasar baru ke seluruh rantai pasokan dan mendorong perubahan yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam industri.



Sampai dengan tahun 2040, setidaknya akan terdapat 5 megatrends yang akan memberikan disrupsi global yaitu: 1. Urbanisasi; 2. Keterbatasan sumber daya; 3. Perubahan kekuatan ekonomi global; 4. Perubahan demografi; dan 5. Perubahan teknologi.



- Menyebabkan terganggunya pasar dan peluang bagi perusahaan selama dekade berikutnya.

PWC dan United Nation memproyeksikan, sampai dengan tahun 2040, setidaknya akan terdapat 5 megatrends yang akan memberikan disrupsi global yaitu:

1. Urbanisasi; 2. Keterbatasan sumber daya; 3. Perubahan kekuatan ekonomi global; 4. Perubahan demografi; dan 5. Perubahan teknologi. Gambaran mengenai kondisi eksisting dan proyeksi terhadap sejumlah parameter megatrends tersebut adalah sebagai berikut:

Gambar 1. Megatrend Global. [4]

Megatrend	
1. Urbanisasi	<ul style="list-style-type: none"> • Pada tahun 2018, di Asia terdapat populasi yang meningkat di perkotaan mencapai 49,6%. • Perkiraan tahun 2025 memperlihatkan 7 dari 10 kota besar dunia berada pada benua Asia sedangkan proyeksi 2050 menunjukkan 65% populasi dunia merupakan kota-kota di Asia
2. Kompetisi sumber daya dan polusi	<ul style="list-style-type: none"> • Kenaikan kebutuhan dunia untuk energi yang sebagian besar masih dipenuhi dari Petroleum Oil dengan kenaikan 1,3% - 1,4% per tahun sampai dengan 2040 • Polusi menjadi permasalahan kesehatan global
3. Pergeseran Ekonomi Global	<ul style="list-style-type: none"> • Pertumbuhan ekonomi dunia terutama dipicu dari Asia (China dan India) • Perubahan status US dari importir Oil menjadi eksportir
4. Transisi demografis	<ul style="list-style-type: none"> • Pertumbuhan penduduk dunia terutama terjadi di Asia dan Afrika • Benua Eropa, America, dan Oceania memiliki potensi banyak penduduk usia lanjut
5. Perubahan Teknologi	<ul style="list-style-type: none"> • Internet of Things • Big data analytics • Artificial intelligence • Neurotechnologies • Nano/microsatellites • Nanomaterials Additive manufacturing • Advanced energy storage technologies • Synthetic biology • Blockchain
6. Perubahan Pola Konsumsi	<p>Kelas menengah tumbuh di seluruh dunia pergeunaan kelas menengah di Asia bertambah 6 kali lipat hingga 2030</p> <p>Pertambahan permintaan konsumen untuk barang dan jasa yang lebih ramah lingkungan</p>



Global megatrend diproyeksikan akan membawa beberapa perubahan pusat pertumbuhan ekonomi global yang saat ini berpusat pada negara-negara G7 dan diproyeksikan akan bergeser ke negara-negara E7 juga menyebabkan perubahan geopolitik pada tataran global.



Global megatrend diproyeksikan akan membawa beberapa perubahan sektor energi yang diantaranya merubah pola konsumsi akibat adanya urbanisasi

serta permintaan terhadap produk yang lebih ramah lingkungan dan terbarukan. Semakin terbatasnya sumber daya untuk memenuhi kebutuhan energi juga akan menjadi tantangan tersendiri. Kondisi pergeseran pusat pertumbuhan ekonomi global yang saat ini berpusat pada negara-negara G7 dan diproyeksikan akan bergeser ke negara-negara E7 juga menyebabkan perubahan geopolitik pada tataran global. Salah satu yang kemungkinan akan terus menguat adalah adanya perubahan politik luar negeri Amerika Serikat seiring dengan perubahan status menjadi eksportir minyak mentah.

Jika gambaran kondisi global tersebut diimplementasikan pada kondisi yang lebih mikro, yaitu sektor hulu energi maka diperoleh megatrend sektor energi yaitu:

1. Dekarbonisasi;
2. Fokus pelanggan;
3. Elektrifikasi;
4. Desentralisasi;
5. Digitalisasi;
- dan 6. Integrasi.

Gambar 2. Megatrend Sektor Energi. [5]



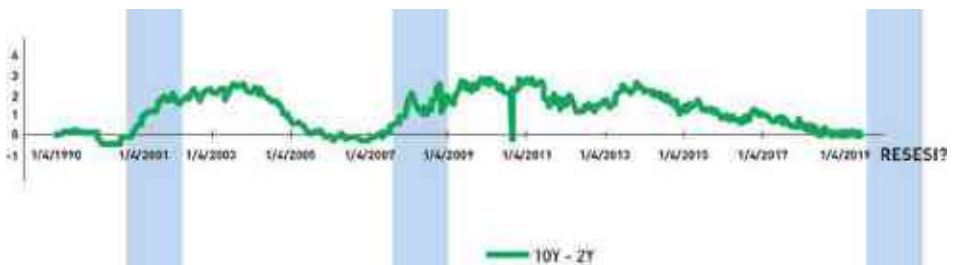


Tren dekarbonisasi sektor energi mulai terlihat dengan pemberlakuan pajak karbon dengan kisaran US\$5/ton – US\$130/ton. Sejumlah negara di Eropa dengan nilai pajak karbon terbesar yaitu Swedia, Swiss, Liechtenstein, Finlandia, Norwegia, Perancis, Islandia, dan Denmark. Negara di Asia yang telah menerapkan pajak karbon adalah Singapura dan Jepang dengan besaran US\$5/ton. Beberapa proyek Pertamina sampai tahun 2026, telah mengikuti tren dekarbonisasi tersebut dengan estimasi penurunan jejak karbon sebesar 125 juta ton CO2 yang apabila dibandingkan dengan emisi 2016 penurunan tersebut adalah 27% dari total emisi.

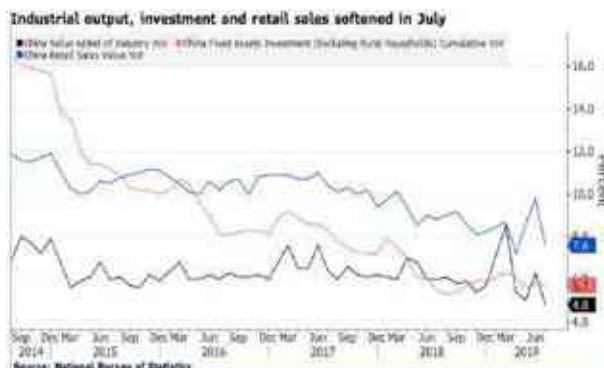
Perkembangan tren tersebut tentunya

tidak lepas dari pondasi pertumbuhan ekonomi global maupun regional. Kenaikan pertumbuhan ekonomi akan menjadi basis bagi kemampuan konsumen untuk memilih sehingga hal ini seharusnya menjadi pertimbangan untuk melihat kecepatan tren tersebut. Kondisi ekonomi global berpotensi untuk mengalami resesi dengan beberapa indikator yaitu terbaliknya nilai imbal balik obligasi jangka 10 tahun dengan 2 tahun, penurunan pertumbuhan industri produksi di Cina, investasi, dan penjualan retail di Eropa, dan penurunan pertumbuhan PDP triwulanan.

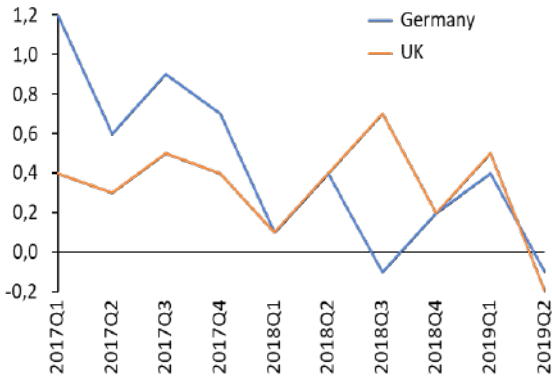
Gambar 3. Delta Imbal Balik Obligasi 10T - 2Y Amerika Serikat*). [10]



Gambar 4. Pertumbuhan Ekonomi Cina. [8]



Gambar 5. Pertumbuhan GDP Triwulanan Inggris Dan Jerman. [9]



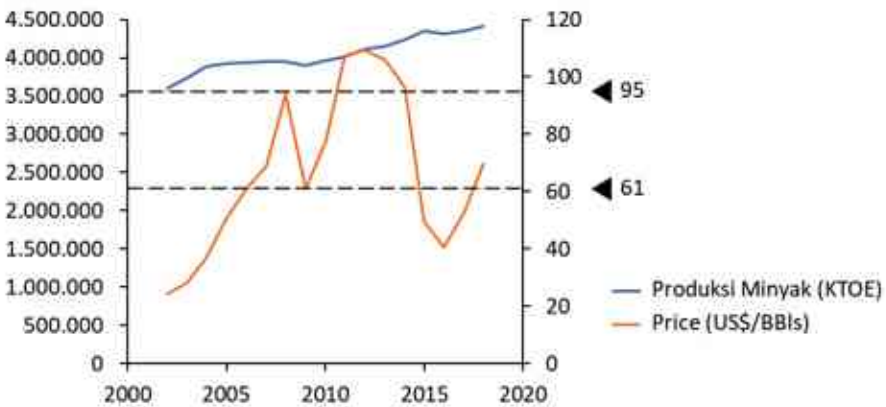
prices sehingga memicu inflasi. Peningkatan inflasi menyebabkan terjadinya peningkatan suku bunga yang pada akhirnya menyebabkan tekanan pada pasar uang. Pada akhirnya sejumlah debitur berpotensi gagal untuk memenuhi kewajiban.

Resesi belum terjadi namun saat ini sudah terlihat terdapat penurunan

Penurunan kondisi ekonomi global juga dipicu oleh adanya perang dagang yang semakin meningkat. Perang dagang menyebabkan terjadinya relokasi modal serta pekerja sehingga terdapat ketidaksesuaian alokasi keahlian pekerja serta geografi lokasi produksi yang pada akhirnya memaksa rantai suplai harus menyerap dengan harga produksi yang lebih tinggi. Kenaikan harga produksi akan menyebabkan peningkatan *consumer*

kondisi perekonomian global. Dampak dari perekonomian global terhadap sektor energi terutama minyak dan gas sangat besar. Realisasi resesi tahun 2008 – 2009 menunjukkan bahwa penurunan perekonomian menyebabkan harga minyak turun dari US\$ 95/Bbls menjadi US\$ 61/Bbls serta penurunan kebutuhan minyak sebesar 4 juta barel per hari yang diikuti dengan berkurangnya jumlah produksi.

Gambar 6. Produksi & Harga Minyak Mentah 2008 – 2009. [10]





Jika terjadi resesi pada tahun depan, dengan basis metode perhitungan yang sama dengan periode sebelumnya kemungkinan akan terjadi penurunan kebutuhan minyak sekitar 1,5 juta barel per hari sampai 2 juta barel per hari. Kebutuhan energi dari negara berkembang lebih besar untuk mendukung pertumbuhan ekonominya. Karena itu jika resesi terkonsentrasi pada negara berkembang maka dampak penurunan kebutuhan permintaan minyak akan lebih besar.

Dampak penurunan kebutuhan akan semakin besar untuk produk *diesel* terutama untuk sektor industri. Penurunan tersebut akan diikuti penurunan konsumsi avtur karena semakin menurunnya kebutuhan perpindahan geografi akibat lesunya perputaran bisnis. Penurunan kegiatan dan permintaan industri tersebut kemungkinan akan diikuti melemahnya kebutuhan bahan baku petrokimia. Potensi resesi dunia juga telah diperkirakan oleh

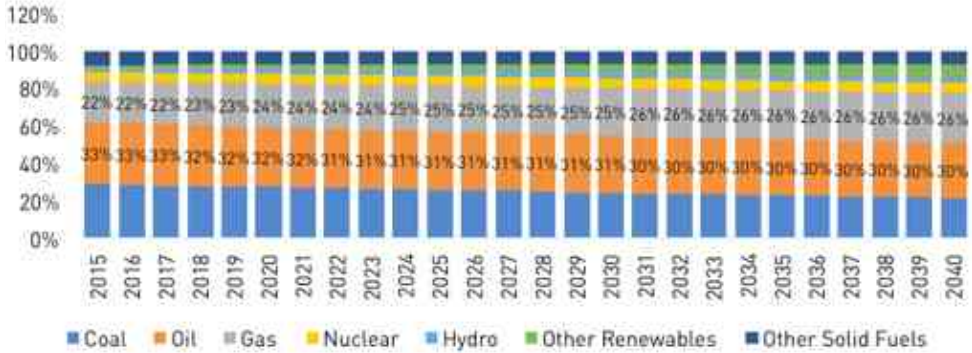
beberapa konsultan dengan gambaran dampak jangka panjang antara pertumbuhan PDB, konsumsi, dan suplai minyak mentah dunia sebagaimana disampaikan pada gambar 7.

Kebutuhan minyak mentah dunia diproyeksikan masih terus naik atau bertambah tetapi dengan akselerasi yang lebih lambat akibat adanya penurunan pertumbuhan ekonomi pada periode 2018 – 2022. Kondisi perlambatan pertumbuhan ekonomi juga diikuti oleh tren dekarbonisasi sehingga pada periode tersebut akan terjadi perubahan bauran energi terutama dengan adanya penurunan persentase penggunaan batubara dan minyak bumi yang diseimbangkan dengan kenaikan kebutuhan gas.

Gambar 7. Pertumbuhan GDP, Konsumsi & Suplai Minyak Mentah. [7]



Gambar 8. Proyeksi Kebutuhan Energi Primer. [7]

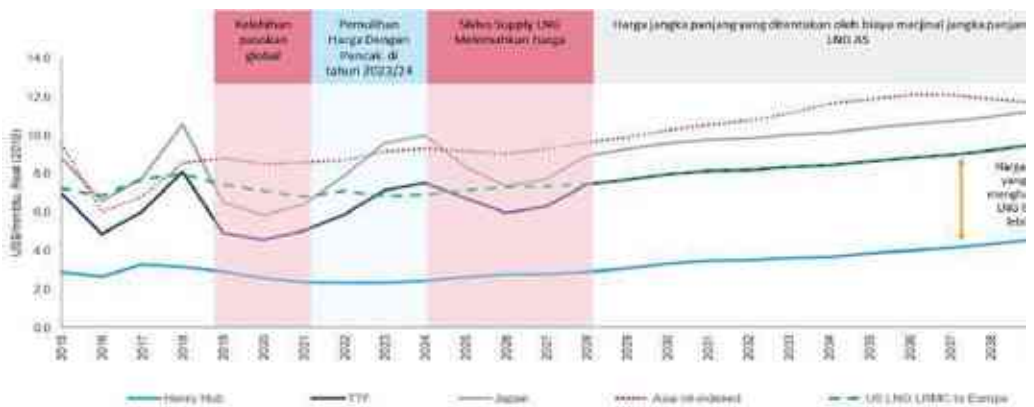


Selain dipicu tren dekarbonisasi, peningkatan bauran energi gas juga didorong oleh kondisi kelebihan suplai global dengan adanya produksi tambahan dari Amerika Serikat –terutama *shale gas*– dan Rusia. Sejumlah negara di wilayah Pasifik dan Timur Tengah juga berpotensi menambah produksi gas terutama untuk sejumlah negara yang saat ini menjadi eksportir utama LNG.

Terkait menurunnya pertumbuhan kebutuhan minyak dan porsi minyak pada bauran energi primer dunia, maka

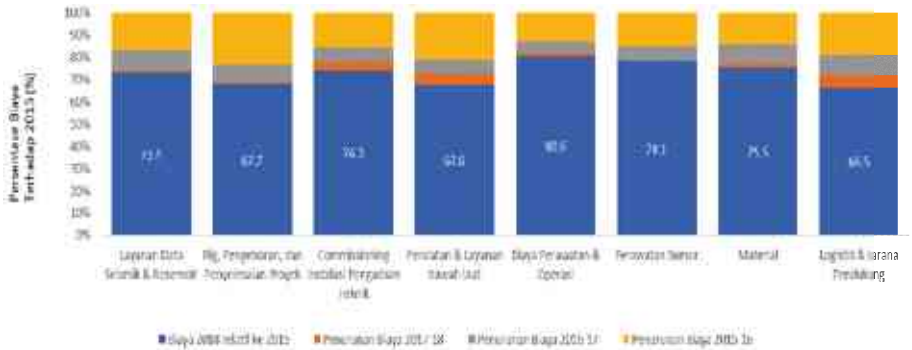
diperlukan upaya untuk meningkatkan kemampuan persaingan usaha di hulu terutama melalui efisiensi biaya. Penurunan biaya kumulatif pada sektor hulu periode 2015 – 2018 menunjukkan potensi efisiensi yang cukup signifikan khususnya untuk biaya logistik, peralatan dan layanan bawah laut, serta rig & pengeboran. Efisiensi dalam struktur biaya tersebut memiliki peran penting untuk mengkompensasi penurunan pendapatan akibat penjualan yang berpotensi menurun.

Gambar 9. Proyeksi Harga Gas Global. [16]





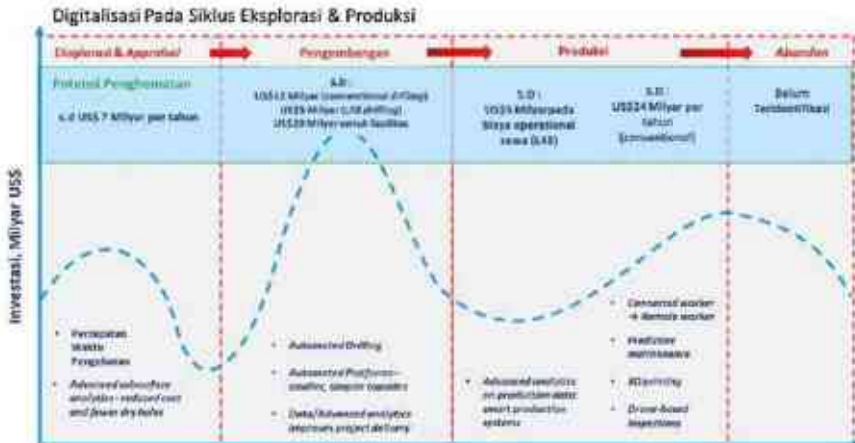
Gambar 10. Persentase Biaya Kumulatif Sektor Hulu Periode 2015 - 2018. [17]



Berdasarkan hasil survei pada artikel “\$50 a barrel works for me” yang dipublikasikan www.upstreamonline.com menyebutkan sebagian besar dari 258 responden untuk survei The Future of Exploration 2019 mengatakan bahwa penurunan biaya eksplorasi dan pengembangan merupakan kunci penting untuk meningkatkan penciptaan nilai sektor hulu.

Megatrend lainnya yang berpotensi membantu penurunan biaya pada kegiatan usaha di sektor hulu adalah digitalisasi. Tren digitalisasi sektor hulu berpotensi dapat menurunkan biaya pada satu siklus eksplorasi dan produksi sebagaimana dijelaskan pada gambar 11.

Gambar 11. Digitalisasi Pada Siklus Eksplorasi dan Produksi. [18]





Penyedia layanan di sektor hulu juga menggambarkan tren digitalisasi sudah menjadi tema spesifik yang mengarah pada kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) sebagaimana disampaikan Baker Hughes dalam artikel *AI holds the key to reliability* (www.upstreamonline.com).

Kecerdasan buatan dapat membantu industri untuk mengatasi *megatrend* digitalisasi yang sedang berlangsung.

Penerapan kecerdasan buatan pada sektor hulu perusahaan minyak dan gas kelas dunia lainnya juga telah dilaksanakan oleh BP yang mengembangkan “Platform geosains berbasis *cloud* menggunakan kecerdasan buatan” yang dapat menghemat waktu hampir 90 % dalam pengumpulan data, interpretasi dan simulasi.

Selain BP, perusahaan lain yang telah beradaptasi dengan *megatrend* digitalisasi adalah Equinor yang dapat mengurangi CAPEX sebesar 30 %. Equinor menggunakan *platform* tanpa awak Oseberg H guna memotong biaya operasi hampir 50 %. Investasi Equinor untuk digitalisasi sekitar 234 Juta US\$ untuk dua tahun ke depan dengan tujuan menciptakan nilai tambah pada bisnis.

Sejalan dengan perusahaan di atas, Total juga melakukan investasi digitalisasi sebesar 1 milyar US\$ sebagai upaya menurunkan biaya di seluruh lini bisnis. Target efisiensi dari digitalisasi Total adalah penghematan sebesar 1 milyar US\$ di Hulu dan 500 Juta US\$ di hilir. Penghematan terutama berasal dari peningkatan waktu kerja fasilitas dan efisiensi produksi.

Tren digitalisasi sektor hulu juga telah diantisipasi Pertamina melalui beberapa program seperti *upstream cloud* yang dapat melakukan integrasi dan sentralisasi data serta implementasi analisis *big data*. Implementasi digitalisasi tersebut diharapkan mampu memberikan efisiensi dalam pengumpulan serta interpretasi data.

Implementasi digitalisasi memerlukan dukungan dan perubahan holistik yaitu teknologi, proses, dan pengguna. Pembuatan ekosistem baru dengan berbasis informasi yang kuat akan mengarah pada model bisnis dan bentuk baru proses digital. Mengantisipasi *megatrend* di sektor energi terutama sektor hulu migas serta adanya penurunan perekonomian global, memaksa pemain sektor industri untuk menciptakan nilai tambah bisnis melalui peningkatan efisiensi serta efektivitas dengan tetap mengedepankan nilai-nilai keselamatan yang dapat diupayakan melalui penerapan digitalisasi. ■

REFERENSI:

- [1] McKinsey. 2017. *Trends & Global Forces Articles*. McKinsey Special Collection.
- [2] OECD. 2016. *Megatrends Affecting Science, Technology and Innovation Outlook*.
- [3] PWC. 2016. *Five Megatrends and Their Implications for Global Defense & Security*.
- [4] Pertamina Energy Institute (PEI). 2019. *Global Megatrend*.
- [5] Pertamina Energy Institute (PEI). 2019. *Megatrend Sektor Energi*.
- [6] United Nation Environment. 2018. *An Overview of Global Megatrends and Regional Industry Sector Trends Relevant for Chemicals Management and Sustainable Chemistry Innovation*. Regional Expert Workshop Bangkok.
- [7] Woodmackenzie. 2019. *Macro Oils Long Term Outlook H1 2019*.
- [8] www.bbc.com. 2019. *China's economy grows at slowest pace since 1990s*
- [9] www.countryeconomy.com. 2019. *Germany Gross Domestic Product*.
- [10] www.statista.com. 2019. *US Department Of Treasury*.
- [11] www.upstreamonline.com. 2018. *Digitalisation — Norway's New Field of Expertise*.
- [12] www.upstreamonline.com. 2019. *BP Seeks Reservoir Data on Demand*.
- [13] www.upstreamonline.com. 2019. *Digital Drive Helping Industry Save Costs*.
- [14] www.upstreamonline.com. 2019. *Total Outlines 'Digital Factory' and Decarbonisation Plans*.
- [15] www.upstreamonline.com. 2019. *\$50 a Barrel Works for Me*.
- [16] Woodmackenzie. 2019. *Long Term Gas Price*.
- [17] Woodmackenzie. 2019. *Are Low Costs In Upstream Oil And Gas The New Normal*.
- [18] Woodmackenzie. 2019. *The Edge-Upstreams Digitalisation Genie*.

TERBUKTI DIAKUI DUNIA

Technical Partner



SOLAROP 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



A Closer Look to Coal Gasification: Who Is Leading Coal to Chemicals Industry?

Transisi energi global mulai bergerak ke arah sumber energi yang lebih bersih, lebih rendah emisi CO₂, CH₄, dan tersedia secara bebas di alam sesuai dengan salah satu megatren yaitu 'Decarbonisasi'.

Oleh: **Merdiani Aghnia Mokobombang**
Jr. Analyst NRE Liquid Commercial Development



PERTUMBUHAN energi di dunia terus berkembang, cadangan minyak bumi dan gas yang menurun diiringi dengan

meningkatnya kesadaran masyarakat akan ancaman pemanasan global yang dihasilkan dari emisi bahan bakar berbasis *fossil fuel*. Transisi energi global mulai bergerak ke arah sumber energi yang lebih bersih, lebih rendah emisi CO₂, CH₄, dan tersedia secara bebas di alam sesuai dengan salah satu megatren yaitu 'Decarbonisasi'. Penandatanganan Paris

Agreement pada tahun 2015 menjadi titik awal mulai banyaknya negara-negara yang beralih dari energi fosil ke sumber energi baru dan terbarukan. Lebih dari 190 negara telah meratifikasi perjanjian Paris Agreement untuk meningkatkan upaya dalam menanggulangi pemanasan global melalui komitmen yang disebut *Nationally Determined Contribution* (NDC) (Huang, 2019). Hal ini dilihat sebagai titik balik era energi fosil, dan bangkitnya trend energi baru dan terbarukan di seluruh dunia. Salah satu arah megatrend di dunia saat ini adalah pencarian teknologi-teknologi baru untuk menghasilkan energi yang lebih bersih dari proses konvensional.

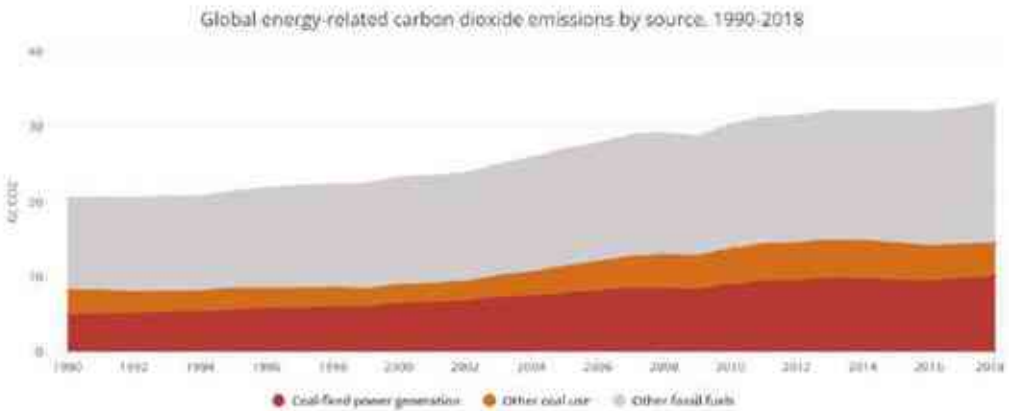


Batubara sebagai salah satu sumber energi fosil terbesar yang digunakan di seluruh dunia untuk pembangkit listrik mulai memperlihatkan penurunan dalam beberapa tahun terakhir. CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran batubara dinilai berkontribusi sebesar 1/3 dari total emisi CO₂ dunia. Tekanan dari seluruh dunia ini membuat trend kapasitas pembangkit batubara mulai menurun sebesar 84% dibandingkan tahun 2015, dengan kontribusi penurunan terbesar dari negara China dan India. Mengurangi penggunaan batubara untuk pembangkit listrik bukan berarti utilisasi batubara harus dihentikan secara total. Melalui teknologi-teknologi baru, batubara dapat diutilisasi dengan lebih ramah lingkungan, baik untuk pembangkit listrik ataupun diproses lebih lanjut untuk menghasilkan produk turunan lain.

untuk menangkap CO₂ yang dihasilkan, kemudian diproses lebih lanjut menjadi bentuk energi lain dan atau disimpan ke dalam *reservoir* yang aman digunakan.

Kedua, batubara dapat diproses menggunakan teknologi gasifikasi untuk menghasilkan produk antara yang dapat digunakan sebagai sumber bahan bakar pembangkit listrik. Melalui gasifikasi batubara, tidak terjadi proses pembakaran, sehingga gas buang yang dihasilkan jauh lebih sedikit dibandingkan proses pembakaran pada pembangkit konvensional. Selain itu, utilisasi batubara melalui gasifikasi dapat pula menghasilkan produk-produk kimia yang memiliki nilai tinggi. Dalam beberapa

Gambar 1. Trend Emisi CO₂ Global Berdasarkan Sumber Bahan Bakar. [9]



Implementasi teknologi untuk mengurangi emisi yang dihasilkan dari batubara dapat dilakukan melalui beberapa cara. Pertama dengan menggunakan teknologi *Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS)*

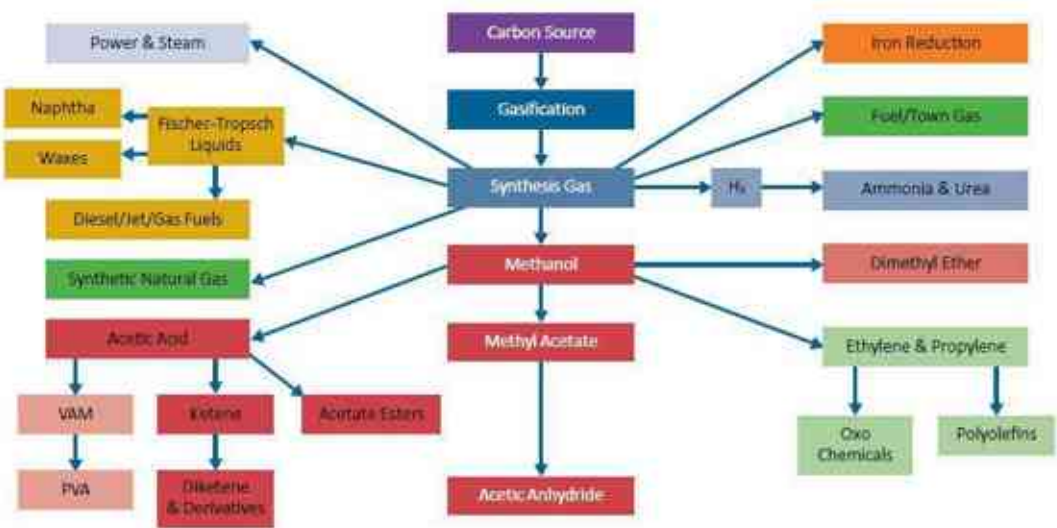
tahun terakhir, sudah banyak industry kimia di beberapa negara yang mulai beralih untuk menggunakan gasifikasi batubara dalam proses produksi sekaligus untuk pembangkit listriknya.

Gambaran Umum Teknologi Gasifikasi Batubara

Teknologi gasifikasi bukanlah hal yang baru, sudah cukup lama gasifikasi digunakan di berbagai negara (Fluor, 2019). Gasifikasi merupakan proses termokimia yang menkonversi carbon menjadi molekul sederhana yang disebut *synthesis gas* (*syngas*). Komponen terbanyak dalam *syngas* adalah carbon monoksida (CO) dan *hydrogen* (H₂). Bahan baku yang digunakan dalam proses gasifikasi umumnya material yang tinggi komponen carbon, seperti batubara,

Pemanfaatan batubara dalam proses gasifikasi melalui sejumlah tahapan. Kandungan air yang tinggi di dalam batubara kalori rendah (*low-rank coal*) harus dihilangkan terlebih dahulu. Dalam hal ini, batubara harus melalui tahap *pre-drying* untuk mengurangi kandungan air dari 40 – 50% menjadi 12%, kemudian batubara akan dihancurkan dan dikeringkan kembali di dalam unit CMD (*Coal Milling and Drying*) untuk mendapatkan kandungan air di bawah 5% dan ukuran partikel <200 mm sebelum masuk ke *gasifier* (Fluor, 2019). Di dalam unit *gasifier*, batubara akan diproses pada suhu >750 C untuk menghasilkan *syngas*

Gambar 2. Proses Gasifikasi dan Produk Turunannya. [11]



petroleum coke, biomassa, dan *municipal solid waste*. *Syngas* yang dihasilkan dari proses gasifikasi disebut juga sebagai *intermediate product* yang kemudian dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar untuk pembangkit listrik, atau diproses lebih lanjut untuk menghasilkan berbagai macam produk turunan.

dan *slag* sebagai produk samping. Proses gasifikasi batubara dapat dilihat sebagai proses yang bersih dan menghasilkan emisi yang sedikit, terutama apabila dibandingkan dengan batubara yang dibakar langsung untuk digunakan di pembangkit listrik.

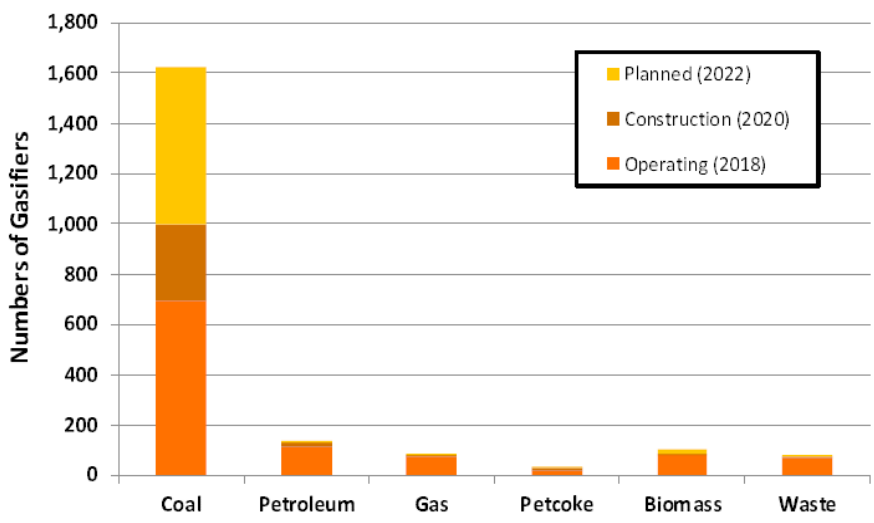


Aplikasi Gasifikasi Batubara

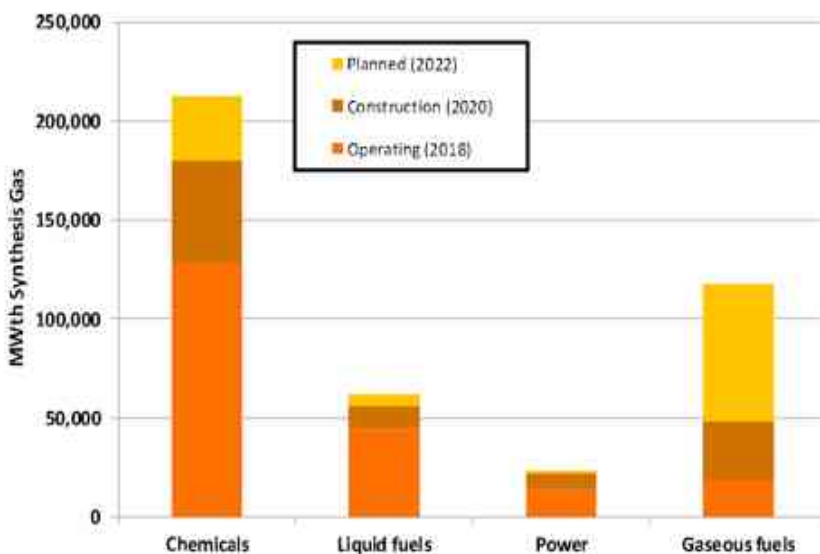
Dalam beberapa dekade terakhir, perkembangan gasifikasi batubara meningkat pesat, terutama untuk pembangkit listrik dan produk-produk kimia. Penggunaan gasifikasi untuk menghasilkan *syngas* sebagai *intermediate product* di dalam industri kimia telah menjadi pilihan yang utama. Industri pupuk biasanya menggunakan *syngas* yang dihasilkan dari gas alam (*natural gas*) melalui proses *steam reforming*. Namun, semakin menurunnya produksi gas alam serta harga yang tidak bisa diprediksi di masa depan, membuat gasifikasi batubara dengan menggunakan batubara kalori rendah menjadi pilihan yang menarik. Hal ini juga terlihat dari *gasifier* yang telah beroperasi, di mana sampai dengan tahun 2018 sebagian besar menggunakan batubara sebagai bahan baku.

Pada tahun 2017 sekitar 25% dari produksi ammonia dan lebih dari 50% produksi *methanol* di dunia menggunakan *syngas* dari proses gasifikasi (Higman, GSTC Syngas Database : 2017 Update, 2017). Porsi tersebut meningkat dibandingkan 10 tahun lalu, dimana penggunaan gasifikasi di dalam industri kimia hanya sekitar 10%. Batubara yang diproses melalui gasifikasi untuk menghasilkan produk-produk kimia lebih umum disebut dengan istilah “*Coal to Chemicals*”. Berdasarkan data *Global Syngas Technologies Conference* (2018), sebagian besar penggunaan *syngas* hasil gasifikasi batubara untuk produk-produk kimia. Pada tahun 2022, diproyeksikan terdapat sekitar 350 GWth ekuivalen *syngas* yang digunakan di dalam

Gambar 3. Bahan Baku Proses Gasifikasi. [6]



Gambar 4. Aplikasi Syngas Dari Gasifikasi [6]



Faktor yang secara umum mempengaruhi perkembangan gasifikasi di Asia :

- **Kemandirian Energi**
- **Tingginya Potensi Batubara Domestik**
- **Pengurangan Emisi Dari Pembangkit Batubara**

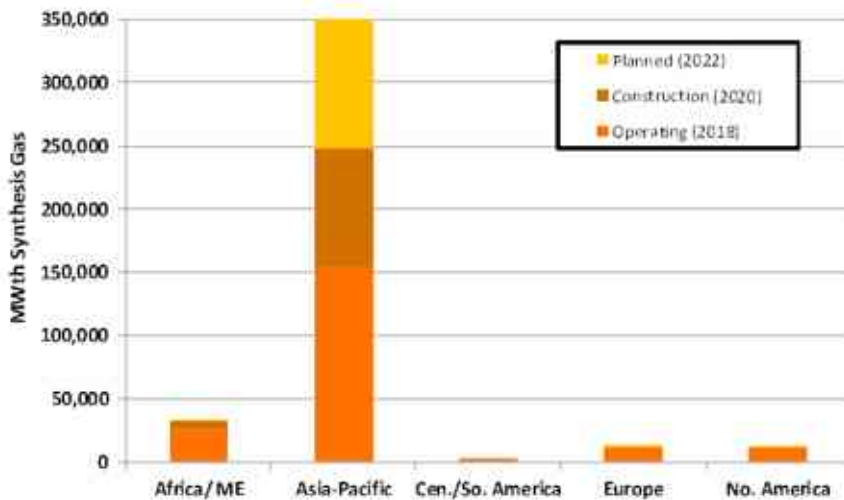
industri kimia. Apabila proses gasifikasi menggunakan batubara kalori rendah, hal ini dapat dilihat sebagai peningkatan nilai melalui hilirisasi batubara.

Pertumbuhan Gasifikasi Batubara

Sampai tahun 2018, terdapat 682 proyek gasifikasi dengan 2,096 *gasifier* di seluruh dunia termasuk yang sedang dalam tahap pembangunan (Higman, GSTC Global *Syngas Database*, 2018). Dari total pabrik gasifikasi tersebut, sebagian besar berada di wilayah China. Kapasitas gasifikasi paling tinggi berada di wilayah Asia-Pasifik, dengan produksi *syngas* diproyeksikan setara ~350 GWth di tahun 2022. Sejak 4 tahun terakhir, pembangunan pabrik gasifikasi telah berkembang pesat di Asia, dan mengalahkan total kapasitas pabrik gasifikasi di belahan dunia lainnya. Salah satu alasan cepatnya pertumbuhan pabrik gasifikasi di Asia adalah karena adanya dorongan dari industri kimia, pupuk, dan *coal-to-liquid* di Asia, terutama di wilayah China. Selain China, negara lain di Asia yang juga mendorong pembangunan gasifikasi batubara adalah India, Korea Selatan, Malaysia, dan Jepang.



Gambar 5. Kapasitas Unit Gasifikasi Per Regional. [6]



Pesatnya perkembangan gasifikasi di negara-negara Asia secara umum dipengaruhi oleh sejumlah faktor berikut:

- **Kemandirian Energi.** Mayoritas negara di Asia masih melakukan impor produk dan bahan baku untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Nilai impor tersebut mempengaruhi neraca energi serta ketergantungan terhadap negara eksportir. Untuk itu, utilisasi batubara domestik melalui gasifikasi menjadi solusi untuk mengurangi impor, serta meningkatkan ketahanan energi.
- **Tingginya Potensi Batubara Domestik.** Pada tahun 2019, *Federal Institute for Geoscience and Natural Resources* (BGR) menyatakan bahwa sekitar

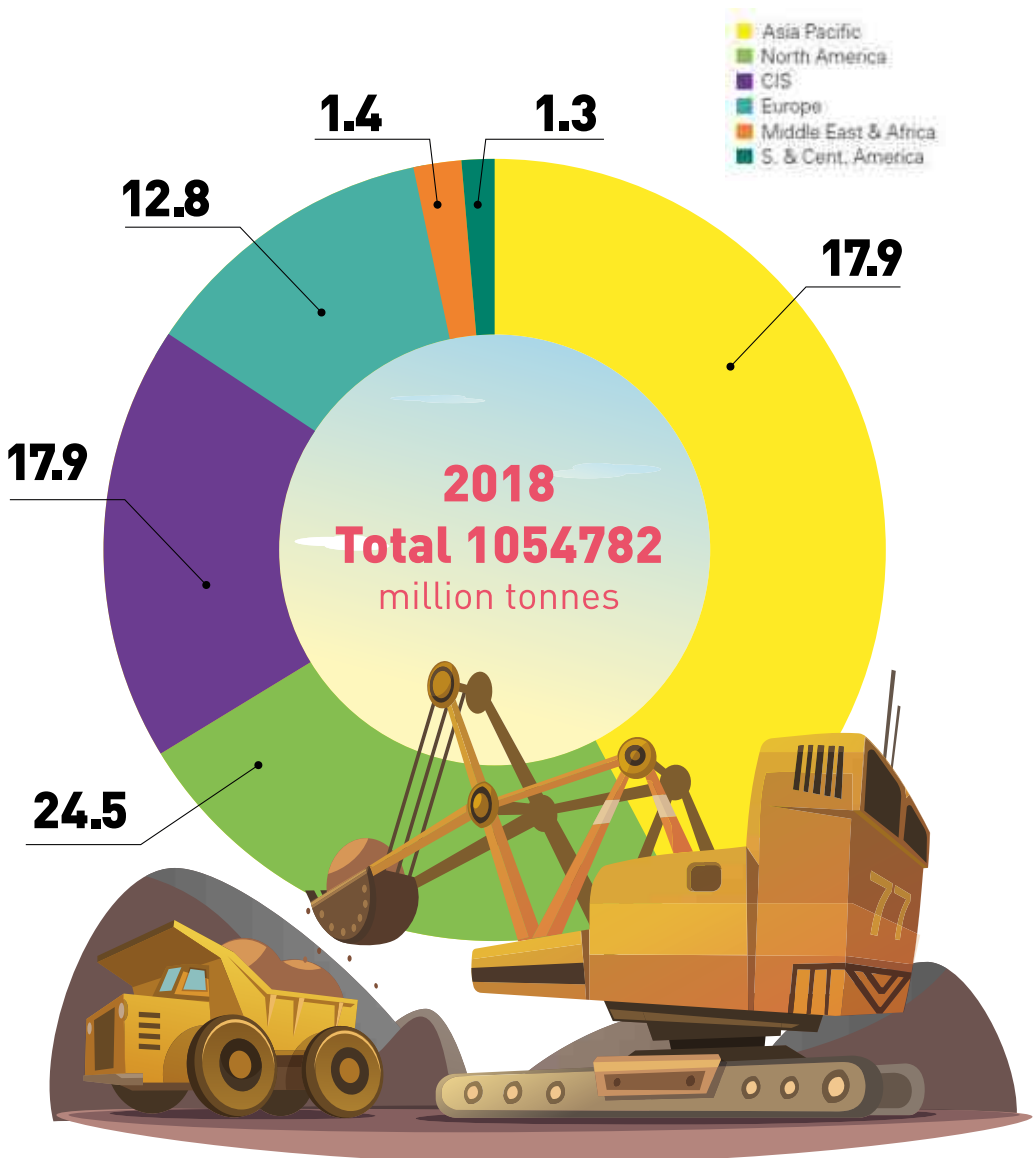
42% cadangan batubara dunia berada di wilayah Asia-Pasifik. Hal ini memperlihatkan bahwa potensi utilisasi untuk meningkatkan nilai batubara kalori rendah di negara-negara Asia masih tinggi.

- **Pengurangan Emisi Dari Pembangkit Batubara.** Komitmen 195 negara di dalam Paris Agreement COP-21 sudah sangat jelas, bahwa peningkatan temperatur bumi harus dijaga di bawah 1.5 C. Salah satu sektor yang memberikan kontribusi emisi terbesar adalah sektor energi, terutama dari pembangkit listrik batubara. Negara-negara di Asia sebagai mayoritas pengguna pembangkit listrik batubara mendapatkan

tekanan untuk mengurangi dan mulai menerapkan *clean coal technology*. Untuk itu, beberapa negara di Asia telah menerapkan larangan untuk pembangunan baru pembangkit tenaga listrik batubara dan mulai menerapkan *clean coal technology* melalui gasifikasi.

Meskipun negara-negara di Asia memiliki potensi tinggi dalam pengembangan gasifikasi batubara, namun dalam implementasinya tidak mudah membangun suatu industri yang baru, terutama bagi negara yang memiliki GDP rendah. Gasifikasi batubara bukanlah

Gambar 6. Distribusi Cadangan Batubara Dunia. [2]





Pertumbuhan ekonomi yang cepat diiringi semakin meningkatnya kadar polusi, mendorong pengembangan teknologi dan industri batubara di China, terutama untuk clean coal technology.

teknologi yang murah dan mudah dioperasikan. Dibutuhkan dukungan finansial yang kuat untuk bisa membiayai proyek miliaran dollar, yang salah satunya dapat berasal melalui pinjaman bank ataupun investor internasional. Untuk dapat mencapai hal tersebut, negara perlu membuat iklim yang kondusif bagi investor dan mendukung pengembangan industri gasifikasi batubara di dalam negeri. Dengan demikian, tawaran untuk mengutilisasi batubara kalori rendah menjadi menarik dan dapat meningkatkan keekonomian negara-negara berkembang di Asia.

Industri Gasifikasi Batubara di China

Salah satu negara di Asia yang telah berhasil membangun industri gasifikasi batubara adalah China. Sejak 4 dekade lalu, China mulai melihat potensi utilisasi batubara untuk gasifikasi. Sebagai negara

pemilik cadangan batubara terbesar di Dunia (sekitar 3.45 miliar ton di tahun 2017), 70% konsumsi energi di China berasal dari batubara (Congbin & Wei, 2019).

Pertumbuhan ekonomi yang cepat diiringi semakin meningkatnya kadar polusi, mendorong pengembangan teknologi dan industri batubara di China, terutama untuk *clean coal technology*. Pertumbuhan industri gasifikasi batubara pun berkembang pesat di China, bahkan sejak tahun 2015 mayoritas batubara diutilisasi bukan lagi untuk pembangkit listrik, tetapi juga untuk menjadi produk-produk kimia atau biasa disebut “*Coal to Chemicals Industry*”.

Teknologi gasifikasi merupakan pondasi di dalam perkembangan industri gasifikasi batubara, bukan hanya untuk menjadi produk kimia, tetapi juga untuk menjadi produk kimia, tetapi juga untuk *liquid fuel industry*, IGCC (*Internal Gas Combustion Cycle*), *Co-Generation* dan *industry hydrogen* (Congbin & Wei, 2019). Dalam pengembangannya, tidak hanya penggunaan teknologi gasifikasi yang ditingkatkan, namun China juga mulai membangun permintaan dan pasar untuk produk-produk kimia yang dihasilkan. Aplikasi terbesar dari gasifikasi batubara di China adalah untuk menghasilkan urea ataupun ammonia, dengan total kapasitas produksi > 30 juta ton per tahun. Selain urea dan ammonia, aplikasi lain dari industri gasifikasi batubara China adalah untuk menghasilkan *methanol* dan DME, MTO (*methanol to olefin*), serta sebagian kecil untuk menghasilkan MEG, SNG, dan produk turunan lainnya. Beberapa pabrik gasifikasi batubara di China yang memiliki kapasitas besar adalah sebagai berikut:



Table 1. Daftar Sejumlah Pabrik Gasifikasi di China (Fluor, 2019). [4]

Owner	Process	Start-Up Time	Capacity (KTA)	Location
Guanghui New Energy	Syngas – Methanol - DME	Jan 2012	800	Xinjiang
Anhui Haoyuan	Syngas – Methanol - DME	Aug 2015	500	Anhui
Henan Xinlianxin	Syngas – Methanol - DME	Sep 2017	200	Henan
	Syngas – Methanol - DME	Jun 2018	200	
Jichun Chemicals	Syngas – Methanol - DME	Okt 2012	325	Hebei
Lu'An Company	Coal to Liquid	2018	1000	Shanxi
Shenhua Ningmei	Syngas - MTP	Jan 2018	300	Ningxia
	Syngas – MTO	Nov 2017	300	
Zhongtian Henchuang	Syngas- MTO	Oct 2016	350	Inner Mongolia
	Syngas – MTO	Dec 2016	350	
Shenhua Xinjiang CTO	Syngas – MTO	Sep 2016	450	Xinjiang
Nanjing Chengzhi Clean Energy	Syngas – MTO	2013	700	Nanjing
Changshan	Syngas – Urea	2015	300	Yunnan
Hualu Hensheng	Syngas – Urea	Des 2017	1000	Shandong
Kaifeng Jinkai	Syngas – Urea	Des 2017	800	Henan
Jiangsu Linggu	Syngas – Urea	Nov 2015	900	Jiangsu
Tianze Meihua	Syngas – Urea	May 2016	800	Shanxi
Shanhua Group	Syngas – Urea	May 2012	1040	Shanxi

Pesatnya perkembangan *coal to chemicals industry* di China tidak luput dari campur tangan Pemerintah. Untuk membangun industri baru, Pemerintah China menawarkan berbagai insentif dan dukungan regulasi bagi investor-investor baru. Pemerintah juga menyediakan akses infrastruktur publik yang dibutuhkan untuk mengutilisasi tambang batubara baru, seperti jalan raya, pipa, dan rel kereta di dalam kompleks industrinya. Untuk mengantisipasi kegagalan teknis dan operasional dari pabrik gasifikasi

batubara, pemerintah China juga membuat standar acuan sendiri terkait yang diatur oleh *National Technical Committee on Coal Chemical Industry Standardization Administration* China.

Penerapan standar acuan yang diatur meliputi material yang digunakan, teknis, operasional, pengujian, dan produk. Adanya standard tersebut memberikan panduan dan referensi bagi fasilitas pabrik gasifikasi baru yang akan dibangun dan memberikan pengaruh besar pada



perkembangan industri Coal to Chemicals China yang lebih sehat dan teratur. Disamping mendorong pembangunan gasifikasi batubara, Pemerintah China juga mengeluarkan larangan untuk penambahan pembangkit listrik batubara dan mulai menerapkan target untuk mengurangi kapasitas pembangkit listrik di masa depan. Kondisi tersebut pada akhirnya membuat perusahaan-perusahaan besar di China mulai beralih untuk menerapkan *clean coal technology*.

Dalam perkembangannya, pengembangan gasifikasi di China tidak semua berjalan mulus. Beberapa kasus gagalnya operasi pabrik gasifikasi batubara tercatat sempat terjadi. Pada awal pengembangannya, industri gasifikasi batubara di China menghadapi sejumlah permasalahan, seperti ketidaksesuaian pemilihan teknologi gasifikasi dengan jenis batubara, pengolahan limbah dan produk samping yang belum memenuhi standar lingkungan, dan kurang optimalnya proses produksi (Congbin & Wei, 2019).

Teknologi gasifikasi yang digunakan harus dapat mengikuti standar faktor lingkungan, HSSE, kehandalan, efisiensi, dan ekonomi. Hal ini juga yang mendorong tumbuhnya riset-riset inovasi teknologi gasifikasi dan membuat banyak *lisensor* gasifikasi bermunculan di China. Dalam 30 tahun terakhir, banyak perkembangan untuk proses gasifikasi batubara yang lebih efisien (Fuchen, Guangsu, & Qinhua, 2017). Dengan pesatnya pertumbuhan teknologi ini, membuat harga *equipment* gasifikasi *lisensor* China relatif lebih murah dibandingkan *lisensor* internasional.

Apa yang dapat kita pelajari dan terapkan di Indonesia?

Melihat pesatnya perkembangan industri gasifikasi batubara di China menimbulkan pertanyaan, jika China saja bisa, mengapa Indonesia tidak bisa? Indonesia memiliki cadangan batubara yang tidak kalah banyak. Pada tahun 2018 cadangan batubara domestik (*proved reserves*) Indonesia sekitar 37 miliar ton dan menempati peringkat kelima di dunia (British Petroleum, 2019). Penggunaan gasifikasi batubara seharusnya menjadi opsi yang menarik bagi Indonesia, terutama mempertimbangkan sekitar 40% batubara domestik masuk ke dalam kelas kalori rendah. Terlebih, masih belum cukupnya kapasitas produksi dalam negeri untuk memenuhi permintaan produk-produk kimia, sehingga sebagian besar produk kimia masih diperoleh dari impor.

Namun, berkaca dari pengalaman China dalam membangun industri gasifikasi batubara, terdapat beberapa hal yang dapat dipetik untuk dijadikan pembelajaran Indonesia yang saat ini sedang mengembangkan gasifikasi batubara pertama. Indonesia memiliki 2 proyek *pioneer* pabrik gasifikasi batubara yang sedang berjalan, yang mana PT. Pertamina bersama PT. Bukit Asam terlibat di dalam kedua proyek tersebut. Proyek berlokasi di Tj. Enim, Sumatera Selatan dan Peranap, Riau. Pengembangan pabrik gasifikasi pertama di Indonesia ini menggunakan batubara kalori rendah untuk menghasilkan berbagai produk kimia yang bernilai lebih tinggi, seperti Polypropylene, Urea, DME, MEG dan *methanol*.

Banyak tantangan dalam membangun



Beberapa hal penting yang dapat mendukung pengembangan gasifikasi batubara di Indonesia :

- **Regulasi dan Insentif Pemerintah**
- **Pembangunan Infrastruktur Publik**
- **Keterlibatan Investor**
- **Reliability, Operability and Safety Issue**

pabrik gasifikasi batubara, mulai dari sisi kesiapan finansial perusahaan, ekonomi proyek, familiaritas dengan teknologi gasifikasi, operasional, hingga infrastruktur untuk mengakses lokasi tambang batubara yang berada di *greenfield area*. Belajar dari keberhasilan China dalam menghidupkan industri gasifikasi batubara, beberapa hal penting yang dapat mendukung pengembangan gasifikasi batubara di Indonesia adalah:

- **Regulasi dan Insentif Pemerintah.** Besarnya nilai investasi proyek gasifikasi menjadi tantangan untuk memberikan hasil keekonomian yang positif. Karena itu, beberapa dukungan regulasi seperti peniadaan *royalty tax* batubara untuk gasifikasi, atau keringanan *import tax* beberapa unit teknologi akan memberikan dampak yang signifikan. Selain itu, dari sisi hilir perlu adanya dukungan insentif/ subsidi apabila produk yang dihasilkan termasuk ke dalam produk PSO (*Public Service Obligation*).



- **Pembangunan Infrastruktur Publik.** Lokasi tambang batubara biasanya berada di daerah yang jauh dari akses infrastruktur publik. Terlebih jika tambang batubara belum di utilisasi sama sekali, transportasi *equipment* dan produk dari dan/atau ke lokasi akan menjadi tantangan terbesar. Untuk itu, dukungan Pemerintah sangat dibutuhkan untuk membangun akses jalan, rel kereta api, serta pipa agar hal ini tidak membebani nilai keekonomian proyek.
- **Keterlibatan Investor.** Paket investasi dapat menjadi tawaran menarik untuk investor asing agar menanamkan modal di dalam payok gasifikasi batubara. Panjangnya jalur administrasi dan izin untuk penanaman modal asing juga perlu dioptimasi, sehingga semua proses efektif dan terintegrasi. Banyaknya investasi asing akan membawa *multiplier effect* untuk peningkatan

lapangan kerja, mendorong industri baru, dan meningkatkan perekonomian masyarakat di daerah tersebut.

- **Reliability, Operability and Safety Issue.** Hal yang tidak kalah penting yang perlu diperhatikan adalah dari sisi teknis. Kecocokan jenis teknologi dan batubara merupakan hal yang utama. Berkaca dari beberapa proyek di China, penggunaan jenis batubara yang berbeda-beda akan menyebabkan *gasifier* tidak bisa bekerja secara optimum dan bahkan berpotensi menurunkan kehandalan pabrik. Selain itu, operator dan engineer yang bekerja di dalam pabrik gasifikasi juga perlu dibekali pengetahuan untuk dapat mengoperasikan unit *gasifier*. ■

REFERENSI:

- [1] Fuchen, W., Guangsuo, Y., & Qinhuo, G. (2017, April 12). *Development of Coal Gasification Technology in China*. Retrieved from World Coal Association: <https://www.worldcoal.org/development-coal-gasification-technology-china>
- [2] Higman, C. (2017). GSTC Syngas Database : 2017 Update. *Gasification & Syngas Technologies Conference* (p. 6). Colorado: Highman Consulting .
- [3] Higman, C. (2018). GSTC Global Syngas Database. *Global Syngas Technologies Conference* (p. 13). Colorado: Higman Consulting.
- [4] Huang, J. (2019). A Brief Guide To The Paris Agreement and "Rulebook". *Center for Climate and Energy Solutions*
- [5] International Energy Agency. (2018). *Global Energy & CO2 Status Report*. Retrieved from International Energy Agency: <https://www.iea.org/geco/emissions/>
- [6] Khan, H. (2018). Global Syngas Overview 2018.
- [7] World Coal Association. (2014). *Gasification Can Help Meet the World's Growing Demand for Cleaner Energy and Products*.

SOLUSI *RENEWABLE* ENERGY TANPA SUBSIDI

Indonesia telah menetapkan target energi terbarukan dalam bauran energi nasional sebesar 23% tahun 2025. Target yang optimistis di tengah 1,2% atau sekitar 3 juta penduduk Indonesia belum menikmati listrik.

Oleh **Ariana Soemanto, ST, MT**
Kementerian Energi dan Sumber Daya
Mineral Republik Indonesia



ENERGI BARU terbarukan (EBT) merupakan energi bersih yang akan menjadi penentu ekonomi hijau berkelanjutan (*green economy*).

EBT juga menjadi bagian komitmen global pengendalian perubahan iklim atau *Paris Agreement on Climate Change*. Indonesia telah menetapkan target energi terbarukan dalam bauran energi nasional sebesar 23% tahun 2025. Target yang optimistis di tengah 1,2% atau sekitar 3 juta penduduk Indonesia belum menikmati listrik.

Pada 1 Desember 2015, Indonesia menyampaikan komitmen *climate action* pada *Conference of the Parties*

(COP) ke 21 United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) di Paris, Perancis. Terdapat 3 aksi yang dilakukan dalam bidang energi yaitu pengalihan subsidi BBM ke sektor produktif, peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan hingga 23% dari konsumsi energi nasional tahun 2025, dan pengolahan sampah menjadi sumber energi. Dari ketiga aksi tersebut, aksi pertama sukses, sedangkan aksi kedua dan ketiga masih dalam proses.

Paris agreement menghasilkan komitmen negara-negara dunia untuk pengurangan emisi atau National Determined Contributions (NDC). Dalam hal ini Indonesia menetapkan target penurunan emisi gas rumah kaca pada tahun 2030 sebesar 29% dengan upaya sendiri atau 41% dengan bantuan internasional.



Target penurunan 30% GRK tersebut setara penurunan 834 juta ton CO₂e pada tahun 2030 yang merupakan kontribusi sektor energi, waste, IPPU, Agriculture, dan Hutan. Kontribusi penurunan dari sektor energi tersebut sebesar 314 juta ton CO₂e. Terdiri dari kegiatan reklamasi pasca tambang, diversifikasi bahan bakar, pembangkit listrik ramah lingkungan, energi efisiensi dan yang paling dominan (lebih dari 50%) merupakan kontribusi dari energi baru terbarukan.

Energi Terbarukan Berkeadilan

Untuk kasus Indonesia, sekitar 75% energi terbarukan atau EBT diproses untuk menghasilkan listrik dan sisanya non-listrik terutama untuk bahan

Tabel 1. Skenario Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Indonesia pada tahun 2030. [1]

NO	SECTOR	GHG EMISSION 2010	GHG EMISSION SCENARIO IN 2030			REDUCTION	
			BaU	29%	41%	29%	41%
1	Energy	453,2	1.669	1.335	1.271	314	398
2	Waste	88	296	285	270	11	26
3	IPPU	36	69,6	66,85	66,35	2,75	3,25
4	Agriculture	110,5	119,5	110,39	115,86	9	4
5	Forest	647	714	217	64	497	650
TOTAL		1.334	2.869	2.034	1.787	834	1.081

Tak sebatas komitmen di forum global, Indonesia kemudian meratifikasi Paris Agreement menjadi Undang-Undang Nomor 16 tahun 2016. Undang-undang yang diinisiasi oleh Pemerintah tersebut, ditandatangani Presiden Joko Widodo setelah melalui rangkaian pembahasan dengan DPR-RI. Selanjutnya, bagaimana di tataran aksi konkrit? Khususnya energi baru terbarukan yang memiliki kontribusi paling dominan. Itulah yang akan dianalisis beserta langkah solusinya. Namun sebelumnya perlu dipelajari filosofi energi terbarukan yang berkeadilan berikut ini.

bakar transportasi. Pasokan EBT akan mempengaruhi ketersediaan listrik di Indonesia. Saat ini pengaruh EBT terhadap ketersediaan listrik di Indonesia belum cukup besar. Hal tersebut dikarenakan kontribusi energi terbarukan masih sebesar 13% dalam bauran energi pembangkit listrik. Jauh dibandingkan batubara yang mengambil porsi 62%.

Namun ketika porsi EBT semakin besar, sebagai contoh 23% di tahun 2025 atau 31% di tahun 2050 tentu dampak yang akan diberikan terhadap pasokan listrik menjadi signifikan. Dampak tersebut yaitu

terkait pemenuhan pasokan listrik dari EBT dan harga listrik EBT.

Saat ini investasi EBT dapat dikatakan masih memerlukan biaya tinggi. Hal tersebut berimplikasi pada tingginya biaya produksi listrik EBT yang kemudian berimbas pada mahalnya tarif listrik yang dibayar rakyat. Akibatnya perlu adanya subsidi dari pemerintah. Jika tidak, tarif listrik rakyat bisa naik.

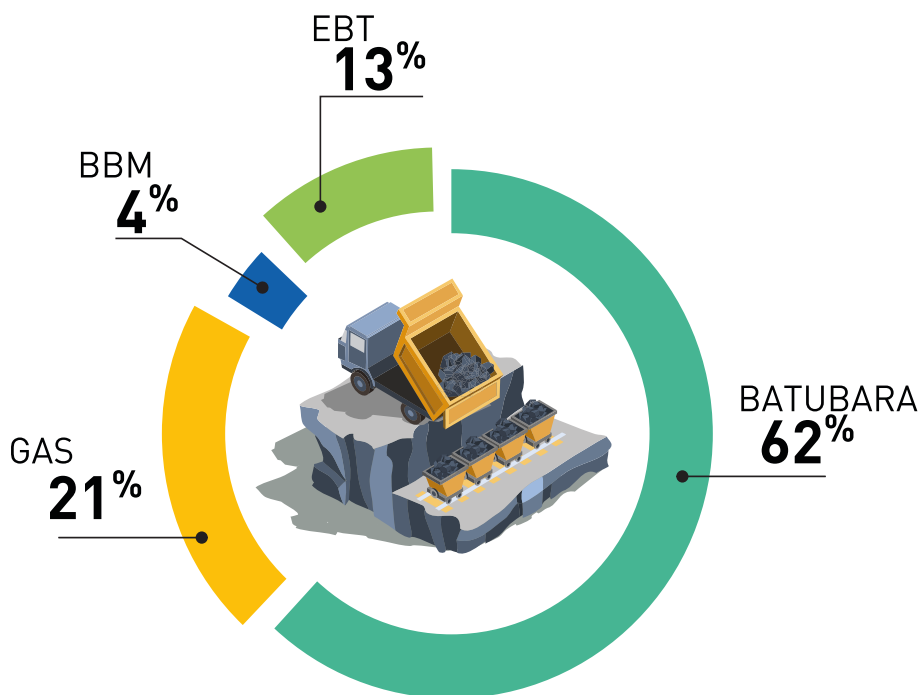
Berapa Harga EBT dan Tarif Listrik Rakyat?

Di Indonesia Timur, terdapat pengusaha yang memiliki Pembangkit Listrik Tenaga

Surya atau PLTS (IPP) dengan kapasitas 1 MW. Harga listrik dari PLTS tersebut dijual ke PLN sebesar 15,4 cent US\$ atau Rp. 2.171 per kWh. Sedangkan tarif listrik non-subsidi yang dibeli rakyat sebesar Rp. 1.467 per kWh atau 10,4 cent US\$. Artinya harga listrik dari EBT berupa PLTS tersebut, jauh lebih mahal dari tarif listrik yang dibeli oleh rakyat. Kemahalan biaya EBT tersebut sebesar Rp. 704 per kWh (Rp. 2.171 per kWh - Rp. 1.467 per kWh).

Dengan mempertimbangkan kapasitas PLTS tersebut sebesar 1 MW, maka biaya kemahalan sekitar Rp. 1,2 miliar per tahun atau Rp. 24 miliar selama masa kontrak 20 tahun. Perhitungan sederhananya sebagai berikut:

Gambar 1 . Bauran Energi Pembangkit Listrik Tahun 2018 [3]





Harga produksi listrik dari tenaga matahari lebih mahal Rp. 704 per kWh dibanding tarif listrik yang dibeli masyarakat



= Kemahalan Rp. 704 per kWh x kapasitas 1.000 kW x 24 jam x 365 x capacity factor PLTS 20% = Rp. 1,2 miliar (setahun).

Dengan kasus yang sama, jika terdapat tambahan kapasitas PLTS sebesar 6,5 GW seperti target Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) tahun 2025, maka biaya kemahalan tersebut menjadi sekitar Rp. 8 triliun per tahun.

Praktek biaya kemahalan tersebut mempengaruhi biaya pokok penyediaan listrik (BPP) nasional yang pada gilirannya berdampak pada besaran subsidi listrik dalam Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN). Semakin besar biaya pokok penyediaan listrik, maka subsidi listrik semakin besar.

Subsidi Energi

Subsidi energi meliputi subsidi listrik, BBM dan LPG. Telah terjadi reformasi subsidi energi sejak tahun 2015. Dalam 4 tahun terakhir yaitu 2015-2018 total subsidi energi sebesar Rp. 477 triliun

jauh dipangkas dibandingkan 4 tahun sebelumnya (2011-2014) sebesar Rp. 1.214 triliun.

Spirit pengelolaan subsidi energi adalah tepat sasaran dan tepat jumlah. Dalam pemberian subsidi listrik misalnya, proses pemilihan rumah tangga yang berhak menerima subsidi listrik menjadi perhatian utama Pemerintah. Jangan sampai rumah tangga mampu menikmati subsidi listrik. Padahal kebutuhan pembangunan cukup besar untuk prioritas pendidikan dan kesehatan (SDM) serta infrastruktur.

Meski reformasi subsidi energi telah dilakukan sejak 2015, namun beban subsidi energi di APBN masih besar. Tahun 2018, subsidi energi mencapai Rp. 154 triliun. Anggaran subsidi energi tersebut setara dengan pembangunan 10 kali MRT Jakarta yang sebesar Rp. 16 triliun. Penyaluran subsidi energi harus dibuat tepat sasaran. Anggaran subsidi energi pada dasarnya bukan tidak terbatas. Postur APBN sangat ketat, sehingga harus digunakan untuk belanja yang lebih produktif.

Dilema Renewable Energy

Kembali pada contoh kasus PLTS 1 MW diatas. Biaya produksi 15,4 cent US\$ per kWh atau lebih mahal dari tarif listrik pelanggan PLN non-subsidi sebesar US\$ 10,4 cent US\$ (atau Rp. 1.467 per kWh). Idealnya, EBT dikembangkan tidak hanya sebagai energi bersih (clean), tapi juga dengan harga terjangkau (kompetitif).





Anggaran subsidi energi per tahun setara dengan pembangunan 10 kali MRT Jakarta. Penyaluran subsidi energi harus tepat sasaran



Energi yang terjangkau dan bersih merupakan bagian dari komitmen global atau *Sustainable Development Goals* (SDGs) Number 7 yaitu *Affordable and Clean Energy*.

Prinsip yang diterapkan dalam kebijakan pengembangan energi terbarukan sejak tahun 2017 (Peraturan Menteri ESDM Nomor 12/2017 jo. Permen ESDM Nomor 50/2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik). Biaya produksi listrik dari EBT dibatasi maksimal 85%-100% dari biaya pokok penyediaan (BPP) pembangkitan wilayah setempat tergantung jenis EBT-nya. Seperti contoh di pulau Sumba Nusa Tenggara Timur, BPP di pulau tersebut sebesar 20,81 cent US\$ per kWh. Sehingga jika membangun PLTS di pulau tersebut maksimal biaya produksi listrik sebesar 17,69 cent US\$ per kWh (85% dari BPP setempat). Begitu pula di Jawa Barat, BPP di wilayah tersebut sebesar 6,91 cent US\$ per kWh maka maksimal biaya produksi listriknya hanya sebesar 5,87 cent US\$ per kWh.

Gambar 2 . Perkembangan Subsidi Energi. [3]





Energi yang terjangkau dan bersih merupakan bagian dari komitmen global atau Sustainable Development Goals (SDGs) Number 7 yaitu Affordable and Cleand Energy



Bagaimana Solusinya?

Sedikit mengulang *problem statement* di atas yaitu EBT yang harganya relatif mahal, harus dikembangkan tanpa tambahan subsidi dan tanpa adanya kenaikan tarif listrik masyarakat. Pasti ada solusinya.

Bagaimana dengan solusi kebijakan *Fit in Tarif (FiT)*? Kebijakan tersebut

Gambar 3 . Sustainable Development Goals. [5]



Tujuan kebijakan tersebut agar BPP listrik di pulau tersebut tidak semakin tinggi. Pemerintah tidak mau menyebabkan biaya produksi listrik mahal, karena kemudian pilihannya adalah subsidi listrik bertambah atau tarif listrik masyarakat naik. Semangat Pemerintah tidak menghendaki keduanya, sehingga salah satu solusi yang dipilih adalah membuat biaya produksi listrik dari EBT menjadi kompetitif.

sesungguhnya dianggap sebagai tambahan subsidi. Bagaimana dengan *Viability Gap Fund (VGF)* atau *Availability Payment (AP)*. Kedua metode tersebut juga berdampak pada tambahan biaya dalam APBN. Mirip subsidi tetapi berbeda metode penyaluran dan mekanismenya serta melibatkan pihak ketiga dalam pembiayaan.

Apalagi melakukan revisi terhadap Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun



Problem statementnya yaitu EBT yang saat ini harganya relatif mahal, harus dikembangkan tanpa tambahan subsidi dan tanpa ada kenaikan tarif listrik masyarakat. Pasti ada solusinya



2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik, bukan solusi yang harus dilakukan. Permen ESDM tersebut dibuat agar Biaya Pokok Penyediaan Listrik semakin efisien sehingga tarif listrik untuk rakyat tetap terjangkau dan subsidi listrik tidak semakin membengkak.

Permen ESDM No. 50/2017 dan tidak diterapkannya kebijakan FIT atau kompensasi atas kemahalan biaya EBT harus dianggap sebagai *given conditions*. Sehingga kita harus mencari solusi lain atas *given condition* tersebut.

Sekali lagi, jadi solusinya adalah biaya produksi listrik dari EBT harus dibuat kompetitif. Tapi bagaimana caranya? Ada 2 yang realistis. Pertama, perbaikan penyiapan lelang proyek. Kedua, penurunan bunga pinjaman dengan jaminan non-Pemerintah.

I. Perbaikan penyiapan lelang proyek pembangkit listrik EBT

Berdasarkan Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik PLN (RUPTL) 2018-2029, terdapat sekitar 16 GW rencana pembangunan pembangkit listrik EBT pada periode tersebut. Kapasitas tersebut berdasarkan usulan *Feasibility Study* (FS) dari berbagai pengembang listrik kepada PLN.

Secara sederhana setiap tahun PLN akan melakukan beberapa kali lelang/pemilihan langsung proyek EBT tertentu di wilayah/propinsi tertentu dengan kapasitas tertentu. Pasca Permen ESDM Nomor 50/2017, proses pengadaan harus melalui mekanisme lelang/pemilihan langsung, tidak boleh lagi penunjukan langsung.

Sebelum melakukan lelang/pemilihan langsung, PLN menyusun Kajian Kelayakan Proyek (KKP) atau Kajian Kelayakan Operasi dan Kajian Kelayakan Finansial. Pasca lelang/pemilihan langsung dan telah ditetapkan pemenangnya, selanjutnya kontraktor pemenang menyiapkan kelengkapan FS dan Studi jaringan yang selanjutnya dilakukan evaluasi dan penandatanganan Perjanjian Jual Beli Listrik (PJBL) atau *Power Purchase Agreement* (PPA).

Untuk membuat lelang menjadi lebih praktis, diminati kontraktor sehingga harganya lebih terjangkau maka sebaiknya selain menyusun KKP, PLN juga menyiapkan studi jaringan, dan lokasi spesifik energi terbarukan untuk dibangun. Kemudian lokasi dan kapasitas indikatif pembangkit tersebut dapat dilakukan lelang/pemilihan langsung. Studi jaringan lebih merupakan pekerjaan

yang bobot pengetahuannya lebih kepada PLN. Berbeda dengan FS dimana kontraktor dapat menyusunnya tanpa tergantung dengan PLN.

Kesimpulannya, hal baru dari proses pengadaan sebelumnya adalah:

1. Studi jaringan dan
2. Lokasi spesifik dan kapasitas energi terbarukan yang akan dilakukan lelang/pemilihan langsung harus disiapkan oleh PLN untuk selanjutnya dilakukan lelang/pemilihan langsung.

Dengan demikian akan lebih banyak kontraktor yang dapat mengikuti lelang dan harga jual listrik EBT akan lebih kompetitif karena informasi lokasi yang lebih spesifik dan juga studi jaringan yang selama ini lebih sulit jika dikerjakan oleh kontraktor. Apabila dalam implementasinya PLN mengalami kesulitan dalam menyusun studi jaringan dan melakukan *review* lokasi spesifik proyek EBT untuk dilelang, terdapat banyak lembaga internasional yang juga *concern* terhadap energi bersih, dapat mendukung *technical assistant* untuk penyiapan 2 hal baru tersebut.

II. Penurunan bunga pinjaman dengan jaminan kelayakan usaha non-APBN

Penurunan bunga pinjaman dengan jaminan kelayakan usaha non-APBN dapat dilakukan dengan membentuk *guarantee fund* yang berasal dari berbagai bantuan internasional. Hal tersebut dapat dilakukan mengingat banyak negara maju dan institusi internasional yang bersemangat membantu negara berkembang mewujudkan pengembangan

energi terbarukan dalam rangka membuat bumi lebih bersih. Dengan *guarantee fund* maka suatu proyek EBT bisa mendapatkan bunga pinjaman proyek yang lebih rendah. Sehingga biaya pokok produksi listrik dari EBT bisa berkurang. Setiap penurunan 1% bunga pinjaman dapat menurunkan biaya pokok produksi sekitar 0,28 cent US\$ per kWh.

1. Untuk mendapatkan *guarantee fund*, Kementerian ESDM mengajukan atau menampung berbagai dana bantuan internasional dari negara atau institusi internasional yang sudah berkejasama dengan Indonesia. Hal ini dapat dilakukan mengingat Presiden Jokowi saat berada di COP 21 di Paris mengakui adanya bantuan resmi internasional untuk mendukung komitmen pengendalian perubahan iklim.
2. Dana dari berbagai negara atau bantuan resmi internasional tersebut ditampung oleh Badan Layanan Umum (BLU) Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Ketenagalistrikan, Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (P3TKEBTKE).
3. Dana tersebut digunakan untuk menjamin suatu proyek EBT. Dana sebesar US\$ 50 juta dapat menjamin proyek sekitar 50 MW. Kontraktor proyek EBT yang ingin mendapatkan jaminan proyek melalui *guarantee fund* mengajukan diri kepada Kementerian ESDM. Kemudian Kementerian ESDM melalui Tim akan mengevaluasi apakah



Gambar 4 – Usulan Skema Guarantee Fund Untuk Penurunan Bunga Pembiayaan Proyek Energi Terbarukan. [Simulasi Penulis]



kontraktor tersebut layak mendapatkan jaminan proyek atau tidak. Kriteria evaluasinya mencakup antara lain FS dan studi jaringan yang telah disetujui PLN, seleksi kapasitas, lokasi, risiko dan kemampuan keuangan.

4. Apabila kontraktor disetujui untuk mendapatkan jaminan proyek, maka kontraktor tersebut akan mendapatkan

bunga pinjaman proyek dari bank atau lembaga pembiayaan jauh lebih kecil dari bunga normal. Sehingga biaya pokok produksi listrik energi terbarukan dari kontraktor menjadi lebih rendah. Mengingat setiap penurunan 1% bunga pinjaman (Rupiah) dapat menurunkan biaya pokok penyediaan listrik sekitar 0,28 cent US\$ per kWh. ■

REFERENSI:

- [1] Directorate of Various New and Renewale Energy, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Presentation on Renewable Energy Potential in Indonesia", September 2019.
- [2] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Rencana Umum Energi Nasional 2015-2050", 2017.
- [3] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Booklet Energi Berkeadilan Semester 1 2019", Agustus 2019.
- [4] Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik.
- [5] <https://sustainabledevelopment.un.org>



Permen ESDM No. 50/2017 dan tidak diterapkannya kebijakan FiT atau komensasi atas kemahalan biaya EBT harus dianggap sebagai given conditions. Sehingga kita harus mencari solusi lain atas given condition tersebut.



PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PEMANFAATAN GAS CO₂ DALAM USAHA MENGURANGI EMISI GRK

Carbon Capture and Storage (CCS) Memberikan Kemungkinan untuk Menghasilkan Listrik Rendah Karbon dari Bahan Bakar Fosil Dan Mengurangi Emisi CO₂ Dari Proses Industri.

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



PERTUMBUHAN populasi dunia meningkatkan kebutuhan manusia terhadap makanan, air, energi dan sumber daya alam lainnya. Seiring dengan

peningkatan kebutuhan tersebut, disisi lain akan memberikan dampak terhadap ketersediaan sumber daya alam dan efek terhadap lingkungan. Perubahan iklim dunia dan pemanasan global merupakan salah satu dampak global dan menjadi fokus bukan saja oleh para pemerhati

lingkungan akan tetapi menjadi fokus negara-negara di seluruh dunia. Oleh karenanya perubahan iklim sering digaungkan sebagai salah satu global megatren yang secara jangka panjang perlu mendapat perhatian dan aksi yang berkelanjutan untuk diimplementasikan oleh seluruh negara di dunia.

Sumber emisi gas rumah kaca terbesar berasal dari aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil untuk kegiatan pembangkitan listrik, manufaktur, dan transportasi. *Carbon capture and*



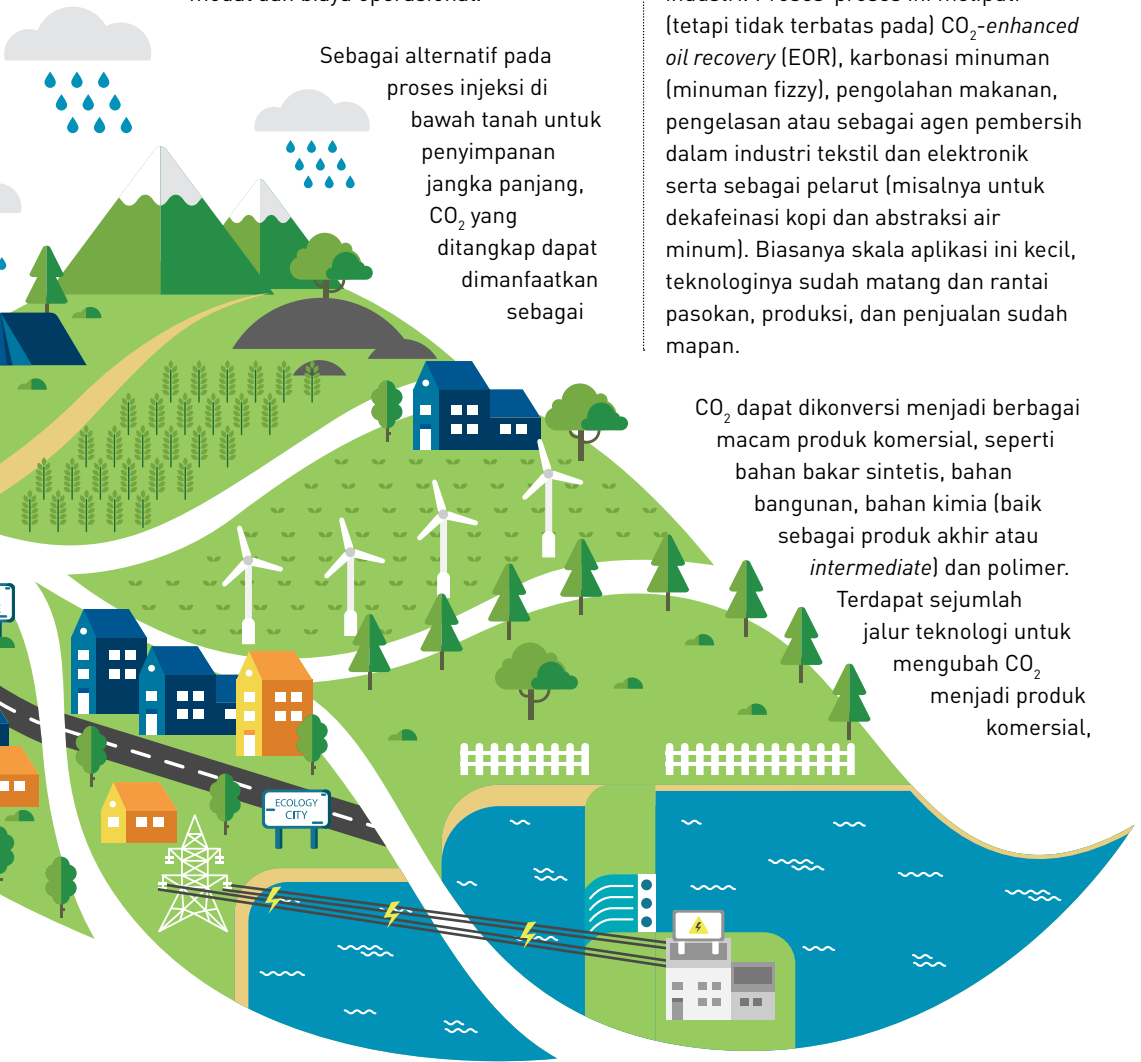


storage (CCS) memberikan kemungkinan untuk menghasilkan listrik rendah karbon dari bahan bakar fosil dan mengurangi emisi CO₂ dari proses industri seperti pemrosesan gas, pembuatan semen dan baja, di mana opsi dekarbonisasi lainnya terbatas. Karena itu, CCS adalah kunci untuk memenuhi tujuan Perjanjian Paris untuk membatasi pemanasan global hingga di bawah 2 °C. Namun, penerapan teknologi CCS membutuhkan tambahan modal dan biaya operasional.

Sebagai alternatif pada proses injeksi di bawah tanah untuk penyimpanan jangka panjang, CO₂ yang ditangkap dapat dimanfaatkan sebagai

bahan baku untuk menghasilkan produk yang dapat dipasarkan. CO₂ memiliki banyak potensi kegunaan, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui konversi. Penggunaan langsung CO₂ telah dipraktikkan selama beberapa dekade dalam berbagai proses industri. Proses-proses ini meliputi (tetapi tidak terbatas pada) CO₂-enhanced oil recovery (EOR), karbonasi minuman (minuman fizzy), pengolahan makanan, pengelasan atau sebagai agen pembersih dalam industri tekstil dan elektronik serta sebagai pelarut (misalnya untuk dekafeinasi kopi dan abstraksi air minum). Biasanya skala aplikasi ini kecil, teknologinya sudah matang dan rantai pasokan, produksi, dan penjualan sudah mapan.

CO₂ dapat dikonversi menjadi berbagai macam produk komersial, seperti bahan bakar sintesis, bahan bangunan, bahan kimia (baik sebagai produk akhir atau *intermediate*) dan polimer. Terdapat sejumlah jalur teknologi untuk mengubah CO₂ menjadi produk komersial,



seperti katalitik, elektrokimia, mineralisasi, biologis (menggunakan mikroba dan enzim), proses fotokatalitik dan fotosintesis. Proses elektrokimia mengurai CO₂ menjadi CO menggunakan elektroliser. H₂, umumnya dihasilkan oleh elektrolisis air, adalah ko-reaktan yang sering digunakan untuk konversi CO₂ menjadi CH₄, CH₃OH dan lain sebagainya.

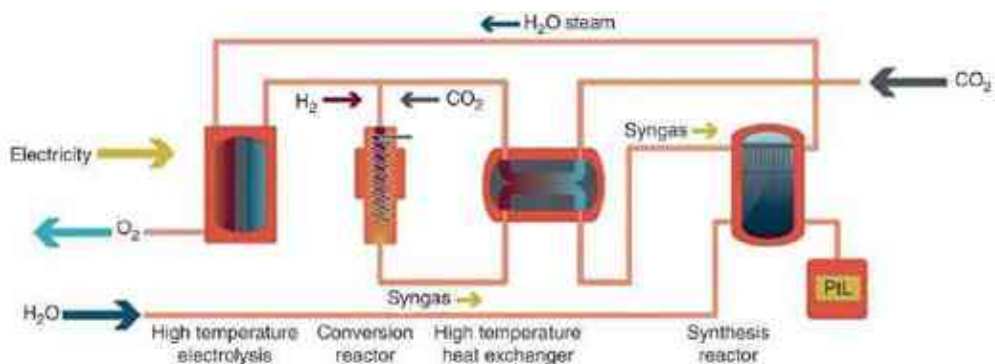
Proses elektrolisis bersifat energi intensif dan memiliki biaya tinggi. Agar sistem menjadi karbon netral, sumber energi dengan emisi mendekati nol harus digunakan. Dibandingkan dengan elektrolisis H₂O, yang sudah banyak dikenal, elektrolisis CO₂ adalah bidang penelitian yang lebih baru dan pekerjaan diperlukan untuk mengidentifikasi bahan katalis yang murah, kuat, menunjukkan efisiensi tinggi, selektivitas dan hasil. Ketika dievaluasi dari perspektif tingkat sistem, efisiensi energi, efisiensi Faradaic, tingkat konversi, stabilitas dan daya tahan katalis jangka panjang, serta ekonomi proses adalah lima faktor penting yang harus dipertimbangkan untuk mengkomersialkan teknologi ini.

Artikel ini akan mengulas perkembangan terbaru dari teknologi pemanfaatan CO₂ yang dikelompokkan berdasarkan jalur teknologi yang digunakan. Karena perkembangan R&D yang luas dan beragam, maka disini hanya difokuskan pada teknologi CCU yang telah mencapai tahap komersialisasi atau pra-komersial atau dekat dengan demonstrasi skala besar sebagai bahan penilaian awal dan perbandingan teknologi.

1. Teknologi Konversi Elektrokimia pada CO₂

Konversi elektrokimia CO₂ telah menjadi bidang penelitian yang dinamis. Banyak kemungkinan rute untuk konversi CO₂ menjadi produk seperti *syngas*, *methane*, *methanol* atau *dimethyl ether* (DME) dengan penggabungan sumber daya terbarukan dalam proses yang sedang dieksplorasi. Sebuah perusahaan Jerman, *Sunfire GmbH*, mengembangkan proses yang didasarkan pada ko-elektrolisis uap suhu tinggi (H₂O) dan CO₂ menggunakan sel-sel elektrolisis oksida padat (SOEC) untuk menghasilkan *syngas* [1]. *Syngas* kemudian dapat

Gambar 1 . Proses Sunfire pada Blue Crude production. [1]





dikonversi menjadi bahan bakar sintesis, seperti bensin, diesel, dan metana. SOEC beroperasi pada tekanan tinggi (> 1 MPa) dan suhu tinggi (> 800 °C). Sejumlah unsur tersebut memecah uap air (*steam*) menjadi H_2 dan O_2 . Selain itu, ko-elektrolisis H_2O dan CO_2 lebih hemat biaya dan hemat energi karena kinetika elektrokimia keseluruhan yang cepat.

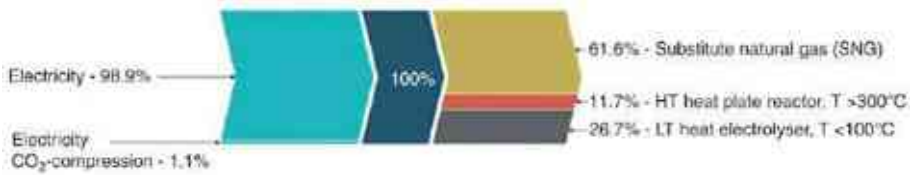
Dalam proses Sunfire, syngas dikonversi melalui proses *Fischer-Tropsch* menjadi hidrokarbon rantai panjang ($-CH_2-$), yang dikenal sebagai *Blue Crude*, untuk menghasilkan bahan bakar atau bahan kimia. Proses *Fischer-Tropsch* bersifat eksotermik dan panas sintesis yang dilepaskan dapat digunakan untuk menguapkan air untuk elektrolisis uap (Gambar 1). Hal ini memungkinkan untuk mencapai tingkat efisiensi yang tinggi (dihitung sebagai konversi energi listrik menjadi nilai kalor dari bahan bakar yang dihasilkan) $\sim 70\%$.

Sunfire GmbH membangun pabrik percontohan di Dresden, Jerman yang berhasil memproduksi batch pertama bahan bakar diesel berkualitas tinggi pada April 2015. 10-kW electrolyser beroperasi pada 1,5 MPa dan daya dapat dimodulasi dari 0 hingga 100% tanpa efek negatif pada *stack*. Pabrik percontohan dioperasikan terus menerus selama lebih dari 1.500 jam dan mencapai efisiensi konversi karbon sebesar 90%. Bahan bakar sintesis (Audi e-diesel) memiliki nilai *cetane* yang tinggi dan karenanya memiliki sifat pembakaran yang sangat baik [1]. Pada Juli 2017, *Sunfire GmbH* mengumumkan bahwa mereka telah memulai rekayasa fasilitas produksi *power-to-liquid* (PtL) skala industri di Norwegia, bersama dengan mitra konsorsium. Nordic Blue Crude AS, sebuah perusahaan teknologi Norwegia,

akan mengoperasikan pabrik 20-MWe PtL yang akan memiliki kapasitas produksi 8000 ton/tahun *Blue Crude* dan diharapkan akan beroperasi pada tahun 2020.

Perusahaan Jerman lainnya, ETOGAS, mengembangkan proses yang menggunakan *alkaline pressurized electrolysis*- H_2O untuk menghasilkan H_2 , yang kemudian bereaksi dengan CO_2 untuk membentuk CH_4 [1]. Sistem ini dikembangkan berdasarkan pada operasi photovoltaics (PV) dinamis dan intermiten yang dihubungkan dengan elektrolisis alkali. Kopling langsung dari pembangkit listrik PV dengan *alkaline electrolyzers* telah berhasil ditunjukkan dalam rentang daya yang berbeda. Katalis untuk metanasi terutama terdiri dari nikel, yang merupakan bahan yang sama seperti yang digunakan dalam elektroda untuk elektrolisis, yang dapat mengurangi biaya bahan. ETOGAS memiliki pabrik percontohan 25-kW di Bad Hersfeldt untuk pengujian peningkatan biogas dan instalasi 250-kW di Stuttgart. ETOGAS membangun pabrik *Power-to-gas* (PtG) 6-MWe untuk produsen otomotif Jerman Audi AG di Werlte, Jerman yang mulai beroperasi pada 2013. Pabrik ini terdiri dari tiga unit 2-MWe dan telah memproduksi metana sintesis, yang disebut Audi e-gas, sejak 2013 dalam operasi yang dinamis dan intermiten menggunakan tenaga angin dan CO_2 dari pembangkit biogas. Pabrik dapat menghasilkan sekitar 1000 ton/tahun Audi e-gas, secara kimia mengikat sekitar 2.800 tCO₂. Audi e-gas memiliki kandungan metana $> 96\%$ dan disediakan untuk pelanggan Audi A3-tron g. Ukuran unit dapat ditingkatkan dengan

Gambar 2 . Energy-conversion rate dari proses ETOGAS. [4]

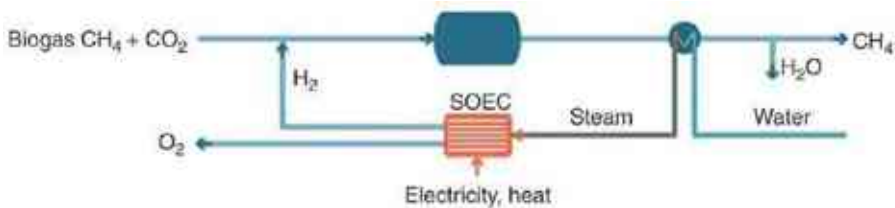


meningkatkan jumlah unit electrolyser [1]. Gambar 2 menunjukkan efisiensi energi dari proses PtG.

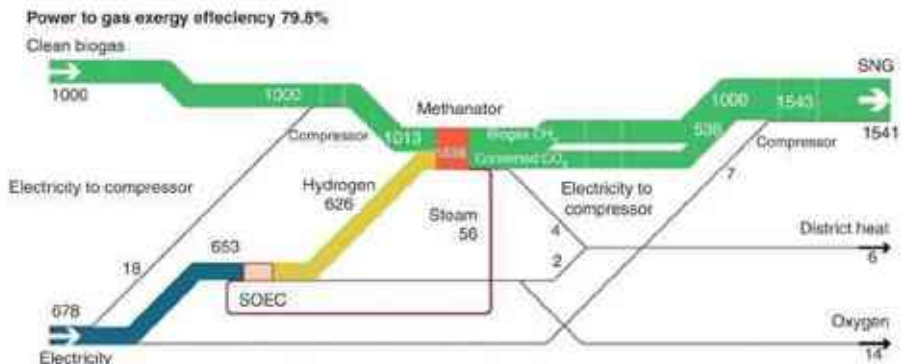
Pada bulan Desember 2017, Hitachi Zosen Inova AG (HZI, yang mengakuisisi teknologi ETOGAS pada 2016), bersama dengan perusahaan induknya, Hitachi Zosen Corporation, dianugerahi kontrak turnkey untuk membangun pabrik percontohan PtG pertama di Jepang sebagai bagian dari upaya Jepang untuk mencapai

pengurangan emisi CO₂ dalam jangka panjang. Pabrik akan mengambil emisi CO₂ fosil dan menggabungkan CO₂ dengan H₂ untuk menghasilkan CH₄, yang kemudian akan dimasukkan ke dalam jaringan gas yang ada. Hitachi Zosen Corporation akan memberikan electrolyser membran pertukaran-polimer untuk produksi H₂. HZI akan menyediakan reaktor katalitik ETOGAS untuk proses metanasi. Proyek percontohan ini dijadwalkan akan ditugaskan pada 2018/19.

Gambar 3 . Haldor Topsøe's integral SOEC dan TREMP™ system. [2]



Gambar 4 . Exergy pada Haldor Topsøe's integral SOEC dan TREMP™ system. [4]



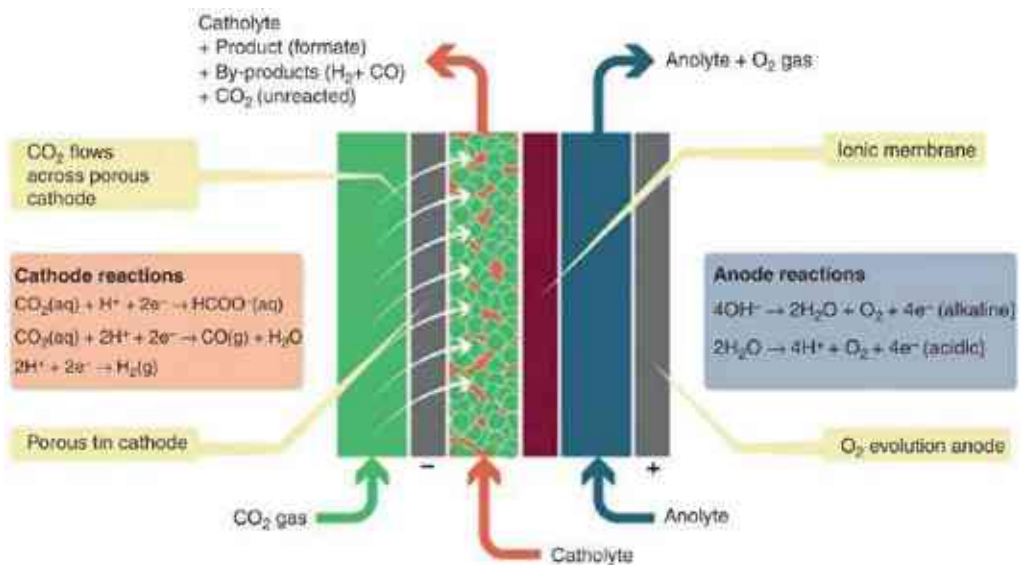


Perusahaan Denmark Haldor Topsøe mengembangkan proses methanasi yang disebut TREMP™ [2]. Proses ini terdiri dari tiga reaktor fixed bed adiabatik yang menggunakan katalis methanasi yang dikembangkan secara homogen. Panas yang dihasilkan oleh proses metanasi diperoleh kembali dan digunakan untuk menghasilkan uap suhu tinggi yang dibutuhkan dalam unit SOEC. Haldor Topsøe telah membangun unit SOEC 40-kW di Foulum, Demark. Pada 2016, mereka menunjukkan proses efisiensi tinggi dengan output CH₄ 10 m³/jam, ditunjukkan pada Gambar 3, untuk peningkatan mutu biogas dengan mengubah kandungan CO₂ (50–80%) dalam biogas menjadi gas alam berkualitas (metana). Efisiensi keseluruhan dari mengubah tenaga listrik menjadi metana

adalah sekitar 80% (lihat Gambar 4). Dengan demikian konsumsi daya yang dapat dihemat sekitar 290 kWh/tCO₂, konsumsi air tawar 1,6 ton/tCO₂ dan tidak ada air limbah atau emisi lain dari proses [1, 2].

Haldor Topsøe juga mengembangkan proses bernama eCOs™ untuk menghasilkan CO dari CO₂ dan listrik menggunakan SOEC. Proses eCOs™ dirancang sebagai modul yang dapat digabungkan menjadi pabrik dengan kapasitas mulai dari 25 hingga beberapa ratus m³ CO/jam.

Gambar 5 . Reaktor elektrolisis ECFORM. [5]



Gambar 6 . Demonstrasi reactor milik DNV GL yang diletakan didalam solar-powered trailer. [courtesy of DNV GL]



Perusahaan Norwegia, DNV GL mengembangkan proses ECFORM untuk mengubah CO₂ menjadi asam format dan garam format secara langsung. Proses ECFORM menampilkan reaktor elektrolisis baru seperti yang diilustrasikan pada Gambar. 5. Menggunakan katalis paduan berbasis timah sebagai katoda untuk mengubah CO₂ menjadi garam format. Reaktor memiliki potensi sel yang lebih rendah dan kerugian resistif yang diperlukan, menghasilkan peningkatan efisiensi energi dari proses yang membuatnya lebih layak secara ekonomi. Hasil tes menunjukkan elektroda memiliki selektivitas ~ 75% untuk reaksi format dan seumur hidup 1-2 tahun.

Konsumsi energi sel adalah ~ 5,5 MWh/

ton dan proses dapat berjalan pada energi terbarukan. DNV GL membangun reaktor percontohan ECFORM semi percontohan (lihat Gambar 6) dengan luas permukaan 600 cm² dan kapasitas pengurangan sekitar 1 kgCO₂ /hari. Dari 1 ton CO₂, proses menghasilkan 1,04 ton asam format dalam bentuk distilat minimum 85% berat, yang secara praktis mewakili pengurangan CO₂ 1: 1. Proses ini siap untuk ditingkatkan, tetapi kemajuan teknologi yang signifikan diperlukan sebelum produksi skala besar dapat terjadi.

Sebuah tim di George Washington University, AS telah mengembangkan proses C2CNT, yang dapat mengubah CO₂ menjadi karbon *nanofibres* (CNF)



yang sangat bernilai dan *nanotube* karbon dengan elektroda murah (nikel dan baja) dan tegangan rendah. Komposit karbon memiliki berbagai macam aplikasi, termasuk dalam baterai, elektronik dan sebagai alternatif ringan untuk logam yang digunakan saat ini di pesawat terbang, mobil sport kelas atas dan peralatan atletik.

Dalam proses C2CNT, CO₂ digelembungkan ke dan dilarutkan dalam rendaman karbonat cair. CO₂ dibagi dengan elektrolisis pada elektroda yang direndam dalam rendaman lelehan menjadi O₂ di anoda dan menjadi karbon sebagai *nanotube* karbon murni di katoda. Dengan menyesuaikan berbagai parameter seperti penambahan jejak logam transisi untuk bertindak sebagai situs nukleasi CNF, penambahan seng sebagai inisiator dan kontrol kepadatan arus, pembentukan CNF atau karbon nanotube dapat dikontrol dan struktur produk dapat diatur dan dibuat khusus untuk aplikasi tertentu, seperti untuk anoda dalam baterai lithium dan natrium-ion.

Proses C2CNT dapat digunakan untuk menangkap CO₂ langsung dari berbagai sumber seperti atmosfer, pembangkit listrik dan pabrik produksi semen. Para peneliti mengusulkan desain untuk menyesuaikan sistem untuk pembangkit listrik tenaga gas dan batubara, di mana ia akan menangkap sejumlah besar CO₂ dan mengubahnya menjadi karbon *nanotube* / *nanofibres* dan oksigen murni. Oksigen kemudian dapat digunakan untuk meningkatkan pembakaran dan pabrik akan memiliki nol emisi CO₂.

Analisis menunjukkan bahwa produksi *nanotube* karbon bisa lebih

menguntungkan untuk pembangkit listrik berbahan bakar fosil daripada pembangkit listrik. Untuk setiap ton gas alam yang dikonsumsi, pembangkit listrik siklus gabungan gas alam konvensional (NGCC) menghasilkan US \$ 909 listrik dan memancarkan 2,74 tCO₂, sementara pembangkit NGCC dan C2CNT yang diusulkan akan menghasilkan ~ US \$ 835 listrik plus ~ 0,75 t karbon *nanotube* bernilai ~ US \$ 225.000 dengan harga saat ini, dan tidak akan mengeluarkan CO₂. Menggunakan proses C2CNT, biaya produksi karbon nanotube diperkirakan US \$ 2.000 / t — kurang dari 1% dari biaya produksi saat ini. Meskipun biaya akan ditentang dengan pengembangan dan komersialisasi C2CNT dan harga akan berkurang ketika sejumlah besar *nanotube* murah tersedia di pasar, potensi keuntungan ada, membuat teknologi ini menarik dan memberikan insentif bagi industri energi untuk mengurangi emisi karbon. Proses *Sunfire* dan ETOGAS telah didemonstrasikan pada skala percontohan dan pengembangannya yakin untuk meningkatkannya ke produksi skala industri kecil. ETOGAS menghasilkan CH₃OH sebagai produk akhir sementara proses *Sunfire* memiliki fleksibilitas untuk menghasilkan berbagai produk, karena menghasilkan syngas sebagai perantara. Proses ECFORM, C2CNT dan Haldor Topsøe membutuhkan lebih banyak pekerjaan litbang dan untuk diperlihatkan dalam skala yang lebih besar.

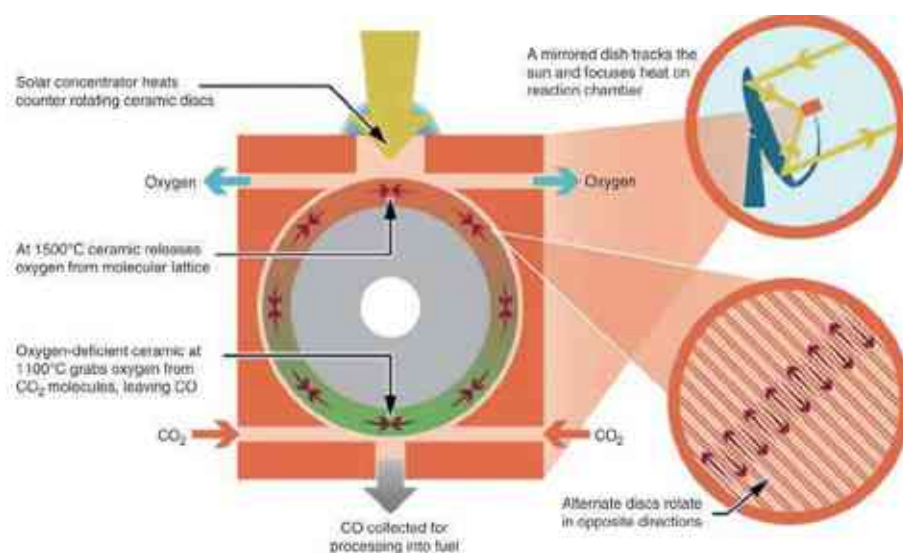
2. Konversi Photocatalytic dan photothermal catalytic pada CO₂

Konversi CO₂ yang digerakkan oleh energi surya telah menarik minat yang cukup besar di seluruh dunia. Perkembangan penting adalah prototipe kerja dari reaktor 'Sunshine to Petrol' (S2P) yang baru-baru ini ditunjukkan oleh Sandia National Laboratories (SNL) US DOE. S2P menghasilkan syngas (CO dan H₂) dari CO₂ dan H₂O menggunakan siklus termokimia berbasis dua langkah logam-oksida. Inti dari proses S2P adalah mesin panas termokimia berbasis logam-oksida unik yang disebut *Counter-Rotating Ring Receiver Reactor Recuperator*, atau CR5, yang menampilkan aliran kontinu, pemisahan spasial produk, dan pemulihan termal.

Di dalam engine, cincin padat reaktif terus-menerus didaur ulang secara

termal dan kimia untuk menghasilkan O₂ dan CO dari CO₂ atau O₂ dan H₂ dari H₂O dalam langkah-langkah terpisah dan terisolasi secara spasial (Gambar 7). CR5 logam silinder dibagi menjadi ruang panas dan dingin. Konsentrator surya memanaskan material reaktan oksida keramik pada cincin yang berputar hingga ~ 1.500 °C (2.700 °F) dan secara termal mengurangnya, mengusir sebagian oksigen. Cincin kemudian berputar ke ruang yang lebih dingin yang dilapisi dengan CO₂. Pada proses pendinginan, bahan reaktan oksigen oksidasi ulang oleh CO₂ untuk mengembalikannya ke keadaan semula dan menghasilkan CO. Siklus ini berulang terus menerus. Proses yang sama juga dapat menghasilkan H₂ dengan memompa H₂O alih-alih CO₂ ke dalam ruang dingin. H₂ dan CO kemudian dicampur untuk membuat syngas, yang dapat diubah menjadi hampir semua jenis bahan bakar hidrokarbon.

Gambar 7 . Counter-rotating-ring receiver/reactor/recuperator (CR5). [6]





3. Konversi Catalytic pada CO₂

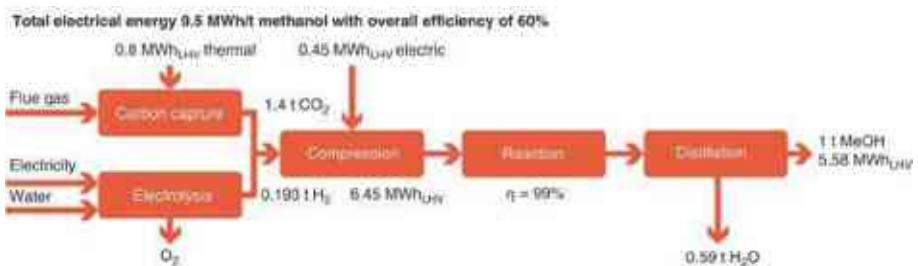
Pada 2012, Icelandic Carbon Recycling International (CRI) mendirikan fasilitas produksi CO₂-to-methanol pertama di dunia dengan kapasitas saat ini 5 juta liter/tahun (4.000 ton/tahun) metanol (bermerek Vulcanol™). Vulcanol™ digunakan sebagai komponen campuran bensin dan untuk konversi lebih lanjut menjadi pengganti diesel. CO₂ ditangkap dari gas buang yang dikeluarkan oleh pembangkit listrik tenaga panas bumi yang terletak di sebelah fasilitas CRI. Saat ini proses pabrikasi mendaur ulang 5.500 tCO₂/tahun yang seharusnya dilepaskan ke atmosfer.

Semua energi yang digunakan di pabrik berasal dari jaringan Islandia, yang dipasok oleh energi hidro dan panas bumi. Teknologi dipatenkan CRI Emisi-ke-Cairan (ETL) terdiri dari sistem elektrolisis alkali tekanan rendah dan

oleh sintesis katalitik pada suhu tinggi untuk menghasilkan metanol. Unit dapat ditingkatkan dengan meningkatkan jumlah sel elektrolisis. Reaksi ini sangat eksotermik dan panas diperoleh kembali dan digunakan di unit distilasi hilir, di mana metanol yang dihasilkan dimurnikan ke tingkat bahan bakar untuk dicampur dengan bensin. Gambar 8 menunjukkan neraca massa dan energi serta efisiensi keseluruhan proses ETL.

Sebuah perusahaan Kanada, Carbon Engineering (CE), meningkatkan dan mengkomersialkan sistem Air-to-fuels (A2F). A2F menggabungkan teknologi penangkapan udara langsung (DAC) dengan elektrolisis air dan sintesis bahan bakar untuk menghasilkan bahan bakar

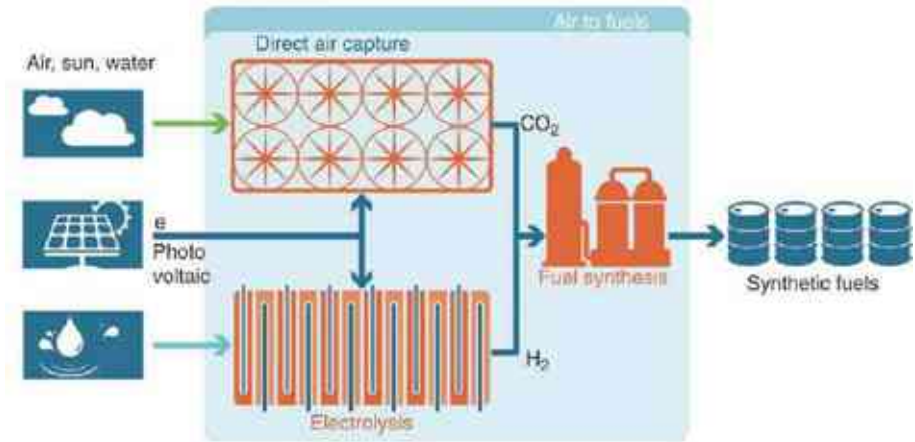
Gambar 8 . Neraca massa dan energi serta efisiensi overall dari proses ETL. [7]



suhu rendah untuk produksi H₂ dan proses fuelsintesis katalitik. CO₂ melewati sistem pengkondisian gas dimana kotoran dikeluarkan untuk menghasilkan CO₂ yang cocok untuk sintesis metanol hilir. H₂ dan CO₂ dicampur pada rasio 3: 1 dan dikompresi dengan tekanan target diikuti

hidrokarbon cair (Gambar 9). Pertama, proses DAC menangkap CO₂ dari udara atmosfer. CO₂ kemudian dimurnikan dan dikompresi menjadi cairan, siap digunakan. Kedua, listrik yang bersih (seperti solar PV) digunakan untuk mengelektrolisis air dan menghasilkan

Gambar 9 . Diagram proses dari Air to Fuel (A2F) yang dikembangkan oleh CE. [8]

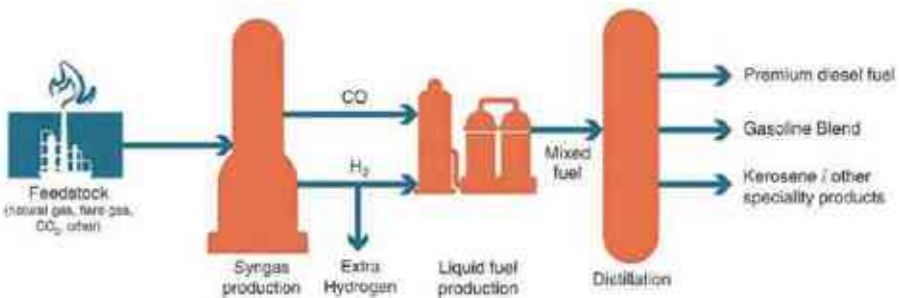


hidrogen. Ketiga, CO₂ dan hidrogen bereaksi secara termo-katalis untuk menghasilkan syngas, yang kemudian dikonversi menjadi hidrokarbon seperti diesel dan bahan bakar jet.

CE telah memilih platform *Direct Fuel Production*[™] sebagai teknologi sintesis bahan bakar. Dikembangkan oleh perusahaan AS bernama Greyrock, platform *Direct Fuel Production*[™], ditunjukkan pada Gambar. 10, menggunakan katalis berpemilik

dan proses untuk memungkinkan transformasi uap metana yang kaya (*coalmine methane*, gas fl, gas, gas alam, atau gas alam cairan) menjadi bahan bakar diesel premium. Katalis berbasis-kelompok logam platinum dapat secara langsung mengubah gas kaya metana menjadi bahan bakar 'drop-in' premium, menghilangkan langkah pengulangan mahal yang terkait dengan proses Fischer-Tropsch tradisional dan, karenanya, memungkinkan operasi yang layak secara ekonomis dari skala fasilitas gas-ke-cair.

Gambar 10 . Diagram proses dari Air to Fuel (A2F) yang dikembangkan oleh CE. [14]





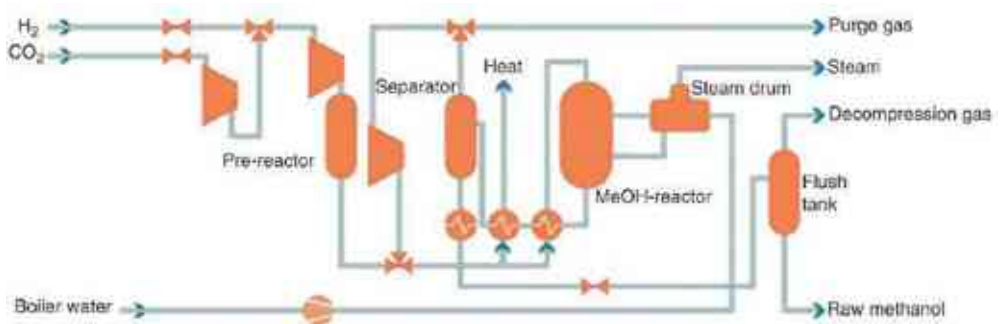
BSE Engineering (Jerman) telah mengembangkan proses yang fleksibel dan berkelanjutan untuk memproduksi metanol dari CO₂ dan H₂ (Gambar 11). Proses ini menggunakan *electrolyser* alkali dan kelebihan listrik yang dapat diperbarui untuk menghasilkan H₂ dalam mode operasi yang berfluktuasi. CO₂ yang ditangkap dan dimurnikan dimasukkan bersama dengan H₂ ke dalam reaktor pada rasio yang benar untuk menghasilkan metanol melalui katalitik, reaksi eksotermik. Panas reaksi diperoleh dalam bentuk uap dan digunakan dalam proses pemurnian metanol. Produk mentah dari reaktor mengandung 64% CH₃OH dan 36% H₂O, yang dimurnikan dengan distilasi ke produk akhir > 99,85 wt.% CH₃OH. Baik proses elektrolisis air dan metanolisis memiliki fleksibilitas tinggi mulai dari 10 hingga 120%.

eksklusif untuk BASF untuk menyediakan katalis yang dibuat khusus untuk proses sintesis metanol untuk memungkinkan produksi metanol yang efisien. BSE Engineering membayangkan peluncuran pertama dari pembangkit 10-MW untuk metanol pada 2019/20 [9].

4. Bioconversion pada CO₂

Beberapa rute biokonversi menarik menggunakan CO/CO₂ juga sedang dikembangkan, beberapa pada skala industri. LanzaTech mengembangkan proses fermentasi gas bio yang menggunakan gas buang dari proses

Gambar 11 . Proses sintesis metanol BSE Engineering: reaksi katalitik eksotermis dari CO₂ (1,36t/h) dan H₂(0,19t/h) menjadi raw metanol (1,55t/h). [9]



BSE Engineering baru-baru ini menyelesaikan proyek percontohan di mana berbagai katalis diuji. Pada bulan Agustus 2017, BSE Engineering dan BASF (Jerman) menandatangani perjanjian pengembangan bersama

industri untuk menghasilkan bahan bakar dan bahan kimia. Proses ini menggunakan mikroba yang tumbuh pada gas (bukan gula, seperti pada fermentasi tradisional) untuk mengubah gas dan residu limbah kaya CO menjadi bahan

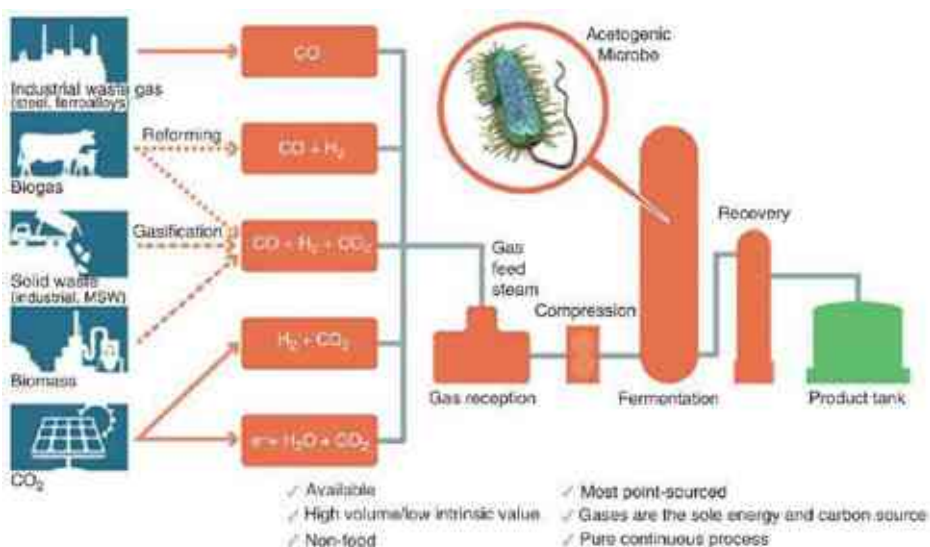
kimia dalam proses berkelanjutan. Bakteri berpemilik LanzaTech adalah organisme yang terbentuk secara alami dalam keluarga asetogen atau organisme yang memfermentasi gas yang dapat mencerna beragam limbah kaya karbon untuk menghasilkan bahan bakar dan bahan kimia seperti etanol dan 2,3-butanadiol dengan selektivitas dan hasil tinggi.

Proses tersebut hanya dapat mengkonsumsi aliran gas CO yang bebas H₂ karena reaksi *biological water gas shift* yang sangat efisien terjadi dalam mikroba asetogenik. Reaksi ini memungkinkan bakteri untuk mengkompensasi setiap kekurangan H₂ dalam aliran gas input dengan mengkatalisis pelepasan H₂ dari air menggunakan kandungan energi CO. Sebagai hasilnya, proses LanzaTech bersifat fleksibel bahan baku dan dapat menangani gas buang dengan berbagai komposisi CO dan H₂. Proses LanzaTech sederhana (Gambar 12)

dan beroperasi pada suhu lingkungan dan tekanan atmosfer yang dekat, menghasilkan pengurangan emisi CO₂ dan meminimalkan biaya pemanasan dan pendinginan. Ia menggunakan dua sumber energi: uap untuk pemisahan / pemurnian produk akhir dan listrik untuk menjalankan peralatan proses seperti pompa dan kompresor.

LanzaTech memulai produksi etanol skala pilot dengan kapasitas 56,8 m³/tahun menggunakan gas buang dari pabrik baja pada 2008. Pada November 2012, LanzaTech memulai pabrik percontohan 380-m³ /tahun dengan produsen baja terbesar China, Baogang di Shanghai, mengubah gas buang kaya CO dari pabrik baja Baogang menjadi etanol. Pabrik percontohan kedua dengan ukuran yang sama telah dibangun di pabrik baja Shougang di Beijing dan telah beroperasi sejak 2013. Fasilitas ini beroperasi pada

Gambar 12 . Proses fermentasi gas dari LanzaTech. [10]





gas buang yang mengandung proporsi CO yang tinggi dan tidak ada H₂, dan mencapai > 1000 jam terus menerus operasi pada tingkat produksi 400 m³ / y. Fasilitas tambahan yang disuplai dengan gas-pabrik-off-gas dengan kapasitas 46,2 m³ /tahun etanol mulai beroperasi pada 2014 di Kaoshiung, Taiwan. Pada 2013, LanzaTech menugaskan pabrik percontohan di Georgia (AS) menggunakan syngas dari gasifikasi biomassa untuk menghasilkan etanol.

Pada tahun 2014, LanzaTech, dengan Sekisui Chemical Jepang, berhasil mendemonstrasikan produksi etanol dari syngas yang dihasilkan oleh limbah kota (MSW) menggunakan proses LanzaTech. Pabrik pengolahan Sekisui MSW adalah pabrik komersial yang gasifes MSW tidak disortir, tidak dapat didaur ulang, tidak dapat dikomposkan dan syngas yang dihasilkan dibakar untuk menghasilkan listrik. Selipkan aliran syngas yang mengandung H₂: CO pada rasio 1: 1 diumpankan ke bioreaktor LanzaTech untuk menghasilkan etanol terus menerus yang melebihi tingkat produksi target beberapa kali selama periode 12 bulan. Fasilitas ini telah menunjukkan berbagai aspek utama dari proses LanzaTech.

Fasilitas komersial pertama LanzaTech yang mengubah emisi limbah dari produksi baja menjadi etanol dengan kapasitas 60.567 m³ /tahun mulai beroperasi pada Mei 2018 di Cina, dan beberapa pabrik off-gas-ke-etanol yang lebih komersial direncanakan atau sedang dibangun di Cina. dan Belgia (90.850 m³ / tahun). Pabrik LanzaTech yang mengubah buangan ferroalloy menjadi etanol dengan kapasitas 53.212 m³ /tahun dijadwalkan akan mulai beroperasi pada 2019 di Afrika Selatan.

LanzaTech juga mengembangkan proses fermentasi yang dapat menggunakan CO₂ sebagai sumber karbon. Saat ini, mereka bekerja sama dengan Indian Oil Corporation (IndianOil) untuk membangun fasilitas produksi pengilangan off-gas-ke-bioetanol pertama di dunia. Fasilitas demonstrasi 40.000-m³ /tahun (35.000-ton /tahun) akan dipasang di Pengilangan Panipat dari IndianOil, dengan perkiraan biaya 350 rupee crore (US \$ 55 juta). Ini akan diintegrasikan ke dalam infrastruktur situs yang ada dan akan menjadi proyek pertama LanzaTech yang menangkap gas-off pengilangan. Knalpot pengilangan mengandung jumlah CO dan CO₂ yang hampir sama, dan memiliki kandungan H₂ yang tinggi (rasio H₂: CO adalah 5: 1).

Lima puluh persen karbon dalam produk etanol akan datang langsung dari CO₂. Proses pabrikasi dijadwalkan akan online pada 2019. Seperti dijelaskan di atas, proses LanzaTech telah berhasil ditunjukkan pada skala pra-komersial menggunakan syngas atau gas kaya CO dari berbagai sumber. Beberapa proyek komersial sedang dibangun dan direncanakan. Pekerjaan sedang berlangsung untuk mengembangkan sistem yang dapat mengkonversi CO₂ secara efisien dan ekonomis.

5. Copolymerization pada CO₂

Econic Technologies (UK) telah mengembangkan dua sistem katalis homogen: sistem *alternating-catalyst* dan

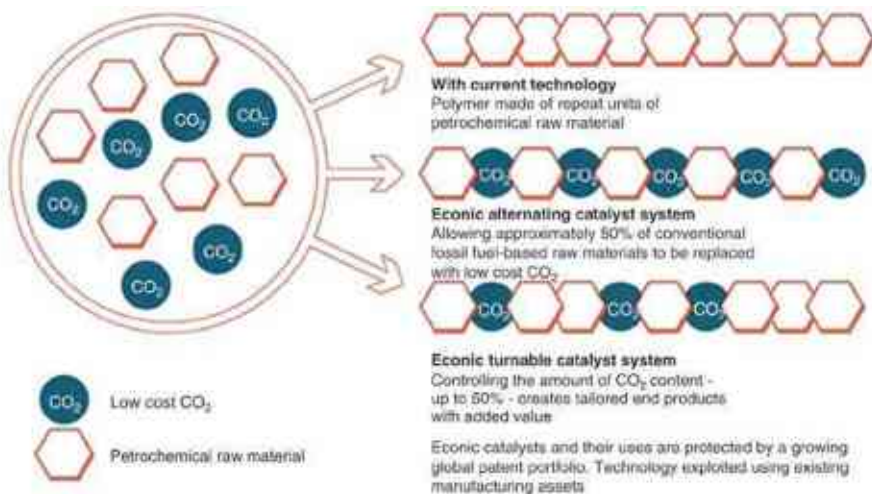
sistem *tunable catalyst*. Sistem sistem *alternating-catalyst* memungkinkan polimerisasi epoksida dan CO₂ untuk menghasilkan polioli polikarbonat dengan kandungan CO₂ maksimum yang mungkin (Gambar 13). Polioli ini memiliki sifat yang sangat baik untuk beberapa aplikasi kinerja tinggi, tetapi mereka memiliki viskositas yang lebih tinggi daripada rekan-rekan tradisional mereka yang berbasis petrokimia, yang membatasi penggunaannya di daerah lain. Sistem katalis merdu mengatasi keterbatasan ini dengan memungkinkan jumlah CO₂ yang dimasukkan ke dalam polioli disesuaikan sesuai dengan persyaratan kinerja suatu aplikasi. Polioli direaksikan dengan di-isosianat untuk membuat poliuretan, yang dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti busa untuk kasur atau kursi mobil dan lapisan tahan pada cat.

Para pengembang mengklaim bahwa kedua sistem katalis dapat beroperasi secara efisien di pabrik-pabrik polimer yang ada tanpa pembentukan produk

samping yang signifikan. Pengujian yang dilakukan dengan menggunakan CO₂ yang ditangkap dari proyek percontohan CCS Inggris pertama di pembangkit listrik tenaga batu bara Ferrybridge menunjukkan bahwa katalis tersebut cukup kuat untuk mengatasi kotoran yang terkandung dalam CO₂ yang ditangkap, menghasilkan polimer yang sama dengan yang dihasilkan dari penggunaan CO₂ murni. Econic Technologies baru-baru ini membuka pabrik percontohan yang terdiri dari semua elemen dari proses produksi industri, diintegrasikan dari reaksi hingga perawatan produk akhir.

Teknologi CO₂-kopolimerisasi semakin maju. Beberapa perusahaan telah memproduksi secara komersial polimer berbasis CO₂ selama bertahun-tahun sementara yang lain memasarkan produk mereka. Dapat diharapkan bahwa lebih banyak produk polimer berbasis CO₂ akan muncul di pasar komersial dalam waktu dekat.

Gambar 13 . Sistem dari katalis Econic. [11]



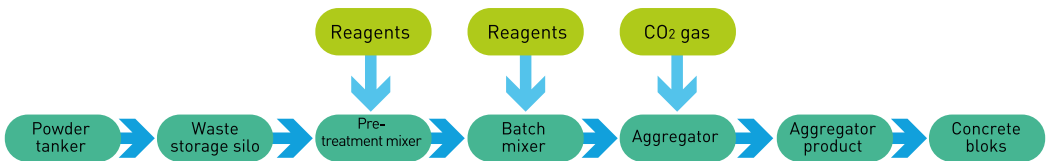


6. Mineral Carbonation

Proses curing beton CO₂ yang dikembangkan oleh CarbonCure Technologies (Kanada) dengan menyuntikkan CO₂ cair yang dikirim dalam tangki bertekanan ke beton basah saat sedang dicampur. Proses pengeringan CO₂ terjadi di bawah tekanan atmosfer dan tanpa perlu ruang pengeringan khusus. Produk beton memiliki kualitas yang sama atau lebih baik dibandingkan dengan yang diproduksi menggunakan metode

debu semen, slag baja, abu serpih minyak, abu insinerator atau abu kertas dan tanah yang terkontaminasi. Gambar. 14 menunjukkan bagan alur proses ACT. Limbah dicampur dengan jumlah yang terkontrol secara tepat dari CO₂ cair dan air dalam mixer pra-pengolahan untuk karbonasi.

Gambar 14 . Alur proses dari Carbon8 systems' ACT. [13]



konvensional. Waktu curing berkurang secara signifikan, yang mengarah ke pengurangan biaya. Namun, penghematan biaya diimbangi sampai batas tertentu oleh penggunaan CO₂ cair untuk proses penyembuhan. Setelah disuntikkan, CO₂ diubah secara kimia menjadi mineral padat dan disimpan secara permanen di dalam beton. Diperkirakan bahwa efisiensi penyerapan CO₂ ke dalam beton adalah sekitar 50-80%.

Pada 2012, Carbon8 Systems (UK) berhasil memasukkan Teknologi Akselerasi Karbonisasi (ACT) yang dipatenkan ke dalam operasi komersial untuk menghasilkan agregat karbon-negatif. ACT menggunakan CO₂ yang ditangkap untuk mengolah berbagai limbah termal seperti

Limbah berkarbonasi dikirim ke batch mixer, tempat filler dan binder ditambahkan. Campuran tersebut kemudian dikirim ke pembuat pelet, di mana gas CO₂ disuntikkan untuk mempercepat proses sementasi untuk membentuk agregat bulat. Menyaring dan menyimpan agregat menyelesaikan proses. Air hujan dikumpulkan dan digunakan dalam proses dan tidak ada limbah padat, cair atau gas yang dibuang. Prosesnya eksotermis dan karenanya tidak memerlukan panas. Hanya listrik yang dikonsumsi untuk memindahkan material melalui sistem. Akibatnya, proses ini cenderung lebih banyak menyimpan CO₂ dalam agregat daripada CO₂ yang diemisikan sehingga merupakan karbon-negatif.

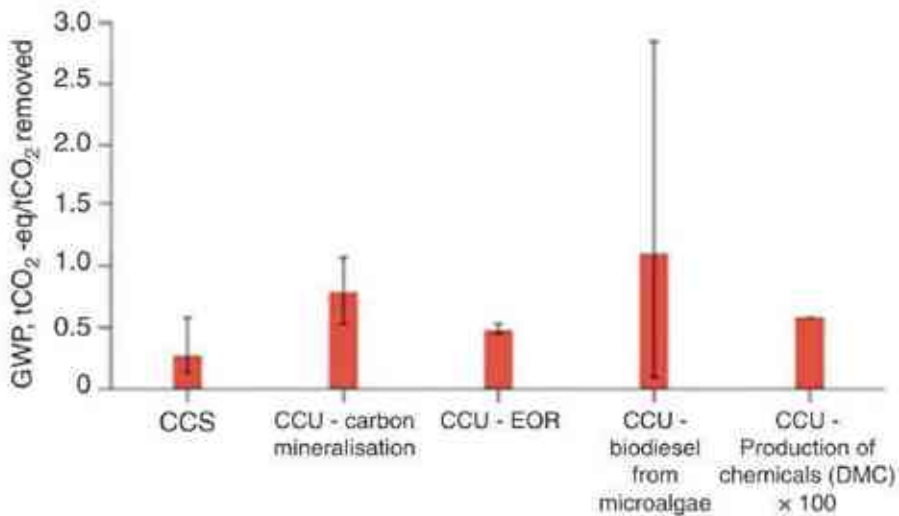
Life Cycle Assessment (LCA)

Penghematan proses konversi CO₂ pada CCU sangat tergantung pada pilihan pemanfaatan. Untuk menilai dan memperkirakan berbagai manfaat seperti seberapa besar emisi CO₂ bersih yang dihindari, lamanya waktu CO₂ disimpan dalam produk dan nilai pasar potensial dari suatu penggunaan, penting untuk menerapkan metodologi analitik yang baik. LCA mempertimbangkan seluruh siklus hidup produk dan proses dari ekstraksi bahan baku dan transportasi melalui produksi dan penggunaan produk hingga daur ulang dan pembuangan akhir limbah. Namun, banyak teknologi CCU sedang dikembangkan dan data belum tersedia untuk LCA lengkap. Namun demikian, beberapa LCA telah dilakukan untuk berbagai proses CCU yang sebagian besar didasarkan pada asumsi. Hasil ini mungkin tidak akurat dan dapat diandalkan,

tetapi dapat memberikan beberapa perbandingan indikatif.

Perbandingan ditunjukkan pada Gambar 15. Beberapa studi menganggap pembangkit listrik berbahan bakar fosil sebagai sumber CO₂, dengan sisanya menggunakan CO₂ dari pabrik kimia seperti produksi amonia dan hidrogen. Hasilnya menunjukkan bahwa karbonasi mineral dapat mengurangi potensi pemanasan global (GWP) sebesar 4–48% dibandingkan dengan tidak memiliki CCU. Perkiraan GWP berkisar dari 524 kg setara CO₂ untuk setiap ton CO₂ yang dilepaskan langsung dari pembangkit hingga 1073 kg CO₂-eq / t dihilangkan ketika CO₂ ditangkap menggunakan monoethanolamine (MEA). Memanfaatkan CO₂ untuk produksi bahan kimia, khususnya, dimetil karbonat dapat mengurangi GWP sebesar 4,3 kali dibandingkan dengan proses dimetil

Gambar 15 . Perbandingan GWP dari berbagai pilihan CCU. [12]





karbonat konvensional dari fosgen (31 daripada 132 kg CO₂-eq / kg dimetil karbonat). CO₂-EOR memiliki GWP 2,3 kali lebih rendah daripada melepaskan CO₂ ke atmosfer. Menangkap CO₂ oleh mikroalga untuk menghasilkan biodiesel memiliki GWP 2,5 kali lebih tinggi dari diesel fosil.

Pemanfaatan CO₂ sebagai bahan baku untuk menghasilkan berbagai macam bahan kimia dan material merupakan tantangan tetapi juga memberikan peluang baru bagi beragam industri. CCU mencakup sejumlah teknologi dan produk, dan melibatkan berbagai pemain dan industri baru. Berbagai jalur teknologi sedang dieksplorasi. Dalam beberapa tahun terakhir, teknologi CCU telah membuat kemajuan pesat. Beberapa teknologi untuk produksi bahan bakar atau bahan kimia dengan katalitik, elektrokimia, dan biokonversi dari CO₂ atau polimer turunan CO₂ melalui kopolimerisasi CO₂ sudah dalam operasi komersial dan lebih banyak lagi yang muncul di pasar komersial. Inti dari teknologi ini adalah katalis yang mengubah CO₂.

Penggalakan R&D sedang berlangsung di seluruh dunia. Sejumlah katalis (dan mikroba) telah direkayasa dan diuji, dan mereka telah menunjukkan kemampuan untuk mengubah CO₂ menjadi berbagai bahan kimia dengan efisiensi tinggi, selektivitas dan hasil. Sebagian besar investigasi masih pada tahap pengembangan yang sangat awal dan lebih banyak pekerjaan diperlukan untuk mengembangkan proses yang layak secara teknologi dan ekonomi untuk konversi CO₂ menjadi bahan bakar dan bahan kimia pada skala komersial.

Kedepan, CCU akan melanjutkan progresnya dalam jangka pendek hingga menengah, terutama di area yang secara teknologi lebih maju, seperti polimer turunan CO₂, karbonasi CO₂, dan produksi metanol. Dalam jangka panjang, CCU akan menjadi elemen kunci dalam rantai ekonomi karbon dengan produksi kimia dan energi rendah karbon yang berkelanjutan. ■

REFERENSI:

1. Fussler C. Solution for a Circular Carbon Economy. 2015.
2. Benjaminsson G, Benjaminsson J, Rudberg RB. Power to gas—a technical review. SGC report. 2013.
3. Rieke S. CO₂ reutilization in industrial projects—state of art and realization of concrete projects for the production of renewable methane and solid products based on CO₂. 2015.
4. Hansen JB. Methanation with SOEC electrolysis: status and plans for demo systems. 2015.
5. Rode E, Agarwal A, Sridhar N. Renewable feedstocks supplying the petrochemical industry. 2016.
6. Martino A. Sunshine to Petrol: Reimagining Transportation Fuels. Sandia National Laboratories, US DOE, 2017.
7. Stefansson B. Power and CO₂ emissions to methanol. In: 2015 European Methanol Policy Forum, Brussels, Belgium, 13–14 October 2015.
8. Carbon Engineering. Press release: CE demonstrates air to fuels. 2017.
9. Schweitzer C. Small scale methanol plants: a chance for re-industrialisation. 2017.
10. Mihalcea C. CO₂ to fuels and chemicals, gas fermentation for a circular economy. 2018.
11. Eonic Technologies. Turning CO₂ into Endless Potential. Brochure, Macclesfield, UK: Eonic Technologies, 2018.
12. Cuéllar-Franca RM, Azapagic A. Carbon capture, storage and utilisation technologies: a critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts. J CO₂ Util 2015.
13. <http://cBa.co.uk/>
14. www.greyrock.com
15. www.iea.org

DAMPAK PENERAPAN PAJAK KARBON TERHADAP PENGEMBANGAN ENERGI PANAS BUMI DAN PEREKONOMIAN INDONESIA

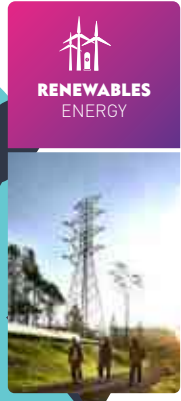
Dalam Konferensi Tingkat Tinggi Perubahan Iklim Dunia telah bersepakat untuk menjaga kenaikan suhu rata-rata dunia dibawah 2°C dibandingkan suhu sebelum masa Revolusi Industri, dan mendorong upaya lebih lanjut hingga kenaikan temperatur tidak melebihi 1.5°C.

Oleh: **Herbert Wibert Victor Hasudungan**
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral



ANCAMAN pemanasan global yang terutama disebabkan oleh emisi gas rumah kaca telah menjadi isu pokok yang dibahas dalam beragam forum ilmiah dan politik dunia. Pada tahun 2017, temperatur rata-rata global diperkirakan telah meningkat sebesar 1°C di atas level temperatur di era pra-industri (tahun 1850-1900) dengan

laju peningkatan temperatur diperkirakan sebesar 1.7°C per abad (Allen *et al*, 2018). Sejak tahun 2000, volume konsentrasi CO₂ telah meningkat sebesar 20 ppm per dekade yang berarti meningkat 10 kali lebih cepat dibandingkan peningkatan CO₂ selama 800,000 tahun ke belakang ini (Luthi *et al*, 2008; Bereiter *et al*, 2015). Apabila tidak ada tindakan mitigasi dari peningkatan emisi CO₂ tersebut, maka temperatur rata-rata global dapat



meningkat sebesar 1.4 hingga 5.8°C pada tahun 2100 (IEA, 2009; dan Baumert *et al.*, 2005). Sebagai akibatnya, perubahan iklim akan menyebabkan bencana pada populasi global terutama negara berkembang, seperti peningkatan level laut, cuaca ekstrim, banjir, penurunan

keanekaragaman biodiversitas, kekurangan sumber air bersih, dan wabah penyakit (Lackner, *et al.*, 2012; dan Baumert, *et al.*, 2005).

Untuk mengatasi persoalan perubahan iklim tersebut di atas, beragam pendekatan dan program internasional telah dilakukan untuk menurunkan level

emisi gas rumah kaca. Diantara upaya-upaya strategis yang dilakukan, pengurangan volume karbon serta peningkatan pemanfaatan energi yang bersih menjadi opsi utama untuk mitigasi efek antropogenik dari gas rumah kaca. Jenis emisi yang menjadi target pengendalian dan pengurangan adalah i) karbon dioksida (CO₂) yang merupakan emisi pembakaran bahan bakar fosil; ii) gas metan (CH₄) yang merupakan emisi dari hutan gambut, produksi energi fosil, hewan ternak, dan limbah organik; iii) nitrogen oksida (N₂O) yang diemisikan dari aktifitas agricultural dan industri serta pembakaran produk energi fosil dan sampah; dan iv) turunan hidrofluorokarbon (HCFs), turunan perfluorocarbon (PFCs), dan sulfur hexaflorida (SF₆) yang diemisikan dari proses industri (Moore, 2012). Namun demikian, dibandingkan dengan jenis molekul lainnya, CO₂ memiliki tingkat konsentrasi tertinggi di atmosfer dan diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan peningkatan pertumbuhan ekonomi

dunia khususnya negara berkembang yang mengakibatkan penambahan volume pembakaran komoditas energi fosil. Oleh sebab itu, emisi CO₂ diidentifikasi sebagai faktor utama penyebab emisi gas rumah kaca (Lackner, et al., 2012). Baumert, et al (2005) menyatakan bahwa sejak revolusi industri, konsentrasi atmosfer dari CO₂ telah meningkat sebesar 35% yang didominasi oleh kontribusi pembakaran energi fosil dan penggundulan hutan. Sektor energi merupakan penyumbang terbesar emisi gas rumah kaca (Lackner *et al*, 2012). Pada negara berkembang, konsumsi bahan bakar fosil cenderung meningkat tajam sebagai konsekuensi dari pertumbuhan perkenomiannya (Lackner *et al*, 2012). Oleh sebab itu, peningkatan pengembangan teknologi energi bersih menjadi sangat penting, misalnya peningkatan pemanfaatan sumber energi terbarukan dan efisiensi energi untuk mengurangi tingkat konsumsi bahan bakar fosil (Lackner *et al*, 2012).

Gambar 1 . Total Emisi GHG pada Beberapa Negara di Dunia. [13]



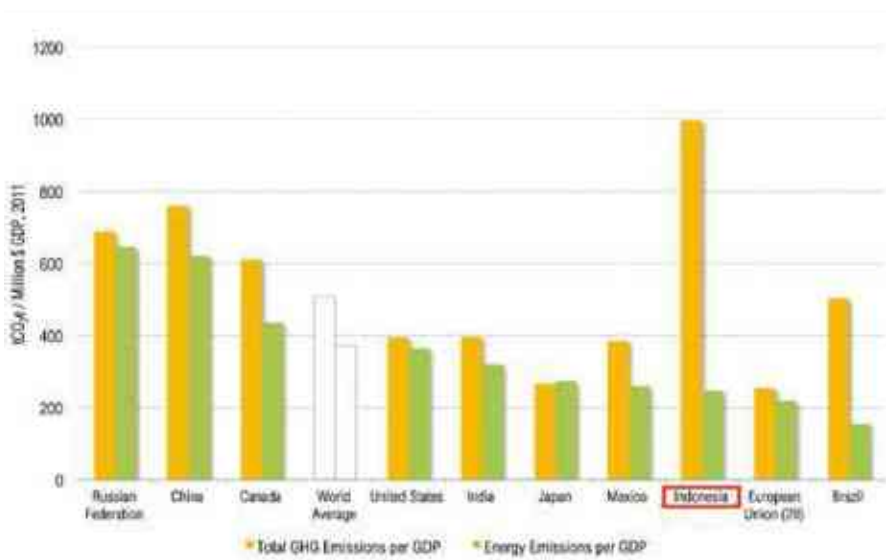


Menurut IEA (2015), Indonesia adalah pencemar GRK ke-6 terbesar di dunia dan berkontribusi 4.5% pada total emisi GRK dunia sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Berdasarkan tingkat intensitas emisi GRK, Yudha (2017) menyatakan bahwa Indonesia merupakan negara dengan tingkat intensitas emisi GRK (juta ton CO₂e per US\$ 1 juta PDB) terbesar di dunia sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Sejak tahun 1960, emisi CO₂ telah meningkat 2.80% pada tahun 2012 yaitu dari 21.404 kt CO₂ menjadi sebesar 479,364 kt CO₂ pada tahun 2013 (Yudha 2017).

berkomitmen untuk menurunkan emisi GRK sebesar 26% pada tahun 2020 dengan upaya sendiri, dan hingga 41% dengan bantuan internasional (BPPT *Outlook*, 2017).

Pengembangan sumber daya energi baru terbarukan (EBT) berperan penting untuk mengatasi isu perubahan iklim. Namun demikian, hingga saat ini EBT belum dapat bersaing dengan pasar energi fosil karena

Gambar 2 . Intensitas Emisi dari 10 Negara Penyumbang Emisi Terbesar [13]



Dalam Konferensi Tingkat Tinggi Perubahan Iklim Dunia (yang disingkat UNFCCC) telah dilaksanakan pada tahun 2015 di Paris telah bersepakat untuk menjaga kenaikan suhu rata-rata dunia dibawah 2°C dibandingkan suhu sebelum masa Revolusi Industri, dan mendorong upaya lebih lanjut hingga kenaikan temperatur tidak melebihi 1.5°C. Dalam konferensi tersebut, Indonesia

sumber energi fosil lebih mudah diperoleh, harga keekonomian yang lebih murah, dan fleksibel dapat dipergunakan untuk berbagai kebutuhan tanpa adanya kendala distribusi. Menurut BPPT *Outlook* (2018), Indonesia memiliki potensi sumber daya batubara yang cukup besar. Namun berdasarkan Peraturan Presiden No. 22/2017, pemerintah menetapkan kebijakan sebagai upaya



Skema pajak karbon dapat memberikan keuntungan “double dividend” kepada pemerintah karena selain dapat menginduksi terwujudnya lingkungan yang lebih bersih, penerapan pajak karbon dapat diiringi dengan penurunan jenis pajak lainnya tanpa adanya pengurangan pendapatan negara dari total pajak (fiscal-neutral policy).



meminimalisasi pemanfaatan batubara dan minyak bumi untuk kebutuhan domestik dan mengoptimalkan pemanfaatan energi baru terbarukan dan gas bumi.

Penerapan pajak karbon dapat dilakukan sebagai strategi alternatif untuk mengatasi isu perubahan iklim. Pajak karbon merupakan suatu pajak eksplisit (Rp/tCO₂e) yang dikenakan pada jenis komoditas bahan bakar fosil. Pajak ini tergolong dalam skema *Pigouvian Tax* untuk menginternalisasi dampak eksternal pembakaran fosil terhadap perubahan iklim (Bhattacharyya, 2011). Dalam mekanisme Kyoto Protokol, skema pajak karbon dipertimbangkan dapat menurunkan emisi gas rumah kaca secara signifikan serta mendukung

efisiensi energi, produksi energi bersih serta peningkatan teknologi. Skema pajak karbon dapat memberikan keuntungan “double dividend” kepada pemerintah karena selain dapat menginduksi terwujudnya lingkungan yang lebih bersih, penerapan pajak karbon dapat diiringi dengan penurunan jenis pajak lainnya tanpa adanya pengurangan pendapatan negara dari total pajak (*fiscal-neutral policy*).

Metodologi

Dalam tulisan ini, penulis mengevaluasi dampak dari skenario penerapan pajak karbon sebagai insentif pengembangan produksi energi terbarukan terhadap ekonomi Indonesia dan tingkat kesejahteraan penduduk dengan pendekatan model Komputasi Keseimbangan Umum (CGE). Dalam skenario ini, penulis mengasumsikan bahwa pemerintah tidak perlu memberikan alokasi pengeluaran anggaran baru untuk insentif pemanfaatan energi listrik dari tenaga panas bumi. Dengan kata lain, tambahan pendapatan negara dari penerapan pajak karbon akan diberikan sebagai insentif untuk pengembangan energi listrik tenaga panas bumi.

Pajak karbon diterapkan untuk seluruh konsumen pengguna bahan bakar fosil yaitu komoditas final energi fosil seperti jenis BBM, gas, dan batubara. Komoditas ekspor dan impor komoditas fosil tidak dikenakan pajak karbon dengan justifikasi bahwa komoditas dagang tersebut belum dibakar sehingga tidak menimbulkan emisi GRK yang memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Model CGE merupakan model yang



Pajak karbon diterapkan untuk seluruh konsumen pengguna bahan bakar fosil yaitu komoditas final energi fosil seperti jenis BBM, gas, dan batubara.

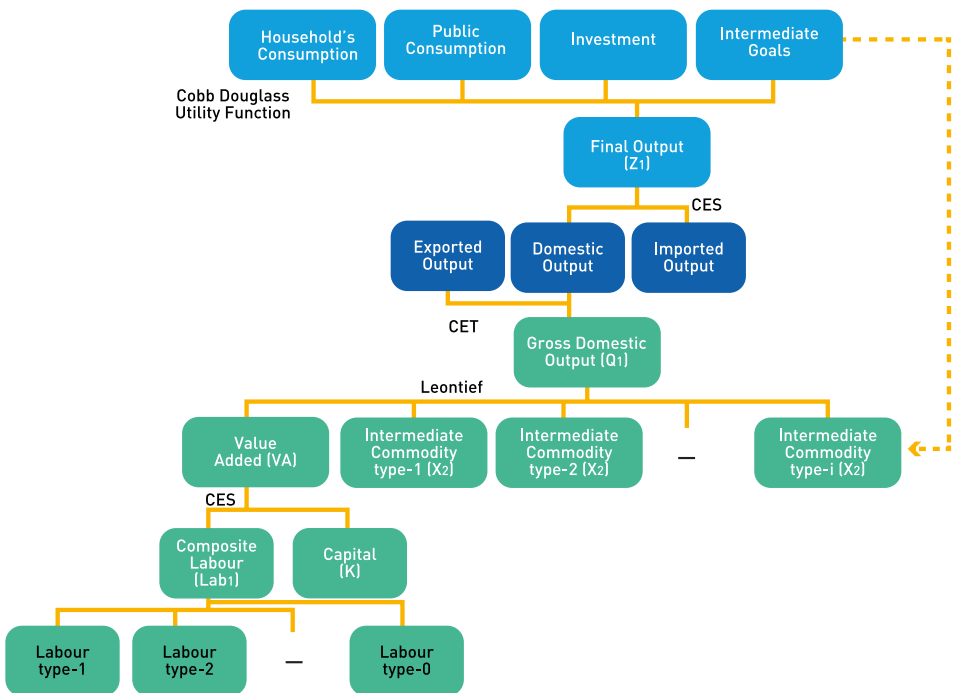


cocok digunakan untuk mengestimasi dampak dari suatu kebijakan energi terhadap pertumbuhan ekonomi, alokasi input dan output pada sektor industri, distribusi pendapatan, kesejahteraan dan kesenjangan ekonomi. Model CGE memiliki keunggulan dalam menginvestigasi secara detil perubahan tingkat distribusi pendapatan dan

pengeluaran dari suatu agen ekonomi yang mengakibatkan pergeseran keseimbangan ekonomi karena adanya penerapan pajak karbon.

Gambar 1 menunjukkan secara sederhana kerangka alir dari transaksi ekonomi dalam model CGE yang dirancang.

Gambar 1: Struktur Transaksi Ekonomi dan Model CGE



Hingga saat ini, di Indonesia, penerapan pajak karbon masih belum diterapkan. Oleh sebab itu, dalam kajian ini, kami mensimulasikan penerapan pajak karbon sebesar Rp. 100,000/ton CO₂e. Dalam simulasi ini, kami menerapkan dua skenario yaitu:

1. Skenario 1: skenario penerapan pajak karbon tanpa disertai adanya kompensasi terhadap ekonomi Indonesia. Dengan kata lain, penambahan pendapatan pemerintah dari pajak karbon akan mengurangi defisit fiskal; dan
2. Skenario 2: skema netralisasi pendapatan negara dilakukan dengan pemberian insentif pada pengembangan panas bumi sebagai sumber energi terbarukan.

Model Perhitungan Emisi CO₂

Model perhitungan emisi yang disimulasikan dalam model CGE dilakukan dengan pendekatan referensi McDonald dan Thierfelder (2008). Total CO₂ diekspresikan dalam satuan unit ton yang dihasilkan dari pembakaran komoditas fosil di setiap jenis sektor industri serta institusi rumah tangga dan pemerintah sebagai berikut:

$$\text{Total_CO}_2 = \sum_i \text{faktor_emisi}_i X_{i,j} + \sum_i \text{faktor_emisi}_i \{ \sum_h \text{CH}_{i,h} + \text{CG}_i \}$$

Dimana: $X_{i,j}$ merupakan input komoditas antara energi fosil tipe-i untuk industri tipe-j; $\text{CH}_{i,h}$ adalah konsumsi komoditas energi fosil tipe-i untuk jenis rumah tangga tipe-h; CG_i adalah konsumsi pemerintah untuk komoditas energi fosil tipe-i; dan faktor_emisi_i adalah faktor emisi untuk jenis komoditas energi tipe-i.

Koefisien faktor emisi diambil dari sumber IPCC (2006) sebagaimana ditunjukkan dalam Tabel 1.

Model Pajak Karbon

Pajak karbon dianggap sebagai tambahan pendapatan negara dari pajak untuk setiap emisi yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil. Sehingga pendapatan negara (Govt_revenue_CO2) yang diperoleh dari pajak karbon (Tax_CO2) adalah sebagai berikut:

$$\text{Govt_revenue_CO}_2 = \text{Total_CO}_2 * \text{Tax_CO}_2$$

Model Insentif Panas Bumi

Model insentif untuk mengurangi biaya produksi listrik tenaga panas bumi (PLTP) adalah sebagai berikut:

$$\text{Cost}_{\text{panas_bumi}} = (1 + \text{insentif_rate}_{\text{panas_bumi}})$$

$$P_{\text{panas_bumi}}^{\text{supply}} \text{ Output}_{\text{panas_bumi}}$$

Dimana: $P_{\text{panas_bumi}}^{\text{supply}}$ merupakan biaya produksi per unit dari PLTP.

Dampak Penerapan Pajak Karbon terhadap Indikator Makroekonomi

Dampak penerapan pajak karbon sebesar Rp. 100,000/ton CO₂e melalui skenario 1 dan 2 terhadap variabel makroekonomi ditunjukkan pada Tabel 2. Pada skenario



1, pajak karbon akan meningkatkan *government budget surplus* sebesar 43%. Namun, semua variabel GDP mengindikasikan suatu kontraksi yaitu: GDP pada sisi faktor produksi menurun sebesar -0.31%; GDP pada sisi pendapatan menurun sebesar -0.83%, dan GDP pada sisi pengeluaran menurun sebesar -0.87%. Penurunan total GDP disebabkan karena adanya penurunan total biaya faktor upah tenaga kerja (-0.33%) dan non-

tenaga kerja (-0.29%). Pada sisi perdagangan internasional, total impor dan ekspor menurun tajam sebesar -4.14% dan -4.68%. Hal ini disebabkan karena pajak karbon akan meningkatkan harga pasar dari produk-produk energi, sehingga menimbulkan

Tabel 1 . Faktor Emisi dari Tipe Bahan Bakar. [8]

No.	Tipe Bahan Bakar	CO ₂ emission Factor (TonCO ₂ /TJ)
1.	Bio-ethanol	70.80
2.	Bio-diesel	70.80
3.	Coal	94.60
4.	Crude Oil	73.30
5.	Kerosene	71.90
6.	Liquid Natural Gas (LNG)	64.20
7.	Natural Gas	56.10
8.	Non Subsidised Gasoline (' <i>Pertamax</i> ')	69.30
9.	Non Subsidised Liquefied Petroleum Gases (LPG)	63.10
10.	Other Petroleum Products (Other Oils)	73.30
11.	Subsidised Bio-diesel	70.80
12.	Subsidised Bio-gasoline	70.80
13.	Subsidised Gasoline (' <i>Premium</i> ')	69.30
14.	Subsidised Diesel Oil	74.10
15.	Subsidised Liquefied Petroleum Gases (LPG)	63.10

efek multiplier terhadap sisi produksi yaitu biaya produksi akan menjadi lebih mahal. Total GRK yang dihasilkan dari skenario 1 menunjukkan penurunan yang lumayan besar yaitu sebesar -1.77%. GRK yang dihasilkan dari institusi rumah tangga menurun sebesar -12.53%; total GRK industri menurun lebih kecil sebesar -0.99%.

Pada skenario 2, penerapan pajak karbon yang dinetralisasi dengan pemberian insentif pada pengembangan panas bumi memberikan dampak yang lebih baik dibandingkan skenario 1. Semua indikator GDP bernilai positif yang menunjukkan bahwa skenario 2 tidak memberikan efek kontrak terhadap GDP.

Tabel 2 . Dampak Penerapan Pajak Karbon terhadap Indikator Makroekonomi. [Hasil Simulasi CGE]

Variabel Makroekonomi	Skenario 1 (%)	Skenario 2 (%)
GDP at factor costs	-0.31	0.03
GDP at market prices from income side	-0.83	0.67
GDP at market prices from expenditure side	-0.87	1.27
Total households consumption	-1.08	-0.04
Total investment	-3.81	-0.44
Total real government consumption	2.69	-1.36
Total export	-4.14	-1.15
Total import	-4.68	-0.07
Net export	1.19	-11.893
Net indirect tax (total expenditures of all commodity taxes, including Import tariff, less subsidy on commodities and activities)	-28.54	25.07
Total payment to all workers	-0.29	-0.13
Total payment to capital	-0.33	0.20
Budget Surplus	40	
Emissions	(Billions Ton CO₂)	
CO ₂ emissions from Households	-12.53	-3.25
CO ₂ emissions from Industries	-0.99	-1.12
CO ₂ emissions from Government	-	-
TOTAL CO ₂	-1.77	-1.25



Dampak penerapan pajak karbon sebesar Rp. 100,000/ton CO₂e melalui skenario 1 dan 2 terhadap variabel makroekonomi ditunjukkan pada Tabel 2. Pada skenario 1, pajak karbon akan meningkatkan government budget surplus sebesar 43%.



Pendapatan neto pajak tidak langsung meningkat tinggi sekitar 25%. Hal ini disebabkan karena turunnya harga listrik sebesar 0.6% meskipun pajak karbon akan meningkatkan harga pasar dari komoditas bahan bakar fosil. Penurunan harga listrik disebabkan karena adanya pemberian insentif untuk pengembangan tenaga listrik panas bumi sehingga menurunkan total biaya produksi listrik nasional.

Dari sisi total emisi, kedua skenario dapat menurunkan total GRK nasional. Namun Tabel 2 menunjukkan bahwa skenario 1 memberikan dampak penurunan GRK yang lebih tinggi dibandingkan skenario 2. Hal ini disebabkan karena penerapan pajak karbon tanpa disertai kompensasi terhadap perekonomian akan menurunkan level konsumsi rumah tangga dibandingkan skenario 2.

Dampak Penerapan Pajak Karbon terhadap Harga dan Komoditas Listrik

Tabel 3 menunjukkan dampak skenario 1 dan 2 terhadap komponen harga dan komoditas listrik. Pada skenario 1, penerapan pajak karbon tanpa disertai kompensasi menyebabkan produksi listrik dari tenaga konvensional (fosil) menurun sebesar -33.07%; sementara biaya unit produksi listrik dari tenaga fosil meningkat sebesar 23.68%. Di sisi lain, produksi listrik dari tenaga panas bumi meningkat hanya sebesar 3.38% dengan penurunan biaya per unit produksinya hanya sebesar -1.87%. Hal ini menyebabkan produksi domestik listrik menurun sebesar -0.13% dan biaya unit produksi totalnya meningkat sebesar 0.11%.

Namun pada skenario 2, penerapan pajak karbon yang disertai dengan insentif pengembangan listrik dari tenaga panas bumi akan menurunkan produksi listrik tenaga fosil sebesar - 69.08% dengan biaya per unit produksinya meningkat sebesar 23.68%. Sementara itu produksi listrik tenaga panas bumi akan meningkat drastis sebesar 67% dengan penurunan biaya per unit produksinya yang tinggi yaitu sebesar -96%.

Tabel 3 . Dampak Skenario 1 dan 2 terhadap Harga dan Produksi Domestik Listrik. [Hasil Simulasi CGE]

Komoditas	Produksi Domestik (%)		Biaya Produksi (%)	
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 1	Skenario 2
Listrik	-0.13	0.468	0.11	-0.616
Pembangkit listrik tenaga konvensional (fosil)	-33.07	-69.08	23.68	87.28
Pembangkit listrik tenaga geotermal	3.38	67	-1.87	-96.00

Dampak Penerapan Pajak Karbon terhadap Tingkat Kesejahteraan dan Kesenjangan Ekonomi

Dampak skenario 1 dan 2 terhadap tingkat kesejahteraan dan kesenjangan ekonomi penduduk ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4 . Dampak Skenario 1 dan 2 terhadap Tingkat Kesejahteraan dan Kesenjangan Penduduk. [Hasil Simulasi CGE]

Household's Group	Tingkat Kesejahteraan (%)		Tingkat Kesenjangan (%)	
	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 1	Skenario 2
Rural households' - unclear occupations	-0.438	0.30		
Rural households' - agricultural labors with low income	-0.364	0.10		
Rural households' - non-agricultural labors with low income	-0.128	0.58		
Rural households' - non-agricultural with high income	-0.162	-0.10		
Rural Households' - Agricultural Employers	-0.148	0.38		
Urban households' - unclear occupations	-0.183	0.70		
Urban households' - low income	-0.159	-1.00		
Urban households' - high income	9.490	-0.90		
Total	12.20	0.11	0.136 menjadi 0.140	0.135 menjadi 0.139



Penerapan pajak karbon yang kemudian direalokasikan untuk memberikan insentif pengembangan panas bumi positif untuk dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk mengantisipasi dampak dari beberapa parameter megatrend



Tabel 4 menunjukkan bahwa implementasi pajak karbon tanpa disertai kompensasi ekonomi (skenario 1) cenderung bersifat regresif yaitu penurunan tingkat kesejahteraan jenis rumah tangga tidak mampu lebih buruk dibandingkan jenis rumah tangga yang lebih mampu di desa dan kota. Dengan kata lain, grup rumah tangga yang tidak mampu akan menanggung beban biaya pajak karbon yang lebih besar. Secara spesifik, pada area pedesaan, tingkat kesejahteraan untuk jenis rumah tangga tidak mampu – yaitu rumah tangga tanpa kepastian pekerjaan dan rumah tangga pedesaan yang bekerja sebagai petani buruh kasar – akan menurun sebesar -0.44% dan -0.36%. Sementara itu, tingkat kesejahteraan jenis rumah tangga pedesaan yang bekerja dengan upah tinggi dan pengusaha pertanian hanya menurun sebesar -0.16% dan -0.15%. Sebaliknya, kesejahteraan untuk jenis rumah tangga mampu yaitu rumah tangga yang tinggal di kota dengan upah tinggi mengindikasikan peningkatan yang besar yaitu sebesar 9.49%. Perubahan kesejahteraan rumah tangga disebabkan karena adanya pergeseran dalam jumlah besar pola konsumsi domestik dari komoditas energi menuju jenis komoditas non-energi. Terkait dengan distribusi pendapatan rumah tangga, skenario 1 menghasilkan

peningkatan kesenjangan ekonomi dari 0.136 ke 0.140.

Berbanding terbalik, implementasi skenario 2 cenderung bersifat progresif yaitu terjadi peningkatan kesejahteraan untuk golongan rumah tangga yang tidak mampu. Namun untuk jenis rumah tangga yang lebih mampu memiliki kecenderungan penurunan tingkat kesejahteraan. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan kesejahteraan untuk jenis rumah tangga pedesaan tanpa kepastian pekerjaan sebesar 0.3%; yang bekerja sebagai petani buruh kasar sebesar 0.1%; dan bukan petani buruh kasar namun berpenghasilan rendah sebesar 0.58%. Di sisi lain, untuk jenis rumah tangga yang lebih mampu, misalnya kesejahteraan rumah tangga pedesaan dengan penghasilan tinggi, rumah tangga kota dengan penghasilan rendah, dan rumah tangga kota dengan penghasilan tinggi masing-masing menurun sebesar -0.1%, -1.00% dan -0.9%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa beban pajak karbon dalam skenario 2 lebih banyak ditanggung oleh jenis rumah tangga yang lebih mampu.

Penerapan pajak karbon yang kemudian direalokasikan untuk memberikan insentif pengembangan panas bumi sebagaimana



skenario 2, positif untuk dapat digunakan sebagai salah satu solusi untuk mengantisipasi dampak dari beberapa parameter *megatrend*. Usulan kebijakan tersebut

dapat digunakan untuk mengantisipasi meningkatnya kebutuhan energi global dan memperbaiki kualitas lingkungan global yang merupakan salah satu parameter *megatrend*. Bagi Indonesia usulan kebijakan ini sangat relevan mengingat sekitar 40 % sumber daya panas bumi global berada di wilayah Indonesia.

Note: Berdasarkan ide dan gagasan, usulan kebijakan dalam artikel ini positif untuk mendorong pengembangan NRE khususnya panas bumi Indonesia.

Berdasarkan *review*, secara keseluruhan artikel ini masih memerlukan pengujian lebih lanjut terutama di dalam menyampaikan hasil simulasi model CGE.

Secara umum hasil simulasi model CGE akan ditentukan oleh formulasi persamaan dan basis data (IO dan SAM) yang digunakan. Diantara yang menurut kami perlu menjadi perhatian adalah pernyataan **“pajak karbon akan meningkatkan *government budget surplus* sebesar 43%”**. Angka tersebut tentunya dihasilkan dari formulasi dan basis data tertentu. Karena itu perlu dipastikan basis data yang digunakan relevan dengan kondisi eksisting atau tidak. Selain itu, akan lebih pas mengganti kata “sebesar” menjadi “sekitar” untuk setiap analisis hasil model. Usulan akan lebih baik lagi jika disertai referensi kasus serupa yang telah diterapkan di negara lain. ■

REFERENSI:

1. Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu, and K. Zickfeld, 2018: Framing and Context. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. In Press.
2. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2018. BPPT Outlook Energi Indonesia 2018. Energi Berkelanjutan untuk Transportasi Darat. Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi. ISBN 978-602-1328-05-7.
3. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT). 2017. BPPT Outlook Energi Indonesia 2017. Inisiatif Pengembangan Teknologi Energi Bersih. ISBN 978-602-74702-2-4.
4. Baumert, K.A., Herzog, T., and Pershing, J. 2005. Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy. World Resources Institute.
5. Bereiter, B. et al., 2015: Revision of the EPICA Dome C CO₂ record from 800 to 600-kyr before present. *Geophysical Research Letters*, 42(2), 542–549, doi:10.1002/2014gl061957.
6. Bhattacharyya, S.C. 2011. *Energy Economics: Concepts, Issues, Markets and Governance*. Springer-Verlag London Limited 2011.
7. Hosoe, N. 2004. *Computable General Equilibrium Modeling with GAMS*. National Graduate Institute for Policy Studies. Japan.
8. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2006. *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Available on: <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html>
9. Lackner, M., Chen, W.Y., Suzuki, T. 2012. Introduction to Climate Change Mitigation. In Chen, W.Y., Seiner, J., Suzuki, T., and Lackner, M (eds.), *Handbook of Climate Change Mitigation*, DOI 10.1007/978-1-4419-7991-9, Springer Science+Business Media, LLC 2012.
10. Lüthi, D. et al., 2008: High-resolution carbon dioxide concentration record 650,000–800,000 years before present. *Nature*, 453(7193), 379–382, doi:10.1038/nature06949.
11. McDonald, S., and Thierfelder, K. 2008. Deriving a Global Social Accounting Matrix from GTAP Versions 5 and 6 Data. GTAP Technical Paper No. 22. Available on: http://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/res_display.asp?RecordID=1645
12. Moore, C. 2012. Climate Change Legislation: Current Developments and Emerging Trends. In Chen, W.Y., Seiner, J., Suzuki, T., and Lackner, M (eds.), *Handbook of Climate Change Mitigation*, DOI 10.1007/978-1-4419-7991-9, Springer Science+Business Media, LLC 2012.
13. Yudha, S.W. 2017. Perubahan Iklim dan NDC Indonesia: Mengarungi Tantangan, Menyiasati Kesempatan. Rakernas KLHK, Gedung Manggala Wanabakti.

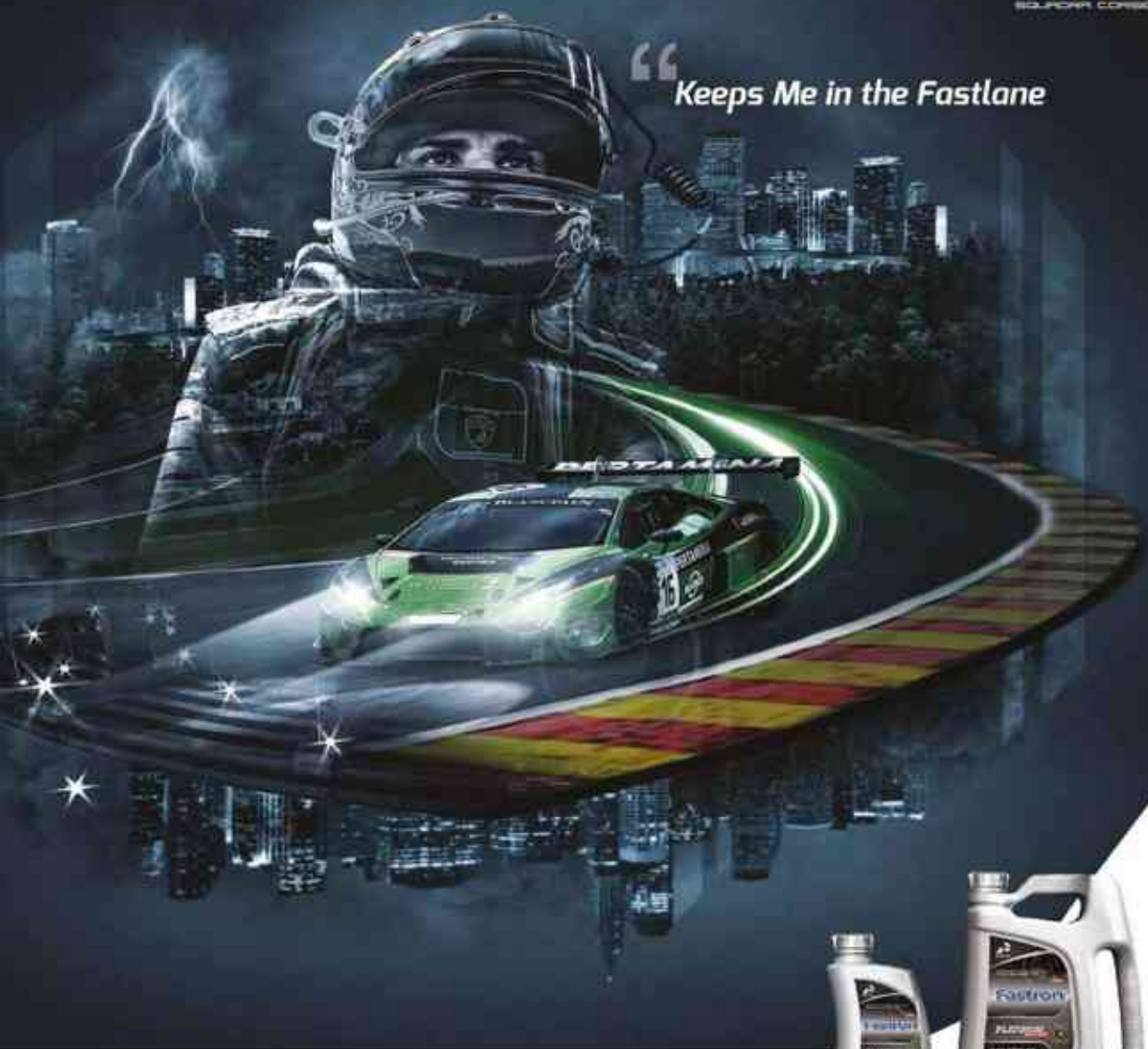
PERTAMINA
Fastron
Synthetic Oil

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

PERTAMINA

FENOMENA *DISRUPTION* DI ERA DIGITAL

Fenomena Disrupsi Merupakan Suatu Fenomena Perubahan Secara Fundamental, Dinamis dan Cepat pada Bidang Tertentu yang Seringkali Mengubah Tatanan Lama Secara Tidak Linier.

Oleh: **Arisman Wijaya**
Analyst I Data Management



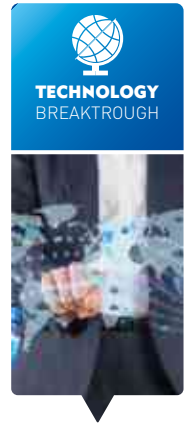
DEFINISI

MEMASUKI abad digital yang penuh tantangan seperti saat ini, dunia mengalami fenomena “disrupsi” di berbagai

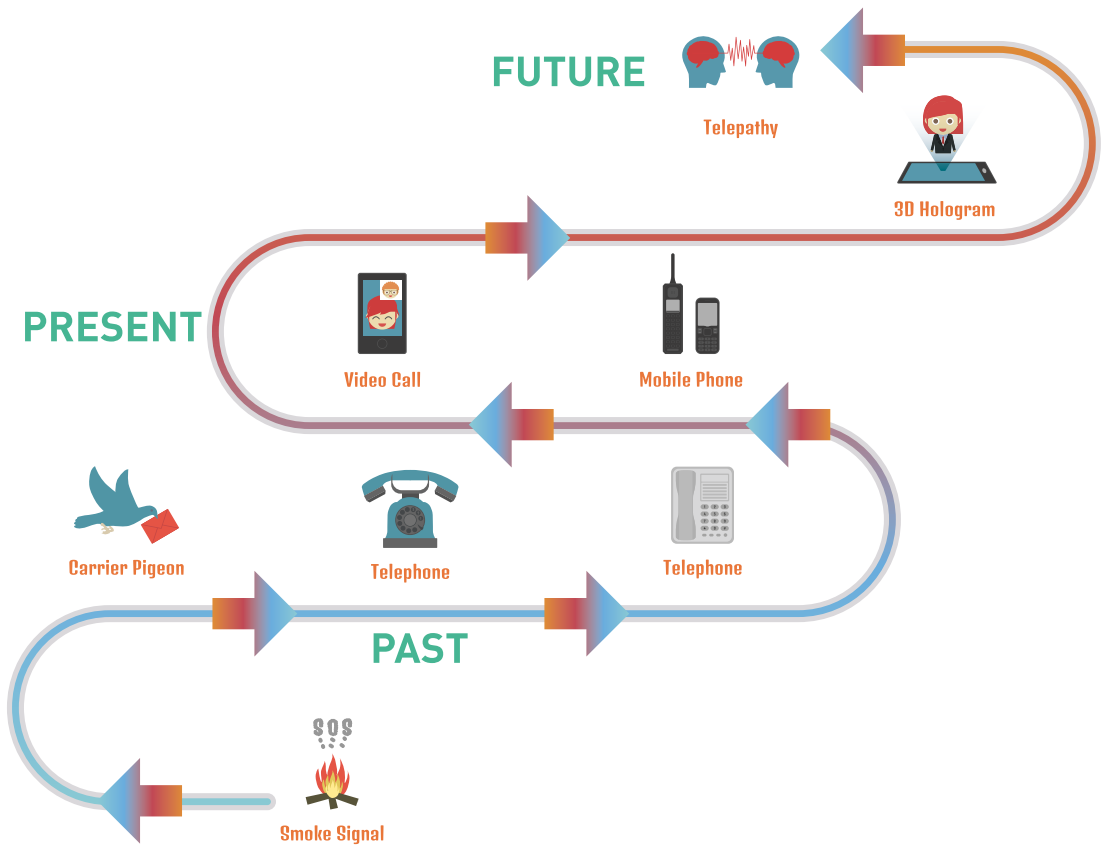
bidang. Fenomena ini menyebabkan perubahan yang cepat dan mendasar. Namun, sebelum lebih jauh melakukan pembahasan mengenai disrupsi ini, sebagai pendahuluan bahasan akan dijelaskan apa sebenarnya terminologi dari disrupsi ini. Fenomena disrupsi berasal dari kata asing *disruption* yang merupakan suatu fenomena perubahan

secara fundamental, dinamis dan cepat pada bidang tertentu yang seringkali mengubah tatanan lama secara tidak linier.

Perubahan yang sangat cepat itulah yang menginisiasi terbentuknya bisnis baru. Pastinya perubahan dari disrupsi ini selalu disertai dengan adanya inovasi, revolusi dan kompetisi. Sehingga siapapun yang lebih inovatif dan mau berubah akan dapat bertahan, sebaliknya pihak yang tidak inovatif dan tidak dapat beradaptasi dengan perubahan maka akan menjadi jauh tertinggal.



Gambar 1 . Ilustrasi Perubahan (Disrupsi) Telekomunikasi. [1]



Gejala Fenomena Disrupsi

Tidak dapat dipungkiri bahwa fenomena disrupsi cukup mengubah tatanan suatu bisnis atau pasar tertentu secara tidak linier. Hal ini hampir serupa dengan hukum alam yang telah disebutkan di atas, bahwa yang mampu bertahan adalah mereka yang inovatif dan adaptif. Efek dari fenomena ini dapat kita jumpai di kehidupan kita sehari-hari di negara kita, Indonesia, contoh sederhananya di era sebelum digital masuk, banyak dari kita yang masih mengandalkan moda transportasi umum seperti taksi dan ojek dengan cara pemesanan yang masih konvensional. Berbeda dengan saat ini pengaruh inovasi teknologi pemesanan moda transportasi tersebut dapat dilakukan hanya dengan sentuhan gawai (*gadget*).

Selain itu, metode pemesanan online juga diaplikasikan di sektor komersial yaitu pemesanan berbasis aplikasi seperti Bukapalack, Blibli, Tokopedia, Lazada, dan sebagainya. Beberapa contoh sederhana tersebut merupakan contoh konkret dari efek disrupsi yang tidak hanya mengubah pasar, bisnis tetapi juga mengubah kebiasaan dari perilaku konsumen atau masyarakat.

Disrupsi untuk Semua Bidang

Kebanyakan dari kita menganggap bahwa disrupsi ini hanya berkaitan dengan teknologi digital atau informasi dan komunikasi saja. Hal ini sesuai dengan fakta yang sedang terjadi akhir-akhir ini, dimana semua orang dimudahkan dengan adanya inovasi teknologi seperti *gadget* beserta dengan aplikasi online yang

memudahkan kehidupan kita sehari-hari. Selain itu, tidak sedikit yang menganggap fenomena ini sebagai masa transformasi teknologi lama (konvensional) yang beralih menjadi teknologi yang lebih canggih, modern, dan efisien. Bahkan, sebagian besar orang beranggapan bahwa fenomena disrupsi ini seolah-olah hanya me-digitalkan layanan melalui aplikasi digawai/gadget.

Anggapan di atas tidak sepenuhnya keliru, di gawai relatif kurang tanggap dan sadar pada kondisi yang sebenarnya. Dalam hal ini fenomena disrupsi tidak hanya berkuat masalah gawai, aplikasi online, media informatika dan sebagainya, media teknologi dan informasi dalam bentuk gawai, aplikasi dan sejenisnya adalah tools atau media pendukung saja. Jika terdapat perubahan inovasinya itu pun pada segala bidang, karena sejatinya disrupsi dapat terjadi secara meluas di segala bidang, yang meliputi bidang industri, pendidikan, komersial, pemerintahan, hubungan sosial maupun energi.

Perubahan inovatif tersebut dapat mempengaruhi pola dan gaya hidup masyarakat, mulai dari anak-anak sampai orang dewasa bahkan lanjut usia. Apa yang mereka inginkan dapat dengan mudah diamati, diperoleh dan dirasakan dengan cepat hanya dengan hitungan detik. Tidak hanya itu, mereka dapat memulai keseharian dan pekerjaan hanya dengan *stand by* di depan gawai, contohnya pemesanan tiket, ojek dan belanja online melalui aplikasi. Hal ini menjadi kebiasaan bagi seluruh masyarakat karena bisa dikatakan bahwa semua kekuasaan berada di tangan masing-masing orang atau personal. Guru Besar Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Indonesia, Rhenald Kasali, menjelaskan lima hal penting



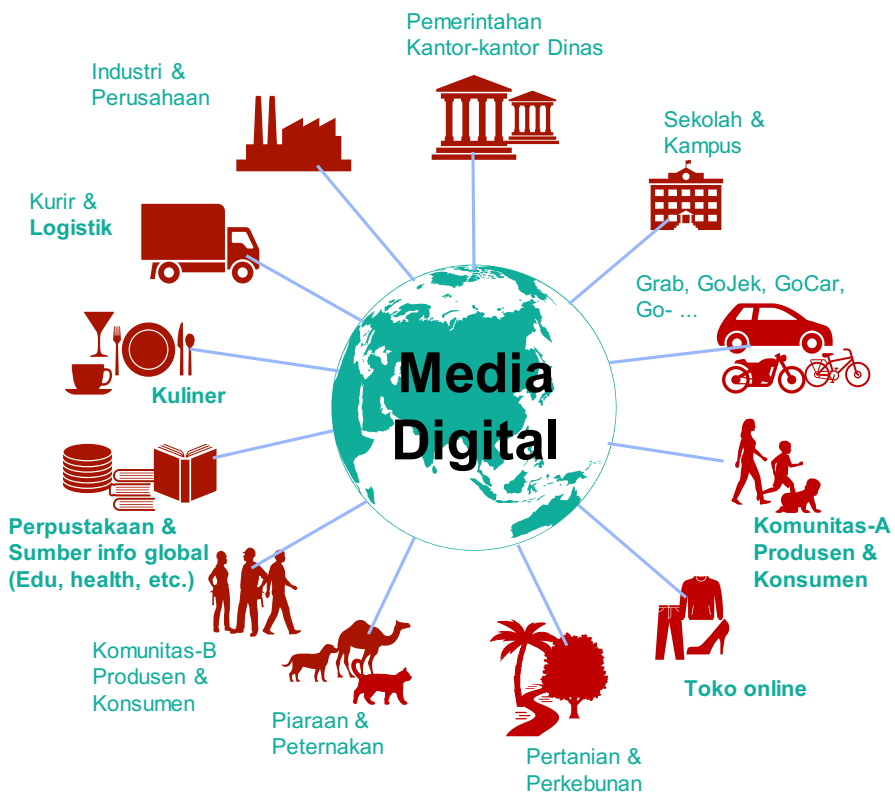
terkait disrupsi sebagaimana tertuang di dalam bukunya yang berjudul *Disruption*, yaitu:

1. *Disruption* akan berakibat pada penghematan banyak biaya melalui proses bisnis yang menjadi lebih simpel.
2. *Disruption* akan membuat kualitas apapun yang dihasilkannya lebih baik dibandingkan dengan yang sebelumnya (sebelum disrupsi).
3. *Disruption* berpotensi menciptakan pasar baru, atau membuat mereka yang selama ini tereksklusi menjadi

terinklusi. Mengubah pasar yang selama ini tertutup menjadi terbuka.

4. *Disruption* akan menghasilkan produk/ jasa yang jauh lebih mudah diakses atau dijangkau oleh para penggunanya (*end user*).
5. *Disruption* menjadikan segala sesuatu kini menjadi serba canggih dan pintar (*smart*). Lebih pintar, lebih menghemat waktu dan lebih akurat.

Gambar 2 . Ilustrasi Media Digital di Berbagai Bidang [2]



Disrupsi di Sektor Energi

Fenomena disrupsi ternyata juga merambah ke sektor energi, sebagaimana disebutkan di atas. Fenomena ini merubah paradigma baru pada bisnis energi yang lebih terkait dengan teknologi dan penerapannya. Gejala disrupsi yang terjadi pada sektor energi lebih dirasakan pada akhir-akhir ini, lebih tepat salah satunya ketika *green energy* atau energi baru dan terbarukan dipandang tepat dalam menggantikan energi fosil atau konvensional. Selain itu, teknologi yang digunakan pada sumber energi konvensional pun dipandang sebagai fenomena disrupsi.

Sebagai contohnya di sektor hulu migas saat ini telah menerapkan teknologi eksplorasi canggih melalui *Helmholtz Mechanism*, yang memudahkan studi eksplorasi minyak dan gas. Contoh lain disrupsi di sektor energi adalah pemanfaatan teknologi *electric drilling* dan teknologi eksploitasi yang lama ada, *Enhanced Oil Recovery* (EOR). Selain

itu, inovasi terbaru di sektor hilir juga berkembang pesat khususnya teknologi digital *cashless* atau non tunai berupa alat pembayaran digital saat pembelian bahan bakar kendaraan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU), detektor indikator volume bahan bakar di SPBU (dikenal *Radio Frequency Identification/RFID*).

Fenomena disrupsi lain di bidang energi salah satunya adalah masuknya energi baru dan terbarukan di bisnis energi, yang menggantikan energi fosil dengan energi alami yang dapat diperbaharui, seperti energi angin (*wind*), air (*bayu*), panas bumi (*geothermal*), surya (*solar*) dan lainnya. International Energy Agency (IEA) memprediksi energi masa depan berasal dari energi terbarukan (non energi fosil), energi fosil perlahan akan mulai tergantikan dengan energi alami yang dapat diperbaharui sebagai sumber energi yang murah, efisien dan melimpah. Proses peralihan yang melibatkan inovasi inilah yang tergolong sebagai pendorong adanya peralihan ke energi baru dan terbarukan.

Disrupsi energi tidak hanya pada peralihan energi konvensional atau fosil menjadi energi baru dan terbarukan saja, melainkan peralihan perilaku pelayanan juga terjadi di sektor energi, seperti pada banyaknya layanan SPBU *portable* atau SPBU mini milik ExxonMobil yang bermitra dengan Indomobil Prima Energi. SPBU mini ini sudah tersebar di seluruh wilayah Indonesia, khususnya daerah pelosok. Berdasarkan informasi, SPBU mini tersebut akan dikembangkan hingga 10 ribu unit di seluruh wilayah Indonesia dalam waktu 3 tahun. Jenis Bahan Bakar Minyak (BBM) yang dijual terbatas pada jenis Gasoline dengan level *Research*



Fenomena Disrupsi di Sektor Energi Mengubah Paradigma Baru Pada Bisnis Energi yang Lebih Terkait dengan Teknologi dan Penerapannya





Octane Number (RON) 92 atau setara dengan Pertamax (produk Pertamina).

Hadirnya SPBU mini milik Exxon-Indomobil ini sebagai salah satu fenomena disrupsi energi khususnya di sektor retail yang mengubah budaya bisnis retail BBM lama (konvensional) ke gaya hidup milenial yang serba mudah dan praktis. Sebelumnya pembelian bensin hanya dilakukan di SPBU regular saja yang spotnya biasanya jauh dari lokasi masyarakat, kini sudah tergantikan melalui SPBU dalam skala kecil yang unitnya tersebar hampir di setiap lokasi.

Sebenarnya model penjual BBM atau bensin skala kecil ini sudah ada sejak dahulu yang tercermin dari banyaknya penjual bensin swasta eceran. Tidak hanya itu, sejak tahun 2014 di beberapa daerah di Indonesia sudah banyak dijumpai adanya penjual bensin swasta eceran menggunakan dispenser pengisian BBM, seperti yang banyak dijumpai di daerah dengan logo "Pertamini". SPBU mini ini hampir serupa dengan SPBU mini milik Exxon – Indomobil, hanya saja untuk pemberlakuannya belum resmi dari Pertamina dan pemerintah. Karena itu melalui tulisan ini penulis berharap agar pemerintah melalui Pertamina dapat memberikan daya saing dalam bisnis SPBU mini seperti halnya milik Exxon – Indomobil, sehingga diharapkan hal tersebut dapat menyehatkan persaingan dalam market BBM retail.

Inovasi lain sebenarnya juga pernah dilakukan pada saat mudik lebaran dan pasca bencana gempa bumi yang melanda Indonesia tepatnya di Palu, Sulawesi Tengah. Pada saat itu, Pertamina telah menjual dan mendistribusikan BBM melalui kemasan. Ide tersebut muncul

dengan tujuan untuk memudahkan masyarakat dalam membeli BBM disaat momen dan lingkungan yang kurang memadai. Selain memberikan keuntungan bagi Pertamina atas penjualan BBM kemasan, inovasi tersebut dapat memberikan pelayanan lebih kepada masyarakat yang lebih *customer focus* sesuai dengan salah satu tata nilai 6C Pertamina yang berlaku saat ini.

Melihat perkembangan inovasi Disrupsi bidang energi yang semakin berkembang pesat khususnya pada sektor retail tersebut, Pertamina berencana akan membangun 77.000 SPBU mini bersama-sama dengan Badan Usaha Milik Desa (BUMDes) dalam jangka waktu lima sampai dengan delapan tahun ke depan. Hal ini sebagai wujud komitmen dan keseriusan pemerintah melalui Pertamina untuk melayani kebutuhan masyarakat Indonesia khususnya di daerah pelosok dan pedesaan. Adapun jenis BBM yang dijual pada SPBU mini tersebut tidak lain adalah jenis produk gasoline RON 92 ke atas (Pertamax, Pertamax Plus dan Pertamax Turbo). Bila melihat sekilas dari produk yang akan dijual memang sementara akan berfokus pada Pertamax series, namun nantinya akan dijual juga jenis produk BBM jenis solar (Pertadex series) maupun produk Pertamina lainnya, seperti pelumas dan gas elpiji.

Di samping itu, bentuk sinergi yang akan dilakukan oleh Pertamina pada usaha SPBU mini ini rencananya juga akan disinergikan dengan perusahaan-perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) lainnya atau sinergi BUMN,



antara lain dengan PT Pos Indonesia (Persero) dan PT Kereta Api Indonesia (Persero) atau PT KAI. Adapun sinergi ini telah tertuang dalam nota kesepahaman yang ditandatangani

oleh PT Pertamina, PT KAI dan PT Pos Indonesia.

Melalui sinergi BUMN ini nantinya proses penjualan BBM dilakukan melalui gerai penjualan dan SPBU dengan memanfaatkan aset dari PT KAI dan PT Pos Indonesia di seluruh Indonesia. Untuk sinergi PT Pertamina dengan PT KAI, keduanya sepakat dan berkomitmen untuk mengoptimalkan aset PT KAI dalam bentuk pembangunan SPBU beserta unit bisnisnya, pengiriman produk Pertamina (BBM dan produk lainnya) menggunakan moda kereta api. Sedangkan sinergi

PT Pertamina dengan PT Pos Indonesia yaitu pada pemanfaatan jaringan outlet untuk penjualan produk BBM dan produk Pertamina lainnya, pengantaran produk ke masyarakat atau konsumen maupun pemanfaatan lahan-lahan milik PT Pos Indonesia untuk pendirian SPBU.

Melalui sinergi tersebut, penjualan dan pendistribusian BBM dan elpiji milik Pertamina dapat dikomersilkan secara merata ke seluruh wilayah Indonesia sehingga dapat memberikan rasa nyaman dan aman bagi masyarakat dengan hadirnya SPBU mini yang legal, tepat takarannya dan kualitasnya sama dengan SPBU reguler. Sebagai penutup, kita harapkan juga demi menyambut era Disrupsi ini, Pertamina dapat mengomersilkan penjualan BBM dalam bentuk kemasan atau kaleng yang pelayanannya dapat dilakukan secara online atau bekerjasama dengan platform digital online lainnya. ■

REFERENSI:

- [1] Freepik. 2019. <https://freepik.com> – Infografis Communication Technology
- [2] Kementerian Telekomunikasi dan Informasi RI. 2019. *Bahan Paparan Sosialisasi Redesain USO*, Badan Aksesibilitas Informasi dan Telekomunikasi
- [3] Kumparan.com. 2018. <https://kumparan.com/@kumparanbisnis/bph-migas-modal-bangun-1-unit-spbu-mini-exxonmobil-cuma-rp-200-juta-1544517310974519525>
- [4] Media Indonesia. 2017. <https://mediaindonesia.com/read/detail/93893-era-baru-disruption>
- [5] Rhenald Kasali. 2017. *Disruption: Menghadapi Lawan-Lawan tak Kelihatan dalam Peradaban Uber*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- [6] Rhenald Kasali. 2017. *Meluruskan Pemahaman Soal "Disruption"*. Jakarta: Kompas.com
- [7] Rhenald Kasali. 2017. *Disruption: Tak Ada yang Tak Bisa Diubah sebelum Dihadapi, Motivasi saja Tidak Cukup*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- [8] Rhenald Kasali. 2018. *Self Disruption: Bagaimana Perusahaan Keluar dari Perangkap Masa Lalu dan Mendisrupsi Dirinya Menjadi Perusahaan yang Sehat*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.



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.



PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DAN PENGUNAAN *ELECTRIC BUS* DI DUNIA

Faktor Pendorong Penggunaan *Electric Bus* adalah Kebijakan Pemerintah Di Beberapa Negara Yang Menginginkan untuk Mengurangi Emisi Gas CO₂ Terutama Sektor Transportasi.

Oleh: **Eduardus Budi Nursanto, Ph.D**
Program Studi Teknik Kimia, Universitas Pertamina,
Simprug, Jakarta Selatan, Indonesia 12220



Pendahuluan

ELECTRIC VEHICLE merupakan salah satu teknologi yang sudah

dikembangkan dan saat ini mulai diimplementasikan lagi untuk mengurangi emisi gas CO₂. Salah satu *electric vehicle* yang sudah digunakan sejak awal abad 20 adalah *electric bus* dan tram listrik, yang masih menggunakan aliran listrik secara langsung. Penggunaan *electric bus* dan tram listrik yang menggunakan

aliran listrik secara langsung, masih digunakan di beberapa negara seperti Amerika Serikat dan beberapa negara di Eropa. Penggunaan *electric bus* dengan menggunakan aliran listrik secara





langsung kurang efektif dalam hal jarak tempuh karena diperlukan instalasi kabel listrik untuk sumber energi dari *electric bus*. Solusi dari permasalahan ini adalah dengan mengembangkan *electric bus* yang menggunakan sumber energi mandiri seperti *rechargeable battery*.

Penggunaan *electric bus* dapat memberikan keuntungan dalam hal ekonomi, lingkungan dan kesehatan masyarakat. Contoh manfaat yang diberikan selain pengurangan emisi CO₂ adalah pengurangan polusi suara yang berasal dari mesin. Dari segi ekonomi, masa pakai *electric bus* akan lebih lama karena biaya perawatan yang murah. Hal inilah yang menyebabkan penggunaan *electric bus* berkembang dengan pesat di dunia.

Faktor pendorong lain dalam penggunaan *electric bus* adalah kebijakan pemerintah di beberapa negara yang menginginkan untuk mengurangi emisi gas CO₂ terutama di sektor transportasi. Di Benua Amerika dan Eropa, beberapa kota besar telah mengeluarkan kebijakan untuk menggunakan lebih banyak *electric bus* pada akhir tahun 2025. Pada Benua Asia seperti

di RRC dan Korea Selatan, pemerintah negara tersebut mengeluarkan kebijakan untuk membeli dan menggunakan lebih banyak *electric bus* sebagai pengganti bus dengan bahan bakar fosil.

Amerika Serikat dan Kanada mencatat perkembangan penggunaan *electric* dan *hybrid* (yang menggunakan mesin listrik dan mesin bahan bakar fosil) sebesar 400% dari tahun 2005 sampai tahun 2010. Di tahun 2016, lebih dari 40 kota di seluruh dunia sudah mengoperasikan *electric bus* dengan sumber daya baterai, dan sebanyak 87% *electric bus* populasi berada di Republik Rakyat China (RRC). Shenzen merupakan kota di RRC yang mempunyai armada *electric bus* terbesar dan sudah menggantikan bus berbahan bakar fosil dengan *electric bus* yang



menggunakan sumber daya baterai. Saat ini populasi *electric bus* masih terkonsentrasi di Amerika Serikat, Kanada, negara-negara di Asia Timur dan Eropa Barat.

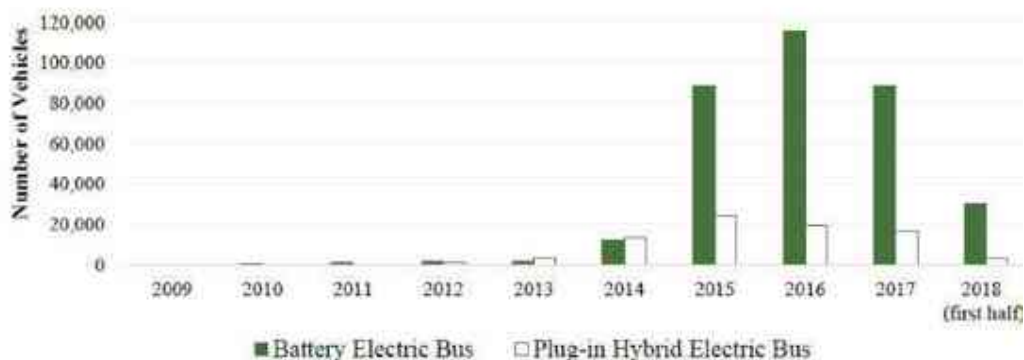
Penggunaan *Electric Bus* di Berbagai Negara

Pada tahun 2016, tercatat jumlah *electric bus* di dunia sebanyak 370.000. RRC memiliki populasi *electric bus* terbanyak sebesar 340.982. Gambar 1 menunjukkan perkembangan populasi

electric bus di RRC. Di tahun 2017 dan 2018, pemerintah RRC mengurangi jumlah subsidi untuk *electric bus* sehingga terjadi penurunan dalam penambahan jumlah *electric bus*. Kebijakan penurunan subsidi ini diakibatkan oleh adanya temuan penyelewengan anggaran dalam pengadaan *electric bus*. Di Eropa, jumlah populasi *electric bus* bertambah dengan stabil (Gambar 2 dan Gambar 3). Perkembangan jumlah populasi *electric bus* di Eropa berkembang dengan pesat karena sejumlah negara di Eropa telah bergabung dalam program *Zero Emission*

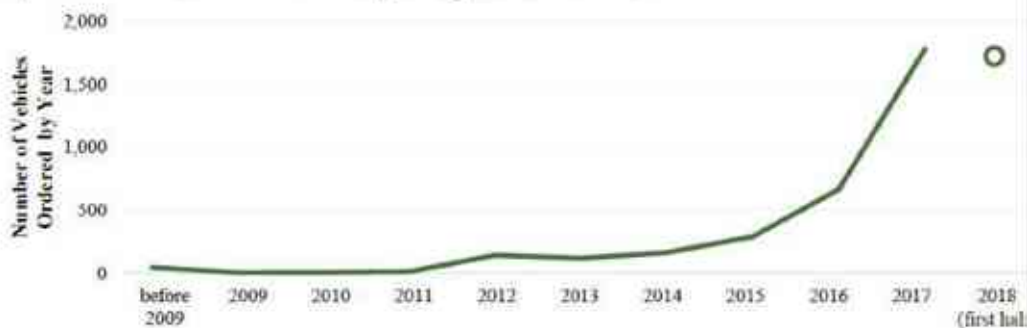
Gambar 1 . Perkembangan populasi *electric bus* di RRC. [11]

Figure 5. Uptake of "New Energy Buses" in China (2009 – June 1, 2018)



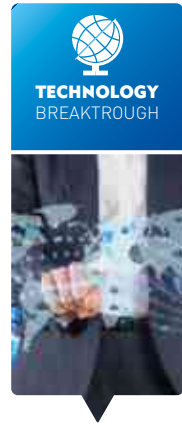
Gambar 2 . Perkembangan Populasi *Electric Bus* di Eropa. [10]

Figure 6. Electric bus orders in Europe 2009 – first half of 2018





Perkembangan Jumlah Electric Bus di Berbagai Negara Tidak Lepas dari Berbagai Faktor Seperti Pasar, Kebijakan Pemerintah, Serta Teknologi dan Infrastruktur Pendukung.



Gambar 3. Jumlah Pengadaan Electric Bus di Eropa. [10]



Urban Bus System (ZeEUS) yang diinisiasi oleh Uni Eropa. Gambar 3 menunjukkan jumlah pengadaan *electric bus* di negara-negara Eropa, dimana jumlah *electric bus* yang dipesan termasuk *trolley bus* menggunakan energi listrik secara langsung dari kabel listrik.

Penambahan jumlah *electric bus* di berbagai negara tidak lepas dari berbagai faktor seperti pasar yang ada, kebijakan pemerintah, serta teknologi dan infrastruktur pendukung. Pasar dalam hal ini jumlah konsumen pengguna bus di suatu negara akan sangat menentukan keberhasilan transformasi bus berbahan bakar fosil ke *electric bus*. Kebijakan pemerintah yang dimaksud di sini adalah kebijakan pemerintah yang mendukung faktor operasional seperti harga listrik, subsidi harga tiket dan lain sebagainya. Selain itu kebijakan pemerintah untuk mengurangi emisi gas CO₂ dalam bidang transportasi melalui penggunaan moda transportasi juga sangat mempengaruhi pengadaan dan penggunaan *electric bus* di suatu negara. Teknologi dan infrastruktur pendukung sangat berpengaruh dalam keberlangsungan operasional seperti bengkel perawatan dan *spare part*, *battery charging station* dan lain sebagainya.

Untuk Belanda, pemerintah mereka mencanangkan untuk menambah jumlah *electric bus* hingga mencapai 900 bus di

akhir tahun 2019. Pemerintah Belanda juga telah membuat kebijakan dengan semua *public transport authorities* di negaranya untuk mencapai target 100% *zero emission bus* di tahun 2030. Dengan kebijakan ini, pemerintah Belanda akan melakukan pengadaan sebanyak 400 bus setiap tahunnya.

Mayoritas penduduk di sejumlah negara di Amerika Selatan menggunakan transportasi umum, terutama bus. Negara Republik Chili merupakan salah satu negara yang sangat mendukung penggunaan bus sebagai transportasi umum dan saat ini juga sedang melakukan pengadaan *electric bus*. Republik Chili melakukan pengadaan 200 *electric bus* di awal semester 2019 yang juga diikuti dengan pembangunan infrastruktur pendukung seperti *battery charging station*. Di ibukota Republik Kolombia, pemerintah juga menggunakan beberapa *electric bus* di dalam *Bogota Bus Rapid Transport System*.

Penggunaan *electric bus* sudah digunakan secara meluas dan juga membuktikan bahwa teknologi *electric bus* tidak memerlukan teknologi yang kompleks seperti yang diterapkan Nepal. Nepal sebagai negara importir terbesar bahan bakar fosil, mengeluarkan kebijakan untuk menggunakan *electric bus* sesudah terjadi gangguan pada suplai bahan bakar fosil. Di tahun 1993, pemerintah mengkonversi kendaraan transportasi umum roda 3 yang berbahan bakar bensin menjadi menggunakan bahan bakar listrik dengan menggunakan aki. Kendaraan umum tersebut dinamakan *safa tempos* (Gambar 4). Penggantian aki di *safa tempos* dilakukan secara manual dan jarak tempuh dari *safa tempos* adalah 60 km. Dengan kondisi operasional seperti itu, *safa tempos* dapat melayani 90.200 penumpang dari pukul 7.30 sampai pukul 20.00 dan beroperasi dengan harga murah dan tanpa subsidi dari pemerintah.

Gambar 4. Kendaraan *safa tempos* di Nepal. [11]





Teknologi *Electric Bus*

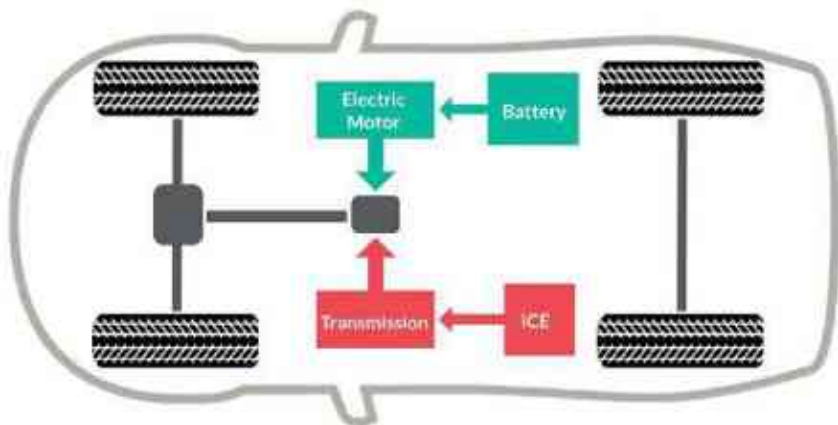
Berdasarkan jenis bahan bakarnya, *electric bus* dibagi menjadi 4 yaitu: *plug-in hybrid bus*, *full battery electric bus*, *fuel cell electric bus* dan *in motion charging trolley electric bus*.

Plug-in hybrid bus merupakan bus yang menggunakan baterai atau aki sebagai sumber energi listrik dan juga menggunakan mesin pembakaran konvensional dengan bahan bakar fosil (*internal combustion engine/ICE*) sebagai mesin penggerak. *Rechargeable battery* atau aki di-charge dengan menggunakan sumber energi listrik dari luar. Bus dengan teknologi ini 70% jarak tempuhnya menggunakan energi listrik yang tersimpan di baterai atau aki. Penggunaan energi listrik atau energi dari bahan bakar fosil disesuaikan dengan kebutuhan. Dalam hal ini mesin yang menggunakan energi listrik lebih cocok untuk torsi tinggi atau menghidupkan mesin, sedangkan mesin berbahan bakar fosil lebih cocok

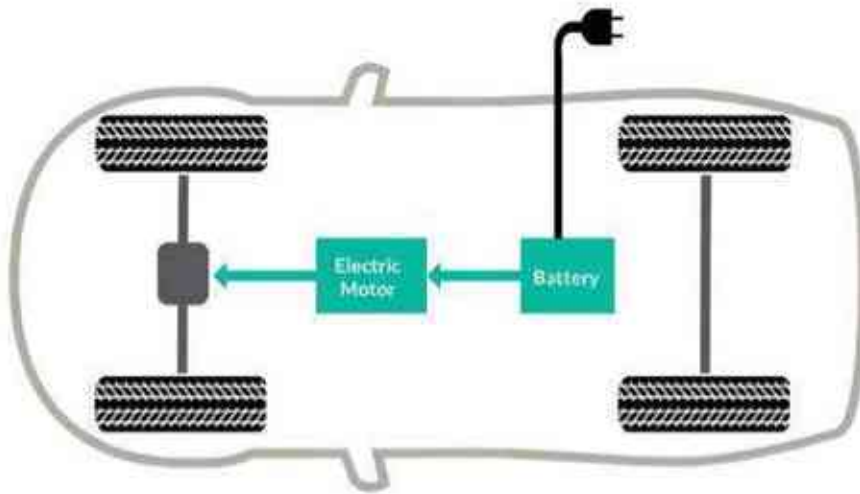
untuk kecepatan tinggi. Modern *plug-in hybrid bus* dapat melakukan pemrograman untuk melakukan *switch energy power* dari energi listrik (aki/*rechargeable battery*) ke energi dari bahan bakar fosil. Gambar 5 menunjukkan susunan mesin di *plug-in hybrid bus*.

Full battery electric bus menggunakan sistem propulsi elektrik dengan menggunakan energi kimia yang tersimpan di dalam *rechargeable battery*. Bus tipe ini di-charge secara statis (misal di stasiun pengisian listrik) atau di-charge di rute perjalanan menggunakan energi listrik atau mekanik. Bus tipe ini memiliki *zero emission*. Faktor yang mempengaruhi kelancaran operasional bus ini adalah tipe baterai (jumlah energi listrik yang bisa tersimpan) dan kemampuan untuk

Gambar 5 . Skema Penempatan Mesin di *Plug-In Hybrid Bus*. [7]



Gambar 6. Skema Penempatan Mesin di Full Battery Electric Bus. [7]



me-recharge battery. Kemampuan untuk me-recharge battery yang dimaksud adalah kemampuan untuk melakukan *charging battery* secara cepat atau kemampuan untuk melakukan *charging* selama di rute perjalanan. Gambar 7 menunjukkan skema penempatan mesin untuk *full battery electric bus*.

Fuel cell electric bus. Bus tipe ini menggunakan *fuel cell* dan baterai. Energi yang diperlukan untuk mengoperasikan atau untuk *charging battery* berasal dari hidrogen yang disimpan di tangki bahan bakar. Bus tipe ini juga tidak menghasilkan emisi gas buang atau *zero emission*. Bus tipe ini dapat digunakan sebagai salah satu alternatif untuk transportasi jarak jauh. Salah satu hambatan dalam penggunaan bus tipe ini adalah infrastruktur dan suplai bahan bakar hidrogen yang masih perlu dikembangkan. Gambar 8 menunjukkan skema penempatan mesin di *fuel cell*

electric bus.

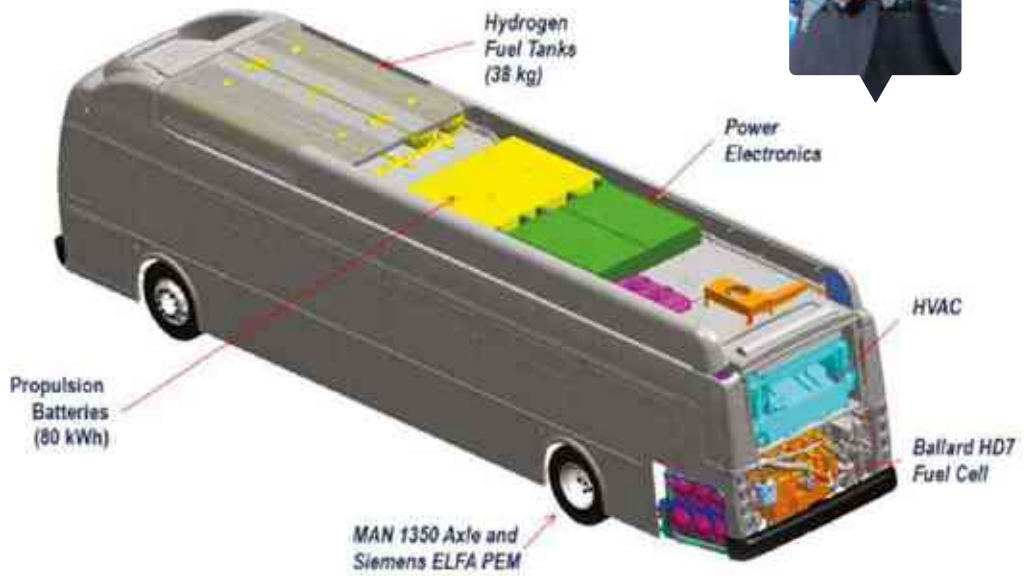
In-motion charging (IMC) battery trolleybus.

Bus tipe ini menggunakan energi dari listrik yang tersambung di bagian atap bus. Bus tipe ini dapat bekerja dengan dengan cara *charging rechargeable battery* selama operasional atau menggunakan langsung energi listrik untuk menggerakkan mesin listrik. Gambar 9 menunjukkan contoh dari *IMC battery trolleybus*.

Setiap tipe bus memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dari segi operasional. Tabel 1 menunjukkan perbandingan dari beberapa tipe bus yang menggunakan bahan bakar yang berbeda. Dari Tabel 1, *electric (full battery)* dan *hydrogen (fuel cell)* bus menunjukkan kelebihan di dalam penggunaan bahan bakar yang efisien, *zero gas emission*, dan rendahnya polusi suara.



Gambar 7 . Skema Penempatan Mesin Di Fuel Cell Electric Bus. [7]



Gambar 8. Contoh IMC Trolley Bus di Selandia Baru. [7]



Tabel 1. Perbandingan Kinerja Bus Berdasarkan Bahan Bakar yang Digunakan. [8]

Consideration	Euro VI	CNG	Biomethane	Biofuel (HVO)	Electric	Hydrogen	Plug-in hybrid
Energy Consumption	benchmark	-	-	=	+++	++	+
TCO euro/km	benchmark	++	+	-	--	---	-
TCO trends	benchmark	++	++	-	+++	+++	+
Noise standing	benchmark	+	+	=	+++	+++	++
Noise passing by	benchmark	+	+	=	+	+	+
Energy security	benchmark	++	++	+	++	++	n.a.
Range	benchmark	=	=	=	--	=	=
Zero emissions range	n.a	n.a	n.a	n.a	+++	+++	+
Route flexibility	benchmark	=	=	=	-	=	=
Recharging/Refuelling time	benchmark	=	=	=	--	=	-
Service lifetime	benchmark	=	=	=	?	?	=

Source: European Commission Clean Bus Expert Group, STF (Sustainable Transport Forum), DG MOVE.
 Note : The Euro VI engine comparison baseline is the minimum legal requirement for new EU buses to respect emission limits.

Tipe *rechargeable battery* yang sering dipakai di dalam *electric bus* ada dua tipe yaitu:

- *Nickel based aqueous battery system*
- *Lithium ion battery*

Nickel based aqueous battery system

terbuat dari *nickel cadmium* (Ni-Cd), *nickel zinc* (Ni-Zn) dan *nickel-metal hydride* (Ni-MH). Katoda dari baterai tipe ini adalah *nickel hydroxide* dan menggunakan potasium hidroksida sebagai elektrolit. Anoda yang digunakan beragam dan bisa menggunakan Cd, Zn atau alloy metal (campuran dari *rare earths*, nickel, zirconium dan aluminium). Penggunaan

Ni-Cd saat ini sudah tidak digunakan lagi karena sifat toksik dari Cd. Ni-MH baterai menunjukkan performa yang lebih baik daripada Ni-Cd untuk *specific energy, longer cycle life, higher discharge rate*, dan juga lebih ramah lingkungan dibandingkan Ni-Cd. Kekurangan dari Ni-MH adalah performa yang rendah pada saat beroperasi di suhu 0 °C. Ni-Zn baterai unggul dalam hal *cell voltage, charge storage* dan *high rate discharge ability*. Kelemahan dari baterai Ni-Zn adalah adanya perubahan morfologi (pembentukan dendrit) dari Zn yang ada di dalam baterai selama penggunaan, yang dapat menyebabkan *short circuits*.

Lithium ion battery (LIB) merupakan sistem baterai yang banyak digunakan di



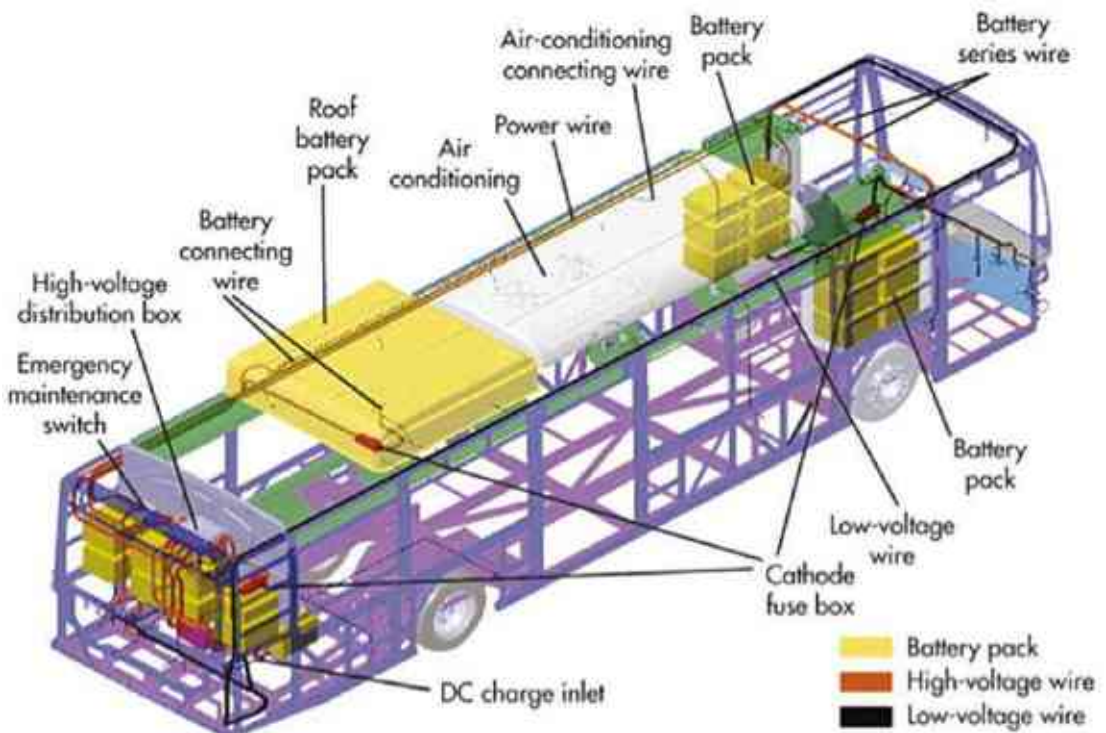
electric bus. Baterai tipe ini memiliki *high voltage*, *discharge at high rate* dan *good cycle life* yang sangat mendukung dalam operasional *electric bus*. Untuk *electric bus*, tipe katoda yang sering digunakan adalah *lithium iron phosphate*. Anoda yang digunakan adalah *grafit* sedangkan elektrolit menggunakan campuran *solven organik* seperti *ethylene carbonate/dimethyl carbonate* dengan garam lithium yang terlarut (LiPF₆).

Untuk teknologi pengisian baterai (*charging*), ada 2 teknologi yang banyak digunakan yaitu *conductive charging* dan

inductive or contactless charging.

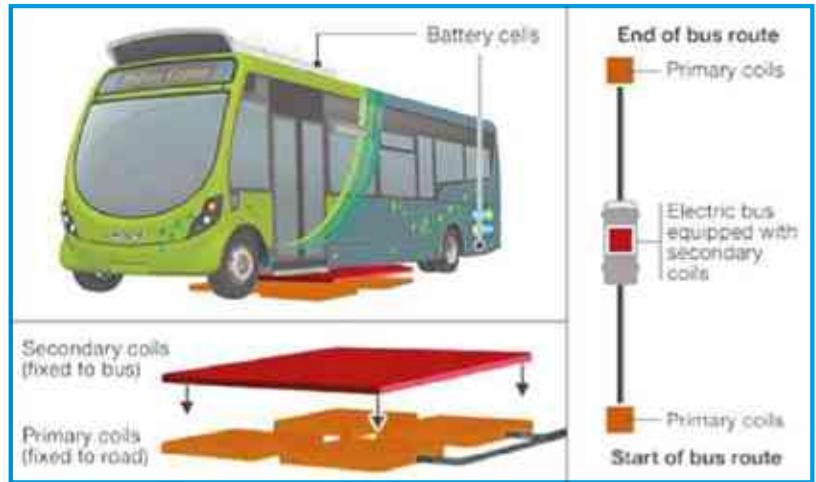
Conductive charging merupakan sistem yang sekarang banyak digunakan di *electric bus*. Sistem ini memerlukan kontak langsung antara bus dengan stasiun pengisian baterai menggunakan *voltage plugs*. Gambar 10 menunjukkan skema dari *electric bus* yang menggunakan sistem *conductive charging*.

Gambar 9. Skema dari *Electric Bus* yang Menggunakan Sistem *Conductive Charging*. [2]





Gambar 10. Inductive Charging di Electric Bus. [9]



Kesimpulan

Teknologi *electric bus* sudah sangat maju, lebih unggul di beberapa aspek daripada bus dengan bahan bakar fosil dan dalam penggunaannya dapat mengurangi emisi dari CO₂ apabila

menggunakan sumber listrik yang berasal dari energi terbarukan. Indonesia dapat mengaplikasikan penggunaan electric bus untuk mengurangi emisi dari CO₂ dan membuat sistem transportasi yang lebih nyaman (polusi suara dan vibrasi yang lebih kecil). ■

REFERENSI:

- [1] Austin, Michael. 2013. "Consumer Perception Inhibits Electric Vehicle Adoption." *Electronic Design*, October 7.
- [2] Consumer Perception Inhibits Electric Vehicle Adoption, *Electronic Design*
- [3] Current trends and innovations affecting the potential for a widespread adoption of electric buses -- A comparative case study of 22 cities in the Americas, Asia-Pacific, and Europe", *Current Trend and Innovations of Electric Bus Adoption*
- [4] *Electric Buses in India: Technology, Policy and Benefits*", STEP, 2016
- [5] *Electric bus fleet in Europe*", Accuracy, 2019
- [6] *Electric mobility & development*", ESMAP, 2018
- [7] Environment and Energy Study Institute. MIT Electric Vehicle Team 2008. Wraclaw University of Thechnology. 2011.
- [8] European Commission Clean Bus Expert Group, STF (Sustainable Transport Forum), DG MOVE.
- [9] Science, Neil Bowdler, Technology Reporter, and B. B. C. News. 2015. "Wirelessly Charged Electric Buses Set for Milton Keynes." *BBC News*. August 23.
- [10] *Compiled by UITP using data provided by Stefan Bagueette, ADL Market Analyst and Product Manager*
- [11] World Bank analysis of China Automotive Technology and Research Center : *Blue Book of New Energy Vehicle (2013-2018)*

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



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

Suara Anda sangat berharga bagi kami.

TEKNOLOGI DAUR ULANG BATERAI SEBAGAI PERSIAPAN MENGHADAPI PERKEMBANGAN *ELECTRIC VEHICLE*

Melonjaknya kendaraan listrik dapat menyisakan 11 juta ton baterai lithium-ion bekas yang perlu didaur ulang antara sekarang hingga 2030.

Oleh: **Ahmad Kharis Nova Al Huda**
Jr. Officer Research Support – Pertamina Energy
Institute



DALAM beberapa tahun kedepan, kondisi perekonomian global akan sangat dipengaruhi oleh transformasi aspek sosial maupun ekonomi yang umum disebut sebagai megatren. Sejumlah pihak mendefinisikan megatren sebagai kekuatan makro ekonomi dan geostrategis yang dapat mempengaruhi kondisi serta perkembangan dunia secara luas dan beranekaragam yang didorong oleh perkembangan teknologi dan inovasi. Dalam publikasinya AT Kearney & Wooc Mackenzie menyebutkan

terdapat 6 megatren yang dipercaya akan memberikan perubahan signifikan bagi perekonomian dunia. Keenam Megatren tersebut adalah *Decarbonization, Customerization, Electrification, Decentralization, Digitalization, dan Integration.*

Dari keenam megatren tersebut, *decarbonization* diyakini akan menjadi pemacu penggunaan energi yang lebih bersih. Produksi emisi gas karbon sebagai akibat yang ditimbulkan dari pembakaran batubara maupun penggunaan energi konvensional menyebabkan pemanasan global ataupun *climate change*. Hal



tersebut mendorong terjadinya *energy transition* yaitu perubahan penggunaan energi dengan pemanfaatan energi ramah lingkungan dengan emisi yang rendah. Beberapa faktor yang mendorong *energy transition* bahan bakar adalah peningkatan efisiensi energi, *carbon capture & sequestering* (CCS), pengalihan bahan bakar dan adaptasi teknologi *renewable energy* (RE).

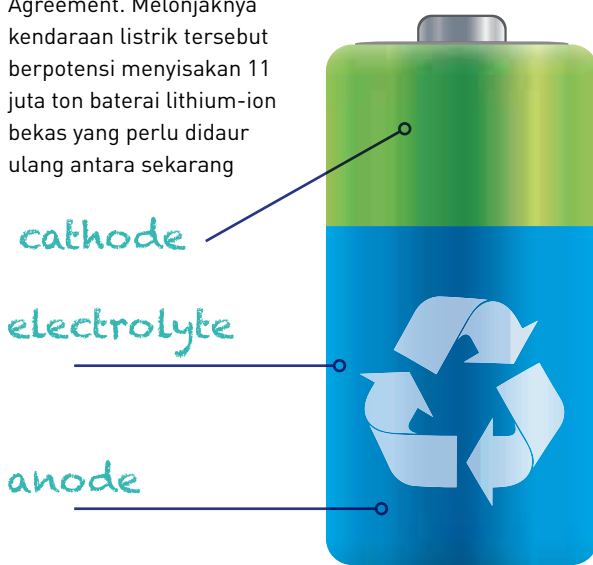
Pada awal tahun 2019, pemerintah Inggris dan Perancis berkomitmen membatasi penjualan mobil bertenaga bensin atau diesel di tahun 2040. Untuk mendukung komitmen tersebut, perusahaan pembuat mobil, Volvo menargetkan hanya menjual kendaraan listrik atau *hybrid* mulai tahun 2019. Pada tahun 2018 lalu, jumlah mobil listrik di dunia tercatat melewati angka 2 juta kendaraan. International Energy Agency (IEA) memproyeksikan jumlah tersebut akan meningkat hingga 140 juta kendaraan pada tahun 2030 jika negara-negara di dunia memenuhi target Paris Agreement. Melonjaknya kendaraan listrik tersebut berpotensi menyisakan 11 juta ton baterai lithium-ion bekas yang perlu didaur ulang antara sekarang

hingga 2030.

Untuk Indonesia, pembahasan pengembangan kendaraan listrik juga tengah menjadi isu nasional. Sejauh ini, pengembangan kendaraan listrik di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan baik dari aspek regulasi maupun infrastruktur –pada Bulletin Pertamina Energy Institute Edisi 2–. Dari aspek lingkungan, pengembangan kendaraan listrik juga dihadapkan pada sejumlah tantangan khususnya terkait masalah limbah baterai yang telah habis pakai. Sejumlah pihak berpandangan pengelolaan baterai yang tidak serius berpotensi menimbulkan permasalahan baru bagi lingkungan yang justru kontradiktif dengan tujuan

penggunaan kendaraan listrik. Untuk merespon tantangan tersebut, diperlukan keseriusan seluruh pihak yang terkait di dalam pengembangan kendaraan listrik, mengingat penanganan terhadap limbah baterai kendaraan listrik berbeda dengan limbah baterai pada umumnya.

**Gambar 1.
Komponen
Baterai**



Komponen dan Jenis Baterai

Baterai didefinisikan sebagai kumpulan dari beberapa sel listrik yang digunakan untuk menyimpan energi kimia di mana energi tersebut diubah menjadi energi



Decarbonization Diyakini Akan Menjadi Pemacu Penggunaan Energi yang Lebih Bersih. Produksi Emisi Gas Karbon Sebagai Akibat yang Ditimbulkan dari Pembakaran Batubara Maupun Penggunaan Energi Konvensional Menyebabkan Pemanasan Global Atau Climate Change



listrik. Sel listrik terdiri dari elektroda dan elektrolit, di mana elektroda positif adalah katoda dan elektroda negatif adalah anoda. Baterai menggunakan prinsip elektrokimia sebagai dasar dari kerja baterai untuk mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik. Di dalam baterai terjadi reaksi reduksi oksidasi atau reaksi redoks yang merupakan reaksi inti di mana elektron bergerak dan menghasilkan gaya gerak listrik.

Baterai terdiri dari dua bagian. Pertama yaitu bagian positif yang terdiri dari kation dan katoda. Dalam hal ini, katoda (elektroda positif) berfungsi sebagai tempat pergerakan kation (ion positif). Bagian kedua adalah bagian negatif yang terdiri dari anion dan anoda (elektroda negatif) yang berfungsi sebagai tempat pergerakan anion (ion negatif). Baterai memiliki elektrolit yang merupakan bahan kimia sebagai sumber energi. Katoda dan Anoda sebagai kutub-kutub dari baterai

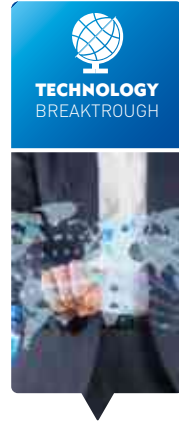
tidak berhubungan secara langsung satu sama lain, keduanya dihubungkan oleh elektrolit. Di dalam baterai, terjadi reaksi redoks, di mana reaksi reduksi terjadi pada kation di katoda dan reaksi oksidasi terjadi pada anion di anoda. Dari reaksi inilah timbul pergerakan elektron yang menyebabkan adanya gaya gerak listrik. Pada umumnya, baterai terdiri dari 2 jenis utama yaitu Baterai Primer atau baterai sekali pakai (*single use battery*) dan Baterai Sekunder yaitu baterai yang dapat diisi ulang (*rechargeable battery*).

1. Baterai Primer (Baterai Sekali Pakai/*Single Use*)

Baterai primer atau baterai sekali pakai merupakan baterai yang paling sering ditemukan di pasaran karena penggunaannya yang luas dengan harga yang murah. Baterai jenis ini umumnya memiliki tegangan 1,5 Volt dan terdiri dari berbagai jenis ukuran seperti AAA (sangat kecil), AA (kecil) dan C (medium) dan D (besar). Beberapa jenis baterai yang tergolong dalam Kategori Baterai Primer diantaranya adalah Baterai *Zinc-Carbon*, Baterai Alkaline (Alkali), Baterai Primer Lithium, dan Baterai *Silver Oxide*.

2. Baterai Sekunder (Baterai Isi Ulang/*Rechargeable*)

Baterai Sekunder adalah jenis baterai yang dapat di isi ulang (*rechargeable battery*). Secara umum Baterai Sekunder memiliki prinsip yang sama dengan Baterai Primer, namun demikian reaksi kimia yang terjadi pada baterai jenis ini dapat berbalik (*reversible*). Pada saat baterai digunakan dengan menghubungkan beban pada terminal



baterai (*discharge*), elektron akan mengalir dari kutub negatif ke positif. Sedangkan pada saat sumber energi luar (*charger*) dihubungkan ke baterai sekunder, elektron akan mengalir dari kutub positif ke negatif sehingga terjadi pengisian muatan pada baterai. Beberapa jenis baterai yang tergolong dalam Baterai Sekunder diantaranya seperti Baterai Ni-Cd (*Nickel-Cadmium*), Ni-MH (*Nickel-Metal Hydride*) dan Li-Ion (*Lithium-Ion*).

Baterai lithium yang dapat diisi ulang berpotensi menjadi solusi untuk mengakhiri ketergantungan sistem transportasi pada bahan bakar fosil. Saat ini, porsi penggunaan baterai lithium pada kendaraan masih relatif kecil, namun penggunaan baterai lithium diproyeksikan akan tumbuh cepat dalam beberapa tahun kedepan. Baterai lithium dapat mewakili aliran material yang cukup besar dalam sistem *Electric Vehicle* karena dapat mengandung sejumlah logam strategis dan bernilai tinggi. Namun, pertanyaan tentang bagaimana mendaur ulang dan memastikan aliran material yang stabil masih terus menjadi tantangan di dalam pemanfaatan baterai lithium ke depan. Di samping itu, baterai lithium juga mengandung sejumlah bahan yang berpotensi berbahaya bagi lingkungan yang pada akhirnya menjadikan daur ulang sebagai suatu tindakan yang harus dilakukan.

Bahaya dan Risiko dari Limbah Baterai

Pada awalnya, pemanfaatan baterai di dunia berbasis pada timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Namun dalam perkembangannya, sejak tahun 2009 baterai berbasis nikel - kadmium (Ni - Cd)

tidak lagi digunakan khususnya di wilayah Eropa setelah diketahui bahwa penggunaan dua senyawa tersebut dapat menimbulkan masalah lingkungan yang besar.

Kondisi tersebut pada akhirnya berdampak pada meningkatnya penggunaan baterai berbasis asam timbal (*lead acid*) yang kemudian berimplikasi pada munculnya inisiatif untuk melakukan proses daur ulang (*recycle*) baterai. Saat ini lebih dari 97% baterai berbasis asam timbal telah didaur ulang di AS. Industri otomotif menjadi inisiator dimulainya proses daur ulang baterai jenis ini. Proses daur ulang dilakukan dengan sederhana di mana 70% dari berat timbal baterai yang dapat digunakan kembali.

Saat ini lebih dari 50% suplai timbal untuk produksi baterai berasal dari baterai daur ulang. Sebagian besar suplai timbal tersebut berasal dari baterai berbasis asam timbal, sementara jenis baterai lainnya tidak ekonomis untuk dilakukan proses daur ulang. Dalam perkembangannya, dalam mendukung proses daur ulang baterai tersebut muncul sejumlah organisasi yang bertujuan untuk mengumpulkan baterai-baterai bekas yang siap untuk di daur ulang. Hal tersebut dilatarbelakangi oleh fakta bahwa hanya sekitar 20-40 % baterai di ponsel dan produk konsumen lainnya yang saat ini didaur ulang.

Selain alasan keekonomian, proses daur ulang bertujuan untuk mencegah adanya pencemaran bahan berbahaya memasuki tempat pembuangan sampah dan juga untuk memanfaatkan penggunaan

bahan baku bekas dalam pembuatan produk baru. Baterai bekas yang telah aus memiliki dampak yang serius bagi lingkungan. Oleh sebab itu, setiap senyawa kimia baterai memiliki prosedur daur ulangnya sendiri. Berikut ini beberapa senyawa kimia yang terdapat dalam pembuatan baterai:

a. Asam Timbal (Pb)

Daur ulang asam timbal dimulai dengan diperkenalkannya baterai starter pada tahun 1912. Prosesnya sederhana dan hemat biaya karena timbal mudah diekstraksi dan dapat digunakan kembali beberapa kali. Hal ini menyebabkan banyak bisnis yang menguntungkan. Pada akhir 2013, banyak pengusaha smelter mulai meningkatkan jumlah baterai Li-ion yang dicampur dengan asam timbal, terutama pada baterai starter. Hal tersebut berbahaya karena dapat menyebabkan kebakaran, menyebabkan ledakan dan cedera pribadi.

b. Nikel-Cadmium (NiCd):

Ketika baterai NiCd dibuang secara sembarangan, silinder sel logam akan terkorosi di tempat pembuangan. *Cadmium* yang mudah larut dalam air akan masuk dan meresap ke dalam jaringan air jika terjadi hujan. Setelah terjadi proses kontaminasi, siapapun tidak berdaya untuk menghentikan proses pencemaran. Lautan di dunia sudah menunjukkan jejak adanya pencemaran *cadmium* (bersama dengan aspirin, penisilin, dan antidepresan) namun hingga saat para ilmuwan tidak yakin asal usul pencemaran tersebut darimana berasal.

c. Nikel-Metal-Hidrida (NiMH):

Nikel dan elektrolit dalam NiMH bersifat semi-toksik. Untuk jumlah yang relatif kecil, baterai NiMH dapat dibuang bersama dengan limbah rumah tangga lainnya. Namun apabila baterai yang dibuang banyak jumlahnya, maka baterai tersebut harus dibuang di tempat pengolahan limbah atau sampah yang aman. Alternatif lainnya yang lebih baik adalah dengan membawa baterai bekas ke tempat penampungan sementara untuk selanjutnya didaur ulang.

d. Lithium Primer:

Baterai jenis ini mengandung litium metalik yang bereaksi keras jika berkontak dengan kelembaban dan harus dibuang dengan tepat. Apabila dibuang ke tempat pembuangan sampah dalam kondisi terisi daya, litium yang terpapar dapat menyalakan api. Apabila kebakaran terjadi di dalam *landfill*, maka akan sulit dipadamkan dan dapat terbakar selama bertahun-tahun di bawah tanah.

e. Lithium-ion (Li-ion):

Li-ion tidak berbahaya namun apabila sudah habis masa pakainya harus dibuang ke tempat pengolahan dengan benar. Hal ini dilakukan agar dapat mengambil beberapa logam berharga yang bisa digunakan kembali terutama karena volume permintaan dari Li-ion yang banyak. Dengan meningkatnya penggunaan Li-ion, laporan European Commission yang bernama "*Towards the Battery of the future*" memberikan peringatan karena banyaknya baterai yang akan memenuhi akhir masa



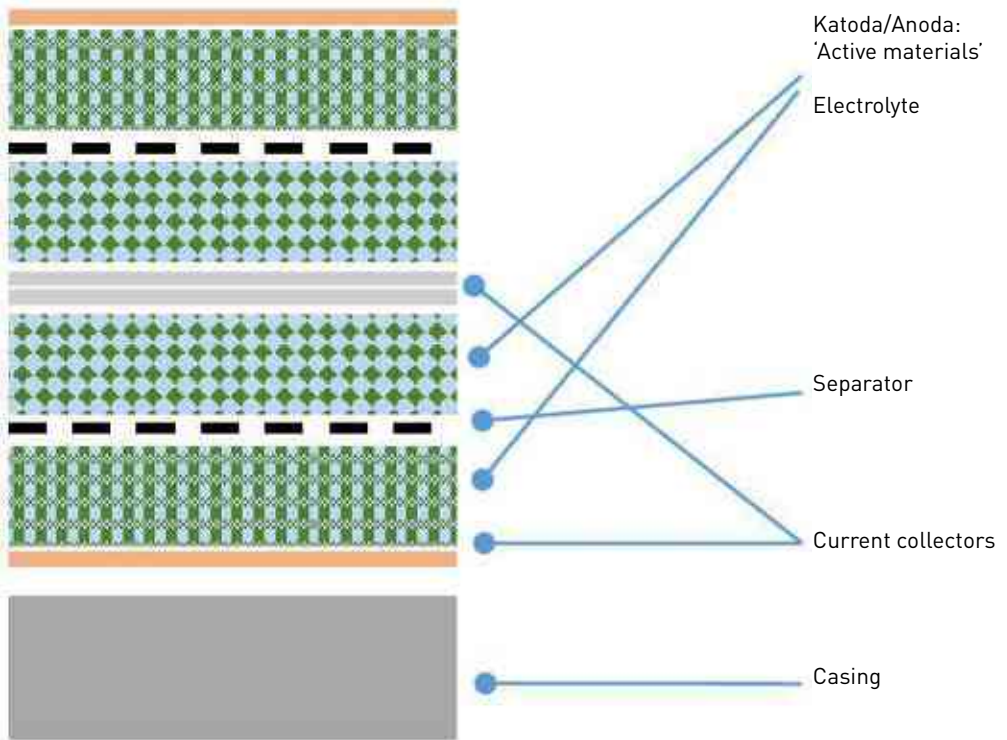
pakainya. Di Eropa, Li-ion tidak dapat ditimbun karena toksisitas dan bahaya ledakan serta baterai tersebut tidak dapat dibakar karena abunya yang beracun.

Baterai Lithium Ion

Baterai lithium ion adalah sistem yang ideal untuk penyimpanan listrik. Baterai Lithium-Ion merupakan baterai yang cukup untuk menyimpan energi yang dapat dikembalikan dalam konvers ion lithium. Baterai ini tidak melibatkan

reaksi redoks penuh dan dengan demikian dapat menghindari permasalahan keterbatasan power dan *lifetime* dari mekanisme baterai kimiawi. Rasio potensi ionisasi terhadap berat atom untuk lithium lebih tinggi daripada elemen lainnya, sehingga menghasilkan densitas energi yang akan sulit dibandingkan dengan teknik penyimpanan listrik lainnya.

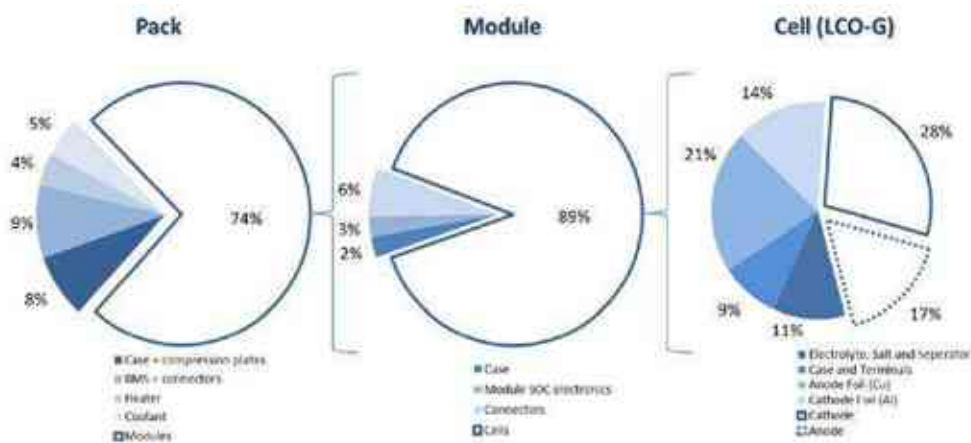
Gambar 2 . Susunan Baterai Lithium. [6]



Sebagian besar sel baterai Lithium terdiri atas komponen umum seperti elektrolit, separator, foils dan casing. Sisa dari komponen baterai lithium berfungsi untuk membungkus, mendinginkan, mengontrol, dan mendistribusikan aliran ke dalam ke sel. Secara detail, komponen dari baterai lithium dapat dilihat pada diagram dibawah ini:

Bahan material katoda yang dipilih pada baterai lithium biasanya disesuaikan dengan kebutuhannya. Saat ini tersedia beberapa jenis material campuran yang digunakan sebagai katoda, dimana sesuai dengan yang ada pada tabel 1.

Gambar 3 . Komponen Penyusun Baterai Lithium. [6]



Tabel 1 . Material Penyusun Katoda Baterai Lithium. [6]

Material	Singkatan	Voltage vs Li/Li+	Specific capacity (mAh/g)	Kelebihan	Kekurangan
LiCoO_2	LCO	3.9	140	Performa yang baik	Kurang <i>safety</i> , menggunakan nikel & cobalt
$\text{LiNi}_{0.33}\text{Mn}_{0.33}\text{Co}_{0.33}\text{O}_2$	NMC(333)	3.8	160-170	Lebih <i>safety</i> dan performa lebih baik dari LCO	Biaya mahal, menggunakan nikel & cobalt
LiFePO_4	LFP	3.4	170	Power yang sangat baik, lifetime yang lama & lebih <i>safety</i> , bahan baku melimpah	<i>Energy density</i> yang rendah
LiMn_2O_4	LMO	4.1	100-120	Murah, bahan baku melimpah, power yang tinggi	Lifetime, kapasitas, dan <i>energy density</i> yang rendah
$\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.15}\text{Al}_{0.05}\text{O}_2$	NCA	3.8	180-200	Kapasitas, tegangan, dan power yang besar	Kurang <i>safety</i> , mahal, menggunakan nikel & cobalt



Sisa dari komponen baterai lithium berfungsi untuk membungkus, mendinginkan, mengontrol, dan mendistribusikan aliran ke dalam ke sel.



Sedangkan material anoda pada baterai lithium hampir selalu menggunakan material karbon. Material seperti LTO biasanya menawarkan masa pakai yang panjang dan daya yang besar dengan

Melihat dari komposisi bahan material anoda dan katoda penyusun baterai lithium, dapat diketahui bahwa setiap material memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Bila diteliti

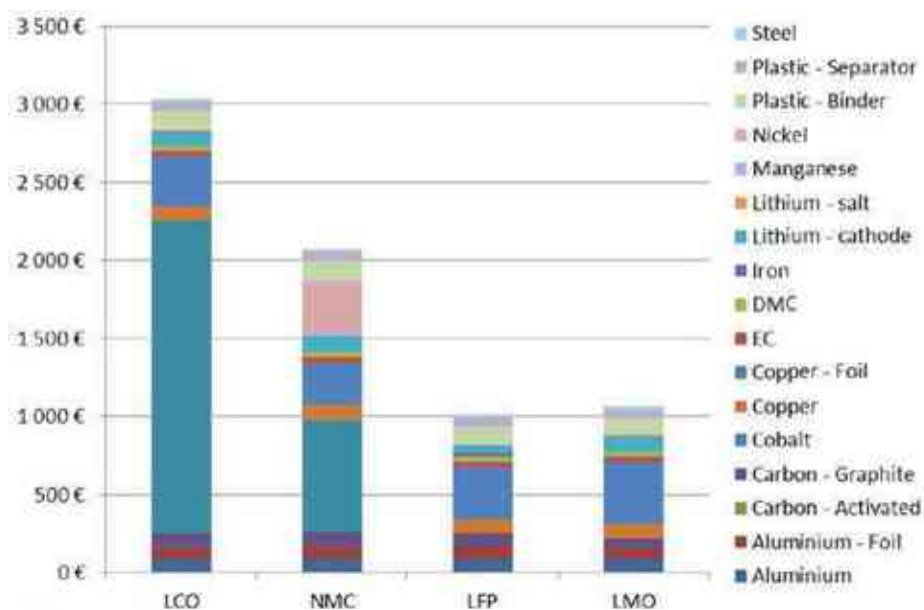
Tabel 2 . Material Penyusun Anoda Baterai Lithium. [6]

Material	Singkatan	Voltage vs Li/Li+	Specific Capacity (mAh/g)	Kelebihan	Kekurangan
Graphite	G	0.1	370	Lifetime yang lama, mudah dipahami, dan bahan baku melimpah	Tidak efektif akibat pembentukan SEI (<i>Solid electrolyte interface</i>)
Li4Ti5O12	LTO	1.5	170	Power dan <i>lifecycle</i> yang sangat baik	Tegangan dan energi yang rendah, mahal
LiFeSiO4	LFS	0.3	up to 2000+	<i>Energy density</i> yang jauh lebih bagus dari anoda lainnya	Untuk saat ini, <i>lifetime</i> nya sangat singkat

mengorbankan *energy density* dan biaya. Berikut ini contoh material yang digunakan sebagai anoda pada baterai lithium.

lebih lanjut, komposisi material tersebut terdiri atas berbagai macam unsur-unsur, sebagian unsur memiliki jumlah yang terbatas di alam dan sebagian lainnya memiliki implikasi negatif bagi kesehatan.

Gambar 4 . Nilai Material dalam Beberapa Sel Kimia Baterai Lithium. [6]



Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa mayoritas nilai dalam sel baterai lithium berasal dari Cobalt atau Nikel sementara sisanya didominasi oleh Tembaga. Cobalt

dan Lithium adalah bahan yang paling dibatasi karena keterbatasannya di alam, sementara nikel penting untuk didaur ulang karena alasan lingkungan.

Tabel 3 . Ketersediaan Unsur Pembentuk Baterai Lithium. [10]

Material	Availability (Mt)	Production 2012 (kt)
Cobalt	13	110
Nickel	150	2100
Lithium	30	26
Manganese	5200	16000

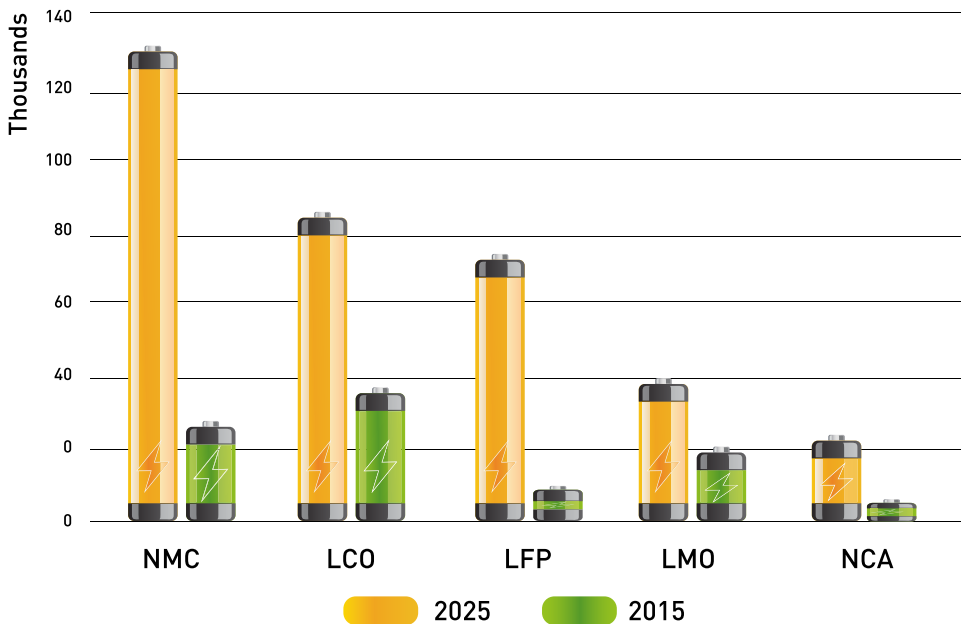


Karena alasan tersebut, proses daur ulang sangat diperlukan bukan hanya untuk mendapatkan kembali nilai ekonomisnya namun juga terkait dengan efeknya bila dibiarkan di lingkungan terbuka. Selain itu bila melihat proyeksi dibawah ini, dapat diketahui bahwa untuk satu dekade ke depan, baterai dengan kandungan nikel dan cobalt tampaknya akan tetap mendominasi produksi baterai di dunia. Hal Ini lebih berkaitan dengan perangkat seluler (ex. handphone) daripada kendaraan. Baterai LFP digunakan dalam *Electric Vehicle* (EV) dan alat-alat listrik yang diperkirakan memiliki tingkat pertumbuhan tercepat.

Proses Recycle Baterai

Tidak semua bahan hasil daur ulang dapat mencapai kualitas untuk menjadi bahan baku pembuatan baterai selanjutnya, namun hasil yang diperoleh dapat digunakan sebagai bahan campuran sehingga permintaan akan bahan baku baterai dapat diturunkan. Perusahaan asal Jerman, Duesenfeld GmbH melaporkan kemajuan yang signifikan dalam mendaur ulang baterai lithium-ion di mana perusahaan tersebut dapat menggunakan energi 70% lebih sedikit dengan *smelting furnaces* tradisional.

Gambar 5 . Proyeksi Penjualan Baterai Lithium Berdasarkan Jenisnya. [8]



Gambar 6 . Pabrik daur ulang untuk baterai kendaraan listrik di Jerman. [1]



Proses daur ulang baterai Li-ion biasanya dimulai dengan menonaktifkan tegangan yang tersimpan untuk dihilangkan energinya serta untuk mencegah peristiwa termal yang mengejutkan terjadi. Elektrolit juga dapat dibekukan untuk mencegah reaksi elektrokimia selama proses penghancuran. Duesenfeld mematenkan proses yang menguapkan dan me-recover pelarut organik elektrolit dalam ruang hampa dengan kondensasi. Mereka mengklaim bahwa proses ini tidak menghasilkan gas buang beracun.

Selanjutnya, proses daur ulang dibagi menjadi beberapa proses yaitu *mechanical*, *pyrometallurgical* dan *hydrometallurgical treatments*. Proses *mechanical treatments* melibatkan penghancuran sel baterai. Proses *pyrometallurgical treatments* mencakup proses ekstraksi logam dari selnya dengan bantuan termal. Proses *hydrometallurgical treatments* melibatkan proses air. Untuk mengurangi bahaya insiden kebakaran selama proses daur ulang, beberapa pendaur ulang yang lebih kecil membakar baterai lithium-ion secara eksternal di fasilitas pengolahan limbah



khusus sebelum melakukan pemisahan mekanis.

Setelah proses pembongkaran melalui *mechanical treatments*, selanjutnya dilakukan penyortiran untuk memisahkan komponen tembaga foil, aluminium foil, pemisah dan bahan pelapis. Nikel, kobalt dan tembaga dapat didaur ulang dari gips, namun untuk litium dan aluminium tetap berada di terak (*slag*). Proses *hydrometallurgical treatments* diperlukan untuk memulihkan litium. Hal ini termasuk pencucian, ekstraksi, kristalisasi, dan presipitasi dari larutan cair.

Di Belgia, Perusahaan Umicore menggunakan *furnace* untuk melelehkan baterai secara langsung sehingga dapat *di-recovery* 95% kobalt, nikel dan tembaga. Setelah pelelehan di *furnace* dilakukan, Umicore menggunakan proses pencucian gas khusus untuk membersihkan produk insinerasi beracun dari fluor yang mengandung gas buang.

Di Jerman, Duesenfeld melepaskan komponen-komponen baterai, lalu menghancurkannya di atmosfer inert. Selanjutnya digunakan elektrolit pelarut organik dengan cara menguapkan dan mengembunkan ulang pelarut tersebut. Kemudian hasil dari pengembunan tersebut dilakukan proses ekstraksi untuk memisahkan bahan pelapis elektroda dari senyawa yang lain. Logam-logam tersebut kemudian dilarutkan dari bahan aktif sebelumnya. Grafit dapat disaring dan diperoleh kembali, setelah itu lithium-karbonat, nikel-sulfat, kobalt-sulfat dan mangan-sulfat diproduksi. Proses daur ulang ini menghasilkan lebih banyak logam dibandingkan dengan metode termal Umicore. Emsi CO₂ juga berkurang bersamaan dengan penghematan energi dan penurunan gas berbahaya yang terbentuk.

Gambar 7 . Daur ulang baterai EV lithium-ion dalam sebuah wadah. [1]



Gambar 8 . Grafit daur ulang dari baterai lithium-ion. [1]



Di Amerika Utara, Retriev Technologies, sebelumnya Toxco, dan Rechargeable Battery Recycling Corporation (RBRC) mengumpulkan baterai bekas dan mendaur ulangnya. Sementara Retriev memiliki fasilitas daur ulang sendiri, RBRC bertugas mengumpulkan baterai dan mengirimkannya ke organisasi daur ulang. Retriev di Trail, British Columbia, mengklaim sebagai satu-satunya perusahaan di dunia yang mendaur ulang baterai lithium besar. Mereka menerima baterai bekas dari pengeboran minyak di Nigeria, Indonesia dan tempat-tempat lain. Mereka juga mendaur ulang baterai lithium yang sudah pensiun dari silo rudal Minuteman dan berton-ton Li-ion dari sisa-sisa perang. Divisi lain di Retriev mendaur ulang nikel-kadmium, nikel-logam-hidrida, timah, merkuri, alkali dan banyak lagi.

Wilayah Eropa dan Asia juga aktif dalam melakukan daur ulang baterai bekas. Di antara perusahaan daur ulang lainnya, Sony dan Sumitomo Metal di Jepang dan Umicore di Belgia telah mengembangkan teknologi untuk mengambil kobalt dan logam mulia lainnya dari baterai lithium ion bekas.

Umicore menggunakan proses suhu sangat tinggi (UHT) untuk mendaur ulang baterai Li-ion dan NiMH. Baterai bekas dibongkar dan akan dilebur dalam tungku UHT. Hasil proses peleburan tersebut dipisahkan menjadi paduan logam yang mengandung tembaga, kobalt, nikel, dan terak (limbah yang mengandung logam langka). Terak dapat diproses lebih lanjut untuk memulihkan litium, tetapi memproduksi litium bermutu dari baterai bekas belum ekonomis. Saat ini, sedang



dikembangkan metode untuk mengekstrak litium agar dapat diproses kembali menjadi litium karbonat sebagai bahan produksi Baterai Li-ion. Dengan proyeksi pertumbuhan konsumsi baterai yang mencapai 10 kali lipat antara tahun 2020 dan 2030, penggunaan kembali lithium bekas bisa menjadi ekonomis sehingga hasil daur ulang tersebut dapat digunakan sebagai *feedstock* produksi baterai lithium lagi.

Kesiapan Indonesia dalam Pengolahan Limbah Baterai

Setiap negara menetapkan aturannya sendiri dan menambahkan tarif pada harga pembelian baterai baru untuk mendorong diterapkannya daur ulang

baterai. Di Amerika Utara, beberapa pabrik daur ulang baterai membuat faktor berdasarkan berat dan tarifnya bervariasi sesuai dengan material kimianya. Karena nilai dari *recoverable* logam yang buruk, proses daur ulang baterai Li-ion memiliki biaya yang lebih tinggi daripada kebanyakan jenis baterai lainnya.

Di Indonesia, pengelolaan limbah baterai untuk electric vehicle telah diatur melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik (KBL) Berbasis Baterai (*Battery*

Gambar 9 . Lithium-carbonate daur ulang dari baterai lithium-ion. [1]





Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan. Dalam perpres tersebut disepakati untuk melakukan percepatan pengembangan industri EV dalam negeri, pemberian

insentif, penyediaan infrastruktur pengisian listrik dan pengaturan tarif tenaga listrik untuk EV; pemenuhan terhadap ketentuan teknis EV; dan perlindungan terhadap lingkungan hidup.

Secara spesifik, Perpres No. 55/2019 mewajibkan dilakukannya penanganan limbah baterai EV dengan cara daur ulang ataupun pengelolaan terlebih dahulu. Penanganan limbah tersebut dilaksanakan oleh lembaga, industri EV, dan industri komponen EV dalam negeri yang memiliki izin pengelolaan limbah baterai sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang pengelolaan limbah. Namun demikian, di dalam implementasinya pengelolaan



Mengingat biaya proses daur ulang yang relatif tidak ekonomis, maka dibutuhkan dukungan berupa pemberian insentif ataupun subsidi bagi para pihak-pihak yang melakukan proses daur ulang.



dan proses daur ulang baterai EV tetap masih membutuhkan dukungan dari pemerintah. Mengingat biaya proses daur ulang yang relatif tidak ekonomis, maka dibutuhkan dukungan berupa pemberian insentif ataupun subsidi bagi para pihak-pihak yang melakukan proses daur ulang. Hal tersebut perlu dilakukan untuk mendukung pengembangan EV yang akan secara utuh memberikan dampak positif bagi lingkungan dalam segala sektornya. ■

REFERENSI:

1. Copyright - Duesenfeld GmbH & Wolfram Schroll
2. https://batteryuniversity.com/learn/article/recycling_batteries
3. <https://learn.sparkfun.com/tutorials/what-is-a-battery/components>
4. <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2017/aug/10/electric-cars-big-battery-waste-problem-lithium-recycling>
5. Kushnir, D. and B. A. Sandén (2012). The time dimension and lithium resource constraints for electric vehicles.
6. Kushnir, Duncan. (2015). Lithium Ion Battery Recycling Technology 2015. Chalmers University of Technology.
7. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 55. (2019). Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan.
8. Pillot. (2014). 31st IBSE.
9. Tytgat, J. (2011). Recycling of Li-ion and NiMH batteries from electric vehicles: technology and impact on life cycle.
10. USGS. (2013). Resource Handbooks.



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 :



Hidup Terlindungi,
Kini dan Nanti.



Wujudkan Kebahagiaan
di Hari Tua.



Dukung Semangatnya
Meraih Cita-cita.



Lindungi Harapan
Keluarga di Hari Depan.

TMPOWER LINK

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.



- PT Pertamina (Persero) bakal melepas sebagian saham partisipasi di beberapa wilayah kerja minyak dan gas bumi yang dikelola perseroan, khususnya Blok Rokan, untuk membagi risiko, menambah pendanaan, dan meningkatkan produksi.
- Harga minyak mentah Indonesia (ICP) mengalami penurunan signifikan sebesar US\$4,05 per barel menjadi US\$57,27 per barel pada Agustus 2019 menyusul perang dagang AS-China yang berlarut.
- Indonesia butuh reformasi kebijakan lanjutan untuk menarik investasi asing dalam rangka mengejar target pertumbuhan ekonomi.
- Produsen biodiesel memperkirakan ada tambahan hingga empat pabrik baru *fatty acid methyl ester* (FAME) dalam 2 tahun mendatang seiring dengan adanya rencana perluasan mandatori pemanfaatan bahan bakar nabati tersebut.
- PT Pertamina (Persero) siap membangun pabrik baterai lithium-ion pada 2021, sementara itu pemerintah berkomitmen untuk memacu penguatan ekosistem kendaraan bermotor listrik.
- Turunnya alokasi subsidi energi dalam RAPBN 2020 diyakini tidak akan mempengaruhi stabilitas konsumsi masyarakat.
- Pemerintah menjadikan percepatan larangan ekspor bijih nikel menjadi awal 2020 sebagai fondasi pengembangan produksi bahan baku baterai yang akan menopang program kendaraan bermotor listrik.
- Pemerintah memprediksi pertumbuhan ekonomi pada 2019 meleset dari target. Menteri Keuangan Sri Mulyani Indrawati menyatakan, pertumbuhan ekonomi pada 2019 diprediksi 5,08%–5,1%.
- Pemerintah perlu menjaga daya beli masyarakat dan stabilitas konsumsi rumah tangga sebagai upaya untuk menjadikan sektor ini sebagai tumpuan pertumbuhan ekonomi pada tahun depan.
- Kementerian Keuangan memastikan aturan pelaksana

Perpres No.55/2019 tentang Percepatan Kendaraan Bermotor Listrik untuk Transportasi Jalan tidak jauh dari substansi perpres tersebut.

- Peluang Indonesia memacu ekspor produk turunan minyak kelapa sawit mentah ke India terancam oleh pemberlakuan *safeguard* impor untuk komoditas perkebunan tersebut.
- Baru-baru ini Trump mengeluarkan *statement* ancaman untuk pemerintah Cina yaitu tepatnya ancaman larangan bagi pemerintah AS untuk melakukan bisnis dengan Cina.
- Indonesia meningkatkan tekanannya kepada Uni Eropa dengan menyiapkan pengalihan impor pesawat terbang dari Airbus ke Boeing asal AS.
- Besaran subsidi energi dalam RAPBN 2020 ditetapkan senilai Rp 137,5 triliun, turun 3,58% dibanding dengan alokasi tahun lalu yang mencapai Rp 142,6 triliun.
- Prospek penerimaan negara bukan pajak (PNBP) semakin berat setelah pemerintah menurunkan target setoran dividen Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dalam RAPBN 2020.
- Konsumsi crude palm oil untuk pangan, nonpangan, dan biodiesel di dalam negeri ditargetkan mencapai 19,26 juta ton pada 2030.
- Rencana pemerintah menggelontorkan Rp1 triliun ke BUMN melalui penyertaan modal negara untuk mengurangi defisit transaksi berjalan dikhawatirkan hanya semakin membebani APBN.
- Arah kebijakan ekonomi pemerintah yang tertuang dalam Pidato Kenegaraan Presiden Joko Widodo pada Jumat (16/8) membangkitkan optimisme pelaku usaha terhadap masa depan perekonomian nasional.
- Besaran subsidi energi pada Rencana Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (RAPBN) 2020 ditetapkan senilai Rp137,5 triliun atau turun 3,58% dibandingkan dengan alokasi tahun lalu yang senilai Rp142,6 triliun. ■



REUTER



- China akan mengimpor pakan ternak kedelai dari Argentina. Selama bertahun-tahun Argentina mencoba untuk masuk pada pasar cina yang merupakan konsumen terbesar makanan ternak babi, namun mendapat penolakan dari China.
- Penurunan penjualan kendaraan di China memasuki bulan ke-14 pada bulan Agustus, dan penjualan *New Energy Vehicles* (NEV) menyusut dua bulan berturut-turut.
- Harga minyak mentah berjangka terus meningkat lima hari berturut-turut mencapai harga tertinggi dalam enam pekan terakhir seiring optimisme akan perpanjangan waktu pengurangan produksi OPEC dan negara-negara produsen minyak lainnya.
- Perusahaan-perusahaan minyak besar telah menyetujui proyek investasi senilai \$ 50 miliar seperti Royal Dutch Shell (RDSa.L), BP (BP.L) dan ExxonMobil (XOM.N). Rencana investasi ini dinilai tidak akan layak secara ekonomi jika pemerintah menerapkan Perjanjian Paris yang didukung UN tentang perubahan iklim, yang membatasi pemanasan global hingga 1,5 derajat Celsius.
- Para pemimpin industri biodiesel di Amerika, mengutarakan keinginannya untuk meningkatkan volume biodiesel yang harus disuling oleh kilang minyak ke dalam bahan bakar biodiesel setiap tahun.
- Target Australia di tahun 2020 untuk menghasilkan listrik dari energi terbarukan dengan skala besar yaitu sebesar 33.000 Gigawatt jam (GWh) telah diluncurkan pada tahun 2001 oleh pemerintah konservatif dan berkurang pada tahun 2015 karena berkurangnya dukungan. Estimasi tahun 2016 bahwa untuk

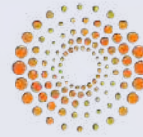


memenuhi target 6.400 MW perlu dibangun kapasitas skala besar antara 2017 dan 2019.

- Parlemen China akan memastikan seluruh wilayah di China memprioritaskan sumber daya energi terbarukan. Total daya yang dihasilkan dari renewable di Tiongkok berjumlah 728 gigawatt pada akhir 2018, naik 12% pada tahun ini dan sebesar 38% dari total kapasitas pembangkit terpasang.
- Trump akan meningkatkan permintaan *biofuel* dalam beberapa minggu, untuk meredakan kemarahan petani dengan meningkatnya keringanan penggunaan kilang penyulingan minyak untuk mencampurkan etanol ke dalam pasokan bahan bakar.
- Texas International Terminals berencana untuk mengoperasikan unit distilasi minyak mentah (CDU) sendiri di sebuah lokasi di Galveston, Texas, yang memproduksi bunker dan minyak gas untuk afiliasi GCC Bunkers, yang akan memasok minyak mentah dan memasarkan bahan bakar yang dihasilkan.
- Iran ingin meningkatkan ekspor minyak mentahnya jika Barat menginginkan negosiasi dengan Teheran untuk menyelamatkan perjanjian nuklir Teheran tahun 2015.
- Meningkatnya ketegangan dalam perang AS-China menyebabkan minyak mentah Brent turun 89 sen, atau 1,5%, pada \$ 58,45 per barel dan WTI turun \$ 1, atau 1,8%, menjadi \$ 53,17 per barel.
- Trump melalui *Environmental Protection Agency* (EPA) memberikan keringanan kepada industri kilang minyak untuk menggunakan lebih sedikit etanol berbasis jagung yang menyebabkan kemarahan para petani, membebaskan puluhan kilang dari persyaratan etanol.

REUTER





- Kementerian Perindustrian dan Teknologi Informasi mengumumkan pada websitenya dokumen rencana untuk melakukan ujicoba Zona Bebas Kendaraan Berbahan Bakar Minyak pada beberapa daerah di negara itu dan kemungkinan akan mengeluarkan jadwal untuk akhirnya menghapus jenis kendaraan tersebut.
- Penerbangan menyumbang sekitar 2,5% dari emisi karbon dioksida global dan memiliki target untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 50% pada tahun 2050, oleh karena itu Shell (RDSa.L), British Airways dan Velocys (VLSV.L) memiliki rencana untuk membangun pabrik skala besar pertama di Eropa yang memproduksi bahan bakar jet dari limbah domestik dan komersial di tahun 2024
- China National Petroleum Corp (CNPC) melalui Chinaoil yang merupakan pembeli utama minyak Venezuela menghentikan loading minyak mentah, karena pada awal Agustus pemerintahan Trump membekukan semua aset pemerintah Venezuela di Amerika Serikat dan memberikan ancaman terhadap perusahaan yang melakukan bisnis dengan perusahaan minyak milik negara Venezuela. ■



- OPEC memangkas perkiraan pertumbuhan permintaan minyak global untuk sisa tahun ini menjadi 1,02 juta barel per hari (b/d). Jumlah tersebut turun 80.000 b/d dari estimasi Agustus.
- Kamar Dagang Amerika di Shanghai mengatakan survei anggota terbarunya menunjukkan banyak bisnis AS di China dirugikan oleh tarif, mendorong mereka untuk bergerak lebih cepat menjauh dari negara Asia.
- Minyak shale AS yang meningkat dan permintaan yang kurang baik akan menciptakan volatilitas untuk pasar minyak, menurut Dan Yergin, wakil ketua IHS Markit.
- Menteri Perminyakan Irak Thamer Ghadhban mengatakan kepada CNBC bahwa negaranya akan mengurangi produksi minyak untuk memenuhi permintaan OPEC.
- Pimpinan Raksasa Minyak mentah Saudi Aramco Khalid al Falih akan diganti. Manuver tersebut dilakukan untuk mengakselerasi rencana perusahaan untuk melakukan IPO.
- Presiden Trump membuat Wall Street bingung Minggu lalu ketika ia memerintahkan perusahaan AS untuk memindahkan produksi keluar dari Cina.
- Tarif masuk mulai efektif diberlakukan pada awal minggu pada \$112.000.000.000 dari impor Cina. Tarif 15% mencakup berbagai macam barang konsumen, termasuk segala sesuatu dari jenis pakaian dan sepatu tertentu untuk beberapa elektronik konsumen seperti kamera dan komputer desktop.
- Pemerintah Saudi memecah Industri dan pertambangan dari kementerian energi. Hal ini dilakukan untuk diversifikasi ekonomi dari eksportir minyak top dunia.

CNBC



CNBC



- AS akan meningkatkan statusnya sebagai eksportir minyak utama. Jaringan pipa baru akan mulai beroperasi untuk mengangkut minyak dari kemacetan di Permian Basin ke Gulf Coast yang merupakan pelabuhan untuk mengirimkan minyak untuk ekspor internasional;
- Proses penambahan saham pemerintah di PT Tuban Petrochemical Industries diharapkan rampung secepatnya sehingga bisa mensubstitusi impor bahan baku kimia aromatik senilai US\$2 miliar per tahun.
- Data perekonomian AS menunjukkan jumlah pengangguran yang sedikit, pertumbuhan ekonomi di atas potensi pertumbuhan non inflasi, sehingga tidak memerlukan kebijakan moneter untuk pengaturan suku Bunga jangka pendek dan panjang.
- E-ferry Ellen melintasi perairan antara pelabuhan Soby dan Fynshav di selatan Denmark. Kapal ini ditenagai oleh sistem baterai dengan kapasitas 4,3 megawatt jam. ■



- Nilai tukar rupiah tercatat di posisi Rp13.994 per dolar Amerika Serikat (AS) pada perdagangan pasar spot Kamis (12/9) sore. Posisi ini menguat 0,47 persen dibanding penutupan pada Rabu (11/9) yakni Rp14.060 per dolar AS.
- Nilai tukar rupiah tercatat di posisi Rp14.035 per dolar Amerika Serikat (AS) pada perdagangan pasar Selasa (10/9) pagi. Posisi rupiah stagnan dibanding penutupan pada Senin (9/9) yang juga ditutup Rp14.035 per dolar AS.
- Harga minyak mentah dunia menguat sekitar 2 persen pada perdagangan Senin (9/9) waktu Amerika Serikat (AS). Penguatan terjadi setelah Menteri Energi Arab Saudi Pangeran Abdulaziz bin Salman menegaskan akan tetap menjalankan kebijakan pembatasan produksi minyak mentah agar harga minyak tetap terjaga.
- Nilai tukar rupiah tercatat di posisi Rp14.091 per dolar Amerika Serikat (AS) pada perdagangan pasar Senin (9/9) pagi. Posisi tersebut menguat 0,07 persen dibanding penutupan Jumat (6/9) pada posisi Rp14.101 per dolar AS.
- Bank Indonesia (BI) menyatakan pertumbuhan ekonomi Indonesia sulit tembus 6 persen atau keluar dari kisaran 5 persen dalam waktu dekat ini. Pasalnya, ekonomi dalam negeri diperkirakan masih menghadapi tekanan dari nilai tukar rupiah.
- Harga minyak dunia melemah jelang pidato Jerome Powell, Gubernur The Fed. Harga minyak melemah karena pelaku pasar tengah mengantisipasi sinyal penurunan suku bunga acuan lanjutan oleh bank sentral AS.





- Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi (BPH Migas) menyatakan konsumsi solar bersubsidi tahun ini berpotensi membengkak menjadi 15,31 juta kiloliter (kl)-15,94 juta kl.
 - Nilai tukar rupiah berada pada posisi Rp14.260 per dolar AS pada Selasa (20/8) pagi. Posisi tersebut melemah 0,16 persen dibandingkan penutupan Senin (19/8) yang di Rp14.238 per dolar AS.
 - Mayoritas ekonom Amerika Serikat (AS) memproyeksi resesi ekonomi Negeri Paman Sam akan terjadi pada tahun depan atau 2021 mendatang. ■
-

Bloomberg

- World Bank memroyeksikan pertumbuhan ekonomi Indonesia pada tahun 2020 akan berada di bawah 5%, tepatnya 4,9% atau paling rendah sejak tahun 2015.
- Raja Arab Saudi, Salman bin Abdulaziz, minggu lalu melantik puteranya sendiri, Pangeran Abdulaziz, sebagai Menteri Energi Arab Saudi menggantikan Khalid Al Falih.
- Dampak polemik ekonomi global (trade war AS-Cina, resesi AS, krisis ekonomi eropa, dll) terus terjadi, kali ini negara-negara berkembang merasakan isu perekonomian baik tekanan pada mata uang di negara berkembang dan beberapa instrument investasi internal (negara berkembang).
- Menteri Keuangan RI, Sri Mulyani menyatakan bahwa pemerintah Indonesia siap menghadapi “badai” ekonomi global yang diperkirakan akan bergejolak saat ini akibat polemik *trade war* AS-Cina, isu resesi AS bahkan prediksi krisis ekonomi di Eropa.
- Harga minyak dunia kembali stabil (sedikit naik) setelah sempat turun beberapa sen Dollar. Kenaikan perlahan harga minyak dunia menyentuh kestabilan relatif salah satunya dilatarbelakangi oleh adanya indikasi damai di Perang Dagang AS-Cina.
- Bank Indonesia kembali akan memangkas suku bunga (BI *Rate*) untuk yang kedua kalinya.
- Penurunan harga minyak dunia dalam beberapa pekan terakhir, hingga menyentuh level terendah dalam 7 bulan terakhir, memicu pemerintah Arab Saudi untuk berupaya kembali menyetabilkan harga. ■



WOOD MACKENZIE



- Pasar minyak mentah sedikit terkoreksi naik minggu lalu mengingat adanya berita berish yang tidak terpublikasi. Rerata mingguan North Sea Dated naik sebesar US\$0.15/bbl menjadi US\$59.57/bbl.
- Pada 28 Agustus 2019, pemerintah India memberikan persetujuan untuk Investasi Langsung Asing (FDI) 100% di sektor pertambangan batubara komersial. Ketentuan tersebut diharapkan dapat menarik perusahaan pertambangan asing untuk menanamkan modal di India.
- Pengusaha galangan kapal kekurangan pesanan baru dan upaya pengurangan biaya oleh operator dan kontraktor, sehingga sektor galangan kapal Asia menghadapi tantangan yang signifikan dalam penurunan *demand* tersebut. ■

Katadata, EIA, Oilprice.com

OTHER PUBLICATION



- Dengan asumsi jumlah penduduk ibu kota baru sebanyak 1,5 juta jiwa, Masyarakat Energi Terbarukan Indonesia (METI) memperkirakan kebutuhan energi mencapai 3,75 TWh/tahun hingga 4,5 TWh/tahun.
- Produksi minyak mentah dengan gravitasi API lebih besar dari 40 derajat tumbuh dari 1.200.000 barel per hari (b/d) di 2015 ke lebih dari 5.800.000 b/d pada 2018. Produksi dalam kisaran API ini menyumbang 55% dari total L48 produksi di 2018, meningkat dari level 50% di 2015.
- Pada kuartal 2, Rosneft menyampaikan bahwa Proyek petrokimia (Eastern Petrochemical Company (VNKhK)) tidak menjadi bagian dari rencana investasi
- Penurunan stok minyak mentah AS sebesar 3.45 juta Barrel per tanggal 15 Agustus 2019 lalu sedikit naik dibanding dengan perkiraan yaitu 1.89 Juta Barrel. ■

3 KEHEBATAN PERTAMAX BANTU MERAWAT KENDARAANMU



DETERGENCY

Membersihkan mesin bagian dalam sehingga mesin lebih terpelihara.



DEMULSIFIER

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



CORROSION INHIBITOR

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



Detail spesifikasi produk
scan QR-Code

MUSICOOL

Hematnya Energi, Hijaunya Bumi



HEMAT
20%



HEMAT ENERGI



HEMAT BIAYA
LISTRIK



RAMAH LINGKUNGAN



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.



9 1772598 1314005