

**BULETIN**

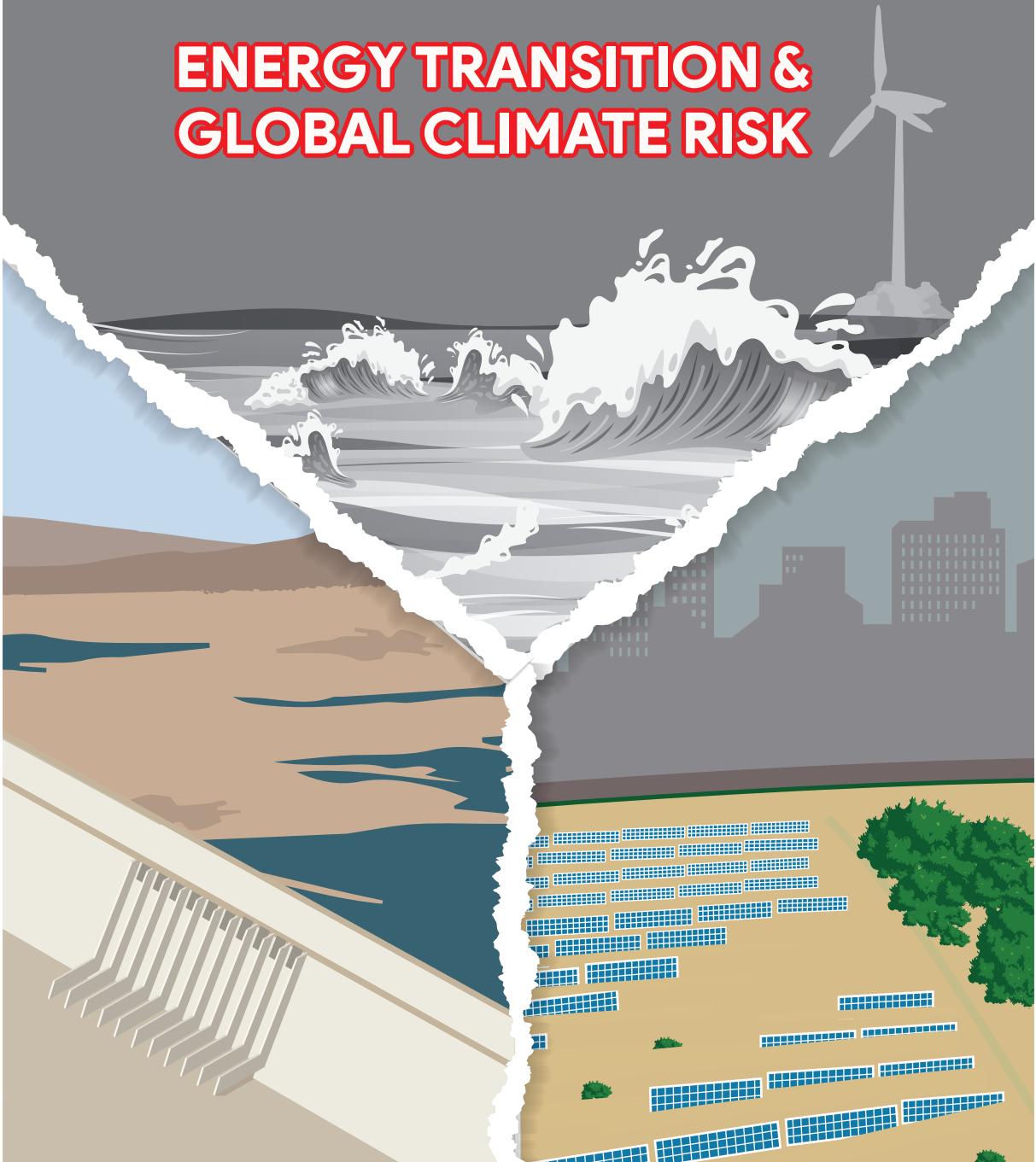
**PERTAMINA  
ENERGY  
INSTITUTE**

VOLUME 8

N O M O R **03**

2022

**ENERGY TRANSITION &  
GLOBAL CLIMATE RISK**



# PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

---

Volume 8 - 2022

Follow us:

@Pertamina



**PERTAMAX  
TURBO**

# SEMPURNAKAN PERFORMA



**OKTAN TINGGI  
RON 98**

Hasilkan emisi gas buang rendah karbon yang ramah lingkungan.



**FORMULA  
PERTATEC**

Menjaga dari karat, jadikan mesin tahan lebih lama.



**TEKNOLOGI  
IGNITION BOOST**

Optimalkan efisiensi pembakaran, untuk akselerasi maksimal.

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

Fenomena cuaca ekstrem akibat perubahan iklim dalam beberapa tahun terakhir telah menimbulkan kerugian finansial, memakan korban jiwa serta mengganggu ketahanan pangan dan pasokan energi. Pada pertengahan tahun 2022, badai Fiona menghantam Puerto Rico yang mengganggu saluran listrik menyebabkan pemadaman listrik di seluruh pulau, serta curah hujan tinggi yang menyebabkan banjir dan tanah longsor. Selain itu, banjir bandang yang terjadi di Pakistan, akibat hujan monsoon dan pencairan gletser di pegunungan utara, telah merendam stasiun pembangkit listrik dan menghancurkan jaringan pipa gas. Hal ini menyebabkan pemadaman listrik total di beberapa kota di Pakistan akibat terganggunya jaringan distribusi listrik dan pasokan gas.

Cuaca ekstrem juga turut menghambat penggunaan energi hijau yang menjadi target transisi energi dalam memitigasi perubahan iklim. Gelombang panas yang terjadi di Eropa pada pertengahan tahun 2022 merupakan yang terburuk sejak renaissance, yaitu hampir dua pertiga wilayah Eropa berada dalam situasi siaga kekeringan, yang berdampak negatif pada sektor energi, khususnya pengembangan energi baru dan energi terbarukan. Pembangkit listrik tenaga air di Norwegia kekurangan air, reaktor nuklir di Prancis yang memasok dua pertiga dari sumber listrik mengurangi produksi untuk mengurangi risiko gagalalnya sistem pendingin akibat kenaikan suhu air sungai Rhone dan sungai Garonne sebagai sumber pendingin, dan kekeringan sungai Rhine di Jerman yang merupakan jalur perdagangan utama terlalu dangkal untuk dilalui tongkang pengangkut bahan bakar.

Di wilayah Asia, Tiongkok dilanda gelombang panas dan kekeringan pada musim panas tahun 2022, yang merupakan cuaca ekstrem terburuk yang dialami sejak tahun 1961. Gelombang panas yang terjadi di provinsi Sichuan telah berlangsung lebih dari 70 hari dan meningkatkan suhu udara sehingga mencapai 43°C dan suhu di distrik Beibei mencapai 45°C. Provinsi Sichuan yang terletak di Sungai Yangtze, dalam penyediaan tenaga listriknya bergantung pada pembangkit listrik tenaga air. Kapasitas pembangkit listrik tenaga air di provinsi Sichuan menurun mencapai 50% karena waduk mengering. Untuk mengimbangnya, Tiongkok kembali beralih ke penggunaan energi fosil yaitu batubara untuk menjaga kapasitas pembangkit listriknya. Hal ini terlihat melalui kenaikan konsumsi batubara di Tiongkok. Oleh karena itu, risiko perubahan iklim menjadi penting dan perlu untuk dipetakan dalam transisi energi, baik dalam konteks memitigasi perubahan iklim maupun dalam beradaptasi dengan perubahan iklim, sehingga sistem energi dapat bertahan terhadap gangguan langsung maupun tidak langsung dari cuaca ekstrem.

Berbagai risiko perubahan iklim yang telah disebutkan sebelumnya, menjadi latarbelakang pemilihan tema Buletin Pertamina Energy Institute Nomor 3 Tahun 2022 ini. Tim redaksi telah menyiapkan beberapa artikel menarik yang mengulas isu-isu seputar tema tersebut, kami berharap seluruh artikel yang tersaji dalam buletin ini bermanfaat dalam menambah wawasan dan pengetahuan bagi para pembaca.

## A. Salyadi Saputra

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

### OUR TEAM

#### Advisory Board:

Ari Kuncoro  
Widhyawan Prawiraatmadja

#### Senior Advisor:

Sunarsip

#### Steering Committee:

Daniel S. Purba  
Hery Haerudin

#### Research Team:

Adhitya Nugraha  
Anindya Adiwardhana  
Arisman Wijaya  
Cahyo Andrianto  
Eko Setiadi

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



# CONTENT

- |   |    |   |
|---|----|---|
| 2   | 01 | <b>ANALISIS MAKRO EKONOMI ENERGI:<br/>TRIWULAN III 2022</b>   |
| <i>Adhitya Nugraha - Pertamina Energy Institute (PEI)</i>   |    |   |
| 11  | 02 | <b>EXPERT DIALOGUE</b>  |
| <i>Dr. Ir. Agus Puji Prasetyono, M.Eng., IPU - Anggota Dewan Energi Nasional (DEN)</i>  |    |   |
| 18  | 03 | <b>PERLUNYA ADAPTASI IKLIM DALAM<br/>MENCAPAI TARGET NZE</b>  |
| <i>Yohanes Handoko Aryanto - Pertamina Energy Institute (PEI)</i>   |    |   |
| 33  | 04 | <b>DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DAN<br/>CUACA EKSTREM TERHADAP SISTEM<br/>DAN TRANSISI ENERGI</b>                         |
| <i>Robi Kurniawan - Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral</i>  |    |   |
| 46  | 05 | <b>DAMPAK RISIKO TERKAIT IKLIM<br/>TERHADAP PEREKONOMIAN</b>  |
| <i>Loisa Debrina Purba - Pertamina Energy Institute (PEI)</i>   |    |   |
| 59  | 06 | <b>IMPLIKASI RISIKO PERUBAHAN IKLIM TERHADAP<br/>KETAHANAN ENERGI DI MASA TRANSISI</b>                              |
| <i>Arie Pujiwati - Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral</i>   |    |   |
| 70  | 07 | <b>DAMPAK LINGKUNGAN DAN KESEHATAN<br/>PADA MASA TRANSISI ENERGI</b>  |
| <i>Arisman Wijaya - Pertamina Energy Institute (PEI)</i>  |    |   |
| 78  | 08 | <b>PENGUATAN RANTAI PASOK BIODIESEL<br/>MENGHADAPI DISRUPSI AKIBAT<br/>PERUBAHAN IKLIM</b>                          |
| <i>Yelita Anggiane Iskandar. - Universitas Pertamina</i>  |    |   |
| 91  | 09 | <b>PENYEDIAAN CADANGAN MINYAK DAN GAS BUMI<br/>NASIONAL SEBAGAI UPAYA MITIGASI DAN<br/>ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM</b> |
| <i>Rina Juliet Artami - Pertamina Energy Institute (PEI)</i>  |    |   |
| 105   | 10 | <b>PROGRAM AKSI UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN<br/>ENERGI DI MASA TRANSISI ENERGI</b>                                   |
| <i>Sunarsip, Ak, ME, CA - Tenaga Ahli Dewan Komisaris PT Pertamina (Persero) 2010 – 2014<br/>- Ekonom Senior di The Indonesia Economic Intelligence (IEI)</i> |    |   |
| 125   | 11 | <b>USULAN TRANSFORMASI SUBSIDI<br/>LPG TABUNG 3 KG</b>  |
| <i>Anindya Adiwardhana - Pertamina Energy Institute (PEI)</i>   |    |   |

**PERTAMINA**  
**DEX**

**KUNCI KETANGGUHAN  
PERFORMA DAN  
KEAWETAN MESIN**

KADAR SULFUR BERSTANDAR  
**EURO 4**



**SULFUR LEBIH RENDAH\***

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



**CETANE NUMBER  
TERTINGGI  
SE-INDONESIA**

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



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

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

\*Dibanding BBM Diesel Pertamina Lainnya

**B**uletin Pertamina Energy Institute edisi ini mengusung tema *Energy Transition and Global Climate Risk*. Pemilihan tema kali ini tidak terlepas dari peristiwa-peristiwa penting pada pertengahan tahun 2022, terutama isu terkait peran energi transisi dalam memitigasi perubahan iklim serta implementasi energi bersih dalam beradaptasi dengan perubahan iklim.

Fenomena cuaca ekstrem akibat perubahan iklim dalam beberapa tahun terakhir telah menimbulkan kerugian finansial, memakan korban jiwa serta mengganggu ketahanan pangan dan pasokan energi. Pada pertengahan tahun 2022, badai Fiona di Puerto Rico dan banjir bandang yang terjadi di Pakistan akibat hujan monsoon dan pencairan gletser di pegunungan utara, telah mengganggu jaringan distribusi tenaga listrik yang menyebabkan pemadaman listrik dan merusak fasilitas pendistribusian energi.

Cuaca ekstrem juga turut menghambat penggunaan energi hijau yang menjadi target transisi energi dalam memitigasi perubahan iklim. Gelombang panas yang terjadi di Eropa pada pertengahan tahun 2022 menurunkan produksi pasokan listrik yang berasal dari penggunaan energi baru dan energi terbarukan, melalui kurangnya pasokan air untuk pembangkit listrik tenaga air di Norwegia dan kenaikan suhu permukaan sungai sebagai sumber pasokan air untuk sistem pendingin reaktor nuklir di Prancis. Di wilayah Asia, Tiongkok dilanda gelombang panas dan kekeringan pada musim panas tahun 2022 yang menurunkan kapasitas pembangkit listrik tenaga air karena waduk mengering serta memaksa Tiongkok untuk kembali beralih ke penggunaan energi fosil yaitu batubara untuk menjaga kapasitas pembangkit listriknya.

Melihat perkembangan isu-isu tersebut, risiko transisi energi ke depan dan bagaimana mengamankan transisi energi terhadap risiko tersebut menjadi menarik untuk diikuti. Oleh karena itu, dalam mengulas isu-isu tersebut, buletin ini disusun dengan diawali oleh analisis makro ekonomi yang membahas perekonomian makro baik global, regional, maupun nasional. Diikuti rangkaian artikel yang mengetengahkan tema-tema seputar pengembangan energi baru dan energi terbarukan dalam konteks mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, risiko perubahan iklim terhadap capaian target Net Zero Emission, pelaksanaan transisi energi, rantai pasok energi, ketahanan energi di masa transisi energi, perekonomian, lingkungan dan kesehatan, dan artikel-artikel menarik lainnya.

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

## Daniel S. Purba

*Senior Vice President Strategy & Investment  
PT Pertamina (Persero)*





# PERTAMINA ENERGY INSTITUTE

---

Volume 8 - 2022

Follow us:

@Pertamina



# LEBIH BAIK **PERTAMAX** UNTUK KEAWETAN MESIN



**RON 92**



**PERTATEC  
FORMULA**



**MESIN BERSIH  
BEBAS KARAT**



**MESIN  
LEBIH AWET**



**KONSUMSI  
BAHAN BAKAR  
EFISIEN**

**Adhitya Nugraha**

*Pertamina Energy Institute (PEI)*

## KONDISI EKONOMI GLOBAL

**D**alam 6-12 bulan kedepan, kondisi ekonomi global dapat dipengaruhi oleh geopolitik dan harga energi (minyak, gas dan listrik) yang jika semakin melemahkan daya beli konsumen berpotensi dapat menaikkan biaya input serta menekan margin usaha yang berdampak pada inflasi bahan bakar. Adanya inflasi memberikan ruang bagi Bank Sentral untuk melakukan kebijakan. Selain itu, dampak dari harga pangan dunia yang berpotensi adanya tekanan lebih lanjut. Dunia pun dapat terdampak atas kemampuan China untuk mengatasi masalah domestik dalam perekonomiannya, yaitu properti dan perbankan. Kemudian perang di Ukraina masih berpotensi mempengaruhi ekonomi global.

Dampak invasi Rusia ke Ukraina, kembali mengetatkan moneter global dan berdampak pada perlambatan ekonomi di China membebani ekonomi global. Adapun di Eropa, pengiriman gas Rusia akan mengakibatkan kekurangan energi, harga energi yang tinggi dan penurunan ekonomi dalam beberapa bulan mendatang. Proyeksi EIU menunjukkan pertumbuhan euro zone sebesar 2,7% pada 2022 dan -0,4% pada 2023, dengan resesi setahun penuh tahun depan di Jerman, Prancis, Italia, Spanyol, dan Inggris.

Ekonomi global tetap menghadapi tantangan berat sebagai dampak invasi Rusia ke Ukraina. Perang di Ukraina mempengaruhi ekonomi global melalui

pasokan energi Rusia, harga komoditas yang lebih tinggi, dan gangguan rantai pasokan. Situasi ini berpotensi berlanjut hingga akhir tahun 2022 dan mungkin pada tahun 2023. Para analis berasumsi bahwa sanksi yang dijatuhkan AS dan UE terhadap Rusia akan tetap berlaku selama periode 2023-2027, dan mungkin setelahnya. Aliran gas Rusia ke Eropa melalui pipa *Nord Stream* berpotensi tetap mendekati nol dalam beberapa bulan mendatang. Pengetatan gas pada musim dingin 2022/23, dikombinasikan dengan lonjakan harga listrik lebih lanjut, dapat mendorong penurunan ekonomi di seluruh wilayah yang diperkirakan kontraksi ekonomi di zona euro pada tahun 2023, dengan resesi di Jerman, Prancis, Italia, Spanyol, dan Inggris. Bahkan musim dingin yang lebih dingin dari biasanya menghadirkan risiko yang lebih besar.

Perang di Ukraina memicu harga energi global yang lebih tinggi, salah satunya, harga minyak yang berpotensi akan tetap di atas US\$90/barel selama konflik masih berlangsung. Larangan Uni Eropa atas impor minyak Rusia melalui laut yang akan dimulai pada akhir 2022 dan ketidakpastian pasokan akan memperburuk kondisi pasar. Harga gas Eropa berpotensi meningkat kembali, setelah meningkat lima kali lipat pada tahun lalu.

Perang di Ukraina pun semakin membebani rantai pasokan. Dalam jangka pendek, blokade atau penghancuran



beberapa infrastruktur transportasi, terutama pelabuhan di Ukraina, dapat menambah gangguan rantai pasokan. Gangguan ini akan menambah masalah rantai pasokan yang muncul selama krisis covid-19. Dalam jangka panjang, dengan mempertimbangkan bahwa peran Rusia sebagai pemasok komoditas terkemuka, termasuk minyak, gas, logam dasar, biji-bijian, dan emas, maka perubahan rantai pasokan global hampir pasti terjadi.

Pada aspek kebijakan, bank sentral utama menjadi lebih agresif dengan pengetatan. Hal ini didorong oleh harga komoditas yang lebih tinggi, masalah rantai pasokan, dan pelepasan permintaan yang terpendam menyusul pencabutan langkah-langkah terkait covid di negara-negara kaya memicu inflasi global. EIU memperkirakan bahwa kenaikan harga akan meningkat hingga hampir 10% pada tahun 2022. Bank sentral utama meningkatkan upaya mereka untuk mengendalikan inflasi. Federal Reserve berpotensi akan menaikkan suku bunga secara agresif tahun ini. Bank Sentral Eropa juga berpotensi menaikkan suku bunga tiga kali tahun ini dan lima kali tahun depan. Kondisi ekonomi AS berpotensi melambat tajam pada akhir 2022 dan awal 2023. Laju pengetatan moneter yang agresif, terutama dari The Fed, telah mendorong EIU untuk merevisi prospek pertumbuhan PDB AS. EIU memperkirakan ekonomi AS akan mengalami resesi ringan di tahun depan, dengan pertumbuhan PDB riil turun dari 1,5% pada

tahun 2022 menjadi hanya 0,5% pada tahun 2023 (turun dari perkiraan sebelumnya masing-masing 1,7% dan 1,2%). Risiko utama terhadap AS adalah gelombang inflasi kedua yang akan memaksa The Fed untuk memperketat kebijakan lebih agresif, menekan pengeluaran rumah tangga dan investasi bisnis. Di belahan dunia lain, kebijakan nol-covid China adalah hambatan lain pada pertumbuhan global dan diperkirakan akan berlanjut hingga tahun 2023. Kelesuan sektor properti dan krisis di sektor listrik juga membebani pertumbuhan China.

Dengan ekonomi UE, China, dan AS yang semuanya melambat secara nyata, EIU memperkirakan pertumbuhan PDB global sebesar 2,6% pada 2022 dan hanya 1,7% tahun depan. Secara paralel, kekhawatiran seputar pasokan pangan global juga muncul. Pertempuran dan blokade pelabuhan Ukraina oleh Rusia telah menghentikan ekspor biji-bijian, dan karena kedua negara menyumbang sekitar sepertiga dari perdagangan gandum global, ini akan memicu risiko kelaparan. Peristiwa cuaca ekstrem seperti suhu tinggi dan kekeringan di Eropa memperburuk risiko ini. Situasi ini menimbulkan kemungkinan kerusuhan sosial di negara-negara berkembang, yang juga menghadapi rekor inflasi tinggi dan harus mulai membayar kembali tumpukan utang besar yang telah mereka kumpulkan selama pandemi.

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

	2021 *)	2022	2023	2024
Konsensus Bloomberg	5,9	2,9	2,3	2,9
IMF		3,2	2,7	3,2
World Bank		2,9	3,0	3,0
OECD		3,0	2,2	-
Economist Intelligence Unit (EIU)		2,6	1,7	2,6

\*)2021 World Bank

Walaupun demikian, proyeksi ekonomi tersebut tentunya dapat berubah seiring dengan perubahan skenario global EIU, diantaranya adalah:

**1 Kondisi musim dingin yang dingin dapat memperburuk krisis energi Eropa.**

Jika musim dingin menyebabkan peningkatan permintaan gas di atas rata-rata, Eropa berpotensi mengalami resesi lebih parah pada tahun 2022-2023. Sebagian besar sektor industri akan dipaksa untuk membatasi penggunaan energi dan mengurangi tenaga kerja, yang berdampak pada perekonomian karena rantai pasokan terhenti. Harga energi yang tinggi akan menyebabkan tekanan perusahaan. Pemerintah juga dapat menghentikan perlindungan harga untuk rumah tangga yang mengurangi daya beli konsumen.

**2 Pengetatan moneter yang agresif dapat menyebabkan resesi global.**

Bank sentral utama dapat cepat menaikkan suku bunga untuk mencoba menekan kenaikan inflasi di sebagian besar negara di dunia. Langkah juga dapat memicu peningkatan tajam dalam suku bunga jangka panjang dan meningkatkan biaya pinjaman. Kenaikan inflasi yang berkepanjangan dapat mendorong respons yang lebih agresif dari bank sentral yang akan melemahkan daya beli rumah tangga di tengah harga energi dan komoditas yang sudah tinggi. Di negara-negara maju, perlambatan ekonomi bisa semakin cepat, mengakibatkan kejatuhan pasar saham, yang akan membebani pertumbuhan global. Di negara berkembang, kenaikan suku bunga dapat mendorong depresiasi mata uang dan meningkatkan risiko gagal bayar utang negara, hal ini telah terjadi di Sri Lanka pada bulan April lalu.

**3 Konflik Rusia-Ukraina berubah menjadi perang global.**

Perang membawa risiko khusus bagi negara-negara anggota NATO yang berbatasan dengan Ukraina dan Rusia. Mereka dapat ditarik ke dalam konflik secara tidak sengaja. Rusia juga dapat menargetkan negara-negara yang dianggapnya mendukung Ukraina, baik dengan memasok bantuan atau menganjurkan tindakan hukuman, dan telah menyiapkan pasukan pencegahan nuklirnya. Calon dan negara anggota NATO yang ada seperti Polandia, Rumania, Moldova, negara-negara Baltik, Finlandia dan Swedia adalah titik pemicu yang paling mungkin.

**4 Konflik langsung meletus antara China dan Taiwan.**

Ketegangan meningkat ketika China mengumumkan "*targeted military operations*". Reaksi China termasuk latihan militer tembakan langsung di dalam dan sekitar perairan teritorial Taiwan.

**5 Inflasi global yang tinggi memicu kerusuhan sosial.**

Tekanan inflasi yang terus-menerus mendorong inflasi global, yang berada pada level tertinggi sejak 1990-an. Hal ini dapat memicu kerusuhan sosial jika inflasi naik jauh lebih tinggi daripada kenaikan upah, sehingga mencegah rumah tangga miskin untuk membeli bahan pokok. Gerakan protes ini muncul di India, Ekuador, dan Argentina.

**5 Melemahnya hubungan China dengan Barat.**

Negara Barat, terutama AS dan Uni Eropa, prihatin dengan dukungan China ke Rusia setelah invasi ke Ukraina.

Secara paralel, China mengkhawatirkan hubungan AS-Taiwan dan upaya AS untuk meyakinkan negara demokrasi lain untuk menekannya menggunakan pembatasan perdagangan, teknologi, dan keuangan. Uni Eropa juga telah mengambil sikap yang semakin konfrontatif terhadap pelanggaran hak asasi manusia China di Xinjiang, perlakuan yang tidak setara terhadap perusahaan-perusahaan Uni Eropa dan China, dan model industri subsidi.

### 7 Varian baru dari coronavirus, atau penyakit menular lainnya.

Di tengah ketidaksetaraan vaksin global dan pelanggaran kebijakan pemerintah, terdapat potensi munculnya varian baru covid-19, yang dapat menyebabkan pengulangan kondisi seperti tahun 2020. Risiko tidak hanya terkait dengan virus corona—para ahli memperingatkan bahwa penyakit menular lainnya akan segera muncul (seperti cacar monyet). Jika varian agresif lain dari virus corona muncul, negara-negara maju dapat memberlakukan penguncian. Sentimen konsumen dan investor akan menurun, menyebabkan penurunan di pasar keuangan, layanan dan penjualan ritel.

### 8 Kebijakan nol-covid China menyebabkan resesi lebih dalam.

Kebijakan nol-covid China berpotensi berlanjut sepanjang tahun ini dan tahun depan. Dengan varian virus corona lain yang kemungkinan akan muncul musim dingin ini, tindakan penguncian yang ketat di China tetap mungkin terjadi. Ini dapat menyebabkan ekonomi China berkontraksi lebih dalam yang membebani aktivitas ekonomi global, memperburuk sentimen investor yang sudah lemah, dan mengurangi kinerja pasar keuangan global.

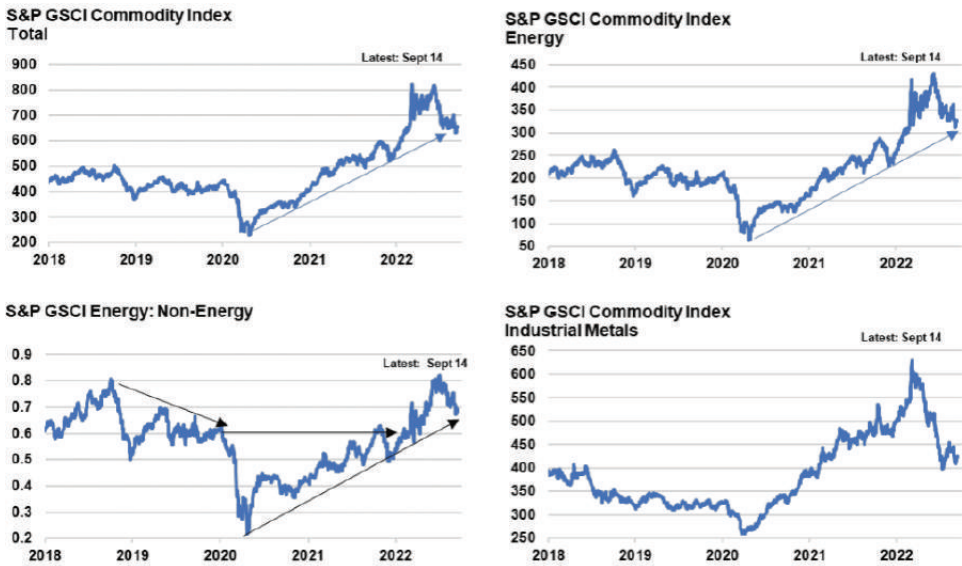
### 9 Cuaca ekstrem menambah kenaikan harga komoditas, memicu kerawanan pangan global.

Model perubahan iklim menunjukkan peningkatan frekuensi kejadian cuaca ekstrem. Kekeringan yang parah dan gelombang panas di Eropa, Cina, India, dan AS pada tahun 2022 berkontribusi terhadap kenaikan harga beberapa bahan makanan. Selain itu, perang antara Rusia dan Ukraina telah menyebabkan lonjakan harga yang tinggi dan berisiko menciptakan kelangkaan biji-bijian dan pupuk global pada tahun 2023. Dunia dapat menghadapi periode yang berkepanjangan kekurangan panen dan meningkatkan harga, serta meningkatkan risiko kerawanan pangan.

### 10 Perang siber antar negara melumpuhkan infrastruktur negara di ekonomi utama.

Invasi Rusia ke Ukraina dan ketegangan di sekitar Taiwan telah meningkatkan kemungkinan serangan siber negara-ke-negara yang besar. Mengingat biaya konflik militer langsung yang jauh lebih tinggi dan kesulitan dalam mengidentifikasi pelaku serangan dunia maya, setiap eskalasi militer kemungkinan besar awalnya berbentuk perang dunia maya.

Komoditas secara keseluruhan, relatif melemah namun dengan trend yang masih meningkat jika dibandingkan dari tahun 2021. Indeks komoditas S&P GSCI secara keseluruhan telah turun sedikit sejak puncaknya pertengahan Juni dan turun 20%. Energi telah turun 24% dari level puncaknya. Minyak mentah turun 28%, tetapi gas alam turun hanya 5%. Industri logam merupakan kelompok yang menembus lebih rendah, turun 33% dari puncaknya.



(Sumber: S&P Global Economics)

**Gambar 1. S&P Commodity**

## KONDISI EKONOMI INDONESIA

Pertumbuhan PDB Indonesia diproyeksikan akan moderat pada tahun 2023 yang masih dibawah tahun 2022. Hal ini karena momentum pemulihan Indonesia dari gangguan pandemi mulai reda. Inflasi yang kemungkinan meningkat pada akhir tahun 2022 dan semester pertama tahun 2023 dapat menekan pertumbuhan *private*

*consumption* tahun depan, namun pada akhirnya akan kembali pada beberapa tahun kedepan karena terdapat potensi peningkatan pendapatan rumah tangga yang menjejar kenaikan harga. Proyeksi pertumbuhan ekonomi berkisar antara 5,0% hingga 5,3 % pada tahun 2022, meningkat dari 3,69% pada tahun 2021.

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

	2021*)	2022	2023	2024
Konsensus Bloomberg	3.69	5,0	4,8	-
IMF		5,3	5,0	5,4
World Bank		5,1	5,3	5,3
OECD		5,0	4,8	-
Economist Intelligence Unit		5,0	4,1	4,9
Kementerian Keuangan Asumsi Makro		5.2	5.3	

\*)2021 Realisasi BPS



Adapun ekspor barang berpotensi tetap kuat, meskipun ekonomi global diperkirakan akan mengalami penurunan. Hal ini akan mencerminkan pertumbuhan output pertambangan dan industri hilir pengolahan logam di Indonesia. Tren ini dapat berlanjut tahun depan, meskipun harga komoditas global melemah. Pemulihan pariwisata yang berkelanjutan akan menambah pemulihan jasa, bahkan ketika permintaan perjalanan yang diredam dari China, sumber wisatawan terbesar kedua di Indonesia, di bawah tingkat pra-pandemi hingga 2024.

*Consumer Price Index* (CPI) berpotensi meningkat di tahun 2022, didukung oleh harga pangan dan bahan bakar. Inflasi harga konsumen akan lebih moderat pada beberapa tahun kedepan, seiring dengan turunnya kisaran harga komoditas global yang lebih

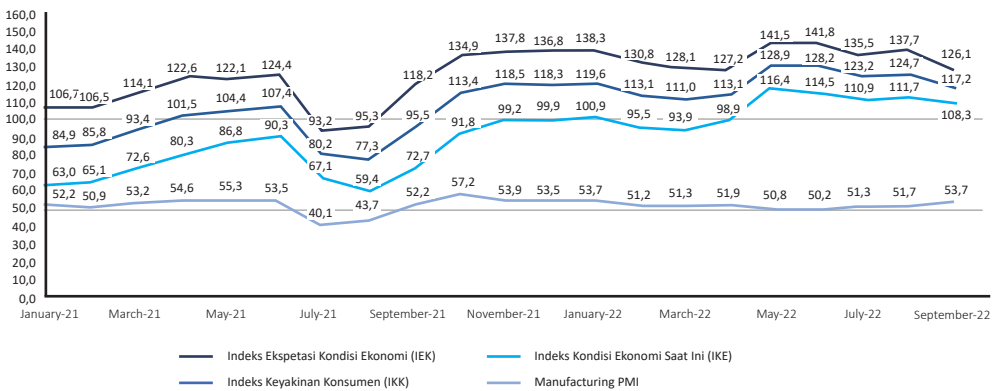
luas dan efek lambat dari kebijakan moneter yang lebih ketat. Survei Konsumen Bank Indonesia pada September 2022 mengindikasikan optimisme keyakinan konsumen terhadap kondisi ekonomi tetap terjaga. Hal ini tercermin dari Indeks Keyakinan Konsumen (IKK) yang masih berada di area optimis (>100) meski mengalami penurunan dari bulan sebelumnya dimana pada bulan September 2022 tercatat angka tersebut berada di 117,2 berbanding dengan 124,7 pada bulan Agustus 2022. Hal ini juga dialami dengan penurunan eskpektasi konsumen terhadap kondisi ekonomi kedepan dimana Indeks Ekspektasi Kondisi Ekonomi (IEK) yang turun sebesar 126,1 pada bulan September 2022 dari 137,7 pada bulan Agustus 2022. IEK bulan September 2022 ditopang oleh masih kuatnya ekspektasi konsumen terhadap penghasilan, makin kuatnya ekspektasi



konsumen terhadap ketersediaan lapangan kerja, dan ekspektasi konsumen terhadap kegiatan dunia usaha kedepan yang masih terjaga. Untuk Indeks Ekonomi Saat ini (IKE) juga terjadi penurunan sebesar 108,3 dibanding dengan bulan Agustus 2022 yaitu sebesar 111,7. IKE bulan September 2022 ditopang oleh optimisme konsumen terhadap penghasilan, optimisme konsumen terhadap ketersediaan lapangan kerja, dan masih stabilnya indeks pembelian barang tahan lama.

Berbanding dengan IKK, IKE, dan IEK yang mengalami penurunan, untuk Indikator *Purchasing Managers' Index* (PMI) Manufaktur Indonesia bulan September 2022 mengalami peningkatan sebesar 53,7 naik dari 51,7 pada bulan Agustus 2022.

Hal ini menunjukkan sektor manufaktur Indonesia melihat perbaikan pada kondisi bisnis secara keseluruhan dengan momentum pertumbuhan secara keseluruhan mengalami percepatan dibandingkan pada bulan Agustus. Produksi naik pada kisaran tercepat dalam delapan bulan dan didukung oleh ekspansi tajam pada permintaan baru. Kondisi permintaan saat ini juga mendukung pertumbuhan beberapa indeks lain, termasuk ketenagakerjaan dan aktivitas pembelian. Kondisi ini juga mengindikasikan bahwa secara konsisten dalam 13 bulan berturut-turut mengalami perbaikan sektor manufaktur Indonesia. Bahkan tingkat ekspansi merupakan yang tercepat dalam 8 bulan sebelumnya. Sektor manufaktur Indonesia mengalami 4 bulan ekspansi output secara berturut-turut pada bulan September.



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

**Gambar 2. Parameter IKK, IKE, IEK dan PMI**

## REFERENSI

Bank Indonesia (2022). *Survey Konsumen*.

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

Bloomberg, diakses 17 Oktober 2022

S&P Global, *Global Economic Outlook*, September 2022.

<https://viewpoint.eiu.com/analysis/reports/global>, diakses 17 Oktober 2022.

<https://viewpoint.eiu.com/analysis/reports/XO/ID>, diakses 17 Oktober 2022

[www.pmi.spglobal.com](http://www.pmi.spglobal.com), diakses 17 Oktober 2022.



## Dr. Ir. Agus Puji Prasetyono, M.Eng., IPU

*Anggota Dewan Energi Nasional (DEN)*

**D**r. Ir. Agus Puji Prasetyono, M.Eng., IPU. adalah salah satu anggota Dewan Energi Nasional (DEN) dari pemangku kepentingan periode 2020-2025 yang mewakili kalangan akademisi. Beliau merupakan lulusan S1 Teknik Mesin Konstruksi Universitas Gadjah Mada (UGM) pada tahun 1986, kemudian memperoleh gelar *Master of Engineering* dibidang *Fracture Mechanics*, Graduate School of Engineering, Universitas Shizuoka, Jepang pada tahun 1993, dan menyelesaikan studi doktor (S3) bidang Manajemen Pendidikan Universitas Negeri Jakarta (UNJ) pada tahun 2009, serta telah mendapatkan pengakuan sebagai Insinyur Profesional Utama dan Sertifikat Asean Engineer. Karir beliau dimulai di Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), yaitu selama tahun 1987 - 2000. Beliau menjadi peneliti di BPPT bidang Kekuatan Komponen dan Konstruksi, di Laboratorium Uji Konstruksi BPPT, dan telah banyak melakukan penelitian tentang Umur Lelah, analisis Kerusakan, dan Penjalaran Retak Konstruksi serta terlibat menjadi tim penguji Prototipe CN 235, hingga tahun

2000. Setelahnya beliau melanjutkan karir di Kementerian Riset dan Teknologi pada periode 2001 – 2014, pernah menjadi Asisten Deputy di beberapa unit setingkat eselon 2, dan menjadi Deputy Menteri Bidang Relevansi dan Produktivitas. Kemudian beliau menjadi Staf Ahli Menteri Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi Bidang Relevansi dan Produktivitas periode tahun 2014 - 2019. Selain menguasai material dan konstruksi pesawat udara, beliau sangat senior di bidang kebijakan publik terutama penelitian, pengembangan dan penerapan iptek di industri dan inovasi, serta terampil dalam perencanaan bisnis dan keterampilan analisis. Sebelum menjadi anggota DEN, beliau pernah menjadi wakil tetap anggota DEN unsur pemerintah periode 2015 – 2019. Sebagai anggota DEN, beliau saat ini aktif sebagai salah satu tim penyusunan pembentukan *Nuclear Energy Programme Implementing Organization* (NEPIO) untuk mempersiapkan penyusunan kelembagaan dari pengembangan pembangkit listrik tenaga nuklir.

## **Pengembangan Energi Nuklir dalam Proses Transisi Energi dilihat dari Konteks Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim**

### **Pendahuluan**

Fenomena cuaca ekstrem akibat perubahan iklim yang telah beberapa kali terjadi dalam beberapa tahun terakhir menimbulkan kerusakan, memakan korban jiwa, serta mengganggu ketahanan pangan dan pasokan energi. Beberapa bagian wilayah di Tiongkok mengalami gelombang panas terburuk selama 6 (enam) dekade terakhir yang mengakibatkan kekeringan pada musim panas tahun ini, gelombang panas di Inggris yang mengakibatkan suhu mencapai 40°C, serta banjir di Pakistan akibat kenaikan suhu permukaan laut sehingga meningkatkan curah hujan monsoon. Bencana akibat perubahan iklim berdampak pada sektor energi melalui gangguan pada pembangkit listrik serta gangguan pasokan air sebagai sumber daya bagi pembangkit listrik. Sebagai contoh, selama gelombang panas dan kekeringan di Tiongkok maupun Eropa, *hydropower* dan nuklir merupakan dua sumber energi listrik yang terganggu karena berkurangnya sumber air secara drastis.

Transisi energi merupakan salah satu langkah memitigasi perubahan iklim, yang sesuai dengan target global *net zero emission* (NZE) tahun 2050, untuk membatasi kenaikan suhu global sebesar 1,5°C. Namun, dalam pelaksanaan transisi energi perlu pula memperhatikan bagaimana jenis-jenis energi yang dikembangkan dalam proses transisi energi dapat tahan terhadap perubahan iklim. Sehingga dalam proses transisi energi tidak hanya diperlukan aksi mitigasi perubahan iklim, namun juga pelaksanaan energi transisi yang mampu beradaptasi terhadap perubahan iklim.

Untuk itu, tulisan ini akan membahas terkait transisi energi dalam kaitannya dengan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim di Indonesia, serta secara khusus mengulas terkait peran energi nuklir dan perkembangan energi nuklir di Indonesia.

### **Transisi Energi di Indonesia dalam Kaitannya dengan Mitigasi Perubahan Iklim**

Cuaca ekstrem yang terjadi di berbagai belahan dunia umumnya disebabkan oleh perubahan iklim, diantaranya diakibatkan oleh penggunaan energi yang menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> dan gas rumah kaca (GRK). Meskipun kenaikan suhu dunia masih berada dibawah 1,5°C, namun sejak tahun 1850 manusia telah menghasilkan emisi sebesar 2500 miliar ton CO<sub>2</sub>e, dimana Amerika Serikat menyumbang sebesar 509 miliar ton CO<sub>2</sub>e (20%), Tiongkok menyumbang sebesar 280

miliar ton CO<sub>2</sub>e (11%), Rusia menyumbang sebesar 178 miliar ton CO<sub>2</sub>e (7%), Brasil menyumbang sebesar 127 miliar ton CO<sub>2</sub>e (5%), dan Indonesia menyumbang sebesar 101 miliar ton CO<sub>2</sub>e (4%). Indonesia memiliki komitmen tinggi terhadap mitigasi fenomena perubahan iklim melalui program transisi energi. Transisi energi merupakan program peralihan dari pemanfaatan energi fosil ke energi bersih yang rendah karbon. Komitmen Indonesia terhadap mitigasi perubahan iklim

telah dituangkan dalam *Conference of Parties* 15 (COP 15) tahun 2009, bahwa pada tahun 2030 target penurunan emisi sebesar 19% (834 juta ton CO<sub>2</sub>e) melalui usaha sendiri dan sebesar 41% (1,081 juta ton CO<sub>2</sub>e) dengan bantuan internasional.

Dalam konteks global, program transisi energi ini tidaklah mudah karena sebagian energi untuk sistem produksi di negara maju masih menggunakan energi fosil. Sedangkan, data menunjukkan bahwa negara-negara anggota G20 menyumbang paling tidak sekitar 75% dari permintaan energi global. Oleh karena itu, negara-negara G20 memiliki sebuah tanggung jawab besar dan harus memiliki langkah-langkah strategis dan konkret dalam mendorong pemanfaatan energi bersih. Sehingga, dalam forum G20 Indonesia ingin memanfaatkan event tersebut untuk mendorong anggota G20 beralih memanfaatkan energi bersih, serta membuka peluang peningkatan kerjasama dalam bidang transisi energi. Oleh karena itu setidaknya aksesibilitas, kemampuan dalam penguasaan teknologi, serta pendanaan perlu dipertimbangkan secara cermat sebagai faktor utama dalam menunjang keberhasilan program transisi energi.

Untuk memperkuat komitmen Indonesia dalam melaksanakan transisi energi, sejumlah regulasi telah ditetapkan. Pertama, Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) dan Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Kedua regulasi itu mengatur tentang capaian bauran energi primer yang optimal, bahwa peran energi baru dan energi terbarukan (EBT) paling sedikit sebesar 23% pada tahun 2025 dan paling sedikit sebesar 31% pada tahun 2050, sepanjang keekonomiannya terpenuhi. Kedua melalui Keputusan Menteri ESDM Nomor 188.K/HK.02/MEM.L/2021 tentang Pengesahan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT Perusahaan Listrik Negara

(Persero) Tahun 2021 sampai dengan Tahun 2030. RUPTL PT PLN (Persero) tahun 2021 s.d. tahun 2030 memuat rencana pembangunan pembangkit tenaga listrik yang bersumber dari EBT sebesar 51,6% dari total pembangkit tenaga listrik, serta target bauran EBT pembangkitan tenaga listrik pada akhir tahun 2025 sebesar 23%.

Dalam penyusunan regulasi terkait transisi energi telah mempertimbangkan perubahan iklim sebagai asumsi dasar dalam membuat patokan untuk memprediksi bauran energi pada tahun 2025 dan tahun 2050. Namun, implementasinya menghadapi berbagai kendala terutama dalam peningkatan pemanfaatan EBT. Saat ini, capaian bauran energi primer EBT baru terpenuhi sekitar 12% dari target yang telah ditetapkan dalam KEN dan RUEN sebesar 23% (setara 1000 *million tonnes of oil equivalent*) pada tahun 2025. Hal ini dikarenakan laju pemanfaatan EBT yang sangat rendah, yaitu hanya sekitar 5,5% per tahun, sementara untuk memenuhi target pada 2025 diperlukan laju pemanfaatan EBT mestinya minimal sebesar 9% per tahun. Untuk itu, target *Nationally Determined Contribution* (NDC) berupa pengurangan emisi GRK sektor energi sebesar 19% pada tahun 2030 kemungkinan besar tidak dapat terpenuhi, apalagi bila dikaitkan dengan peta jalan transisi energi dan upaya menuju NZE tahun 2060. Oleh karena itu, target bauran energi primer EBT dalam KEN dan RUEN tidak hanya perlu direvisi dengan menggunakan asumsi dasar yang lebih realistis, namun juga perlu upaya serius untuk mempercepat capaian target EBT.

Di Indonesia, Dewan Energi Nasional (DEN) telah melakukan berbagai koordinasi lintas sektor untuk menghitung secara cermat peta jalan transisi energi hingga tahun 2035, yang mencakup tentang penurunan emisi CO<sub>2</sub> dan bauran energi yang memiliki ketahanan dan kemandirian. Dalam upaya itu, perhitungan diarahkan ke dalam sisi *supply* dan *demand*.

Adapun yang harus diperhatikan dalam transisi energi diantaranya adalah;

- a mempercepat pemanfaatan peralatan berbasis listrik,
- b meningkatkan pemanfaatan EBT,
- c menurunkan emisi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) dengan *Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS)*,
- d mengubah batubara menjadi bahan bakar yang rendah emisi seperti *dimethyl ether (DME)*, termasuk gasifikasi, dan likuifikasi,
- e memanfaatkan biomassa sebagai *co-firing* PLTU, dan
- f mendorong peningkatan pemanfaatan energi untuk dinamika ekonomi dan industri.

Melihat jalan terjal menuju capaian bauran energi tahun 2025 dan 2050, salah satu upaya untuk meningkatkan pemanfaatan EBT adalah dengan pemanfaatan energi nuklir sebagai energi baru dan sebagai salah satu alternatif sumber energi bersih dalam transisi energi. Energi nuklir dan energi terbarukan tidak menghasilkan

emisi CO<sub>2</sub> dan emisi GRK, sehingga memiliki kontribusi yang sama terhadap mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Namun, pemanfaatan energi nuklir dan energi terbarukan sebagai sumber energi pada pembangkit listrik memiliki karakteristik yang berbeda. Ketiga jenis pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTP), dan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) memiliki karakteristik energi yang stabil, handal, dapat dibuat dalam berbagai skala baik menengah dan besar, serta dapat digunakan sebagai baseload energy. Meskipun demikian, sumber energi baru untuk PLTA dan PLTP semakin sulit didapatkan dikarenakan terbatasnya kapasitas yang disediakan oleh alam dan lokasi geografis. Sementara, PLTN tidak tergantung faktor geografis dan variasi skala pembangkit sangat fleksible yaitu bisa dibuat dalam skala mikro, medium dan skala besar. Di sisi lain, pembangkit listrik tenaga angin (PLTB) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) memiliki karakteristik intermiten dan fluktuatif, sehingga hanya dapat digunakan sebagai penerangan dan kebutuhan rumah tangga.

## **Peran Energi Nuklir dalam Proses Transisi Energi dalam Kaitannya dengan Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim**

Tidak terpungkiri bahwa peran PLTN dalam mitigasi perubahan iklim sangat besar, karena PLTN merupakan pembangkit listrik yang memiliki emisi sangat rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Bahkan PLTN dapat digunakan sebagai solusi untuk mempertahankan pasokan energi pengganti pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) batubara serta energi berbasis fosil lainnya yang telah habis masa operasinya. Dalam implementasinya, transisi energi

tidak hanya ditujukan untuk memitigasi perubahan iklim, namun juga diarahkan pada transisi energi yang tahan terhadap risiko yang ditimbulkan dari perubahan iklim. Perubahan iklim pada umumnya ditimbulkan dari emisi CO<sub>2</sub> dan emisi GRK sehingga terjadi efek rumah kaca yang mengakibatkan ketidakstabilan ekosistem, serta dapat berdampak pada terjadinya bencana alam, seperti badai, banjir, kenaikan permukaan laut, suhu panas yang tinggi, dan sebagainya.

PLTN generasi 3+ telah dirancang dengan keamanan yang tinggi, yang mencakup *safety*, *security*, dan *safeguard*, termasuk dalam rangka beradaptasi dengan risiko perubahan iklim. PLTN merupakan salah satu sumber energi yang dapat beradaptasi dengan risiko cuaca ekstrem, baik itu berupa kekeringan, badai, atau bencana alam tsunami. Risiko cuaca ekstrem terutama kekeringan akan menyebabkan PLTN mengalami gangguan terhadap pendinginan reaktor bisa dieliminir dengan memilih lokasi yang tepat. Pemilihan lokasi berada di daerah pesisir dan langsung berhubungan dengan laut, akan memiliki keuntungan dibanding PLTN yang didirikan di pedalaman, karena air laut dapat digunakan sebagai sumber media. Terhadap risiko badai dan tsunami, tingkat keamanan PLTN generasi 3+ telah diperhitungkan sedemikian rupa sehingga tidak akan mengakibatkan over heated. Teknologi *passive system* ini akan membuat PLTN mematikan dirinya ketika terjadi tsunami atau gempa yang dahsyat. Selain itu, pasca kejadian kecelakaan PLTN Fukushima akibat tsunami, para ahli dibidang ketenaga nukliran telah mengembangkan

sistem pendingin pada PLTN yang aman sehingga tidak terkena jangkauan tsunami. Jepang dan Jerman merupakan salah satu contoh negara yang memanfaatkan peran energi nuklir dalam memitigasi perubahan iklim serta beradaptasi dengan risiko perubahan iklim. Dengan menggunakan momentum konflik geopolitik Rusia-Ukraina yang menyebabkan kenaikan harga bahan bakar fosil, pemanfaatan energi nuklir melalui pengaktifan kembali reaktor nuklir oleh Jepang dan Jerman, menjadi jalan keluar untuk mempertahankan keamanan pasokan energi serta untuk tetap mengimplementasikan transisi energi menuju energi bersih. Dalam konteks adaptasi perubahan iklim, pengaktifan kembali reaktor nuklir harus tetap memperhatikan secara cermat tingkat keamanan operasi reaktor yang memerlukan peningkatan, baik dari sisi manajemen maupun pemanfaatan teknologi yang memadai. Sehingga, PLTN dapat tetap menjadi energi yang handal dalam menghadapi cuaca ekstrem sebagai wujud adaptasi terhadap perubahan iklim.





## Pengembangan Energi Nuklir di Indonesia

Dalam konteks Indonesia, energi nuklir adalah satu jenis energi bersih yang belum terlihat implementasinya hingga sekarang. Sebagaimana diketahui, masih banyak masyarakat berpendapat bahwa energi nuklir adalah energi yang berbahaya dalam hal pengelolaan limbahnya atau masih adanya trauma mendalam akibat terjadinya kecelakaan seperti PLTN Fukushima atau PLTN Chernobyl. Persepsi masyarakat yang masih terjebak dalam trauma tersebut, kini mulai menurun. Hal ini terlihat dari survei yang dilakukan oleh Batan dan Universitas Tanjungpura yang menunjukkan bahwa penerimaan masyarakat Indonesia terhadap energi nuklir telah mencapai 78%. Namun demikian jajak pendapat itupun belum cukup membuat masyarakat sepenuhnya yakin. Oleh karena itu persepsi masyarakat perlu ditingkatkan melalui edukasi bahwa dengan kemajuan teknologi PLTN terkini yaitu PLTN generasi 3+, PLTN telah dilengkapi dengan standar keamanan tinggi melalui penggunaan teknologi *passive system* termasuk pemanfaatan teknologi pengolahan limbah yang berkembang sangat cepat. Bukti nyata bahwa PLTN lebih aman apabila dibandingkan dengan berbagai pembangkit listrik yang ada, adalah angka kematian PLTN per terawatt hour listrik yang dihasilkan sangat rendah dibanding pembangkit lainnya yang ada di dunia.

Pemerintah juga telah menerbitkan sejumlah regulasi terkait arah kebijakan pengembangan energi nuklir di Indonesia. Pertama melalui Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran (UU 10/1997). UU 10/1997 memiliki titik berat di sektor riset dan pengembangan teknologi bidang ketenaganukliran. Sedangkan rancangan Undang-Undang tentang Energi Baru dan Energi Terbarukan yang sedang disusun, merupakan pelengkap UU 10/1997, khususnya terkait dengan pengusahaan dan pengoperasian, serta pemanfaatan PLTN. Kedua melalui revisi KEN dan RUEN.

KEN mengatur bahwa energi nuklir dimanfaatkan sebagai pilihan terakhir dengan memperhatikan faktor keselamatan secara ketat dan RUEN tidak mengatur pemanfaatan energi nuklir dalam bauran energi primer EBT. Oleh karena itu, diperlukan revisi KEN dan RUEN terkait perubahan arah kebijakan, khususnya pemanfaatan energi bersih menuju NZE tahun 2060, dengan memasukkan PLTN sebagai energi yang mendukung bauran dan masuk ke grid pada tahun 2040, serta mempertimbangkan bahwa target pertumbuhan ekonomi sebesar 6% tidak dapat tercapai apabila hanya didorong dengan energi bersih non PLTN. Terakhir melalui RUPTL PT PLN (Persero) tahun 2021 s.d. tahun 2030 bahwa berdasarkan pentahapan pembangunan industri dan penetapan industri prioritas dalam Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional (RIPIN), disebutkan bahwa industri PLTN akan dikembangkan pada tahun 2020 s.d. 2024 dan tahun 2025 s.d. 2035.

Ke depannya, sinkronisasi kebijakan sebagai salah satu pendorong pengembangan energi nuklir di Indonesia sangat penting dan akan terus ditingkatkan untuk mengurangi ketidaksielarasan target kebijakan pemanfaatan energi nuklir antar sektor. Selain itu, DEN yang beranggotakan para menteri lintas sektor dan pemangku kepentingan diharapkan mampu mengatasi kendala dalam koordinasi lintas sektor, sehingga pemanfaatan PLTN dapat menjadi agenda penting bersama untuk segera dilakukan.

Untuk mempersiapkan pemanfaatan energi nuklir, Indonesia juga telah membentuk sejumlah badan dan institusi yaitu Majelis Pertimbangan Tenaga Nuklir yang langsung dipimpin oleh presiden yang bertugas untuk merancang dan merumuskan kebijakan strategis PLTN, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) yang saat ini telah berubah menjadi BRIN sebagai lembaga pemerintah yang diberi amanat untuk melaksanakan penelitian,

pengembangan dan pendayagunaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir, dan Badan Pengawas Tenaga Nuklir (Bapeten) yang ditugaskan untuk mengawasi keselamatan dan keamanan tenaga nuklir terhadap pembangkit daya nuklir serta kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir. Sudah tentu badan dan institusi yang dibentuk, dilibatkan sesuai tugas dan fungsi institusi tersebut agar pengembangan PLTN berjalan sebagai mana mestinya. Sebagai contoh, BATAN (saat ini ORTN BRIN) telah mengoperasikan tiga reaktor nuklir riset di Indonesia, yaitu reaktor Triga 2000 di Bandung, reaktor Kartini di Yogyakarta, dan reaktor GA. Siwabessy di Serpong, serta BATAN juga telah berkontribusi dalam pengelolaan limbah radioaktif agar tidak membahayakan manusia dan lingkungan. Selain itu, Bapeten dapat diberi mandat untuk memperoleh ijin dan kerjasama yang diperlukan dalam pemanfaatan thorium dan uranium sebagai bahan bakar PLTN, mempertimbangkan walaupun Indonesia kaya akan uranium dan thorium sebagai bahan baku energi nuklir, namun pemanfaatan sumber daya alam mineral dimaksud harus terlebih dahulu mendapatkan ijin dari otoritas ketenaganukliran dunia sesuai dengan peraturan tentang pemanfaatan bahan galian radioaktif internasional.

Dari sisi keekonomiannya, energi nuklir dan EBT dapat menjadi sumber energi andalan dalam bauran energi primer ke depannya, meskipun nilai keekonomiannya masih lebih tinggi dibandingkan dengan PLTU. Namun, dengan kemajuan teknologi yang digunakan serta dengan didukung oleh peningkatan jumlah PLTN yang akan dibangun, maka harga keekonomian PLTN yang dihitung dengan membandingkan biaya dan jumlah listrik yang dihasilkan selama umur pakai suatu pembangkit (metode *levelized cost of electricity* (LCOE)), akan memberikan nilai LCOE PLTN yang semakin rendah. Berdasarkan *review* oleh *International Atomic Energy Agency* (IAEA) tentang kesiapan Indonesia dalam pembangunan PLTN, terdapat

19 poin yang menjadi perhatian utama yang perlu dipersiapkan untuk merencanakan, melaksanakan dan mengimplementasikan pembangunan PLTN di Indonesia. Sebanyak 16 bidang telah dipenuhi, namun 3 bidang lainnya masih menjadi kendala, yaitu *national position, stakeholder involvement, dan management*. National position ini ditandai dengan pernyataan bahwa Indonesia siap membangun PLTN yang didukung dengan perangkat regulasi yang memadai. Stakeholder involvement ditandai dengan melibatkan berbagai institusi dan entitas terkait baik pemerintah maupun swasta, termasuk didalamnya BUMN kelistrikan (PT PLN (Persero)). Management ditandai dengan terbentuknya organisasi pelaksana program energi nuklir di Indonesia yaitu *Nuclear Energy Programme Implementing Organization* (NEPIO). Dalam rangka pembentukan NEPIO, pemerintah telah membentuk tim penyusunan pembentukan (TPP) NEPIO, yang bertugas untuk menyiapkan naskah akademis dan rancangan peraturan presiden tentang NEPIO yang akan menjadi agenda sidang paripurna DEN pada bulan Oktober tahun 2022. Rancangan peraturan presiden tentang NEPIO akan diajukan ke Presiden setelah mendapatkan masukan dari berbagai institusi terkait.

Jika NEPIO sudah terbentuk, maka NEPIO akan segera bekerja untuk menyiapkan pembangunan PLTN di Indonesia, yang terbagi dalam 3 fase yaitu fase persiapan (studi dan pengumpulan informasi), fase konstruksi (mengkoordinasikan dan memantau pembangunan infrastruktur), dan fase implementasi (memastikan implementasi yang berkelanjutan). Dengan terbentuknya NEPIO, diharapkan pembangunan PLTN pertama di Indonesia dapat diimplementasikan serta berkelanjutan sesuai roadmap yang telah disusun, yaitu dimulai dari penetapan tapak, studi kelayakan dan evaluasi tapak, beauty contest, alih teknologi dan partisipasi nasional, sosialisasi publik, dan pembangunan serta pendanaan.

# PERLUNYA ADAPTASI IKLIM DALAM MENCAPAI TARGET NZE

**Yohanes Handoko Aryanto**  
Pertamina Energy Institute (PEI)

## ABSTRAK

**P**eningkatan cuaca ekstrem secara global dalam beberapa tahun terakhir telah mengganggu berbagai sektor, menimbulkan kerugian, dan terutama mengganggu rantai pasok di sektor energi. Sebagai contoh, kekeringan yang berdampak pada ketersediaan air bersih, gelombang panas yang meningkatkan beban grid, atau banjir yang merusak aset dan infrastruktur. Cuaca ekstrem merupakan bagian dari perubahan iklim yang sudah terjadi. Namun, sejauh ini aksi dunia untuk mengatasi perubahan iklim masih berfokus pada mitigasi daripada adaptasi. Padahal, pencapaian mitigasi yang salah satunya dalam bentuk pencapaian target Net Zero Emission (NZE) dapat terganggu oleh cuaca ekstrem dan aksi mitigasi sendiri dapat mengganggu kemampuan adaptasi terhadap cuaca ekstrem. Oleh karena itu, diperlukan strategi untuk menghadapi perubahan iklim dengan menyelaraskan antara aksi adaptasi dan mitigasi. Artikel ini akan melihat permasalahan dilema adaptasi dan mitigasi dalam menghadapi perubahan iklim yang sudah terjadi dan menganalisis solusi untuk menyeimbangkan strategi adaptasi dan mitigasi perubahan iklim, terutama dengan kaitannya dengan pencapaian target Net Zero Emission.

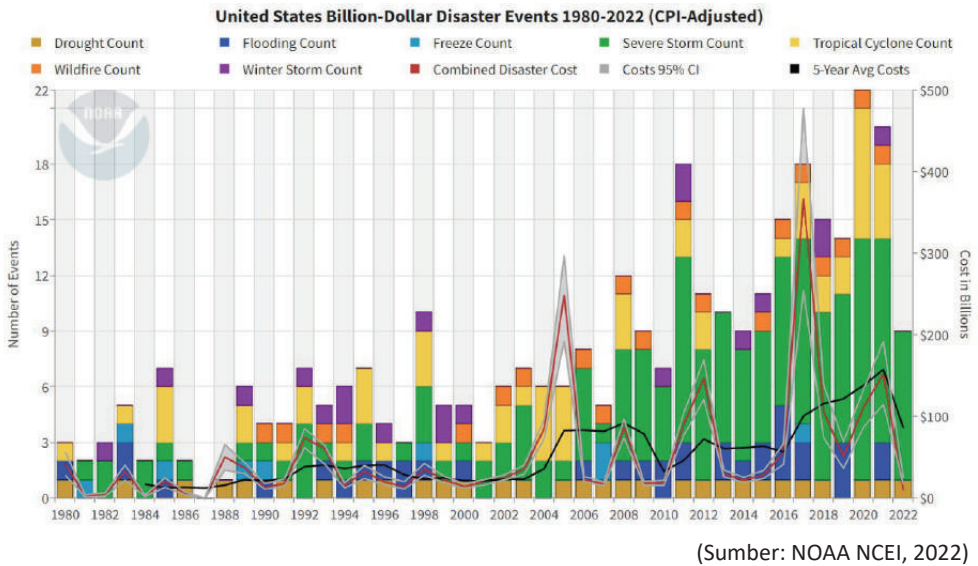
*Kata kunci: pendanaan adaptasi iklim, risiko iklim, kebijakan adaptasi iklim, adaptasi dan mitigasi iklim, perencanaan perubahan iklim*

## DIRUPSI PERUBAHAN IKLIM GLOBAL

Selama ini, isu yang paling sering mengemuka terkait dengan perubahan iklim adalah target pencapaian *Net-Zero Emission* (NZE) dalam rentang sekitar 25 hingga 40 tahun ke depan. Target penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) seperti target NZE merupakan langkah penting untuk mengatasi perubahan iklim dan menahan laju peningkatan temperatur global di bawah 2°C dari tingkat *pre-industrial*. Namun, selama proses transisi dalam rangka mencapai target NZE tersebut, dunia akan menghadapi dampak perubahan iklim yang saat ini sudah terjadi. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa perubahan iklim yang disebabkan oleh manusia telah meningkatkan berbagai cuaca ekstrem selama beberapa tahun terakhir (Van Oldenborgh et al., 2021; Zachariah et al., 2022; Perkins-Kirkpatrick et al., 2022). Cuaca ekstrem tersebut menimbulkan korban jiwa, kerugian material maupun finansial, serta

mendisrupsi berbagai sektor yang menghasilkan dampak sistemik. Sebagai contoh di sektor energi, badai Ida yang terjadi pada tahun 2021 telah menyebabkan disrupsi pasokan minyak mentah di Amerika Serikat selama beberapa minggu dan mendorong peningkatan harga minyak mentah dunia jenis Brent hingga di atas USD70/bbl. Lemahnya angin di Uni Eropa kuartal 3 tahun 2021 telah menyebabkan penurunan produksi listrik dari turbin angin dan mendorong harga listrik karena *supply crunch*. Pemerintah AS melalui *climate.gov* (2022) melaporkan bahwa kerugian AS yang disebabkan oleh cuaca ekstrem selama 5 tahun (2017-2021) mencapai sekitar USD742.1 miliar dengan rata-rata kerugian tahunan sebesar USD149 miliar. Dampak finansial dari cuaca ekstrem di AS juga mengalami peningkatan seperti yang tergambar dalam gambar 3.





**Gambar 3. Tren Peningkatan Bencana Berdampak Miliaran Dollar**

Secara global, berdasarkan catatan *World Meteorological Organization* (2022), tercatat beberapa cuaca ekstrem selama periode 2021-2022 yang menimbulkan disrupsi sosial-ekonomi sebagai berikut:

- Gelombang panas mencapai 49.6°C di Kanada, di AS, Eropa Tengah, dan wilayah Mediterania. Gelombang panas tersebut menyebabkan kebakaran hutan dari Kanada hingga Siberia.
- Banjir di Eropa Barat pada sekitar pertengahan Juli 2021.
- Suhu dingin tidak normal di wilayah tengah AS dan Meksiko Utara pada pertengahan Februari 2021, dengan Texas mengalami suhu terdingin sejak 1989. Dalam periode yang sama, Rusia mengalami musim dingin terparah sejak 2009/2010, dan Cina juga mengalami suhu terdingin sejak 1966.
- Banjir di bagian timur Australia selama periode Maret-Juli 2022.
- Gelombang panas di Eropa selama periode Juni-Juli 2022.

Kondisi tersebut diperkirakan oleh *World Meteorological Organization* (WMO) akan terus berlanjut dalam beberapa tahun mendatang. Diperkirakan pada tahun 2022-2026 dunia akan mengalami peningkatan rata-rata temperatur permukaan bumi sekitar 1.1-1.7°C dari tingkat sebelum pre-industri, dengan 93% kemungkinan satu dari 5 tahun ke depan akan lebih hangat dari rekor terhangat pada tahun 2016, dan rata-rata temperatur 2022-2026 akan lebih tinggi dari 5 tahun terakhir. Diperkirakan juga bahwa dalam periode November-Maret untuk 5 tahun mendatang akan terjadi anomali temperatur yang lebih hangat di hampir seluruh wilayah dunia (WMO, 2022). Proyeksi dari WMO tersebut tentu akan berimplikasi pada kemungkinan terjadinya berbagai cuaca ekstrem ke depan. Kekeringan, badai, dan gelombang panas merupakan kejadian yang telah terjadi dalam beberapa tahun terakhir dan akan kembali terjadi dalam beberapa tahun ke depan.

## TRANSMISI RISIKO DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

Cuaca ekstrem merupakan bagian dari risiko fisik perubahan iklim. Berdasarkan kerangka dari NGFS (2021), risiko perubahan iklim

dalam bentuk risiko fisik kronis dan risiko fisik akut akan menjalar melalui ekonomi makro dan mikro menjadi risiko keuangan.



(Sumber: NGFS, 2021 - diolah)

### Gambar 4. Transmisi dari Risiko Iklim ke Risiko Finansial

Berdasarkan kerangka tersebut di atas, terlihat bahwa risiko fisik perubahan iklim dapat menjalar secara sistemik dan berdampak ke berbagai sektor. Sebagai contoh, transmisi cuaca ekstrem melalui pengaruh pada sistem pangan dalam bentuk penurunan produksi pangan/krisis pangan, yang kemudian menjalar ke makroekonomi melalui inflasi harga pangan. Pelemahan kondisi makroekonomi akan berdampak ke berbagai sektor termasuk sektor energi. Sementara di sektor energi, transmisi risiko terjadi melalui peningkatan kebutuhan energi karena cuaca ekstrem atau terhambatnya rantai pasok karena cuaca ekstrem. Oleh karena itu, risiko fisik perubahan iklim yang merupakan bagian dari risiko terkait iklim perlu dianalisis oleh entitas bisnis dan strategi perusahaan perlu diuji ketahanannya terhadap dampak sistemik dari risiko tersebut di masa mendatang menggunakan *scenario planning* (TCFD, 2020).

Pemodelan skenario masa depan yang secara umum digunakan untuk mengevaluasi adaptasi-mitigasi perubahan iklim adalah model penilaian terintegrasi (*Integrated Assessment Models/IAMs*). Pemodelan ini menggabungkan pemodelan energi dan pemodelan dampak sektoral dengan skenario iklim, sosio-ekonomi, dan penggunaan lahan untuk menganalisis dan membandingkan *cost-benefit* perubahan iklim dan kebijakan iklim terhadap sosial masyarakat (IPCC, 2018). Pemodelan ini juga digunakan oleh NGFS (*Network for Greening the Financial System*) dalam analisis skenario dampak risiko terkait iklim. Dampak dari risiko fisik ini juga dapat mempengaruhi proses pencapaian target NZE yang diantaranya dilakukan melalui efisiensi energi, transisi energi, dan penyerapan karbon. Berikut adalah beberapa contoh dampak langsung risiko fisik terhadap pencapaian target NZE:

- **Efisiensi energi:** Beberapa penelitian menunjukkan penurunan efisiensi energi ketika terjadi cuaca ekstrem karena peningkatan penggunaan pendingin/penghangat ruangan, (Pantelli & Mancarella, 2015; Velashjerdi et al., 2021; Chesser et al., 2021). Negara bagian California AS juga mengalami beban pada grid listrik karena kebutuhan adaptasi masyarakat terhadap gelombang panas yang mencapai rekor tertinggi pada September 2022. Di Indonesia sendiri, hujan deras sering berdampak pada kemacetan yang sebagai konsekuensi logis akan meningkatkan konsumsi energi serta emisi selama terjadinya kemacetan.
- **Produksi listrik EBT:** Cuaca ekstrem juga berdampak pada produksi EBT, seperti misalnya penelitian Jackson & Gunda (2021) mengenai dampak cuaca ekstrem pada panel surya, kejadian s di Texas pada awal 2021 yang menurunkan produksi listrik turbin angin, atau gelombang panas di Cina pada pertengahan 2022 yang mendisrupsi sektor industri karena penurunan pasokan listrik PLTA.
- **Penyerapan Karbon:** Pada bulan Juli 2021, kekeringan menyebabkan kebakaran hutan di tenggara Oregon AS dengan kecepatan kebakaran 404,7 hektar hutan per jam. Termasuk area yang terbakar tersebut adalah *Nature Based Solutions* (NBS) hutan timur Klamath yang dikelola oleh Green Diamond dengan target serapan 1.43 juta ton CO<sub>2</sub>. Salah satu perusahaan yang membayar karbon kredit NBS tersebut adalah Microsoft untuk 265,000 ton CO<sub>2</sub>. Kebakaran hutan tersebut menimbulkan beberapa pertanyaan seperti kemampuan adaptasi NBS dalam cuaca ekstrem dan asuransi atas karbon yang terlepas karena kebakaran.

Beberapa contoh di atas dan termasuk juga dampak kerusakan aset atau teknologi dari risiko fisik perubahan iklim menunjukkan bahwa aksi adaptasi diperlukan untuk memastikan ketahanan proses pencapaian target NZE terhadap perubahan iklim yang saat ini sudah terjadi. IPCC (2001) mendefinisikan adaptasi sebagai penyesuaian sistem alam atau manusia dalam menanggapi perkiraan atau realisasi atas rangsangan iklim atau dampaknya, yang mengurangi dampak atau memunculkan peluang bermanfaat. Sementara mitigasi didefinisikan sebagai intervensi antropogenik untuk mengurangi sumber atau meningkatkan penyerapan gas rumah kaca.



**Tabel 3. Contoh Aksi Adaptasi dan Mitigasi pada Korporasi**

Adaptasi	Mitigasi
Pemodelan dan perencanaan atas risiko fisik iklim berbasis skenario	Perbaikan dan retrofit fasilitas untuk lebih efisien dalam penggunaan energi
Perbaikan dan retrofit fasilitas untuk tahan terhadap cuaca ekstrem	Elektrifikasi transportasi dan infrastruktur menggunakan energi hijau
Modifikasi penggunaan air	Pemanfaatan penangkapan dan penyimpanan karbon alamiah maupun buatan (aforestasi, CCS/CCUS, perlindungan dan pemulihan gambut)
Menjaga kualitas dan ketersediaan air	
Pengelolaan rantai nilai (meningkatkan variabilitas, desentralisasi, redundansi)	

## HUBUNGAN ADAPTASI DAN MITIGASI

Berdasarkan laporan IPCC (2018), bahwa dalam melakukan mitigasi risiko dari perubahan iklim dan merancang aksi adaptasi, perlu juga diperhatikan dampak dari adaptasi tersebut terhadap mitigasi perubahan iklim dan juga sebaliknya. IPCC mengkategorisasikan hubungan antara adaptasi dan mitigasi menjadi 4 kelompok sebagai berikut:

- A→M: Adaptasi yang berpengaruh pada mitigasi
- M→A: Mitigasi yang berpengaruh pada adaptasi
- $f(A,M)$ : *Trade-off* atau sinergi antara adaptasi dan mitigasi
- $A \cap M$ : Proses dan konsekuensi terhadap baik adaptasi dan mitigasi

Sebagai contoh, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, ketika terjadi gelombang panas masyarakat akan melakukan adaptasi dengan meningkatkan penggunaan pendingin ruangan. Sebaliknya, ketika terjadi cuaca dingin ekstrem, masyarakat akan meningkatkan penggunaan penghangat ruangan.





Dalam kondisi cuaca ekstrem, sumber energi terbarukan yang intermiten akan terganggu produksinya, sehingga dalam aksi adaptasi terhadap cuaca ekstrem tersebut diperlukan sumber energi yang lebih andal. Dalam situasi semacam ini, adaptasi seperti peningkatan penggunaan pendingin/penghangat ruangan akan menurunkan kemampuan mitigasi perubahan iklim karena peningkatan penggunaan energi.

Sebaliknya, ketika misalnya dilakukan mitigasi dengan cara menutup pembangkit listrik tenaga batubara namun tanpa disertai dengan penggantian pembangkit listrik bersih yang tidak bersifat intermiten, maka ketika terjadi cuaca ekstrem, adaptasi akan rentan terdisrupsi sebagai akibat dari mitigasi tersebut. Hal ini seperti yang terjadi pada

Uni Eropa yang pada awal kuartal ke-4 tahun 2022 kembali bersiap menggunakan batubara untuk menghadapi musim dingin yang diperkirakan lebih dingin terutama karena pasokan gas masih terhambat oleh konflik geopolitik dan pembangkit energi terbarukan belum dapat menopang kebutuhan energi yang besar selama musim dingin.

Oleh karena itu, adaptasi perlu dirancang dan dipersiapkan sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu mitigasi dan juga sebaliknya. Permasalahannya, peningkatan adaptasi tanpa menurunkan kemampuan mitigasi dan sebaliknya, akan memerlukan pendanaan yang besar. Padahal, saat ini dunia masih belum mencapai target pendanaan perubahan iklim.

## KURANGNYA PENDANAAN ADAPTASI IKLIM

Berdasarkan laporan *Climate Policy Initiative* (2021), secara historis pendanaan global untuk perubahan iklim lebih banyak ditujukan untuk mitigasi daripada adaptasi. Sebagai contoh, pada tahun 2017/2018 pendanaan khusus adaptasi adalah sebesar 5.2%, pendanaan khusus mitigasi adalah sebesar 92.7%, sementara sisanya adalah pendanaan untuk aksi yang berdampak pada adaptasi dan mitigasi. Pada tahun 2019/2020 terjadi peningkatan porsi pendanaan khusus adaptasi yaitu menjadi sebesar 7.4%, pendanaan khusus mitigasi menjadi sebesar 90.1% sementara sisanya adalah pendanaan untuk aksi yang berdampak pada adaptasi dan mitigasi. Porsi pendanaan tersebut menunjukkan bahwa dunia memerlukan lebih banyak pendanaan untuk aksi adaptasi atas perubahan iklim. Namun permasalahannya, realisasi pendanaan dan investasi untuk

perubahan iklim sendiri masih cukup jauh dari target untuk menurunkan peningkatan temperatur global hingga 1.5°C. Berdasarkan laporan *Climate Policy Initiative*, dunia perlu meningkatkan pendanaan iklim tahunan hingga sebesar 590% pada tahun 2030 yaitu sekitar USD4.4 Triliun, dari kondisi 2019/2020 yang baru mencapai tingkat tertinggi pendanaan iklim sejauh ini yaitu sebesar USD632 Miliar.

Kondisi yang sangat tidak ideal tersebut, yaitu kurangnya pendanaan untuk perubahan iklim dan secara spesifik kecilnya pendanaan untuk adaptasi, akan meningkatkan biaya dampak dari perubahan iklim di masa mendatang. Keterkaitan antara pendanaan mitigasi, adaptasi, dan dampak perubahan iklim dapat digambarkan dalam skema berikut,



**Gambar 5. Skema Hubungan Adaptasi-Mitigasi-Dampak Perubahan Iklim**

Kondisi pendanaan perubahan iklim tentunya juga dipengaruhi oleh situasi makroekonomi. Pada tahun 2022, situasi makroekonomi dipengaruhi oleh pemulihan global dari pandemi COVID-19 dan diperparah oleh konflik geopolitik Rusia-Ukraina. Dalam kondisi sebelum terjadinya konflik geopolitik dan ancaman resesi global, negara maju masih belum dapat memenuhi janji untuk membantu pendanaan perubahan iklim bagi negara berkembang dengan target sebesar USD100 Miliar. Dalam kondisi sepanjang konflik Rusia-Ukraina, bahkan untuk menghadapi krisis energi, energi fosil yang sebelumnya dianggap kotor kembali digunakan oleh negara maju, walaupun diklaim hanya digunakan sementara. Hal tersebut terlihat dari peningkatan konsumsi batubara selama periode terjadinya konflik geopolitik. Selain kondisi makroekonomi, pendanaan adaptasi iklim juga dipengaruhi oleh bentuk pendanaannya. Berdasarkan

laporan *Climate Policy Initiative* (2021), aksi adaptasi global sebagian besar didanai melalui anggaran sektor publik dalam bentuk hibah, dan pendanaan dari lembaga keuangan pembangunan dalam bentuk utang. Hal ini berbeda dengan aksi mitigasi yang pendanaannya berasal dari berbagai sumber seperti investasi korporasi, lembaga keuangan komersial, dan dana hibah pemerintah. Bentuk pendanaan aksi adaptasi dan mitigasi ini secara tidak langsung menunjukkan bahwa profit model untuk menangani perubahan iklim masih berpengaruh. Berbeda dengan aksi mitigasi yang kebanyakan memiliki profit model, aksi adaptasi secara umum merupakan penghindaran/pengurangan atas kerugian dari dampak perubahan iklim yang mungkin akan terjadi, sehingga dapat dikatakan bahwa pengeluaran biaya untuk aksi adaptasi pada dasarnya adalah untuk menghindari kemungkinan munculnya biaya yang lebih besar.



## ANALISIS RISIKO DAN STRATEGI ADAPTASI - MITIGASI

Secara umum, risiko fisik iklim ke depan akan lebih tinggi dari kondisi saat ini apalagi jika mitigasi tidak mencapai target yang diperlukan untuk menurunkan temperatur global sesuai kesepakatan Paris yaitu di bawah 2°C dari kondisi *pre-industrial*. Oleh karena itu, sejalan dengan peningkatan mitigasi perubahan iklim, adaptasi perlu ditingkatkan.

Namun, beberapa permasalahan yang telah dijelaskan sebelumnya perlu diatasi untuk mengoptimalkan keselarasan antara aksi adaptasi dan mitigasi. Berikut ini adalah tabel analisis atas beberapa dampak risiko fisik iklim, hubungan adaptasi – mitigasi dan strategi mengatasinya:

**Tabel 4. Analisis Dampak Risiko Fisik Iklim, Hubungan Adaptasi-Mitigas dan Tantangannya**

Dampak risiko fisik iklim	Hubungan adaptasi-mitigasi	Strategi adaptasi-mitigasi
Peningkatan penggunaan energi untuk pendingin/pemanas ruangan	A→M: adaptasi berdampak negatif terhadap mitigasi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan sumber energi listrik hijau untuk menopang peningkatan kebutuhan listrik.</li> <li>• Transisi energi fosil ke hijau secara teratur, untuk memastikan kemampuan adaptasi tetap terjaga selama proses transisi.</li> </ul>
Disrupsi pasokan energi	A∩M: Peningkatan investasi untuk keperluan adaptasi dan mitigasi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan redundansi (cadangan energi, sistem penyimpanan energi, Penambahan sumber pemasok).</li> <li>• Peningkatan variabilitas sumber energi terutama sumber energi hijau yang dapat menjadi baseload (tenaga air, panas bumi, nuklir).</li> <li>• Peningkatan desentralisasi energi (meningkatkan independensi suatu wilayah dari putusnya jaringan atau beban di sistem jaringan ketika terjadi cuaca ekstrem).</li> </ul>
Kerusakan fasilitas/aset	A∩M: Peningkatan asuransi untuk mitigasi risiko kerusakan aset yang digunakan untuk keperluan adaptasi maupun mitigasi.	Perbaikan dan retrofit fasilitas/peralatan untuk tahan terhadap cuaca ekstrem sekaligus lebih efisien secara energi dan emisi. Pemindahan aset/fasilitas dari lokasi yang semakin rentan/berisiko terhadap cuaca ekstrem ke depan.
Peningkatan penggunaan energi karena kemacetan jalan raya yang disebabkan oleh banjir/terputusnya jalan.	J(A,M): Transisi ke kendaraan listrik akan menurunkan kemampuan adaptasi, penggunaan kendaraan fosil akan meningkatkan emisi.	Peningkatan kualitas sistem transportasi, termasuk di dalamnya perbaikan sistem jalan yang tahan banjir atau memiliki sistem alternatif dalam keadaan darurat, pengembangan sistem transportasi publik untuk mengurangi intensitas penggunaan kendaraan pribadi, penerapan <i>work from home</i> dalam ketika terdapat prakiraan cuaca ekstrem.
Kekekeringan, mati angin	M→A: dalam beberapa kasus, aforestasi menurunkan ketersediaan air. Penggunaan energi bersih seperti hydropower dan nuklir akan terganggu dari kebutuhan air, sementara turbin angin terganggu dari kurangnya angin (adaptasi berkurang).	Pengelolaan pemanfaatan air, perencanaan pembangunan yang memperhatikan sumber/serapan air. Perencanaan pembangunan sumber energi hijau berdasarkan skenario iklim.
Kebakaran hutan	A∩M: kebakaran hutan akan menurunkan mitigasi karena emisi yang terlepas ke atmosfer dan menurunkan adaptasi karena peningkatan temperatur serta kualitas udara.	Perencanaan NBS yang dapat meningkatkan ketahanan terhadap kebakaran hutan termasuk dengan melakukan integrasi sosial-ekonomi untuk menurunkan risiko dari faktor manusia.

Berdasarkan analisis di tabel 4, untuk meningkatkan keandalan dan keselarasan adaptasi – mitigasi diperlukan berbagai langkah yang tentunya akan meningkatkan pengeluaran biaya. Padahal tidak semua pengeluaran biaya tersebut menghasilkan tingkat pengembalian yang langsung dapat terukur. Sebagai contoh peningkatan redudansi, perbaikan dan retrofit, relokasi, atau pembangunan yang memperhatikan sumber/serapan air. Situasi semacam ini akan mempersulit kebutuhan peningkatan keandalan dan penyesuaian adaptasi-mitigasi di sektor bisnis, karena perlunya pendanaan yang besar dengan dampak pengembalian tidak langsung.

Salah satu cara untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan memfaktorkan risiko iklim ke dalam valuasi keuangan. Beberapa penelitian telah mencoba memasukkan faktor risiko iklim ke dalam biaya modal (*cost*

*of equity*) dan mengukur dampak negatif paparan risiko iklim terhadap biaya pendanaan seperti misalnya penelitian dari Buhr et al., (2018), King et al., (2021), dan Berkman et al., (2021). Kling et al., (2021) berargumentasi bahwa kerentanan iklim akan meningkatkan biaya modal melalui:

- 1 pergeseran *risk-free rate* seperti dalam kasus biaya utang (*cost of debt*),
- 2 mengubah market risk premium, dan
- 3 meningkatkan koefisien beta.

Hal ini sejalan juga dengan kajian dari Feltmate et al., (2020) yang memfaktorkan risiko iklim ke dalam *cost of equity*. Kling et al., (2021), mengukur risiko iklim menggunakan indeks risiko kerentanan iklim yang dapat mempengaruhi biaya utang melalui risiko negara. Hal ini sejalan juga dengan penelitian dari Buhr et al., (2018) yang mengukur dampak risiko iklim terhadap *sovereign bond*.

## KESIMPULAN DAN DISKUSI

Penyesuaian adaptasi-mitigasi diperlukan untuk memastikan pencapaian target NZE selama terjadinya dampak negatif dari perubahan iklim yang sudah terjadi. Selain itu, perencanaan secara menyeluruh diperlukan untuk memastikan bahwa mitigasi tidak menurunkan kemampuan adaptasi dan sebaliknya. Untuk melakukan penyesuaian, diperlukan lebih banyak dana dan investasi. Memfaktorkan risiko iklim ke dalam valuasi keuangan merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan

pendanaan adaptasi-mitigasi. Oleh karena itu, diperlukan penilaian risiko iklim yang dituangkan ke dalam matriks risiko iklim atau indeks risiko kerentanan iklim untuk setiap negara, sektor industri, maupun di tingkat korporasi. Sebagai penutup, entitas perlu melakukan penilaian risiko iklim yang salah satunya dapat dilakukan menggunakan scenario planning karena risiko iklim akan menjadi bagian tak terlepaskan dari lanskap transisi energi dan dekarbonisasi ke depan.

## REFERENSI

- Berkman, H., Jona, J., & Soderstrom, N. S. (2021). *Firm-specific climate risk and market valuation*. Available at SSRN 2775552.
- Buhr, B., Volz, U., Donovan, C., Kling, G., Lo, Y. C., Murinde, V., & Pullin, N. (2018). *Climate change and the cost of capital in developing countries*.
- Chesser, M., O'Reilly, P., Lyons, P., & Carroll, P. (2021). *The impact of extreme weather on peak electricity demand from homes heated by air source heat pumps*. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 16(8), 707-718.
- Climate Policy Initiative. (2021). *Global Landscape of Climate Finance 2021*. Retrieved October 7, 2022, from <https://www.climatepolicyinitiative.org/wp-content/uploads/2021/10/Global-Landscape-of-Climate-Finance-2021.pdf>
- Feltmate, B., Moudrak, N., Bakos, K., & Schofield, B. (2020). *Factoring Climate Risk into Financial Valuation*. Intact Centre on Climate Adaptation.
- IPCC. (2001). *Climate Change 2001: Synthesis Report*. A Contribution of Working Groups I, II, III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, R.T. Watson and the Core Team, Eds., Cambridge University Press, Cambridge and New York, 398 pp.
- Jackson, N. D., & Gunda, T. (2021). *Evaluation of extreme weather impacts on utility-scale photovoltaic plant performance in the United States*. *Applied Energy*, 302, 117508.
- Klein, R.J.T., S. Huq, F. Denton, T.E. Downing, R.G. Richels, J.B. Robinson, F.L. Toth. (2007). *Inter-relationships between adaptation and mitigation*. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 745-777.

## REFERENSI

- Kling, G., Volz, U., Murinde, V., & Ayas, S. (2021). *The impact of climate vulnerability on firms' cost of capital and access to finance*. *World Development*, 137, 105131.
- NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. *Billion-Dollar Weather and Climate Disasters (2022)*. <https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>, DOI: 10.25921/stkw-7w73
- Panteli, M., & Mancarella, P. (2015). *Influence of extreme weather and climate change on the resilience of power systems: Impacts and possible mitigation strategies*. *Electric Power Systems Research*, 127, 259-270.
- Perkins-Kirkpatrick, S. E., Stone, D. A., Mitchell, D. M., Rosier, S., King, A. D., Lo, Y. T. E., ... & Wehner, M. (2022). *On the attribution of the impacts of extreme weather events to anthropogenic climate change*. *Environmental Research Letters*, 17(2), 024009.
- TCFD. (2020, October). *Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies*. [https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/09/2020-TCFD\\_Guidance-Scenario-Analysis-Guidance.pdf](https://assets.bbhub.io/company/sites/60/2020/09/2020-TCFD_Guidance-Scenario-Analysis-Guidance.pdf)
- Van Oldenborgh, G. J., Krikken, F., Lewis, S., Leach, N. J., Lehner, F., Saunders, K. R., ... & Otto, F. E. (2021). *Attribution of the Australian bushfire risk to anthropogenic climate change*. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 21(3), 941-960.
- Velashjerdi Farahani, A., Jokisalo, J., Korhonen, N., Jylhä, K., Ruosteenoja, K., & Kosonen, R. (2021). *Overheating risk and energy demand of Nordic old and new apartment buildings during average and extreme weather conditions under a changing climate*. *Applied Sciences*, 11(9), 3972.
- World Meteorological Organization. (2023). *United in Science 2022*. Retrieved October 7, 2022, from [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11308](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11308)
- Zachariah, M., et al., 2022. *Without human-caused climate change temperatures of 40°C in the UK would have been extremely unlikely*: <https://www.worldweatherattribution.org/wp-content/uploads/UK-heat-scientific-report.pdf>

## REFERENSI

<https://www.climate.gov/news-features/blogs/beyond-data/2021-us-billion-dollar-weather-and-climate-disasters-historical>

Uji ketahanan strategi terhadap risiko terkait iklim pernah diulas dalam buletin PEI  
Volume 7 No. 04

<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-09-06/california-power-use-to-hit-record-raising-chance-of-blackouts-l7qiuo5t>

<https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/80071.pdf>

<https://www.climatechangenews.com/2022/08/22/heatwave-hydropower-china-sichuan-tesla/>

<https://www.nationalgeographic.com/environment/article/forests-as-carbon-offsets-climate-change-has-other-plans>

[https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_22\\_5919](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_5919)

<https://www.reuters.com/markets/commodities/europes-climate-credentials-sullied-by-coal-import-binge-2022-09-12/>





# DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DAN CUACA EKSTREM TERHADAP SISTEM DAN TRANSISI ENERGI

**Robi Kurniawan**

*Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*

## ABSTRAK

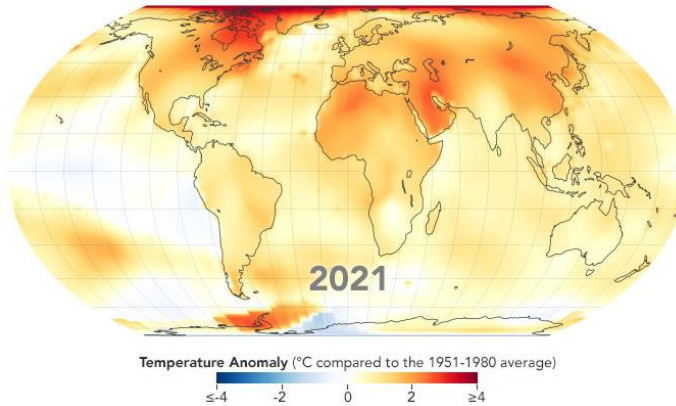
**K**eseluruhan mata rantai sistem energi, baik dari suplai, hingga demand turut terdampak perubahan iklim yang antara lain ditandai dengan fenomena cuaca ekstrem. Perubahan iklim berpengaruh terhadap sistem energi melalui sejumlah driver, seperti perubahan runoff terhadap pembangkit berbasis hidro, intensitas penyinaran terhadap pembangkit tenaga surya, hingga kerentanan infrastruktur ekstraksi migas. Pembangkit berbasis termal akan terpengaruh pada cooling system dan efisiensinya. Di sisi demand, pemanasan global akan berpengaruh terhadap kebutuhan energi di tiap sektor. Cuaca ekstrem juga telah menyebabkan gangguan terhadap sistem ketenagalistrikan di Indonesia, mulai dari sisi pembangkitan, transmisi hingga distribusi. Transisi energi di Indonesia saat ini diarahkan kepada penggunaan energi terbarukan yang juga rentan terhadap perubahan iklim karena flux of energi dan konversinya tergantung pada cuaca dan iklim. Indonesia perlu meningkatkan sistem ketahanan energi, mulai dari penyediaan hingga konsumsi final, terhadap peristiwa krisis iklim dan cuaca ekstrem. Perencanaan energi perlu memperhitungkan risiko perubahan iklim dan cuaca ekstrem dengan mempertimbangkan kondisi lokal.

*Kata kunci: perubahan iklim; cuaca ekstrem; analisis risiko; sistem energi; perencanaan energi*

## PENDAHULUAN

Kajian yang dilakukan oleh NASA's *Goddard Institute for Space Studies* (GISS) menunjukkan rata-rata suhu bumi telah mengalami kenaikan setidaknya 1.1° Celsius (1.9° Fahrenheit) semenjak tahun 1880 (NASA, 2019). Menurut kajian tersebut, kenaikan dramatis dimulai sejak tahun 1975, dimana dalam kurun waktu satu dekade terjadi kenaikan antara 0.15 hingga 0.20°C. Sebagaimana ditunjukkan di Gambar 6, kenaikan suhu ini tidak,

hanya terjadi di daratan. Di lautan berdasarkan observasi telah terjadi tren kenaikan suhu permukaan laut secara global. Dari tahun 1901 hingga 2020, diperkirakan telah terjadi kenaikan suhu permukaan laut dengan rata 0.084° C per dekade. Kenaikan suhu di kutub juga menyebabkan mencairnya es di kawasan tersebut yang menyebabkan terjadinya kenaikan muka air laut.



(Sumber: NASA, 2022)

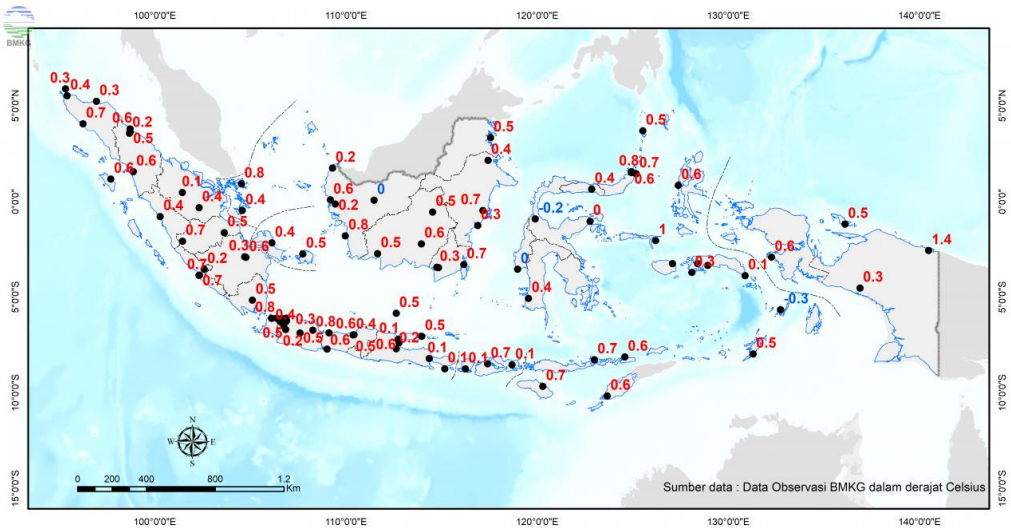
### Gambar 6. Anomali Suhu Global Tahun 2021

*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) melaporkan salah satu dampak paling disruptif dari perubahan iklim adalah cuaca ekstrem seperti angin topan, hujan badai ekstrem, dan kekeringan yang juga berimplikasi pada bencana alam seperti banjir dan kebakaran (Pörtner et al., 2022). Kejadian ini bervariasi berdasarkan wilayah geografi. Sebagian wilayah mengalami kekeringan berkepanjangan, sementara di wilayah lain mengalami kenaikan intensitas hujan. Perubahan iklim juga menyebabkan badai ekstrem, *tropical cyclones* dan *extratropical cyclones* yang sering berdampak pada daerah kawasan pantai.

Perubahan iklim yang antara lain diindikasikan dari kenaikan suhu dan perubahan curah hujan juga terjadi di Indonesia, sebagaimana ditunjukkan pada hasil observasi yang dilakukan oleh BMKG. Pada observasi tersebut, suhu udara pada tahun tertentu dibandingkan dengan rata-rata periode normal. Periode normal dalam hal ini adalah rentang data tahun 1981-2010. Normal suhu udara periode 1981-2010 di Indonesia adalah sebesar 26.6 °C (BMKG, 2022).

Anomali suhu 2021 yang merupakan perbandingan antara suhu tahun 2021 dibandingkan dengan rata-rata periode normal ditunjukkan pada gambar 7. Berdasarkan data dari 89 stasiun pengamatan BMKG, suhu udara rata-rata tahun 2021 adalah sebesar 27.0 °C.

Observasi BMKG, (2022) juga menunjukkan kenaikan suhu dan curah hujan di sebagian besar wilayah Indonesia. Dari 89 stasiun pengamatan, didapatkan analisis anomali suhu yang menunjukkan kenaikan hampir di seluruh lokasi yang diobservasi. Berdasarkan observasi tersebut, anomali suhu maksimum tercatat sebesar 1.4 °C di Stasiun Meteorologi Sentani – Jayapura. Observasi BMKG juga menunjukkan adanya kenaikan curah hujan di wilayah Indonesia. Pada tahun 2020, curah hujan rata-rata di tanah air berada di level 3.000 mm. Angka ini 9,7% di atas normal *departure*. Tren curah hujan di Indonesia juga menunjukkan adanya fluktuasi yang cukup tinggi, dimana curah hujan tertinggi dapat mencapai 3.289 mm di tahun 2010 dan level terendah pada 2,275 di tahun 1997.



(Sumber: BMKG, 2022)

### Gambar 7. Anomali Suhu Rata-Rata Tahunan di Indonesia

Perubahan iklim yang diindikasikan antara lain dengan kenaikan suhu dan terjadinya cuaca ekstrem tersebut berdampak sangat luas pada kehidupan masyarakat. Hal tersebut mengubah sistem iklim yang berpengaruh terhadap berbagai aspek pada perubahan alam dan kehidupan manusia, Diperkirakan, biaya karena perubahan iklim di Indonesia dapat berdampak hingga 2.5–7% dari GDP (World Bank, 2022).

Kajian yang dilakukan oleh *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) menunjukkan

sektor energi tidak hanya berkontribusi terhadap perubahan iklim namun juga menjadi sektor yang terdampak (Pörtner et al., 2022). Dengan latar belakang tersebut, artikel ini akan mengulas dampak perubahan iklim dan cuaca ekstrem terhadap sektor energi. Dampak yang dianalisis mencakup implikasi terhadap sistem energi, mulai dari sisi *resources endowment/supply* hingga demand. Pembahasan juga meliputi kajian kerentanan pembangkitan energi di Indonesia dan termasuk implikasinya terhadap perencanaan energi.

## PEMBAHASAN

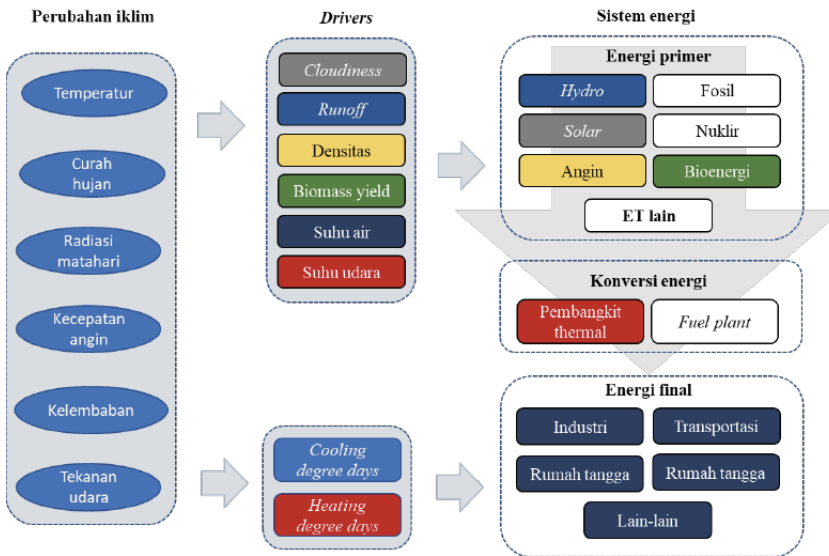
### 1 Kerentanan sektor energi terhadap perubahan iklim dan cuaca ekstrem

Perubahan iklim dan cuaca ekstrem memiliki pengaruh terhadap mata rantai sistem energi (Cronin et al., 2018; Yalew et al., 2020). Imbas dari hal ini meliputi keseluruhan energi sistem, mulai dari sisi *supply* hingga *demand*, sebagaimana diilustrasikan pada gambar 8. Sejumlah elemen perubahan iklim akan berdampak terhadap sistem energi sebagaimana direpresentasikan pada

ilustrasi tersebut. Elemen tersebut antara lain perubahan suhu, curah hujan, radiasi matahari, kecepatan angin, kelembaban udara, dan tekanan angin. Di sisi suplai, pembangkit energi terbarukan seperti pembangkit berbasis bioenergi, hidro, bayu, dan solar terpengaruh oleh perubahan iklim dengan berbagai macam tingkatan yang berbeda.

Perubahan komponen tersebut berpengaruh terhadap energi sistem melalui sejumlah *driver*, seperti perubahan *runoff* terhadap pembangkit berbasis hidro, intensitas penyinaran terhadap pembangkit tenaga surya. Dari sisi *supply/resource endowment*, meningkatnya kadar CO<sub>2</sub> diperkirakan dapat meningkatkan potensi bioenergi (Gernaat et al., 2021). Menurut kajian tersebut, dampak perubahan iklim terhadap potensi hidro berbeda-beda tergantung lokasi, sedangkan

potensi solar diperkirakan tidak terdampak secara signifikan. Pembangkit berbasis termal, baik yang berbasis fosil maupun energi terbarukan, akan terpengaruh pada *cooling system* dan efisiensi turbinnya. Di sisi *demand*, perubahan iklim akan memantik perubahan pola *cooling degree days* dan *heating degree days* (HDD) yang akan berpengaruh terhadap kebutuhan energi di sektor industri, bangunan gedung, dan transportasi.



(Sumber: Schaeffer et al., (2012); dan Yalew et al., (2020))

**Gambar 8. Dampak Perubahan Iklim terhadap Sisi Supply/Demand**

Perubahan iklim dan cuaca ekstrem dapat berpengaruh terhadap ekstraksi, infrastruktur, akses dan produksi komoditas minyak dan gas bumi (Dong et al., 2022), sebagaimana ditunjukkan pada tabel 5. Kapasitas untuk memperluas dan memelihara fasilitas produksi migas juga dapat dipengaruhi oleh kondisi iklim. Beberapa kondisi yang mempengaruhi hal tersebut antara lain: level permukaan laut, intensitas badai, pola gelombang, suhu udara dan air, pola curah hujan, dan tingkat CO<sub>2</sub>/keasaman air laut.

Selain itu, suplai dari lapangan *offshore* dan pantai dapat mengalami kerusakan karena perubahan cuaca ekstrem seperti badai yang dapat merusak infrastruktur produksi. Perubahan iklim juga dapat menyebabkan kerusakan pada jalur transportasi pipa migas. Fasilitas *refinery* yang membutuhkan konsumsi air juga dapat terpengaruh penurunan ketersediaan air yang disebabkan oleh perubahan iklim. Selain itu, *refinery* juga akan terdampak karena kenaikan temperatur dan kebutuhan *cooling unit*.

**Tabel 5. Dampak Perubahan Iklim terhadap Infrastruktur *Petroleum***

Perubahan iklim	Infrastruktur	Dampak
Suhu	Transportasi Ekstraksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penurunan <i>load capacity</i> struktur</li> <li>• Peningkatan degradasi struktur</li> <li>• Temperatur ekstrem menyebabkan kesulitan perawatan dan tambahan biaya</li> </ul>
Pola curah hujan	Platform migas Pengilangan Sistem perpipaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Soil shrinkage</i> karena kekeringan berdampak negatif terhadap sistem perpipaan</li> <li>• Meningkatnya potensi <i>overload</i> filter</li> <li>• Meningkatnya potensi tumbuhnya jamur</li> <li>• Banjir dapat merusak fasilitas</li> </ul>
Kenaikan level air laut	Platform migas Pengilangan Sistem perpipaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fasilitas <i>refinery</i> lebih rentan karena erosi dan rob</li> <li>• Peningkatan risiko kerusakan fasilitas terhadap <i>platform</i> migas</li> <li>• Peningkatan degradasi infrastruktur dan perpipaan</li> </ul>
Badai ekstrem	Platform migas Sistem perpipaan Tanki storage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan potensi kerusakan <i>platform</i>, <i>drilling</i>, dan sistem perpipaan</li> <li>• Badai dan banjir dapat mempengaruhi tanki <i>storage</i></li> <li>• Gelombang laut dapat menyebabkan erosi</li> </ul>

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

Beberapa ancaman dan dampak terhadap pembangkit listrik berbasis hidro ditunjukkan pada tabel 6. Sejumlah dampak perubahan iklim seperti perubahan pola hujan, banjir, temperatur udara, serta beberapa faktor lain mempengaruhi pembangkit berbasis hidro. Dampak dari perubahan kondisi ini beragam mulai dari perubahan muka air yang menyebabkan berkurangnya produksi

hingga potensi konflik dengan penggunaan lain seperti irigasi. Salah satu karakteristik dari pembangkit listrik tenaga air adalah besarnya proporsi kapital awal untuk infrastrukturnya. Hal ini menimbulkan kerentanan jangka panjang apabila elemen terkait infrastruktur ini mengalami gangguan. Selain itu, pembangkit ini juga memiliki risiko berbeda tergantung wilayah masing-masing.



**Tabel 6. Ancaman Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Pembangkit Berbasis Hidro**

Ancaman	Dampak
a. Perubahan pola hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perubahan pola hujan baik musiman maupun tahunan akan menyebabkan perubahan <i>flow</i> dan <i>water level</i> yang menyebabkan perubahan produksi</li> <li>Perubahan presipitasi dan temperatur menyebabkan kelembaban tanah yang menyebabkan perubahan penyimpanan air dan <i>runoff</i></li> <li>Sedimentasi dan erosi berpengaruh terhadap <i>output power</i></li> </ul>
b. Banjir dan intensitas hujan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peningkatan presipitasi dapat mengakibatkan banjir yang dapat merusak infrastruktur seperti dam dan turbin</li> <li>Berpengaruh terhadap aspek keselamatan</li> </ul>
c. Temperatur udara	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenaikan suhu udara dapat meningkatkan evaporasi yang dapat menurunkan level air dan <i>power output</i></li> <li>Dapat mempengaruhi biaya operasional dan efisiensi peralatan</li> </ul>
d. Faktor lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potensi konflik penggunaan lain seperti irigasi</li> <li>Performa pintu air dipengaruhi oleh tingkat sedimen</li> <li>Longsoran karena perubahan presipitasi</li> </ul>

(Sumber: Solaun & Cerdá, (2019))

Sejumlah ancaman perubahan iklim dan cuaca ekstrem berpengaruh terhadap pembangkit listrik tenaga bayu, sebagaimana ditunjukkan pada tabel 7 berikut ini. Ancaman tersebut meliputi perubahan kecepatan angin, perubahan distribusi, suhu, dan faktor lain seperti perubahan muka air laut. Pembangkit listrik tenaga bayu memerlukan

ukuran dan ketinggian tertentu membuatnya rentan terhadap perubahan cuaca. Produksi listrik yang dihasilkan dari pembangkit ini sangat tergantung pada kecepatan angin. Terjadinya perubahan kecepatan angin akan berimbas secara signifikan terhadap produksi listrik yang dihasilkannya.

**Tabel 7. Ancaman Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Pembangkit Berbasis Angin**

Ancaman	Dampak
a. Perubahan kecepatan angin	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perubahan kecepatan angin dapat menurunkan pembangkitan dari pembangkit listrik tenaga bayu</li> </ul>
b. Perubahan distribusi harian/musiman angin	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hal ini berpengaruh terhadap input dan distribusi beban</li> </ul>
c. Temperatur udara	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenaikan suhu udara dapat menurunkan densitas udara dan <i>power output</i></li> <li>Dapat mempengaruhi keawetan infrastruktur pembangkit</li> </ul>
d. Faktor lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kenaikan muka laut dapat merusak pondasi <i>offshore wind farm</i></li> </ul>

(Sumber: Solaun & Cerdá, (2019))

Perubahan suhu, iradiasi, polutan, dan kecepatan angin berpengaruh terhadap kinerja pembangkit listrik tenaga surya. Sebagaimana ditunjukkan pada tabel 8, beberapa kondisi tersebut berdampak terhadap pembangkit ini. Perubahan iradiasi sinar matahari berbeda-beda berdasarkan

wilayah. Di Eropa, diperkirakan iradiasinya memiliki kecenderungan meningkat. Sebaliknya, benua Afrika memiliki tendensi penurunan iradiasi yang berimplikasi pada penurunan kinerja pembangkit. Kenaikan curah hujan juga diprediksi dapat menurunkan produktivitas pembangkit terbarukan ini.

**Tabel 8. Ancaman Perubahan Iklim dan Dampaknya terhadap Pembangkit Berbasis Surya**

Ancaman	Dampak
a. Perubahan suhu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenaikan suhu berakibat negatif terhadap efisiensi <i>cell</i> dan menurunkan <i>power output</i></li> <li>• Kenaikan suhu dapat menurunkan kapasitas konduktor dan menaikkan biaya operasi</li> </ul>
b. Perubahan iradiasi dan awan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perubahan iradiasi dan awan dapat menurunkan kinerja <i>power output</i></li> </ul>
c. Polutan dan debu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tertutupnya permukaan panel dapat menurunkan kinerja peralatan</li> </ul>
d. Kecepatan angin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perubahan kecepatan berpotensi menurunkan kinerja peralatan, pada kondisi kecepatan yang sangat tinggi dapat merusak infrastruktur</li> </ul>
e. Faktor lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenaikan presipitasi dapat menurunkan efisiensi pembangkit</li> </ul>

(Sumber: Solaun & Cerdá, (2019))

Pembangkit energi terbarukan yang lain seperti pembangkit berbasis arus laut dan geothermal juga terimbas oleh perubahan iklim dan cuaca ekstrem. Pembangkit energi berbasis arus laut terpengaruh kinerjanya karena perubahan suhu, kadar garam, dan permukaan air laut. Suhu air dan udara juga akan berpengaruh terhadap *cooling efficiency* yang dapat mempengaruhi kinerja pembangkit *geothermal* (Schaeffer et al., 2012). Perubahan komponen iklim seperti suhu dan curah hujan dapat berdampak pada tanaman yang memproduksi biodiesel dan ethanol. Peningkatan suhu dapat merubah kondisi tanah yang dapat menurunkan fertilitas dan produktifitas tanaman. Selain itu, masing-masing tanaman penghasil biofuel juga memiliki kisaran temperatur tertentu untuk tumbuh kembang secara optimal yang dimungkinkan rentan jika terjadi perubahan. Perubahan suhu juga berpengaruh terhadap evopotranspirasi tanaman dan metabolisme serangga dan hama lainnya. Selain itu, curah hujan juga merupakan faktor krusial yang menentukan produktifitas tanaman.

Di sisi demand, pemanasan global juga berdampak terhadap ambient temperatur. Kenaikan suhu ini akan berimbas pada kenaikan peak demand dan konsumsi listrik. Kajian yang dilakukan menunjukkan untuk setiap kenaikan suhu, akan diikuti *peak electricity load* antara 0.45% hingga 4.6% (Santamouris et al., 2015). Perencanaan energi juga perlu mempertimbangkan perubahan iklim, salah satunya mengantisipasi suplai energi ketika terjadi peristiwa cuaca ekstrem seperti banjir dan angin topan. Perencanaan ini menggunakan kondisi wilayah masing-masing, termasuk memperhitungkan potensi sumber energi dan kerentanan infrastruktur wilayah. Salah satu studi dilakukan dengan memperhitungkan kestabilan suplai energi saat terjadinya peristiwa cuaca ekstrem di salah satu wilayah pantai di China. Menurut kajian tersebut, diperkirakan ada tambahan biaya investasi dan operasi sebesar 2,8% (Jing et al., 2021) untuk menjaga kestabilan sistem ketenagalistrikan. Biaya tersebut antara lain diperlukan untuk tambahan *storage*, dalam hal ini *pumping storage*, untuk stabilitas suplai energinya.

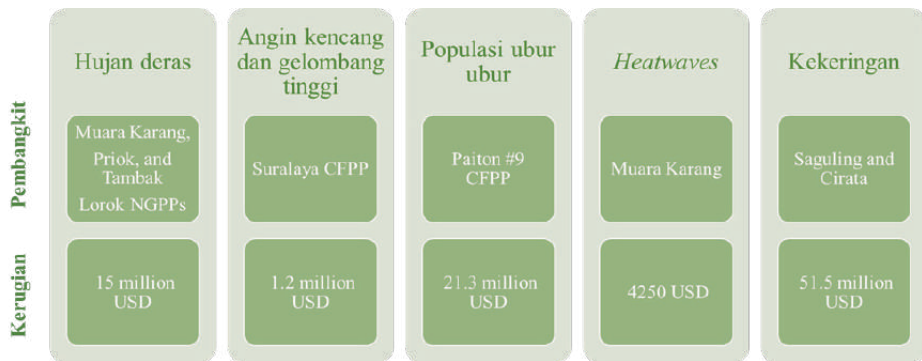


2 Dampak cuaca ekstrem terhadap penyediaan energi di Indonesia

Kajian yang dilakukan oleh Handayani et al., (2019) menunjukkan bahwa perubahan iklim yang menyebabkan cuaca ekstrem berpengaruh buruk terhadap sisi penyediaan listrik di Indonesia. Menurut kajian tersebut, ada beberapa kategori cuaca ekstrem yang mengganggu operasional ketenagalistrikan di Indonesia. Cuaca ekstrem tersebut adalah angin kencang, hujan deras, petir, kenaikan suhu air laut, cuaca panas, dan kekeringan. Dampak cuaca ekstrem ini berpengaruh mulai dari sisi pembangkitan, transmisi hingga distribusi.

Menurut kajian tersebut, sisi pembangkitan dapat terpengaruh oleh cuaca ekstrem seperti hujan deras hingga kekeringan yang terjadi di beberapa pembangkit sebagaimana ditampilkan pada gambar 9. Hujan deras juga dapat mempengaruhi batubara sebagai

sumber energi pembangkit. Hujan dapat menyebabkan meningkatnya kadar air yang menurunkan efisiensi pembakaran batubara. Banjir yang membawa timbunan sampah ke area pembangkitan dapat berpengaruh terhadap sistem pendinginan yang berpotensi menyebabkan gangguan operasi. Hujan deras dapat memantik terjadinya banjir yang dapat merendam fasilitas pembangkitan. Sebagai contoh, pembangkit listrik di Muara Karang sempat berhenti beroperasi selama hampir dua minggu karena fasilitasnya terkena banjir. Kenaikan suhu air laut juga dapat meningkatkan populasi ubur-ubur yang dapat mengganggu operasional pembangkit. Serangan hewan tersebut menyerang sistem pendinginan hingga menyebabkan pembangkit tidak dapat beroperasi hampir selama tiga pekan.



(Sumber: Handayani et al., (2019))

Gambar 9. Dampak Cuaca Ekstrem pada Beberapa Pembangkit di Indonesia

Kerugian yang ditanggung oleh perusahaan utilitas di Indonesia karena kondisi ini cukup signifikan. Kekeringan, misalnya berimplikasi pada operasional sejumlah pembangkit berbasis hidro seperti Saguling dan Cirata. Kerugian akibat kondisi tersebut diperkirakan dapat mencapai hingga 51.5 juta USD. Akibat tidak beroperasinya pembangkit karena serangan ubur-ubur pada sistem pendinginan

di pembangkit Paiton, perusahaan mengalami kerugian yang ditaksir lebih dari 21 juta dollar. Gangguan karena banjir yang dialami oleh ratusan gardu listrik di Jakarta berdampak pada kerugian lebih dari Rp.200 miliar. Hal ini perlu diantisipasi mengingat kerugian akibat banjir diprediksi meningkat hingga 4 kali lipat di tahun 2050 (Januriyadi et al., 2018).



Cuaca ekstrem juga dapat mengganggu sistem transmisi dan distribusi ketenagalistrikan, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 10. Meningkatnya hujan deras, banjir, longsor dan angin kencang dapat menyebabkan kerusakan pada jaringan. Berdasarkan pada kajian, lebih dari 90% pemadaman listrik di Jawa dan Bali disebabkan karena angin kencang dan hujan deras. Angin kencang dapat mengganggu jaringan karena berpotensi

merubuhkan infrastruktur atau pun pohon di distribusi ketenagalistrikan. Jaringan yang terkena cabang pohon basah juga dapat memicu konsleting yang dapat berimbas pada pemadaman. Kondisi ini juga menyebabkan banyak pelanggan yang terdampak. Banjir yang berdampak pada jaringan distribusi misalnya, diperkirakan mengganggu akses kelistrikan pada lebih dari 90 juta pelanggan.

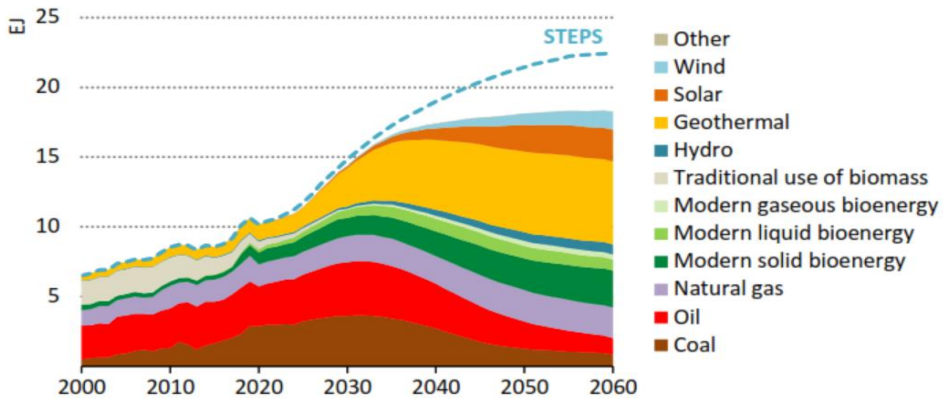


(Sumber: Handayani et al., (2019))

**Gambar 10. Dampak Cuaca Ekstrem pada Transmisi (kiri) dan Distribusi (kanan)**

Sektor energi diharapkan dapat berkontribusi secara signifikan terhadap pemenuhan akses energi dan perubahan iklim di Indonesia. Sebagaimana ditampilkan pada gambar 11, upaya mitigasi perubahan iklim dilakukan antara lain dengan mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan. Langkah ini merupakan salah satu upaya Indonesia untuk mencapai target *Net Zero Emission* (NZE) pada tahun 2060. Berdasarkan proyeksi yang dilakukan tersebut, penyediaan energi primer di Indonesia diproyeksikan meningkat dari

10200 petajoules di tahun *baseline* menjadi hampir dua kali lipat (19000 petajoule) di tahun 2060. Dari proyeksi tersebut, share fossil fuel mengalami penurunan dari 72% di tahun 2021 menjadi 22% di tahun 2060. Dari sisi prosentase, proporsi natural gas juga akan mengalami penurunan dari 15% menjadi 13% di tahun 2030. Di sisi lain, energi terbarukan seperti panas bumi, surya, angin, hidro, dan bioenergi akan berkontribusi besar pada bauran energi di tahun 2060.



(Sumber: IEA, 2022)

**Gambar 11. Proyeksi suplai energi di Indonesia: IEA NZE Roadmap**

Besarnya proporsi energi terbarukan tersebut perlu mendapatkan perhatian dari perspektif analisa risiko akibat perubahan iklim. Potensi energi terbarukan, seperti surya dan angin, berupa *flux of energy* yang sangat tergantung terhadap kondisi iklim. Selain itu, konversi terbarukan juga lebih

tergantung kepada cuaca dan iklim. Berdasarkan pada hal tersebut, energi terbarukan akan lebih rentan terhadap perubahan iklim dibanding energi berbasis fosil (Schaeffer et al., 2012). Selain itu, pembiayaan energi juga perlu memasukkan analisis risiko perubahan iklim dan cuaca ekstrem (Griffin, 2020).

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Selain turut berkontribusi terhadap perubahan iklim, sektor energi juga menjadi salah satu sektor yang terdampak perubahan tersebut. Fenomena cuaca ekstrem yang juga berimplikasi pada bencana alam seperti banjir dan badai ekstrem merupakan salah satu dampak dari perubahan iklim. Fenomena tersebut berimbas terhadap keseluruhan mata rantai sistem energi yang meliputi upaya untuk mengelola sumber daya, konversi energi mengolah energi primer ke energi final, hingga konsumsi energi final. Meskipun tidak terkait langsung dengan sumber dayanya, perubahan iklim dan cuaca ekstrem akan berpengaruh terhadap

infrastruktur ekstraksi energi non terbarukan seperti migas. Energi terbarukan cenderung lebih rentan terhadap pengaruh perubahan iklim dan cuaca ekstrem. Perubahan pola hujan akan mempengaruhi *runoff* yang berpengaruh terhadap pembangkit berbasis hidro. Kinerja *power output* pembangkit berbasis surya dipengaruhi perubahan iradiasi dan awan. Perubahan kecepatan angin dapat menurunkan pembangkitan dari pembangkit listrik tenaga bayu. Tanaman yang menghasilkan *biofuel* juga akan terganggu produktifitasnya karena perubahan suhu dan curah hujan.

Studi empiris menunjukkan bahwa perubahan iklim yang menyebabkan cuaca ekstrem juga berpengaruh buruk terhadap sisi penyediaan energi di Indonesia. Cuaca ekstrem seperti angin kencang, hujan deras, petir, kenaikan suhu air laut, cuaca panas, dan kekeringan telah menyebabkan gangguan terhadap sistem ketenagalistrikan di Indonesia, mulai dari sisi pembangkitan, transmisi hingga distribusi. Gangguan tersebut berimplikasi pada kerugian yang signifikan, baik dari jumlah finansial maupun pelanggan terdampak.

Transisi energi di Indonesia saat ini diarahkan kepada penggunaan energi terbarukan, sebagaimana yang direfleksikan pada peta jalan NZE. Energi terbarukan yang potensinya berupa *flux of energy* dan konversinya tergantung pada cuaca dan iklim akan lebih rentan terhadap gangguan. Sehubungan dengan hal tersebut, sejumlah hal yang perlu diperhatikan terkait dampak perubahan iklim dan cuaca ekstrem terhadap dan perencanaan energi di Indonesia antara lain:

- Indonesia perlu meningkatkan sistem ketahanan energi terhadap peristiwa krisis iklim, termasuk cuaca ekstrem. Kita perlu memiliki strategi menekan emisi gas rumah kaca di satu sisi, namun di sisi lain perlu upaya untuk memastikan sektor energi yang tahan terhadap krisis iklim.
- Perencanaan energi konvensional umumnya berasumsi kondisi terkait iklim bersifat statis. Strategi bisnis dan pembangunan jangka panjang perlu memperhitungkan sensitifitas risiko karena perubahan iklim dan cuaca ekstrem. Dari sisi perusahaan, perlu ada pemahaman yang komprehensif untuk memahami konsekuensi perubahan iklim terhadap keberlanjutan operasinya.
- Kerentanan sistem energi terhadap perubahan iklim berbeda-beda berdasarkan wilayahnya. Oleh karena itu analisis risiko dengan mempertimbangkan kondisi lokal masing-masing tempat perlu dilakukan.
- Kajian mengenai dampak perubahan iklim terhadap sistem energi, terutama energi terbarukan dengan spesifik wilayah Indonesia masih relatif terbatas. Oleh karena itu, diperlukan kajian spesifik teknologi tertentu dengan cakupan wilayah yang representatif di Indonesia.
- Diperlukan pendekatan pendekatan berkesinambungan sebagai bentuk adaptasi terhadap dampak perubahan iklim seperti di sisi demand yang berimplikasi pada perubahan suhu.

## REFERENSI

- BMKG. (2022). *Ekstrem Perubahan Iklim*. <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=ekstrem-perubahan-iklim>
- Cronin, J., Anandarajah, G., & Dessens, O. (2018). *Climate change impacts on the energy system: a review of trends and gaps*. *Climatic Change*, 151(2), 79–93. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2265-4>

## REFERENSI

- Dong, J., Asif, Z., Shi, Y., Zhu, Y., & Chen, Z. (2022). *Climate Change Impacts on Coastal and Offshore Petroleum Infrastructure and the Associated Oil Spill Risk: A Review*. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(7). <https://doi.org/10.3390/jmse10070849>
- Gernaat, D. E. H. J., de Boer, H. S., Daioglou, V., Yalew, S. G., Müller, C., & van Vuuren, D. P. (2021). *Climate change impacts on renewable energy supply*. *Nature Climate Change*, 11(2), 119–125. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-00949-9>
- Griffin, P. A. (2020). *Energy finance must account for extreme weather risk*. *Nature Energy*, 5(2), 98–100. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0548-2>
- Handayani, K., Filatova, T., & Krozer, Y. (2019). *The vulnerability of the power sector to climate variability and change: Evidence from Indonesia*. *Energies*, 12(19), 3640.
- IEA. (2022). *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia*.
- Januriyadi, N. F., Kazama, S., Moe, I. R., & Kure, S. (2018). *Evaluation of future flood risk in Asian megacities: a case study of Jakarta*. *Hydrological Research Letters*, 12(3), 14–22.
- Jing, R., Wang, X., Zhao, Y., Zhou, Y., Wu, J., & Lin, J. (2021). *Planning urban energy systems adapting to extreme weather*. *Advances in Applied Energy*, 3(July), 100053. <https://doi.org/10.1016/j.adapen.2021.100053>
- NASA. (2019). *NASA's Eyes on Extreme Weather*. <https://www.jpl.nasa.gov/edu/news/2019/10/18/nasas-eyes-on-extreme-weather/>
- NASA. (2022). *GISS Surface Temperature Analysis*. <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>
- Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., Begum, R. A., Betts, R., Kerr, R. B., & Biesbroek, R. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. IPCC Sixth Assessment Report*.
- Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., & Kolokotsa, D. (2015). *On the impact of urban heat island and global warming on the power demand and electricity consumption of buildings—A review*. *Energy and Buildings*, 98, 119–124.

## REFERENSI

- Schaeffer, R., Szklo, A. S., Pereira de Lucena, A. F., Moreira Cesar Borba, B. S., Pupo Nogueira, L. P., Fleming, F. P., Troccoli, A., Harrison, M., & Boulahya, M. S. (2012). *Energy sector vulnerability to climate change: A review*. *Energy*, 38(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.11.056>
- Solaun, K., & Cerdá, E. (2019). *Climate change impacts on renewable energy generation. A review of quantitative projections*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109415>
- Yalew, S. G., van Vliet, M. T. H., Gernaat, D. E. H. J., Ludwig, F., Miara, A., Park, C., Byers, E., De Cian, E., Piontek, F., Iyer, G., Mouratiadou, I., Glynn, J., Hejazi, M., Dessens, O., Rochedo, P., Pietzcker, R., Schaeffer, R., Fujimori, S., Dasgupta, S., ... van Vuuren, D. P. (2020). *Impacts of climate change on energy systems in global and regional scenarios*. *Nature Energy*, 5(10), 794–802. <https://doi.org/10.1038/s41560-020-0664-z>



05

## DAMPAK RISIKO TERKAIT IKLIM TERHADAP PEREKONOMIAN

*Loisa Debrina Purba*  
*Pertamina Energy Institute (PEI)*

### ABSTRAK

**P**erubahan iklim dan kebijakan terkait iklim mempengaruhi perekonomian secara agregat baik dari sisi permintaan maupun penawaran dan pengaruhnya terhadap inflasi dan volatilitas inflasi. Tulisan ini membahas beberapa studi literatur terkait kerangka konseptual dan bukti empiris dampak risiko terkait iklim terhadap perekonomian. Pemahaman atas kerangka konseptual diperlukan untuk merancang model makroekonomi yang lebih komprehensif terkait perubahan iklim dan kebijakan iklim. Selain itu, dampak ekonomi apabila kebijakan iklim ditunda berpotensi jauh lebih besar, sehingga diperlukan pemahaman yang lebih baik terkait implikasi jangka pendek dari kebijakan iklim dan interaksinya dengan kebijakan lain dalam merancang kebijakan iklim.

*Keyword: permintaan, penawaran, inflasi, perubahan iklim, kebijakan iklim*



## PENDAHULUAN

Bank Indonesia menggunakan perhitungan dari beberapa ahli menyampaikan bahwa biaya penanganan kerusakan akibat cuaca ekstrem selama 20 tahun terakhir mencapai US\$1,52 triliun, lebih tinggi dari biaya penanganan masalah krisis global di 2008 (Anggela, 2022). Biaya penanganan kerusakan akibat cuaca ekstrem ini hanya sebagian dari biaya terkait ekonomi. Biaya tersebut lebih bersifat dampak mikroekonomi (yang secara individual mempengaruhi bisnis dan rumah tangga). Poin yang menarik untuk dibahas adalah dampak secara makroekonomi (dampak agregat), yang biayanya dapat jauh lebih besar. Tidak hanya biaya iklim itu sendiri, namun juga perlu dipetakan biaya akibat kebijakan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, termasuk dampak ekonomi apabila transisi ditunda. Telah banyak kerangka

yang digunakan untuk memetakan dampak risiko terkait iklim terhadap perekonomian. Tulisan ini ditujukan untuk mendapatkan pemahaman awal kerangka kanal transmisi dampak ekonomi dari risiko terkait iklim, dan bukti empiris yang ada, serta risiko apabila menunda transisi. Pemahaman ini diharapkan dapat memberikan kerangka pemikiran yang dapat digunakan dalam pembuatan model ekonomi untuk menghitung dampak risiko terkait iklim terhadap perekonomian Indonesia. Struktur pembahasan pada tulisan ini terbagi dalam 3 (tiga) bagian. Pertama, kerangka transmisi risiko terkait iklim terhadap perekonomian. Kedua, bukti empiris implikasi risiko terkait iklim terhadap makroekonomi. Ketiga, dampak ekonomi apabila menunda transisi energi.



## KERANGKA TRANSMISI RISIKO TERKAIT IKLIM TERHADAP PEREKONOMIAN

### A Kerangka *Network for Greening the Financial System* (NGFS)

Kanal transmisi risiko terkait iklim terhadap perekonomian menurut NGFS terdiri dari:

- 1 Dampak mikroekonomi: secara individual mempengaruhi bisnis dan rumah tangga
  - Dampak terhadap bisnis: kerusakan properti dan disrupsi bisnis karena cuaca ekstrem; stranded assets dan pengeluaran modal yang baru karena transisi, kewajiban legal (karena kegagalan untuk mitigasi atau adaptasi)
  - Dampak terhadap rumah tangga: kehilangan pendapatan (dari disrupsi cuaca dan dampak kesehatan, friksi pasar tenaga kerja)
- 2 Dampak makroekonomi: dampak agregat
  - Depresiasi modal dan peningkatan investasi
  - Pergeseran harga (dari perubahan struktural dan *supply shocks*)

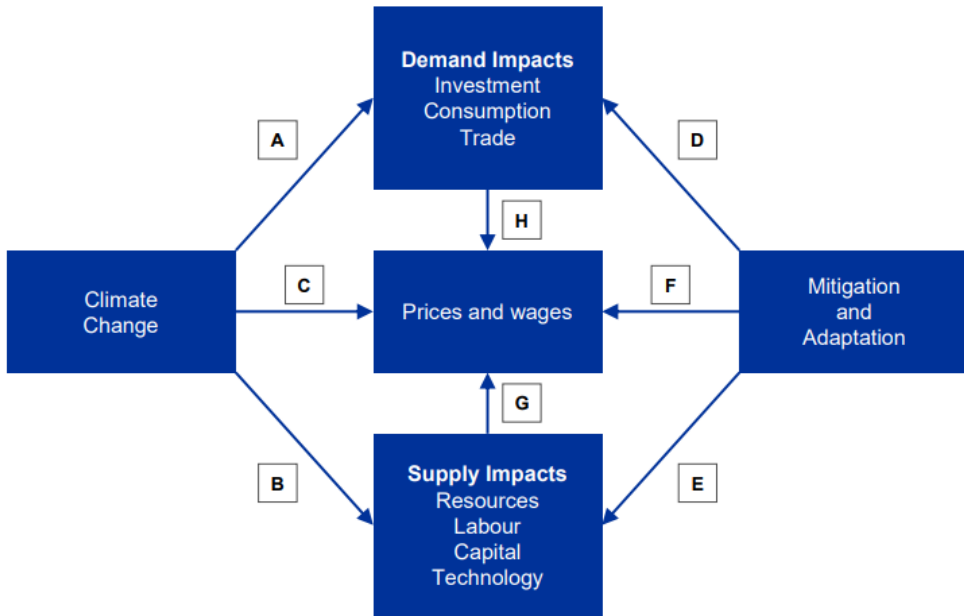
- Perubahan produktivitas (dari *severe heat*, diversifikasi investasi untuk mitigasi dan adaptasi, - yang lebih tinggi)
- Friksi pasar tenaga kerja (dari risiko fisik dan risiko transisi)
- Perubahan sosioekonomi (dari perubahan pola konsumsi, migrasi, dan konflik)
- Dampak lainnya pada perdagangan internasional, pendapatan pemerintah, ruang fiskal, output, suku bunga, dan nilai tukar

### B Kerangka Lainnya

Khusus untuk dampak makroekonomi, terdapat dua studi yang digunakan dalam tulisan ini:

#### 1 Andersson, Baccianti, & Morgan (2020)

Andersson, Baccianti, & Morgan (2020) dengan lebih jelas memetakan hubungan antara perubahan iklim, respon kebijakan, dan dampaknya terhadap makroekonomi yang disarikan dalam Gambar 12.



(Sumber: Andersson, Baccianti, & Morgan, 2020)

### Gambar 12. Hubungan Antara Perubahan Iklim, Respon Kebijakan, dan Dampaknya Terhadap Makroekonomi

Pertama, perubahan iklim dapat berdampak langsung pada sisi permintaan (A)

Contohnya, apabila bisnis mengantisipasi pertumbuhan ekonomi yang lebih lambat, investasinya dapat dikurangi. Demikian juga dengan rumah tangga apabila pesimis atas pendapatan masa mendatang dapat mengurangi konsumsi dan menyimpan lebih. Perdagangan dapat terdampak seiring dampak pemanasan bumi terhadap transportasi (beberapa jalur transportasi mungkin membaik di belahan dunia yang lebih dingin), namun di belahan dunia lainnya dapat berdampak buruk akibat badai yang semakin ganas, perubahan pola tingkat penguapan dan suhu yang sangat tinggi.

Kedua, potensi efek pada sisi penawaran (B)

Secara khusus, dampak signifikan adalah ketersediaan beberapa sumber daya alam (pertanian, perikanan, dan kehutanan), dan persediaan modal dapat sangat buruk terdampak oleh kerusakan akibat iklim dan investasi yang berkurang. Suhu yang naik juga dapat berdampak pada kesehatan dan kemampuan orang untuk bekerja pada suhu yang tinggi, yang mengurangi input tenaga kerja.

Ketiga, dampak dari kebijakan mitigasi dan adaptasi pada sisi permintaan (D)

Di saat yang bersamaan, kebijakan perubahan iklim juga dapat berdampak pada ekonomi

secara luas. Kebijakan mitigasi dan adaptasi akan memerlukan investasi yang substansial yang akan berdampak pada sisi permintaan. Investasi jenis ini dapat meningkatkan biaya energi (contohnya melalui pengenaan pajak, pungutan, dan nilai ekonomi karbon), yang dapat mengurangi pendapatan riil dan dengan demikian berdampak buruk pada konsumsi. Apabila cara mitigasi tidak secara konsisten diterapkan di seluruh negara, maka akan terjadi perubahan pola perdagangan karena negara yang kebijakannya lebih ketat dapat memutuskan untuk spesialisasi di industri yang lebih sedikit polusinya.

Keempat, **dampak dari kebijakan mitigasi dan adaptasi pada sisi penawaran (E)**

Kebijakan mitigasi dapat secara khusus berdampak pada sisi penawaran. Mitigasi melibatkan pergantian teknologi berbasis fosil menjadi teknologi baru berbasis energi terbarukan. Transisi ini akan menimbulkan implikasi yang besar pada persediaan modal dan karakteristik inovasi. Perubahan struktur ekonomi juga berimplikasi pada realokasi pekerjaan dari industri yang tinggi karbon ke yang rendah karbon.

Kelima, **dampak perubahan iklim pada harga dan upah tenaga kerja (C)**

Dari sisi bank sentral, perubahan iklim dan kebijakan untuk meresponnya akan berdampak secara langsung maupun tidak langsung pada inflasi, dan juga meningkatkan volatilitas inflasi. Apabila perubahan iklim berdampak pada hasil pertanian dan pola cuaca yang volatil mempengaruhi hasil panen, maka akan ada dampak signifikan pada harga dan inflasi.

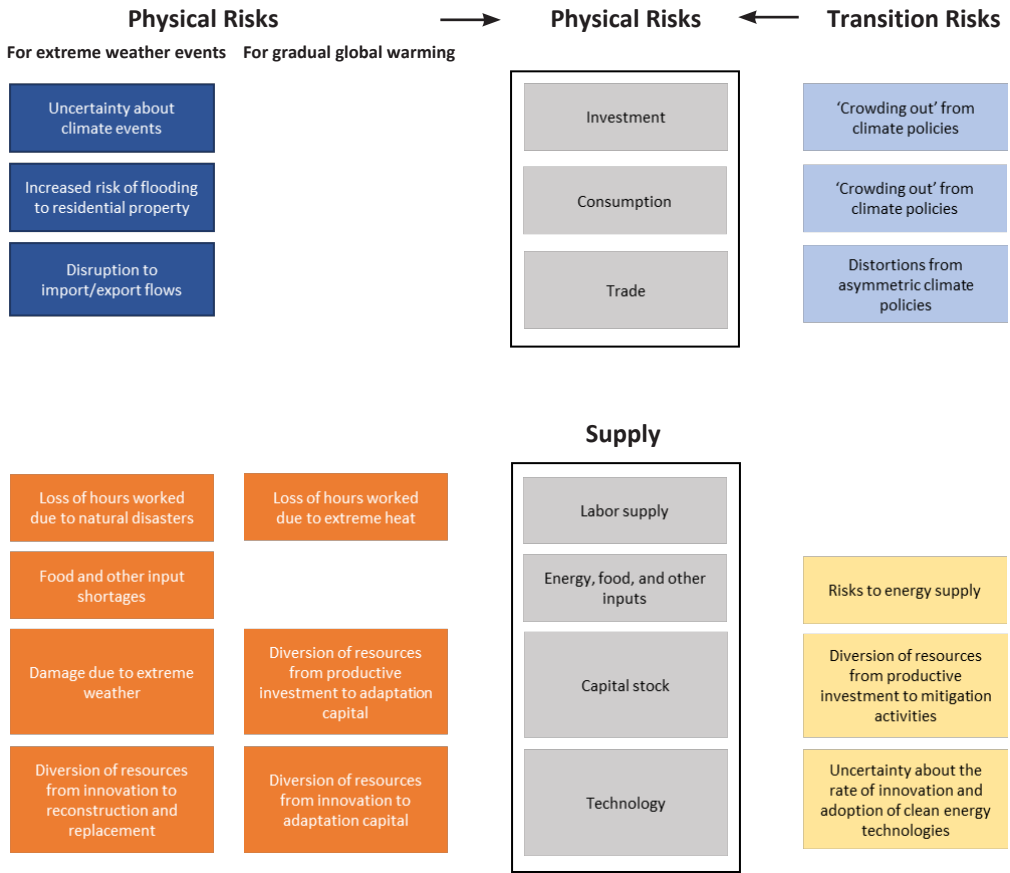
Keenam, **dampak dari kebijakan mitigasi dan adaptasi pada harga dan upah tenaga kerja (F)**

Kebijakan iklim yang melibatkan peningkatan harga karbon melalui pemajakan atau mekanisme berbasis pasar juga akan memiliki dampak langsung pada inflasi dan volatilitas inflasi.

Selanjutnya, akan ada kemungkinan **dampak tidak langsung** melalui dampak permintaan dan penawaran dari perubahan iklim dan kebijakan terkait iklim **(H dan G)**

**2 Batten (2018)**

Batten (2018) juga memberikan contoh risiko makroekonomi (pengaruh terhadap permintaan dan penawaran) akibat risiko terkait iklim. Risiko terkait iklim terdiri dari risiko fisik (yang dibedakan sumbernya dari *extreme weather events* dan *gradual global warming*), dan risiko transisi.



(Sumber: Batten, 2018 diolah)

**Gambar 13. Contoh Risiko Makroekonomi dari Perubahan Iklim**

Untuk risiko fisik, Gambar 13 sudah cukup dapat menjelaskan. Untuk risiko transisi, di sisi *supply side*, diwakili oleh trade-off antara kebutuhan membatasi kerusakan masa depan dari kenaikan suhu global dan biaya saat ini untuk mengurangi emisi, yang mengurangi sumber daya tersedia untuk pertumbuhan ekonomi di jangka pendek. Adapun untuk risiko transisi di sisi demand side, kebijakan iklim yang lebih ketat dapat menyebabkan dislokasi di sektor yang tinggi karbon, termasuk pengurangan yang

besar dan tiba-tiba di investasi. Sebagai tambahan, seperti semua jenis investasi publik, investasi pemerintah di teknologi rendah karbon dapat menyebabkan 'crowding-out' dari investasi swasta di teknologi tersebut. 'Crowding-out' akibat investasi publik merupakan situasi saat investasi publik tinggi yang untuk membiayainya maka pinjaman pemerintah juga tinggi sehingga suku bunga naik, yang pada akhirnya kenaikan suku bunga mengurangi investasi swasta.

## BUKTI EMPIRIS IMPLIKASI PERUBAHAN IKLIM TERHADAP ASPEK MAKROEKONOMI

Kerangka konseptual implikasi perubahan iklim terhadap aspek makroekonomi juga telah dibuktikan secara empiris. Beberapa diantaranya:

### A Implikasi terhadap kebijakan moneter

Implikasi dari risiko transisi terhadap makroekonomi dilihat dari beberapa aspek. Pertama, dampak dari kenaikan harga energi, seperti yang saat ini dialami oleh ekonomi US dan juga setiap ekonomi yang memiliki upah riil yang tidak dapat menyesuaikan secara cepat, sehingga tekanannya lebih kepada *cost-push shocks* yang memiliki efek inflasioner. Kedua, perubahan iklim menyebabkan *asymmetric technology shock* di berbagai sektor sehingga memerlukan realokasi struktural. Kebijakan moneter yang ekspansif dapat memiliki dua dampak yang berlawanan:

- i mengurangi pengangguran di sektor yang berkontraksi sehingga tidak mendorong mobilitas (terutama apabila *dirty sectors* lebih sensitif kepada kebijakan moneter, contohnya sektor kendaraan)
- ii mendorong mobilitas dengan mengembalikan upah relatif ke *level* yang seharusnya. Dengan demikian, kebijakan moneter dapat membiarkan terjadinya inflasi untuk memfasilitasi penyesuaian upah riil sehingga terjadi mobilitas/realokasi lintas sektor (Werning, 2022).

### B Realokasi tenaga kerja dan modal

Sebagian dari alasan keberhasilan dalam energi terbarukan adalah harga dari alternatifnya: ketika sumber energi alternatif mahal, investasi di teknologi bersih meningkat, demikian sebaliknya. Ini menandakan bahwa setiap upaya untuk membuat gas lebih murah akan mengurangi kemajuan di teknologi energi hijau (Acemoglu, 2022). Terkait efeknya terhadap tenaga kerja, Acemoglu berpandangan bahwa walaupun transisi secara penuh ke energi bersih dapat sangat mahal, banyak perusahaan manufaktur telah bertransisi ke energi bersih, dan hanya 40.000 pekerja yang saat ini dipekerjakan di batu bara.

Dampak perubahan iklim terhadap distribusi spasial tenaga kerja di US juga ditemukan. Pertama, hampir 40% individu tinggal di tempat yang berbeda dengan kota kelahirannya. Iklim akan mempengaruhi distribusi produktivitas lintas lokasi sehingga akan terjadi mobilitas tenaga kerja. Namun, mobilitas orang selama ini cenderung masih suboptimal, contohnya pada saat terjadi badai Katrina didapati bahwa orang yang pindah ke tempat lain karena badai tersebut akhirnya dapat menghasilkan pendapatan lebih tinggi di tempat yang baru dibandingkan yang tetap tinggal. Pemahaman atas alasan suboptimalnya mobilitas orang akan menjadi kunci dalam implementasi kebijakan yang kondusif untuk mobilitas (Deryugina, 2022).

### C Perdagangan dan produksi global

Perubahan iklim memiliki implikasi global. Dengan menggunakan data historis, dibuktikan bahwa perubahan suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi (menggeser aktivitas ekonomi di dalam suatu negara, lintas negara dan antara negara). Walaupun perubahan suhu yang telah terjadi selama ini bersifat gradual, perubahan kecil akan berdampak dramatis pada dunia (Hsiang, 2022).

Selain itu, adaptasi untuk perubahan iklim juga penting. Perubahan iklim memiliki dampak yang berbeda lintas lokasi, yang mengimplikasikan terdapatnya winners dan losers. Model kuantitatifnya menunjukkan perlunya realokasi spasial (perpindahan lokasi) dari aktivitas ekonomi, dengan konsekuensi manfaat dan biaya yang menyertainya, mencakup friksi spasial (perdagangan, migrasi, investasi, perubahan spesialisasi) dan biaya dan manfaat terkait kepadatan penduduk (aglomerasi dan kemacetan). Selain itu, diperlukan *general equilibrium macroeconomic model* yang lebih komprehensif dari perubahan iklim (model yang global, dinamis, dan memiliki keberagaman spasial) agar dapat menghitung dampak dari dan kebijakan terkait perubahan iklim dengan lebih baik (Rossi-Hansberg, 2022).

### D Ketidakpastian iklim dan pasar keuangan

Terdapat tantangan kebijakan

akibat ketidakpastian terkait perubahan iklim. Pengukuran historis menggunakan data perubahan iklim periode yang lalu dipandang memiliki nilai yang terbatas dan kebijakan-kebijakan yang tidak didukung oleh model kuantitatif yang kredibel dapat merusak reputasi bank sentral. Teori di tengah ketidakpastian menyebabkan terdapatnya divergensi yang besar lintas model dan ketidakjelasan mekanisme pembobotan berbagai model tersebut untuk memperoleh *probability distribution* dari efeknya (Hansen, 2022).

Terkait peran pasar keuangan dalam transisi menuju target nol emisi, terdapat pergeseran yang masif dalam pembelian aset, dengan kenaikan porsi investasi ESG. Dengan berfokus pada portofolio *European Central Bank* (ECB), disimpulkan bahwa portofolio ECB berbeda dengan portofolio pasar di Eropa. ECB cenderung membeli obligasi untuk sektor manufaktur dengan emisi yang tinggi, dan memiliki porsi sektor jasa yang lebih rendah. Dalam konteks model pertumbuhan dengan eksternalitas iklim dan friksi keuangan, pembelian oleh bank sentral dipandang tidak dapat dikategorikan market-neutral, mengimplikasikan bahwa ketika bank sentral melakukan intervensi, akan terdapat efek alokasi modal dan risiko harga pasar. Dengan demikian, penting untuk memahami arah pergerakan pembelian bank sentral (*green vs brown*) (Piazzesi, 2022).

## DAMPAK PENUNDAAN TRANSISI ENERGI SECARA EKONOMI

Dari sisi kebijakan perubahan iklim, *World Economic Outlook* mengestimasi dampak jangka pendek dari kebijakan mitigasi iklim pada output dan inflasi dapat berbeda tergantung cara implementasinya, yang apabila dilakukan segera dan mulai diberlakukan secara *gradual* dalam delapan tahun ke depan, biayanya akan kecil. Sebaliknya, apabila transisi menuju energi terbarukan tertunda, biayanya akan jauh lebih besar (Carton & Natal, 2022).

### A Dampak penundaan transisi energi terhadap output

Dengan membagi wilayah menjadi empat – China, Eropa, US, dan *the rest of the world* dan mengasumsikan setiap wilayah memiliki kebijakan *budget-neutral* yang termasuk pajak GRK yang meningkat secara gradual untuk mencapai pengurangan 25% emisi pada 2030, yang dikombinasikan dengan transfer kepada rumah tangga, subsidi kepada teknologi rendah emisi, dan pemotongan labor tax, diperoleh hasil bahwa paket kebijakan yang demikian dapat memperlambat pertumbuhan ekonomi global sebesar 0.15-0.25 *percentage point* (ppt) setiap tahun dari sekarang sampai 2030, tergantung seberapa cepat wilayah tersebut dapat berhenti menggunakan bahan bakar fosil untuk pembangkitan listrik. Semakin sulit transisi pada listrik bersih (mencerminkan transisi yang lebih lambat), semakin besar peningkatan pajak GRK atau regulasi yang ekuivalen yang dibutuhkan untuk mendorong perubahan, dan semakin besar biaya makroekonomi dalam bentuk hilangnya output dan inflasi yang lebih tinggi.

Untuk Eropa, US, dan China, biayanya kemungkinan akan lebih kecil, antara 0.05-0.2 ppt secara rata-rata selama delapan tahun. Biaya akan paling tinggi bagi eksportir bahan bakar fosil dan *emerging market* yang intensif secara energi. Di kebanyakan wilayah, inflasi meningkat secara moderat, dari 0.1 ppt menjadi 0.4 ppt. Untuk menahan biaya, kebijakan iklim harus gradual.

Sedangkan untuk menjadi paling efektif, kebijakan harus kredibel. Kebijakan yang kredibilitasnya parsial akan memperlambat transisi karena baik perusahaan dan rumah tangga tidak akan mempertimbangkan adanya peningkatan pajak di masa mendatang sehingga investasi mereka di teknologi rendah emisi seperti insulasi termal, pemanas, atau *air conditioner* untuk negara tropis, akan menjadi lebih kecil. Konsekuensinya, dibutuhkan kebijakan yang lebih ketat untuk mencapai target dekarbonisasi yang sama, sehingga inflasi akan lebih besar dan pertumbuhan PDB akan lebih kecil di akhir dekade, yang diestimasikan hampir melipatgandakan biaya transisi di 2030.

### B Dampak penundaan transisi energi terhadap inflasi dan kebijakan moneter

Kebijakan mitigasi iklim yang gradual dan kredibel memberikan motivasi kepada rumah tangga dan perusahaan untuk bertransisi. Diperlukan penyesuaian kebijakan moneter untuk menjamin ekspektasi inflasi tetap *anchored*,

yang biayanya kecil dan jauh lebih mudah ditangani oleh bank sentral dibanding *supply shocks* yang menyebabkan kenaikan harga energi yang tiba-tiba.

Dengan mengambil US sebagai contoh, ketika kebijakan gradual dan kredibel, *trade-off* antara output dan inflasi akan kecil. Bank sentral dapat memilih untuk melakukan stabilisasi indeks harga yang termasuk pajak GRK atau membiarkan pajak tersebut sepenuhnya dibebankan kepada harga. Yang pertama biayanya hanya akan sebesar tambahan 0.1 ppt pertumbuhan setiap tahunnya. Apabila transisi lebih sulit, *trade-off* meningkat namun tetap terkendali.

Biayanya akan jauh lebih besar apabila kebijakan moneter kehilangan kredibilitasnya, yang sangat mungkin terjadi dalam kondisi inflasi yang tinggi seperti saat ini. Apabila ekspektasi inflasi tidak anchored, kebijakan iklim

yang berlaku dapat menghasilkan efek *second-round* dan *trade-off output* dan inflasi yang lebih besar.

Namun, menunggu sampai inflasi turun sebelum mengimplementasikan kebijakan mitigasi iklim belum tentu lebih baik. Skenario penundaan implementasi sampai 2027 hasilnya mengejutkan. Bahkan dalam situasi kebijakan moneter kredibel dan transisi menuju dekarbonisasi listrik yang cepat, *trade-off output* dan inflasi akan meningkat signifikan. PDB akan jatuh 1.5% di bawah *baseline* selama empat tahun yang mendorong inflasi kembali ke target. Penundaan setelah 2027 akan membutuhkan transisi yang lebih tergesa-gesa yang pada saat itu inflasi hanya dapat dikendalikan dengan biaya yang signifikan terhadap PDB. Semakin lama menunggu, semakin buruk *trade-off*.





## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Perubahan iklim dan kebijakan transisi baik mitigasi maupun adaptasi memiliki dampak perekonomian secara agregat baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengaruh terhadap sisi permintaan mencakup pengaruh pada investasi, konsumsi, dan perdagangan, sementara terhadap sisi penawaran mencakup pengaruh pada sumber daya alam, tenaga kerja, modal, dan teknologi. Dari sudut pandang bank sentral, perubahan iklim dan kebijakan untuk meresponnya juga akan berdampak secara langsung maupun tidak langsung pada inflasi (harga dan upah) dan juga meningkatkan volatilitas inflasi. Kebijakan iklim yang melibatkan peningkatan harga karbon melalui pemajakan atau mekanisme berbasis pasar juga akan memiliki dampak langsung pada inflasi dan volatilitas inflasi. Untuk membuktikan kerangka konseptual

tersebut, telah terdapat berbagai penelitian empiris terkait implikasi risiko terkait iklim terhadap makroekonomi, baik yang melihat dari sisi implikasi terhadap kebijakan moneter, relokasi tenaga kerja dan modal, perdagangan dan modal, serta sektor keuangan. Untuk penelitian empiris, diperlukan model makroekonomi yang lebih komprehensif dari perubahan iklim (model yang global, dinamis, dan memiliki keberagaman spasial) agar dapat menghitung dampak dari dan kebijakan terkait perubahan iklim dengan lebih baik. Terakhir, sehubungan dengan dampak ekonomi yang dapat lebih besar apabila penerapan kebijakan mitigasi iklim ditunda, diperlukan pemahaman yang lebih baik terkait implikasi jangka pendek dari kebijakan iklim dan interaksinya dengan kebijakan lain dalam merancang kebijakan iklim.

## REFERENSI

- Acemoglu, D. (2022). *Implications of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Andersson, M., Baccianti, C., & Morgan, J. (2020). *Climate Change and The Macro Economy*. European Central Bank.
- Anggela, N. L. (2022, Februari). *BI Beberkan Dampak Perubahan Iklim Terhadap Perekonomian*. Retrieved from Bisnis.com: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20220218/9/1502210/bi-beberkan-dampak-perubahan-iklim-terhadap-perekonomian>
- Batten, S. (2018). *Climate change and the macro-economy: a critical review*. Bank of England.
- Carton, B., & Natal, J.-M. (2022, Oct 5). *Further Delaying Climate Policies Will Hurt Economic Growth*. Retrieved from International Monetary Fund: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2022/10/05/further-delaying-climate-policies-will-hurt-economic-growth>

**REFERENSI**

- Deryugina, T. (2022). *Implications of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Hansen, L. (2022). *Implication of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Hsiang, S. (2022). *Implications of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Piazzesi. (2022). *Implication of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Rossi-Hansberg, E. (2022). *Implications of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Stock, J. (2022). *Implications of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.
- Werning, E. (2022). *Implications of Climate Change for Monetary Policy*. New York Fed Conference: Climate Change – Implications for Macroeconomics. New York.

  
**DEXLITE**  
**DIESEL HEMAT**  
**BERTENAGA**



**ANGKA CETANE 51**

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



**EKONOMIS**

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



**MENJAGA MESIN AWET**

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

# IMPLIKASI RISIKO PERUBAHAN IKLIM TERHADAP KETAHANAN ENERGI DI MASA TRANSISI

**Arie Pujiwati**

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

## ABSTRAK

**K**etahanan energi menghadapi tantangan dari risiko perubahan iklim dan risiko transisi energi sejalan dengan semakin kritisnya disrupsi iklim. Artikel ini membahas bagaimana disrupsi iklim dapat membahayakan ketahanan energi khususnya di masa transisi dan rekomendasi untuk tetap menguatkan ketahanan energi. Adanya perbedaan definisi dan indikator ketahanan energi mengakibatkan perlunya memahami variabel penting bagi ketahanan energi, di antaranya adalah *availability* (ketersediaan), *accessibility* (ketercapaian), *affordability* (keterjangkauan), *acceptability* (keberterimaan), teknologi, *sustainability* (keberlanjutan), regulasi atau kebijakan, infrastruktur, dan harga energi. Risiko perubahan iklim bagi ketahanan energi setidaknya dapat berpengaruh di antaranya terhadap ketersediaan energi, infrastruktur energi, harga energi, dan risiko finansial. Untuk menjaga ketahanan energi, maka artikel ini mengusulkan beberapa rekomendasi penting, yaitu dari sisi penguatan kebijakan, analisa risiko, penguatan dan pemulihan infrastruktur, dan penguatan peran sektor keuangan.

*Keywords: risiko perubahan iklim, ketahanan energi, transisi energi*

## PENDAHULUAN

Fenomena perubahan iklim semakin menunjukkan bertambahnya tingkat keparahan dan perluasan kejadian ekstrem sebagai akibat dari pemanasan global. IPCC (2021) menjelaskan bahwa perubahan iklim yang terjadi saat ini merupakan suatu fenomena baru yang belum pernah terjadi sebelumnya. Selain itu, pada masa mendatang diprediksi bahwa fenomena perubahan iklim seperti gelombang panas, curah hujan yang berlebihan, kekeringan, dan badai, akan semakin meningkat frekuensinya dan semakin meluas cakupannya.

Seiring dengan berjalannya waktu, dunia dihadapkan pada tantangan untuk dapat mengurangi tingkat keparahan dan risiko perubahan iklim oleh berbagai sektor.

Sektor energi sendiri memiliki peran yang sangat signifikan dalam mengurangi emisi GRK sebagai penyebab perubahan iklim tersebut. *International Energy Agency* (2020) melaporkan bahwa pada tahun 2019, sektor energi menyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sekitar 37 GtCO<sub>2</sub>e secara global. Dari jumlah tersebut, pembakaran bahan bakar menghasilkan sebesar 34 GtCO<sub>2</sub>e atau 40% dari total emisi GRK di seluruh dunia. Gangguan terhadap sektor energi tersebut tentu saja akan menurunkan tingkat ketahanan energi suatu negara. Di sisi lain, ketahanan energi merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia dan perwujudan *Sustainable Development Goals* (SDG) 7 yaitu energi yang terjangkau dan bersih.

Di saat yang bersamaan, paradigma transisi energi yang mengalihkan penggunaan energi fosil menjadi energi terbarukan yang lebih rendah karbon juga memberikan tekanan bagi ketahanan energi. Energi terbarukan belum dapat mencapai keandalannya sebagai sumber energi dominan disebabkan karena karakteristik energi terbarukan yang *intermittent* dan teknologi yang belum sepenuhnya mandiri terutama di negara berkembang seperti Indonesia. Kondisi ini dapat mengurangi melemahkan (*availability*)

energi sehingga dapat mengganggu ketahanan energi.

Berdasarkan penjelasan di atas, perlu kiranya mengintegrasikan isu risiko perubahan iklim ke dalam perspektif ketahanan energi pada masa transisi saat ini. Integrasi tersebut tidak hanya sekedar mengenali manifestasi dari risiko perubahan, tetapi juga mempersiapkan strategi yang dapat mempertahankan ketahanan energi sejalan dengan upaya mengimplementasikan transisi energi.

## KETAHANAN ENERGI

Ketahanan energi merupakan salah satu kebutuhan dasar manusia bagi masyarakat tradisional maupun *modern*. Bagi masyarakat tradisional, energi digunakan untuk kebutuhan dasar seperti aktivitas memasak, penghangatan, dan untuk proteksi masyarakatnya. Bagi masyarakat *modern*, energi tidak hanya dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia, tetapi juga sebagai penggerak roda perekonomian suatu negara yang memiliki efek domino secara signifikan. Oleh karena itu, setiap kelompok manusia pasti ingin menjaga ketahanan energinya untuk mempertahankan keberlangsungan kehidupan mereka.

Ada berbagai komponen yang melingkupi ketahanan energi dari berbagai perspektif. Salah satu pendekatan yang paling menonjol dalam hal ketahanan energi adalah *4As Framework* (Kerangka empat A) yang dirumuskan oleh APERC (2007). Empat aspek tersebut adalah *availability* (ketersediaan), *accessibility* (ketercapaian), *affordability* (keterjangkauan), dan *acceptability* (keberterimaan). Sovacool (2021) kemudian menawarkan *framework* ketahanan energi yang terdiri atas *availability* (ketersediaan), *affordability* (keterjangkauan), *technology development* (pengembangan teknologi), *sustainability* (keberlanjutan), dan regulasi.

Istilah ketahanan energi sendiri memiliki berbagai definisi yang dicetuskan oleh berbagai institusi maupun peneliti. IEA (2014) mendefinisikan ketahanan energi sebagai ketersediaan sumber daya energi yang tidak terputus dengan harga yang terjangkau. Cherp & Jewell (2014) mendefinisikan ketahanan energi sebagai rendahnya kerentanan pada sistem energi yang vital. Lebih lanjut, Azzuni & Breyer (2018) membuat sebuah kesimpulan yang cukup komprehensif bahwa ketahanan energi adalah suatu aspek energi (situasi, status, ukuran) yang sistem terkaitnya berjalan dengan optimal dan berkelanjutan dalam seluruh dimensi dan terbebas dari berbagai gangguan.

Menambahkan *frameworks* tersebut, terdapat beberapa aspek mendasar dalam ketahanan energi khususnya terkait potensi disrupsi terhadap sistem energi. Hal yang paling mendasar dalam berbagai *frameworks* ketahanan energi adalah *availability* atau ketersediaan. Azzuni & Breyer (2018) memandang bahwa *availability* tidak hanya terkait dengan ketersediaan energi baik primer maupun *final*, tetapi juga ketersediaan infrastruktur yang mentransformasikan energi dan ketersediaan konsumen yang menggunakan energi dimaksud.

Infrastruktur sendiri banyak dipandang sebagai komponen yang sangat kritis dalam

ketahanan energi. Peran infrastruktur dalam ketahanan energi adalah menyediakan suplai energi secara stabil dan tanpa gangguan (Ang et al., 2015). Infrastruktur energi merupakan sarana yang sangat vital untuk menjadikan energi dapat terakses oleh berbagai lapisan masyarakat. Oleh karena itu dibutuhkan investasi dan *effort* yang memadai untuk membangun infrastruktur demi penyediaan energi dalam berbagai dimensi waktu dan lokasi untuk mencegah kekurangan dan blackouts.

Komponen penting lainnya adalah terkait harga yang menjadikan energi mencapai tingkat keekonomiannya (Azzuni dan Breyer, 2018). Harga energi tidak berarti energi selalu tersedia dengan harga yang murah bagi konsumen karena dalam jangka panjang menimbulkan kerentanan bila terjadi lonjakan harga. Harga energi juga tidak berarti selalu tinggi yang menyebabkan energi menjadi *overestimate* dan dipandang lebih sebagai komoditas daripada sebagai modal pembangunan.

Peran konservasi dan efisiensi energi dengan mengurangi intensitas energi sangat krusial bagi ketahanan energi. Semakin tinggi intensitas energi suatu negara, maka akan semakin rentan apabila terjadi disrupsi dan volatilitas harga energi.

Ketahanan energi juga memerlukan kehadiran teknologi yang terus berkembang lebih maju. Kemajuan teknologi memberikan dukungan terhadap kontinuitas dan stabilitas penyediaan energi (Azzuni dan Breyer, 2018). Hal ini pun mendukung paradigma transisi energi seperti kehadiran teknologi battery storage sehingga suplai energi dapat terjaga.

Aspek keberlanjutan (*sustainability*) mendapatkan perhatian yang cukup besar seiring dengan semakin signifikannya dampak dari kegiatan sektor energi terhadap lingkungan. Fokus mendasar dari keberlanjutan lingkungan adalah *outcome* dari kegiatan energi terhadap lingkungan khususnya emisi GRK dan kontaminasi lingkungan lainnya (Ang et al., 2015). Keberlanjutan lingkungan juga perlu memiliki

beberapa fokus penting yaitu keberlanjutan sumber daya energi, teknologi transformasi energi yang ramah lingkungan, dan dampak dari perubahan iklim terhadap ketahanan energi itu sendiri (Azzuni dan Breyer, 2018).

Isu sosial juga memiliki fokus tersendiri dalam ketahanan energi, bahkan beberapa pihak mengaitkannya dengan konsep keberlanjutan bersama dengan isu lingkungan. Ketahanan energi berperan dalam memastikan setiap lapisan masyarakat dapat mengakses energi agar tidak hanya tercapai kesejahteraan secara ekonomi tetapi juga kesejahteraan secara sosial. Isu sosial lainnya yang penting adalah lapangan pekerjaan di sektor energi yang dapat terpengaruh dengan adanya disrupsi energi (Azzuni & Breyer, 2018).

Ketahanan energi pada masa transisi ini merupakan suatu keniscayaan. Energi terbarukan memiliki peran yang penting dalam mendukung ketahanan energi karena dapat memenuhi aspek keberlanjutan atau keberterimaan dengan menghasilkan emisi yang lebih sedikit daripada energi fosil. Energi terbarukan juga dapat memenuhi akses energi bagi daerah *remote* dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan lokal. Pembangunan infrastruktur energi terbarukan skala kecil dapat cukup mudah dilakukan oleh Pemerintah Daerah atau masyarakat setempat.

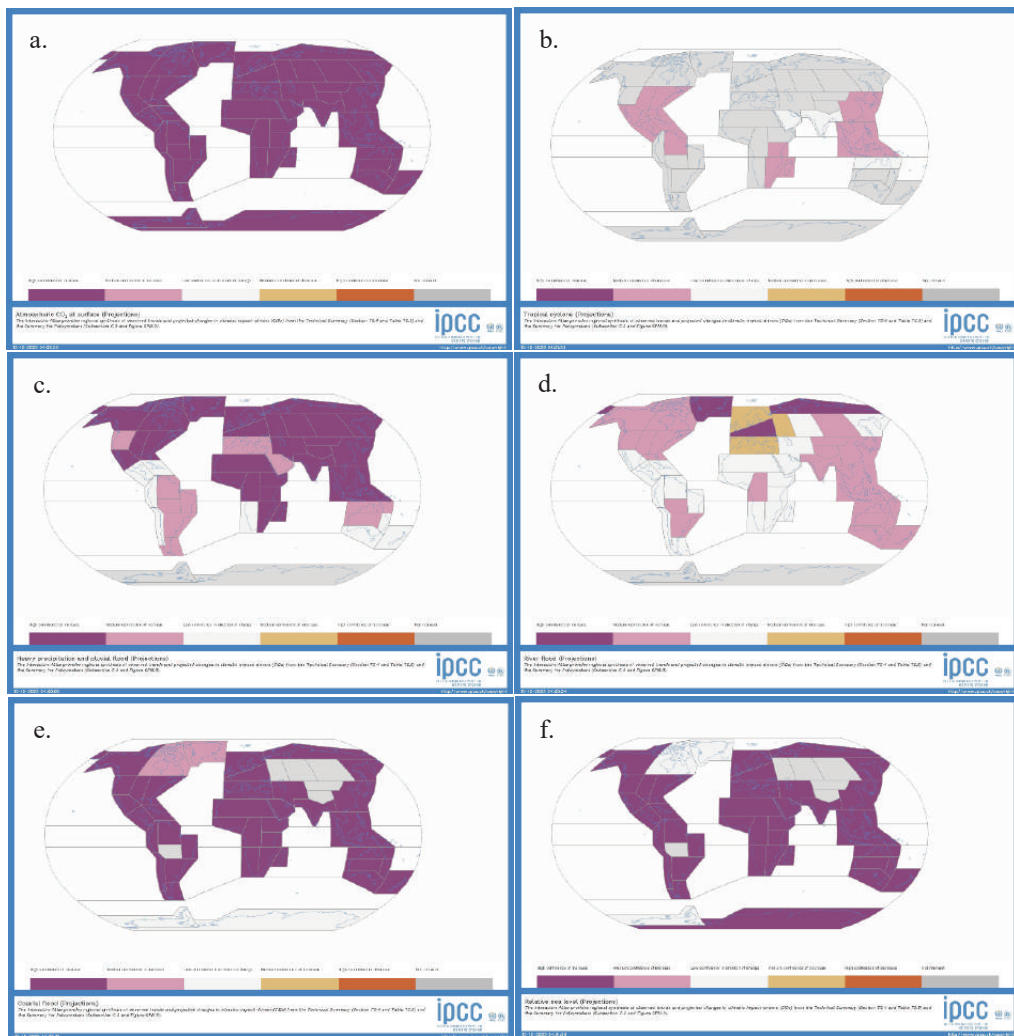
Namun demikian, dalam masa transisi ini masih diperlukan waktu yang tidak singkat agar energi terbarukan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi utama. Beberapa jenis energi terbarukan bersifat *intermittent*, seperti energi surya, bayu, dan laut. Hal ini menyebabkan beberapa jenis energi terbarukan belum bisa diandalkan untuk mencukupi beban puncak dan tidak fleksibel mengalami perubahan suplai seperti halnya energi fosil. Di samping itu, teknologi *energy storage* belum sepenuhnya dapat diaplikasikan secara masif dan cepat. Harga energi terbarukan pun belum sepenuhnya terjangkau dan mencapai keekonomiannya. Teknologi energi terbarukan masih terus dikembangkan agar memiliki efisiensi yang cukup tinggi.



## RISIKO PERUBAHAN IKLIM MENGANCAM KETAHANAN ENERGI

Semakin signifikannya fenomena dan bencana terkait perubahan iklim mendorong berbagai pemangku kepentingan untuk lebih mempersiapkan energi sehingga lebih tangguh dan tahan dalam menghadapi berbagai disrupsi. *World Economic Forum Report 2021* menyebutkan dalam *Global Risks Report 2021* bahwa *extreme weather* merupakan risiko global yang paling besar probabilitas terjadinya. Sedangkan *climate action failure* merupakan risiko global kedua bila dilihat dari probabilitas kejadian dan dampak yang ditimbulkan. IPCC (2021) memproyeksikan bahwa

bencana akibat perubahan iklim akan terjadi secara signifikan baik skala maupun luasan paparannya di berbagai wilayah di bumi (Gambar 14). Konsentrasi CO<sub>2</sub> diprediksi akan naik secara signifikan di seluruh wilayah bumi sehingga kejadian bencana akan semakin sering terjadi dan berdampak sangat buruk. Indonesia sebagai negara kepulauan, mengalami beberapa potensi bencana terkait perubahan iklim. Potensi tersebut di antaranya adalah badai siklon tropis, banjir pada sungai dan pesisir, hujan badai deras, dan kenaikan muka air laut.



(Sumber: IPC, 2021)

**Gambar 14. Peta Proyeksi Kejadian Perubahan Iklim di Setiap Region/ Wilayah); a. Konsentrasi CO<sub>2</sub> di Atmosfer, b. Badai Siklon Tropis, c. Curah Hujan Lebat, d. Banjir di Sungai, e. Banjir di Pesisir, f. Kenaikan Permukaan Air Laut.**



Risiko perubahan iklim sendiri merupakan probabilitas atau kemungkinan terjadinya peristiwa berbahaya terkait cuaca dan perkiraan tren di masa mendatang sejalan dengan dampak yang ditimbulkan dalam jangka panjang (Cevik, 2022).

Risiko perubahan iklim semakin berkembang dengan tidak hanya terbatas pada risiko yang bersifat fisik. Battiston et al. (2021) mengelompokkan risiko perubahan iklim menjadi dua jenis risiko, yaitu risiko fisik dari perubahan iklim itu sendiri dan risiko dari transisi rendah karbon sebagai upaya memitigasi perubahan iklim. Kedua risiko ini menimbulkan kerugian baik secara materi maupun immateri yang dapat menimpa masyarakat, badan usaha, fasilitas publik, maupun dalam tataran negara. Risiko fisik dari perubahan iklim berkaitan erat dengan kerusakan akibat terjadinya bencana iklim, seperti badai, banjir, kekeringan, gelombang panas, curah hujan ekstrem, kenaikan permukaan air laut, dan lain-lain. Sedangkan risiko terkait transisi rendah karbon erat kaitannya dengan penyesuaian menuju ekonomi rendah karbon, seperti perubahan teknologi, standar, kebijakan fiskal dan non fiskal, asuransi, dan lain-lain.

Dengan semakin tingginya frekuensi risiko perubahan iklim tersebut, maka semakin besar pula potensi risikonya bagi sektor energi khususnya penyediaan energi primer. Sebuah contoh yang paling menonjol adalah kekeringan pada badan air yang menjadi sumber energi pada pembangkit hidro. Risiko tersebut terjadi di Brazil, di mana energi hidro menopang dua pertiga bauran energi pada pembangkit sehingga berisiko mengalami energy shortage. Opperman et al. (2022) memperkirakan risiko kekeringan akan meningkat hingga tahun 2050 pada 32% dam yang beroperasi di Amerika Serikat.

Contoh lainnya adalah risiko penyediaan tanaman bahan bakar nabati yang dapat terganggu karena perubahan karakteristik tanah akibat peningkatan suhu bumi (Varianou Mikellidou et al., 2018). IPCC (2021)

memprediksi kecepatan angin akan melemah akibat dari perubahan iklim di berbagai belahan dunia. Turunnya kecepatan angin ini mengakibatkan turunnya produksi listrik dari turbin angin hingga 32% pada musim panas tahun 2021 di Inggris dan Irlandia.

Infrastruktur energi menjadi aspek yang sangat rentan terpapar risiko perubahan iklim (Varianou Mikellidou et al., 2018). Sebagai contoh, peningkatan suhu bumi dapat mengurangi kapasitas transmisi listrik, meningkatkan *losses* yang pada akhirnya dapat mempengaruhi stabilitas dan performa sistem transmisi dan distribusi listrik. Cuaca ekstrem dapat menyebabkan rusaknya jaringan listrik termasuk di perkotaan, seperti yang terjadi saat terjadi badai taifun Hagibis di Jepang tahun 2019, taifun Rai di Filipina tahun 2021, dan Hurricane Laura di Amerika Serikat tahun 2020. Banjir di Wilayah Ivano-Frankivsk pada tahun 2020 mengakibatkan PLTS di wilayah tersebut terendam banjir. Meningkatnya suhu bumi menyebabkan *glacier* atau sungai es mencair secara signifikan dan merusak infrastruktur pembangkit hidro. Mencairnya *glacier* Nanda Devi di Uttarakhand India merusak enam PLTA di sepanjang Sungai Alaknanda di kawasan tersebut.

Perubahan iklim memberikan risiko pada sistem ketenagalistrikan secara kritis mengingat listrik merupakan bentuk energi *final* yang dominan. Bagi sistem pembangkitan tenaga listrik, perubahan iklim dapat mengurangi efisiensi dan mempengaruhi ketersediaan bahan bakar pembangkit listrik, baik terbarukan maupun fosil. Perubahan iklim memberikan pengaruh pada sistem transmisi dan distribusi seperti meningkatkan rugi-rugi, perubahan pada kapasitas *transfer* dan kerusakan fisik instalasi lainnya. Selain itu, peningkatan suhu bumi akan meningkatkan kebutuhan penyejuk ruangan sehingga demand listrik pun terus bertambah (International Energy Agency, 2020a).

Risiko perubahan iklim juga memberikan pengaruh pada harga energi yang rentan terhadap volatilitas. Hasil analisa (Wen et al.,

2021) menyebutkan bahwa kejadian ekstrem cenderung meningkatkan harga minyak dan gas bumi. Sebagai contoh, badai musim dingin yang terjadi di Texas Amerika Serikat pada Februari 2021 menyebabkan peningkatan harga LNG. Pada akhirnya, bencana akibat perubahan iklim dan fluktuasi harga energi dapat menyebabkan terganggunya keandalan suplai energi.

Salah satu konsekuensi *tangible* yang sangat penting dalam perubahan iklim adalah risiko finansial. Kerusakan yang ditimbulkan pada

sistem energi tidak hanya memberikan kerugian akibat sistem yang terganggu disrupsi, tetapi juga tingginya kebutuhan dukungan finansial untuk proses pemulihan sehingga. Disrupsi perubahan iklim juga meminta adanya dukungan finansial untuk menjamin pembiayaan risiko bencana perubahan iklim (Battiston et al., 2021). Semakin tinggi harga untuk menanggung keseluruhan disrupsi ini dan semakin sering disrupsi terjadi, akan mengurangi tingkat ketahanan energi suatu negara (Azzuni & Breyer, 2018a).

## REKOMENDASI

Berdasarkan uraian mengenai risiko perubahan iklim terhadap ketahanan energi di atas, perlu kiranya memperhatikan faktor yang dapat memperkuat ketahanan energi dalam menghadapi risiko perubahan iklim.

### A Penguatan kebijakan dan regulasi

Faktor mendasar adalah mengarusutamakan risiko perubahan iklim pada kebijakan energi. Kebijakan pemerintah dalam melaksanakan mitigasi risiko perubahan iklim yang tepat dapat membantu mengurangi dan mengatasi disrupsi terhadap ketahanan energi baik dalam jangka pendek maupun panjang. Ketahanan energi memerlukan dukungan kebijakan dan governance yang memadai. Sovacool (2021) menjelaskan bahwa dukungan regulasi tersebut mencerminkan legitimasi dan partisipasi aktif dari para pembuat kebijakan, pasar yang kompetitif, dan literasi energi masyarakat yang baik. Oleh karena itu, diperlukan kerangka berpikir (*framework*) risiko perubahan iklim terhadap sektor energi yang menjadi acuan nasional. Framework tersebut setidaknya mencakup metode menganalisa risiko perubahan iklim dan strategi komunikasi risiko pada masyarakat (International Energy Agency, 2020b).

Lebih lanjut, ketangguhan sektor energi dalam menghadapi tekanan perubahan iklim perlu menjadi salah satu kriteria atau indikator dalam indeks ketahanan energi.

### B Identifikasi dan analisa risiko perubahan iklim pada sektor energi

Langkah awal sebelum melakukan tindakan mitigasi atau adaptasi perubahan iklim adalah dengan memahami risiko perubahan iklim yaitu dengan mengidentifikasi dan menganalisa risiko perubahan iklim. Identifikasi risiko dilakukan dengan memahami hal-hal yang menjadi pencetus bahaya. IPCC (2012) memberikan kerangka analisa risiko perubahan iklim dalam wilayah interaksi antara terjadinya peristiwa cuaca dan iklim (*hazard*), kerentanan (*vulnerability*), dan paparan bencana terhadap manusia (*exposure*). Seiring dengan berjalannya waktu, risiko perubahan iklim dapat terjadi secara kompleks dan berjumlah banyak. Oleh karena itu, Simpson et al. (2021) mengembangkan sebuah *framework* analisa risiko perubahan iklim secara kompleks dengan memperhitungkan sistem *response* sebagai salah satu variabel dalam risiko perubahan iklim.

Selain itu, interaksi antar risiko juga menjadi perhatian penting mengingat berbagai risiko perubahan iklim dapat terjadi secara terkait satu sama lain.

**C Penguatan infrastruktur energi (*hardening*)**

Adanya potensi disrupsi perubahan iklim mendorong pengelola energi untuk dapat melakukan penguatan (*hardening*) infrastruktur energi sehingga dapat lebih resisten terhadap adanya kejadian bencana perubahan iklim (United States Government Accountability Office, 2014). Penguatan infrastruktur energi ini memerlukan kehadiran teknologi yang maju dan menyesuaikan dengan risiko perubahan iklim secara spesifik di suatu wilayah. Ketahanan infrastruktur terhadap badai dan angin kencang dapat dilakukan dengan penguatan struktur transmisi ketenagalistrikan, mengimplementasikan kabel distribusi bawah tanah, dan penguatan struktur PLTB khususnya di lepas pantai. Selain itu, risiko banjir dan gelombang tinggi dapat dipersiapkan dengan mengatur ketinggian atau membangun *levees/wall* pada pembangkit atau infrastruktur energi lainnya. Penggunaan teknologi yang lebih *advanced* mutlak diperlukan dalam menguatkan infrastruktur energi. Mengalihkan metode manual menjadi metode otomatis akan sebuah sistem tanggap darurat merupakan pilihan yang tepat, di antaranya dengan melakukan digitalisasi dan sensor bahaya.

**D Penguatan ketangguhan infrastruktur energi**

Penguatan ketangguhan infrastruktur energi dilakukan dengan melatih pemulihan bencana dengan cepat sehingga pengelolaan energi dapat tetap berjalan di tengah bencana atau disrupsi.

Salah satu contoh terpenting adalah menyediakan cadangan penyangga energi sebagai buffer apabila terjadi permasalahan pada suplai energi. Selain itu, diperlukan alternatif infrastruktur lainnya yang siap beroperasi apabila infrastruktur utama mengalami gangguan. Strategi lainnya adalah dengan mengubah skema transportasi energi (United States Government Accountability Office, 2014).

**E Memperkuat ketahanan finansial pembiayaan sektor energi**

Adanya potensi kerugian finansial akibat disrupsi perubahan iklim memicu sektor keuangan untuk memberikan jaminan pendanaan atas risiko perubahan iklim. Oleh karena itu, diperlukan sumber pendanaan yang lebih bervariasi dan fleksibel sehingga dapat menguatkan ketahanan energi secara finansial (Azzuni & Breyer, 2018a). Di sisi lain, adanya transisi energi juga memacu hadirnya *green financing* yang dapat menguatkan ketahanan energi dengan memberikan pendanaan bagi kegiatan rendah karbon dan mengurangi pendanaan bagi kegiatan yang sarat emisi (Battiston et al., 2021).

**F Konservasi/efisiensi energi dan Demand Side Management (DSM)**

Sebagai salah satu elemen dalam transisi energi, konservasi memegang peranan penting dalam menguatkan ketahanan energi sekaligus mengatasi perubahan iklim. Studi oleh King & Gullede (2013) menunjukkan bahwa konservasi energi merupakan bagian penting dari kebijakan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil tanpa mengganggu ketahanan energi. Lebih lanjut, Azzuni & Breyer (2018) memberikan pendapat tentang peran efisiensi energi yaitu meningkatkan *output* energi dengan

memperbaiki teknologi atau perilaku konsumen, terhadap ketahanan energi. Dengan melaksanakan efisiensi atau konservasi energi, maka akan mengurangi demand energi sehingga menambah ketersediaan energi untuk kebutuhan lainnya. Sebagai tambahan, kehadiran *Demand Side Management* (DSM) juga sangat penting dalam menjaga ketahanan energi. DSM dapat mengurangi kebutuhan energi dengan melaksanakan perubahan tingkah laku konsumen energi ataupun strategi lainnya. Implementasi efisiensi energi beserta DSM dapat menjadi solusi apabila terjadi disrupsi perubahan iklim

dengan mengurangi demand energi.

### G Teknologi *energy storage*

Implementasi *energy storage* menjadi pilihan utama pada transisi energi mengingat beberapa jenis sumber energi terbarukan bersifat *intermittent*, seperti energi surya dan bayu (Azzuni & Breyer, 2018b). Dengan mengaplikasikan *energy storage*, dapat menambah keandalan suplai energi terbarukan dalam kurun waktu yang lebih panjang. Selain itu, *energy storage* juga dapat dipergunakan saat terjadi disrupsi bencana iklim.

## KESIMPULAN

Ketahanan energi menghadapi dua tantangan bersamaan saat ini, yaitu risiko perubahan iklim dan risiko transisi energi. Risiko perubahan iklim sendiri merupakan risiko global yang sangat penting dilihat dari sisi kemungkinan terjadinya dan dari sisi dampak. Berbagai definisi dan kriteria dalam menetapkan ketahanan energi memerlukan pemahaman tentang variabel mendasar pada ketahanan energi. Variabel mendasar itu di antaranya adalah *availability* (ketersediaan), *accessibility* (ketercapaian), *affordability* (keterjangkauan), *acceptability* (keberterimaan), teknologi, *sustainability* (keberlanjutan), regulasi atau

kebijakan, infrastruktur, dan harga energi. Risiko perubahan iklim bagi ketahanan energi setidaknya dapat berpengaruh terhadap ketersediaan energi, infrastruktur energi, harga energi, dan risiko finansial. Sebagai penutup, tulisan ini menyampaikan rekomendasi strategi yang dapat diimplementasikan untuk menjaga ketahanan energi di masa disrupsi perubahan iklim dan transisi energi saat ini, yaitu penguatan kebijakan, analisa risiko, penguatan dan pemulihan infrastruktur, dan penguatan peran sektor keuangan.

## REFERENSI

- Ang, B. W., Choong, W. L., & Ng, T. S. (2015). *Energy security: Definitions, dimensions and indexes*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1077–1093. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.10.064>
- APERC. (2007). *A quest for Energy Security in The 21<sup>st</sup> Century Resources and Constraints*. In Security. [www.ieej.or.jp/aperc](http://www.ieej.or.jp/aperc)

## REFERENSI

- Azzuni, A., & Breyer, C. (2018a). *Definitions and dimensions of energy security: a literature review*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment, 7(1), 1–34. <https://doi.org/10.1002/wene.268>
- Azzuni, A., & Breyer, C. (2018b). *Energy security and energy storage technologies*. Energy Procedia, 155, 237–258. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.11.053>
- Battiston, S., Dafermos, Y., & Monasterolo, I. (2021). *Climate risks and financial stability*. Journal of Financial Stability, 54. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2021.100867>
- Cevik, S. (2022). *Climate Change and Energy Security : The Dilemma or Opportunity of the Century ?*
- Cherp, A., & Jewell, J. (2014). *The concept of energy security: Beyond the four as*. Energy Policy, 75, 415–421. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.09.005>
- IEA. (2014). *The Climate-Energy Security Nexus Exploring impacts of a changing climate on the energy sector and options for resilience-building*. March.
- International Energy Agency. (2020a). *Global Energy Review 2020*. Iea, 52. <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>
- International Energy Agency. (2020b). *Power systems in transition*. <https://www.iea.org/reports/power-systems-in-transition>
- IPCC. (2012). *National systems for managing the risks from climate extremes and disasters*. In *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Vol. 9781107025)*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.009>
- IPCC. (2021). *Assessment Report 6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- King, M. D., & Gullede, J. (2013). *The Climate Change and Energy Security Nexus*. The Fletcher Forum of World Affairs, 37(2), 25–44. <http://www.fletcherforum.org/wp-content/uploads/2013/05/King-Gullede-37-2.pdf>
- Opperman, J. J., Camargo, R. R., Laporte-Bisquit, A., Zarfl, C., & Morgan, A. J. (2022). *Using the WWF Water Risk Filter to Screen Existing and Projected Hydropower Projects for Climate and Biodiversity Risks*. Water (Switzerland), 14(5). <https://doi.org/10.3390/w14050721>

## REFERENSI

- Simpson, N. P., Mach, K. J., Constable, A., Hess, J., Hogarth, R., Howden, M., Lawrence, J., Lempert, R. J., Muccione, V., Mackey, B., New, M. G., O'Neill, B., Otto, F., Pörtner, H. O., Reisinger, A., Roberts, D., Schmidt, D. N., Seneviratne, S., Strongin, S., ... Trisos, C. H. (2021). *A framework for complex climate change risk assessment*. *One Earth*, 4(4), 489–501. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.03.005>
- Sovacool, B. K. (2021). *The Routledge Handbook of Festivals*. In *The Journal of Arts Management, Law, and Society (Vol. 51, Issue 3)*. <https://doi.org/10.1080/10632921.2021.1894285>
- United States Government Accountability Office. (2014). *Climate change: Energy infrastructure risks and adaptation efforts*. USGAO, Energy Infrastructure Risks and Adaptation Efforts, January, 1–69.
- Varianou Mikellidou, C., Shakou, L. M., Boustras, G., & Dimopoulos, C. (2018). *Energy critical infrastructures at risk from climate change: A state of the art review*. *Safety Science*, 110(November), 110–120. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.12.022>
- Wen, J., Zhao, X. X., & Chang, C. P. (2021). *The impact of extreme events on energy price risk*. *Energy Economics*, 99, 105308. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105308>
- World Economic Forum. (2021). *The Global Risks Report 2021: 16th Edition*. In [Weforum.Org. http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2021.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2021.pdf)

# DAMPAK LINGKUNGAN DAN KESEHATAN PADA MASA TRANSISI ENERGI

**Arisman Wijaya**

Pertamina Energy Institute (PEI)

## ABSTRAK

**P**emanasan global menjadi isu utama dampak emisi karbon dari pemanfaatan energi konvensional/fosil. Isu ini mendorong para praktisi energi dunia berupaya melakukan transisi energi melalui pemanfaatan energi baru dan terbarukan yang ramah lingkungan, bebas emisi maupun efisiensi energi. Upaya ini sesuai dengan komitmen global Paris Agreement dalam upaya implementasi transisi energi ke energi baru dan terbarukan. Transisi energi ditargetkan dapat menjadi tumpuan energi masa depan untuk menekan pemanasan iklim dan dampak negatif lainnya akibat pemanasan global. Akan tetapi, pemanfaatan energi baru dan terbarukan perlu dicermati dan diantisipasi dengan upaya preventif awal maupun mitigasi risikonya, termasuk penggunaannya dilakukan secara bijak agar tidak membahayakan lingkungan sekitar maupun kesehatan makhluk hidup di sekitarnya.

*Kata Kunci: Paris Agreement, transisi energi, dampak, lingkungan, kesehatan*

## PENDAHULUAN

Dunia energi saat ini sedang dihadapkan pada masalah pemanasan global akibat dari pemanfaatan energi konvensional maupun non-green. Berdasarkan laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyatakan dengan tegas perlunya transformasi energi secara cepat dan masif untuk mencegah laju pemanasan global yang menyebabkan kenaikan temperatur bumi sampai pada level 1,5°C atau sesuai dengan kesepakatan global melalui Paris Agreement. Banyak upaya dilakukan untuk mengatasi kenaikan temperatur bumi ini, diantaranya melalui upaya penurunan emisi tahunan sekitar 25-30GtCO<sub>2</sub>e/tahun. Upaya penurunan emisi ini tidak terlepas dari upaya dalam menggalakkan efisiensi energi maupun energi bersih, hijau, dan ramah lingkungan. Dalam hal ini, sektor energi memiliki peranan penting dan

vital dalam penurunan emisi, pasalnya emisi energi masih menjadi penyebab utama pencemaran udara dan kenaikan temperatur bumi. Oleh karenanya, komitmen implementasi transisi energi ke energi baru dan terbarukan maupun efisiensi energi perlu dilakukan dengan cepat, masif dan berkelanjutan.

Terkait dengan komitmen peralihan energi ini, banyak kalangan menerjemahkan transisi energi ke energi baru dan terbarukan sebagai tumpuan energi global di masa depan. Sehingga, upaya implementasinya pun dilakukan demi mencapai target salah satunya menekan emisi hingga dapat menekan kenaikan temperatur bumi sampai level di bawah 1,5°C. Dalam upaya memenuhi target tersebut, terkadang banyak kalangan atau praktisi energi menafsirkan upaya transisi energi ini dilakukan secara





spontan, cepat dan masif tanpa perhitungan dan antisipasi. Padahal sejatinya upaya ini perlu didukung oleh langkah-langkah preventif awal maupun mitigasi risiko atau dengan

kata lain, dalam implementasinya diperlukan semangat kehati-hatian agar tidak berlebihan dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan di sekitarnya.

## PEMBAHASAN

Berikut ini beberapa potensi dampak lingkungan dan kesehatan yang mungkin ditimbulkan dari implementasi energi baru dan terbarukan seiring dengan upaya transisi energi seperti dijelaskan pada ulasan di atas.

### Dampak pada Lingkungan dan Kesehatan

Sebagaimana diketahui, sektor energi menjadi sektor utama penyebab pemanasan iklim global, yaitu melalui emisi atau gas sisa buangan yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar fosil. Untuk itu, dunia berkomitmen bersama melalui kesepakatan global Paris Agreement untuk bersama menekan laju pemanasan iklim global sampai di bawah level 1,5°C. Salah satu upaya yang perlu digiatkan dalam sektor energi adalah komitmen bersama dalam upaya transisi energi, yaitu upaya untuk mengalihkan pemanfaatan energi konvensional/fosil yang tinggi emisi karbon menjadi pemanfaatan energi bersih atau energi hijau yang rendah bahkan bebas emisi.

Upaya transisi energi sebagai komitmen global dalam menekan laju pemanasan iklim global dilakukan dengan memprioritaskan penggunaan energi baru dan terbarukan maupun pada pengembangan energi yang ramah lingkungan. Tentu saja upaya ini merupakan upaya positif dalam menjaga ketahanan iklim dan temperatur global melalui sektor energi. Namun dalam implementasinya, baik yang memang disadari ataupun tidak, transisi energi masih memberikan efek samping yang jarang diketahui sebelumnya, pengembangan energi baru justru memiliki dampak besar terhadap pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup serta berisiko terhadap kesehatan



mahluk hidup di sekitarnya. Sebagai pendahuluan, berikut contoh implementasi pengembangan gasifikasi batubara yang merupakan proses perubahan batubara menjadi gas untuk dijadikan sumber energi. Terkait hal ini, *Department of Trade and Industry* (DTI) United Kingdom menyatakan bahwa berdasarkan analisa daur hidup (*Life Cycle Assessment*) justru pengembangan pembangkit listrik dari gasifikasi batubara akan menghasilkan gas CO<sub>2</sub> dua kali lebih besar dibandingkan dengan pembangkit listrik dari gas alam, bahkan 40 kali lebih banyak dibandingkan dari tenaga angin. Pada saat *life cycle* gasifikasi batubara akan menghasilkan 800kgCO<sub>2</sub>/MWh, pembangkit listrik tenaga angin hanya akan menghasilkan 14-21kg CO<sub>2</sub>/MWh, sementara itu Solar PV hanya akan menghasilkan emisi sekitar 79kgCO<sub>2</sub>/MWh, dan untuk PLTA berkisar 3-27kgCO<sub>2</sub>/MWh. Berdasarkan contoh gasifikasi batubara ini, dapat kita ketahui bahwa implementasi transisi energi untuk mengurangi emisi secara masif guna menahan laju pemanasan global, tentu bukan merupakan pilihan yang tepat dikarenakan besaran gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan sangat berisiko pada pencemaran udara dan kesehatan.

Selain isu terkait pencemaran atau polusi udara, pengembangan energi baru dan terbarukan juga berdampak pada kualitas maupun kuantitas air di sekitar area, sebagai contoh dalam pengembangan *coal liquefaction* atau lebih dikenal dengan liquifikasi batubara. Dalam pengembangan liquifikasi batubara ini, terdapat beberapa tahapan proses yang dimulai dari ketika resapan air hujan mengalir ke area pertambangan, air hujan akan bereaksi dan beroksidasi dalam batubara, kemudian menghasilkan asam sulfat yang dapat larut ke dalam sumber air. Proses ini dinamakan sebagai *Acid Mine Drainage* (AMD). Pada tahapan proses AMD ini, dapat mencemari air permukaan dan air tanah di sekitarnya, hal ini dapat terus berlangsung bahkan ketika pertambangan tersebut

tidak lagi beroperasi. Selain itu, dapat menyebabkan pencemaran air yang mungkin terjadi pada tahapan proses pertambangan dan liquifikasi batubara tersebut, berbagai polutan berupa zat kimia berbahaya seperti arsenik, cadmium, merkuri, ammonia, sulfur, nitrat, besi, dan lainnya berpotensi bercampur dengan air sehingga mencemari sumber air di sekitarnya. Akibatnya, dengan adanya pencemaran air ini tentu akan berdampak pada sulitnya masyarakat di sekitar area pertambangan mendapatkan air bersih baik untuk minum, mencuci ataupun untuk kebutuhan sehari-hari lainnya. Lama kelamaan apabila sumber air tidak sehat dan tercemar juga akan menimbulkan gersangnya area sekitar termasuk menyebabkan banyak penyakit bagi penduduk sekitar yang rawan akan penyakit akut, seperti diare, tifus, tbc, serta penyakit kulit akut.

Di samping isu lingkungan, juga diperlukan adanya perhatian khusus pada pengembangan energi baru dan terbarukan, khususnya yang berkaitan dengan pengembangan lahan pertambangan batubara. Hal ini sangat erat kaitannya dengan potensi permasalahan pada lingkungan bermasyarakat atau sosial. Beberapa masalah yang dapat terjadi, mulai dari alih fungsi lahan, hilangnya mata pencaharian masyarakat sekitar akibat adanya alih fungsi lahan, hingga lemahnya pengawasan dan penegakan hukum atas tidak dipenuhinya kewajiban reklamasi pasca tambang oleh pelaku usaha, yang pada akhirnya berujung pada meningkatnya angka kematian masyarakat di sekitar pertambangan yang diakibatkan oleh bekas lubang eksplorasi tambang yang tidak ditutup dengan aman sebagaimana mestinya. Oleh karena itu, perkembangan kalangan industri global saat ini, beberapa diantaranya mulai meninggalkan batubara sebagai sumber energi, baik dalam kaitannya dengan gasifikasi batubara, batubara tercairkan/*coal liquifaction*, hingga pada industri *coal bed-methane* (CBM).

Isu lain pada pengembangan sumber energi baru dan terbarukan juga berasal dari energi nuklir. Tenaga nuklir dimanfaatkan oleh banyak negara sebagai pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN). Namun, banyak negara, seperti Jerman dan beberapa negara di Eropa maupun belahan bumi lainnya, telah berupaya untuk meninggalkan pengembangan PLTN ini akibat dari besarnya risiko kesehatan dan lingkungan hidup yang harus ditanggung dari energi nuklir ini, salah satu contohnya adalah pada tragedi Fukushima di Jepang pada tahun 2011 lalu. Pearce (2002), dalam artikelnya bahkan menyebutkan bahwa tidak peduli sekecil apapun kemungkinan risiko itu akan terjadi, namun risiko keamanan dari pengoperasian PLTN sangat besar dan sangat berbahaya. Seperti diketahui, atom nuklir mengandung zat radioaktif yang radiasinya sangat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan di sekitarnya, baik paparan radiasi secara langsung maupun tidak langsung. Adapun radiasi zat radioaktif dari nuklir ini beberapa diantaranya berpotensi menyebabkan masalah penyakit berbahaya pada manusia, seperti kanker, leukimia, bahkan dapat merusak materi genetik (DNA) sehingga menyebabkan cacat bawaan maupun berpotensi menyebabkan bayi dalam kandungan lahir prematur hingga kematian. Bahkan bahaya lainnya, paparan radioaktif ini dapat menimbulkan efek secara tidak langsung dan berkepanjangan terhadap kesehatan manusia, seperti menyebabkan lemahnya hormon pertumbuhan dan reproduksi pada manusia (kemandulan), serta lain sebagainya. Fakta lainnya, limbah radioaktif nuklir diketahui memiliki masa aktif yang sangat lama. Bahkan, bahan bakar utama nuklir seperti Uranium-235 dan

Plutonium-239 pada reaktor nuklir dapat memiliki masa aktif 24.000 tahun sebelum pada akhirnya dapat meluruh ke tingkat yang aman bagi manusia. Selain memiliki masa aktif yang sangat lama, mekanisme proses limbah ini pun menimbulkan dampak atau bahaya, baik dari fase awal maupun sampai pada fase akhir. Berikut dijelaskan sedikit prosesnya mulai dari fase awal yaitu fase sebagian besar limbah disimpan beberapa saat di sekitar pembangkit listrik. Untuk selanjutnya, limbah ini perlu untuk ditransportasikan melalui saluran pipa dan ditimbun di suatu tempat yang aman. Adapun permasalahan yang kerap timbul adalah kemungkinan limbah radioaktif tersebut tercecer pada saat proses transportasi ataupun kemungkinan adanya kebocoran pada saat limbah radioaktif tersebut disalurkan ataupun ditimbun. Kemudian pada fase akhir yaitu penimbunan limbah radioaktif ini juga kerap menjadi permasalahan, yaitu sulitnya untuk mencari tempat yang aman untuk penimbunan limbah. Menanggapi hal ini, dalam literatur penelitiannya, Rose Kivi menyatakan bahwa hingga saat ini belum ada solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan limbah dari pengembangan PLTN.

Melihat besarnya risiko dan dampaknya, sudah sepatutnya kita bersama perlu adanya kepekaan dan kewaspadaan terhadap prioritas pengembangan PLTN ini. Hal ini juga sejalan dengan peraturan PP No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang menyatakan bahwa nuklir merupakan pilihan terakhir dalam pengembangan energi di Indonesia dan harus mendahulukan pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan.

Adapun sampai dengan saat ini pemanfaatan energi terbarukan yang baru dikembangkan sebagai pembangkit listrik baru sebesar 14% dari total kapasitas pembangkit listrik yaitu sebesar 64,5GW (DEN, 2019). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa tidak ada urgensi bagi Pemerintah untuk mengembangkan PLTN di masa sekarang, melainkan pada saat ini merupakan waktu yang tepat untuk memprioritaskan transisi energi dengan mengimplementasikan

energi baru dan terbarukan yang bijak dan didukung langkah mitigasi risiko sejak awal pengembangannya. Adapun kebijakan transisi energi ini dituangkan dalam berbagai dokumen perencanaan oleh Pemerintah Indonesia, dengan target pengembangan minimal sebesar 23% dari energi baru dan terbarukan pada tahun 2025. Kebijakan ini diharapkan dapat membawa perubahan yang lebih baik bagi lingkungan dan kehidupan masyarakat.

## KESIMPULAN

Pengembangan energi baru dan terbarukan ini merupakan salah satu upaya dalam transisi energi dari energi konvensional/fosil. Upaya pengembangan transisi energi ini sangat diharapkan dapat menjadi tumpuan energi masa depan dalam menekan laju pemanasan iklim global. Meskipun demikian, implementasi yang cepat dan masif terkadang memberikan potensi risiko dan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan di sekitarnya. Oleh karenanya, implementasi dan pengelolaan transisi energi ke energi baru dan terbarukan sudah seharusnya didukung oleh prinsip kehati-hatian dan antisipasi mitigasi risiko sejak awal supaya tidak menimbulkan dampak negatif, khususnya pada lingkungan dan kesehatan. Dampak terhadap lingkungan dan kesehatan dari adanya pengembangan energi baru dan terbarukan diantaranya pada

pembangkit listrik dari energi batubara akan menghasilkan emisi gas CO<sub>2</sub> dua kali lebih besar dibandingkan dengan pembangkit listrik dari gas alam bahkan 40 kali lebih banyak dibandingkan dengan gas CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari tenaga angin. Di samping itu, pengembangan energi batubara tercairkan atau coal liquifaction juga secara tidak langsung akan menyebabkan air asam tambang yang menyebabkan pencemaran air yang akan mempengaruhi akses air bersih bagi masyarakat di sekitar daerah tersebut. Masalah lain yang timbul jika terus menggunakan batubara adalah alih fungsi lahan tambang yang sering menyebabkan konflik sosial di daerah tersebut. Selain itu, bahaya zat radioaktif beserta limbahnya pada PLTN juga sangat berisiko bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

## REFERENSI

- Dewan Energi Nasional, *Indonesia Energy Outlook 2019*, (Jakarta: DEN, 2019), hlm. 6
- G. Anindarini, “*Problema Transisi Energi di Indonesia: Antara energi baru dan energi terbarukan*,” Indonesian Center for Environmental Law, pp. 1–14, 2021.
- Problema Transisi Energi di Indonesia: Antara Energi Baru dan Energi Terbarukan*, ICEL, 2022
- Hook, et. al., “*Hydrocarbon liquefaction: viability as a peak oil mitigation strategy*”, (MPRA: Munich, 2013), hlm. 9
- “*Germany shuts down atomic plant as nuclear phase-out enters final stretch*”, <https://www.dw.com/en/germany-shuts-down-atomicplant-as-nuclear-phase-out-enters-final-stretch/a-51845616> , diunduh pada 30 April 2020
- Joshua M. Pearce, *Limitations of Nuclear Power as a Sustainable Energy Sources*, Sustainability, 2012, 1173-1187, hlm. 1177
- Jan Willem Storm van Leeuwen, *Health Risks of Nuclear Power*, (Ceedata: Chaam, 2010), hlm. 8
- “*Masa Depan Limbah Nuklir Pembangkit Listrik di Tangan Gerard Mourou*”, <https://tirto.id/masa-depan-limbah-nuklir-pembangkitlistrik-di-tangan-gerard-mourou-dnwx>, diakses pada 29 September 2022.
- Friends of the Earth International, Fuelling the Fire: The Chequered History of Underground Coal Gasification and Coal Chemicals around the world*, (FoEI, Amsterdam: 2016), hlm, 6.
- Rose Kivi, “*How Does Nuclear Energy Affect the Environment*”, <https://sciencing.com/nuclear-energy-affect-environment-4566966.html> , diunduh pada 30 September 2022





08

## PENGUATAN RANTAI PASOK BIODIESEL MENGHADAPI DISRUPSI AKIBAT PERUBAHAN IKLIM

*Yelita Anggiane Iskandar*  
*Universitas Pertamina*

### ABSTRAK

**P**erubahan iklim diketahui telah terjadi tidak hanya di Indonesia tapi di berbagai belahan dunia. Tanpa adanya perubahan iklim, rantai pasok khusus seperti biomassa atau biodiesel sudah menghadapi berbagai kendala dan tantangan, dalam memenuhi permintaan konsumen akhir akan salah satu alternatif energi baru terbarukan. Ditambah kondisi iklim yang ekstrem, rantai pasok biodiesel yang supply bahan bakunya di hulu sangat dipengaruhi oleh kondisi dan media tanam, semakin terdisrupsi. Memperhatikan kondisi iklim dan rantai pasok biodiesel ini, perlu disusun strategi penguatannya yang didahului pengukuran kinerja dan risiko kondisi existing berbasis model Supply Chain Operations Reference (SCOR).

*Kata kunci: Energi Baru Terbarukan, Biodiesel, Rantai Pasok, Iklim, dan SCOR*



## PENDAHULUAN

Potongan ungkapan “*climate change disrupts supply chains*” rasanya sudah jamak kita temukan. Sejumlah ahli dan praktisi sudah menyadari, memahami bahkan menelitinya lebih lanjut. Pengaruh perubahan iklim pada rantai pasok yang paling banyak dibahas adalah yang terkait *food supply chain* (rantai pasok makanan), tentang bagaimana efek iklim yang ekstrem mengganggu pola tanam global dan menyebabkan penurunan hasil panen hingga ujungnya menghambat

penyediaan pangan manusia. Perubahan iklim yang dimaksud meliputi antara lain kebakaran hutan, kekeringan, kenaikan permukaan laut, badai dan banjir yang parah, yang berefek domino pada rantai pasok diberbagai prosesnya seperti pengadaan, produksi, pergudangan, dan transportasi. Disrupsi rantai pasok seperti ini kemudian berlangsung secara masif, berkelanjutan, dan dalam waktu yang tidak sebentar sehingga perlu strategi khusus dalam penanganannya.

## RANTAI PASOK

Istilah rantai pasok dapat dijelaskan sebagai kumpulan pihak yang terlibat, baik secara langsung atau tidak, yang bersinergi dan bergerak dalam kerangka mencapai tujuan memenuhi permintaan konsumen akhir yang sama (Chopra & Meindl, 2016). Karakteristik rantai pasok ditandai dengan adanya sejumlah pihak atau lazim juga disebut sebagai aktor, yang saling bertukar produk, informasi, dan uang menurut aliran tertentu (Pujawan, 2005). Aliran produk umumnya berlangsung dari hulu hingga ke hilir rantai pasok namun bisa juga sebaliknya pada kasus *reverse*

*supply chain*. Berkebalikan dengan aliran produk, aliran finansial terkait pembayaran atas tersedianya produk atau barang jadi (barang konsumsi), berlangsung dari hilir ke hulu dari suatu rantai pasok. Sedangkan aliran informasi biasanya terjadi dalam dua arah baik dari hulu ataupun hilir namun bentuk informasinya yang berbeda-beda seperti informasi permintaan produk yang inisiasinya dimulai dari hilir rantai pasok, lalu informasi harga produk yang ditetapkan oleh aktor di hulu rantai pasok, dsb.

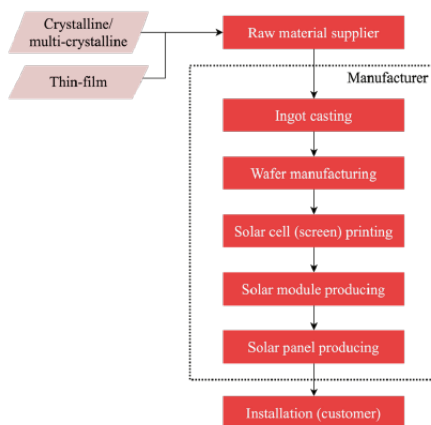


## VARIAN RANTAI PASOK

Bersanding dengan tipe-tipe rantai pasok lainnya seperti rantai pasok makanan, rantai pasok berpendingin, rantai pasok halal, rantai pasok pariwisata, rantai pasok maritim, rantai pasok farmasi, rantai pasok perikanan, rantai pasok penerbangan, dll selain rantai pasok manufaktur yang umum, ada pula yang dinamakan rantai pasok energi (*energy supply chain*). Rantai pasok tertentu biasanya berbeda secara struktur dibanding rantai pasok umum, yang utamanya diakibatkan oleh sifat produk atau jasa yang mengalir dirantai pasok tersebut. Contohnya bisa kita lihat pada rantai pasok sawit. Rantai pasok sawit berbeda dengan rantai pasok manufaktur, salah satu kekhususannya ada pada objek rantai pasoknya yang bersifat *perishable* (mudah busuk) sehingga pengelolaannya selain perlu memperhatikan ketepatannya, juga perlu mengedepankan kecepatannya, agar bisa berpacu dengan laju pembusukan sawit. Pada rantai pasok perkebunan seperti rantai pasok sawit, aktor rantai pasok dapat digantikan oleh sekelompok produsen yang melakukan serangkaian kegiatan menghasilkan produk segar (mentah) perkebunan maupun olahan, menggunakan teknologi yang sesuai yang memberikan nilai tambah pada produk akhir yang dihasilkan (Hadiguna & Tjahjono, 2017).

Jika difokuskan pada produk sawit, ada berbagai tipe sub rantai pasok yang bisa dikembangkan berdasarkan varians produk akhirnya misalnya rantai pasok tandan buah segar (TBS), rantai pasok minyak kelapa sawit (CPO-*crude palm oil*), rantai pasok biodiesel, rantai pasok bioethanol, dan lain sebagainya.

Lalu jika kita tarik kembali kepada sub rantai pasok energi dan kita gali lebih dalam, terdapat berbagai macam sub rantai pasok energi misalnya yang spesifik menaungi energi baru terbarukan (EBT), disebut sebagai *renewable energy supply chain* atau *green energy supply chain*; rantai pasok listrik (*electricity*); rantai pasok energi angin; rantai pasok terkait energi surya: *solar photovoltaics (PV) supply chain* (Gambar 15), *solar thermal (ST) supply chain*, dll. Kemudian yang terkait energi konvensional, kita mengetahui ada rantai pasok bahan bakar minyak (BBM), rantai pasok gas, rantai pasok batu bara atau secara bersama-sama mereka termasuk kedalam kategori fossil fuel supply chain. Khusus untuk rantai pasok biodiesel, selain dapat dipandang sebagai bagian dari rantai pasok perkebunan: rantai pasok sawit; juga termasuk kedalam kelompok rantai pasok energi: rantai pasok EBT.



(Sumber: Stone & Associates (2011))

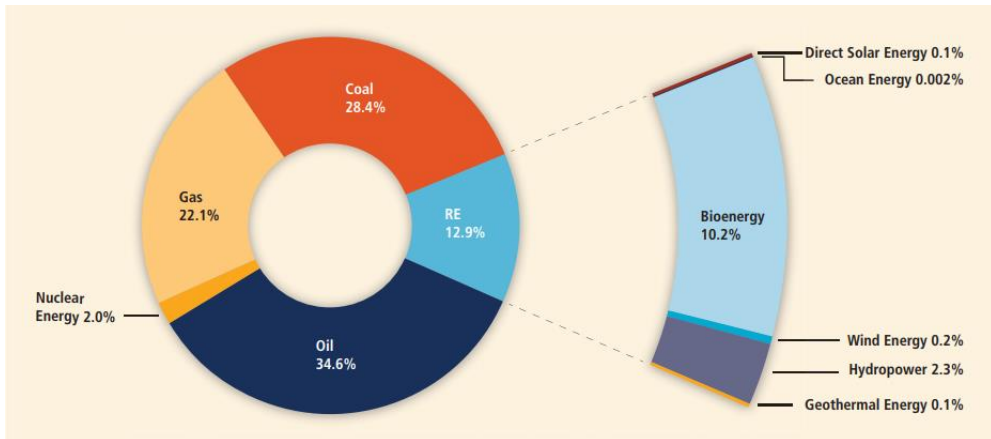
**Gambar 15. Photovoltaics Supply Chain**

## RENEWABLE ENERGY

Secara umum, energi dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan sumbernya yaitu energi konvensional yang berasal dari sumber yang tidak bisa diperbarui seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara; dan energi baru terbarukan yang dihasilkan dari sumber daya yang tak terbatas seperti panas bumi, tenaga air, tenaga angin, dsb. EBT diketahui memiliki banyak manfaat maupun keunggulan dibandingkan energi konvensional, terutama dalam hal ketersediaannya. Karena EBT bersifat dapat diperbarui maka pemanfaatannya secara luas tidak menjadi masalah dari sisi supply selain keberadaan dan optimasinya dapat meningkatkan ketahanan energi dan menyokong kehidupan manusia secara signifikan. Karakter perolehan berupa ketahanan energi ini berefek pula pada minimasi biaya penggunaannya sebagaimana teori ekonomi yang terkenal terkait keseimbangan supply and demand serta pengaruhnya terhadap harga jual.

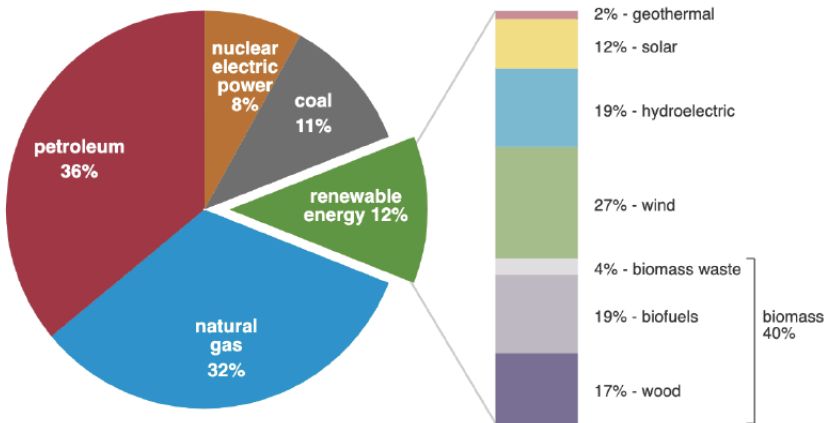
Menurut (U.S. Energy Information Administration, 2022), ada 5 kelompok utama energi baru terbarukan, meliputi energi hydropower, berbasis biologis, geothermal, surya, dan angin. Berdasarkan laporan tahun 2011, bioenergi berperan penting di pasar energi dunia karena kontribusinya mencapai 79% dari seluruh energi terbarukan (RE) atau 10,2% dari total energi (IPCC, 2011). Pemanfaatan RE masih sedikit jika dibandingkan berbagai energi yang berasal dari fosil. Berbagai tipe RE seperti yang dikutip dari

(U.S. Energy Information Administration, 2022), ditambah ocean energy, menyumbang 12,9% dari keseluruhan energi, jauh lebih kecil dibandingkan yang tidak terbarukan (87,1%), seperti diilustrasikan pada Gambar 16. Bioenergi dimanfaatkan secara luas untuk memproduksi berbagai energi seperti heat, listrik, dan bahan bakar transportasi. Bioenergi diproduksi dari sumber-sumber biologis yang terbarukan seperti biomass sedangkan biomass dapat dijelaskan sebagai bahan organik *non* fosil yang dapat diubah menjadi sumber energi (U.S. Energy Information Administration, 2022), yang jika dikhususkan dari material biologis dan digunakan sebagai bahan bakar maka dinamakan biofuel. Mengutip dari (Goldemberg & Coelho, 2004), energi biomass dapat dibedakan dalam 2 kelompok yaitu yang bersifat tradisional dan modern. Perlu dipastikan bahwa yang dikategorikan sebagai bagian dari renewable energy yang sebenarnya adalah biomass yang diproduksi dengan cara yang sustainable, bukan seperti pada penggunaan pohon sebagai kayu bakar. Maka biomass yang dikatakan sebagai renewable energy adalah yang tipe modern, diproduksi untuk kebutuhan komersial, relatif atau bahkan sangat efisien, secara realistis sumbernya dapat diganti atau diperbarui, dan sejatinya tidak menimbulkan masalah baru di sektor lain seperti polusi ataupun deforestasi. Potensi biomass berupa biofuel yaitu yang secara spesifik berasal dari tanaman, ganggang, atau kotoran hewan adalah biodiesel dan bioetanol.



(Sumber: IPCC (2011))

**Gambar 16. Bauran Energi Dunia (dalam %)**



(Sumber: U.S. Energy Information Administration (2022))

**Gambar 17. Bauran Konsumsi Energi Amerika Serikat Tahun 2021**

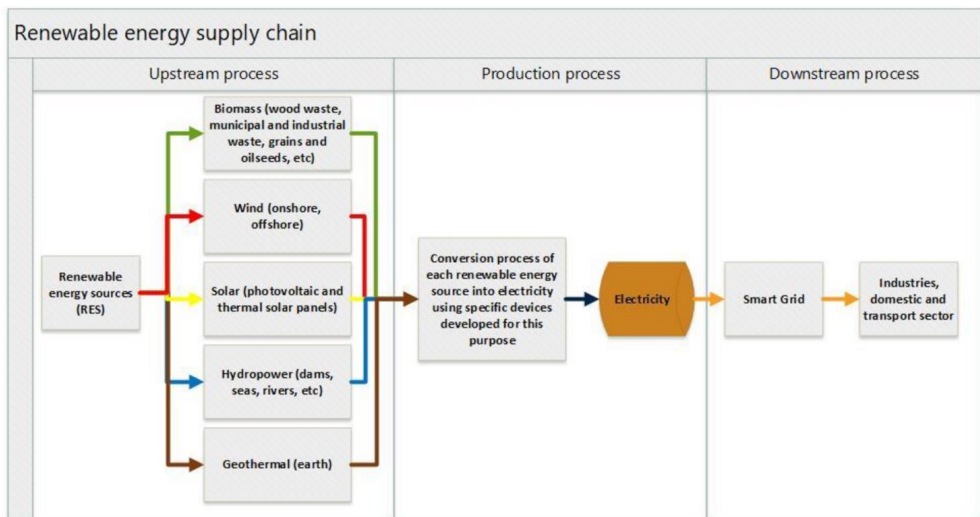
Setelah satu dekade berlalu, kita mendapatkan gambaran pemanfaatan berbagai tipe energi seperti tampak pada Gambar 17 dimana pertumbuhan *renewable energy* terlihat tidak signifikan. Konsumsi energi pada gambar ini memang mewakili negara Amerika Serikat saja namun bisa dikatakan bahwa Amerika Serikat adalah contoh terbaik terkait komitmennya

pada penggunaan *renewable energy*. Berdasarkan (Hope, 2022), Amerika Serikat disebut sebagai negara nomor 1 di dunia dimana *renewable energy* memegang status sebagai sumber energi dengan pertumbuhan tercepat. Dari Gambar 17, kita bisa menarik hikmah perlunya akselerasi pengembangan beserta pemanfaatan energi baru terbarukan khususnya di negara kita, Indonesia.

## RENEWABLE ENERGY SUPPLY CHAIN

Menurut (Jelti, 2021), *renewable energy supply chain* terdiri dari 5 fase utama yaitu pengadaan, pembangkitan (*generating*), pemindahan (transmisi), pendistribusian, dan pemakaian (konsumsi atau pemenuhan permintaan akan energi tersebut) namun secara singkat, prosesnya dapat dibagi kedalam 3 tahapan: *upstream-production-downstream* seperti tampak pada Gambar 18. Rantai pasok RE dimulai dari titik *supply* di hulu (*upstream process*) berupa pencarian (pengadaan) sumber-sumber energi baru terbarukan baik yang berupa biomass, angin,

surya, *hydropower*, ataupun *geothermal*. Selanjutnya sumber-sumber energi ini diolah sesuai karakteristiknya masing-masing dalam kerangka konversi sumber energi menjadi energi yang siap pakai; atau disebut sebagai proses produksi jika berkaca pada proses rantai pasok yang umum. Pada titik konsumsi di hilir rantai pasok, energi yang dihasilkan melalui berbagai tahapan proses produksi (contoh pada Gambar 15 untuk energi surya PV), “dikemas” untuk kemudian dipasarkan ke sektor industri atau transportasi misalnya (*downstream process*).



(Sumber: Jelti (2021))

**Gambar 18. Rantai Pasok Menurut Sumber Energi**

## RANTAI PASOK BIODIESEL

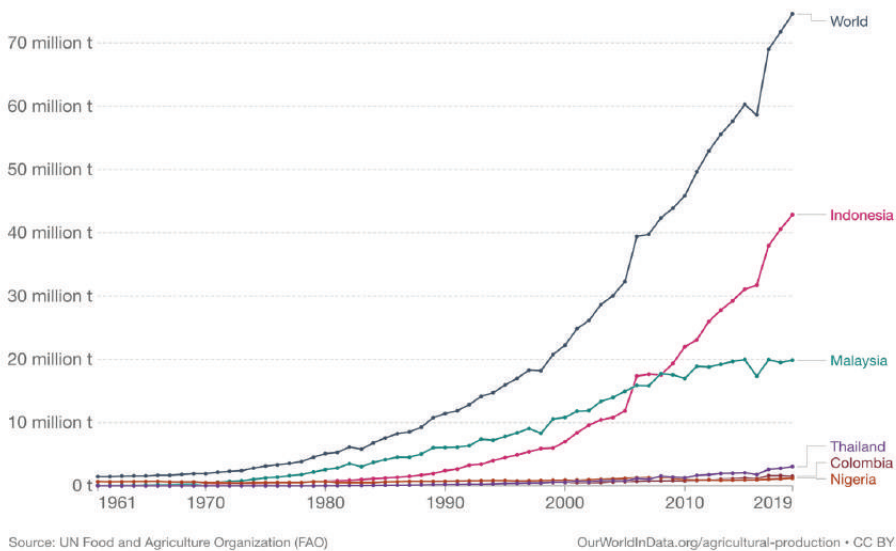
Dari sejumlah alternatif energi baru terbarukan, biodiesel menjadi perhatian utama di sini memperhatikan bahwa Indonesia sudah lebih dari 1 dekade menjadi negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia (Gambar 19). Sebagaimana disebutkan juga oleh (McCarthy, 2020), kontribusi Indonesia pada produksi

minyak sawit dunia mencapai lebih dari setengahnya yaitu sekitar 58%; diikuti oleh Malaysia sebesar 26%; Thailand 4%; Colombia 2%; Nigeria 1%; Guatemala, Honduras, dan Papua New Guinea yang masing-masingnya menyumbang sedikit dibawah 1%. Menurut (Malaysian Investment Development

Authority (MIDA, 2021), *biomass* sawit dapat diperoleh dari berbagai sumber (hasil produksi termasuk hasil sampingan dari pengolahan kelapa sawit) antara lain daun kelapa sawit, batang kelapa sawit, tandan buah kosong, serat mesokarp, cangkang inti sawit, dan limbah pabrik kelapa sawit.

Jadi selain rantai pasok sawit, dikenal juga rantai pasok biodiesel dengan produknya berupa bahan bakar berbasis sawit. Biodiesel diproduksi melalui proses pengilangan *biorefinery* sawit dalam 4 tahapan: *palm oil mills; crushing mills; refining, fractionation, and pelleting*; dan *methyl-ester*. Hasil proses *biorefinery* dengan bahan dasar CPO selanjutnya diolah sampai menjadi bahan bakar biodiesel seperti B100 (100% biodiesel), B30 (30% biodiesel yang kemudian dicampur dengan 70% BBM solar), dan yang lainnya.

Alur tata niaga biodiesel seperti terlihat pada Gambar 20. Manfaat dari keberadaan rantai pasok biodiesel, mampu menyasar berbagai pihak, yaitu dalam hal: meningkatkan kesejahteraan petani kelapa sawit sendiri yang berada di hulu rantai pasok selaku penyuplai kelapa sawit; membantu pemerintah menjaga kelestarian alam dengan ikut aktif meminimalisir kegiatan deforestasi dengan secara berkelanjutan melakukan aktivitas penanaman dan pemanfaatan lahan sawit; mengurangi emisi gas rumah kaca (*Greenhouse Gas/GHG*) karena digunakannya bahan bakar biodiesel oleh masyarakat dan sektor industri baik untuk kegiatan transportasi maupun yang lainnya dimana diketahui bahwa biodiesel ini lebih ramah lingkungan dibandingkan BBM yang 100% berbasis fosil.

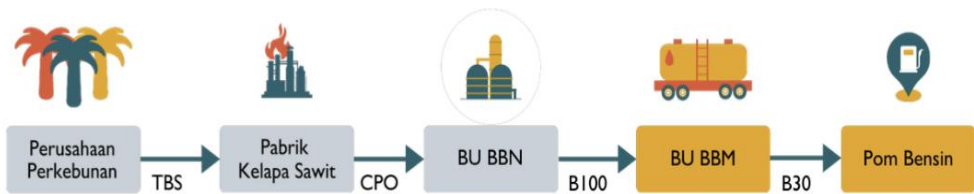


(Sumber: Ritchie & Roser (2021))

**Gambar 19. Produksi Minyak Sawit (dalam ton)**

Berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Traction Energy Asia, 2020), masalah mendasar terkait rantai pasok biodiesel yang dihadapi Indonesia sekarang ini adalah kegiatan pelebagaan pemanfaatan biodiesel yang berbasis tanaman sawit sebagai bahan bakar alternatif, diketahui tidak berpengaruh banyak pada kesejahteraan petani/pekebun

mandiri karena produsen kelompok ini tidak ikut mendapatkan keuntungan ekonomi sebagaimana aktor-aktor rantai pasok setelah mereka. Ketidakberdayaan petani tentunya akan semakin memburuk jika masalah yang mereka hadapi diperparah oleh perubahan iklim (*climate change*).



(Sumber: Traction Energy Asia (2020))

**Gambar 20. Alur Tata Niaga Biodiesel**

## IKLIM, PERUBAHAN, DAN EFEKNYA PADA RANTAI PASOK BIODIESEL

Tantangan yang dihadapi rantai pasok biodiesel relatif unik dibandingkan rantai pasok yang umum dimana *supply* bahan baku yang kemudian ditransformasi menjadi produk akhir berupa energi baru terbarukan, sangat dipengaruhi oleh cuaca dan iklim. Sebelum membahas lebih jauh mengenai iklim dan pengaruhnya pada musim tanam dan hasil panen sawit dan berefek domino pada produksi CPO, pada titik awal rantai pasok biodiesel, penyediaan kelapa sawit sendiri secara berkelanjutan, masih sering menemui kendala, yang utama karena sawit diolah tidak semata-mata untuk memproduksi biodiesel secara eksklusif namun ada banyak variasi produk yang dihasilkan dari berbagai jenis proses produksi berbagai bagian dari pohon kelapa sawit yang utuh.

Secara garis besar, ada 3 kelompok produk yang asalnya dari kelapa sawit yaitu yang berupa makanan (mendominasi hingga 68%) seperti margarin, minyak untuk memasak, coklat, dsb; produk kebutuhan industri (27%) untuk lebih lanjut diproses misalnya menjadi sabun, deterjen, komestik, dan zat pembersih; dan bioenergi (hanya sekitar 5%) atau biofuel untuk kegiatan transportasi, dll (Ritchie & Roser, 2021). Masih di titik hulu, tantangan lain aktivitas pengadaan bahan baku sawit dari rantai pasok biodiesel adalah fakta bahwa pohon kelapa sawit hanya dapat tumbuh secara alami di wilayah tropis. Disebutkan bahwa kelapa sawit tumbuh dengan optimal di daerah khatulistiwa karena curah hujannya yang tinggi, serta sinar matahari dan kelembabannya yang cukup.



(Sumber: APICS (2017))

**Gambar 21. SCOR Racetrack**

Dengan kondisi iklim yang sekarang ini, supply kelapa sawit apalagi yang khusus untuk biodiesel masih jauh dari kata memadai sebagaimana diketahui adanya berbagai tantangan yang dihadapi rantai pasok secara keseluruhan. Perubahan iklim apalagi yang ekstrem sudah pasti akan semakin mendisrupsi supply kelapa sawit yang pada akhirnya mereduksi kapabilitas rantai pasok dalam menyediakan biodiesel dalam jumlah yang seharusnya sesuai dengan permintaan, pada waktu dan tempat yang tepat. Dengan begitu, kita dapat menyimpulkan bahwa kinerja rantai pasok biodiesel ini masih perlu dievaluasi agar bisa ditingkatkan. Berapakah angka pas kinerja rantai pasok biodiesel di Indonesia? Untuk menjawabnya maka kita perlu terlebih dahulu melakukan penelitian empiris terkait penyusunan dan pengukuran kinerja rantai pasok biodiesel Indonesia. Salah satu kerangka pengukuran kinerja rantai pasok yang dapat digunakan adalah *Supply Chain Operations Reference (SCOR)* yang dikembangkan oleh *Association*

*for Supply Chain Management (APICS)*. Pada SCOR versi 12.0 yang merupakan versi terbaru sejauh ini, ada lebih dari 250 metrik pengukuran kinerja rantai pasok yang dikategorikan berdasarkan 6 proses utama: plan, source, make, deliver, return, dan enable; dan 5 atribut: *reliability, responsiveness, agility, costs, dan asset management efficiency*. Jika memperhatikan definisi berbagai matriks kinerja SCOR maka faktor terkait iklim kemungkinan mempengaruhi nilai kinerja rantai pasok biodiesel terutama pada proses source (pengadaan) namun tidak menutup kemungkinan akan terdeteksi pula pada proses deliver ataupun plan. Sehubungan dengan proses deliver, iklim yang tidak bersahabat akan mempengaruhi kecepatan dan ketepatan distribusi atau pengiriman barang baik yang berupa bahan baku (tandan buah segar sawit misalnya), barang setengah jadi seperti CPO dalam kasus ini, maupun barang jadi berupa biodiesel.

Lalu jika dilihat dari atribut kinerja SCOR maka faktor perubahan cuaca hingga iklim bisa jadi terpetakan pada aspek *reliability*, *agility*, ataupun *cost*. SCOR tidak hanya bisa dimanfaatkan untuk mengukur kinerja suatu rantai pasok namun juga bisa dikombinasikan untuk mengukur risiko rantai pasok tersebut. Dalam keterkaitannya dengan perubahan iklim, risiko yang

ditanggung rantai pasok biodiesel juga dapat diukur menggunakan model dasar SCOR. Jika dilakukan secara komprehensif, pengukuran kinerja dengan kerangka SCOR dibagi dalam 5 tahapan menurut racetrack seperti pada Gambar 21 yang dimulai dari *Pre-SCOR Program Steps*, *Set the Scope*, *Configure the Supply Chain*, *Optimize Projects*, dan terakhir *Ready for Implementation*.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penguatan rantai pasok biodiesel yang terdisrupsi perubahan iklim sekarang ini, dalam tujuan besar menyediakan energi baru terbarukan yang terjangkau bagi masyarakat dunia, tidak bisa serta merta dilakukan tanpa didahului pengukuran kinerja existing begitu juga risikonya. Sebagaimana model SCOR dirancang untuk dapat digunakan oleh berbagai varian rantai pasok maka pemanfaatannya pada rantai pasok khusus biodiesel tentu juga mungkin namun dibutuhkan sejumlah penyesuaian mengingat rantai pasok biodiesel memiliki sejumlah karakteristik yang khas yang tidak dimiliki rantai pasok manufaktur yang umum, salah satunya aspek yang terkait faktor perishability yang membuatnya rentan terhadap perubahan cuaca terlebih lagi iklim. Selanjutnya setelah kinerja dan risiko rantai pasok biodiesel dipetakan maka strategi penguatannya dapat disusun menurut 3

level management horizon: operasional, taktis, hingga yang tertinggi, strategis. Pada level paling bawah, level operasional mencakup strategi penguatan yang bersifat jangka pendek yaitu yang terkait operasional rantai pasok sehari-hari seperti penentuan rute pengiriman energi biodiesel ataupun penyusunan jadwalnya. Lalu pada level taktis, dilakukan penyusunan strategi penguatan rantai pasok biodiesel yang bersifat menengah baik dalam hal skala ataupun jangka waktu misalnya yang terkait penyimpanan bahan baku sawit di gudang pengepul. Yang tertinggi pada level strategis berupa keputusan jangka panjang yang menaungi penetapan strategi penguatan pada skala yang luas yaitu rantai pasok biodiesel itu sendiri misalnya yang mencakup penentuan lokasi alokasi setiap fasilitas pada proses upstream, produksi, dan *downstream*.

## REFERENSI

- APICS. (2017). *Supply Chain Operations Reference Model SCOR Version 12.0*. Chicago, IL: APICS
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation (Vol. 6th)*. Pearson.
- Chum, H., Faaij, A., Moreira, J., Berndes, G., Dhamija, P., Dong, H., . . . Pingoud, K. (2011). *Bioenergy*. In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, . . . C. von Stechow, IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.



## REFERENSI

- Energy Research Centre of the Netherlands. (2009). *Bioenergy - a Sustainable and Reliable Energy Source*. IEA Bioenergy.
- golde, B. (2022, March 16). *Top 10: Nations That are Leading the Renewable Energy Charge*. Retrieved from Sustainability: <https://sustainabilitymag.com/net-zero/top-10-nations-that-are-leading-the-renewable-energy-charge-countries-emissions>
- Goldemberg, J., & Coelho, S. T. (2004). *Renewable energy—traditional biomass vs. modern biomass*. *Energy Policy*, 711–714.
- Government of Canada. (2020, July 20). Retrieved from <https://www.nrcan.gc.ca/our-natural-resources/forests/industry-and-trade/forest-bioeconomy-bioenergy-bioproducts/bioenergy-biomass/13323>
- Hadiguna, R. A., & Tjahjono, B. (2017). *A Framework for Managing Sustainable Palm Oil Supply Chain Operations: A Case of Indonesia*. *Production Planning & Control*, 28(13), 1093–1106.
- IPCC. (2011). *2011: Summary for Policymakers*. In: IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jelti, F. (2021, Februari 16). *Scholarly Community Encyclopedia*. Retrieved from Renewable Energy Supply Chain: <https://encyclopedia.pub/entry/7296>
- Malaysian Investment Development Authority (MIDA). (2021). Retrieved from [https://www.mida.gov.my/industries/manufacturing/food-technology/food-technology-palm-biomass/#:~:text=Types%20of%20palm%20biomass%20generated,Oil%20Mill%20Effluent%20\(POME\)](https://www.mida.gov.my/industries/manufacturing/food-technology/food-technology-palm-biomass/#:~:text=Types%20of%20palm%20biomass%20generated,Oil%20Mill%20Effluent%20(POME).).

## REFERENSI

- McCarthy, N. (2020, October 02). *Which Countries Produce The Most Palm Oil? [Infographic]*. Retrieved from Forbes: <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2020/10/02/which-countries-produce-the-most-palm-oil-infographic/?sh=512a86761e42>
- Pujawan, I. N. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya: Penerbit Guna Widya.
- Ritchie, H., & Roser, M. (2021, June). *Palm Oil*. Retrieved from Our World in Data: <https://ourworldindata.org/palm-oil>
- Stone & Associates. (2011, January). *Bluegreen Alliance Foundation*. Retrieved from Overview of the Solar Energy Industry and Supply Chain: <https://www.bgafoundation.org/>
- Traction Energy Asia. (2020, September 23). Retrieved from [http://sawitwatch.or.id/wp-content/uploads/2020/09/TS\\_Interaktif\\_Vol.17\\_TractionEnergyAsia\\_23092020.pdf](http://sawitwatch.or.id/wp-content/uploads/2020/09/TS_Interaktif_Vol.17_TractionEnergyAsia_23092020.pdf)
- U.S. Energy Information Administration. (2022, June 10). *eia*. Retrieved from <https://www.eia.gov/energyexplained/renewable-sources/>



# PENYEDIAAN CADANGAN MINYAK DAN GAS BUMI NASIONAL SEBAGAI UPAYA MITIGASI DAN ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM

*Rina Juliet Artami - Pertamina Energy Institute (PEI)*

## ABSTRAK

**D**ampak luas perubahan iklim yang terjadi di Indonesia telah memakan korban jiwa, merusak infrastruktur dan merugikan perekonomian. Penyediaan cadangan minyak dan gas bumi (migas) nasional merupakan salah satu langkah dalam mitigasi perubahan iklim sesuai target emisi pada kontribusi yang ditetapkan secara nasional, dan langkah adaptasi perubahan iklim dengan meningkatkan ketahanan energi untuk menunjang perekonomian nasional yang berkelanjutan. Artikel ini menganalisis jenis-jenis infrastruktur penyimpanan dan opsi penyediaan cadangan migas berbiaya rendah yang telah diaplikasikan di berbagai negara untuk meminimalisir kendala pembangunan cadangan migas, yang dapat digunakan sebagai masukan kebijakan untuk pembangunan cadangan migas nasional Indonesia.

*Kata kunci: perubahan iklim, cadangan nasional*

## PENDAHULUAN

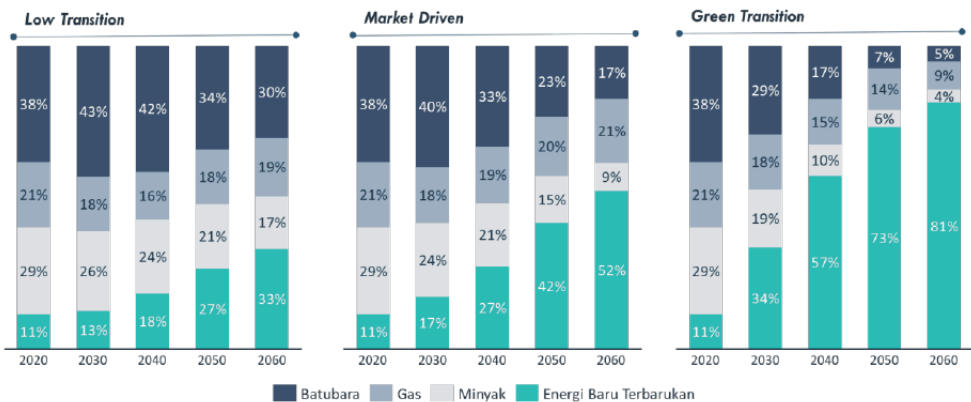
Berdasarkan kondisi geografisnya, Indonesia merupakan negara yang rentan terhadap bencana alam, salah satunya terjadinya cuaca ekstrem (Hakim, 2021). Menurut Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, cuaca ekstrem disebabkan oleh perubahan iklim akibat penebalan lapisan atmosfer yang meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca. Perubahan iklim terjadi terus-menerus disebabkan oleh interaksi antara komponen-komponennya, salah satunya melalui aktivitas manusia, sebagai contoh penebangan hutan dan penggunaan bahan bakar fosil.

Cuaca ekstrem menyebabkan terjadinya bencana dan juga mengganggu aktivitas dan perekonomian masyarakat, seperti bencana hidrometeorologi akibat tingginya curah hujan (banjir, tanah longsor, dll), menurunnya kuantitas air yang berpotensi menyebabkan kekeringan sehingga mengganggu aktivitas pertanian melalui gagal panen, cuaca panas yang berkepanjangan akibat kenaikan suhu bumi sehingga menyebabkan kebakaran hutan dan lahan, meningkatnya wabah penyakit, dan mengganggu aktivitas perikanan melalui penurunan jumlah tangkapan ikan dan cuaca yang tidak menentu.

Tercatat, tanggal 1 Januari s.d. 29 September 2022 telah terjadi bencana di Indonesia sebanyak 2.598 kejadian yang terdiri dari banjir sebanyak 1.034 kejadian, cuaca ekstrem sebanyak 841 kejadian, tanah longsor sebanyak 465 kejadian, kebakaran hutan dan lahan sebanyak 233 kejadian, kenaikan gelombang pasang dan abrasi sebanyak 21 kejadian dan kekeringan sebanyak 4 kejadian, yang memakan korban jiwa serta kerusakan infrastruktur dan fasilitas (Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2022). Selain itu, kerugian ekonomi Indonesia yang diakibatkan oleh perubahan iklim mencapai Rp 100 triliun per tahun dan berpotensi mengalami kenaikan setiap tahunnya (Heriyanto, 2022). Kerugian ini dialami karena perubahan iklim menyebabkan gangguan distribusi logistik pada sektor transportasi dan penurunan produktivitas sektor pertanian dan perikanan.

Memperhatikan dampak luas perubahan iklim, sesuai Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change* (Peretujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim), Indonesia telah menetapkan kontribusi yang ditetapkan secara nasional (NDC) yang mencakup aspek mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Pada periode pertama, target NDC Indonesia adalah mengurangi emisi sebesar 29% dengan upaya sendiri dan menjadi 41% jika ada kerja

sama internasional dari kondisi tanpa ada aksi (*business as usual*) pada tahun 2030, yang akan dicapai antara lain melalui sektor kehutanan, energi termasuk transportasi, limbah, proses industri dan penggunaan produk, dan pertanian. Untuk mencapai target NDC sektor energi diperlukan upaya dari sektor energi baik dalam rangka memitigasi perubahan iklim maupun dalam rangka beradaptasi dengan perubahan iklim. Salah satu upaya mitigasi perubahan iklim sektor energi adalah dengan implementasi transisi energi melalui pemanfaatan energi baru terbarukan (Pertamina Energy Institute, 2021). Sesuai Pertamina Energy Outlook (2021) yang ditunjukkan pada gambar 1, pada skenario market driven yang merupakan skenario moderat yang disesuaikan dengan kondisi perusahaan dan kebijakan energi untuk mencapai target emisi sesuai NDC sebelum tahun 2050, diproyeksikan bauran energi primer pada tahun 2030 terdiri dari batubara sebesar 40%, gas sebesar 18%, minyak sebesar 24%, dan energi baru terbarukan sebesar 17%, serta pada tahun 2060 terdiri dari batubara sebesar 17%, gas sebesar 21%, minyak sebesar 9%, dan energi baru terbarukan sebesar 52%. Berdasarkan data, bahan bakar fosil khususnya minyak dan gas bumi (migas) masih berkontribusi terhadap penyediaan energi primer di Indonesia di masa mendatang, walaupun dengan proporsi yang lebih kecil dibandingkan dengan energi baru terbarukan.



(Sumber: Pertamina Energy Institute (2021))

**Gambar 22. Bauran Energi Primer per Skenario**

Menurut Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, diperlukan upaya antisipatif untuk meningkatkan ketahanan masyarakat dalam rangka beradaptasi dengan perubahan iklim, sehingga kelangsungan aktivitas ekonomi dapat terjamin. Salah satu sektor prioritas pemerintah untuk meningkatkan adaptasi perubahan iklim adalah sektor energi, melalui peningkatan ketahanan energi. Sesuai Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (PP 79/2014) bahwa untuk menjamin ketahanan energi nasional, pemerintah wajib menyediakan cadangan penyangga energi yang didefinisikan sebagai jumlah ketersediaan sumber energi yang disimpan secara nasional untuk mengatasi kondisi krisis atau darurat energi, di luar cadangan operasional yang disediakan oleh perusahaan energi. Terhadap cadangan penyangga energi, bahan bakar fosil dipilih sebagai jenis energi

utama pada cadangan penyangga energi, mempertimbangkan bahan bakar fosil relatif mudah disimpan, mudah diangkut, mudah didistribusikan dan dapat digunakan kapan saja (European Environment Agency, 2021). Untuk itu, penyediaan cadangan penyangga energi melalui penyediaan cadangan migas nasional menjadi salah satu upaya baik dalam memitigasi perubahan iklim di sektor energi untuk mencapai target NDC, mempertimbangkan migas masih menjadi salah satu sumber energi di masa mendatang, maupun dalam beradaptasi dengan perubahan iklim di sektor energi untuk menunjang keberlangsungan ekonomi melalui penyediaan energi yang berkelanjutan. Artikel ini akan mengulas terkait jenis infrastruktur penyimpanan beserta kendala penyediaan cadangan migas, dan opsi penyediaan cadangan migas berbiaya rendah yang telah diaplikasikan di berbagai negara yang dapat digunakan sebagai masukan bagi Indonesia untuk membangun cadangan migas nasionalnya.

## PENYEDIAAN CADANGAN MIGAS NASIONAL

Sesuai PP 79/2014, cadangan nasional terdiri dari cadangan penyangga energi dan cadangan operasional. Cadangan operasional merupakan cadangan yang disediakan oleh perusahaan untuk menjamin kontinuitas pasokan, sedangkan cadangan penyangga energi disediakan untuk mengatasi keadaan krisis atau darurat energi. Pengaturan terkait cadangan operasional migas telah ditetapkan melalui Peraturan Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi Nomor 9 Tahun 2020 tentang Penyediaan Cadangan Operasional Bahan Bakar Minyak (BBM) bahwa perusahaan BBM wajib menyediakan cadangan operasional BBM minimal selama 23 hari, dan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian *Liquefied Petroleum Gas* (LPG), bahwa perusahaan LPG wajib memiliki

cadangan operasional LPG minimal selama 7 hari. Sedangkan, penyediaan cadangan penyangga energi atau cadangan migas nasional di Indonesia menunggu penetapan regulasi oleh pemerintah (Purnama, 2022).

Penyediaan cadangan migas nasional utamanya membutuhkan pendanaan yang besar baik untuk membangun infrastruktur penyimpanan, operasional maupun dalam pengadaan produk yang akan dicadangkan (Kimura & Morikawa, 2018). Dalam struktur biaya cadangan migas, biaya pengadaan produk migas (biaya pembelian produk migas) mencapai 50% dari total biaya, sisanya merupakan biaya investasi dan biaya operasional. Opsi infrastruktur penyimpanan cadangan migas nasional sebagai berikut (Kobayashi & Anbumozhi, 2016):

**1** Infrastruktur Penyimpanan Darat

Jenis fasilitas penimbunan migas yang paling umum berupa tangki penyimpanan darat. Infrastruktur penyimpanan di darat merupakan opsi penyediaan cadangan migas yang paling mudah untuk dikembangkan secara teknologi dan paling ekonomis untuk dibangun, apabila lahan tersedia.

Keuntungan fasilitas tangki penyimpanan darat adalah konstruksi dan operasionalnya yang relatif mudah dibandingkan dengan fasilitas penimbunan migas lainnya. Perawatan rutin serta perbaikan kerusakan lebih mudah dilakukan untuk fasilitas tangki penyimpanan darat. Selain itu, biaya konstruksi dan biaya operasional dapat lebih rendah sebesar 30% s.d. 50% apabila dioperasikan berdekatan dengan kilang minyak atau fasilitas penyimpanan migas yang sudah ada.

Namun di lain sisi, fasilitas tangki penyimpanan darat memerlukan lahan yang luas untuk membangun banyak tangki. Pembangunan fasilitas tangki penyimpanan darat harus berada di wilayah yang dekat dengan pusat konsumsi minyak mentah dan BBM, sehingga dalam keadaan darurat dapat dengan segera disalurkan. Penerimaan masyarakat sekitar lahan beserta pengalihan fungsi lahan (misalnya, yang dari sebelumnya merupakan lahan pertanian) akan menimbulkan biaya tambahan di awal. Selain itu, biaya operasional tangki penyimpanan darat lebih tinggi daripada jenis fasilitas penimbunan lainnya karena memerlukan inspeksi dan pengadukan minyak secara berkala. *International Energy Agency* (IEA) memperkirakan biaya operasional tahunan sebesar US\$ 13 s.d. US\$ 19 per m<sup>3</sup>.

**2** Infrastruktur Penyimpanan Bawah Tanah

Pembangunan fasilitas penyimpanan bawah tanah dilakukan dengan pengeboran lapisan batuan padat untuk membentuk gua penyimpanan. Pada umumnya, fasilitas penyimpanan bawah tanah merupakan water-sealing underground tank, yang menyimpan migas menggunakan tekanan air bawah tanah membentuk dinding alami untuk mencegah migas yang disimpan bocor dari gua penyimpanan.

Fasilitas penyimpanan bawah tanah memiliki keselamatan dan keamanan



yang tinggi dari bahaya kebocoran, kebakaran, ledakan dan dampak gempa bumi. Selain itu, fasilitas penyimpanan bawah tanah tidak memerlukan penerimaan masyarakat sekitarnya dan biaya operasional untuk pengadukan minyak yang disimpan untuk menjaga kestabilan mutu minyak, mempertimbangkan minyak yang disimpan di bawah tanah akan berputar secara alamiah akibat perbedaan suhu di bawah tanah. Dari segi biaya, penyimpanan bawah tanah membutuhkan lebih sedikit biaya operasional, yang mencakup biaya inspeksi, utilitas, dan asuransi, daripada tangki penyimpanan darat.

IEA memperkirakan biaya operasional tahunan infrastruktur penyimpanan bawah tanah sebesar US\$ 5 per m<sup>3</sup>.

Namun, fasilitas penyimpanan bawah tanah hanya dapat dibangun apabila kondisi geologis bawah tanahnya, yaitu kondisi lapisan batuan padat dan tekanan air bawah tanah, sesuai untuk dibangun fasilitas penimbunan. Fasilitas penyimpanan bawah tanah memerlukan biaya awal yang tinggi. Biaya konstruksi awal, menurut Mitsubishi Research Institute, diperkirakan sebesar US\$ 466 per m<sup>3</sup> atau lebih tinggi sebesar 20% dari fasilitas penyimpanan tangki darat. Selain itu, penggantian produk yang dicadangkan di fasilitas penyimpanan bawah tanah relatif lebih rumit dibandingkan dengan penggantian produk yang dicadangkan di fasilitas penyimpanan tangki darat.

Jurong Rock Caverns, Singapura merupakan fasilitas penyimpanan minyak mentah bawah tanah komersial pertama di Asia Tenggara.

### 3 Infrastruktur Penyimpanan Bawah Tanah *Rock Salt Beds*

Infrastruktur penyimpanan bawah tanah *rock salt beds* dibangun dengan mengebor *rock salt beds*, kemudian sejumlah besar air disuplai ke dalam lubang bor untuk melarutkan *rock salt beds*, sehingga terbentuk gua penyimpanan. Air asin yang dihasilkan ketika *rock salt beds* dilarutkan akan dikembalikan ke dalam tanah atau dibuang ke laut. *Rock salt beds* memiliki struktur padat dengan porositas yang sangat rendah, sehingga dapat mengatasi potensi kebocoran migas yang disimpan dan mencegah masalah lingkungan seperti pencemaran air dan tanah.





Keuntungan terbesar dari penyimpanan di *rock salt beds* adalah biaya pembangunan dan biaya operasional yang rendah. IEA memperkirakan biaya konstruksi penyimpanan di *rock salt beds* sebesar US\$ 75 per m<sup>3</sup>, dan biaya operasional sebesar US\$ 2,5 per m<sup>3</sup>. Selain itu, keamanan penyimpanan di *rock salt beds* lebih tinggi karena lapisan garam murni tidak bereaksi secara kimia dengan migas, sehingga dapat berfungsi sama seperti lapisan baja pada tangki penyimpanan darat. Penyimpanan bawah tanah termasuk penyimpanan di *rock salt beds* tidak memerlukan biaya operasional untuk pengadukan minyak yang disimpan untuk menjaga kestabilan mutu minyak, mempertimbangkan minyak yang disimpan di bawah tanah akan berputar secara alamiah akibat perbedaan suhu di bawah tanah.

Namun, tidak semua negara memiliki *rock salt beds* yang dapat digunakan sebagai tempat penyimpanan migas, sebagai contoh wilayah Asia Tenggara. Negara yang telah menggunakan fasilitas penyimpanan bawah tanah dengan metode penyimpanan di *rock salt beds* adalah penyimpanan gas di sepanjang Gulf Coast, Amerika Serikat.

4 Infrastruktur Penyimpanan Terapung

Infrastruktur penyimpanan terapung di atas laut dapat menjadi salah satu opsi penyediaan cadangan migas, khususnya bagi negara dengan topografi kepulauan atau negara yang memiliki lautan yang luas. Area lautan yang cocok untuk dibangun infrastruktur penyimpanan terapung adalah laut yang tenang. Biaya konstruksi fasilitas penyimpanan terapung di atas laut sebesar US\$ 395 per m<sup>3</sup> atau hampir sama dengan biaya konstruksi tangki penyimpanan darat. Infrastruktur penyimpanan terapung membutuhkan tambahan biaya operasional yang sama dengan infrastruktur tangki penyimpanan darat,

seperti biaya inspeksi rutin, dll. Biaya operasional tahunan penyimpanan terapung diperkirakan sebesar US\$ 11 per m<sup>3</sup>. Penyimpanan terapung lebih unggul dibandingkan dengan metode penyimpanan lainnya dalam hal apabila memerlukan perluasan atau pemindahan area penimbunan.

Namun, kerugiannya adalah biaya operasionalnya yang tinggi, terutama apabila penyimpanan terapung dibangun jauh dari wilayah pantai, sehingga perlu tambahan biaya untuk penyaluran ke darat. Selain itu, penyimpanan terapung lebih rentan terhadap risiko kebocoran, karena konstruksi dasar penyimpanan terapung lebih lemah dibandingkan dengan konstruksi dasar tangki penyimpanan darat. Apabila terjadi kebocoran di fasilitas penyimpanan terapung, dampak pencemaran terhadap lingkungannya akan lebih luas dibandingkan dengan fasilitas penyimpanan lainnya, sehingga, pembangunan penyimpanan terapung perlu terlebih dahulu dikaji dampaknya bagi perikanan lokal dan ekosistem di daerah sekitarnya.

Cadangan minyak Shirashima dan Kamigoto merupakan salah satu contoh cadangan minyak yang fasilitasnya berada di lepas pantai Jepang.

Tersedianya pendanaan yang memadai menjadi kendala terbesar bagi sebuah negara untuk membangun cadangan migas nasionalnya (Ridwan, 2021). Berdasarkan perhitungan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2016), biaya yang diperlukan untuk menyediakan cadangan migas nasional selama 15 hari sebesar Rp 23,3 triliun, terdiri dari minyak mentah sebanyak 22 juta barel dan BBM 17,7 juta barel. Sedangkan dana yang diperlukan untuk pembangunan infrastruktur cadangan migas nasional selama 30 hari sebesar US\$ 4 miliar (setara dengan Rp 53,2 triliun, apabila 1 US\$ = Rp 13.318), dengan masa pembangunan selama lima tahun (Azzura,

2016). Sedangkan menurut International Energy Agency (IEA), biaya penimbunan menurut jenis fasilitasnya, berkisar antara US\$ 6/Bbl s.d. US\$ 11/Bbl per tahun (Kimura & Morikawa, 2018). Berdasarkan kisaran biaya

dimaksud, Indonesia akan membutuhkan dana sebanyak US\$ 290 juta s.d. US\$ 530 juta pada tahun 2015 untuk menyiapkan kebutuhan cadangan migas selama 30 hari.

## OPSI PENYEDIAAN CADANGAN MIGAS NASIONAL BERBIAYA RENDAH

Terdapat tiga opsi sebagai jalan keluar terkait permasalahan pendanaan bagi penyediaan cadangan migas nasional, yaitu:

### 1 *Ticket Stockpiling*

*Ticket stockpiling* merupakan skema penyediaan cadangan migas melalui pembayaran *ticket* (biaya penimbunan migas) sebagai instrumen dalam penitipan cadangan migas oleh suatu negara di negara lain (Kobayashi & Anbumozhi, 2016). Penyediaan cadangan migas dengan metode *ticket* dilaksanakan melalui perjanjian antara penjual dan pembeli cadangan migas. Penjual *ticket* akan mencadangkan sejumlah minyak atas nama pembeli *ticket* dengan besaran biaya yang disepakati antara kedua pihak. Pembeli *ticket* mempunyai hak untuk menerima pengiriman produk migas yang telah dicadangkan oleh penjual *ticket* sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan dalam kontrak.

Jika *ticket stockpiling* dilakukan antara dua negara, sebelum perusahaan antar dua negara berkontrak, pemerintah kedua negara dimaksud harus terlebih dahulu menyepakati besaran jumlah minyak yang akan dicadangkan. Dalam implementasinya, *ticket stockpiling* ditujukan utamanya untuk memenuhi cadangan migas dalam kondisi darurat. *Ticket stockpiling* pada umumnya ditetapkan sebesar 10% dari cadangan migas yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan migas pada kondisi darurat.

Metode *ticket stockpiling* berkembang karena adanya kewajiban IEA bagi setiap negaranya untuk memiliki cadangan migas selama 90 hari. Metode ini tidak memerlukan pengiriman cadangan migas secara fisik ke negara pembeli *ticket*, sehingga negara-negara yang tergabung dalam IEA dapat menggunakan metode ini untuk melepaskan cadangan migasnya apabila terdapat aksi kolektif IEA untuk melepaskan sejumlah produk migas ke pasar global.

Keuntungan dari *ticket stockpiling* adalah tidak memerlukan pembangunan infrastruktur dan biaya operasional. *Ticket stockpiling* dapat menjadi salah satu opsi bagi negara yang ingin menjamin ketahanan energi tanpa membutuhkan biaya investasi. Selain itu, *ticket stockpiling* juga dapat menghindari masalah keamanan dan keselamatan yang timbul dalam mengoperasikan cadangan migas.

Adapun kerugian *ticket stockpiling* adalah jarak geografis antara negara pembeli *ticket* dan negara penjual *ticket*, yang dapat menghambat pengiriman minyak dari segi waktu dan biaya. Selain itu, perlu adanya kepercayaan antara negara pembeli dan penjual *ticket* berdasarkan data yang akurat dan transparan untuk memastikan volume sejumlah *ticket* tersedia. Selandia Baru memulai penyediaan cadangan migas melalui *ticket stockpiling* pada tanggal 1 Januari 2007 dalam rangka memenuhi kewajiban IEA untuk menyediakan

cadangan migas selama 90 hari. Selandia Baru melakukan lelang untuk memilih negara penjual *ticket*. Dalam hal ini, Selandia Baru berkerjasama dengan Jepang. Pemerintah Selandia Baru dan pemerintah Jepang telah membuat perjanjian bilateral terkait *ticket stockpiling*, yaitu Jepang sebagai negara penjual *ticket* dan Selandia Baru sebagai negara pembeli *ticket*. Jepang sebagai negara penjual *ticket*, menyiapkan infrastruktur penimbunan migas dan mengoperasikan cadangan dimaksud. Selandia Baru sebagai negara pembeli *ticket* dapat membeli cadangan sesuai biaya dalam kontrak untuk memenuhi kebutuhan migas dalam negeri maupun apabila terdapat tindakan kolektif IEA. Selain itu, untuk membantu pendanaan penyediaan cadangan migas, pemerintah Selandia Baru mengenakan pajak berupa *Petroleum or Engine Fuel Monitoring Levy* pada harga jual bensin dan diesel yang dibeli konsumen.

2 Kerjasama dengan Operator Tangki

Penyediaan cadangan migas melalui kerjasama dengan operator tangki memerlukan intervensi pemerintah (Kimura & Morikawa, 2018). Pemerintah perlu untuk menciptakan iklim investasi yang stabil dan menguntungkan sehingga para operator tangki sebagai investor tertarik berinvestasi di suatu negara. Bisnis penyimpanan migas merupakan bisnis yang kurang memiliki nilai komersial, terutama bagi fasilitas yang dibangun sendiri, sehingga pemerintah perlu menelaraskan antara komersial bisnis cadangan migas dan kebijakan ketahanan energi. Pemerintah dapat bekerjasama dengan operator tangki untuk mengembangkan bisnis penyimpanan migasnya dan secara bertahap mengintegrasikan produk migas yang disimpan sebagai cadangan migas nasional.

Keuntungan penyediaan cadangan minyak melalui opsi ini adalah biaya untuk pembangunan infrastruktur cukup rendah karena memaksimalkan infrastruktur yang sudah ada. Selain itu, opsi ini juga dapat menghemat biaya operasional serta mengefisienkan penyaluran cadangan migas pada saat keadaan darurat, karena dioperasikan bersamaan dengan cadangan operasional. Di sisi lain, tantangan penyediaan cadangan migas melalui opsi ini adalah untuk mendorong operator tangki untuk berinvestasi pada bisnis penyimpanan migas. Pemerintah perlu menyiapkan paket insentif yang dapat mendukung iklim investasi bagi para operator tangki untuk memperluas bisnis penyimpanan migasnya.

Singapura merupakan salah satu contoh negara yang telah bekerjasama dengan operator tangki seperti Vopak, Tankstore, dan Helios Energy untuk meningkatkan cadangan migasnya. Sebagai pusat perdagangan di Asia, Singapura didukung dengan fasilitas penyimpanan dan kilang migas yang memadai. Total kapasitas fasilitas penyimpanan sebesar 21,5 juta m<sup>3</sup> (135 juta barel) pada tahun 2018, dan sebagian besar telah dikembangkan secara komersial oleh operator tangki dan kilang swasta.

3 Kerjasama dengan Pihak Ketiga (*Joint Oil Stockpiling*)

Penyediaan cadangan migas melalui kerjasama dengan pihak ketiga, dilaksanakan melalui kerjasama antara pihak ketiga sebagai penyewa infrastruktur penyimpanan migas dan pemilik infrastruktur penyimpanan migas (Kobayashi & Anbumozhi, 2016). Pihak ketiga merupakan perusahaan migas di negara penghasil migas yang menyewa infrastruktur

penyimpanan untuk menyimpan cadangan operasionalnya dalam rangka memperluas pemasaran produk migasnya, dan pemilik infrastruktur merupakan pemerintah negara yang merupakan target pasar bagi negara penghasil minyak, yang diprioritaskan untuk dapat mengklaim sejumlah cadangan migas yang disimpan oleh pihak ketiga di infrastruktur yang telah disewa pada keadaan darurat. Penyediaan cadangan migas dengan metode ini dapat menghemat biaya bagi kedua pihak karena pihak penyewa dapat melakukan aktivitas penjualan dan tidak memerlukan biaya konstruksi dan operasional untuk menyimpan produk migas yang akan dijual, sedangkan pemilik mendapatkan pemasukan melalui penyewaan cadangan sekaligus dapat mengakses cadangan dimaksud pada saat diperlukan. Selain itu, kualitas migas yang disimpan juga dapat terus terjaga karena dibarengi dengan cadangan operasional yang bersirkulasi terus-menerus. Adapun tantangan penyediaan cadangan migas dengan metode kerjasama dengan pihak ketiga adalah bahwa negara pemilik infrastruktur yang akan menyewakan infrastruktur harus memiliki kemampuan untuk menyediakan kapasitas penyimpanan migas yang cukup untuk disewakan. Selain itu, untuk menarik pihak ketiga untuk menyewa infrastruktur penyimpanan, suatu negara harus menjadi pasar produk migas bagi negara-negara penghasil minyak.

Jepang merupakan negara yang telah mengaplikasikan metode ini, bekerjasama dengan negara-negara penghasil minyak, seperti Saudi Aramco yang merupakan perusahaan minyak

nasional Arab Saudi, dan *Abu Dhabi National Oil Company* (ADNOC) yang merupakan perusahaan minyak nasional Uni Emirat Arab. ADNOC sebagai pihak ketiga menyewa fasilitas penimbunan di Okinawa dan Kagoshima, Jepang untuk menjual minyak mentah di pasar Asia. Pemerintah Jepang telah bersepakat dengan pemerintah Uni Emirat Arab bahwa ADNOC dapat menyewa infrastruktur penyimpanan di Jepang untuk penyediaan cadangan operasional, dan pemerintah Jepang berhak dan diprioritaskan untuk dapat mengakses cadangan operasional oleh ADNOC yang disimpan di infrastruktur penyimpanan yang disewa di Jepang dalam keadaan darurat.

Berdasarkan Economic Research Institute for ASEAN and East Asia (ERIA) Research Project FY2017 No.04 (2018), cadangan migas nasional dapat disediakan baik oleh pemerintah maupun oleh perusahaan migas. Cadangan yang disediakan oleh pemerintah dapat menggunakan fasilitas perusahaan migas untuk menghemat biaya dan berada dekat dengan pasokan, fasilitas penyimpanan dan distribusi migas, seperti tangki penyimpanan, jaringan pipa dan kilang. Untuk membangun sistem cadangan migas bagi suatu negara, dapat dimulai terlebih dahulu melalui kerjasama dengan perusahaan migas, kemudian dilanjutkan secara bertahap mandiri oleh pemerintah, mempertimbangkan penyediaan cadangan migas nasional membutuhkan pendanaan yang besar. Australia, dalam hal ini, membangun penyediaan cadangan migas nasionalnya dengan menggunakan momentum penurunan harga minyak mentah dunia pada tahun 2020 (Taylor, 2020).

## KESIMPULAN

Penyediaan cadangan migas merupakan salah satu opsi untuk memitigasi perubahan iklim melalui penyediaan energi di masa mendatang dan beradaptasi dengan perubahan iklim melalui peningkatan ketahanan energi dalam mendukung keberlangsungan perekonomian. Namun, kendala terbesar dalam menyediakan cadangan migas adalah kebutuhan pendanaan yang besar. Langkah yang dapat diambil untuk menyediakan cadangan migas adalah dengan memilih jenis infrastruktur penyimpanan yang sesuai dengan kondisi geografis dan rantai distribusi migas yang telah ada untuk mengeskan biaya. Penyediaan cadangan migas juga dapat menggunakan kombinasi ketiga opsi penyediaan cadangan migas nasional berbiaya

rendah yaitu ticket stockpiling, kerjasama dengan operator tangki dan *joint oil stockpiling*. Selain itu, penyediaan dan pengoperasian cadangan migas dapat dilakukan oleh pemerintah bekerjasama dengan Badan Usaha Milik Negara migas di Indonesia, dalam hal ini PT Pertamina (Persero), untuk membangun secara bertahap cadangan migas nasional. Memanfaatkan momentum penurunan harga minyak dunia serta membuka alternatif sumber pembiayaan yang berasal dari anggaran pemerintah maupun pengenaan tambahan pajak kepada konsumen produk migas dapat menjadi opsi yang perlu untuk dikaji lebih lanjut dalam membangun penyediaan cadangan migas di Indonesia.

## REFERENSI

- Azzura, S. N. (2016). *Pertamina siap kururkan Rp 53 T kelola cadangan minyak nasional*. Retrieved from merdeka.com: <https://www.merdeka.com/uang/pertamina-siap-kururkan-rp-53-t-kelola-cadangan-minyak-nasional.html>
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2022). *LAPORAN HARIAN PUSDALOPS BNPB (Kamis, 29 September 2022)*. Retrieved from Pusat Pengendalian Operasi: <https://pusdalops.bnpb.go.id/2022/09/30/laporan-harian-pusdalops-bnpb-kamis-29-september-2022/>
- Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi Republik Indonesia. (2020). *Peraturan Badan Pengatur Hilir Minyak dan Gas Bumi Nomor 9 Tahun 2020 tentang Penyediaan Cadangan Operasional Bahan Bakar Minyak*.
- Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2016). *Bangun Cadangan Strategis BBM 15 Hari, Butuh Dana Rp 23,3 Triliun*. Retrieved from Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral: <https://migas.esdm.go.id/post/read/bangun-cadangan-strategis--bbm-15-hari,-butuh-dana-rp-23,3-triliun>

## REFERENSI

- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (n.d.). *Adaptasi*. Retrieved from Knowledge Centre Perubahan Iklim: [http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/aksi/mitigasi/ implementasi /10-tentang/20-adaptasi](http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/aksi/mitigasi/implementasi/10-tentang/20-adaptasi)
- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (n.d.). *Dampak & Fenomena Perubahan Iklim*. Retrieved from Knowledge Centre Perubahan Iklim: <http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/info-iklim/dampak-fenomena-perubahan-iklim>
- Direktorat Jenderal Pengendalian Perubahan Iklim, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (n.d.). *Mengenai Perubahan Iklim*. Retrieved from Knowledge Centre Perubahan Iklim: <http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/info-iklim/perubahan-iklim>
- European Environment Agency. (2021). *Making clean renewable energy happen*. Retrieved from European Environment Agency: <https://www.eea.europa.eu/signals/signals-2017/articles/making-clean-renewable-energy-happen>
- Hakim, I. B. (2021). *Apa Itu Cuaca Ekstrem? Simak Penyebab dan Tanda-tandanya, Beserta Cara Cek Cuaca dan Iklim Terkini di BMKG*. Retrieved from beritadiy: <https://beritadiy.pikiran-rakyat.com/pendidikan/pr-702659334/apa-itu-cuaca-ekstrem-simak-penyebab-dan-tanda-tandanya-beserta-cara-cek-cuaca-dan-iklim-terkini-di-bmkg>
- Heriyanto, M. (2022). *BI: Kerugian Indonesia akibat iklim bisa capai 40 persen PDB di 2050*. Retrieved from ANTARA: <https://www.antaraneews.com/berita/3090637/bi-kerugian-indonesia-akibat-iklim-bisa-capai-40-persen-pdb-di-2050>
- Kimura, S., & Morikawa, T. (2018). *ERIA Research Project FY2017 No.04 : Potential of Oil Stockpiling at Oil Terminals in Southeast Asia*. Economic Research Institute for ASEAN and East Asia.
- Kobayashi, Y., & Anbumozhi, V. (2016). *ERIA Research Project FY2015 No.07 : Cooperation Framework for Oil Stockpiling and Emergency Response System*. Economic Research Institute for ASEAN and East Asia.
- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. (2009). *Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2009 tentang Penyediaan dan Pendistribusian Liquefied Petroleum Gas*.

## REFERENSI

- Pertamina Energy Institute. (2021). *Pertamina Energy Outlook 2021 "A Perspective to 2060"*.
- Presiden Republik Indonesia. (2007). *Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi*.
- Presiden Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional*.
- Presiden Republik Indonesia. (2016). *Undang-undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement to The United Nations Framework Convention on Climate Change (Peretujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Mengenai Perubahan Iklim)*.
- Purnama, S. (2022). *Menteri ESDM: Perpres cadangan penyangga energi kaji aspek transisi*. Retrieved from ANTARA: <https://www.antaranews.com/berita/2875053/menteri-esdm-perpres-cadangan-penyangga-energi-kaji-aspek-transisi>
- Ridwan, M. (2021). *Perpres Cadangan Penyangga Energi Masuk Tahapan Finalisasi*. Retrieved from Bisnis.com: <https://ekonomi.bisnis.com/read/20211011/44/1452756/perpres-cadangan-penyangga-energi-masuk-tahapan-finalisasi>
- Taylor, A. (2020). *Australia to boost fuel security and establish national oil reserve*. Retrieved from Ministers for the Department of Industry, Science and Resources: <https://www.minister.industry.gov.au/ministers/taylor/media-releases/australia-boost-fuel-security-and-establish-national-oil-reserve>







# PROGRAM AKSI UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN ENERGI DI MASA TRANSISI ENERGI

*Sunarsip, Ak, ME, CA - Tenaga Ahli Dewan Komisaris PT Pertamina (Persero) 2010 – 2014  
- Ekonom Senior di The Indonesia Economic Intelligence (IEI)*

## ABSTRAK

Indonesia menghadapi tantangan di sektor energi, baik yang berasal dari sisi internal maupun eksternal. Dari sisi internal, Indonesia menghadapi tantangan berupa kebutuhan energi nasional diperkirakan terus meningkat sesuai dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, harga energi, dan kebijakan pemerintah. Di sisi lain, sumber daya energi, khususnya energi berbasis fosil (minyak bumi dan gas bumi) sudah mulai berkurang. Sedangkan dari eksternal, Indonesia juga dituntut mengikuti komitmen global terkait dengan perubahan iklim (climate change) dan penurunan emisi karbon hingga ke level net zero emission (NZE) pada tahun 2050. Kondisi tersebut tentunya menuntut Indonesia perlu menyeimbangkan antara kebutuhan energi domestik, kapasitas energi yang telah terpasang serta komitmen NZE tersebut melalui tahapan-tahapan transisi energi (energy transition) yang terukur. Dalam rangka menjaga ketahanan energi yang berkelanjutan dan berkeadilan, pemerintah perlu melakukan sejumlah program yang riil yang langsung menyentuh akar permasalahan sektor energi kita. Penulis mengidentifikasi, setidaknya terdapat 10 kebijakan (program aksi) yang perlu dilakukan untuk mengatasi problematika sektor energi kita sekaligus menciptakan ketahanan energi yang berkelanjutan dan berkeadilan tersebut.

Program aksi pertama, menata kembali subsidi energi. Program aksi kedua, mengatasi akar masalah lambatnya peningkatan infrastruktur kelistrikan nasional. Program aksi ketiga, memberikan insentif bagi kegiatan eksplorasi dan pengembangan hulu minyak dan gas bumi (migas), termasuk unconventional. Program aksi keempat, mempercepat pembangunan infrastruktur gas. Program aksi kelima, melakukan upgrading kilang eksisting dan pembangunan kilang baru sesegera mungkin. Program aksi keenam, melakukan investasi untuk upgrading infrastruktur distribusi BBM. Program aksi ketujuh, melakukan investasi untuk pengembangan Renewables Energy. Program aksi kedelapan, melakukan investasi untuk pembangunan transportasi berbahan bakar gas. Program aksi kesembilan, mengembangkan penggunaan kendaraan listrik (electric vehicles, EV) di kota-kota besar. Program aksi kesepuluh, membangun kapabilitas lokal dan leaders di sektor energi.

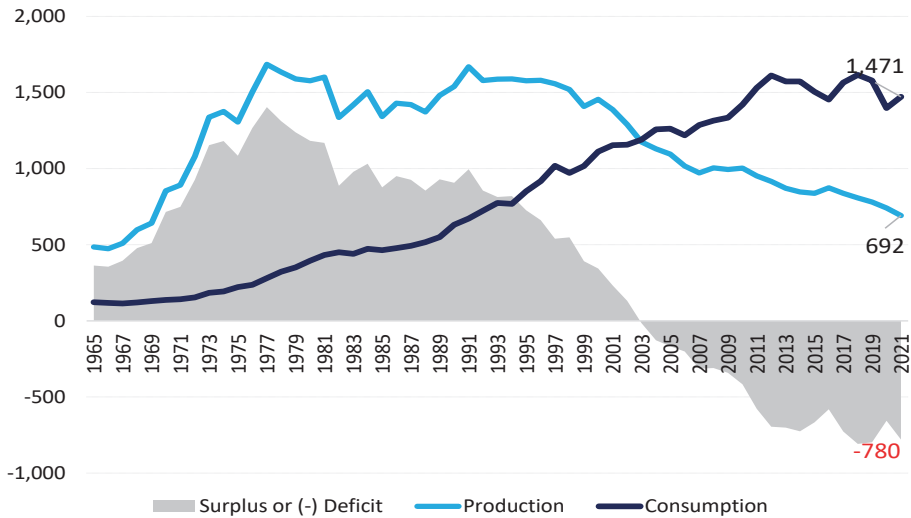
*Kata kunci: energy subsidy, upstream, refinery, renewables energy, electric vehicles.*

## PENDAHULUAN: KONDISI SEKTOR ENERGI INDONESIA TERKINI DAN TANTANGANNYA

Sebagai salah satu negara dengan skala ekonomi terbesar di dunia, Indonesia menghadapi tantangan di sektor energi yang terus berkembang secara dinamis. Perkembangan tersebut selain didorong oleh kebutuhan energi domestik yang meningkat juga dipengaruhi oleh kondisi dan tuntutan eksternal (global). Berdasarkan *outlook* yang diliris BPPT, pada skenario BAU (*business as usual*), diperkirakan kebutuhan energi nasional tahun 2019- 2050 terus meningkat sesuai dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, harga energi, dan kebijakan pemerintah. Total kebutuhan energi *final* diproyeksikan akan meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 3,5% per tahun. Kebutuhan energi *final* per jenis masih didominasi oleh BBM yang meningkat dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,8% per tahun, hal ini dikarenakan penggunaan teknologi peralatan BBM masih lebih efisien dibanding peralatan lainnya.

Selain menghadapi tantangan kebutuhan energi domestik yang semakin meningkat, Indonesia juga dituntut mengikuti komitmen global terkait dengan perubahan iklim (*climate change*) dan penurunan emisi karbon hingga ke *level net zero emission* (NZE) pada tahun 2050. Tuntutan global tersebut tentunya perlu direspon mengingat, Indonesia merupakan salah satu negara penghasil emisi karbon yang besar, di samping Indonesia juga memiliki potensi sebagai salah satu penyerap karbon terbesar di dunia. Selain itu, melalui UU No. 16/2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to The United Nations Framework Convention On Climate Change* (Persetujuan Paris Atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim), Indonesia telah menyatakan komitmennya dalam pengurangan emisi dengan meratifikasi

Perjanjian Paris tersebut. Kondisi tersebut tentunya menuntut Indonesia mampu menyeimbangkan antara kebutuhan energi domestik, kapasitas energi yang telah terpasang serta komitmen NZE tersebut melalui tahapan-tahapan transisi energi (*energy transition*) yang terukur. Indonesia sebenarnya memiliki peluang menjadi negara kaya (*high income country*), atau setidaknya *upper-middle income country*. Ini mengingat, Indonesia memiliki potensi sumber daya alam (termasuk potensi energi primer) yang melimpah, memiliki jumlah penduduk yang besar dan sebagian besar merupakan kelompok usia muda yang lebih produktif, jumlah kelas menengah yang besar, serta ekonomi yang konsisten mengalami pertumbuhan. Di bidang energi, Indonesia memiliki sumber daya (*resources*) energi yang cukup untuk menjaga ketahanan energinya. Berdasarkan data Kementerian ESDM, per 2021, Indonesia memiliki cadangan minyak bumi (*oil reserved*) dan gas bumi (*gas reserved*) masing-masing sebesar 3,95 miliar barel (*proven* dan potensial) dan 60,61 triliun kaki kubik (TSCF). Cadangan migas tersebut, apabila tidak ada penemuan baru, diperkirakan akan habis dalam 9 tahun mendatang (untuk minyak bumi) dan 18 tahun (untuk gas bumi). Indonesia saat ini sedang memasuki era krisis minyak yang perlu disikapi dengan bijaksana. Ini mengingat, sejak tahun 2003, Indonesia sudah menjadi negara pengimpor minyak (*net oil importer*), seiring dengan masih tingginya kebutuhan minyak di dalam negeri dan semakin menurunnya produksi (lihat Gambar 23). Menghadapi situasi krisis minyak ini, maka penghematan perlu dilakukan dan eksplorasi perlu digiatkan. Selain itu, transisi energi untuk mengurangi ketergantungan pada minyak juga perlu dipersiapkan dengan baik.

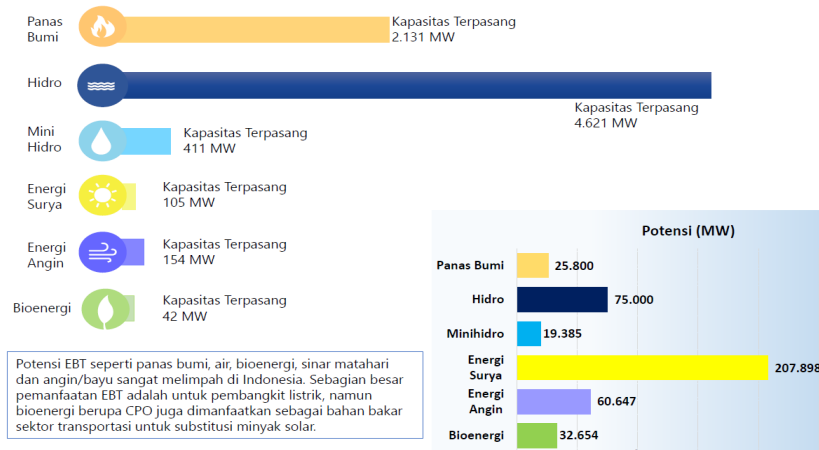


(Sumber: BP Statistical Review of World Energy (June 2022))

### Gambar 23. Perbandingan Antara Produksi dan Konsumsi Minyak di Indonesia, 1965 - 2021

Di tengah ancaman krisis minyak tersebut, Indonesia sebenarnya masih memiliki sumber energi lainnya yang cukup besar. Indonesia memiliki sekitar 8 miliar barel setara minyak berupa *coal bed methane* (CBM). Indonesia juga memiliki sekitar 38 miliar ton cadangan batubara yang dapat dimanfaatkan hingga 69 tahun ke depan. Selain itu, Indonesia juga memiliki potensi energi baru terbarukan (*renewable energy*) yang sangat besar. Indonesia dinobatkan sebagai “rumahnya” panas bumi (*geothermal*) dunia karena memiliki

sekitar 25,8 Gigawatts (GW) atau sekitar 40% *potential geothermal* dunia yang apabila dieksploitasi secara penuh dapat menggerakkan hingga 24 terrawatt jam per tahun atau setara dengan sekitar 70% konsumsi energi tahunan di Jakarta. Saat ini, dari total potensi panas bumi yang dimilikinya tersebut, yang telah dikembangkan baru mencapai sekitar 2.1 GW. Di luar itu, Indonesia juga memiliki sumber energi potensial lainnya berupa matahari, angin, *biomass* dan energi nabati (*biofuel*) yang seluruhnya belum dikembangkan secara penuh (lihat Gambar 24).



(Sumber: S. Nasara (2020), Energy Transition Policy in Indonesia, Kementerian Keuangan)

### Gambar 24. Potensi dan Kapasitas Terpasang Pembangkit Energi Terbarukan

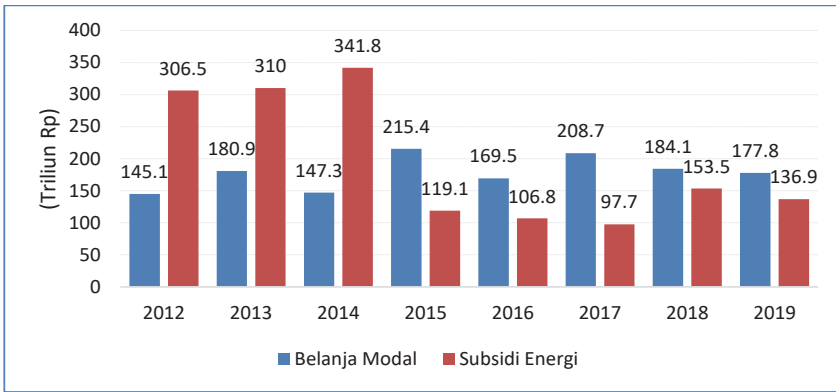
Untuk menghidupkan kembali sektor energi Indonesia tersebut dibutuhkan langkah-langkah yang kuat, berani mengambil keputusan yang sulit, dan investasi yang besar. Makalah ini telah mengidentifikasi

terdapat 10 kebijakan (program aksi) yang diperlukan untuk dapat membantu mempertajam kinerja sektor energi Indonesia dalam rangka mewujudkan ketahanan energi nasional yang berkelanjutan dan berkeadilan.

## PROGRAM AKSI PERTAMA - MENATA KEMBALI SUBSIDI ENERGI

Persoalan jangka pendek terkait dengan kebijakan energi nasional adalah besarnya anggaran subsidi (termasuk dana kompensasi) energi untuk memenuhi kebutuhan energi bagi masyarakat. Keberadaan subsidi BBM, khususnya, sangat mengurangi APBN. Konsekuensinya, anggaran subsidi BBM mengurangi pangsa anggaran bagi pembangunan proyek-proyek potensial yang dapat memberikan dampak ekonomi jangka panjang. Sebelum tahun 2015, subsidi BBM mencapai sekitar US\$20 miliar per tahun atau lebih. Namun, setelah harga minyak mentah dunia turun, subsidi BBM juga turun menjadi rata-rata sekitar US\$4 miliar per tahun dari 2015 - 2019. Penurunan harga minyak mentah dan harga BBM saat itu memberikan peluang optimal bagi pemerintah melakukan restrukturisasi program subsidi energi dan

meningkatkan manfaat kepada kelompok masyarakat paling membutuhkannya. Pada periode 2015 - 2019 tersebut, Indonesia cukup berhasil melakukan relokasi belanja negara, khususnya belanja subsidi energi (*energy subsidy*). Bila sebelumnya, komposisi belanja subsidi energi memegang porsi yang besar pada APBN, pada periode 2015 – 2019 tersebut pangsa nya menurun. Sebelumnya, pangsa belanja subsidi energi lebih besar dibanding dengan belanja modal. Namun sejak 2015, kondisinya sudah berbalik, dimana pangsa belanja modal terhadap APBN lebih besar dibanding pangsa belanja subsidi energi. Pada 2014, besarnya realisasi subsidi energi mencapai Rp341,8 triliun. Sedangkan, pada tahun 2019, realisasi subsidi energi tinggal Rp136,9 triliun (lihat Gambar 25).



(Sumber: Kementerian Keuangan RI, Diolah)

**Gambar 25. Perbandingan Antara Belanja Modal dan Subsidi Energi, 2012-2019**

Meskipun subsidi energi berhasil diturunkan, namun reformasi subsidi tetap diperlukan. Selama periode 2015-2019, subsidi BBM memang menurun hingga seperlima dari tingkat sebelumnya. Namun demikian, angka subsidi BBM masih tetap besar. Sebagai ilustrasi, jika subsidi BBM selama sepuluh tahun, yaitu sekitar \$40 miliar, dialihkan untuk investasi kilang, tentunya akan memberikan dampak yang signifikan bagi Indonesia untuk mandiri dalam menciptakan produk minyak. Tanpa adanya reformasi dalam kebijakan subsidi, khususnya subsidi energi, Indonesia akan kehilangan momentum untuk menjaga ketahanan di sektor energi. Di sisi lain, bila harga minyak dunia kembali bangkit (tinggi seperti saat ini), hal itu akan membuat sistem subsidi sekarang tidak berkelanjutan karena reformasi subsidi menjadi lebih sulit secara politik.

India, Malaysia, dan negara-negara lain telah menemukan cara untuk mencapai tujuan kembar yaitu meningkatkan bantuan kepada orang miskin sambil mengurangi subsidi secara keseluruhan. Misalnya, mereka telah mengadopsi teknologi baru, seperti penggunaan nomor identifikasi pribadi yang unik dan bantuan langsung tunai secara cashless untuk memastikan bahwa dukungan pemerintah kepada rumah tangga

berpenghasilan terendah telah diterima kepada penerimanya. Indonesia juga membutuhkan pembatasan subsidi (*subsidy caps*) untuk tetap mengontrol program, terutama jika harga minyak dunia naik.

Tidak hanya subsidi BBM, reformasi juga perlu dilakukan terhadap subsidi listrik. Karena faktanya, penerima subsidi listrik adalah mereka yang mengkonsumsi listrik (umumnya kelompok masyarakat mampu), sementara masyarakat yang tidak menerima subsidi listrik justru mereka yang tidak mengkonsumsi listrik (yang berada di daerah terpencil dan miskin). Perlu dipertimbangkan untuk mengubah mekanisme subsidi, dari subsidi tarif menjadi subsidi investasi atau subsidi melalui mekanisme PSO. Subsidi Investasi, berarti Pemerintah (Pusat dan Daerah) memberikan subsidi atas kebutuhan pengadaan instalasi listrik untuk pedesaan, khususnya kapasitas 450 VA, baik kepada PLN atau Swasta. Dengan pola ini, maka subsidi tarif dihilangkan sehingga masyarakat diminta membayar sesuai tarif keekonomiannya. Dengan pola subsidi seperti ini maka beban subsidi APBN berkurang, pihak swasta dan BUMN (PLN) menjadi lebih bergairah melakukan investasi di sektor kelistrikan sehingga upaya menuju rasio kelistrikan nasional 100% dapat dipercepat.

Untuk mencapai keberhasilan, reformasi subsidi harus dilakukan secara berani dan komprehensif. Di negara-negara dimana reformasi subsidi telah dilakukan secara bertahap, setiap fase telah menghadapi

perlawanan dari berbagai kelompok kepentingan, menyalakan perdebatan sengit dan terkadang mengikis kemauan politik untuk bergerak maju.

## **PROGRAM AKSI KEDUA – MENGATASI AKAR MASALAH LAMBATNYA PENINGKATAN INFRASTRUKTUR KELISTRIKAN NASIONAL**

Pada tahun 2019, rasio elektrifikasi di Indonesia telah mencapai 99% terhadap rumah tangga, industri, dan bisnis. Pencapaian ini patut diapresiasi, karena kenaikannya signifikan yaitu dari sebelumnya sebesar 67% pada tahun 2010. Namun demikian, pemadaman listrik yang terjadi pada tahun 2019 di Jakarta dan Jawa Barat, yang berdampak pada sekitar 22 juta pelanggan menggambarkan bahwa upaya menciptakan jaringan listrik yang efisien, andal, dan berkelanjutan di dalam negeri masih menjadi tantangan yang perlu diselesaikan.

Dengan pertumbuhan konsumsi listrik yang rendah dalam beberapa tahun terakhir, sebenarnya hal tersebut menjadi peluang untuk memprioritaskan keandalan, efisiensi, dan keberlanjutan sektor ketenagalistrikan. Keamanan pasokan dapat ditingkatkan, misalnya, melalui investasi dalam kapasitas yang fleksibel seperti baterai, peningkatan jaringan, otomatisasi untuk manajemen beban secara real time, dan spinning reserves, suatu metode untuk meningkatkan output dari pembangkit eksisting.

Harus diakui bahwa kecepatan pembangunan infrastruktur jaringan transmisi dan distribusi (transmission and distribution) relatif lebih lambat dibanding pembangunan infrastruktur pembangkitnya (power plant). Kondisi tersebut tidak hanya menyebabkan aspek keandalan menjadi relatif tertinggal, tetapi juga penyerapan terhadap konsumsi listrik juga menjadi kurang maksimal. Dapat dikatakan bahwa saat ini terutama di pulau Jawa, pasokan listrik melebihi demand-nya, sehingga Jawa mengalami over supply. Keberhasilan

program kelistrikan 35 ribu MW memberikan dampak yang besar bagi peningkatan kapasitas pembangkit listrik secara nasional. Sayangnya, peningkatan kapasitas pembangkit tersebut tidak diikuti oleh demand yang tinggi yang antara lain disebabkan ketersediaan jaringan transmisi dan distribusi listrik belum sebanding dengan kapasitas pembangkitnya. PLN menjadi satu-satunya pihak yang bertanggungjawab untuk membangun jaringan transmisi dan distribusi listrik agar listrik dapat dinikmati oleh konsumen akhir. Dengan demikian, PLN tentunya membutuhkan investasi ganda yaitu di pembangkitan dan di jaringan transmisi dan distribusi. Investasi pembangkitan tidak sepenuhnya dilakukan oleh PLN sendiri karena keterlibatan swasta atau independent power producers (IPPs) dalam bisnis pembangkitan listrik sudah dibuka secara luas. Sementara itu, investasi di jaringan transmisi dan distribusi masih seluruhnya menjadi tanggung jawab PLN. Sehingga, untuk mengimbangi kecepatan pembangunan pembangkit (power plant), PLN dituntut memiliki kesiapan pendanaan untuk investasi di jaringan transmisi dan distribusi.

Sumber pendanaan bagi investasi di jaringan transmisi dan distribusi selalu menjadi tantangan bagi PLN. Ini mengingat, besarnya nilai investasi yang harus ditanggung PLN tidak diikuti dengan pendapatan yang sepadan dari penjualan listriknya. Salah satu penyebabnya adalah tarif listrik yang kurang kompetitif untuk mengimbangi kebutuhan investasi PLN. Oleh karenanya, reformasi tarif diperlukan untuk menciptakan jaringan listrik yang lebih efisien dan berkelanjutan.

Saat ini, tarif listrik di Indonesia baru dapat menutupi sekitar 86% dari biaya produksi. Sedangkan kekurangannya disubsidi oleh pemerintah, yang jumlahnya setiap tahun mencapai sekitar US\$4 miliar. Untuk membuat sektor listrik layak secara finansial, skema pendapatan PLN dapat diubah dari sistem biaya plus margin (*cost-plus*) menjadi sistem berbasis kinerja (*performance-based*) yang menghargai setiap upaya efisiensi biaya. Perubahan sistem ini tidak hanya akan menawarkan rencana yang transparan dan dapat diprediksi, juga akan memberi imbalan yang adil kepada PLN untuk investasi. Untuk memastikan keterjangkauan, Indonesia dapat menerapkan subsidi berbasis sasaran (*subsidies targeting*) baik kepada rumah tangga berpenghasilan rendah ataupun industri strategis, dan juga memungkinkan pemerintah daerah untuk menambah subsidi tersebut jika mereka mau.

Pasar pembangkit listrik memang telah mengakomodasi keberadaan IPPs. Namun, PLN masih tetap menjadi pemain yang dominan dan terintegrasi dan bahkan masih semi regulator dengan model standar yang tinggi baik dalam hal harga maupun pengirimannya yang lintas kepulauan. Kondisi ini harus dievaluasi tidak hanya untuk mendorong kompetisi tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan pemerintah daerah dan stakeholders lainnya yang ingin memperbaiki infrastruktur kelistrikannya. Penulis berpendapat bahwa pemerintah perlu membuka peluang bagi Pemerintah Daerah (khususnya daerah-daerah yang kaya energi

primer) untuk melakukan pembangunan instalasi kelistrikan dengan menggandeng swasta atau dengan PLN. Konsep kerja sama ini, sama dengan yang dilakukan oleh Pemerintah Provinsi Gorontalo yang melakukan kerja sama dengan PT Garuda Indonesia untuk melayani jalur penerbangan yang sebenarnya tidak diminati oleh Garuda, dengan pemberian jaminan penumpang minimum dari pemerintah propinsi kepada pihak Garuda yang berarti ada subsidi dari Pemerintah Provinsi Gorontalo.

Dalam rangka mendorong percepatan pembangunan kelistrikan di daerah, pemerintah Pusat perlu memasukan variabel listrik pedesaan menjadi salah satu kegiatan yang dapat dibiayai dengan menggunakan Dana Alokasi Khusus (DAK). Pemerintah Pusat juga perlu memasukan variabel Electricity Ratio sebagai salah satu variabel dalam menghitung formula Dana Alokasi Umum (DAU), sehingga daerah-daerah yang memiliki rasio kelistrikan rendah akan mendapatkan DAU yang lebih besar, yang nantinya dapat dipergunakan untuk membangun infrastruktur kelistrikan di daerahnya.

Selain itu, Pemerintah Pusat juga perlu memberikan insentif berupa penurunan Bea Masuk terhadap peralatan bagi pengadaan instalasi listrik, khususnya listrik pedesaan. Perlu dipertimbangkan pula untuk memberikan keringanan pajak bagi kegiatan-kegiatan investasi bagi pengembangan energi terbarukan yang dipergunakan untuk pengembangan listrik pedesaan.



## PROGRAM AKSI KETIGA – MEMBERIKAN INSENTIF BAGI KEGIATAN EKSPLORASI DAN PENGEMBANGAN HULU MIGAS, TERMASUK UNCONVENTIONALS

Sebagaimana telah disampaikan di awal, sejak tahun 2003, Indonesia telah berubah status menjadi negara *net oil importer*. Itu artinya, sebelumnya Indonesia adalah negara *net oil exporter* dan pernah juga menjadi anggota OPEC. Namun, akibat investasi yang tidak memadai, khususnya investasi di kegiatan eksplorasi, ditambah lagi dengan rendahnya harga minyak yang berlangsung cukup lama telah memperlemah kemampuan industri perminyakan, khususnya industri hulu migas (*upstream industry*), di Indonesia. Konsekuensinya, produksi minyak mentah menurun dan impor meningkat. Indonesia telah mengimpor sekitar 550 ribu barel per hari (bph) baik minyak mentah maupun produk minyak, atau senilai sekitar US\$20 miliar per tahun. Saat ini, impor minyak mencapai sekitar 50% dari kebutuhan domestik. Bahkan, dalam 5 tahun mendatang, Indonesia berpotensi menjadi net importer terhadap gas yang disebabkan oleh meningkatnya impor LPG.

Indonesia membutuhkan penemuan dan pengembangan yang besar di hulu migas. Sayangnya, investasi dalam kegiatan eksplorasi dan pengembangan masih sangat rendah. Sebagaimana disebutkan di atas, cadangan minyak bumi kita terus menurun. Indonesia sebenarnya masih menjadi pemain penting hulu migas di Asia Pasifik. Namun demikian, produksi migas Indonesia trennya menurun. Selain itu, waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi migas semakin lama akibat cadangan yang *proven* dengan skala produksi yang besar semakin kecil. Bila pada tahun 1970-an untuk memproduksi migas hanya butuh waktu 5 tahun, kini sekitar lebih

dari 15 tahun waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan cadangan sampai bisa berproduksi. Untuk mendorong kegiatan di industri hulu migas dan membalikkan kondisi saat ini maka diperlukan kebijakan insentif yang memiliki dampak signifikan dalam menarik investasi di sektor ini. Untuk merevitalisasikan investasi di kegiatan eksplorasi dan pengembangan (*exploration and development*) migas, Indonesia perlu mengambil sejumlah langkah penting sebagai berikut:

- Merancang skema insentif yang ditargetkan (*targeted incentive*) untuk investasi eksplorasi hulu migas dan pengembangan unconventional (seperti *shale oil and gas*).
- Melakukan tinjauan komprehensif terhadap proyek-proyek pengembangan yang telah berjalan untuk menemukan solusi dalam rangka mempercepat kemajuan dan memenuhi kebutuhan investor dan pemerintah.
- Menyederhakan proses persetujuan baik di tingkat pemerintah pusat maupun provinsi untuk mempercepat implementasi proyek-proyek terutama yang memiliki dampak strategis baik bagi pemerintah pusat maupun daerah.
- Libatkan para operator cekungan yang berpengalaman (*basin operators experienced*) di bidang *enhanced oil recovery* (EOR) dan metode-metode *modern* untuk berinvestasi dan mengembangkan kemampuan operasi pada aset-aset yang telah *mature*.

Rezim fiskal yang berlaku bagi kegiatan eksplorasi dan pengembangan sumber daya konvensional di Indonesia juga masih dinilai merupakan salah satu yang memberatkan (*punitive*) di dunia. Bagian pemerintah (“*the government take*”) dari kegiatan produksi migas yang harus diberikan oleh kontraktor kepada pemerintah Indonesia menjadi salah satu yang tertinggi di dunia. Dampak dari tingginya bagian pemerintah dari kegiatan produksi minyak tersebut, investasi di hulu migas di Indonesia menjadi relatif kurang menarik dibanding negara lain.

Selain itu, dalam rangka meningkatkan minat investasi di sektor hulu migas, kedudukan *corporate social responsibility* (CSR) juga perlu diletakkan pada posisi yang tidak memberatkan pelaku usaha. Sebagai informasi, pelaku usaha yang bergerak di sektor pertambangan memiliki kewajiban untuk mengalokasikan sebagian biaya perusahaan untuk CSR. Sayangnya,

CSR tersebut tidak dimasukkan dalam struktur *cost recovery*. Penulis mengusulkan agar ada relaksasi kebijakan perlakuan akuntansi yang dapat dimasukkan dalam “*Cost Recovery*”. Di samping itu, pemerintah juga perlu mengkoordinasikan CSR dari para pelaku migas sehingga nantinya CSR perusahaan migas bisa lebih terstruktur dan tidak tumpang tindih dengan CSR dan program pemberdayaan masyarakat lainnya.

Indonesia perlu mempertimbangkan pemberian insentif secara selektif terhadap kegiatan eksplorasi dan pengembangan hulu migas baru yang membutuhkan investasi besar. Malaysia telah berhasil dalam kegiatan eksplorasi dan pengembangan blok migas baru dengan penerapan sistem insentif fiskal yang selektif. Sebagai contoh, kontrak berbasis *new risk-sharing* dapat menarik perusahaan baru untuk bergabung dalam pengembangan cadangan.

## PROGRAM AKSI KEEMPAT – MEMPERCEPAT PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR GAS

Indonesia telah menjadi pionir sebagai eksportir gas (LNG) sejak tahun 1970-an, memproduksi gas yang lebih besar dibanding kebutuhan domestiknya. Ekspor LNG terutama berasal dari fasilitas produksi seperti Arun, Bontang, dan Tangguh. Selanjutnya, proyek hulu besar lainnya di sektor gas adalah Donggi Sonoro, *Indonesia Deepwater Development* (IDD), Jangrik, dan Masela. Gas alam akan memainkan peran yang penting dalam energi masa depan Indonesia, terutama selama masa transisi energi. Ini mengingat, diantara energi fosil lainnya, gas alam memiliki emisi karbon yang paling rendah. Di sisi lain, Indonesia memiliki cadangan gas yang relatif besar. Namun demikian, dalam dua dekade terakhir ini, tidak ada penemuan ladang gas *onshore* baru yang dapat dikembangkan untuk

menggantikan penurunan produksi dan cadangan gas di ladang-ladang Jawa Barat, Sumatera Selatan, dan Sumatera bagian tengah. Sehingga, bila pasokan gas untuk Pulau Jawa (khususnya Jawa bagian Barat) tidak segera direhabilitasi, ke depan Pulau Jawa bagian Barat dan Sumatera bagian Selatan berpotensi akan menghadapi defisit gas.

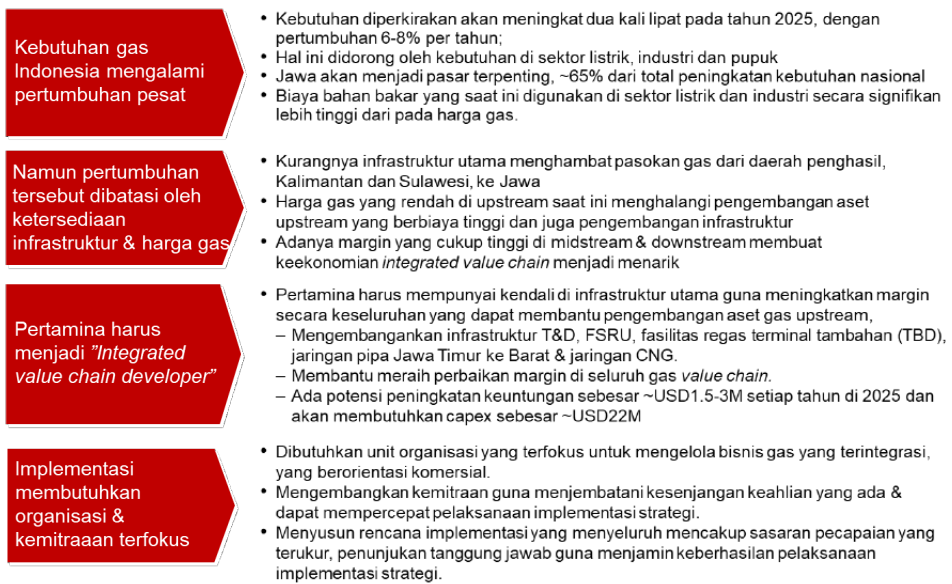
Sementara itu, gas alam yang diproduksi di Kalimantan, Sulawesi, dan Papua belum sepenuhnya dapat memasok kebutuhan gas Jawa karena infrastruktur transmisi yang belum cukup termasuk di dalamnya kekurangan jaringan pipa dan terminal regasifikasi.

Mengingat bahwa sumber gas lokal di Jawa dan Sumatera Selatan telah menurun, Indonesia membutuhkan investasi di bidang infrastruktur regasifikasi LNG baru di Jawa dan Bali sepanjang transmisi pipa gas untuk menghubungkan pasar utama gas di Jawa dan Bali dengan sumber-sumber gas di Indonesia bagian Timur.

Di Indonesia bagian timur, “Mini LNG” (LNG plant skala kecil dapat dikembangkan dari ladang-ladang gas skala kecil) dapat digunakan untuk memasok gas dari sumber-sumber emerging ke pulau-pulau lintas kepulauan untuk memasok *power plant* listrik skala kecil. Saat ini, PLN memiliki *power plant* skala kecil yang menggunakan bahan

bakar minyak dan diesel. Konversi dari BBM dan diesel ke LNG yang berasal dari “Mini LNG” ini akan mendorong efisiensi dan menurunkan biaya produksi listrik. Selain itu, beberapa produsen hulu di Indonesia juga membakar (“*flare*”) dalam jumlah yang signifikan karena tidak memadainya infrastruktur gas yang menyebabkan kerugian (*losses*) sekitar US\$100 juta setiap tahunnya bagi negara. Gas yang dibakar secara sia-sia ini dapat dikonversikan ke *power plant* melalui penggunaan teknologi baru.

Kesimpulannya, mempercepat pembangunan infrastruktur gas bagi Indonesia seharusnya menjadi prioritas utama (*top priority*) bagi pemerintahan baru.



(Sumber: diolah dari berbagai sumber)

**Gambar 26. Strategi Pengembangan Infrastruktur Gas Terintegrasi**

## PROGRAM AKSI KELIMA – UPGRADING KILANG EKSTISTING DAN PEMBANGUNAN KILANG BARU SESEGERA MUNGKIN

Konsumsi BBM di dalam negeri mencapai sekitar 70 juta kilo liter (KL) setiap tahunnya. Dari jumlah tersebut, sekitar 60 – 70% atau sekitar 42 – 50 juta KL dipasok oleh produksi kilang pengolahan minyak dalam negeri. Sehingga sisanya, sekitar 21- 28 juta KL dipenuhi melalui impor sehingga turut menguras devisa. Pengalaman beberapa negara tetangga di Asia seperti Taiwan, Malaysia, Thailand dan Vietnam, telah memberikan pelajaran yang penting bagi Indonesia. Pada dekade 1980-an negara-negara tersebut masih mengimpor BBM dan belum memiliki kilang minyak dengan kapasitas yang besar. Tetapi sekitar sepuluh tahun sampai dua windu kemudian, mereka mampu membangun kilang-kilang baru dengan kapasitas melebihi kebutuhan dalam negerinya (antara lain Thailand dan Malaysia). Saat ini Thailand dan Malaysia bahkan mampu mengekspor BBM dan menghasilkan devisa besar dari ekspor produk dari kilang minyak yang dimilikinya (lihat Gambar 27).

Kondisi sebaliknya terjadi di dalam negeri Indonesia. Konsumsi BBM yang meningkat setiap tahun karena pertumbuhan ekonomi dan pertambahan jumlah penduduk. Sayangnya, hal itu tidak dibarengi dengan pembangunan kilang-kilang baru. Akibatnya, sebagaimana dijelaskan di atas, impor BBM kita semakin meningkat setiap tahunnya. Kondisi ini berbeda dengan kondisi periode 1970-1990-an, dimana rata-rata setiap 8 tahun, Pemerintah/Pertamina membangun kilang-kilang baru hingga kapasitasnya mencapai seperti saat ini yakni 1,17 juta bph dan mampu menghasilkan BBM sekitar 50 juta KL/tahun. Ketergantungan kepada impor BBM yang terlalu besar akan menguras devisa tanpa ada *benefit* di dalam negeri. Disamping itu ketahanan pasokan energi jangka panjang khususnya BBM, yang sangat tergantung kepada impor akan dapat memperlemah kegiatan ekonomi dalam negeri maupun dampak sosial, manakala karena satu dan lain hal pasokan import dari pasar internasional mengalami hambatan/kendala.

Isu utama kilang migas	Perbandingan kapasitas kilang pengolahan migas di beberapa negara ...																
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Arus minyak nasional --&gt; produksi minyak turun, kapasitas kilang terbatas, konfigurasi kilang tidak efisien, konsumsi BBM naik --&gt; impor &amp; subsidi BBM tinggi.</li> <li>■ Indonesia tidak pernah membangun kilang baru setelah kilang Balongan beroperasi di 1995, kapasitasnya jauh dari kebutuhan BBM nasional;</li> <li>■ Umur kilang di dalam negeri (khususnya yang dimiliki Pertamina) sudah sangat tua (telah mencapai 29 – 44 tahun) sehingga tidak efisien;</li> <li>■ Indeks kompleksitas kilang minyak di Indonesia masih rendah (<i>Nelson Complexity Index</i>/NCI) rata-rata 5,7. Jauh ketinggalan dibanding kilang minyak milik Thailand, Philippina, dan Malaysia.</li> </ul>	<table border="0"> <tr> <td data-bbox="439 1108 472 1141"></td> <td data-bbox="480 1103 1091 1151">Indonesia • Kapasitas kilang 1,17 juta bopd. Jumlah penduduk ~275 juta; • Status : <b>Under capacity, impor BBM ~550 bopd.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1166 472 1199"></td> <td data-bbox="480 1161 1091 1209">Malaysia • Kapasitas kilang 700 ribu bopd. Jumlah penduduk ~32,37 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, ekspor BBM.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1224 472 1257"></td> <td data-bbox="480 1219 1091 1267">Singapura • Kapasitas kilang 1,35 juta bopd. Jumlah penduduk ~5,7 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, trading BBM.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1282 472 1315"></td> <td data-bbox="480 1277 1091 1325">Thailand • Kapasitas kilang 1,27 juta bopd. Jumlah penduduk ~69,7 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, ekspor BBM.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1340 472 1373"></td> <td data-bbox="480 1335 1091 1383">India • Kapasitas kilang &gt;5 juta bopd, diperkirakan 6,25 juta bopd di 2023. Jumlah penduduk ~1,4 miliar. Status: <b>Swasembada BBM.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1398 472 1431"></td> <td data-bbox="480 1392 1091 1441">China • Kapasitas kilang &gt;17,5 juta bopd. Jumlah penduduk ~1,4 miliar; Status : <b>Impor BBM ~5% dari total kebutuhan BBM.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1456 472 1489"></td> <td data-bbox="480 1450 1091 1499">Taiwan • Kapasitas kilang &gt;1,1 juta bopd. Jumlah penduduk ~24 juta; • Status : <b>Swasembada BBM.</b></td> </tr> <tr> <td data-bbox="439 1514 472 1547"></td> <td data-bbox="480 1508 1091 1557">USA • Kapasitas kilang &gt;17,9 juta ribu bopd. Jumlah penduduk ~330 juta. USA impor <i>crude oil</i>. Status : <b>Swasembada BBM.</b></td> </tr> </table>		Indonesia • Kapasitas kilang 1,17 juta bopd. Jumlah penduduk ~275 juta; • Status : <b>Under capacity, impor BBM ~550 bopd.</b>		Malaysia • Kapasitas kilang 700 ribu bopd. Jumlah penduduk ~32,37 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, ekspor BBM.</b>		Singapura • Kapasitas kilang 1,35 juta bopd. Jumlah penduduk ~5,7 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, trading BBM.</b>		Thailand • Kapasitas kilang 1,27 juta bopd. Jumlah penduduk ~69,7 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, ekspor BBM.</b>		India • Kapasitas kilang >5 juta bopd, diperkirakan 6,25 juta bopd di 2023. Jumlah penduduk ~1,4 miliar. Status: <b>Swasembada BBM.</b>		China • Kapasitas kilang >17,5 juta bopd. Jumlah penduduk ~1,4 miliar; Status : <b>Impor BBM ~5% dari total kebutuhan BBM.</b>		Taiwan • Kapasitas kilang >1,1 juta bopd. Jumlah penduduk ~24 juta; • Status : <b>Swasembada BBM.</b>		USA • Kapasitas kilang >17,9 juta ribu bopd. Jumlah penduduk ~330 juta. USA impor <i>crude oil</i> . Status : <b>Swasembada BBM.</b>
	Indonesia • Kapasitas kilang 1,17 juta bopd. Jumlah penduduk ~275 juta; • Status : <b>Under capacity, impor BBM ~550 bopd.</b>																
	Malaysia • Kapasitas kilang 700 ribu bopd. Jumlah penduduk ~32,37 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, ekspor BBM.</b>																
	Singapura • Kapasitas kilang 1,35 juta bopd. Jumlah penduduk ~5,7 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, trading BBM.</b>																
	Thailand • Kapasitas kilang 1,27 juta bopd. Jumlah penduduk ~69,7 juta; • Status : <b>Swasembada BBM, ekspor BBM.</b>																
	India • Kapasitas kilang >5 juta bopd, diperkirakan 6,25 juta bopd di 2023. Jumlah penduduk ~1,4 miliar. Status: <b>Swasembada BBM.</b>																
	China • Kapasitas kilang >17,5 juta bopd. Jumlah penduduk ~1,4 miliar; Status : <b>Impor BBM ~5% dari total kebutuhan BBM.</b>																
	Taiwan • Kapasitas kilang >1,1 juta bopd. Jumlah penduduk ~24 juta; • Status : <b>Swasembada BBM.</b>																
	USA • Kapasitas kilang >17,9 juta ribu bopd. Jumlah penduduk ~330 juta. USA impor <i>crude oil</i> . Status : <b>Swasembada BBM.</b>																

(Sumber: Diolah dari berbagai sumber)

**Gambar 27. Isu Utama Kilang Migas dan Perbandingan Kapasitas Kilang Indonesia Dengan Negara Lain**

Indonesia juga diproyeksikan akan menjadi salah satu dari sedikit pasar petrokimia yang mengalami pertumbuhan. McKinsey (2020) memperkirakan bahwa sebelum terjadi pandemi, permintaan petrokimia di Indonesia akan tumbuh lebih dari tiga kali lipat selama dua dekade mendatang, dari 33 juta ton setahun menjadi sekitar 100 juta pada tahun 2040. Sehingga, bila tidak ada penambahan kapasitas kilang domestik, Indonesia harus mengimpor produk-produk petrokimia penting, seperti *polypropylene*, *polyethylene*, dan *para-xylene*.

Tidak hanya kapasitas kilang kita yang jauh dari memadai, kualitas kilang yang dimiliki oleh Indonesia juga relatif rendah. Hal ini terlihat dari indeks kompleksitas dari kilang yang kita miliki yang berarti rendahnya produktivitas dibanding kilang dari perusahaan minyak lainnya. Berdasarkan *Nelson Complexity Index* (NCI), yaitu suatu indikator yang dipergunakan untuk mengukur keandalan kilang (measure of refinery sophistication), kilang Indonesia memiliki skor di angka 5,7 di bawah kilang-kilang yang dimiliki Thailand, Philippina dan Malaysia. Kondisi inilah yang menyebabkan kilang dimiliki Indonesia relatif kalah efisien dibanding kilang dari negara lain. Ketidakefisienan ini terutama disebabkan, selain karena usianya sudah terlalu tua juga disebabkan oleh konfigurasi kilang. Kilang minyak eksisting dibangun dengan konfigurasi untuk mengolah *sweet crude*. Sementara itu, *sweet crude* lebih mahal dari *sour crude*. Pada tahun 1970-1980-an perbedaan harga antara kedua jenis minyak mentah tersebut secara nominal sekitar US\$1,0 - 1,5/bbl *crude* atau 5 - 6% dari harga minyak sekitar US\$20,0 – 25,0/bbl. Sejalan dengan perjalanan waktu, harga minyak mentah kini sekitar US\$100,0/bbl. Perbedaan harga *sweet crude* dengan *sour crude* tetap pada persentase yang relatif sama tetapi secara nominal nilainya membesar menjadi US\$5 – 7 per barrel (*sour crude* tetap lebih murah dari *sweet crude*). Kondisi inilah yang menyebabkan biaya produksi BBM oleh kilang domestik menjadi lebih mahal dibanding impor BBM.

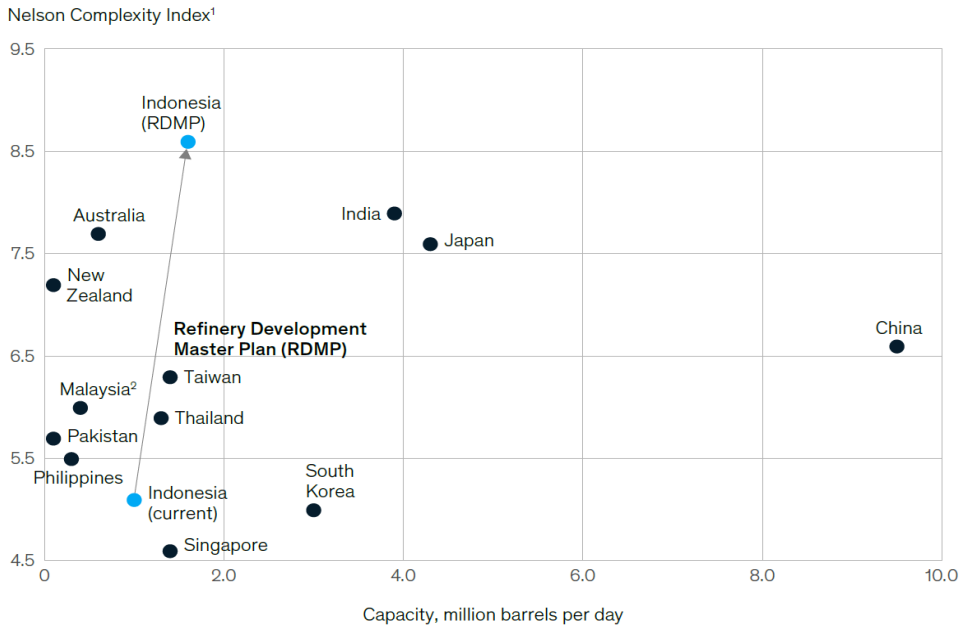
Kilang Indonesia juga masih mempertahankan standar BBM Euro II, sementara sebagian besar negara lain sedang bergerak menuju standar Euro V yang lebih ramah lingkungan. Oleh karenanya, upgrading kilang perlu dilakukan baik untuk mengakomodir produksi BBM dari *sour crude* yang harganya lebih murah juga untuk meningkatkan standar BBM yang lebih ramah lingkungan. Disamping itu, *crude availability*-nya juga akan lebih terjamin karena produksi *sour crude* di dunia volumenya sangat besar terutama dari Timur Tengah.

Perusahaan energi di Indonesia, dalam hal ini Pertamina, tentunya tidak mengabaikan berbagai kondisi tersebut. Pertamina telah menyiapkan rencana investasi kilang sebagaimana tertuang *Refinery Development Master Plan* (RDMP), yang merupakan salah satu proyek investasi terbesar di Indonesia dengan nilai sekitar US\$39 miliar. Kegiatan investasi di bidang kilang tersebut antara lain meliputi peningkatan kapasitas (upgrading) terhadap 5 kilang eksisting dan pembangunan dua kompleks kilang dan petrokimia baru. Proyek-proyek tersebut akan meningkatkan kapasitas negara untuk memproduksi BBM dengan standar Euro V, melipatgandakan kapasitas kilang negara, peningkatan produksi BBM hingga 3 kali lipat, dan meningkatkan kapasitas petrokimia Pertamina 13 kali lipat. Tidak hanya itu, proyek RDMP ini juga akan meningkatkan indeks kompleksitas kilang di atas negara-negara lain di kawasan Asia Pasifik (lihat Gambar 28) Peluang bagi Indonesia untuk mempercepat pembangunan kilang minyak cukup terbuka. Ini mengingatkan, kini banyak korporasi migas global terutama NOCs, tidak lagi menggantungkan sumber pendapatannya dari bisnis hulunya saja. Kini mereka mulai mengintegrasikan supply chain bisnis migas dari hulu hingga hilir, dalam rangka memaksimalkan value migas kembali ke perusahaan penghasil migas. Di mata NOCs, Asia merupakan pasar strategis bagi produsen-produsen minyak, terutama dari Timur Tengah, Afrika, dan. Rusia.

Menyadari bahwa Asia adalah *net oil importer*, negara-negara di Asia pun melakukan diversifikasi sumber-sumber impor minyak mentah mereka. Saat ini, market share minyak mentah China dari Timur

Tengah tinggal 43%, turun dari 52% pada 5 tahun lalu. Dalam periode yang sama, Rusia mampu meningkatkan market *share*-nya ke China dari 11% menjadi 15%. Pangsa Amerika Latin juga meningkat dari 11% menjadi 15%.

**Impact of Pertamina upgrades on Nelson Complexity Index ratings (preliminary)**



<sup>1</sup>A measure of a refinery's degree of complexity and sophistication, on a scale of 1-20 where 20 is the highest.  
<sup>2</sup>Excluding Refinery and Petrochemical Integrated Development (RAPID).

(Sumber: McKinsey (December 2020))

**Gambar 28. Proyek RDMP dan Posisi Indeks Kompleksitas Kilang Indonesia**

Menyadari bahwa market *share*-nya di Asia dibidiki kompetitor lainnya, perusahaan minyak di Timur Tengah misalnya, kini melakukan berbagai strategi untuk mempertahankan market *share*-nya. Salah satu strateginya adalah melakukan diversifikasi dan integrasi supply chain pada bisnis industri migas. Kini, mereka banyak menggandeng perusahaan-perusahaan lokal di Asia untuk bekerja sama mengembangkan industri kilang pengolahan migas dalam rangka memenuhi kebutuhan BBM dan produk turunan migas lainnya di Asia. Tidak hanya NOCs dari Timur Tengah, korporasi migas global lainnya juga agresif dalam mengembangkan bisnis hilirnya

dengan membangun berbagai jenis kilang pengolahan. Langkah-langkah bisnis ini antara lain dilakukan oleh Exxon, Chevron, BP dan Aramco. Mereka banyak menggandeng mitra di Asia membangun kilang-kilang pengolahan untuk memaksimalkan nilai dari crude yang mereka hasilkan. Mereka agresif masuk ke Asia karena memang Asia merupakan pasar konsumen migas terbesar di dunia. Tren bisnis yang dilakukan oleh korporasi migas global ini dapat ditanggap sebagai peluang oleh Pertamina. Kedudukan Pertamina sebagai integrated oil company seharusnya menjadi nilai yang harus dimaksimalkan untuk menarik mitra strategis

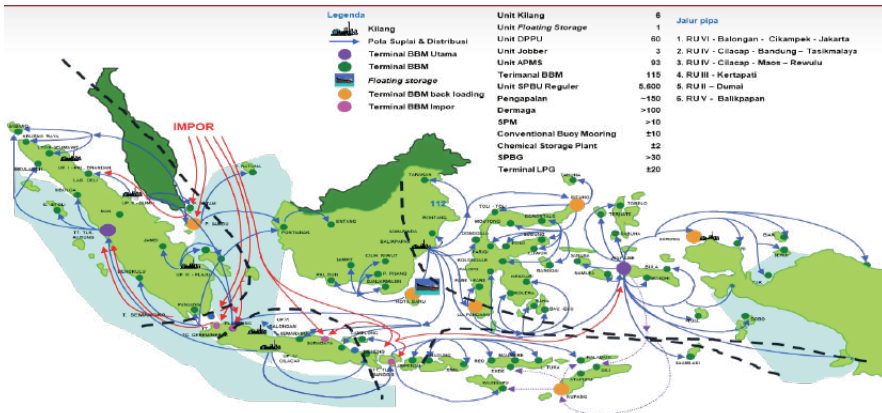
dalam rangka mengembangkan investasinya di tengah keterbatasan finansial yang dimilikinya. Pertamina memiliki kapabilitas untuk membangun kemitraan dengan korporasi migas besar lainnya dalam rangka memperkuat positioning-nya. Terlebih lagi, Indonesia sebagai salah satu

negara berpenduduk terbesar di dunia, tentunya ini merupakan daya tarik pasar bagi investor. Kemitraan ini sekaligus juga dapat dimaksimalkan untuk meningkatkan bisnis hulunya, sekaligus memperbaharui kapasitas kilang pengolahan milik Pertamina.

## PROGRAM AKSI KEENAM - MELAKUKAN INVESTASI UNTUK UPDGRADING INFRASTRUKTUR DISTRIBUSI BBM

Indonesia adalah negara dengan *supply chain* distribusi BBM paling kompleks di dunia, *the most complex distribution pattern in the world* (lihat Gambar 29). Ini mengingat, Indonesia adalah negara kepulauan dengan jangkauan pulau yang luas dan tersebar (sebanyak 17.000 pulau). Indonesia juga sangat tergantung dengan impor BBM untuk memenuhi kebutuhan BBM di dalam negeri. Oleh karena itu, Indonesia membutuhkan investasi secara agresif untuk upgrading atas infrastruktur distribusi BBM yang dimilikinya, baik terhadap fasilitas storage dan kapal *tanker* pengangkut BBM untuk menjamin efisiensi dan reliabilitas penyaluran BBM. Berdasarkan latar belakang tersebut, Indonesia perlu mempertimbangkan ketiga hal berikut.

Pertama, melakukan investasi untuk meningkatkan kapasitas *storage* dan mengambil keuntungan dari peluang bisnis dari kegiatan pengolahan (*blending*) dan perdagangan produk BBM dan produk hasil minyak lainnya yang dihasilkan dari fasilitas *storage* tersebut. Keberadaan fasilitas *storage* milik sendiri juga penting untuk mengurangi risiko fluktuasi harga karena BBM yang kita hasilkan bukan dari impor. Kedua, mendorong kembali penerapan teknologi baru dalam rangka otomatisasi dan manajemen pengolahan data secara *real time*. Ketiga, segera menentukan lokasi yang tepat untuk dijadikan *trans-shipment* migas serta sebagai *trading hub*, mengikuti pola yang diterapkan oleh Singapura dan Johor.



(Sumber: Pertamina, diolah)

**Gambar 29. Pola Pengangkutan dan Pendistribusian BBM Seluruh NKRI**

## PROGRAM AKSI KETUJUH – MELAKUKAN INVESTASI UNTUK PENGEMBANGAN *RENEWABLES ENERGY*

Indonesia telah memiliki rencana untuk menerapkan kebijakan bauran energi (*energy mix policy*). Kebijakan bauran energi ini didesain untuk mencapai biaya produksi paling rendah melalui maksimalisasi penggunaan gas dan batubara dalam *energy mix* tersebut. Penggunaan batubara dan gas telah sekitar 84% dari total produksi listrik pada tahun 2018. Meski demikian, Indonesia juga memiliki peluang untuk meningkatkan kontribusi dari *renewables* dalam kebijakan *energy mix* dengan memanfaatkan geotermal, air dan *biomass*. Berdasarkan perkiraan, potensi geothermal mencapai 25,8 GW, sementara kapasitas yang terpasang baru mencapai sekitar 2 GW.

Sedangkan potensi air (*hydro*) bisa mencapai 75 GW. Tenaga matahari (*solar*) bahkan potensinya lebih tinggi, khususnya di Indonesia bagian timur yang memiliki *yield* lebih tinggi. Sementara itu, *biomass* masih memerlukan tambahan teknologi yang lebih advanced untuk bisa menjadi sumber energi yang layak secara ekonomi. *Geothermal* cukup kompetitif di beberapa daerah. Namun, untuk menarik agar produsen hulu bersedia melakukan investasi dalam jangka panjang di sektor geothermal, pemerintah perlu memberikan kepastian adanya kenaikan tarif geothermal serta percepatan ijin (lihat Gambar 30).

PGE berada di peringkat ke-6 di antara perusahaan panas bumi terbesar di dunia

	Wilayah Kerja Pertambangan	Kapasitas Terpasang	Status Pengelolaan	Provinsi
Installed & Operated	Sibayak	12 MW	Own Operation	Sumatera Utara
	Ulubelu 1,2,3,4	220 MW	Own Operation	Lampung
	Lumut Balai, Unit 1	55 MW	Own Operation	Sumatera Selatan
	Kamojang 1,2,3,4	235 MW	Own Operation	Jawa Barat
	Karahua	30 MW	Own Operation	Jawa Barat
	Lahendong 1,2,3,4,5,6	120 MW	Own Operation	Sulawesi Utara
	Sarulla	330 MW	Joint Operation/JOC	Sumatera Utara
	Cibeureum Parabakti	377 MW	Joint Operation/JOC	Jawa Barat
	Pangalengan	227 MW	Joint Operation/JOC	Jawa Barat
Darajat	271 MW	Joint Operation/JOC	Jawa Barat	
On Going Project	Sungai Penuh	55 MW	Development Project	Jambi
	Hululais	2 X 55 MW	Development Project	Bengkulu
	Bukit Daun	1 X 55 MW	Development Project	Bengkulu
	Lumut Balai, Unit 2	55 MW	Development Project	Sumatera Selatan
	Seulawah	2 X 55 MW	Exploration Phase	Aceh
	Gunung Lawu	2 X 55 MW	Exploration Phase	Jawa Tengah
	Tabanan	NA	Not Clear	Bali

- Salah satu proyek pengembangan EBT di Pertamina adalah panas bumi (*geothermal*).
- Pengembangan geothermal dilakukan oleh PGE (Pertamina Geothermal Energy).
- Pertamina telah lama menjalankan EBT. Saat ini diperlukan proses akselerasi untuk membantu realisasi *energy mix policy* pemerintah serta sebagai bagian dari strategi diversifikasi bisnis.

- PGE manages 14 WKP
- Installed capacity: 1.877 MW
- Own operation: 672 MW
- JOC: 1.205 MW

(Sumber: Pertamina, KataData, 2019 diolah)

**Gambar 30. Peta Pengembangan *Geothermal* Pertamina**



Selain itu, pengembangan energi nabati juga perlu dikembangkan dalam rangka diversifikasi energi. Terlebih lagi, Indonesia memiliki potensi bahan baku yang sangat besar untuk mengembangkan energi nabati (*biofuels*). Saat ini, Pertamina sudah mulai melakukan pengembangan biodiesel dari bahan baku CPO, dalam volume yang terus ditingkatkan. Di samping lebih clean dan bersifat “*renewables*”, *biofuels* juga dapat menjadi substitusi impor BBM sekaligus merangsang kenaikan harga produk komoditi CPO *export*, yang pada akhirnya dapat bisa meningkatkan posisi neraca perdagangan dan *balance of payment* serta memperkuat nilai tukar Rupiah.

Secara keseluruhan, Indonesia memiliki target yang cukup ambisius di bidang energi bauran, khususnya untuk meningkatkan porsi energi baru dan terbarukan (EBT) dalam komponen penyediaan energi nasional. Pada tahun 2025, pangsa EBT ditargetkan mencapai 23% dari total bauran energi nasional dan pada tahun 2050 pangsa EBT ditingkatkan lagi menjadi

31%. Sedangkan posisi pada tahun 2019 realisasinya baru mencapai 9,15%. Bila tidak ada terobosan di bidang investasi EBT, dapat diperkirakan bahwa target EBT dalam bauran energi nasional pada tahun 2025 tersebut akan sulit dicapai. Beberapa strategi untuk mendorong percepatan kegiatan investasi di sektor EBT adalah sebagai berikut:

- Mempromosikan tarif yang adil dan efektif melalui opsi-opsi yang kompetitif.
- Merampingkan proses licensing dan *permitting*.
- Memberikan ruang bagi masuknya proyek pembangkit tenaga surya skala besar.
- Mengurangi biaya pengadaan komponen seperti panel surya, yang saat ini masih lebih tinggi dibanding di negara lain.
- Memberikan penghargaan bagi pembangkit EBT yang bersifat mandiri (*renewable self-generation*), seperti sistem tenaga surya atap (PLTS Atap).

## PROGRAM AKSI KEDELAPAN – MELAKUKAN INVESTASI UNTUK PEMBANGUNAN TRANSPORTASI BERBAHAN BAKAR GAS

Tingginya laju urbanisasi dan pembangunan ekonomi mendorong pertumbuhan yang signifikan alat-alat transportasi di kota-kota besar. Hal ini tentunya membutuhkan dukungan bahan bakar yang cukup. Bila bahan bakar transportasi dipenuhi dari BBM, maka selain menimbulkan pemborosan dan peningkatan subsidi, juga akan meningkatkan polusi kota. Oleh karena itu, diperlukan bahan bakar alternatif untuk menggantikan BBM.

Penggunaan *compressed natural gas* (CNG) untuk kendaraan bermotor merupakan pilihan yang atraktif karena selain dapat mengurangi subsidi juga meningkatkan kualitas udara. Penggunaan CNG telah sukses dipraktekkan di sejumlah kota di Asia seperti New Delhi, Mumbai, dan Bangkok. Di Indonesia, penggunaan CNG

memerlukan pendekatan yang terintegrasi dengan menggabungkan beberapa elemen, seperti:

- i insentif ekonomi bagi konsumen, produsen, dan penjual serta harga yang optimal diperlukan sebagai kompensasi kepada konsumen atas biaya investasi yang dikeluarkannya untuk mengubah komponen kendaraannya setidaknya selama 12 bulan;
- ii produsen dan supplier mendapatkan tingkat pengembalian yang cukup atas investasi yang dilakukannya;
- iii penjual memperoleh *margin* keuntungan yang cukup;
- iv dukungan regulasi yang mewajibkan (*mandatory*) adanya perubahan (*switch*) ke CNG untuk alat-alat transportasi; dan

v menyiapkan infrastruktur penting untuk memungkinkan kegiatan pemasangan converter kits dapat dilakukan serta pembangunan SPBG pada lokasi yang mudah dijangkau konsumen. Indonesia perlu menargetkan melakukan konversi sekitar 250.000 kendaraan transportasi umum agar beralih ke pemakaian CNG dalam lima tahun ke depan.

Gas sebagai bahan bakar transportasi juga relevan untuk sektor perkapalan. Salah satu tantangan terbesar Indonesia sebagai negara kepulauan adalah mengangkut barang dan orang melintasi seluruh wilayah Indonesia. Kondisi ini membutuhkan perkapalan

domestik sekitar 2.000 kapal, yang diperkirakan akan mengkonsumsi 7.000 barel per hari untuk BBM-nya. Melalui percepatan penerapan teknologi maju di bidang “Mini dan Micro LNG”, Indonesia dapat mengkonversi sebagian besar kapal domestik ke LNG. Konversi sekitar 10% saja ke LNG akan menghemat sekitar US\$100 juta per tahun biaya bahan bakar. Diperlukan aksi yang terkoordinasi karena fasilitas pengisian LNG perlu didirikan di pelabuhan-pelabuhan utama. Pemerintah juga perlu memberikan insentif ekonomi kepada operator perkapalan dan memberikan dukungan regulasi agar fasilitas pengisian LNG dapat ditempatkan bagi kepentingan industri.

## PROGRAM AKSI KESEMBILAN – KEMBANGKAN PENGGUNAAN KENDARAAN LISTRIK DI KOTA-KOTA BESAR

Kendaraan listrik (*electric vehicles*, EV) telah terlihat sebagai opsi yang memiliki dampak signifikan sebagai alat transportasi darat. Penggunaan EV memiliki dampak efisiensi energi paling tinggi, kualitas udara dan lingkungan yang positif, dan merupakan bisnis yang potensial. Penggunaan EV cocok untuk perjalanan dalam wilayah yang terbatas, misalnya dalam kota atau satu kawasan tertentu. EV dapat melaju dalam kilometer yang jauh namun harus selalu “dekat” dengan stasiun pengisian bahan bakarnya (listrik). EV juga rendah emisi. Kota-kota besar seperti Jakarta dengan konsentrasi polusi yang tinggi dan proporsi jalan tempuh pendek yang besar sangat tepat menggunakan EV.

Di Indonesia, EV tidak hanya baik untuk lingkungan tetapi juga akan membantu mengurangi ketergantungan negara pada minyak. Dengan perkembangan teknologi baterai yang terbaru, kinerja, keamanan dan biaya baterai menjadi lebih manageable. Karenanya penggunaan EV berpotensi menghemat biaya transportasi dan subsidi energi.

Studi McKinsey (2020) menyebutkan bahwa impor minyak dapat dipotong sebesar \$100 juta per tahun untuk setiap satu juta mobil listrik di jalan-jalan Indonesia. Saat ini terdapat sekitar 6 juta mobil di Jakarta (belum termasuk sepeda motor dan scooters), sebuah potensi yang besar untuk mengurangi subsidi BBM.

Indonesia memiliki salah satu pasar potensial tertinggi di dunia untuk EV, terutama untuk kendaraan roda dua. Studi McKinsey menyebutkan pada tahun 2030, Indonesia diperkirakan memiliki penjualan tahunan 1,2 juta EV roda dua dan 3,7 juta EV roda dua dan roda tiga, dibandingkan dengan 1,5 juta EV roda empat. Meskipun Indonesia diperkirakan akan menjadi salah satu pasar terkemuka untuk EV, namun dorongan dari pemerintah masih diperlukan. Tanpa adanya insentif, kesenjangan total biaya kepemilikan antara EV roda dua dengan kendaraan roda dua yang menggunakan mesin pembakaran internal masih terlalu lebar untuk sebagian besar pelanggan saat ini.

## PROGRAM AKSI KESEPULUH – MEMBANGUN KAPABILITAS LOKAL DAN *LEADERS*

Hal yang terpenting dari keseluruhan program aksi di atas adalah pentingnya bagi Indonesia untuk mewujudkan kembali kapabilitas, keunggulan, dan kepemimpinan di seluruh area industri (*the industry leaders*) energi. Indonesia pernah menjadi pemimpin energi (*an energy leader*) di tingkat global di masa lalu. Sebagai contoh, Indonesia adalah pioner dan pencetus sistem kontrak *production sharing* (PSC) yang kemudian menjadi model bagi seluruh kontrak hulu migas di dunia. Indonesia juga yang mampu membangun fasilitas ekspor LNG terbesar di dunia pada tahun 1970-an. Ke depan, arena pertandingan dalam industri energi akan sangat ditentukan oleh teknologi, kapabilitas, keunggulan, dan *leaders*. Sebagai contoh, Indonesia akan membutuhkan akses terhadap teknologi yang lebih baru dan para ahli teknik untuk meningkatkan produksi dari ladang-ladang migas yang telah tua dengan menggunakan teknologi *enhanced oil recovery* (EOR) dan *improved oil recovery* (IOR) paling baru. Hal yang sama juga berlaku bagi teknologi *unconventional* seperti *coal bed methane* (CBM) dan ekstraksi gas shale. *Upgrading* kilang-kilang pengolahan juga memerlukan kapabilitas eksekusi proyek yang dalam satu dekade ini belum terlihat. Teknologi batubara baru, yang meliputi *clean coal* dan *coal to liquids* juga perlu dikembangkan karena memiliki potensi untuk meningkatkan kemampuan industri. Termasuk pula pengembangan kapabilitas di sektor EBT khususnya pengembangan EBT yang terintegrasi dengan pengembangan industri lokal. Indonesia saat ini terlalu sedikit memiliki pusat-pusat riset dan mengembangkan di

bidang energi kelas dunia. Hanya sebagian kecil dari para sarjana yang siap menjadi profesional di industri energi. Indonesia memerlukan upaya-upaya yang terkoordinasi untuk membangun kapabilitas dan keunggulan di sektor energi, sebagaimana yang telah berhasil dilakukan di Norwegia, China, Malaysia, dan Brasil. Untuk mewujudkan hal ini, diperlukan kombinasi dari berbagai faktor sebagai berikut:

- a Mendirikan institusi-institusi dengan kualitas internasional untuk membangun talenta-talenta lokal yang meliputi universitas dengan fakultas internasional dan kerja sama industri untuk menjamin pelatihan yang in line dengan kebutuhan industri; Indonesia harus bisa menghasilkan 2.000-3.000 PhDs di bidang energi dalam 5-10 tahun ke depan melalui berkolaborasi dengan institusi pendidikan di bidang energi kelas dunia.
- b Mengembangkan insentif bagi operator dan perusahaan jasa internasional agar mereka mendirikan pusat riset dan pengembangannya (*R&D hubs*) di Indonesia yang fokus di bidang teknologi yang relevan dengan kebutuhan di Indonesia.
- c Mendorong para perusahaan-perusahaan nasional untuk memperkerjakan talenta kelas internasional yang dimilikinya dalam kegiatan operasi mereka untuk mencari dan mengembangkan sumber daya (*resources*) yang dimiliki Indonesia.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Tulisan ini disusun atas hasil diskusi ketika Bapak Sugiharto masih menjabat sebagai Komisaris Utama di PT Pertamina (Persero). Gagasan dan ide bagi pembangunan sektor energi di Indonesia masih relevan dengan kondisi saat ini. Pada tahun 2020, sebelum Bapak Sugiharto wafat, tulisan ini disesuaikan dengan situasi di sektor energi yang terjadi selama pandemi Covid-19. Tulisan ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya, namun telah dipresentasikan dalam berbagai seminar terkait energi. Buletin Pertamina Energy Institute menjadi media penerbitan pertama, sekaligus pemuatan tulisan ini untuk mengenang dan mengabadikan pemikiran Bapak Sugiharto.

Dr. Sugiharto adalah Menteri BUMN RI 2004 – 2007 dan Komisaris Utama PT Pertamina (Persero) periode 2010 – 2015 dan penulis buku “Pertamina: Transformasi Menuju World Class Energy Company”.

## REFERENSI

- BP. *Statistical Review of World Energy 2022*. June 2022
- BPPT. 2021. *Outlook Energi Indonesia 2021 - Perspektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya untuk Penyediaan Energi Charging Station*. Agustus 2021.
- Badan Pusat Statistik, *Berita Resmi Statistik*, berbagai publikasi.
- Pertamina, *Annual Report dan Publikasi lainnya*
- Kementerian ESDM. *Handbook of Energy and Economic Statistics of Indonesia 2021*. April 2022.
- Kementerian Keuangan, *Nota Keuangan dan RAPBN*, berbagai tahun.
- McKinsey. 2020. *Ten ways to boost Indonesia's energy sector in a postpandemic world*. December 2020.
- McKinsey Global Institute. 2012. *The archipelago economy: Unleashing Indonesia's potential*. September 2012.
- Nasara, S. 2020. *Energy Transition Policy in Indonesia*. Kementerian Keuangan RI.
- Pertamina. 2022. *Corporate Newsletter Update: RDMP Balikpapan Project*. August 2022
- Pertamina. 2022. *Energia Weekly*. 12 September 2022.
- WoodMackenzi. 2014. *Indonesia Energy Forum 2014*, 21 Maret 2014 dan publikasi lainnya



# USULAN TRANSFORMASI SUBSIDI LPG TABUNG 3 KG

**Anindya Adiwardhana**  
Pertamina Energy Institute

## ABSTRAK

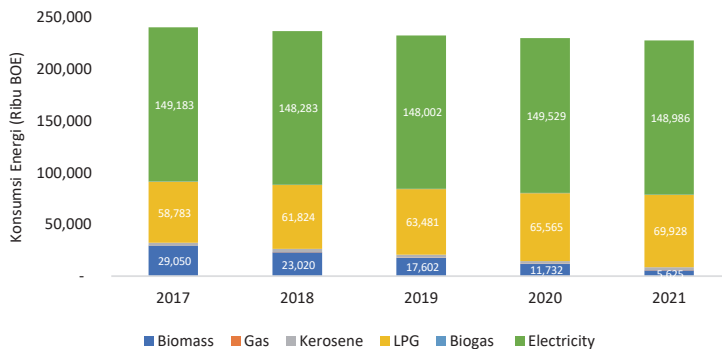
**L**istrik dan LPG merupakan 2 (dua) jenis energi yang paling banyak digunakan untuk sektor rumah tangga di Indonesia. Dalam 5 tahun terakhir, konsumsi LPG tiap tahunnya rata-rata naik sebesar 3,9%. Namun apabila dirinci, peningkatan konsumsi LPG nasional merupakan kontribusi dari kenaikan konsumsi LPG Tabung 3 kg (subsidi), berbanding terbalik dengan konsumsi LPG Non Subsidi yang cenderung menurun, sehingga berdampak beban anggaran subsidi LPG 3 kg yang terus meningkat. Beberapa faktor peningkatan volume konsumsi LPG 3 kg antara lain penyaluran LPG 3 kg yang terbuka sehingga tidak tepat sasaran serta terjadi shifting konsumsi LPG non subsidi ke LPG subsidi akibat disparitas harga jual yang semakin melebar. Mempertimbangkan hal tersebut, perlu segera dirumuskan kebijakan transformasi subsidi LPG yang tepat sasaran untuk mengurangi beban anggaran subsidi energi pada APBN.

*Kata kunci: LPG, subsidi, kebijakan, APBN*

## PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil pemetaan penggunaan energi pada sektor rumah tangga, menunjukkan penggunaan terbesar konsumsi energi rumah tangga adalah listrik, sedangkan energi terbesar kedua yang digunakan pada sektor rumah tangga adalah LPG untuk kebutuhan

memasak. Program konversi minyak tanah ke LPG yang dimulai sejak tahun 2007 berdampak kebutuhan LPG yang terus meningkat tiap tahunnya, dan sebaliknya kebutuhan minyak tanah yang berkurang.



(Sumber: HEESI KESDM (2022))

**Gambar 31. Konsumsi Energi Sektor Rumah Tangga**

Berdasarkan regulasi saat ini, konsumen pengguna LPG 3 kg diatur melalui Peraturan Presiden No. 104 Tahun 2007 jo Perpres 70 Tahun 2021 tentang Penyediaan, Pendistribusian dan Penetapan Harga LPG Tabung 3 Kg; dan Peraturan Presiden No. 38 Tahun 2019 jo Perpres 71 Tahun 2021 tentang Penyediaan, Pendistribusian, & Penetapan Harga LPG untuk Kapal Penangkap Ikan Bagi Nelayan Sasaran dan Mesin Pompa Air Bagi Petani Sasaran, dengan definisi masing-masing konsumen pengguna sebagai berikut:

- a Rumah Tangga adalah konsumen yang mempunyai legalitas penduduk, menggunakan minyak tanah untuk memasak dalam lingkup rumah tangga dan tidak mempunyai kompor gas untuk dialihkan menggunakan LPG Tabung 3 Kg termasuk tabung, kompor gas beserta peralatan lainnya.
- b Usaha Mikro adalah konsumen dengan usaha produktif milik perorangan yang mempunyai legalitas penduduk, menggunakan minyak tanah untuk memasak dalam lingkup usaha mikro dan tidak mempunyai kompor gas untuk dialihkan menggunakan LPG Tabung 3 Kg termasuk tabung, kompor gas beserta peralatan lainnya.

- c Nelayan Sasaran adalah orang yang mata pencahariannya melakukan penangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari yang memiliki kapal penangkap ikan berukuran paling besar 5 GT dan menggunakan mesin penggerak dengan daya paling besar 13 HP
- d Petani Sasaran adalah orang yang memiliki lahan pertanian paling luas 0,5 hektar, kecuali untuk transmigran, yang memiliki lahan pertanian paling luas 2 hektar, dan melakukan sendiri usaha tani tanaman pangan atau hortikultura serta memiliki mesin pompa air dengan daya paling besar 6,5 HP.

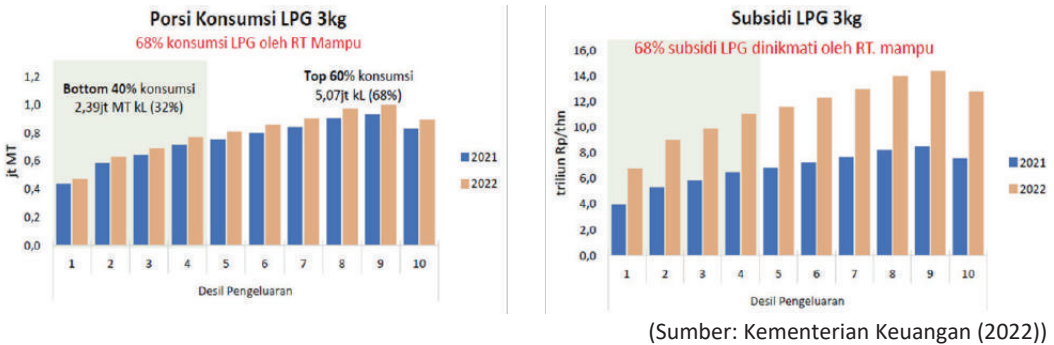
Berdasarkan data Kementerian ESDM, dalam 5 tahun terakhir konsumsi LPG tiap tahunnya rata-rata naik sebesar 3,9%. Apabila dirinci, peningkatan konsumsi LPG tersebut merupakan kontribusi dari kenaikan konsumsi LPG Tabung 3 kg (subsidi), berbanding terbalik dengan konsumsi LPG *Non Subsidi* yang cenderung menurun, sehingga berdampak beban anggaran subsidi LPG 3 kg yang terus meningkat. Mempertimbangkan hal tersebut, perlu disusun suatu alternatif kebijakan transformasi subsidi LPG yang tepat sasaran untuk mengurangi beban anggaran subsidi energi pada APBN.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Distribusi LPG 3 kg sampai dengan saat ini masih bersifat terbuka. Meskipun terdapat tulisan 'Hanya untuk Masyarakat Miskin' pada tabung, tetapi tidak efektif membatasi masyarakat umum membeli LPG subsidi ini. Pun halnya dari aspek regulasi, belum ada aturan yang mengatur konsumen yang berhak membeli komoditas subsidi ini. Mempertimbangkan hal tersebut, berikut disampaikan beberapa analisa urgensi diperlukannya kebijakan transformasi subsidi LPG 3 kg:

- 1 Penyaluran tidak tepat sasaran

Berdasarkan hasil Susenas 2021, 4 kelompok desil terbawah (berdasarkan pengeluaran) hanya berkontribusi sebesar 2,39 juta MT atau 32% LPG PSO. Sedangkan sisanya sebesar 5,07 juta MT atau 68% LPG subsidi dikonsumsi oleh 6 kelompok desil pengeluaran teratas. Atau dapat disimpulkan bahwa dalam hal ini LPG Subsidi lebih banyak dinikmati oleh masyarakat mampu.

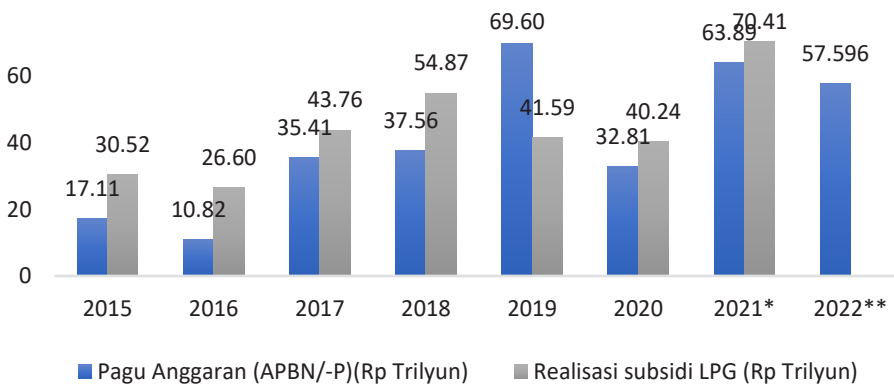


**Gambar 32. Perkembangan Konsumsi LPG 3 Kg Berdasarkan Desil Pengeluaran**

2 Melonjaknya kebutuhan anggaran subsidi

Dengan semakin meningkatnya konsumsi LPG subsidi, maka beban anggaran subsidi pun semakin meningkat. Sebagai gambaran pada

tahun 2015, mencapai Rp30,5 triliun, melebihi pagu anggaran dalam APBN 2015 sebesar Rp17 triliun. Sedangkan pada 2021, realisasi anggaran subsidi (unaudit) diperkirakan melonjak menjadi Rp70 triliun, di atas pagu APBN sebesar Rp64 triliun.



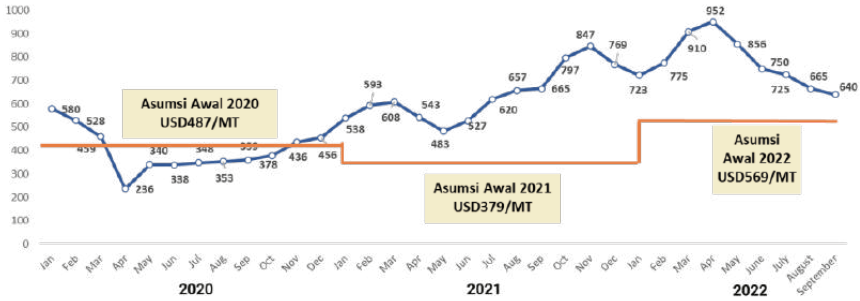
**Gambar 33. Perkembangan Subsidi LPG**



- 3 Harga keekonomian LPG meningkat, sehingga beban anggaran subsidi bertambah

Harga keekonomian LPG yang dijual di Indonesia dipengaruhi oleh pergerakan harga LPG global, dalam hal ini Kementerian ESDM mengacu pada pergerakan CP Aramco untuk

menetapkan harga patokan LPG. Rata-rata realisasi CP Aramco Januari sampai dengan September 2022 sebesar USD777/MT, berada di atas asumsi awal pada APBN 2022 sebesar USD569/MT. Dengan CP Aramco yang nilainya masih berfluktuatif, maka beban subsidi negara untuk LPG 3 kg pun cenderung akan meningkat.

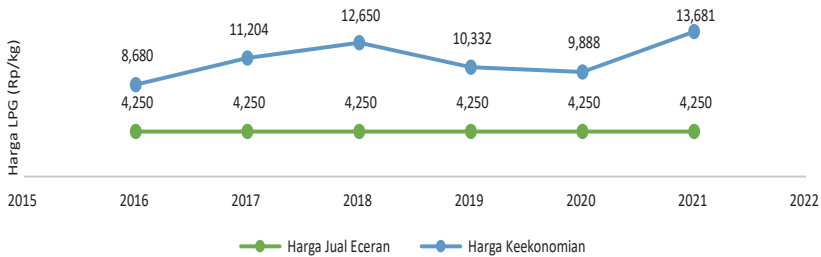


(Sumber: Kementerian ESDM (2022))

**Gambar 34. Perkembangan Harga CP Aramco vs Asumsi APBN**

Di samping hal tersebut, Pemerintah belum merubah Harga Jual Eceran LPG 3kg sebesar Rp4.250/kg semenjak tahun 2007 atau semenjak Program Konversi Minyak Tanah ke LPG diluncurkan. Kebijakan ini berimplikasi terhadap beban subsidi akan semakin besar apabila nilai CP Aramco dan nilai tukar rupiah melonjak. Sebagai ilustrasi,

pada 2016 dengan harga jual eceran sebesar Rp4.250, rata rata CP Aramco pada tahun tersebut mencapai USD342/MT, sehingga Pemerintah menanggung subsidi sebesar Rp4.430/kg. sedangkan pada tahun 2021, rata-rata CP Aramco mencapai USD637/MT, sehingga Pemerintah menanggung beban subsidi sekitar Rp13.000/kg.



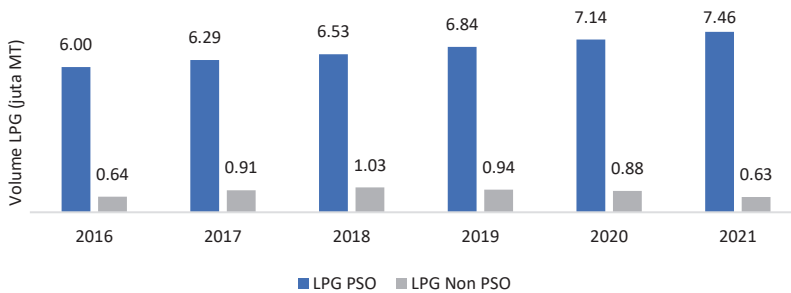
(Sumber: Kementerian ESDM (2022))

**Gambar 35. Perkembangan Harga LPG di Indonesia**

#### 4 *Shifting* konsumen LPG *non* subsidi ke LPG subsidi

Harga LPG 3 kg belum berubah sejak 15 tahun lalu (tahun 2007) yaitu sebesar Rp 4.250 per kg, sedangkan harga LPG *non* subsidi dijual dengan harga ekonomian, dengan harga jual saat ini (mulai Juli 2022) adalah sebesar Rp15.000 sampai dengan Rp17.000 per kg. Disparitas harga ini menyebabkan terjadinya migrasi konsumen LPG *non* subsidi

ke LPG subsidi, termasuk terjadinya potensi tindak kriminal pengoplosan LPG subsidi ke tabung LPG *non* subsidi. Hal ini juga dapat dilihat dari realisasi penjualan LPG subsidi yang terus meningkat, dari 6 juta MT di tahun 2016 menjadi 7,46 juta MT di tahun 2021, berbanding terbalik dengan penjualan LPG *non* subsidi yang cenderung menurun, dari 0,91 juta MT di tahun 2017 menjadi 0,63 juta MT di tahun 2021.



(Sumber: Kementerian ESDM (2022))

### Gambar 36. Perkembangan Konsumsi LPG di Indonesia

#### 5 Sebagian besar LPG berasal dari impor, mempengaruhi pasokan dan harga keekonomian.

Hal ini terlihat dari kontribusi produksi LPG domestik yang persentasenya terus menurun. Pada tahun 2016, produksi LPG dalam negeri mencapai 2,23 juta ton, hanya menyumbang 33% dari kebutuhan domestik. Sedangkan di 2021 kontribusinya semakin menurun, dengan persentase hanya sebesar 1,9 juta MT atau 23% dari kebutuhan total.

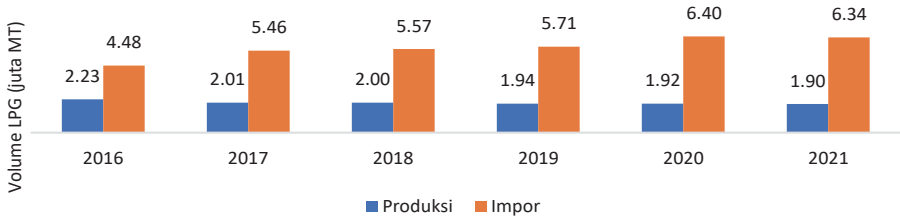
LPG dapat dihasilkan dari hasil pengolahan *crude oil* di kilang minyak, serta pemisahan komponen propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ) dari gas alam di kilang gas. Menurunnya produksi dalam negeri ini antara lain disebabkan perolehan LPG dari kilang minyak sangat bergantung dari karakteristik

*crude oil*, dimana *crude oil* dengan karakteristik ringan atau mengandung sedikit hidrokarbon menengah dan berat umumnya kurang ekonomis untuk dijadikan umpan produksi LPG.

Sedangkan kendala pada kilang gas, karena secara natural sumber gas di Indonesia memiliki komponen butana dan propana yang cenderung tidak banyak, sehingga saat ini terdapat sejumlah kilang LPG yang idle karena kandungan komponen propana dan butana telah habis pada sumber gasnya. Selain itu, penyebab meningkatnya impor LPG antara lain terus meningkatnya kebutuhan LPG karena program konversi minyak tanah ke LPG, serta kebijakan perluasan penggunaan LPG untuk petani dan nelayan. Dengan ketergantungan Indonesia terhadap pasokan LPG impor, hal ini berdampak

antara lain kerentanan ketahanan energi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, harga jual LPG yang sangat dipengaruhi fluktuasi harga LPG

global (CP Aramco) serta pengaruh terhadap defisit neraca perdagangan jika konsumsinya tidak dikendalikan.



(Sumber: Kementerian ESDM (2022))

**Gambar 37. Perkembangan Produksi-Impor LPG di Indonesia**

6 Tindak lanjut Nota Keuangan RAPBN 2023

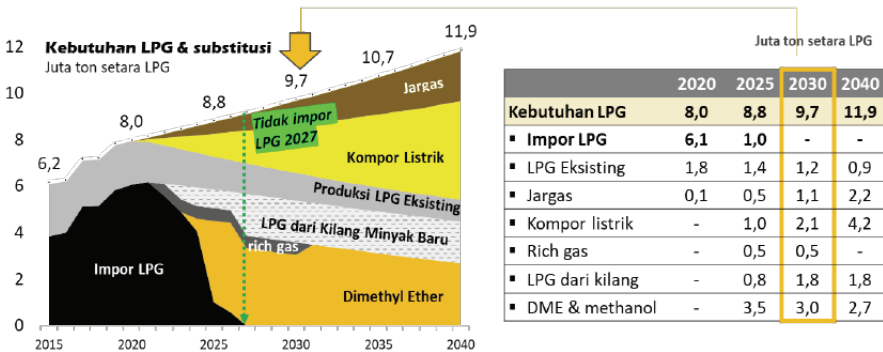
Pada Nota Keuangan RAPBN 2023, Pemerintah menyampaikan tantangan penyaluran LPG subsidi 3 kg yang masih bersifat terbuka dan belum akuratnya validitas data masyarakat yang berhak menerima. Sebagai solusi hal tersebut, diusulkan kebijakan transformasi subsidi LPG tepat sasaran terintegrasi dengan Program Perlindungan Sosial, disertai penyesuaian HJE LPG tabung 3 Kg (secara bertahap) diselaraskan dengan kondisi perekonomian yang kondusif. Dalam RAPBN tahun 2023, anggaran subsidi LPG tabung 3 kg direncanakan sebesar Rp117,4 triliun untuk volume LPG 3 Kg sebesar 8 juta MT. Anggaran tersebut masih dialokasikan untuk belanja subsidi LPG tabung 3 kg berbasis komoditas. Kebijakan transformasi subsidi energi menjadi subsidi berbasis orang/penerima manfaat akan dilakukan secara bertahap dengan mempertimbangkan kondisi ekonomi dan sosial masyarakat.

Dengan mempertimbangkan urgensi-urgensi tersebut di atas serta memperhatikan kondisi existing yaitu subsidi bersifat regresif, diusulkan transformasi subsidi LPG tepat sasaran dan menjadi berbasis target penerima yang dalam pelaksanaannya akan diarahkan untuk diintegrasikan dengan program bantuan sosial lainnya.

Sehingga selanjutnya target sasaran subsidi adalah Kelompok Penerima Manfaat (KPM) dalam Data Terpadu Kesejahteraan Sosial (DTKS). Melalui transformasi ini manfaat bagi negara antara lain subsidi lebih tepat sasaran (by name by address), penghematan volume LPG subsidi, penghematan anggaran subsidi sekitar dan mendorong diversifikasi energi. Berdasarkan evaluasi Ditjen Migas Kementerian ESDM (2021), melalui penerapan kebijakan transformasi subsidi dengan mempertimbangkan penerima subsidi sesuai data DTKS, akan berdampak pada penurunan volume LPG bersubsidi 2022 dari semula 8 juta MT menjadi 3,4 juta MT. Perhitungan ini menggunakan basis data DTKS yaitu KPM Rumah Tangga sebanyak 29 juta jiwa (asumsi kebutuhan 3 tabung LPG/bulan),

KPM Usaha Mikro sebanyak 0,54 juta jiwa (asumsi kebutuhan 9 tabung LPG/bulan), KPM Nelayan sasaran sebanyak 113 ribu jiwa (asumsi kebutuhan 12 tabung LPG/bulan), dan KPM Petani Sasaran sebanyak 39 ribu juta jiwa (asumsi kebutuhan 12 tabung LPG/bulan). Simulasi ini menghasilkan penurunan anggaran belanja subsidi dari semula Rp67,9 triliun menjadi Rp28,72 triliun dengan asumsi ICP USD65/barel. Selain itu, penerapan single price LPG dapat membantu untuk menanggulangi pengoplosan. Kebijakan mengurangi subsidi LPG secara paralel juga perlu disertai untuk mengurangi konsumsi LPG, termasuk kebijakan untuk

mengurangi impor LPG. Dalam dokumen Grand Strategi Nasional Kementerian ESDM, Pemerintah telah memiliki sejumlah strategi untuk menghentikan impor LPG paling cepat di tahun 2030, yaitu tambahan jargas 10 juta RT, mendorong pemanfaatan kompor listrik untuk rumah tangga dengan penggunaan energi yang kompetitif dan kontinuitas suplai listrik, memproduksi Rich Gas 500 ribu ton/tahun mulai 2022, meningkatkan produksi LPG dari pengembangan kilang minyak serta mengembangkan DME & metanol dari IUP BUMN dan PKP2B perpanjangan.



(Sumber: GSEN Kementerian ESDM, 2020)

**Gambar 38. Upaya Mengurangi Impor LPG di Indonesia**

**KESIMPULAN**

Usulan transformasi kebijakan subsidi LPG yang dirangkum berdasarkan kajian Kementerian Keuangan (2020), yaitu perlu melakukan transformasi kebijakan dari subsidi harga ke subsidi berbasis target penerima, dengan dua konsep utama yaitu getting the price right dengan menetapkan harga LPG tabung 3 kg sesuai harga pasar, sekaligus *protect the poor* melalui pemberian subsidi/bantuan secara selektif pada masyarakat yang berhak berbasis DTKS. Untuk tahap pertama dapat diawali dengan penghapusan perbedaan harga komoditas LPG bersubsidi dan *nonsubsidi*, sehingga berlaku harga LPG tunggal yang mengikuti harga keekonomian dan harga LPG acuan

global (seperti CP Aramco). Sedangkan dari sisi target penerima, diperlukan basis data yang handal untuk memastikan pemberian subsidi tepat sasaran kepada golongan penerima yang berhak, sehingga mekanisme perlindungan terhadap kelompok-kelompok masyarakat yang rentan dapat berjalan. Mekanisme ini tetap perlu dilanjutkan dengan penajaman target sasaran penerima subsidi LPG secara bertahap, yaitu untuk kelompok rumah tangga, pelaku usaha mikro, nelayan, dan petani sasaran. Selain itu, juga perlu dievaluasi terkait penentuan besaran subsidi LPG dalam bentuk bantuan langsung yang akan diberikan. Jumlah bantuan harus cukup untuk mengkompensasi penurunan

daya beli dari golongan penerima yang terkena dampak perubahan kebijakan. Terkait dengan basis data yang handal, dalam pemberian seluruh jenis bantuan sosial, sebaiknya menggunakan basis single data berupa DTKS yang diperbarui secara berkala. Agar penggunaan DTKS dapat lebih optimal, diperlukan standar DTKS yang baku, update dan akurat, sehingga dapat digunakan dalam kebijakan subsidi energi tepat sasaran maupun integrasi bantuan sosial lainnya. Selain itu DTKS diharapkan dapat dikelompokkan berdasarkan income atau penghasilan (*gradasi income*). Selanjutnya agar transformasi kebijakan subsidi LPG dapat berjalan dengan optimal, diperlukan langkah-langkah mitigasi yang tepat antara lain:

1 Penetapan target sasaran penerima berbasis data yang *valid* sesuai dengan kondisi dan kriteria yang ditetapkan,

dengan mempertimbangkan kepentingan dari seluruh golongan target sasaran (rumah tangga miskin dan rentan, usaha mikro, nelayan dan petani kecil).

2 Sosialisasi kebijakan dengan komunikasi yang baik agar semua pihak yang terdampak dapat memahami pentingnya kebijakan baru yang ditetapkan Pemerintah, sehingga dapat meminimalisir gejolak sosial yang mungkin terjadi di masyarakat.

3 Koordinasi antar Kementerian pemangku kebijakan, antara lain Kementerian ESDM dan Kementerian Keuangan, untuk penetapan kebijakan subsidi, serta Kementerian Sosial untuk penyaluran bantuan langsung kepada penerima yang berhak.

## REFERENSI

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2022). *Handbook of Energy & Economic Statistics Of Indonesia 2021*. Jakarta.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2021). *Transformasi Subsidi LPG*. Jakarta.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM). (2020). *Grand Strategi Energi Nasional*. Jakarta.

Kementerian Keuangan. (2022). *Perkembangan Belanja Subsidi dan Kompensasi BBM dalam APBN 2022*. Jakarta

Kementerian Keuangan. (2022). *Buku II Nota Keuangan beserta RAPBN Tahun Anggaran 2023*. Jakarta

Pusat Kebijakan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara Kementerian Keuangan. (2020). *Kajian: Kebijakan Subsidi LPG Tabung 3 kg Tepat Sasaran*. Jakarta

