

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA



**PERCEPATAN TRANSISI ENERGI LISTRIK
DALAM MENDUKUNG *GREEN ECONOMY*
GUNA MEWUJUDKAN KETAHANAN ENERGI NASIONAL**

Oleh :

NUGROHO IMAM SANTOSO, S.E., M.M.
KOLONEL INF. NRP. 11960048300175

**KERTAS KARYA ILMIAH PERSEORANGAN (TASKAP)
PROGRAM PENDIDIKAN REGULER ANGKATAN (PPRA) LXVI
LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL RI
TAHUN 2024**

KATA PENGANTAR

Assalaamualaikum Wr. Wb., salam sejahtera untuk kita semua.

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, Penulis sebagai salah satu peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia Tahun 2024 telah berhasil menyelesaikan tugas berupa sebuah Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) dengan judul: **“Percepatan Transisi Energi Listrik dalam Mendukung *Green Economy* Guna Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional”**.

Penentuan Tutor dan Judul Taskap ini didasarkan oleh Keputusan Gubernur Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2024 Tanggal 28 Maret 2024 tentang Pengangkatan Tutor Taskap kepada para Peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI untuk menulis Taskap dengan memilih judul yang telah ditentukan oleh Lemhannas RI.

Pada kesempatan ini, perkenankan Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak Gubernur Lemhannas RI yang telah memberikan kesempatan kepada Penulis untuk mengikuti Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI tahun 2024. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada Pembimbing atau Tutor Taskap Kami yaitu Marsma TNI Wachid Alchamdani Z dan Tim Penguji Taskap serta semua pihak yang telah membantu serta membimbing Taskap ini sampai terselesaikan sesuai waktu dan ketentuan yang dikeluarkan oleh Lemhannas RI.

Penulis menyadari bahwa kualitas Taskap ini masih jauh dari kesempurnaan akademis, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati mohon adanya masukan guna penyempurnaan naskah ini.

Besar harapan saya agar Taskap ini dapat bermanfaat sebagai sumbangan pemikiran penulis kepada Lemhannas RI, termasuk bagi siapa saja yang membutuhkannya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkah dan bimbingan kepada Kita semua dalam melaksanakan tugas dan pengabdian kepada Negara dan Bangsa Indonesia yang Kita cintai dan banggakan.

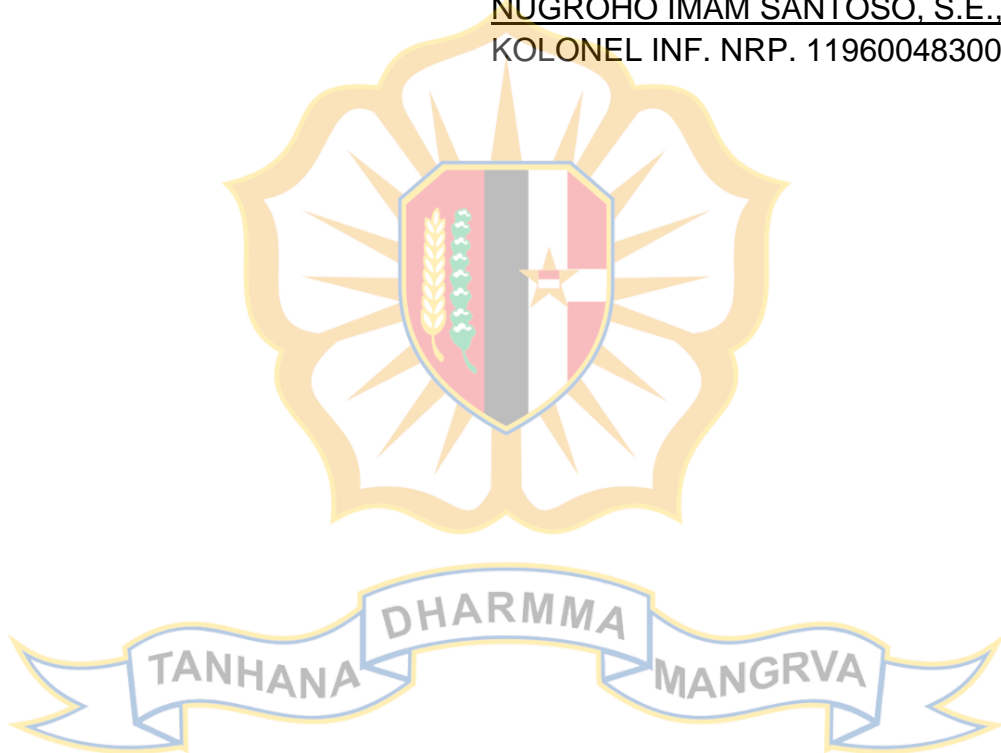
Sekian dan terima kasih. Wassalaamualaikum Wr. Wb.

Jakarta, Agustus 2024

Penulis Taskap



NUGROHO IMAM SANTOSO, S.E., M.M.
KOLONEL INF. NRP. 11960048300175



LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

PERNYATAAN KEASLIAN

1. Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nugroho Imam Santoso, S.E., M.M.

Pangkat : Kolonel Inf

Jabatan : Pemen Denma Mabasad

Instansi : Mabasad

Alamat : Jl. Veteran No.5, RT.3/RW.2, Gambir, Kecamatan Gambir, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10110

Sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI Lemhannas RI tahun 2024 menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

- a. Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang saya tulis adalah asli.
- b. Apabila ternyata sebagian atau seluruh tulisan Taskap ini terbukti tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia dinyatakan tidak lulus pendidikan.

2. Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Jakarta, Agustus 2024

Penulis Taskap

Materai Rp.10.000

NUGROHO IMAM SANTOSO, S.E., M.M.
KOLONEL INF. NRP. 11960048300175

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIC INDONESIA

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	7
3. Maksud dan Tujuan	8
4. Ruang Lingkup dan Sistematika	9
5. Metode dan Pendekatan	10
6. Pengertian	10
 BAB II LANDASAN PEMIKIRAN	
7. Umum	13
8. Peraturan Perundang-Undangan	13
9. Data/Fakta	16
10. Kerangka Teoretis	24
11. Lingkungan Strategis	29
 BAB III PEMBAHASAN	
12. Umum	37
13. Tantangan dan Peluang Percepatan Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung <i>Green Economy</i>	38

- 14. Dampak Percepatan Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung *Green Economy* Terhadap Ketahanan Energi Nasional ...56
- 15. Upaya Strategis Mempercepat Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung *Green Economy* Guna Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional63

BAB IV PENUTUP

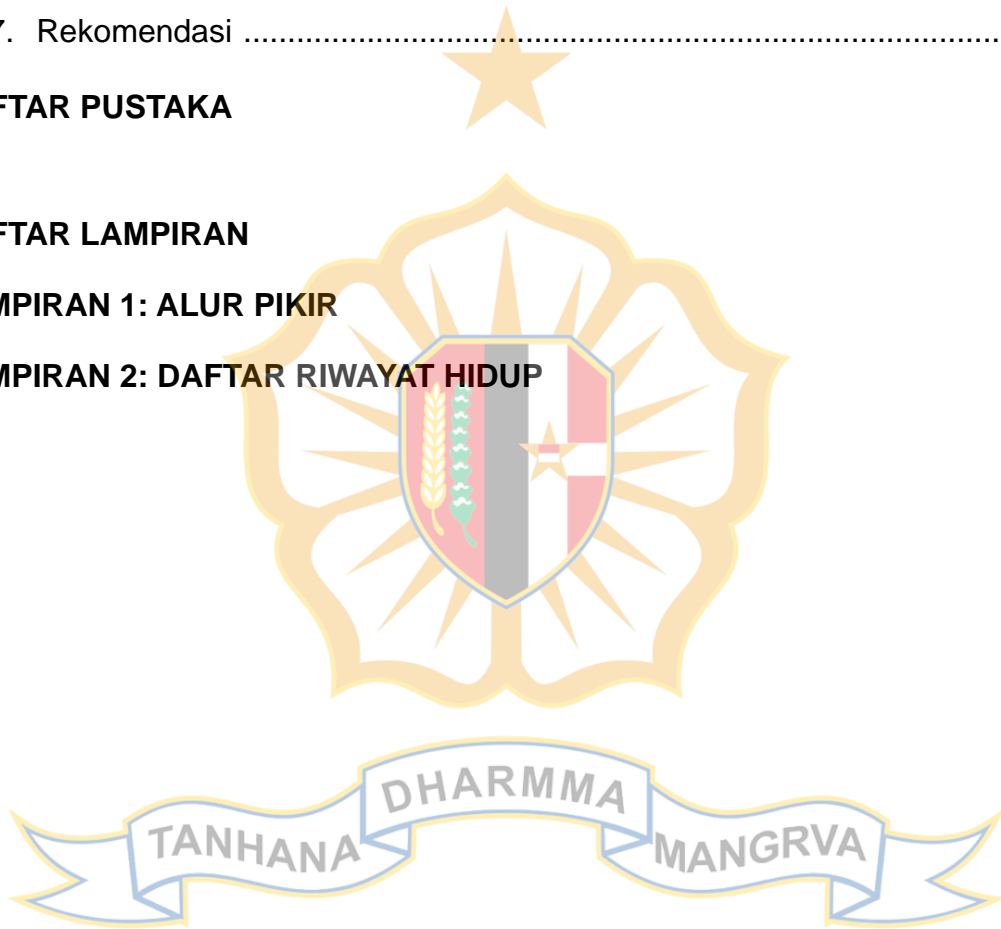
- 16. Simpulan77
- 17. Rekomendasi79

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1: ALUR PIKIR

LAMPIRAN 2: DAFTAR RIWAYAT HIDUP



LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA

DAFTAR TABEL

Tabel I. Potensi Energi Terbarukan Indonesia



DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Bauran Produksi Listrik Nasional
- Gambar 2. Produksi Listrik Energi Terbarukan
- Gambar 3. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Nasional Tahun 2022
- Gambar 4. Bauran Pembangkit Listrik Tahun 2013-2022
- Gambar 5. Bauran Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Tahun 2013-2022
- Gambar 6. Potensi Energi Surya di Indonesia
- Gambar 7. Emisi CO₂ di Indonesia Periode Tahun 2013-2022
- Gambar 8. Kesiapan Transisi Energi Listrik Indonesia
- Gambar 9. Pola Transisi dalam Permintaan Energi
- Gambar 10. Kurva S
- Gambar 11. Kapasitas PLTS Beroperasi di ASEAN (Januari 2023)



BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Transisi energi listrik dalam mendukung *green economy* merupakan agenda mendesak bangsa Indonesia dan membutuhkan percepatan dalam implementasinya untuk mewujudkan ketahanan energi nasional. *Green economy* adalah sebuah model ekonomi yang berfokus pada peningkatan kesejahteraan dan kesetaraan sosial, serta mitigasi risiko kerusakan lingkungan. Salah satu sektor penting dalam implementasi *green economy* adalah pemanfaatan sumber energi terbarukan pada produksi energi listrik. Fakta peningkatan permintaan energi listrik, penyusutan sumber energi fosil, serta komitmen global untuk mitigasi perubahan iklim menjadi alasan dasar urgensi transisi energi listrik dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

Ketahanan energi meliputi tiga indikator utama yang saling berkaitan, yakni keamanan energi, ekuitas energi, dan keberlanjutan. Keamanan energi mencerminkan kapasitas suatu negara untuk memenuhi permintaan energi, serta mampu bertahan dan bangkit kembali dengan cepat dari berbagai guncangan dan gangguan sistem rantai pasok. Ekuitas energi berkaitan dengan kemampuan suatu negara dalam menyediakan akses universal dan terjangkau terhadap energi untuk masyarakat. Sementara keberlanjutan atau *environmental sustainability* adalah efektivitas transisi sistem energi suatu negara dalam meredam dan mencegah potensi kerusakan lingkungan dan dampak perubahan iklim¹.

Berdasarkan ketiga indikator tersebut, kondisi ketahanan energi Indonesia tergolong masih lemah dan rentan. Hal ini secara langsung tercermin dari laporan *World Energy Council dalam World Energy Trilemma Index 2022*², yang mana menunjukkan bahwa ketahanan energi Indonesia berada pada peringkat 53 dari 127 negara. Secara komparatif, Indonesia

¹World Energy Council. (2022). *World Energy Trilemma Index 2022*. London: World Energy Council, h. 5.

²*Ibid*, h. 32.

berada di bawah beberapa negara di Asia Tenggara yakni Brunei (peringkat 25), Singapura dan Malaysia (peringkat 30), serta Thailand (peringkat 49).

Ketahanan energi nasional yang masih lemah pertama-tama berkaitan dengan terbatasnya kemampuan Indonesia dalam menjamin ketersediaan energi secara berkelanjutan bersamaan dengan pertumbuhan permintaan energi. Indonesia mengalami peningkatan permintaan energi rata-rata 5,0% per tahun³. Persoalannya, pemenuhan permintaan energi Indonesia masih sangat dominan berasal dari sumber energi fosil yakni batu bara, minyak, dan gas bumi yang pada 2022 mencapai 87,7%. Ketergantungan terhadap sumber energi fosil menyebabkan Indonesia menghadapi risiko krisis energi yang besar seiring penyusutan cadangan di tingkat nasional maupun global.

Total cadangan minyak bumi di Indonesia tahun 2022 sebesar 4,2 miliar barel, namun yang merupakan cadangan terbukti hanya sekitar 2,3 miliar barel. Cadangan minyak bumi tersebut diperkirakan akan habis dalam kurun waktu 10 hingga 15 tahun ke depan. Sementara total cadangan gas bumi Indonesia pada 2022 sekitar 55 *triliun standard cubic feet* (TSCF), namun cadangan terbukti hanya 36 TSCF, dan sisanya merupakan cadangan potensial. Jumlah total cadangan gas bumi tersebut mengalami penyusutan yang signifikan selama 10 tahun terakhir karena pada 2013 berjumlah 150 TSCF dengan cadangan terbukti 100 TSCF. Indonesia memang memiliki cadangan besar batu bara dengan total sumber daya pada tahun 2022 sebesar 99 miliar ton dan cadangan terbukti sebesar 35 miliar ton⁴. Namun demikian, dampak negatif batu bara terhadap lingkungan dan komitmen global untuk mitigasi perubahan iklim membuat ketergantungan terhadap batu bara dituntut segera ditinggalkan.

Cadangan sumber energi fosil dalam negeri yang terus menyusut membuat Indonesia menjadi net importir energi. Pada 2022 impor minyak mentah Indonesia sudah mencapai 32%, sedangkan impor LPG (*Liquefied*

³Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019*. Jakarta: Kepala Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan, h. 21.

⁴Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2023). *Outlook Energi Indonesia 2023*. Jakarta: Kepala Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan, h. 9-18.

Petroleum Gas) telah mencapai 80%⁵. Ketergantungan terhadap impor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri membuat ketahanan energi Indonesia rentan karena cadangan sumber energi global juga menyusut di samping kondisi geopolitik yang terus bergolak akibat konflik dan rivalitas antarnegara. Berdasarkan tren konsumsi dan cadangan sumber energi global, minyak bumi diperkirakan bertahan hanya sampai 2052, gas hingga tahun 2062, dan batu bara hingga 2090⁶. Sementara itu, gejolak geopolitik seperti perang Rusia-Ukraina yang belum kunjung usai, serta konflik terkini antara Israel dan beberapa negara di Timur Tengah menimbulkan disrupsi dalam pasar energi global baik dari segi pasokan maupun harga.

Ketergantungan terhadap impor membuat Indonesia cepat terpengaruh oleh kondisi pasar energi global. Akibat gangguan pasokan yang diikuti oleh kenaikan drastis harga energi di pasar global dengan cepat berdampak pada konsumen di Indonesia berupa kenaikan harga. Pada September 2022, Pemerintah menaikkan harga BBM jenis RON 90 dari Rp7.650 per liter menjadi Rp10.000 per liter. Kenaikan harga juga terjadi pada Solar Subsidi dari Rp5.150 per liter menjadi Rp6.800 per liter. Kenaikan harga BBM tersebut dari sisi ekuitas energi semakin membebani masyarakat.

Peningkatan kebutuhan energi dan ketergantungan terhadap sumber energi fosil membuat ketahanan energi Indonesia juga rapuh dari aspek keberlanjutan lingkungan (*environmental sustainability*). Pada tahun 2022, total emisi CO₂ sekitar 696,75 juta ton atau meningkat sekitar 14,8% dari emisi tahun 2021. Secara keseluruhan Emisi CO₂ di Indonesia meningkat rata-rata 4,1% per tahun. Emisi CO₂ terbesar berasal dari aktivitas pembangkit listrik sebesar 42,6%, selanjutnya industri 29,6%, transportasi 22,3% dan sisanya oleh sektor rumah tangga dan komersial masing-masing 0,6% dan 0,3%⁷.

Pemerintah Indonesia sejatinya telah berupaya memperkuat ketahanan energi nasional dengan mengarahkan transisi energi serta menetapkan

⁵*Ibid.*

⁶Kuo, G. (2019). *When Fossil Fuels Run Out, What Then?* URL.

⁷Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2023). *Loc. Cit.*

berbagai target untuk dipenuhi. Dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN)⁸, Pemerintah menarget komposisi energi terbarukan dalam bauran energi nasional mencapai 23% pada 2025 dan paling sedikit 31% pada 2050. Indonesia juga menargetkan pada 2030 penurunan emisi gas rumah kaca sebesar 31,89% melalui usaha mandiri dan 42,20% dengan bantuan internasional, serta target *net zero emission* dapat tercapai tahun 2060 atau lebih cepat⁹.

Persoalan dari inisiatif tersebut adalah tidak selaras antara target-target yang telah ditetapkan dengan pencapaian yang dihasilkan. Capaian energi terbarukan dalam bauran energi nasional pada 2022 baru mencapai 12,3% yang berarti masih jauh dari target sebesar 23% pada tahun 2025 sebagaimana tertuang dalam KEN. Sejalan dengan melesetnya target sektor energi tersebut, target pengurangan emisi gas rumah kaca atau target *net zero emission* juga tidak selaras dengan tren yang terjadi. Menurut pemodelan *Institute for Essential Service Reform (IESR)*¹⁰ dengan mengikuti tren saat ini, emisi gas rumah kaca dari sektor energi akan meningkat dari 743 MtCO₂e pada tahun 2022 menjadi 963 MtCO₂e pada tahun 2030 dan belum menunjukkan tanda-tanda akan mencapai puncaknya serta terus meningkat hingga tahun 2060.

Terdapat peluang bagi Indonesia untuk memperkuat atau memperbaiki kondisi ketahanan energi nasional tersebut. Tren elektrifikasi pada semua aspek seperti pada sektor transportasi, rumah tangga, industri, dan sektor lainnya dapat menjadi peluang untuk meningkatkan ketahanan energi nasional Indonesia apabila produksi energi listrik segera bertransisi menuju ke arah yang semakin berkelanjutan.

Tren elektrifikasi yang terus berkembang tentu semakin meningkatkan kebutuhan energi listrik. Indonesia sendiri terus mengalami peningkatan permintaan energi listrik dengan pertumbuhan signifikan selama satu

⁸Lihat: Pasal 9 ayat (f) poin 1 Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional.

⁹Republik Indonesia. (2022). *Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*, h. 12.

¹⁰Institute for Essential Service Reform. (2023). *Indonesia Energy Transition Outlook 2024*. Jakarta: IESR, h. 1.

dekade terakhir. Pada 2012 permintaan listrik di Indonesia sebesar 174 TWh dan kemudian meningkat menjadi 255 TWh pada 2021 yang berarti terjadi pertumbuhan mencapai 68% sehingga konsumsi listrik mengalami pertumbuhan tertinggi di antara sektor energi lainnya¹¹. Kecenderungan peningkatan konsumsi listrik akan terus berlanjut, sehingga permintaan energi nasional pada 2050 dominan mencapai 35% berupa energi listrik¹².

Peningkatan permintaan tersebut menuntut percepatan transisi energi listrik melalui optimalisasi pemanfaatan sumber energi terbarukan. Pasalnya, apabila kondisi energi listrik saat ini bertahan lebih lama, target-target yang telah ditetapkan dalam bauran energi nasional maupun target *net zero emission* pada 2060 sulit tercapai dan pada gilirannya memperlemah ketahanan energi nasional. Kondisi sektor kelistrikan Indonesia saat ini ditandai dengan ketergantungan tinggi terhadap sumber energi fosil. Pembangkitan energi listrik pada 2020 masih dominan dari batu bara, yang mengisi separuh total kapasitas nasional, disusul gas sebesar 25%. Sementara pembangkit listrik berbasis energi terbarukan baru mencapai 15%¹³. Karena itu, peningkatan konsumsi listrik selama ini yang pemenuhannya didominasi oleh pembangkit berbasis fosil menyebabkan Indonesia masuk di antara 10 negara penghasil CO₂ teratas yang bertanggung jawab terhadap 80% emisi global dari sektor listrik¹⁴.

Indonesia sejatinya memiliki peluang besar untuk melakukan percepatan transisi energi listrik karena potensi energi terbarukannya berlimpah. Berdasarkan data pemutakhiran tahun 2021, potensi energi terbarukan di Indonesia mencapai total 3.687 GW dari laut, panas bumi, bioenergi, bayu, hidro, dan surya¹⁵. Potensi tersebut tersebar di seluruh wilayah Indonesia namun pemanfaatannya hingga 2022 baru mencapai 12,6 GW atau hanya 0,30% dari potensi yang ada¹⁶.

¹¹Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2022). *Outlook Energi Indonesia 2022*. Jakarta: Kepala Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan, h. 22.

¹²Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2019). *Loc Cit.*

¹³Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2023). *Loc. Cit.*

¹⁴Wiatros-Motyka, M. et al. (2023). *Global Electricity Review 2023*. London: Ember, h. 68.

¹⁵Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2023). *Loc. Cit.*

¹⁶*Ibid.*

Apabila lebih dirinci, dari total 3.687 GW potensi energi terbarukan tersebut, ternyata 3.294 atau 89,2% di antaranya merupakan potensi dari tenaga surya. Karena itu, dalam *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emission in Indonesia* yang disusun International Energy Agency (IEA)¹⁷, pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ditempatkan sebagai *leading* dalam transisi energi sektor listrik untuk mencapai *net zero emission*. Persoalannya, pemanfaatan potensi tenaga surya tersebut hingga tahun 2022 baru mencapai 0,3 GW atau 0,01% sehingga menjadi yang terkecil di antara jenis sumber energi terbarukan lainnya.

Perkembangan transisi energi listrik tenaga surya tersebut di Indonesia berlawanan dengan tren yang berlangsung pada tingkat global, yang mana PLTS justru mengalami pertumbuhan paling signifikan di antara semua jenis pembangkit energi terbarukan lainnya. Progres perkembangan transisi energi listrik tenaga surya yang berlangsung lambat disebabkan oleh berbagai faktor yang bersifat kompleks baik pada sistem energi secara keseluruhan maupun spesifik pada pemanfaatan tenaga surya. Mempertimbangkan potensi besar tenaga surya, minimnya pemanfaatan, serta tren pada tingkat global, maka transformasi penyediaan energi listrik melalui pengembangan PLTS berbagai jenis dan skala selanjutnya menjadi fokus utama dalam upaya percepatan transisi energi listrik di Indonesia.

Peluang dari upaya percepatan transisi energi listrik tenaga surya juga didukung oleh tren global yang menunjukkan prospek menjanjikan baik dari aspek teknologi maupun investasi. Disrupsi teknologi pada PLTS dapat mempercepat proses transisi. Sebagai contoh, instalasi PLTS dapat dikembangkan secara modular sehingga memudahkan penerapannya oleh sektor industri maupun oleh konsumen rumah tangga. Desentralisasi dan demokratisasi PLTS dengan desain modular tersebut diyakini akan mengubah model bisnis kelistrikan di masa depan. Bersama dengan perkembangan teknologi, tren global juga memperlihatkan bahwa biaya pembangkit energi terbarukan semakin kompetitif. Pembiayaan atau investasi pada sektor energi terbarukan juga terus meningkat dan

¹⁷International Energy Agency. (2022). *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emission in Indonesia*. France: IEA, h. 137.

mengungguli investasi pada sektor energi fosil. Tren peningkatan investasi global di sektor energi terbarukan terutama berlangsung pada tenaga surya, yang kini memimpin laju transisi energi global.

Berdasarkan peluang-peluang tersebut dan kondisi ketahanan energi nasional saat ini, transisi energi listrik berbasis energi terbarukan khususnya tenaga surya di Indonesia semakin mendesak untuk dilakukan. Melalui transisi energi listrik tenaga surya, Indonesia dapat menjaga pasokan dan harga yang lebih terjangkau secara berkelanjutan sekaligus meningkatkan kontribusinya dalam menurunkan emisi CO₂ serta mendorong kegiatan produktif dengan akses energi listrik yang berkualitas. Kondisi sektor kelistrikan yang dominan bersumber dari energi fosil serta minimnya energi terbarukan khususnya energi surya menggambarkan bahwa proses transisinya berlangsung lambat. Oleh karena itu, Indonesia perlu melakukan langkah-langkah yang lebih konkret dan konsisten untuk mempercepat prosesnya sebagai bagian kunci dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, Taskap ini mengangkat judul **“Percepatan Transisi Energi Listrik dalam Mendukung *Green Economy* guna Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional”**.

2. Rumusan Masalah

Tren elektrifikasi dan perkembangan masyarakat memicu peningkatan kebutuhan energi listrik secara signifikan. Produksi energi listrik yang berbasis energi fosil berlawanan dengan konsep *green economy* yang merupakan koridor kebijakan global dalam mengatasi pemanasan global serta meningkatkan ketahanan energi nasional. Oleh karena itu, kelistrikan patut ditempatkan sebagai sektor utama dalam transisi energi. Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan yang berlimpah untuk menjalankan transisi energi listrik. Sebagai negara tropis, sumber energi terbarukan yang paling besar di Indonesia adalah tenaga surya sehingga pengembangan dan pemanfaatan energi listrik tenaga surya perlu menjadi prioritas untuk mempercepat proses transisi energi listrik. Selain itu,

pemanfaatan energi surya di antara jenis sumber energi terbarukan lainnya merupakan yang terkecil jumlahnya sehingga percepatan pengembangan dan pembangunan PLTS akan mempercepat transisi energi listrik berbasis energi terbarukan sebagai bagian esensial dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah Taskap ini dikemukakan dalam bentuk kalimat interogatif sebagai berikut: **“Bagaimana mempercepat transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional?”**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, pertanyaan kajian dalam Taskap ini dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana tantangan dan peluang percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy*?
- b. Bagaimana dampak percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* terhadap ketahanan energi nasional?
- c. Bagaimana upaya strategis mempercepat transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional?

3. Maksud dan Tujuan

- a. **Maksud.** Menguraikan kondisi perkembangan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* saat ini, mengidentifikasi tantangan dan peluangnya, serta mengajukan strategi mempercepat proses transisi tersebut guna mewujudkan ketahanan energi nasional.
- b. **Tujuan.** Menjadi masukan kepada Pemerintah dalam merumuskan kebijakan, strategi, atau program untuk mempercepat transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

4. Ruang Lingkup dan Sistematika

- a. **Ruang Lingkup.** Transisi energi listrik mencakup aspek dan jenis energi yang beragam, sehingga agar pembahasan lebih terarah atau fokus maka ruang lingkup Taskap ini dibatasi pada pembahasan mengenai percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.
- b. **Sistematika.** Penulisan Taskap ini disusun per bab yang terdiri dari empat bab sebagai berikut:
 - 1) **Bab I Pendahuluan.** Memuat latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan sistematika, metode dan pendekatan, serta pengertian berbagai istilah kunci.
 - 2) **Bab II Landasan Pemikiran.** Menguraikan landasan pemikiran yang terdiri dari berbagai faktor yang berpengaruh terhadap pertanyaan-pertanyaan kajian dan pencapaian simpulan serta menjadi landasan analisis. Bab ini berisi berbagai peraturan perundang-undangan yang terkait, data/fakta yang ditemukan, kerangka teoretis yang digunakan sebagai pisau analisis, serta lingkungan strategis yang berpengaruh dari tingkat global, regional, dan nasional.
 - 3) **Bab III Pembahasan.** Menganalisis percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional berdasarkan rumusan masalah dan pertanyaan kajian yang telah diuraikan pada Bab I Pendahuluan sebelumnya.
 - 4) **Bab IV Penutup.** Memuat simpulan dan rekomendasi yang menjadi solusi permasalahan yang ditemukan sesuai hasil pembahasan dalam Bab III Pembahasan sebelumnya.

5. Metode dan Pendekatan

- a. **Metode.** Penulisan Taskap ini menggunakan metode analisis kualitatif/deskriptif yang menekankan pengumpulan serta analisis penyajian data dan fakta berdasarkan metode penelitian literatur (studi kepustakaan).
- b. **Pendekatan.** Penulisan Taskap ini menggunakan perspektif kepentingan nasional dan ketahanan energi nasional, dengan analisis multidisiplin ilmu sesuai dengan kerangka pemikiran dan teori yang digunakan.

6. Pengertian

- a. **Transisi energi.** Secara sederhana dapat diartikan sebagai perubahan sistem produksi dan konsumsi energi dalam kurun waktu tertentu. Menurut Kathleen Araújo, dalam Jannata Giwangkara¹⁸, transisi energi adalah proses transformasi dalam pasokan energi berbasis bahan bakar fosil menuju sistem energi yang lebih efisien, rendah karbon, dan berkelanjutan dengan energi terbarukan.
- b. **Sumber energi terbarukan:** Adalah sumber energi yang dihasilkan dari sumber energi yang berkelanjutan jika dikelola dengan baik antara lain panas bumi, angin, bioenergi, sinar matahari, aliran dan terjunan air, serta gerakan dan perbedaan suhu lapisan laut¹⁹.
- c. **Energi terbarukan:** Adalah energi yang berasal dari sumber energi terbarukan²⁰.
- d. **Elektrifikasi:** Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online²¹, elektrifikasi adalah pemakaian atau penggantian dengan listrik yang sebelumnya tidak menggunakan listrik atau memasang (melengkapi)

¹⁸Giwangkara, J. (n.d). *Urgensi Transisi Energi Terbarukan di Indonesia*. Jakarta: Indonesian Parliamentary Center, h. 3.

¹⁹Pasal 1 poin 6 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi.

²⁰Pasal 1 poin 7 Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi.

²¹Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online. Elektrifikasi. URL.

sesuatu dengan tenaga listrik untuk menggantikan tenaga yang lain. Sementara menurut International Energy Agency²², elektrifikasi berarti proses menggantikan teknologi atau proses yang menggunakan bahan bakar fosil dengan versi yang ditenagai listrik.

- e. **Modular:** Terdiri dari unit atau bagian-bagian yang terstandarisasi untuk konstruksi yang mudah atau pengaturan yang fleksibel. Desain modular adalah prinsip desain yang membagi sistem menjadi bagian-bagian kecil yang disebut modul, yang dapat dibuat, dimodifikasi, diganti, atau ditukar secara independen dengan modul lain atau antara sistem yang berbeda²³.
- f. **Net zero emission.** Mengacu pada kondisi tatkala jumlah emisi gas rumah kaca yang dilepaskan ke atmosfer setara dengan jumlah yang dihilangkan dari atmosfer melalui pengurangan atau penangkapan. Dalam konteks perubahan iklim, target *net zero emission* berarti mencapai keseimbangan antara emisi yang dihasilkan oleh aktivitas manusia dengan upaya untuk mengurangi emisi tersebut atau mengkompensasinya dengan mengurangi emisi lain serta menangkap karbon dari udara.
- g. **Paris Agreement.** Adalah sebuah kesepakatan internasional yang ditetapkan dalam Konferensi Iklim PBB ke-21 di Paris pada Desember 2015. Tujuan utama dari *Paris Agreement* atau Perjanjian Paris adalah untuk mengatasi perubahan iklim global²⁴.
- h. **Nationally Determined Contribution (NDC).** Merupakan bagian dari implementasi *Paris Agreement*. NDC merujuk pada komitmen yang secara sukarela ditetapkan oleh setiap negara untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan mengambil tindakan adaptasi untuk mengurangi dampak perubahan iklim²⁵.

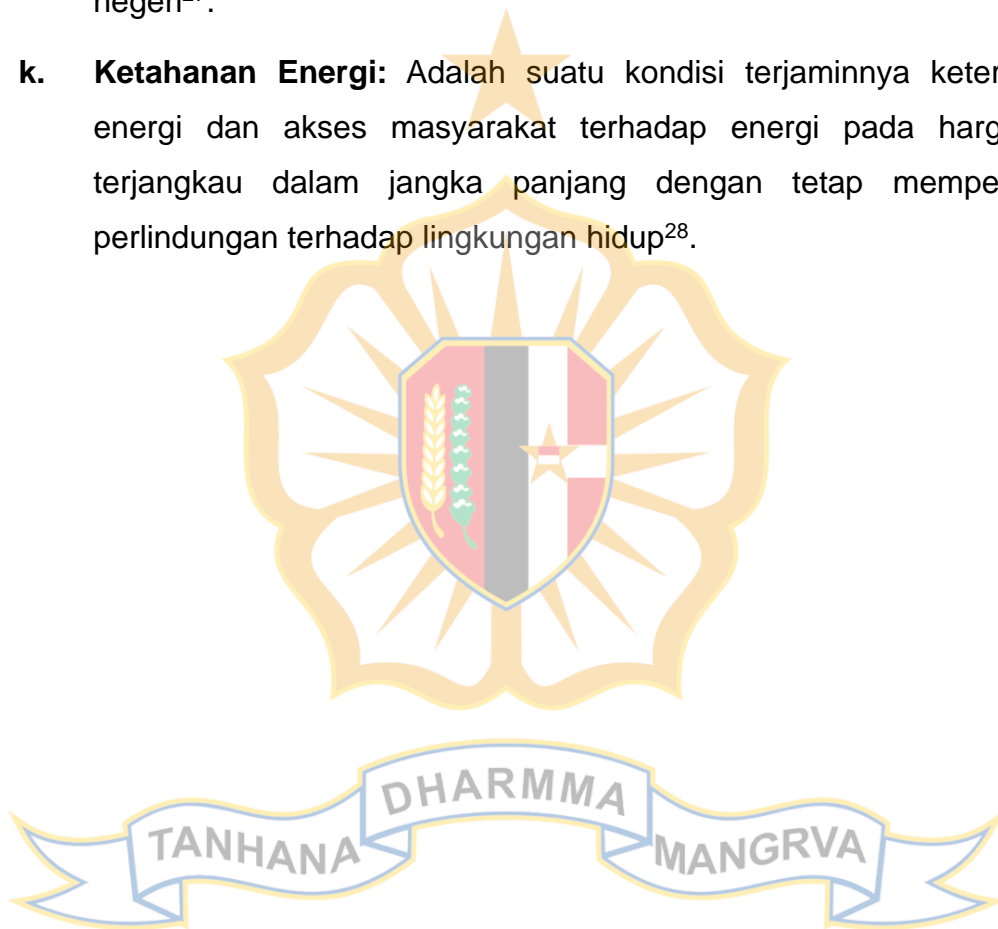
²²International Energy Agency. *Electrification*. URL.

²³Meriam Webster online. *Modular*. URL.

²⁴United Nations. (2015). *Paris Agreement*

²⁵Republik Indonesia. (2022). *Loc. Cit.*

- i. **Green economy:** Menurut UN Environment Programme (UNEP)²⁶ adalah paradigma pembangunan yang menghasilkan peningkatan kesejahteraan dan keadilan sosial, sekaligus secara signifikan mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologis. Ekonomi hijau bersifat rendah karbon, efisien sumber daya, dan inklusif secara sosial.
- j. **Kemandirian energi:** Adalah terjaminnya ketersediaan dengan memanfaatkan semaksimal mungkin potensi dari sumber dalam negeri²⁷.
- k. **Ketahanan Energi:** Adalah suatu kondisi terjaminnya ketersediaan energi dan akses masyarakat terhadap energi pada harga yang terjangkau dalam jangka panjang dengan tetap memperhatikan perlindungan terhadap lingkungan hidup²⁸.



²⁶Fedriago-Fazio, D. and Patrick t. B. (2012). *Green Economy*. UNEP Division of Communications and Public Information, h. 3.

²⁷Pasal 1 poin 9 Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional.

²⁸Pasal 1 poin 10 Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional.

BAB II

LANDASAN PEMIKIRAN

7. Umum

Peningkatan kebutuhan listrik bersamaan dengan tren elektrifikasi dalam berbagai aspek serta keharusan mitigasi perubahan iklim menjadikan transisi energi listrik bersifat mendesak dalam konsep *green economy* yang menekankan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan. Indonesia sendiri memang telah berkomitmen dan berinisiatif melakukan transisi energi listrik sebagai implementasi dari *green economy* namun sejauh ini progresnya berjalan lambat. Indonesia memiliki potensi sumber energi terbarukan yang besar terutama tenaga surya sehingga percepatan transisi energi listrik tenaga surya mendesak bagi Indonesia dalam mendukung *green economy* untuk mewujudkan ketahanan energi nasional.

Bab ini akan menjabarkan landasan pemikiran yang terdiri dari regulasi, data/fakta, kerangka teoretis, dan lingkungan strategis percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna ketahanan energi nasional. Dengan demikian, dapat ditunjukkan bahwa percepatan transisi energi listrik tenaga surya memiliki legitimasi yuridis, data faktual, dan landasan teoretis. Selain itu dengan menguraikan lingkungan strategis, dapat dipahami dinamika transisi energi listrik tenaga surya, serta faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tantangan dan peluangnya.

8. Peraturan Perundang-Undangan

a. **Pasal 33 Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 (UUD NRI 1945)**

UUD NRI 1945 menjadi landasan konstitusional upaya percepatan transisi energi listrik tenaga surya. Pada pasal 33 ayat (2) dan (3), UUD NRI 1945 mengamanatkan agar energi sebagai salah satu dari cabang-cabang produksi yang penting bagi negara dan menguasai hajat hidup orang banyak agar dikuasai oleh negara dalam pengertian pengaturan

dan penyelenggaraannya. Sementara sumber daya energi yang berasal dari bumi, air, dan kekayaan alam dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat.

b. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi

Undang-undang ini secara spesifik memasukkan transisi energi sebagai salah satu pokok pikiran yang menjadi latar belakang penyusunannya. Ini ditegaskan pada konsideran poin C yang menyebutkan bahwa cadangan sumber energi tak terbarukan terbatas, maka perlu adanya kegiatan penganekaragaman sumber daya energi agar ketersediaan energi terjamin. Rincian mengenai pokok pikiran tersebut kemudian diuraikan dalam serangkaian pasal. Pada pasal 20 ayat (4) dan pasal 21 ayat (2) masing-masing menyebutkan bahwa penyediaan maupun pemanfaatan energi baru dan terbarukan wajib ditingkatkan oleh Pemerintah dan pemerintah daerah.

c. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan

Undang-undang ini mengatur mengenai tuntutan transisi energi listrik dalam mewujudkan ketahanan energi nasional. Pada pasal 2 ayat (2) secara umum memasukkan aspek-aspek ketahanan energi nasional bahwa tujuan pembangunan ketenagalistrikan untuk menjamin ketersediaan tenaga listrik, kualitas yang baik, dan harga yang wajar dalam rangka meningkatkan kesejahteraan serta mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Sementara mengenai tuntutan untuk melakukan transisi energi listrik termuat pada pasal 6 ayat (2) bahwa pemanfaatan sumber energi primer harus dilaksanakan dengan mengutamakan sumber energi baru dan energi terbarukan.

d. Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN)

Peraturan Pemerintah ini memuat sasaran KEN, termasuk mengenai transisi energi. KEN ini kemudian menjadi dasar dalam penyusunan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Rencana

Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN). Dalam konteks peran energi baru terbarukan, Peraturan ini menetapkan target bahwa pada 2025 porsi telah mencapai paling sedikit 23% dan pada 2050 paling sedikit 31% dari bauran energi nasional. Sementara dalam upaya mengerem penggunaan sumber energi fosil, target yang ditetapkan adalah pada tahun 2025 peran minyak bumi diupayakan kurang dari 25%, peran batu bara minimal 30%, dan peran gas bumi minimal 22%.

e. Peraturan Presiden RI Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik

Perpres ini secara spesifik menjadi landasan percepatan transisi energi listrik tenaga surya. Perpres ini mengatur beberapa ketentuan meliputi penyusunan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) yang lebih memperhatikan pengembangan energi terbarukan, penyusunan peta jalan pengakhiran masa operasional Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), pembelian tenaga listrik dari pembangkit yang memanfaatkan sumber energi terbarukan, pengaturan mengenai harga pembelian tenaga listrik dari sumber energi terbarukan, dukungan pemerintah, dan berbagai ketentuan lainnya.

f. Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik

Peraturan ini menjadi landasan percepatan transisi energi listrik tenaga surya. Pokok utama dalam Permen ESDM ini berkaitan dengan pengaturan terkait pembelian tenaga listrik yang memanfaatkan sumber energi terbarukan oleh PT Perusahaan Listrik Negara/PLN (persero). Pada pasal 2 disebutkan bahwa PT PLN (persero) diwajibkan membeli tenaga listrik dari pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi terbarukan dalam rangka penyediaan tenaga listrik yang berkelanjutan. Oleh karena itu, ruang lingkup Permen ini adalah pedoman bagi PT PLN (persero) dalam melakukan pembelian tenaga listrik dari pembangkit listrik yang memanfaatkan sumber energi terbarukan.

g. Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 143 K/20/MEM/2019 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2038

Keputusan Menteri ESDM ini menjadi landasan percepatan transisi energi listrik tenaga surya yakni dengan menetapkan target bauran energi listrik periode tahun 2025 dan 2038. Target bauran pembangkit listrik tahun 2025 terdiri dari batu bara 55%, Gas 22%, BBM 0,4%, dan EBT sekitar 23%. Kemudian target bauran energi pembangkit listrik pada 2038 terdiri dari batu bara 47%, gas 25%, BBM 0,1% dan EBT 28%.

9. Data/Fakta

Data/fakta yang ditampilkan meliputi konsumsi listrik saat ini dan proyeksi di masa depan, produksi listrik nasional, kapasitas dan bauran pembangkit listrik nasional, potensi energi terbarukan, emisi CO₂, dan kesiapan transisi energi listrik Indonesia. Melalui penyertaan data/fakta tersebut diharapkan dapat menggambarkan kondisi dan situasi terkini ketenagalistrikan serta urgensi untuk mempercepat transisinya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

a. Konsumsi Listrik Nasional

Total permintaan listrik pada tahun 2022 sebesar 313 TWh, yang akan terus meningkat berdasarkan berbagai skenario mencapai antara 477 TWh dan 488 TWh. Pertumbuhan tertinggi konsumsi listrik dalam 10 tahun ke depan adalah sektor transportasi sejalan dengan kebijakan pemerintah dalam mempercepat transformasi kendaraan listrik. Dengan kebijakan tersebut, berdasarkan beberapa skenario pada 2030 diproyeksi terdapat antara 0,9 juta hingga 1,9 juta unit mobil listrik dan antara 1,9 juta dan 9,8 juta sepeda motor listrik. Berdasarkan wilayah, permintaan listrik pada 2022 dominan mencapai sekitar 200 TWh berada di Jawa-Bali dan akan masih dominan sampai 2033 karena

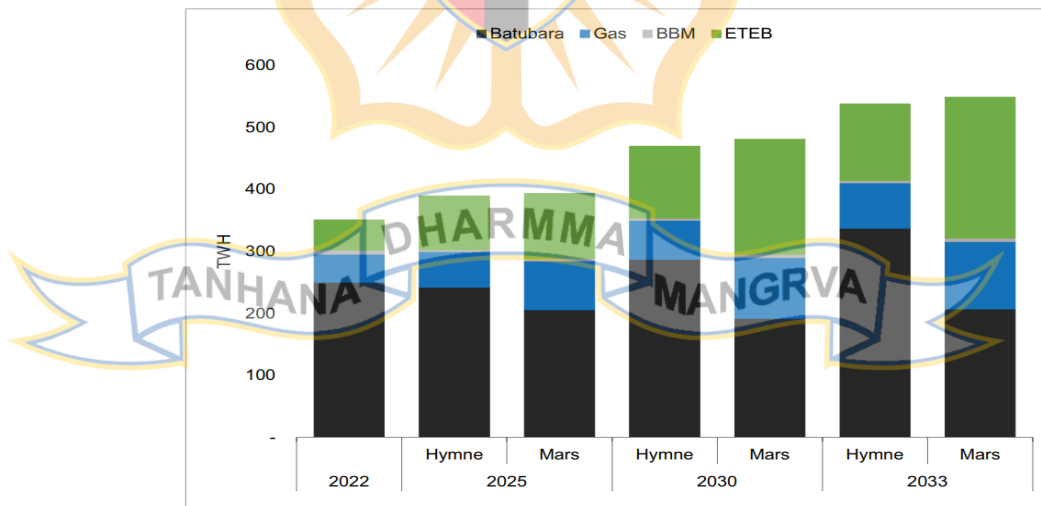
dipengaruhi oleh pembangunan berbagai sektor yang lebih maju dibandingkan wilayah lainnya²⁹.

b. Produksi Listrik Nasional

Pada 2022, total produksi listrik nasional sebesar 351 TWh. Berdasarkan berbagai skenario, total produksi listrik diproyeksi akan meningkat antara 538 TWh dan 549 TWh pada 2033. Berdasarkan wilayah, produksi listrik saat ini dominan berada di Jawa-Bali mencapai sekitar 60% dari total nasional. Proyeksi perkembangan produksi listrik per wilayah pada 2033 juga masih dominan di Jawa-Bali mencapai antara 61% hingga 68% tergantung skenario³⁰.

Produksi listrik pada 2022 mayoritas berasal dari pembangkit berbahan bakar batu bara dengan pangsa sekitar 71% dan selama 10 tahun kedepan akan tetap dominan meski mengalami penurunan dengan besaran bervariasi tergantung pada skenario yang digunakan, sebagaimana ditunjukkan gambar berikut;

Gambar 1. Bauran Produksi Listrik Nasional



Sumber: Dewan Energi Nasional³¹.

Penurunan pangsa pembangkit batu bara dipengaruhi oleh program *co-firing* biomassa beberapa PLTU dan peningkatan produksi

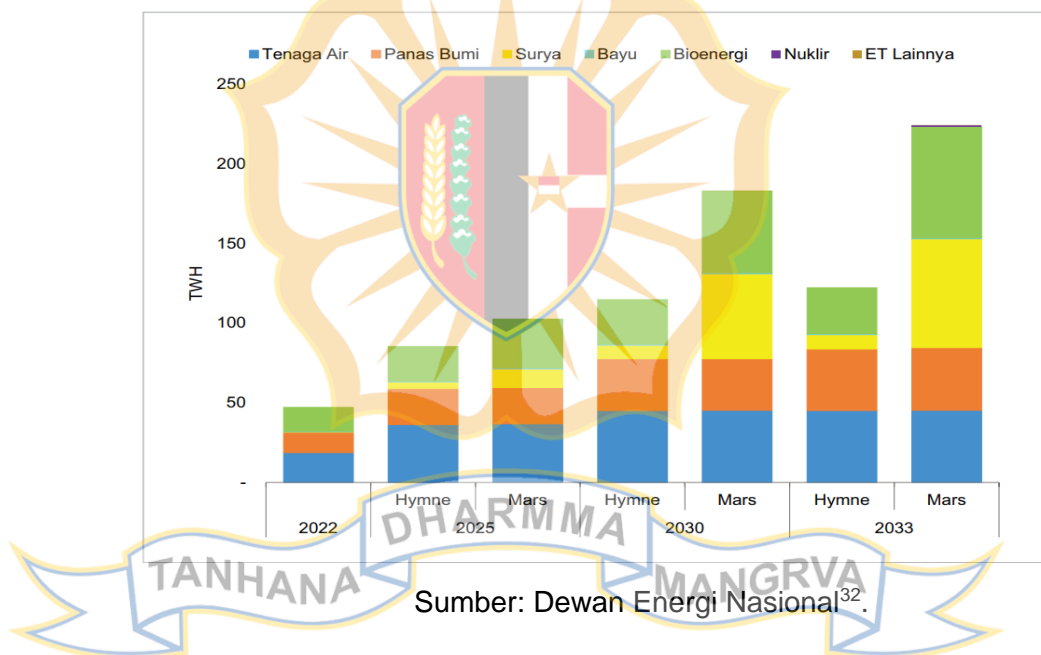
²⁹Dewan Energi Nasional. (2023). *Op. Cit*, h. 43-45.

³⁰*Ibid*, h. 45 & 48.

³¹*Ibid*, h. 46.

pembangkit energi terbarukan. Kapasitas PLTU yang menerapkan *co-firing* biomassa pada 2022 sebesar 14 GW dan akan meningkat menjadi sekitar 17 GW pada 2033. Sebaliknya produksi listrik dari pembangkit energi terbarukan diproyeksikan mengalami pertumbuhan signifikan dalam 10 tahun ke depan yakni dari 49 TWh pada 2022, menjadi 122 TWh dan 224 TWh tergantung berdasarkan proyeksi yang digunakan. Produksi pembangkit listrik dari sumber energi terbarukan saat ini maupun proyeksi ke depan didominasi oleh PLTA dan PLTP, namun pertumbuhan terbesar berasal dari PLTS sebesar 61% sehingga produksi meningkat dari 0,4 TWh pada 2022 menjadi 68 TWh pada 2023 sebagaimana ditunjukkan gambar berikut:

Gambar 2. Produksi Listrik Energi Terbarukan

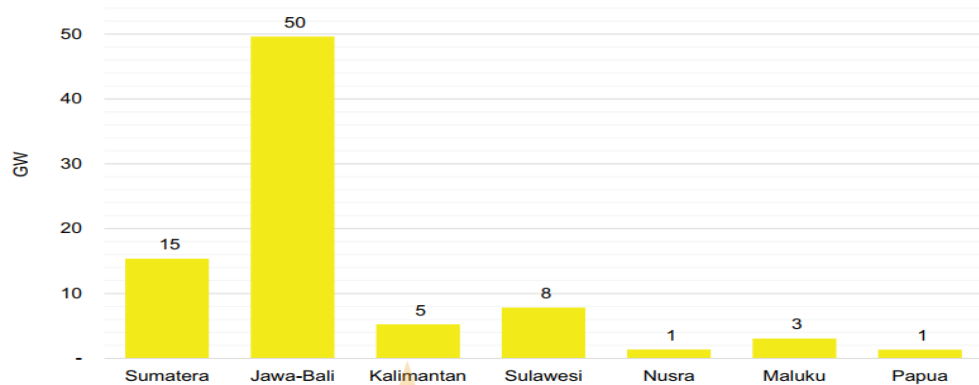


c. Kapasitas dan bauran Pembangkit Listrik Nasional

Kapasitas terpasang pembangkit listrik nasional hingga tahun 2022 total sebesar 83,8 GW, meningkat hampir 1,7 kali lipat selama 10 tahun terakhir. Berdasarkan wilayah, kapasitas terpasang pembangkit listrik nasional dominan berada pada wilayah Jawa-Bali sebagaimana ditunjukkan gambar berikut;

³²*Ibid*, h. 47.

Gambar 3. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Nasional Tahun 2022

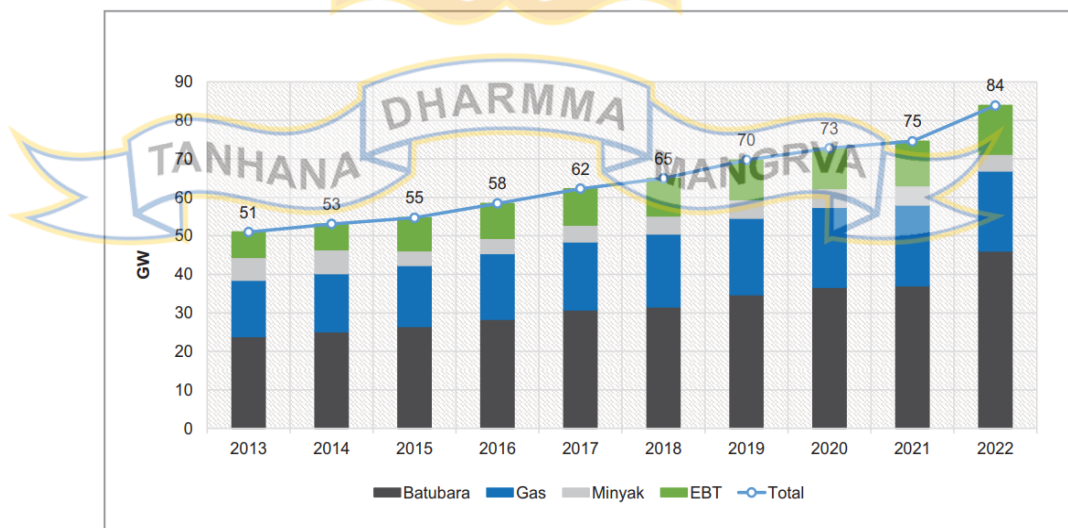


Sumber: Dewan Energi Nasional³³.

Gambar di atas menunjukkan statistik persebaran pembangunan infrastruktur pembangkit listrik belum merata, yang mana kapasitas pembangkit listrik di wilayah Jawa-Bali mencapai sekitar 62%, sementara di Pulau Sumatera hanya sekitar 19%, Kalimantan 7%, Sulawesi 10%, Nusa Tenggara 2%, Maluku 4%, dan Papua 2%.

Bauran pembangkit energi listrik menunjukkan tren yang relatif sama terkait masih sangat dominannya bahan bakar fosil sebagaimana ditunjukkan gambar berikut;

Gambar 4. Bauran Pembangkit Listrik Tahun 2013-2022

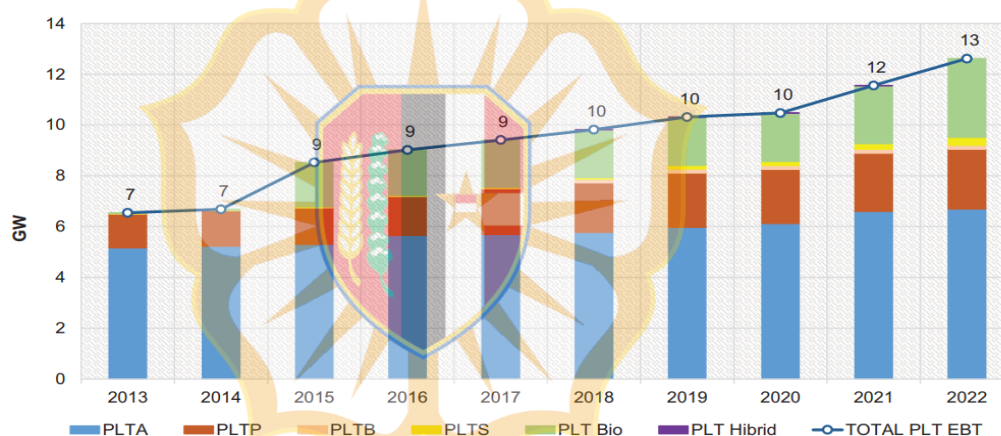


Sumber: Dewan Energi Nasional³⁴.

³³*Ibid*, h. 28.

Pembangkit listrik masih didominasi oleh tenaga batu bara yang mengisi hingga separuh total kapasitas nasional, diikuti oleh pembangkit listrik berbahan bakar gas sekitar 25%. Sedangkan, pembangkit listrik berbasis energi Baru Terbarukan (EBT) baru mencapai 15% atau hanya bertambah sekitar 6 GW dalam kurun waktu 10 tahun terakhir. Pembangkit EBT didominasi oleh tenaga air mencapai 58%, kemudian panas bumi (20%), dan biomassa 18%. Sementara tenaga surya baik *on-grid* maupun *off-grid* tercatat baru mencapai 225 MW. Meski pencapaian energi terbarukan belum sejalan dengan target yang ditetapkan, berdasarkan grafik tersebut, kapasitasnya terus bertambah dan menunjukkan tren positif.

Gambar 5. Bauran Pembangkit Listrik Energi Terbarukan



Sumber: Dewan Energi Nasional³⁵.

Berdasarkan gambar di atas, meski kapasitas energi surya paling kecil dalam bauran energi terbarukan, terjadi peningkatan secara konsisten setiap tahun dari tahun 2017 hingga 2022, yang berarti trennya tetap positif.

d. Potensi Energi Terbarukan

Berdasarkan pemutakhiran pada tahun 2021, potensi energi terbarukan Indonesia total mencapai 3.687 GW dengan pemanfaatan yang masih sangat kecil, sebagaimana diuraikan pada tabel berikut;

³⁴Ibid, h. 27.

³⁵Ibid, h. 27.

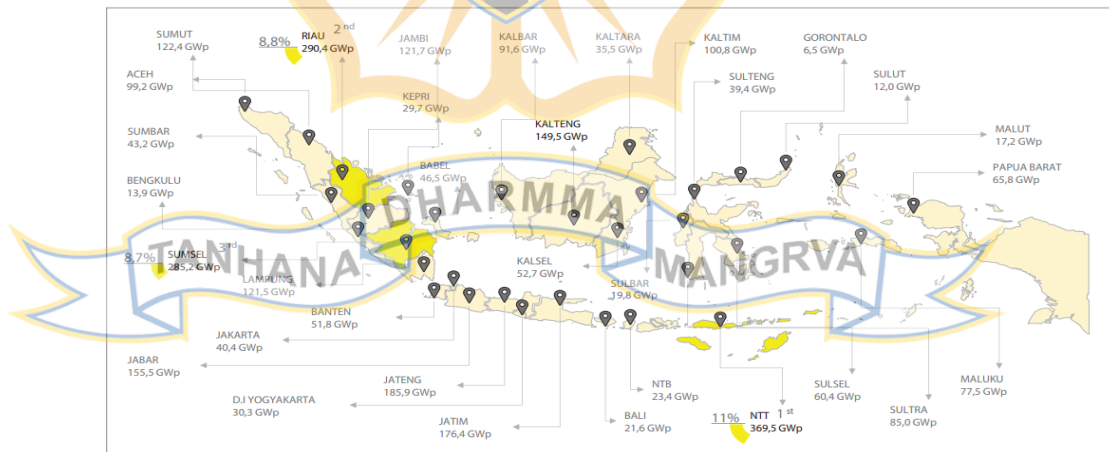
Tabel I. Potensi Energi Terbarukan Indonesia

Jenis Energi Terbarukan	Potensi (GW)	Pemanfaatan (GW)	% Pemanfaatan
Laut	63	-	-
Panas Bumi	23	2,4	10,30
Bioenergi	57	3,1	5,40
Bayu	155	0,2	0,10
Hidro	95	6,7	7,00
Surya	3.294	0,3	0,01
Total	3.687	12,6	0,30

Sumber: Dewan Energi Nasional³⁶.

Berdasarkan data dalam tabel di atas, potensi energi terbarukan yang terbesar adalah tenaga surya yang mencapai sekitar 89,2% namun pemanfaatannya justru paling kecil. Potensi tenaga surya tersebar di seluruh wilayah Indonesia, sebagaimana ditunjukkan gambar berikut;

Gambar 6. Potensi Tenaga Surya di Indonesia



Sumber: Dewan Energi Nasional³⁷.

Berdasarkan gambar tersebut, potensi tenaga surya tertinggi di tiga wilayah yakni NTT, Riau, dan Sumatera Selatan. Namun demikian, setiap wilayah memiliki potensi tenaga surya yang relatif besar.

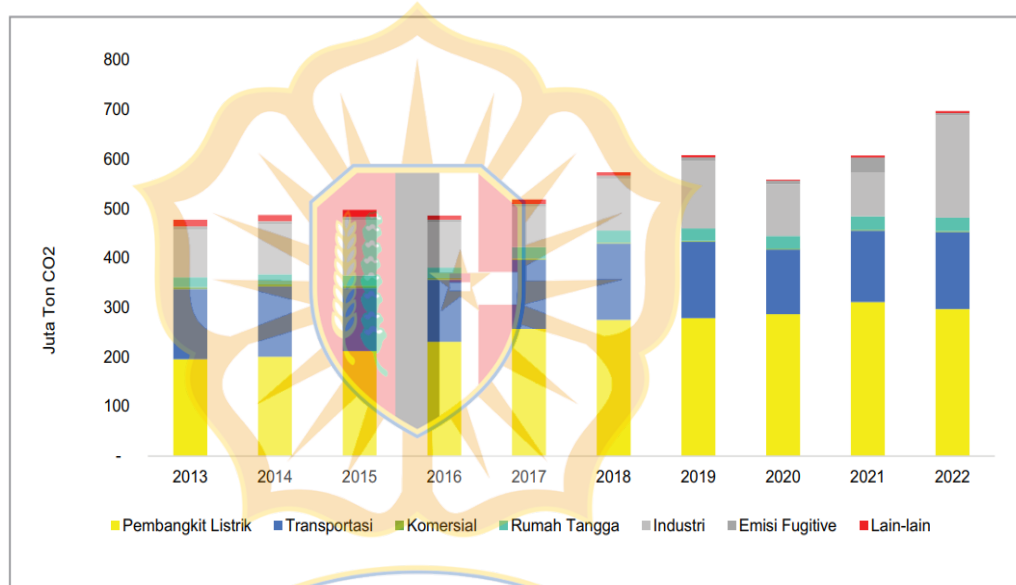
³⁶ *Ibid*, h. 12.

³⁷ *Ibid*, h. 17.

e. Emisi CO₂ Indonesia

Indonesia menghasilkan emisi CO₂ pada 2022 mencapai sekitar 696,75 juta ton, tumbuh 14,8% dibandingkan tahun 2021. Berdasarkan aktivitas pembakaran bahan bakar di 2022, emisi CO₂ terbesar berasal dari aktivitas pembangkit tenaga listrik yang mencapai 297 juta ton CO₂ atau 42,6%, diikuti industri sebesar 206,4 juta ton CO₂ (29,6%), sektor transportasi sebesar 155,6 juta ton CO₂ (22,3%), sektor rumah tangga sebesar 27,1 juta ton CO₂ (3,9%) dan sisanya sektor komersial sebesar 1,8 juta ton CO₂ (0,3%), sebagaimana gambar berikut;

Gambar 7. Emisi CO₂ di Indonesia Periode Tahun 2013-2022



Sumber: Dewan Energi Nasional³⁸.

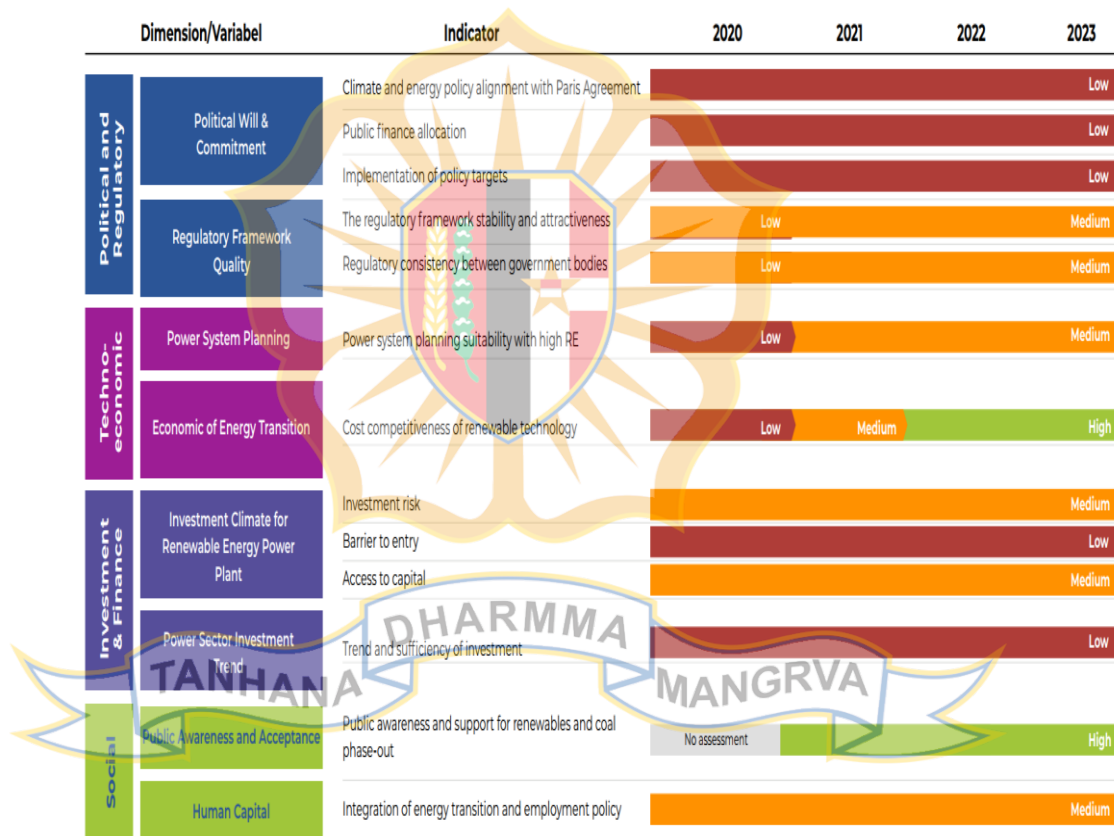
Catatan penting dari grafik pada gambar di atas menunjukkan bahwa emisi pembangkit listrik selama 10 tahun terakhir terus mengalami peningkatan. Peningkatan emisi sektor pembangkit listrik tersebut menjadi persoalan mendasar dalam konteks mendukung *green economy* di tengah tren elektrifikasi pada berbagai bidang yang meningkatkan permintaan listrik. Sementara itu, besarnya porsi emisi dari sektor transportasi, rumah tangga, dan industri juga menunjukkan lambannya transisi pada sektor permintaan energi final.

³⁸Ibid, h. 35.

f. Kesiapan Transisi Energi Listrik Indonesia

Kerangka kerja kesiapan transisi energi listrik Indonesia yang digunakan dalam kajian ini adalah hasil penilaian (*assesment*) Institute for Essential Service Reform (IESR). Sejak 2020, IESR membangun kerangka kerja yang komprehensif untuk menilai transisi sistem ketenagalistrikan Indonesia. Kerangka kerja tersebut mencakup empat dimensi atau variabel utama, yakni: 1) politik dan regulasi; 2) tekno-ekonomi; 3) investasi dan keuangan, serta; 4) sosial. Kesiapan transisi energi listrik Indonesia ditunjukkan pada gambar berikut;

Gambar 8. Kesiapan Transisi Energi Listrik Indonesia



Sumber: Institute for Essential Service Reform (IESR)³⁹.

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat bahwa meskipun ada pembaruan, ekosistem transisi energi listrik masih menunjukkan kemajuan yang terbatas terutama dalam bidang-bidang krusial seperti komitmen dan kemauan politik, kerangka regulasi, iklim investasi, dan

³⁹Institute for Essential Service Reform. (2023). *Op. Cit*, h. 82.

kebijakan sumber daya manusia. Namun demikian, peningkatan kesiapan transisi energi pada daya saing harga teknologi terbarukan serta kesadaran dan dukungan publik terhadap energi terbarukan maupun pembatasan secara bertahap batu bara merupakan pencapaian positif yang harus dijaga dan ditingkatkan.

10. Kerangka Teoretis

a. Teori Energi Berkelanjutan

Energi berkelanjutan merupakan turunan dari konsep pembangunan berkelanjutan. Perserikatan Bangsa-Bangsa⁴⁰ dalam laporan bertajuk "*Our Common Future*" mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa mengorbankan pemenuhan kebutuhan generasi mendatang.

Mengacu pada definisi pembangunan berkelanjutan tersebut, pengertian energi berkelanjutan adalah energi yang produksi dan penggunaannya tidak menyebabkan atau hanya minimal berdampak negatif terhadap kesehatan manusia, lingkungan, dan fungsi sistem alam, dengan tujuan untuk memastikan keamanan energi bagi generasi saat ini dan masa depan. Dalam pengertian yang lebih operasional, energi berkelanjutan dapat dipandang sebagai sistem pengolahan, transportasi, distribusi, dan konsumsi energi yang ditandai oleh penurunan penggunaan sumber daya yang tidak dapat diperbaharui, sambil menyediakan akses universal ke energi dengan harga yang dapat diterima secara sosial. Berdasarkan konsep tersebut, energi berkelanjutan meliputi seluruh sistem energi, yang terdiri dari dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial-budaya⁴¹.

⁴⁰United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.

⁴¹Prandecki, K. (2014). "Theoretical Aspects of Sustainable Energy". *Energy and Environmental Engineering*, 2(4), h. 83 & 90.

b. Teori *Green Economy*

Dalam dunia akademik, *green economy* pertama kali diperkenalkan oleh Pearce et.al pada tahun 1989 sebagai tanggapan terhadap penilaian yang kurang terhadap biaya lingkungan dan sosial dalam sistem harga pada saat itu. Konsep ekonomi tersebut kemudian populer serta diperluas sebagai jalur menuju pembangunan berkelanjutan oleh berbagai organisasi internasional⁴². Selain itu konsep *green economy* banyak digunakan untuk mengatasi krisis keuangan dan perubahan iklim. United Nations Environment Programme (UNEP)⁴³ mendefinisikan ekonomi hijau sebagai berikut;

“*Green economy* adalah ekonomi yang menghasilkan peningkatan kesejahteraan dan kesetaraan sosial sambil secara signifikan mengurangi risiko lingkungan dan kelangkaan ekologi. Dalam ekspresi paling sederhana, ekonomi hijau dapat dipahami sebagai ekonomi rendah karbon, efisien dalam penggunaan sumber daya, dan inklusif secara sosial”.

Menurut UNEP, konsep *green economy* tidak menggantikan pembangunan berkelanjutan, tetapi ada pengakuan yang semakin meningkat bahwa mencapai keberlanjutan hampir sepenuhnya bergantung pada pengelolaan ekonomi yang tepat. Dalam *green economy*, pertumbuhan pendapatan dan pekerjaan harus didorong oleh investasi publik dan swasta yang mengurangi emisi karbon dan polusi, meningkatkan efisiensi energi dan sumber daya, serta mencegah hilangnya keanekaragaman hayati dan layanan ekosistem. Untuk melakukan transisi ke *green economy*, diperlukan kondisi pendukung yang terdiri dari perubahan peraturan nasional, kebijakan, subsidi dan insentif, infrastruktur pasar dan hukum internasional, serta protokol perdagangan dan bantuan internasional.

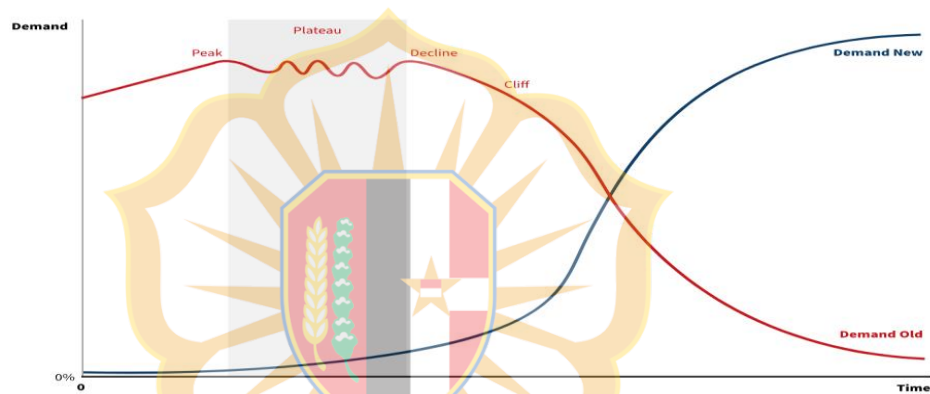
⁴²Loiseau, E. et.al. (2020). "Green Economy and Related Concepts: An Overview". *Journal of Cleaner Production*, N°139, h. 361. Doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.024

⁴³United Nations Environment Programme. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*. St-Martin-Bellevue: UNEP, h. 2.

c. Teori Transisi Cepat Energi

Transisi energi mengikuti suatu pola yang disebut *peak-plateau-decline pattern*. *Peak* atau puncak merujuk pada titik tertinggi permintaan suatu jenis energi. *Plateau* atau datar mengindikasikan periode di mana permintaan suatu jenis energi mencapai tingkat yang relatif stabil setelah mencapai puncaknya. Sementara *decline* atau penurunan mengacu pada periode di mana permintaan suatu jenis energi mengalami penurunan secara permanen. Ilustrasi dari pola transisi energi tersebut sebagai berikut;

Gambar 9. Pola Transisi dalam Permintaan Energi



Sumber: Kingsmill Bond and Sam Butler-Sloss⁴⁴.

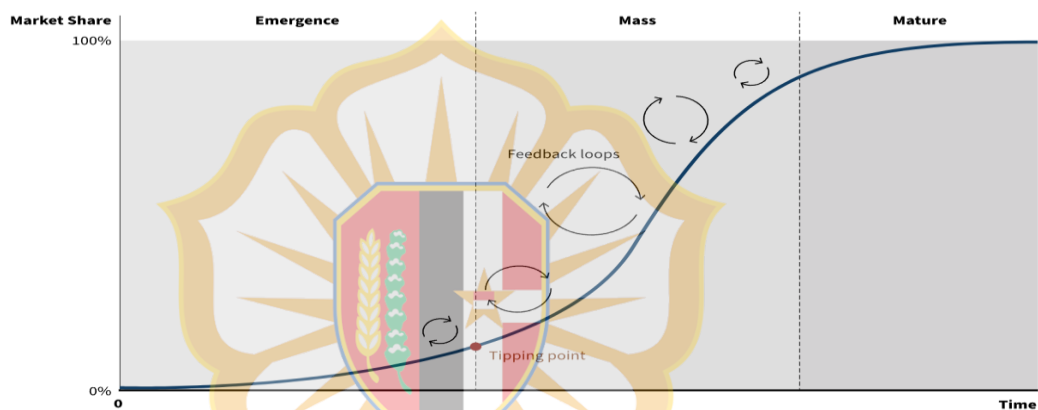
Momen perubahan dalam permintaan energi dari periode *plateau* menuju *decline* mempengaruhi proses transisi energi. Semakin lama periode *plateau* bertahan, semakin lama transisi bergerak, demikian juga sebaliknya. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap panjang-pendeknya periode *plateau* bersifat kompleks dan multidimensi yang pada akhirnya menentukan proses transisi energi.

Transisi energi pada dasarnya mengikuti perkembangan cepat teknologi baru, yang merupakan pendorong utama perubahan dalam sistem energi. Inovasi pada teknologi energi mendorong perkembangan sumber baru energi yang mengubah pola permintaan misalnya dari energi berbasis fosil menjadi energi terbarukan.

⁴⁴Bond, K. and Sam, B-S. S. (2022). "Peaking: A Theory of Rapid Transition." *RMI-Research and Analysis*. URL.

Cara standar untuk menggambarkan perkembangan yang baru ini adalah dengan kurva S. Tingkat perkembangan dan adopsi inovasi teknologi baru bersifat non-linear dan umumnya mengikuti pola pertumbuhan kurva S: lambat pada awalnya, kemudian meningkat pesat sebelum merata lagi ketika mencapai saturasi pasar. Pada kurva S, pertumbuhan dalam hal implementasi meningkat dengan cepat setelah mencapai titik kunci (*tipping point*). Kurva S secara umum memiliki tiga tahap utama, yakni kemunculan, massal, dan matang (konsolidasi sistem), sebagaimana ditunjukkan gambar berikut;

Gambar 10. Kurva S



Sumber: Speelman and Numata⁴⁵.

Pertumbuhan kurva S merupakan hasil dari umpan balik (*feedback loops*) sistem kunci seperti kurva pembelajaran, skala ekonomi, penguatan teknologi, dan difusi sosial. Transisi melalui kurva S dapat dipahami dalam lima fase. Transisi dapat dipercepat dengan intervensi dan strategi yang bertujuan untuk mengatasi hambatan dan memajukan inovasi ke fase-fase berikutnya. Kelima fase tersebut adalah fase 1: pencarian solusi (*solution search*); fase 2: pembuktian konsep (*proof of concept*); fase 3: pengguna awal (*Early Adopters*); fase 4: integrasi sistem (*system integration*); fase 5: ekspansi pasar (*market expansion*)⁴⁶.

⁴⁵Speelman, L. and Yuki N. (2022). *A Theory of Rapid Transition: How S-Curves Work and What We Can Do to Accelerate Them*. Published by RMI, h. 1-2.

⁴⁶*Ibid*, h. 3-8.

d. Analisis PESTLE (PESTLE Analysis)

PESTLE adalah singkatan dari *Political* (politik), *Economic* (Ekonomi), *Social* (Sosial), *Technology* (Teknologi), *Legal* (hukum), dan *Environment* (Lingkungan). PESTLE merupakan teknik analisis untuk mengidentifikasi perubahan dan efek dari lingkungan makro eksternal. Analisis PESTLE menawarkan kerangka kerja dalam menyelidiki kondisi dan pengaruh lingkungan eksternal yang penting bagi organisasi maupun individu dalam merumuskan rencana, ide, tujuan, kebijakan, dan strategi. Tahapan dari teknik analisis ini adalah pertama-tama melakukan analisis terhadap lingkungan eksternal dan kemungkinan efeknya terhadap organisasi/perusahaan. Tahapan selanjutnya adalah mengategorikan dan membuat daftar tantangan dan peluang, menentukan faktor-faktor prioritas, dan terakhir membangun aksi korektif dan pencegahan yang strategis⁴⁷. Komponen-komponen dalam setiap faktor analisis PESTLE adalah sebagai berikut:

Political Factor: terdiri dari komponen-komponen antara lain berupa stabilitas pemerintahan, undang-undang tenaga kerja dan operasional, kepemimpinan pemerintahan, pembatasan perdagangan atau reformasi sistem perdagangan, regulasi pajak, tingkat korupsi, masalah-masalah birokrasi, dan stabilitas hubungan dengan negara tetangga. **Economic Factor:** terdiri dari komponen-komponen antara lain berupa inflasi, pajak dan bea, finansial dan kredit, praktik kerja, nilai tukar, biaya hidup, *gross domestic product* dan *gross national product*, serta globalisasi.

Social Factor: terdiri dari komponen-komponen antara lain berupa gaya hidup, sikap dan keyakinan, mobilitas sosial, pendidikan, demografi, etika dan agama, isu-isu sejarah, dan komunikasi lintas budaya. **Technological Factor:** terdiri dari komponen-komponen antara lain berupa laju perubahan, penggunaan jasa luar (*use of outsourcing*), penelitian dan pengembangan, sistem manajemen pengetahuan, pengentasan hambatan (*eliminate bottleneck*), cakupan

⁴⁷Widjajanto, A. (n.d). Lead_Paparan Gubernur. Jakarta: Lemhannas RI.

jaringan, efisiensi produksi, kualitas dan harga, kekayaan intelektual, paten dan lisensi, serta aktivitas pemerintahan dan legislasi.

Legal Factor: terdiri dari komponen-komponen antara lain berupa perpajakan, ketenagakerjaan, konsumen, periklanan, impor dan ekspor, kesehatan dan keamanan, kepatuhan, dan badan pengatur.

Environmental Factor: terdiri dari komponen-komponen antara lain berupa infrastruktur, siklus cuaca, ketersediaan dan harga energi, implikasi sosial, bahan limbah, dampak lingkungan, legislasi, dan kontaminasi⁴⁸.

11. Lingkungan Strategis

Percepatan transisi energi listrik dalam mendukung *green economy* merupakan persoalan yang bersifat kompleks dan dipengaruhi berbagai faktor lingkungan strategis di tingkat global, regional, dan nasional.

a. Global.

Lingkungan strategis di tingkat global menentukan terhadap kecepatan dan efektivitas transisi energi. Sektor energi mengalami guncangan dalam beberapa tahun terakhir oleh pandemi Covid 19 dan gejolak geopolitik global. Krisis ekonomi akibat Covid-19 menyebabkan proyek energi hijau menghadapi berbagai hambatan. Sementara perang Rusia-Ukraina dan perang di Timur Tengah menyebabkan gangguan rantai pasok energi global. Kebijakan Rusia membatasi ekspor energi sebagai tanggapan terhadap sanksi Barat dalam kampanye militernya di Ukraina memaksa negara-negara di berbagai belahan dunia kembali bergantung pada bahan bakar fosil untuk memenuhi kebutuhan yang mendesak⁴⁹. Permintaan gas alam, minyak, dan bahkan batu bara mencapai rekor pada 2022⁵⁰. Hal ini mengembalikan keunggulan *status quo* di sektor energi, yang berlawanan dengan komitmen global dalam mendorong transisi energi

⁴⁸Team Free Management E-Book. (2013). *PESTLE Analysis – Strategy Skill.*, h. 6-20.

⁴⁹International Energy Agency. *Russia's War on Ukraine*. URL.

⁵⁰International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*. France: IEA, h. 81.

bersih sebagai langkah kunci dalam mitigasi perubahan iklim. Situasi tersebut semakin diperparah oleh perang di Timur Tengah antara Israel dan berbagai negara dan kelompok perlawanan.

Meskipun menghadapi tantangan, transisi energi bersih juga menunjukkan progres yang positif. Tanggapan terhadap krisis energi saat ini melahirkan kebijakan baru yang meningkatkan prospek energi terbarukan di pasar-pasar utama seperti Amerika Serikat, Eropa, China, India, Brazil, dan beberapa negara lain⁵¹. Krisis energi juga mempercepat ekonomi energi terbarukan, ditandai dengan peningkatan aliran modal dan investasi yang mendukung transformasi struktural sistem energi. Investasi global di sektor energi kini bergeser menuju energi terbarukan. Untuk setiap US\$1 yang dihabiskan untuk bahan bakar fosil, US\$1,8 dibelanjakan untuk teknologi bersih dan infrastruktur terkait. Pada 2023 investasi global pada energi terbarukan tembus US\$1.740 miliar, jauh melebihi investasi pada energi fosil sebesar US\$1.050 miliar. Data ini menunjukkan pembalikan tren karena pada 2015 investasi pada sektor energi terbarukan baru mencapai US\$1.074 miliar atau masih berada di bawah investasi pada sektor energi fosil sebesar US\$1.319 miliar⁵².

Komitmen global untuk mengatasi perubahan iklim melalui target *net zero emission* pada 2050 dan 2060 juga melahirkan langkah-langkah strategis dalam mendorong transisi energi. Pada KTT G-20 di Bali tahun 2022 misalnya, melahirkan *G-20 Bali Leader's Declaration* yang salah satu isinya (pasal 11) menekankan urgensi untuk segera mentransformasikan sistem energi, meningkatkan keamanan dan ketahanan energi serta stabilitas pasar dengan mempercepat dan memastikan transisi energi yang bersih, adil, terjangkau, inklusif, serta aliran investasi yang berkelanjutan. Salah satu wujud dari komitmen tersebut adalah dengan terbentuknya *Just Energy Transition Partnership (JETP)*, suatu kemitraan untuk mempercepat transisi energi sekaligus

⁵¹*Ibid*, h. 82.

⁵²International Energy Agency. *World Energy Investment 2023*. URL.

mendukung pertumbuhan ekonomi, lapangan pekerjaan baru, dan pengurangan emisi⁵³.

Berbagai perkembangan positif di atas mengubah wajah sistem energi. Area yang paling dinamis berlangsung pada sektor listrik. Penambahan tahunan kapasitas listrik terbarukan global pada 2023 lebih dari 500 GW, yang merupakan peningkatan absolut terbesar yang pernah terjadi. Porsi pembangkit listrik rendah emisi dalam bauran energi global diyakini dapat memecahkan rekor baru mencapai 40% pada tahun 2023. PLTS memimpin laju pertumbuhan kapasitas listrik terbarukan. Kapasitas panel surya fotovoltaik baik sistem skala utilitas besar maupun sistem redistribusi kecil menyumbang 2/3 dari peningkatan kapasitas energi terbarukan global pada 2023. Peningkatan kapasitas PLTS memang cukup signifikan, mengalami pertumbuhan tahunan sebesar 26% pada 2022⁵⁴. Pertumbuhan kontribusi PLTS didukung oleh biaya yang mengalami penurunan signifikan. Harga modul fotovoltaik sudah turun 80% selama satu dekade terakhir berkat inovasi berkelanjutan di seluruh rantai pasok. Ini menjadikan energi surya fotovoltaik menjadi teknologi pembangkit listrik paling terjangkau di banyak wilayah⁵⁵.

b. Regional

Asia Tenggara telah berkembang pesat selama dua dekade terakhir dan merupakan salah satu mesin utama pertumbuhan ekonomi global. Negara-negara di Asia Tenggara yang tergabung dalam *Association of Southeast Asian Nations* (ASEAN) berada dalam tahap perkembangan yang berbeda, tetapi hampir semua ekonominya meningkat lebih dari dua kali lipat sejak tahun 2000. Pertumbuhan ekonomi kawasan ini akan terus berlanjut dengan pertumbuhan rata-

⁵³Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). "Sekretariat JETP Terbentuk, Siap Realisasikan Kerja Sama Pendanaan Transisi Energi." *Siaran Pers Nomor: 082.Pers/04/SJI/2023*. Tanggal 16 Februari 2023.

⁵⁴International Energy Agency. (2023). *Op. Cit*, h. 84-85.

⁵⁵International Energy Agency. (2022). *World Energy Outlook 2022*. France: IEA Publication, h. 170.

rata 5% hingga tahun 2030⁵⁶. Pertumbuhan ekonomi kawasan ini selaras dengan pertumbuhan permintaan energi lebih dari 80% selama dua dekade terakhir antara tahun 2000 dan 2019. Sejalan dengan prediksi keberlanjutan pertumbuhan ekonomi yang cepat, permintaan energi kawasan ini juga diperkirakan akan meningkat tiga kali lipat pada tahun 2050 dari level tahun 2020⁵⁷.

Tantangan besar dari peningkatan permintaan energi di ASEAN karena 90% pemenuhannya berasal dari energi fosil⁵⁸. Jika ASEAN terus bergantung pada energi fosil dalam pembangunannya, konsekuensinya serius bagi ketahanan energi regional dan bagi lingkungan. ASEAN memiliki porsi signifikan dalam pasar dunia untuk bahan bakar fosil, baik dari sisi ekspor maupun impor. Dalam perdagangan gas alam, nilai ekspor ASEAN di pasar dunia mencapai US\$ 25.5 miliar pada 2021, yang mana Malaysia dan Indonesia menyumbang 79% dari total ekspor. Pada periode yang sama, nilai impor gas alam ASEAN mencapai US\$ 19,8 miliar sehingga terdapat surplus US\$5,7 miliar. Thailand dan Singapura menyumbang 59% dari total impor gas alam di Asia Tenggara. Dalam rantai pasok minyak global, ASEAN telah menyanggah posisi sebagai net importir. Nilai impor minyak ASEAN dari pasar dunia pada 2021 telah mencapai US\$188.7 miliar dolar atau dua kali lipat dari nilai ekspor yang hanya mencapai US\$91,4 miliar. Sedangkan dalam pasar global untuk batu bara, ASEAN berada pada posisi yang lebih baik dibandingkan gas alam dan minyak. Pada 2021, ASEAN menikmati surplus dalam perdagangan batu bara, dengan jumlah ekspor 62% lebih besar dari impor. Indonesia menyumbang porsi terbesar mencapai 89% dari total ekspor batu bara ASEAN terhadap pasar dunia pada 2021⁵⁹.

⁵⁶International Energy Agency. (2022). *Southeast Asia Energy Outlook 2022*. France: IAE Publications International Energy Agency, h. 8.

⁵⁷EU-ASEAN Business Council. (2023). *Energy Transition in ASEAN*. Singapore: EU-ASEAN Business Council, h. 1.

⁵⁸International Energy Agency. (2022). *Op. Cit*, h. 26.

⁵⁹Abdullah, A., et. al. (2023). *Outlook on ASEAN Energy 2023*. Jakarta: ASEAN, h. 8 - 10.

Meski menghadapi tantangan serius dari kondisi eksisting sektor energi ASEAN tersebut, transisi energi di kawasan ini juga memiliki beberapa peluang relatif. ASEAN telah memperlihatkan komitmen untuk melakukan transisi energi dengan menetapkan capaian minimal 23% energi terbarukan dalam bauran energi mereka pada 2025. Meski kecepatan proses transisi energi belum selaras dengan target yang ditetapkan, progresnya tetap menunjukkan peningkatan. Kawasan ini juga memiliki potensi energi terbarukan mencapai sekitar 17.000 GW⁶⁰.

Potensi energi terbarukan tersebut merupakan modal besar dalam mendorong transisi energi di kawasan Asia Tenggara terutama pada sektor kelistrikan. Mengingat tren elektrifikasi, sektor kelistrikan akan memberikan kontribusi menonjol dalam transisi energi sehingga perlu mendapat prioritas. Sejauh ini, kapasitas listrik ASEAN bergantung pada bahan bakar fosil mencapai 76,7% yang didominasi oleh batu bara dan gas alam. Hal ini juga berpengaruh pada besarnya porsi sektor listrik terhadap emisi CO₂ di ASEAN. Pada 2020, 40% emisi CO₂ ASEAN berasal dari pembangkit listrik⁶¹.

Total produksi listrik ASEAN meningkat hampir tiga kali lipat dalam dua dekade terakhir. Produksi listrik dari pembangkit listrik tenaga batu bara berkembang enam kali lipat dan menyumbang 40% dari total produksi tahun 2020. Karena itu, tatkala konsumsi batu bara turun sekitar 4% pada 2020 di tingkat global, permintaan batu bara di Asia Tenggara justru meningkat sekitar 1%. Sementara produksi listrik dari pembangkit tenaga gas juga meningkat 2 kali lipat⁶². Berita baiknya adalah tren permintaan energi listrik terbarukan telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir dan diproyeksikan akan terus pada tren tersebut berdasarkan berbagai skenario.

Khusus untuk transisi energi listrik tenaga surya juga mulai menunjukkan perkembangan penting di Asia Tenggara. Sebagai kawasan tropis yang memperoleh terik matahari sepanjang tahun,

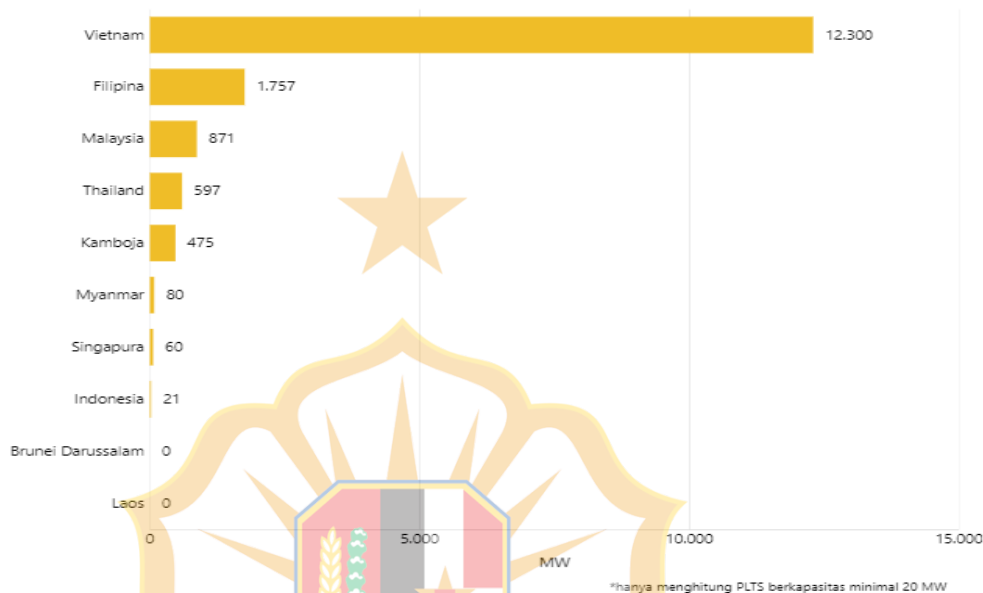
⁶⁰Jati, G. *Negara ASEAN Butuh Bergotong Royong untuk Transisi Energi*. URL.

⁶¹EU-ASEAN Business Council. (2023). *Loc. Cit.*

⁶²International Energy Agency. (2022). *Op. Cit*, h. 31.

negara-negara di Asia Tenggara mulai menjadikan tenaga surya sebagai sumber pembangkit listrik dengan perkembangan yang bervariasi antarnegara, sebagaimana gambar berikut;

Gambar 11. Kapasitas PLTS Beroperasi di ASEAN (Januari 2023)*



Sumber: Databoks⁶³.

Berdasarkan gambar tersebut, Vietnam memimpin dalam perkembangan transisi energi listrik tenaga surya di Asia Tenggara. Namun sayangnya Indonesia sebagai negara paling besar di kawasan justru menunjukkan perkembangan yang sangat terbatas.

c. Nasional

Berdasarkan analisis aspek-aspek kehidupan nasional atau gatra, percepatan transisi energi listrik di Indonesia memiliki konteks dan relevansi yang besar, sebagai berikut:

Gatra Geografi. Indonesia sebagai negara kepulauan, yang mana wilayah-wilayahnya terpisahkan oleh laut, menghadapi kesulitan yang lebih besar bagi transisi energi listrik. Karakteristik geografi demikian menyulitkan integrasi sistem dan infrastruktur listrik serta secara teknis-teknologis juga menjadi lebih kompleks sehingga membutuhkan biaya

⁶³Ahdiat, A. *Perbandingan Kapasitas PLTS Negara ASEAN, Indonesia Tertinggal*. URL.

lebih besar. Selain itu setiap daerah juga memiliki perkembangan sektor kelistrikan maupun sumber daya yang berbeda-beda. Namun demikian, letak Indonesia di tengah garis katulistiwa membuatnya mendapatkan sinar matahari sepanjang tahun dengan radiasi tinggi, yang merupakan potensi sumber energi terbarukan terbesar untuk dimanfaatkan sebagai energi listrik. Potensi energi surya juga tersebar di seluruh wilayah Indonesia sehingga pemanfaatannya dapat mengatasi ketimpangan energi antar wilayah sekaligus mendorong kemandirian energi daerah.

Gatra Demografi. Urgensi transisi energi listrik di Indonesia berasal dari jumlah penduduk yang besar dan terus meningkat, yang membutuhkan energi listrik yang berkualitas dan memadai untuk hidup sejahtera dan produktif. Saat ini, Indonesia merupakan negara dengan populasi penduduk terbanyak keempat di dunia. Jumlah penduduk Indonesia pada 2024 ini telah mencapai sekitar 281,6 juta jiwa⁶⁴.

Gatra Sumber Kekayaan Alam (SKA). Indonesia memiliki SKA berlimpah, yang bisa dikembangkan sebagai modal transisi energi listrik baik berdasarkan nilai ekonomi maupun sebagai sumber energi. Persoalan pengelolaan SKA sebagai sumber ekonomi untuk menopang transisi energi adalah selain dominan melalui praktik-praktik yang tidak berkelanjutan, juga belum dapat memberikan nilai ekonomi maksimal karena masih didominasi oleh barang mentah. Sementara dari sisi potensinya sebagai sumber energi, ketergantungan terhadap energi fosil serta kegagalan untuk melakukan transformasi menyebabkan potensi tersebut belum teraktualisasi secara maksimal.

Gatra Politik. Indonesia telah memperlihatkan komitmen pada transisi energi sejalan dengan tuntutan mitigasi pemanasan global. Komitmen tersebut terealisasi pada berbagai regulasi. Pemerintah juga telah menetapkan target energi baru terbarukan dalam bauran energi nasional. Pada sektor kelistrikan, target bauran energi pembangkit tenaga listrik pada tahun 2025 dari EBT sekitar 23%, kemudian batu bara 55%, Gas 22%, dan BBM 0,4%. Namun demikian, target-target

⁶⁴Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Indonesia 2024*. Jakarta: BPS, h. 120.

yang telah ditetapkan tidak mendapatkan *political will* yang kuat sehingga pencapaiannya meleset. Belum kunjung disahkannya RUU EBT menjadi salah satu hambatan dari aspek regulasi dalam mendukung ekosistem transisi energi listrik di Indonesia.

Gatra Ekonomi. Kondisi perekonomian Indonesia yang stabil dan tumbuh cukup tinggi merupakan modal untuk menjalankan transisi energi listrik. Ekonomi Indonesia pada 2023 berhasil tumbuh cukup kuat mencapai 5,05% di tengah berbagai tantangan ekonomi global. Namun demikian, pertumbuhan ekonomi Indonesia juga ditandai dengan ketimpangan yang lebar berdasarkan wilayah karena PDB nasional 57,05% berasal dari Pulau Jawa yang hanya mewakili 7% dari luas daratan Indonesia⁶⁵. Struktur perekonomian tersebut menghambat transisi energi listrik secara merata di seluruh wilayah Indonesia. Selain itu, meski perekonomian Indonesia terus tumbuh, investasi di sektor EBT justru menurun walupun investasi di sektor ESDM secara keseluruhan meningkat. Pada 2023, investasi sektor EBT sebesar US\$ 1,5 miliar atau setara dengan Rp23,3 triliun, turun sekitar 9,3% dari tahun sebelumnya yang mencapai US\$1,6 miliar⁶⁶. Sementara sektor ESDM secara keseluruhan pada 2023 mencapai US\$ 30,3 miliar, naik dari tahun sebelumnya sebesar US\$ 27 miliar⁶⁷.



⁶⁵Badan Pusat Statistik. (2024). "Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan IV-2023." *Berita Resmi Statistik*, No. 13/02/Th. XXVII, 5 Februari 2024, h. 9.

⁶⁶Komalasari, T. D. (2024). *Investasi EBT Turun Jadi 23 Triliun pada 2023*. URL.

⁶⁷Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2024). "Investasi Sektor ESDM Tembus 30 Miliar USD pada 2023." *Siaran Pers*, Nomor: 41/Pers/04/SJI/2024. URL.

BAB III

PEMBAHASAN

12. Umum

Pemerintah telah menetapkan kebijakan transisi energi listrik nasional dengan menargetkan peningkatan porsi energi terbarukan setiap tahun sekaligus pengurangan porsi energi fosil dalam penyediaan tenaga listrik. Namun demikian, proses transisi energi listrik Indonesia berlangsung lambat dan kesulitan mengejar pencapaian target yang telah ditetapkan. Potensi sumber energi terbarukan Indonesia berlimpah, namun pemanfaatannya masih sangat kecil. Sumber energi listrik terbarukan yang paling tinggi potensinya dan tersebar hampir merata di seluruh Indonesia berasal dari tenaga surya, namun justru yang paling kecil pemanfaatannya dalam pembangkitan energi listrik terbarukan. Hal ini bertolak belakang dengan tren perkembangan pesat dan adopsi teknologi energi listrik tenaga surya yang berlangsung di berbagai negara. Oleh karena itu, percepatan transisi energi listrik tenaga surya merupakan salah satu langkah strategis dalam kebijakan energi yang perlu diperkuat untuk mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

Bab III Pembahasan ini akan menguraikan percepatan transisi energi listrik di Indonesia berdasarkan pertanyaan kajian yang telah dirumuskan pada Bab I Pendahuluan yakni: a) Bagaimana tantangan dan peluang transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy*?; b) Bagaimana dampak percepatan transisi energi listrik tenaga surya terhadap ketahanan energi nasional; c) Bagaimana upaya strategis percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional?. Ketiga pertanyaan kajian tersebut akan dibahas dan dianalisis berdasarkan landasan pemikiran pada Bab II yakni dari segi regulasi, data/fakta, teori, dan lingkungan strategis.

13. Tantangan dan Peluang Percepatan Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung *Green Economy*

Transisi energi listrik merupakan bagian integral dari perjalanan menuju *green economy*. Sebagai sebuah paradigma pembangunan yang berfokus pada keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan sosial, dan kelestarian lingkungan, *green economy* menawarkan jalan menuju masa depan yang lebih makmur sekaligus berkelanjutan. Salah satu pilar kunci dalam *green economy* adalah energi berkelanjutan. Konsep energi berkelanjutan dalam praktiknya mengacu pada upaya meningkatkan kesejahteraan masyarakat melalui penyediaan energi yang aman dan terjangkau sekaligus memperkuat kelestarian lingkungan. Konsep ini berfokus pada pemanfaatan sumber energi terbarukan agar dapat mengurangi atau bahkan memutus ketergantungan terhadap sumber energi fosil dan berkontribusi dalam mengatasi perubahan iklim.

Implementasi konsep energi berkelanjutan di tengah tren elektrifikasi dan peningkatan permintaan listrik terletak pada transisi energi listrik terbarukan. Energi listrik memegang peran penting dalam hajat hidup masyarakat dan pertumbuhan ekonomi serta memiliki dampak besar terhadap lingkungan sehingga tingkat keberhasilan transisi energi pada sektor ini akan memberikan dampak signifikan terhadap perkembangan *green economy*, pembangunan berkelanjutan, atau energi berkelanjutan.

Percepatan transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia dihadapkan pada berbagai faktor tantangan dan peluang yang menjadi penghambat dan pendorong proses transisi. Namun demikian, penting untuk menjelaskan konteks dari faktor-faktor tersebut dengan mengulas terlebih dahulu kondisi kesiapan transisi energi listrik serta perkembangan transisi energi listrik tenaga surya saat ini.

a. Kondisi kesiapan transisi energi listrik saat ini

Berdasarkan penilaian IESR, ekosistem transisi energi listrik Indonesia mengalami perkembangan yang sangat terbatas selama empat tahun terakhir antara 2020 hingga 2023. Terbatasnya peningkatan dalam penilaian keseluruhan menunjukkan bahwa

komitmen yang ada belum sepenuhnya memanfaatkan potensi teknis dari transisi sistem tenaga listrik. Secara keseluruhan, tingkat kesiapan transisi energi listrik di Indonesia masih rendah pada seluruh dimensi/variabel dan indikatornya, sebagaimana diulas berikut:

Pertama, dimensi politik dan regulasi. Dimensi ini merupakan ekosistem transisi energi listrik yang peningkatannya paling lemah. Dimensi ini terdiri dari dua variabel yakni komitmen dan kemauan politik serta kualitas kerangka kerja regulasi. Variabel komitmen dan kemauan politik stagnan pada keseluruhan indikatornya, yang tetap berada pada rating rendah (*low*) dari tahun 2020 hingga 2023. Variabel ini terdiri dari tiga indikator yakni kesesuaian kebijakan energi dan iklim dengan *Paris Agreement*; alokasi pendanaan publik; dan implementasi target kebijakan. Komitmen Indonesia terhadap penurunan emisi sebagaimana ketentuan dalam *Paris Agreement* memang telah ditunjukkan pada berbagai kebijakan, namun seringkali tidak selaras dalam implementasinya. Sebagaimana telah diulas sebelumnya, capaian energi terbarukan yang dapat diwujudkan sangat terbatas yakni baru mencapai 15% dalam bauran energi nasional pada 2022, sehingga dirasa sulit untuk mencapai target KEN sebesar 23% pada 2025. Target-target yang dibuat juga tidak selaras dengan dukungan anggaran. Sebagai contoh target *net zero emission* tahun 2060 membutuhkan pembiayaan lebih dari USD 500 miliar. Sementara hanya sekitar 2-4% dari anggaran negara yang dialokasikan untuk energi. Karenanya 60% dari pengusaha yang disurvei IESR tahun 2023 sepakat mengenai ketidakcukupan pembiayaan publik untuk transisi energi listrik di Indonesia.

Variabel kualitas kerangka kerja regulasi mengalami peningkatan pada masing-masing indikatornya dari rating rendah menjadi sedang (*medium*) antara tahun 2020 hingga 2023. Variabel ini terdiri dari dua indikator yakni stabilitas dan daya tarik regulasi serta konsistensi regulasi di antara lembaga-lembaga pemerintahan. Kondisi pada variabel ini ditandai dengan proses pembauran beberapa kebijakan

kunci yang berjalan lambat dan menimbulkan ketidakpastian dalam mencari cara untuk memenuhi target-target perubahan iklim. Kerangka kerja regulasi sektor energi dan listrik terdiri dari peraturan perundang-undangan yang telah diulas pada Bab II Landasan Pemikiran. Beberapa kebijakan dan regulasi kunci tersebut pada dasarnya merupakan pijakan yang cukup kuat dalam mendorong transisi energi listrik. Namun regulasi yang telah berlaku dan memiliki periode validitas panjang seperti KEN dan RUEN saat ini sedang direvisi, yang akan mempengaruhi kepastian regulasi energi pada tingkat lokal. Pasalnya, 30 provinsi saat ini telah memiliki Rencana Umum Energi Daerah (RUED) yang mengacu pada KEN dan RUEN terdahulu sehingga membutuhkan penyesuaian terhadap revisi yang akan datang.

Dalam hal daya tarik, para pengusaha menganggap kerangka regulasi secara keseluruhan dapat menarik investasi energi terbarukan, namun masih membutuhkan beberapa perbaikan. Sebagian besar pengusaha mengeluhkan kebutuhan akan perbaikan tarif serta insentif seperti keringanan pajak, serta mekanisme solusi terhadap kesenjangan kelayakan ekonomi dalam proyek-proyek energi terbarukan. Sementara untuk kemudahan berbisnis, para pengusaha tidak puas dengan kompleksitas dalam memperoleh lisensi dan izin. Sedangkan terkait dengan aturan pendukung lainnya, tidak ada regulasi baru terkait kualitas udara, efisiensi energi dan konservasi dari badan pemerintah lain untuk mendukung dekarbonisasi sektor energi listrik.

Kedua, dimensi tekno-ekonomi. Kondisi pada dimensi ini menunjukkan sasaran penerapan energi terbarukan terus meningkat, namun aturan operasional, pengadaan, dan pengembangan energi terbarukan belum beradaptasi untuk mendukung pencapaian target bauran energi terbarukan. Dimensi ini terdiri dari dua variabel dan masing-masing satu indikator. Variabel pertama yakni perencanaan sistem kelistrikan dengan indikator kesesuaian perencanaan sistem kelistrikan dengan porsi tinggi energi terbarukan. Variabel dan indikator ini mengalami peningkatan dari rating rendah pada tahun 2020 menjadi

sedang yang stagnan sejak 2021 hingga 2023. Sedangkan variabel kedua yakni ekonomi transisi energi dengan indikator daya saing biaya teknologi terbarukan mengalami perbaikan signifikan dari rating rendah pada 2020, kemudian menjadi rating sedang pada 2021, dan terus meningkat menjadi rating tinggi (*high*) sejak 2022 dan 2023.

Penilaian pada variabel pertama dan indikatornya mempertimbangkan rencana instalasi energi terbarukan, kesesuaian kode jaringan atau aturan operasional, serta rencana penggantian atau penghapusan pembangkit fosil. Untuk rencana instalasi energi terbarukan, rating tinggi telah dipatok sejak pembentukan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021-2030 di mana energi terbarukan ditarget mendominasi penambahan kapasitas selama 10 tahun ke depan. Namun demikian, diperlukan sebuah kode jaringan atau aturan operasional baru untuk menyediakan listrik masa depan dengan penetrasi energi terbarukan. Kode atau aturan operasional tersebut seharusnya memberikan pedoman detail tentang bagaimana cara mengintegrasikan dan mengendalikan sifat intermiten dari beberapa sumber energi terbarukan seperti tenaga surya untuk memastikan keamanan, kualitas, dan kelayakan operasi sistem kelistrikan energi terbarukan tersebut.

Program penghentian masa operasi PLTU batu bara untuk memenuhi target pengurangan emisi masih belum jelas implementasinya. Sedangkan daya saing teknologi energi terbarukan khususnya tenaga surya di mana beberapa proyek berdasarkan harga perjanjian pembelian tenaga listrik (*Power Purchase Agreement/PPA*) kurang dari US\$ 6 sen per kWh. Namun demikian, banyak proyek untuk jenis *variable renewable energy* seperti tenaga surya dengan PPA rendah belum mencakup teknologi penyimpanan energi yang mahal.

Ketiga, dimensi investasi dan keuangan. Dimensi ini mengalami stagnasi selama 2020 hingga 2023. Dimensi ini terdiri dari dua variabel yakni iklim investasi untuk pembangkit listrik energi terbarukan dan tren investasi sektor kelistrikan. Variabel pertama terdiri

dari tiga indikator yakni risiko investasi, hambatan berinvestasi, dan akses modal. Risiko investasi untuk energi terbarukan stagnan pada rating sedang, hambatan berinvestasi tetap berada pada rating rendah, dan akses modal juga stagnan dalam rating sedang. Sementara variabel kedua terdiri dari satu indikator yakni tren kecukupan investasi, yang stagnan dalam rating rendah selama 2020 hingga 2023.

Indeks kebebasan investasi tetap tertekan yang menjadikan lanskap investasi di proyek-proyek pembangkit listrik terbarukan pada umumnya kurang menarik. Target investasi energi terbarukan oleh Kementerian ESDM pada tahun 2023 adalah sebesar USD 1,8 miliar, namun hanya sekitar 29,4% yang telah tercapai hingga data terbaru pada kuartal kedua tahun 2023. Target investasi energi terbarukan tahun 2023 juga 46% lebih rendah dibandingkan dengan target tahun sebelumnya. Nilai investasi energi terbarukan secara konsisten tertinggal dibandingkan investasi energi fosil, tanpa adanya peningkatan signifikan dalam 6 tahun terakhir. Selain itu pembiayaan untuk sektor energi terbarukan tetap terbatas. Hingga akhir tahun 2022, bank-bank di Indonesia mengarahkan 80% hingga 90% dari investasi mereka ke energi fosil. Faktor lain yang berkontribusi terhadap iklim investasi yang tidak menarik di Indonesia adalah tingginya suku bunga kredit dari bank-bank lokal dan nasional.

Keempat, dimensi sosial. Dimensi ini terdiri dari dua variabel dengan masing-masing satu indikator. Variabel pertama adalah kesadaran dan penerimaan publik dengan indikator kesadaran publik dan dukungan terhadap energi terbarukan serta pengurangan penggunaan batu bara. Variabel dan indikator ini berada pada rating tinggi. Hal ini menunjukkan tingginya kesadaran dan dukungan publik terhadap transisi energi listrik. Sedangkan variabel kedua adalah sumber daya manusia dengan indikator integrasi transisi energi dengan kebijakan ketenagakerjaan, yang justru stagnan berada pada rating sedang sejak 2020 hingga 2023.

Sebagian besar penduduk Indonesia memiliki pengetahuan yang baik tentang perubahan iklim dan merupakan masalah mendesak yang harus diatasi. Mayoritas penduduk Indonesia juga mengetahui tentang transisi energi, dan berpendapat bahwa batu bara sebagai sumber pembangkit listrik seharusnya secara bertahap diganti dengan sumber energi terbarukan. Surya merupakan jenis sumber energi terbarukan yang menjadi pilihan utama masyarakat untuk menjadi sumber listrik.

Dari segi sumber daya manusia selama transisi energi, kerangka regulasi saat ini menunjukkan kemajuan yang terbatas. Indonesia berencana untuk mengintegrasikan indeks ekonomi hijau ke dalam perencanaan pembangunan nasional, yang berpotensi menciptakan 1,8 juta *green job* pada tahun 2030, dan Kementerian Ketenagakerjaan juga sedang mengembangkan peta jalan transisi sektor tenaga kerja. Namun rincian implementasi dari rencana-rencana tersebut belum memadai. Selain itu, sertifikasi teknis energi terbarukan mengalami penurunan sebesar 8% pada tahun 2022 dibandingkan tahun 2021. Tren penelitian dalam transisi energi dan energi terbarukan juga menunjukkan variasi kecil, dengan penurunan pada tahun 2023.

b. Perkembangan transisi energi listrik tenaga surya saat ini

Potensi energi terbarukan Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik sangat besar, mencapai 3.687 GW. Potensi yang paling besar adalah tenaga surya, mencapai 3.294 GW atau sekitar 89,2% dari total potensi energi terbarukan. Potensi terbanyak berikutnya adalah tenaga bayu mencapai sekitar 155 GW, kemudian hidro 95 GW, laut 63 GW, bioenergi 57 GW, dan panas bumi 23 GW. Potensi besar tersebut merupakan modal penting untuk mendorong transisi energi listrik. Namun demikian, pemanfaatan potensi energi terbarukan tersebut secara keseluruhan dalam penyediaan listrik baru mencapai 12,6 GW atau sekitar 0,30% dari total potensi nasional tersebut. Bauran energi listrik terbarukan dari total pemanfaatan 12,6 GW tersebut dominan berasal dari jenis hidro sebesar 6,7 GW, kemudian diikuti bioenergi sebesar 3,1 GW, panas

bumi 2,4 GW, surya 0,3 GW, dan bayu 0,2 GW, sedangkan dari laut belum ada pemanfaatan yang terhitung. Sementara itu berdasarkan persentase pemanfaatan dari total potensi pada masing-masing jenis sumber energi terbarukan, pangsa terbesar berlangsung pada panas bumi yang mencapai 10,30%, kemudian diikuti hidro 7,00%, bioenergi 5,40%, bayu 0,10%, dan yang terkecil adalah surya sebesar 0,01%.

Pemanfaatan sumber energi terbarukan berdasarkan jenisnya semestinya selaras dengan besaran potensi yang ada. Namun melihat data di atas, jenis sumber energi terbarukan yang paling kecil pemanfaatannya justru tenaga surya. Pada 2022, kapasitas terpasang PLTS total hanya sebesar 312.88 MW, terdiri dari 190,06 MW *on-grid* dan 122,92 MW *off-grid*. Sedangkan total produksi listrik dari PLTS total mencapai 217.73 GWh, yang terdiri dari produksi PT PLN sendiri sebesar 9,09 GWh dan pembelian PT PLN dari *independent power producer* (IPP) dan *private power utility* (PPU) sebesar 208,64 GWh.

Progres perkembangan penyediaan listrik dari PLTS berlangsung lambat di Indonesia meski secara global inovasi dan teknologi yang paling cepat perkembangannya justru pada jenis sumber energi terbarukan tersebut. Kapasitas PLTS yang sangat terbatas berpengaruh besar pada lambannya progres transisi energi pada sektor listrik di Indonesia. Indonesia memang telah membangun PLTS skala besar, yakni PLTS terapung Cirata di Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat, dan merupakan PTLTS terbesar di Asia Tenggara dan ketiga di dunia. Namun demikian, kapasitas PLTS Indonesia termasuk yang terendah di antara negara-negara anggota ASEAN. Indonesia hanya berada di peringkat ketujuh di atas Laos dan Brunei Darussalam.

c. Analisis PESTLE tantangan dan peluang percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy*

Berdasarkan uraian di atas, transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia dihadapkan oleh banyak faktor yang berpengaruh pada lambannya proses transisinya. Selain yang tercermin pada kondisi

kesiapan transisi energi listrik dan perkembangan transisi energi listrik tenaga surya di atas, pemetaan faktor-faktor tantangan dan peluang dalam percepatan transisi energi listrik tenaga surya akan dilakukan menggunakan analisis PESTLE agar dapat memberikan *insight* yang lebih komprehensif, sebagai berikut.

Faktor Politik. Transisi energi termasuk dalam sektor kelistrikan sangat dipengaruhi oleh kondisi dan kebijakan politik pada tingkat global, regional, dan nasional. Dinamika politik global saat ini menciptakan tantangan **serius** terhadap transisi energi listrik. Konflik bersenjata antara Rusia vs Ukraina dan di Timur Tengah secara cepat dan langsung menimbulkan gangguan pada rantai pasok energi global. Kondisi ini membuat **negara-negara** terpaksa menggunakan sumber energi alternatif yang paling tersedia terutama batu bara dan termasuk mengaktifkan kembali pembangkit listrik tenaga fosil yang selama ini dipensiunkan. Hal ini pada satu sisi merupakan langkah mundur dalam kebijakan transisi energi global. Namun pada sisi lain, krisis energi akibat guncangan geopolitik menyadarkan negara-negara di dunia untuk lebih progresif dalam mewujudkan transisi energi yang berdampak positif bagi prospek energi terbarukan. Jenis energi terbarukan yang paling tinggi pertumbuhannya adalah tenaga surya.

Pada tingkat regional, kebijakan transisi energi di Asia Tenggara masih lemah dalam implementasi yang menandakan kurangnya komitmen politik. Pada sektor kelistrikan, produksi dari pembangkit berbahan bakar batu bara justru meningkat hingga enam kali lipat. Karena itu, ketika konsumsi batu bara di tingkat global menurun, di Asia Tenggara justru meningkat. Hal ini menyebabkan sektor listrik berkontribusi besar terhadap produksi emisi CO₂ di Asia Tenggara. Selain itu, meski telah tergabung dalam ASEAN, kerja sama di sektor energi listrik di antara negara-negara anggota masih sangat terbatas. Namun demikian selain telah memiliki kerangka kebijakan transisi energi, perkembangan pemanfaatan energi terbarukan dalam produksi listrik di kawasan menunjukkan tren peningkatan dan diprediksi akan

tetap pada tren positif tersebut dalam berbagai skenario. Khusus untuk transisi energi listrik tenaga surya, perkembangannya juga menunjukkan tren yang terus meningkat di ASEAN.

Sementara pada tingkat nasional, transisi energi listrik menghadapi tantangan dari komitmen dan kemauan politik yang masih lemah. Pemerintah telah menetapkan target bauran pembangkit listrik energi terbarukan yang cukup ambisius, namun progresnya berlangsung lambat dan mengindikasikan tidak cukup lagi waktu untuk mencapai target tersebut. Lambatnya progres capaian bauran energi terbarukan sangat dipengaruhi oleh implementasi kebijakan yang kurang konsisten termasuk terbatasnya anggaran negara yang dialokasikan Pemerintah, yang mencerminkan komitmen dan kemauan politik yang lemah terhadap transisi energi.

Meski demikian, kebijakan transisi energi listrik di Indonesia masih berada pada koridor peningkatan pemanfaatan energi terbarukan. Selain tetap konsisten untuk mengejar target 23% bauran energi terbarukan pada 2025, Indonesia dalam NDC terbaru juga semakin menegaskan komitmen pengentasan pemanasan global dengan menargetkan *net zero emission* pada 2060 atau lebih cepat. Hal ini diikuti dengan kebijakan mengejar bauran energi terbarukan yang lebih besar mencapai 70% pada tahun 2045 yang akan dimasukkan dalam RPJMN 2025-2045 mendatang. Pemerintah juga telah mencanangkan untuk mempersiunkan PLTU batu bara, melarang pembangunan pembangkit baru, serta membatasi masa operasional PLTU batu bara hingga 2050. Pemerintah juga telah menargetkan pencapaian puncak (*peak*) emisi daya pada jaringan listrik menjadi 250 MtCO₂ pada tahun 2030 yang setara dengan peningkatan bauran energi terbarukan 44%.

Optimisme terhadap perkembangan positif transisi energi listrik di Indonesia juga berasal dari stabilitas politik yang relatif terjaga, sebagaimana terbukti dari pelaksanaan Pemilu Serentak 2024 yang berlangsung lancar, aman, dan kondusif. Kondisi politik yang stabil memberi kesempatan bagi Pemerintah mendatang untuk lebih fokus

pada kebijakan-kebijakan strategis terutama transisi energi listrik tenaga surya.

Faktor Ekonomi. Kondisi perekonomian pada tingkat global mengalami guncangan serius akibat Covid-19 dan konflik. Namun demikian, terdapat tren positif pada aspek ekonomi transisi energi, di mana investasi global pada energi terbarukan terus meningkat dan melampaui jumlah investasi pada sektor energi fosil. Berbagai skema bantuan internasional untuk mendukung transisi energi terbarukan di negara-negara berkembang juga semakin banyak. Sedangkan pada tingkat regional, ekonomi Asia Tenggara meningkat lebih dari dua kali lipat dan diproyeksi konsisten tumbuh 5% hingga 2030. Namun persoalannya pembangunan ekonomi tersebut bergantung pada energi fosil. Pangsa pasar energi di Asia Tenggara didominasi oleh sumber energi fosil baik dari segi ekspor maupun impor. Beberapa negara seperti Indonesia, Malaysia, dan Thailand mendominasi pasar global untuk batu bara dan gas alam, walaupun hampir semua negara di Asia Tenggara menjadi net importir untuk BBM.

Sedangkan faktor ekonomi pada tingkat nasional menunjukkan bahwa pada satu sisi perekonomian Indonesia konsisten tumbuh di atas 5%, sebuah pencapaian yang tergolong cukup tinggi di tengah kontraksi ekonomi dunia. Namun demikian, investasi pada struktur energi terbarukan justru menurun. Tatkala investasi energi terbarukan di tingkat global melampaui investasi energi fosil, di Indonesia sebaliknya nilai investasi energi terbarukan selalu berada di bawah nilai investasi energi fosil. Sementara sektor perbankan menunjukkan dukungan tidak sebanding terhadap pengembangan energi terbarukan karena hampir 80% hingga 90% investasi mereka justru ditempatkan pada proyek energi fosil. Tingginya suku bunga kredit dari perbankan juga membuat iklim investasi yang kurang kondusif bagi pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan di sektor kelistrikan.

Faktor Sosial. Tantangan dari segi sosial terhadap percepatan transisi energi listrik tenaga surya adalah jumlah penduduk mencapai

281,6 juta jiwa. Jumlah penduduk yang besar menjadi tantangan dalam penyediaan dan distribusi energi listrik yang aman dan terjangkau di semua wilayah dan di setiap waktu. Tantangan berikutnya adalah dari segi pendidikan, mayoritas penduduk Indonesia berpendidikan SMP ke bawah. Tingkat pendidikan yang rendah berdampak pada besarnya hambatan sosial terhadap transisi energi listrik serta ketersediaan tenaga profesional dan terlatih. Namun demikian, terdapat peluang yang perlu diperkuat yakni sudah tumbuhnya kesadaran masyarakat terhadap pemanasan global dan urgensi transisi energi. Mayoritas masyarakat juga menjadikan tenaga surya sebagai pilihan utama untuk menjadi sumber listrik di antara semua jenis energi terbarukan lainnya.

Faktor teknologi. Kapasitas teknologi nasional menjadi isu mendasar percepatan transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia. Produksi panel surya yang mampu dihasilkan dari dalam negeri hanya sebesar 1.600 MWp per tahun. Kapasitas ini jelas jauh dari cukup untuk memenuhi target penambahan kapasitas PLTS versi Pemerintah sebesar 300-400 GW hingga tahun 2060. Sedangkan untuk mencapai transisi penuh menuju *net zero emission*, Indonesia membutuhkan energi surya hingga 3.700 GW dengan miliaran keping panel surya. Hingga saat ini, kebutuhan modul surya mayoritas dipenuhi melalui impor. Tingkat komponen dalam negeri (TKDN) beberapa modul surya di Indonesia baru mencapai 40%. Kemampuan produk lokal untuk memenuhi kebutuhan proyek dengan predikat *high efficient solar modul* juga belum ada. Selain itu, belum ada produsen modul surya di Indonesia yang masuk ke dalam kategori tier-1, padahal untuk bisa mendapatkan pendanaan dari lembaga keuangan internasional atau berstatus *bankable* harus bisa masuk pada kategori tier-1.

Meski demikian, teknologi pada PLTS termasuk yang paling cepat perkembangannya. Instalasi PLTS saat ini sudah berkembang dengan mekanisme modular. Daya saing teknologi PLTS dari segi harga juga semakin kompetitif. Di samping itu, meski secara jumlah dan kapasitas produksi masih terbatas, industri nasional yang bergerak pada teknologi

PLTS seperti panel surya sudah mulai muncul. Saat ini ada PT Ali Solar Cell di Batam yang beroperasi sejak 2019, dan PT Trina Mas Agra Indonesia di Kendal, Jawa Tengah yang direncanakan sudah mulai beroperasi pada kuartal ketiga tahun 2024. Kemudian pada aspek teknologi penyimpanan energi, Indonesia telah memiliki beberapa industri baterai untuk PLTS atau penggunaan lain, seperti PT Industri Baterai Indonesia (*Indonesia Battery Corporation*) yang dibangun dari gabungan BUMN serta beberapa perusahaan yang didirikan oleh investor swasta baik domestik maupun asing. Proyek pengembangan beberapa produk bernilai tambah seperti hidrogen hijau dan omunia yang dihasilkan dari aliran listrik PLTS juga sedang berjalan sejak 2022.

Faktor Legal. Kerangka regulasi di Indonesia merupakan tantangan besar dalam percepatan transisi energi listrik tenaga surya. Survei IESR pada 2023 melaporkan bahwa mayoritas pengusaha menganggap bahwa kerangka regulasi menjadi kendala untuk investasi skala besar dari sektor energi termasuk pada kelistrikan. Jumlah aturan yang berlaku terlalu banyak mencapai sekitar 20 aturan untuk sektor kelistrikan saja. Aturan yang dianggap menjadi kendala dalam percepatan transisi energi listrik misalnya pembelian daya listrik oleh PT PLN dari swasta atau ketentuan tarif. Terkait aturan biaya listrik salah satunya diatur dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 10 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Permen tersebut salah satunya mengatur tentang pembelian daya listrik energi terbarukan harus mengacu pada biaya pokok penyediaan (BPP) listrik PT PLN. Persoalannya, BPP PLN dipengaruhi oleh biaya pembangkit energi fosil sehingga tidak sebanding dengan pembangkit energi terbarukan terutama untuk saat ini. Ketentuan mengenai tarif tersebut dianggap tidak menarik bagi investor yang berdampak pada terhambatnya pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan.

Sedangkan regulasi yang spesifik mengatur tentang PLTS dan dinilai menjadi kendala perkembangan PLTS apalagi khususnya adalah

Peraturan Menteri ESDM nomor 2 Tahun 2024 tentang PLTS Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum. Regulasi tersebut dianggap menghambat progres PLTS atap karena menghapus skema *net-metering* yang memungkinkan pelanggan menjual listrik hasil PLTS atap kepada PT PLN berupa pengurangan tagihan. Sistem kuota juga menyulitkan perkembangan PLTS atap bagi pelanggan rumah tangga. Aturan tersebut menurunkan keekonomian PLTS atap yang membuat pelanggan rumah tangga dan sektor usaha kecil cenderung menunda adopsi PLTS atap.

Absennya regulasi yang secara spesifik namun komprehensif dalam mengatur tentang energi terbarukan secara keseluruhan menjadi kendala percepatan transisi energi listrik. RUU EBT yang diharapkan menjadi payung hukum sekaligus mengintegrasikan semua regulasi tentang pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan hingga saat ini belum kunjung disahkan menjadi undang-undang.

Meski demikian, dari segi regulasi, Indonesia juga telah memiliki kerangka regulasi dalam perencanaan sektor energi termasuk berkaitan dengan pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan dalam sektor kelistrikan. Kerangka regulasi tersebut antara lain sebagaimana telah diulas pada Bab II Landasan Pemikiran. Selain itu, terdapat beberapa regulasi pendukung yang berkaitan dengan komitmen pengurangan produksi emisi dan penggunaan energi terbarukan seperti Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, dan *Enhanced Nationally Determined Contribution of Indonesia tahun 2022*.

Faktor Lingkungan. Tantangan percepatan transisi energi listrik tenaga surya dari faktor lingkungan pertama-tama berasal dari sifat geografis Indonesia sebagai negara kepulauan yang menyulitkan menciptakan sistem kelistrikan yang padu serta meningkatkan beban investasi proyek pengembangan PLTS. Perkembangan sektor

kelistrikan antarwilayah juga timpang. Dari total 83,8 GW kapasitas pembangkit listrik pada tahun 2022, 50 GW atau lebih dari 60% berada di region Jawa-Bali. Alasan mengapa struktur kapasitas pembangkit listrik region Jawa-Bali perlu mendapatkan perhatian khusus dalam ulasan ini karena porsi dominan kapasitasnya tidak selaras dengan kontribusinya terhadap pangsa pembangkit listrik energi terbarukan yang pada 2022 hanya mencapai 36%. Pangsa terbesar pembangkit energi terbarukan justru berasal dari region Sumatera yang mencapai 44% padahal kapasitas pembangkitnya hanya 15 GW atau sekitar 17,88% dari total kapasitas nasional. Selain itu, pemanfaatan energi terbarukan secara keseluruhan di region Jawa-Bali baru mencapai sekitar 5,6% dari total energi primer pada tahun 2022⁶⁸. Dengan demikian progres transisi energi nasional sangat dipengaruhi oleh perkembangan di region Jawa-Bali sehingga perlu ditempatkan sebagai poin penting dalam percepatan transisi energi listrik. Dengan kapasitas pembangkit listrik yang mencapai 60% dari total nasional, region Jawa-Bali saat ini mengalami surplus produksi listrik. Hal ini dapat menjadi tantangan percepatan transisi energi listrik tenaga surya karena tingginya resistensi dari kebutuhan untuk penjualan produksi listrik. Namun pada sisi lain, kondisi tersebut dapat mendorong percepatan transisi energi listrik tenaga surya karena meningkatkan tuntutan yang semakin relevan untuk segera mempersiapkan operasional pembangkit listrik berbahan bakar batu bara di region Jawa-Bali.

Tantangan berikutnya adalah kondisi cuaca yang tidak menentu dan curah hujan tinggi pada musim penghujan meningkatkan sifat intermiten PLTS yang menurunkan efisiensi dan kehandalan pasokan listrik dari PLTS. Pemasangan modul PLTS juga membutuhkan lahan yang cocok dan luas terutama untuk instalasi skala besar. Sistem ekonomi sirkuler yang belum terbangun juga menimbulkan tantangan dalam hal mengatasi dampak lingkungan dari proses manufaktur panel

⁶⁸Dewan Energi Nasional. (2023). *Op. Cit*, h. 18.

surya dan pengolahannya pada akhir masa pakai. Hal ini dapat menjadi masalah lingkungan yang baru seperti pencemaran lingkungan.

Meski demikian, percepatan transisi energi listrik tenaga surya juga memiliki peluang besar dari aspek lingkungan. Potensi tenaga surya berlimpah di seluruh wilayah Indonesia sehingga memungkinkan pembangunan proyek PLTS secara merata. Indonesia juga memiliki sumber daya pasir kuarsa yang cukup besar sebagai bahan pembuatan panel surya, mencapai 25 miliar ton dengan jumlah cadangan terbukti mencapai 300 juta ton. Pasir kuarsa tersebut juga tersebar mulai dari Aceh hingga Papua⁶⁹. Indonesia juga memiliki keunggulan sumber daya mineral penting untuk mendukung rantai pasok teknologi energi bersih, seperti nikel, bauksit, tembaga, emas, tanah jarang, hingga kobalt. Indonesia rata-rata berada pada ranking teratas untuk semua sumber daya mineral kritis tersebut⁷⁰.

d. **Faktor Dominan Tantangan dan Peluang Percepatan Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung *Green Economy***

Berdasarkan analisis PESTLE sebelumnya di atas, maka dapat dikategorikan faktor-faktor dominan yang menjadi tantangan dan peluang percepatan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy*. Faktor-faktor dominan tersebut adalah sebagai berikut:

1) **Faktor Tantangan**

Pertama, lemahnya komitmen dan kemauan politik Pemerintah. Faktor ini menjadi hambatan mendasar terhadap pencapaian target-target bauran energi terbarukan maupun penurunan emisi CO₂. Dukungan anggaran negara yang tergolong kecil mengakibatkan penundaan berbagai proyek pengembangan pembangkit listrik energi terbarukan khususnya tenaga surya.

⁶⁹Gunawan, D. dkk. (2024). "Indonesia Perlu Membangun Lebih Banyak Pabrik PLTS untuk Ekspansi Energi Surya Besar-Besaran". *The Conversation*: URL.

⁷⁰Lihat: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI. (2022). *Indonesian Minerals, Coal, and Geothermal Resources and Reserves 2021*. Jakarta: Kementerian ESDM RI, h. 3-12.

Kedua, investasi energi terbarukan yang masih kecil dan menurun. Capaian investasi energi terbarukan selain selalu meleset dari target yang ditetapkan, juga nilainya menurun. Ini mengindikasikan iklim investasi yang kurang mendukung serta skala ekonomi transisi energi listrik terbarukan secara umum maupun khususnya tenaga surya masih kecil untuk menciptakan daya tarik bagi investor. Dukungan investasi dari sektor perbankan yang sangat kecil menunjukkan risiko besar dari sisi ekonomi transisi energi listrik di Indonesia.

Ketiga, keterbatasan sumber daya manusia. Ekonomi hijau dan khususnya transisi energi terbarukan berpotensi menciptakan sekitar 1,8 juta lapangan kerja pada tahun 2030. Namun, upaya untuk memaksimalkan peluang ini belum diimplementasikan dalam pengembangan tenaga kerja. Bahkan, sertifikasi teknisi dalam bidang kelistrikan energi terbarukan menurun. Hal ini menghambat ketersediaan sumber daya terampil yang dibutuhkan dalam penyediaan pembangkit listrik energi terbarukan khususnya tenaga surya.

Keempat, lemahnya kapasitas nasional dalam teknologi EBT tenaga surya. Kemampuan Indonesia yang sangat terbatas untuk memenuhi kebutuhan teknologi PLTS secara mandiri menghambat percepatan transisi energi listrik tenaga surya. Biaya pengadaan teknologi PLTS menjadi jauh lebih mahal, serta bergantung pada ketersediaannya dalam pasar global. Sementara penelitian dan pengembangan energi terbarukan di Indonesia belum tumbuh secara konsisten, bahkan menurun.

Kelima, RUU EBT yang belum kunjung disahkan menjadi undang-undang. RUU EBT sedianya dapat menjadi payung hukum yang mengintegrasikan aturan-aturan yang terkait dengan pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan untuk memberikan kepastian hukum dan kemudahan bagi perkembangan energi terbarukan khususnya pada sektor

kelistrikan. Belum disahkannya RUU EBT tersebut menjadi hambatan terhadap percepatan transisi energi listrik tenaga surya.

Keenam, sistem ekonomi sirkuler PLTS belum terbangun. Faktor ini menghambat percepatan transisi energi listrik tenaga surya karena mencegah pengembangan dan pembangunan PLTS secara luas di seluruh wilayah. Potensi besar PLTS di seluruh wilayah Indonesia juga tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk menyediakan energi listrik yang berkualitas dan handal bagi masyarakat.

2) Faktor peluang

Pertama, kerangka kebijakan bauran energi terbarukan sudah terbentuk. Indonesia telah memiliki peta jalan dan strategi pengembangan energi terbarukan mulai dari tingkat nasional hingga daerah. Berbagai kebijakan telah terbentuk mulai dari tingkat nasional hingga daerah. Ada KEN yang menjadi acuan pada kebijakan turunan seperti RUEN dan RUKN. Kemudian masing-masing daerah menyusun Rencana Umum Energi Daerah (RUED) sebagai turunan dari implementasi RUEN pada tingkat daerah. Masing-masing RUED memuat target bauran energi daerah yang bervariasi tergantung pada penilaian-penilaian setiap pemerintah daerah, sehingga beberapa mematok target bauran energi terbarukan yang lebih tinggi daripada target nasional.

Kedua, perekonomian nasional Indonesia konsisten tumbuh di atas 5% dan cukup *resilient* dari krisis global. Pasca Covid-19, perekonomian Indonesia termasuk mengalami pemulihan yang cukup cepat dan mencapai pertumbuhan yang relatif stabil di atas 5%. Pertumbuhan tersebut menunjukkan daya tahan perekonomian Indonesia di tengah berbagai gejolak akibat pandemi serta saat ini konflik bersenjata di Ukraina dan di Timur Tengah. Pertumbuhan tersebut juga mencerminkan geliat ekonomi yang stabil dan karenanya menjadi modal penting dalam upaya

percepatan transisi energi listrik tenaga surya. Investasi Pemerintah pada proyek-proyek pengembangan energi listrik tenaga surya atau pembangunan pembangkit di berbagai wilayah akan semakin meningkat yang didukung oleh stabilitas pertumbuhan ekonomi nasional tersebut.

Ketiga, kesadaran publik dan dukungan terhadap energi terbarukan. Kesadaran publik terkait isu perubahan iklim serta tuntutan untuk segera mengurangi penggunaan sumber energi fosil meminimalisasi sejak dini berbagai hambatan sosial transisi energi listrik tenaga surya. Peran publik juga sangat besar dalam mendorong atau menuntut Pemerintah untuk membuat kebijakan yang lebih serius dan berkomitmen terhadap pengembangan energi listrik tenaga surya. Kesadaran dan dukungan publik juga akan membantu mempercepat pangsa pasar energi listrik tenaga surya. Hal ini akan meningkatkan optimisme Pemerintah untuk mengeluarkan berbagai kebijakan transisi energi listrik tenaga surya. Demikian juga swasta, sektor keuangan, dan badan usaha publik akan lebih optimis untuk berinvestasi dalam pengembangan energi listrik tenaga surya.

Keempat, industri yang bergerak pada bidang produksi teknologi PLTS mulai tumbuh. Hal ini merupakan tahap penting yang akan mendorong percepatan transisi energi listrik dengan memberi pijakan yang kuat pada perkembangan dan adaptasi teknologi baru dalam sektor energi terbarukan khususnya tenaga surya. Tahap ini juga menunjukkan bahwa teknologi PLTS dalam negeri berkembang pada arah yang prospektif sehingga dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri secara mandiri.

Kelima, kerangka regulasi yang cukup lengkap dalam perencanaan sektor energi terbarukan. Transisi listrik tenaga surya merupakan aspek yang tidak dapat terpisahkan dari kebijakan lingkungan seperti penurunan emisi CO₂ di Indonesia. Peluang dari faktor ini adalah Indonesia memiliki kerangka

regulasi yang cukup lengkap, yang berhubungan dengan sektor energi secara umum, kemudian pada sektor kelistrikan, serta didukung oleh berbagai dokumen rencana penurunan emisi CO₂. Kerangka regulasi yang ada juga memenuhi kriteria stabilitas dari segi keterbacaan (*readability*), masa berlaku, dan ketahanan terhadap perubahan politik jangka pendek. Hal ini membentuk landasan yang kuat dalam transisi energi listrik tenaga surya mulai dari tingkat pusat hingga daerah, serta menciptakan kepastian hukum untuk menciptakan iklim investasi bagi pengembangan energi listrik tenaga surya maupun pembangunan pembangkit.

Keenam, sumber daya yang berlimpah. Percepatan transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia didukung oleh sumber daya yang berlimpah. Sebagai negara tropis yang berada di tengah katulistiwa, Indonesia menerima radiasi matahari yang besar sebagai sumber langsung energi untuk PLTS. Sedangkan sumber daya seperti pasir kuarsa maupun produk mineral penting mendukung percepatan transisi energi listrik tenaga surya baik secara langsung maupun tidak langsung. Sumber daya tersebut secara langsung mendukung perkembangan energi listrik tenaga surya sebagai bahan baku teknologi PLTS, dan secara tidak langsung dari sisi nilai ekonominya yang tinggi untuk membantu pembiayaan berbagai proyek pengembangan energi listrik tenaga surya dan pembangunan pembangkit.

14. Dampak Percepatan Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung *Green Economy* Terhadap Ketahanan Energi Nasional

Transisi energi listrik melalui pemanfaatan sumber kekayaan alam, dalam hal ini sumber energi terbarukan khususnya tenaga surya, merupakan bagian dari amanat UUD NRI 1945 dan peraturan perundang-undangan lainnya untuk menjamin kemakmuran rakyat dengan tercapainya ketahanan energi nasional. Pasal 33 UUD NRI 1945 mengamanatkan kepada Pemerintah sebagai representasi negara untuk melakukan penyelenggaraan

energi sebagai cabang-cabang yang penting dan menguasai hajat hidup orang banyak melalui pemanfaatan sumber kekayaan alam, dalam hal ini melalui transisi energi listrik tenaga surya untuk mewujudkan kemakmuran rakyat. Demikian juga dalam UU No. 30 Tahun 2007 tentang Energi maupun UU No. 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan juga mengamanatkan kepada Pemerintah untuk mewujudkan ketahanan energi nasional melalui penganekaragaman sumber daya energi atau melakukan transisi energi listrik dengan mengutamakan sumber energi baru dan terbarukan. Percepatan transisi energi listrik tenaga surya di tengah tren elektrifikasi dan disrupsi sektor energi akan menjadi kunci bagi ketahanan energi nasional dan pada akhirnya mewujudkan kemakmuran rakyat dengan menyediakan energi yang berkualitas, terjangkau, handal, dan berkelanjutan, meningkatkan kualitas lingkungan, serta membuka lapangan kerja sebagaimana amanat peraturan perundang-undangan tersebut.

Namun demikian, berdasarkan analisis PESTLE sebelumnya, terdapat banyak faktor yang dominan menjadi hambatan terhadap percepatan transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia. Komitmen dan kemauan politik yang masih lemah menjadi hulu dari hambatan transisi energi listrik tenaga surya. Kebijakan dan target yang Pemerintah tetapkan cukup ambisius, namun tidak selaras dalam upaya-upaya untuk mewujudkannya. Dukungan anggaran yang dialokasikan Pemerintah masih terlalu kecil untuk melecut perkembangan yang signifikan dalam transisi energi listrik terbarukan khususnya tenaga surya. Kerangka regulasi yang dibuat Pemerintah menciptakan hambatan transisi energi listrik terutama karena kurang menarik bagi investor. Regulasi yang secara spesifik mengatur dan mengintegrasikan aturan-aturan terkait energi terbarukan juga belum terbentuk karena RUU EBT belum kunjung disahkan menjadi undang-undang.

Kondisi tersebut berpengaruh terhadap perlambatan perkembangan pasar energi listrik tenaga surya di Indonesia. Kebijakan dan regulasi Pemerintah tidak cukup konsisten menciptakan pasar sehingga nilai ekonominya masih relatif kecil untuk memancing investasi besar. Selain itu, iklim investasi pada sektor energi listrik terbarukan belum cukup ramah bagi

investor. Akibatnya, investasi energi terbarukan secara keseluruhan tergolong kecil, bahkan menurun. Para investor melihat investasi energi terbarukan di Indonesia berisiko tinggi sementara proyek-proyek energi terbarukan khususnya PLTS membutuhkan biaya awal yang relatif besar.

Pada aspek sosial, meski masyarakat memiliki pemahaman cukup baik terhadap isu pemanasan global dan perubahan iklim, aksi-aksi kolektif untuk mendukung transisi energi listrik belum terbangun secara luas. Transisi energi merupakan isu *high politics* yang kurang familiar dalam perbincangan masyarakat kecuali pada kelompok yang terbatas. Karena itu, hingga saat ini belum berkembang suatu gerakan sosial-politik untuk mendorong Pemerintah semakin serius mempercepat transisi energi. Masyarakat cenderung pasif terhadap isu tersebut. Kurangnya pendidikan dan pelatihan untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan pada bidang energi listrik terbarukan khususnya tenaga surya menyebabkan terbatasnya tenaga profesional dan terampil yang tersedia sehingga pangsa pasar *green job* juga tidak berkembang untuk menyerap tenaga kerja yang berlimpah.

Hambatan dari segi lingkungan juga besar karena perencanaan yang belum komprehensif dan padu mulai dari tingkat pusat hingga daerah. Perkembangan sektor kelistrikan yang timpang antarwilayah cenderung akan menyebabkan ketimpangan progres transisi energi listrik tenaga surya, kecuali terdapat kebijakan yang sangat determinatif. Surplus produksi listrik di region Jawa-Bali belum dilihat sebagai peluang untuk mempercepat transisi energi listrik.

Apabila kondisi-kondisi tersebut terus bertahan atau perbaikan signifikan tidak terwujud, berbagai target bauran energi terbarukan maupun target nol emisi yang telah ditetapkan oleh Pemerintah Indonesia akan sulit tercapai. Perkembangan energi listrik tenaga surya yang berlangsung paling lambat bahkan di antara semua jenis energi terbarukan menyebabkan transisi energi secara keseluruhan di Indonesia berjalan pada laju yang tidak progresif. Potensi tenaga surya yang paling berlimpah dan tersebar di berbagai wilayah tidak dimanfaatkan dengan semestinya padahal tren di tingkat global menunjukkan perkembangan pesat pada jenis tenaga surya.

Transisi energi listrik tenaga surya yang berlangsung dalam progres yang lambat berdampak pada lemahnya ketahanan energi nasional. Transisi energi sejak awal bertujuan untuk mewujudkan ketahanan energi nasional mulai dari aspek keamanan, ekuitas, maupun keberlanjutan. Dari aspek keamanan energi, transisi energi bertujuan untuk menjamin ketersediaan pasokan energi secara berkesinambungan dan berkualitas bagi masyarakat di seluruh wilayah Indonesia. Dari aspek ekuitas, transisi energi berupaya mewujudkan energi yang lebih terjangkau sehingga turut berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat. Sementara dari aspek keberlanjutan, transisi energi bertujuan mendorong agar sektor produksi maupun konsumsi energi berperan dalam pelestarian lingkungan dan mitigasi perubahan iklim.

Berdasarkan potensi tenaga surya yang sangat besar dan mendominasi total potensi energi terbarukan di Indonesia, lambannya transisi energi listrik tenaga surya akan berdampak pada lemahnya ketahanan energi nasional yang tercermin pada berbagai kondisi berikut;

a. Lambannya transisi energi listrik

Transisi energi listrik merupakan kunci untuk mewujudkan ketahanan energi nasional sejalan dengan tren elektrifikasi dan peningkatan signifikan permintaan listrik nasional. Namun demikian, lambannya transisi energi listrik tenaga surya berpengaruh pada lambannya perkembangan transisi energi listrik secara keseluruhan saat ini. Dalam Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) 2019-2038 yang disusun mengacu pada KEN, Pemerintah menargetkan bahwa pada tahun 2025 bauran pembangkit listrik telah mampu menggunakan 23% energi terbarukan, sedangkan penggunaan batu bara dipatok sebesar 55%, gas kurang dari 22%, dan minyak hanya tersisa 0,4%. Perkembangan transisi energi listrik dari segi penyediaan tergambar pada realisasi target tersebut, yang secara langsung ditunjukkan oleh bauran kapasitas pembangkit listrik.

Kapasitas terpasang pembangkit listrik secara nasional mengalami penambahan hampir 1,7 kali lipat selama 10 tahun terakhir

dari sekitar 51 GW pada tahun 2013 menjadi 83,8 GW pada 2022. Penambahan kapasitas tersebut selain menunjukkan tren positif penyediaan listrik sayangnya juga menunjukkan resistensi dominasi pembangkit listrik energi fosil. Pada tahun 2013, porsi pembangkit listrik energi fosil mencapai total sekitar 86,3% terdiri dari batu bara sebesar 24 GW, gas 14 GW, dan BBM 6 GW. Sedangkan porsi energi terbarukan hanya 13,7% atau sekitar 7 GW. Kemudian berdasarkan kapasitas pada tahun 2022, porsi pembangkit listrik energi fosil total mencapai sekitar 85% terdiri dari batu bara sekitar 45,9 GW, gas 20,95 GW, dan BBM 4,35 GW. Sedangkan sisanya sekitar 15% atau 12,6 GW berasal dari pembangkit listrik energi terbarukan.

Struktur bauran pembangkit listrik antara tahun 2013 dan 2022 tersebut menunjukkan beberapa catatan penting yang perlu diperhatikan terkait dengan progres transisi energi di sektor listrik. Berdasarkan data tersebut, kapasitas pembangkit berbahan bakar fosil, kecuali BBM, mengalami peningkatan baik dari segi kuantitas maupun persentase. Dari segi kuantitas daya, porsi energi terbarukan memang bertambah namun dengan jumlah yang relatif kecil yakni dari persentase hanya bertambah 1,3% sementara dari jumlah hanya sekitar 5,6 GW selama 10 tahun terakhir.

Oleh karena itu, produksi listrik nasional masih sangat dominan berasal dari pembangkit berbasis sumber energi fosil, terutama batu bara. Produksi listrik dalam 10 tahun ke depan juga diperkirakan masih didominasi oleh energi fosil terutama batu bara walaupun pangsa akan turun dengan presentase yang beragam antara 38% hingga 63% tergantung pada proyeksi yang digunakan. Penurunan kapasitas produksi listrik berbahan bakar batu bara dipengaruhi oleh program pengakhiran masa operasi Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) serta *co-firing* biomassa sebagaimana diatur dalam Perpres No. 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Pada akhir tahun 2022, Pemerintah Indonesia melancarkan *Energy Transition Mechanism (ETM) Country*

Platform sebagai salah satu upaya mempercepat transisi energi. Skema ini adalah program transformatif yang membantu mempersiapkan pembangkit listrik berbasis fosil terutama batu bara dan menggantikannya dengan energi bersih. Implementasi dari program tersebut adalah pengakhiran operasi atau pensiun dini PLTU batu bara. Program tersebut sejauh ini belum dimulai meski telah diidentifikasi sekitar 12 PLTU yang siap dipensiunkan lebih awal. Selain melalui pengakhiran masa operasional, program *co-firing* biomassa juga menjadi salah satu pendekatan untuk mengurangi emisi dari produksi listrik oleh PLTU. *Co-firing* biomassa adalah praktik pembakaran bersama biomassa dengan batu bara dalam PLTU untuk mengurangi porsi penggunaan batu bara. Proyeksi penurunan produksi listrik berbahan bakar fosil khususnya batu bara juga didorong oleh kebijakan Pemerintah yang secara langsung mewajibkan PT PLN selaku BUMN di sektor kelistrikan untuk membeli tenaga listrik energi terbarukan yang dihasilkan oleh swasta, sebagaimana diatur dalam Permen ESDM No. 12 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik. Meski demikian, pangsa produksi listrik energi terbarukan baru mencapai sekitar 14% pada 2022. Berdasarkan capaian tersebut, maka masih terdapat jalan panjang untuk mencapai target 23% pada tahun 2025 sebagaimana yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri ESDM No. 143 K/20/MEM/2019 Tentang RUKN. Dari segi bauran produksi listrik energi terbarukan sendiri, pangsa terbesar ditempati oleh tenaga air, bioenergi, dan panas bumi, sementara pangsa tenaga surya baru mencapai 0,4 TWh.

b. Ketimpangan energi antarwilayah

Lambannya transisi energi listrik tenaga surya berdampak terhadap lemahnya ketahanan nasional dengan melanggengkan ketimpangan energi antarwilayah. Sebagaimana data yang telah diulas sebelumnya, region Jawa-Bali mendominasi kapasitas pembangkit dan produksi energi listrik di Indonesia. Kapasitas pembangkit listrik

nasional mayoritas mencapai sekitar 62% berada di region Jawa Bali. Kapasitas pembangkit listrik lainnya terbagi antara region Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara, dan Papua. Produksi listrik juga didominasi oleh region-Jawa Bali mencapai sekitar 68% yang menyebabkan wilayah ini mengalami surplus. Sementara pada sisi lain, daerah-daerah di luar Pulau Jawa, mulai dari Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, dan Papua mengalami keterbatasan yang mendasar dari sisi ketersediaan dan kualitas pasokan energi listrik.

Potensi tenaga surya tersebar di seluruh wilayah Indonesia dan dapat dibangun secara modular sehingga tidak harus bergantung pada pembangkit terpusat. Dari segi potensi, PLTS dapat mendorong keamanan dan kualitas pasokan energi listrik di seluruh wilayah. Namun karena transisi energi listrik tenaga surya masih berjalan lambat, potensi tersebut belum maksimal sehingga menyebabkan ketimpangan energi listrik antarwilayah, yang merupakan cerminan dari lemahnya ketahanan energi nasional.

c. Kenaikan tarif energi listrik

Ketergantungan terhadap energi fosil dalam penyediaan listrik berdampak pada terus meningkatnya harga listrik nasional yang mengikuti harga energi di pasar dunia. Berdasarkan data statistik PT PLN tahun 2022, tarif listrik atau harga jual rata-rata per kWh tahun 2022 adalah Rp1.137,26, naik sekitar 5% dari tahun sebelumnya yang Rp1.083,30. Jika dihitung lebih jauh selama 10 tahun terakhir, harga rata-rata tarif listrik naik mencapai 39%⁷¹. Kenaikan tarif listrik tersebut meningkatkan tekanan secara ekonomi kepada masyarakat. Karena itu, dari sisi ekuitas energi, kenaikan tarif listrik yang terus berlangsung setiap tahun menunjukkan ketahanan energi nasional semakin lemah.

⁷¹PT Perusahaan Listrik Negara. (2023). *Statistik PLN 2023*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero), h. 54.

d. Emisi CO₂ pembangkit listrik meningkat di Indonesia

Masih dominannya porsi energi fosil dalam kapasitas terpasang pembangkit dan produksi listrik, serta sebaliknya minimnya porsi energi terbarukan khususnya tenaga surya berdampak pada tingginya kontribusi sektor listrik dalam menghasilkan Emisi CO₂. Pada 2022, pembangkit listrik merupakan sektor yang berkontribusi paling besar dalam menghasilkan emisi CO₂ di Indonesia, mencapai 297 juta ton atau sekitar 42,6% dari total emisi 696,75 juta ton. Peran sektor pembangkit listrik tersebut diproyeksikan akan terus meningkat pada tahun-tahun mendatang seiring terus bertahannya dominasi pembangkit listrik tenaga fosil khususnya batu bara. Kontribusi sektor pembangkit listrik dalam menghasilkan emisi CO₂ juga mencerminkan lemahnya ketahanan energi nasional dari sisi keberlanjutan lingkungan.

15. Upaya Strategis Mempercepat Transisi Energi Listrik Tenaga Surya dalam Mendukung *Green Economy* Guna Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional

Analisis PESTLE tantangan dan peluang serta dampaknya terhadap ketahanan energi nasional mengantarkan studi ini pada pembahasan mengenai upaya strategis untuk mempercepat transisi energi listrik tenaga surya. Upaya strategis tersebut bertujuan untuk mempercepat momen perubahan berdasarkan model Kurva S dalam permintaan energi listrik tenaga fosil dari periode *peak* (puncak) dan *plateau* (datar) menuju *decline* (penurunan) sekaligus mempercepat perkembangan penyediaan dan permintaan energi listrik terbarukan khususnya tenaga surya. Tantangan dan peluang yang telah diuraikan pada pokok bahasan sebelumnya merupakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap panjang-pendeknya periode transisi energi tersebut. Faktor-faktor tersebut merupakan bagian dari umpan balik (*feedback loops*) dalam pertumbuhan Kurva S transisi energi listrik tenaga surya. Karena itu, upaya strategis mempercepat transisi energi listrik tenaga surya meliputi upaya mengatasi tantangan dan memaksimalkan peluang yang telah dikategorikan sebelumnya untuk mengintervensi percepatan kurva S transisi energi listrik tenaga surya.

a. **Upaya Strategis Mempercepat Transisi Energi Listrik Tenaga Surya**

Berdasarkan uraian tentang tantangan dan peluang percepatan transisi energi listrik tenaga surya, upaya strategis untuk mempercepat proses transisi tersebut antara lain;

Pertama, memperkuat komitmen dan kemauan politik. Berbagai perencanaan transisi energi yang telah dicanangkan Pemerintah Indonesia membutuhkan komitmen dan kemauan politik yang kuat serta konsisten dalam implementasi langkah-langkah konkret. Pemerintah perlu memperbesar proyek pengembangan dan pembangunan pembangkit listrik tenaga surya. Wujud konkret dari komitmen dan kemauan politik tersebut pertama-tama harus tercermin pada dukungan anggaran untuk menjalankan berbagai proyek penyediaan energi listrik terbarukan khususnya tenaga surya. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, rata-rata anggaran Pemerintah untuk perubahan iklim secara keseluruhan selama 5 tahun terakhir sebesar Rp 89,6 triliun per tahun. Apabila dibandingkan dengan nilai APBN tahun 2023 yang sebesar Rp.3.061 triliun, anggaran untuk perubahan iklim yang termasuk di dalamnya transisi energi listrik hanya sebesar 2,93%. Untuk itu diperlukan penambahan anggaran Pemerintah untuk perubahan iklim dengan kisaran minimal 8,70% berdasarkan perhitungan kebutuhan tahunan sebesar 266,2 triliun per tahun. Penambahan anggaran tersebut harus ditopang dengan memperkuat transparansi dan akuntabilitas agar penggunaannya sejalan dengan tujuan mempercepat transisi energi listrik terbarukan khususnya tenaga surya.

Kedua, meningkatkan investasi energi terbarukan khususnya tenaga surya. Untuk memenuhi target bauran energi listrik terbarukan sebesar 23% pada 2025 dan 28% pada 2038 sebagaimana yang tertuang dalam RUKN serta target *net zero emission* pada 2060 atau lebih cepat, diperlukan peningkatan investasi transisi energi listrik tenaga surya. Upaya tersebut membutuhkan pendekatan *multi-facet* yang melibatkan pemerintahan, swasta, dan masyarakat untuk

menciptakan lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan investasi transisi energi listrik. Pemerintah pertama-tama harus memperbaiki kerangka regulasi yang meliputi perbaikan kemudahan berinvestasi, insentif fiskal, tarif *feed-in*, serta mandat dan standar penggunaan energi listrik tenaga surya dalam industri dan sektor publik. Sementara sektor perbankan didorong memperbesar investasi transisi energi listrik tenaga surya sekaligus menyediakan akses ke pembiayaan dengan bunga rendah. Sementara partisipasi masyarakat juga perlu diperbesar dengan mengembangkan program yang memungkinkan individu dan komunitas untuk berinvestasi dalam proyek energi listrik tenaga surya.

Investasi energi terbarukan perlu didorong di seluruh wilayah Indonesia dengan perbedaan tujuan yang relevan dipertimbangkan untuk mewujudkan transisi energi listrik serta ketahanan energi nasional. Di region Jawa-Bali, investasi energi terbarukan perlu ditingkatkan untuk mempercepat proses transisi energi listrik berbasis energi terbarukan seiring kebijakan untuk menghentikan pengoperasian pembangkit listrik tenaga batu bara. Sementara di luar pulau Jawa, investasi energi terbarukan penting untuk meningkatkan ketersediaan dan kualitas pasokan energi listrik bagi seluruh masyarakat hingga ke wilayah-wilayah terpencil.

Ketiga, mempersiapkan SDM energi. Transisi energi listrik berkaitan erat dengan perkembangan terbaru teknologi energi sehingga diperlukan SDM energi yang mumpuni dan profesional dalam pengembangan maupun utilitasnya. Untuk mempersiapkan kesiapan SDM energi membutuhkan pendekatan yang komprehensif dan berkesinambungan. Dalam konteks tersebut, Pemerintah perlu melakukan perubahan pada kebijakan tata kelola SDM energi yang selaras dengan target transisi energi listrik maupun *net zero emission*. Kebijakan tata kelola SDM yang dimaksud meliputi program pendidikan dan pelatihan, penyediaan pendanaan, infrastruktur, kurikulum, serta penyiapan SDM potensial untuk pengembangan ilmu dan teknologi atau riset. Pemerintah juga perlu membuat perencanaan penyiapan

SDM energi untuk membangun demografi keahlian SDM energi. Proses untuk melahirkan seorang ahli di sektor energi membutuhkan proses panjang sehingga dibutuhkan data yang akurat untuk menetapkan jumlah kebutuhan ahli atau tenaga profesional pada bidang-bidang keahlian yang dipetakan secara realistis. Dalam konteks tersebut, Kementerian ESDM perlu menyusun peta jalan penyiapan SDM transisi energi, sementara Kementerian Ketenagakerjaan perlu segera merealisasikan pengembangan peta jalan transisi sektor tenaga kerja untuk memaksimalkan potensi *green job* yang akan muncul dari rencana integrasi indeks ekonomi hijau dalam perencanaan pembangunan nasional.

Keempat, memperkuat kapasitas nasional dalam teknologi energi EBT tenaga surya. Kapasitas nasional dalam teknologi EBT tenaga surya yang semakin kuat akan memainkan peran penting dalam memperlancar proses transisi energi listrik tenaga surya menjadi lebih efisien, terjangkau, dan berkelanjutan, serta memenuhi aspek kemandirian. Untuk mewujudkan hal tersebut, Pemerintah harus berkomitmen penuh dalam mendorong berkembangnya inovasi, riset, pengembangan, dan pemanfaatan teknologi EBT tenaga surya melalui kebijakan yang mendukung inovasi teknologi EBT khususnya tenaga surya. Kebijakan tersebut meliputi insentif kepada perusahaan, lembaga penelitian maupun individu yang melakukan penelitian dan pengembangan; menjamin perlindungan kekayaan intelektual; mendorong kolaborasi antara pemerintah, swasta, pendidikan tinggi, dan lembaga penelitian; membangun pusat inovasi; meningkatkan kerja sama internasional dalam transfer teknologi dan pembiayaan, serta; menjamin pemanfaatan teknologi hasil jadi dari penelitian dan pengembangan.

Kelima, mempercepat pembahasan dan pengesahan RUU EBT menjadi undang-undang. Transisi energi termasuk di sektor kelistrikan membutuhkan payung hukum untuk menjamin keberlangsungan prosesnya. Selain itu, kerangka regulasi yang komprehensif juga

dibutuhkan untuk menciptakan ekosistem pengembangan dan investasi EBT. Karena itu, pengesahaan RUU EBT menjadi undang-undang bersifat mendesak dalam mendukung percepatan transisi energi listrik khususnya tenaga surya. Pengesahaan RUU EBT menjadi undang-undang penting untuk menciptakan kepastian hukum transisi energi sekaligus menjadi kontrol atas penggunaan energi fosil. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya bahwa pembahasan dan pengesahan RUU EBT menjadi undang-undang berjalan lamban dan tertunda. RUU EBT telah masuk dalam prioritas Program Legislasi Nasional sejak 2022, namun hingga saat ini belum kunjung disahkan menjadi undang-undang. Untuk itu Pemerintah dan DPR perlu mempercepat pembahasan dan pengesahaan Daftar Inventarisasi Masalah (DIM) RUU EBT yang telah ditetapkan. Jumlah DIM RUU EBT mencakup 574 permasalahan terkait energi, namun hingga akhir tahun 2023 pembahasannya baru mencapai sekitar 160 DIM. Dalam pembahasan DIM RUU EBT, Pemerintah dan DPR perlu memperbesar ruang partisipasi masyarakat dan kelompok ahli untuk memastikan agar muatannya sejalan dengan tujuan mendorong ketahanan energi serta menjamin terlindunginya kepentingan nasional.

Keenam, membangun sistem ekonomi sirkuler PLTS. Transisi energi secara umum bertujuan untuk memperbaiki kualitas lingkungan dari penyediaan maupun konsumsi energi. Karena itu, proses transisi energi listrik tenaga surya juga harus memastikan kelestarian lingkungan dalam setiap rantai pengembangan dan pembangunan PLTS. Berdasarkan target *net zero emission*, Indonesia membutuhkan miliaran keping panel surya serta baterai dan perangkat teknologi PLTS lainnya untuk dapat memenuhi target tersebut. Untuk itu, selain membangun industri yang bergerak pada produksi berbagai perangkat teknologi PLTS tersebut, Pemerintah perlu memastikan terciptanya mekanisme pengolahan dan daur ulang perangkat teknologi yang telah memasuki akhir penggunaan. Pemerintah juga harus memperkuat aturan dan pengawasan terhadap penambangan pasir kuarsa, dan berbagai jenis barang tambang lainnya yang dibutuhkan dalam

pembuatan teknologi PLTS. Ini bertujuan agar transisi energi listrik tenaga surya tidak menimbulkan masalah baru terhadap lingkungan.

b. Upaya Percepatan Inovasi Transisi Energi Listrik Tenaga Surya

Transisi energi berdasarkan model kurva S pada dasarnya mengikuti perkembangan teknologi baru di bidang energi, yang merupakan pendorong utama perubahan sistem energi. Karena itu, dalam model kurva S, inovasi pada teknologi energi merupakan kunci untuk mempercepat peralihan dari sumber energi fosil ke sumber energi yang lebih berkelanjutan. Inovasi yang terus berkembang dalam teknologi energi akan mendorong perkembangan sumber baru energi, menghasilkan peningkatan efisiensi dan penurunan biaya energi terbarukan, membuka peluang-peluang baru, dan meningkatkan keandalan pasokan energi. Dalam model Kurva S, tingkat inovasi dan adopsi teknologi baru bersifat non-linier, sehingga intervensi strategis pada fase-fase inovasi dapat mempercepat proses transisi energi termasuk pada tenaga surya. Intervensi strategis berasal dari berbagai *stakeholders* meliputi Pemerintah, sektor swasta, kelompok masyarakat sipil, sektor keuangan, dan koalisi *multistakeholders*.

Berdasarkan model Kurva S, inovasi teknologi transisi energi terdiri dari 5 fase. Keberhasilan mengatasi hambatan pada fase pertama melalui intervensi strategis akan mempercepat proses inovasi pada fase kedua, dan demikian seterusnya. Fase pertama hingga ketiga umumnya berjalan dalam ritme yang lambat, namun ketika telah memasuki fase keempat dan kelima, proses inovasi meningkat pesat hingga mencapai tingkat saturasi pasar. Karena itu, penting untuk memastikan keberlanjutan setiap fase karena seringkali inkonsistensi untuk menjalankan fase-fase awal menyebabkan proses inovasi berhenti. Kelima fase inovasi teknologi transisi energi listrik tenaga surya berdasarkan model Kurva S adalah sebagai berikut:

Fase 1: Pencarian solusi inovasi transisi energi listrik tenaga surya. Fase 1 memiliki tujuan utama untuk mengidentifikasi inovasi dengan potensi tinggi. Sedangkan kegiatan utama pada fase 1 berupa

penelitian dan pengembangan, penetapan komitmen, dan peningkatan kesadaran publik. Progres inovasi pada fase 1 membutuhkan intervensi dari berbagai *stakeholders* untuk mempercepat pelaksanaan berbagai kegiatan utama tersebut. Intervensi yang diperlukan sebagai berikut;

- 1) Pemerintah meningkatkan pendanaan penelitian dan pengembangan dengan alokasi dana yang lebih besar dalam anggaran nasional serta membentuk kerangka regulasi eksperimental (*regulatory sandboxes*) yang memungkinkan perusahaan terutama di sektor teknologi energi dan keuangan untuk menguji produk, layanan, atau model bisnis baru dalam lingkungan yang terkendali di bawah pengawasan regulator.
- 2) Sektor swasta melakukan ekperimentasi dan penetapan target. Eksperimentasi merupakan proses ilmiah yang harus dilakukan oleh sektor swasta baik peneliti, lembaga penelitian, atau perusahaan untuk menguji hipotesis atau teori yang berhubungan dengan teknologi energi tenaga surya melalui percobaan yang terkontrol dan sistematis. Proses eksperimentasi tersebut harus diikuti dengan penetapan target untuk mengarahkan usaha dan sumber daya menuju hasil yang spesifik dan terukur.
- 3) Kelompok masyarakat sipil berupaya menumbuhkan kesadaran lembaga publik maupun masyarakat mengenai urgensi transisi energi listrik khususnya tenaga surya di Indonesia untuk memperkuat ketahanan energi nasional.
- 4) Sektor keuangan mendorong pembiayaan yang selaras dengan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim (*climate-aligned finance*) dengan tujuan mengalirkan aliran keuangan ke proyek dan inisiatif yang mengurangi emisi gas rumah kaca dalam hal ini adalah transisi energi listrik tenaga surya.
- 5) Koalisi *multistakeholders* yakni organisasi, perusahaan, atau entitas lain yang berperan sebagai koalisi pelopor (*first-mover coalitions*) bekerja sama untuk memimpin dalam pengerjaan dan adopsi inovasi baru melalui penciptaan visi dan pembangunan pengetahuan.

Fase 2: Pembuktian konsep inovasi transisi energi listrik tenaga surya. Tujuan utama pada fase 2 adalah pembuktian kelayakan teknis dari penggunaan produk inovasi teknologi energi surya untuk peluang atau tujuan yang telah diperjelas pada fase 1. Sedangkan kegiatan kunci pada fase 2 berupa pengembangan *pilot project* atau *prototipe* dan demonstrasi, validasi dampak, dan membangun kasus bisnis awal. Intervensi yang dibutuhkan pada fase ini dari berbagai *stakeholders* antara lain:

- 1) Pemerintah perlu membuat peta jalan (*roadmap*) serta komitmen transisi energi listrik tenaga surya yang terwujud dalam regulasi dan kebijakan yang mendukung. Hal ini termasuk meningkatkan pendanaan dari belanja pemerintah untuk mendukung pengembangan *prototipe*, *pilot project*, dan demonstrasi baik melalui program hibah, pinjaman, atau insentif lainnya.
- 2) Sektor swasta yang meliputi peneliti, lembaga penelitian, atau perusahaan harus berkomitmen memastikan keberlanjutan eksperimen teknologi energi listrik tenaga surya untuk mencapai target yang telah ditetapkan.
- 3) Kelompok masyarakat sipil berperan mengidentifikasi dan melakukan penilaian terhadap kondisi yang menciptakan peluang untuk mempercepat inovasi teknologi energi listrik tenaga surya. Ini bertujuan untuk menentukan area di mana tindakan atau inovasi tertentu dapat memberikan nilai tambah, misalnya dengan mengidentifikasi tren pasar, kebutuhan pelanggan, atau potensi inovasi yang dapat dimanfaatkan misalkan *green hidrogen*. Selain itu, kelompok masyarakat sipil juga melakukan validasi dampak yakni memastikan intervensi yang diimplementasikan memberikan hasil yang diharapkan.
- 4) Sektor keuangan mengkonsolidasikan pendanaan melalui modal ventura atau investasi langsung dalam perusahaan rintisan atau *start-up* yang membutuhkan fleksibilitas pendanaan dalam pengembangan lanjut *pilot project* dan *prototipe*, atau demonstrasi inovasi teknologi energi listrik tenaga surya.

- 5) Koalisi *multistakeholders* mengupayakan koalisi pembiayaan yakni kerja sama antara berbagai entitas keuangan seperti bank, investor, lembaga keuangan, dan organisasi non-pemerintah untuk mencapai tujuan bersama, mempercepat inovasi transisi energi listrik tenaga surya. Upaya ini dapat dijalankan melalui penggunaan dana publik dan swasta bersama-sama (untuk mendukung proyek inovasi atau pembangunan PLTS).

Fase 3: Pengguna awal inovasi transisi energi listrik tenaga surya. Proses inovasi teknologi energi listrik tenaga surya pada fase ini adalah menciptakan pasar terbatas dari produk pengembangan lanjutan pada fase sebelumnya. Tujuan pada fase ini adalah memperkenalkan produk inovasi teknologi energi tenaga surya serta menciptakan pangsa pasar awal yang menjadi fondasi bagi pangsa pasar konsumen yang lebih luas. Tindakan kunci pada fase ini adalah menciptakan permintaan, menargetkan pasar, skema sertifikasi, dan proyek rantai nilai (*value chain project*). Untuk mempercepat proses pada fase ini dibutuhkan intervensi di antaranya;

- 1) Pemerintah perlu menyusun kebijakan untuk menarik permintaan teknologi listrik tenaga surya yang meliputi pemberian subsidi, pengadaan publik, dan perjanjian pembelian (*offtake agreement*). Langkah ini bertujuan untuk menciptakan permintaan atau pangsa pasar baru sekaligus memastikan keberlanjutan proses inovasi teknologi energi listrik tenaga surya terutama yang dilakukan oleh perusahaan turunan, perusahaan rintisan, *start-up*, maupun kolaborasi publik dan swasta.
- 2) Sektor swasta mengupayakan penciptaan pasar serta melakukan lobi untuk mempengaruhi pemerintah atau legislator agar mengambil atau mengadopsi kebijakan yang mendukung perluasan permintaan energi listrik tenaga surya. Penciptaan pasar dilakukan melalui pendidikan kepada konsumen serta pemasaran dan promosi secara masif. Sedangkan lobi dilakukan melalui pertemuan dan diskusi dengan pemerintah dan legislator

untuk membahas isu-isu penting terkait perluasan permintaan energi listrik tenaga surya.

- 3) Kelompok masyarakat sipil mengupayakan skema sertifikasi (*certification scheme*), yakni sistem atau program yang dirancang untuk memberikan sertifikasi atau penilaian resmi kepada produk, layanan, proses, atau entitas yang berkaitan dengan penyediaan energi listrik tenaga surya berdasarkan standar tertentu yang telah ditetapkan. Upaya ini untuk memastikan produk, layanan, proses, dan entitas yang berkaitan dengan penyediaan energi listrik tenaga surya memenuhi standar kualitas tertentu yang telah ditetapkan, misalnya ISO 9001 yang merupakan standar internasional untuk sistem manajemen mutu, atau *green energy certification* dan *interstate renewable energi council (IREC) certification*, yang berhubungan dengan sertifikasi transisi energi.
- 4) Sektor keuangan mengupayakan pelibatan pemilik aset dan pemangku kepentingan (*asset owner – stakeholder engagements*) berupa interaksi, komunikasi, dan kolaborasi untuk memastikan bahwa aset (PLTS dan jaringan listrik) dikelola dengan cara yang sesuai dengan tujuan finansial dan non-finansial dari pemilik aset serta mempertimbangkan kepentingan dan pandangan dari semua pemangku kepentingan. Pemilik aset terdiri dari investor, perusahaan, atau manajer aset, sedangkan pemangku kepentingan terdiri dari pemerintah dan konsumen. Sektor keuangan juga harus mendukung inovasi teknologi energi listrik tenaga surya pada fase ini dengan menyediakan insentif dan pinjaman. Ini bertujuan untuk mendorong adopsi teknologi, mengurangi risiko finansial bagi investor dan perusahaan, mempercepat inovasi, serta mendukung keberlanjutan dan pertumbuhan bisnis pada transisi energi listrik tenaga surya.
- 5) Koalisi *multistakeholders* mendorong kemitraan rantai nilai (*value chain partnership*). Berbagai pihak yang terlibat dalam rantai nilai atau rantai pasok produk dan layanan penyediaan energi listrik tenaga surya berkolaborasi untuk meningkatkan efisiensi, inovasi,

dan daya saing dengan mengoptimalkan setiap tahap dari produksi hingga distribusi. Kemitraan rantai nilai tersebut berperan dalam mengembangkan atau mengadopsi struktur pasar baru yang inovatif untuk mengakomodasi perubahan dalam permintaan, teknologi, atau lingkungan regulasi. Contoh dari struktur pasar baru tersebut platform *e-commerce* yang menghubungkan produsen langsung dengan konsumen, atau pasar *peer-to peer* untuk energi terbarukan di mana konsumen dapat membeli energi langsung dari produsen lokal. Implementasi kemitraan rantai nilai tersebut merupakan langkah penting untuk mempercepat penyediaan infrastruktur energi listrik terbarukan khususnya tenaga surya. Pengembang proyek energi listrik terbarukan bekerja sama dengan pemerintah dan penyedia infrastruktur untuk membangun jaringan distribusi yang mendukung integrasi energi surya dalam jaringan listrik nasional. Dengan membangun kolaborasi yang kuat di sepanjang rantai nilai dan mengembangkan infrastruktur yang mendukung, *multistakeholders* yang terlibat dalam inovasi transisi energi listrik tenaga surya dapat lebih baik memenuhi kebutuhan pasar yang dinamis dan menciptakan nilai tambah yang berkelanjutan bagi semua pemangku kepentingan.

Fase 4: Integrasi sistem inovasi transisi energi listrik tenaga surya. Pada fase ini, inovasi mengalami pertumbuhan yang dipercepat oleh kekuatan sistem yang telah terbangun pada fase-fase sebelumnya seperti kurva pembelajaran, skala ekonomi, perkembangan teknologi pendukung, dan difusi sosial. Artinya, inovasi teknologi energi listrik tenaga surya memiliki landasan bisnis yang jelas dan jaminan keberlangsungannya dan ditandai dengan energi fosil mencapai puncak permintaan. Tujuan utama pada fase ini adalah membuat inovasi energi listrik tenaga surya menjadi terjangkau dan dapat diakses oleh sebagian besar konsumen. Sedangkan aktivitas utama inovasi pada fase ini adalah proyek rantai nilai dan infrastruktur, pengembangan tenaga kerja, standar regulasi, dan inisiasi penghapusan yang lama.

Rintangannya umum pada fase ini adalah tantangan dalam menyesuaikan inovasi ke pasar baru dan sumber daya yang terbatas untuk pembangunan kapasitas di pasar baru. Karena itu, untuk mempercepat proses pada fase ini dibutuhkan intervensi, di antaranya:

- 1) Pemerintah berperan mengubah arena ekonomi energi listrik tenaga surya melalui pajak dan regulasi, mendanai infrastruktur energi listrik tenaga surya skala besar serta mengembangkan standar regulasi yang bertujuan untuk menghentikan secara bertahap penggunaan energi fosil seperti pensiun dini PLTU batu bara, menerapkan transisi energi yang adil, serta menjalankan kampanye untuk meningkatkan kesadaran publik tentang manfaat inovasi energi listrik tenaga surya.
- 2) Sektor swasta melakukan ekspansi ke pasar massal, melaksanakan proyek rantai nilai, berinvestasi pada aset fisik dan pengembangan tenaga kerja, melobi untuk regulasi yang lebih baik, serta membentuk preferensi konsumen melalui kampanye, promosi, dan pemasaran.
- 3) Kelompok masyarakat sipil melakukan kampanye informasi untuk mendukung pemahaman konsumen tentang inovasi energi listrik tenaga surya dan manfaatnya, menciptakan tekanan pada aktor kunci pemerintahan dan sektor swasta misalnya terkait proses lamban transisi energi listrik tenaga surya, mendorong kebijakan transisi energi yang adil, serta memfasilitasi sekaligus berpartisipasi dalam pembentukan kolaborasi.
- 4) Sektor keuangan menyediakan pendanaan transisi, berpartisipasi dalam perjanjian keuangan yang sejalan dengan mitigasi dan adaptasi perubahan iklim, melaksanakan insentif keuangan, melakukan penilaian risiko pada aset terlantar, serta melibatkan dan berkonsultasi dengan pemilik aset dan pemegang saham.
- 5) Koalisi *multistakeholders* berperan mengkoordinasikan peluncuran bertahap infrastruktur dan regulasi baru, menyelaraskan pesan dan memperkuat kesadaran publik (pemasaran publik), serta

menyelaraskan strategi lobi antara sektor swasta dan lembaga swadaya masyarakat (LSM).

Fase 5: Ekspansi pasar inovasi transisi energi listrik tenaga surya. Pada fase ini, inovasi energi listrik tenaga surya telah mencapai saturasi pasar dan/atau siap dipindahkan ke pasar baru. Inovasi pada fase ini juga memacu inovasi turunan. Tujuan utama pada fase terakhir ini adalah mengurangi kerugian dari transisi energi listrik tenaga surya dan menyesuaikan inovasi ke pasar baru. Sedangkan tindakan utama pada fase ini adalah pembangunan kapasitas, program transfer pengetahuan dan teknologi, serta berinvestasi dalam inovasi baru dan melengkapinya. Untuk mempercepat proses inovasi pada fase ini dibutuhkan intervensi sebagai berikut;

- 1) Pemerintah berperan menjalankan transisi energi yang adil untuk mengurangi kerugian dan resistensi terhadap energi listrik tenaga surya. Pemerintah juga perlu memperbarui dan menciptakan regulasi, standar, dan lembaga baru sesuai kebutuhan dan menjalankan kebijakan penghapusan bertahap terhadap pembangkit listrik tenaga fosil khususnya PLTU batu bara.
- 2) Sektor swasta bertanggung jawab mengembangkan pasar baru serta terlibat dalam praktik manajemen risiko untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengelola risiko yang terkait dengan perubahan pada penyediaan tenaga listrik tenaga surya terhadap konsumen.
- 3) Kelompok masyarakat sipil bertugas menjalankan alih pengetahuan dan teknologi ke pasar baru serta memfasilitasi dan berpartisipasi dalam pembangunan kolaborasi.
- 4) Sektor keuangan berperan menyediakan pendanaan atau pembiayaan untuk transisi energi listrik tenaga surya.
- 5) Koalisi multistakeholder bersama-sama mengembangkan program transfer teknologi dan pengetahuan antara sektor swasta, lembaga swadaya masyarakat, dan organisasi internasional pemerintah seperti International Renewable Energy Agency

(IRENA), International Energy Agency (IEA), dan United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Tren elektrifikasi serta target mitigasi dan adaptasi perubahan iklim menempatkan transisi energi listrik menjadi agenda yang paling relevan sekaligus mendesak dalam mendukung *green economy* untuk mewujudkan ketahanan energi nasional. Sebagaimana telah diuraikan pada Bab 1 Pendahuluan, ketahanan energi Indonesia masih lemah yang tercermin dari ketergantungan terhadap energi fosil, ketergantungan terhadap impor, tingginya harga energi, serta lemahnya pemenuhan keberlanjutan lingkungan, yang seluruhnya bertolak belakang dengan koridor *green economy*. Indonesia memiliki peluang besar untuk mendukung *green economy* dari sisi energi sekaligus memperkuat ketahanan energi nasional karena berlimpahnya sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik. Potensi energi terbarukan yang paling besar di Indonesia adalah tenaga surya, yang mencapai hampir 90% dari total potensi yang dihitung serta tersebar di seluruh wilayah Indonesia. Oleh karena itu, keberhasilan dalam mempercepat transisi energi listrik tenaga surya melalui berbagai upaya strategis di atas akan mendukung kebijakan *green economy* sehingga mendorong terwujudnya ketahanan energi nasional.



BAB IV

PENUTUP

16. Simpulan

Dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, sebagai berikut:

- a. Perkembangan transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* berjalan lambat. Tenaga surya merupakan jenis sumber energi terbarukan yang potensinya paling besar dan tersebar di seluruh wilayah Indonesia namun paling kecil pemanfaatannya. Hal ini menyebabkan transisi energi pada sektor kelistrikan belum sejalan dengan target bauran energi terbarukan yang ditetapkan dalam KEN maupun RUKN. Progres transisi energi listrik tenaga surya yang berlangsung lambat tercermin pada bauran kapasitas terpasang pembangkit listrik dan produksi listrik yang menunjukkan dominannya pangsa sumber energi fosil terutama batu bara. Sementara indikator spesifik dari terbatasnya perkembangan transisi energi listrik tenaga surya juga tergambar pada bauran pembangkit listrik energi terbarukan, yang mana menunjukkan pemanfaatan tenaga surya menjadi yang paling kecil baik dari segi jumlah daya maupun persentase terhadap total potensi yang dihitung. Indikator lainnya dari lambannya perkembangan transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia juga tercermin pada data peningkatan emisi CO₂ yang justru mayoritas dihasilkan dari sektor pembangkit listrik. Secara keseluruhan, ekosistem transisi energi listrik tenaga surya belum mendukung yang tergambar dari tingkat kesiapan transisi energi listrik Indonesia yang mengalami peningkatan yang terbatas, yang dianalisis berdasarkan hasil penilaian IESR selama 2020 hingga 2023.
- b. Transisi energi listrik tenaga surya di Indonesia memiliki tantangan dan peluang yang merupakan faktor penghambat dan faktor pendorong. Berdasarkan analisis PESTLE, faktor-faktor dominan dari segi tantangan meliputi lemahnya komitmen dan kemauan politik

Pemerintah, investasi energi terbarukan yang masih kecil bahkan menurun, keterbatasan sumber daya manusia, lemahnya kapasitas nasional dalam teknologi EBT, serta RUU EBT yang belum kunjung disahkan menjadi undang-undang, dan sistem ekonomi sirkuler PLTS belum terbangun. Sedangkan faktor-faktor dominan dari segi peluang meliputi kerangka kebijakan energi terbarukan sudah terbentuk, perekonomian nasional Indonesia konsisten tumbuh di atas 5% dan cukup *resilient* dari krisis global, kesadaran publik dan dukungan terhadap energi terbarukan, industri yang bergerak pada bidang teknologi PLTS mulai tumbuh, kerangka regulasi yang cukup lengkap dalam perencanaan sektor energi terbarukan, serta sumber daya yang berlimpah. Bertolak dari kondisi perkembangan transisi energi listrik tenaga surya yang masih berjalan lambat dan paling terbatas kapasitasnya, maka dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor tantangan masih kuat menghambat progres transisi yang diharapkan, sementara faktor-faktor peluang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal.

- c. Bertolak dari lambannya transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy*, berbagai upaya strategis perlu dirumuskan untuk mempercepat prosesnya guna mewujudkan ketahanan energi nasional. Berdasarkan teori transisi cepat dengan model kurva S, percepatan transisi energi listrik tenaga surya dimaksudkan untuk mengakselerasi proses transisi dari periode *peak* (puncak), *plateau* (datar), dan *decline* (penurunan) sumber energi fosil dalam produksi dan permintaan listrik, sekaligus mengakselerasi proses produksi dan permintaan listrik energi terbarukan, khususnya tenaga surya. Upaya strategis tersebut meliputi memperkuat komitmen dan kemauan politik, meningkatkan investasi energi terbarukan khususnya tenaga surya, mempersiapkan SDM energi, memperkuat kapasitas nasional dalam teknologi EBT tenaga surya, mempercepat pembahasan dan pengesahan RUU EBT, serta membangun sistem ekonomi sirkuler PLTS. Upaya-upaya strategis tersebut merupakan pengkondisian ekosistem untuk mendukung percepatan transisi energi listrik tenaga surya dan merupakan intervensi untuk mempercepat fase-fase inovasi

transisi energi listrik berdasarkan model kurva S. Implementasi upaya-upaya strategis tersebut oleh Pemerintah dan para stakeholder lainnya akan mempercepat transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional.

17. Rekomendasi

Berdasarkan pembahasan dan simpulan di atas, terdapat beberapa rekomendasi diajukan kepada Pemerintah yang perlu dijalankan dalam kerangka mempercepat transisi energi listrik tenaga surya dalam mendukung *green economy* guna mewujudkan ketahanan energi nasional, sebagai berikut;

- a. Kementerian ESDM dan Kementerian Keuangan melakukan pembahasan dan perencanaan untuk memperbesar anggaran transisi energi dalam anggaran pengeluaran dan belanja negara (APBN) untuk memperbesar investasi negara dalam transisi energi.
- b. Kementerian ESDM dan Kementerian Keuangan mengatur insentif kepada perusahaan yang bergerak pada pembangunan PLTS, berupa keringanan pajak, kemudahan mengajukan pinjaman modal di bank, dan penurunan suku bunga pinjaman.
- c. Kementerian ESDM dan Kementerian Investasi/BKPM memperbaiki iklim investasi transisi energi listrik tenaga surya.
- d. Kementerian ESDM dan PT PLN meningkatkan proyek pembangunan dan instalasi PLTS di seluruh wilayah Indonesia.
- e. Kementerian ESDM bersama Dewan Perwakilan Rakyat RI mempercepat penyelesaian pembahasan RUU EBT dan segera mengesahkannya menjadi undang-undang agar memberi kepastian hukum serta mengintegrasikan pengembangan dan pemanfaatan EBT, termasuk transisi energi listrik.

- f. Kementerian ESDM, Kemendikbud, dan BRIN meningkatkan kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi PLTS dan teknologi turunannya.

Jakarta, Agustus 2024

Penulis Taskap

Nugroho Imam Santoso, S.E., M.M.
Kolonel Inf. NRP. 11960048300175



DAFTAR PUSTAKA

Buku, Jurnal & Publikasi

- Abdullah, Ambiyah, et. al. (2023). *Outlook on ASEAN Energy 2023*. Jakarta: ASEAN Secretariat.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Statistik Indonesia 2024*. Jakarta.
- _____. (2024). "Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan IV-2023." *Berita Resmi Statistik*, No. 13/02/Th. XXVII, 5 Februari 2024.
- EU-ASEAN Business Council. (2023). *Energy Transition in ASEAN*. Singapore: EU-ASEAN Business Council.
- Fedriago-Fazio, Doreen and Patrick ten Brink. (2012). *Green Economy*. UNEP Division of Communications and Public Information.
- Giwangkara, J. (n.d). *Urgensi Transisi Energi Terbaru di Indonesia*. Jakarta: Indonesian Parliamentary Center.
- Institute for Essential Service Reform. (2023). *Indonesia Energy Transition Outlook 2024*. Jakarta: IESR.
- International Energy Agency. (2022). *An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emission in Indonesia*. France: IEA.
- _____. (2022). *World Energy Outlook 2022*. France: IEA Publication.
- _____. (2023). *World Energy Outlook 2023*. France: IEA.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2022) *Indonesian Minerals, Coal, and Geothermal Resources and Reserves 2021*. Jakarta: Kementerian ESDM RI.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2023). "Sekretariat JETP Terbentuk, Siap Realisasikan Kerja Sama Pendanaan Transisi Energi." *Siaran Pers Nomor: 082.Pers/04/SJI/2023*. Tanggal 16 Februari 2023.
- _____. (2024). "Investasi Sektor ESDM Tembus 30 Miliar USD pada 2023." *Siaran Pers*, Nomor: 41/Pers/04/SJI/2024.

- Loiseau, Eléonore et.al. (2020). "Green Economy and Related Concepts: An Overview". *Journal of Cleaner Production*, N°139, h. 361. Doi: 10.1016/j.jclepro.2016.08.024.
- Prandecki, Konrad. (2014). "Theoretical Aspects of Sustainable Energy". *Energy and Environmental Engineering*, 2(4).
- PT Perusahaan Listrik Negara. (2023). *Statistik PLN 2023*. Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero).
- Sekretariat Dewan Energi Nasional. (2019). *Outlook Energi Indonesia 2019*. Jakarta: Kepala Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan.
- _____. (2022). *Outlook Energi Indonesia 2022*. Jakarta: Kepala Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan.
- _____. (2023). *Outlook Energi Indonesia 2023*. Jakarta: Kepala Biro Fasilitasi Kebijakan Energi dan Persidangan.
- Republik Indonesia. (2022). *Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia*.
- Speelman, Laurens and Yuki Numata. (2022). *A Theory of Rapid Transition: How S-Curves Work and What We Can Do to Accelerate Them*. Published by RMI.
- Team Free Management E-Book. (2013). *PESTLE Analysis – Strategy Skill*.
- United Nations. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future*.
- _____. (2015). *Paris Agreement*.
- United Nations Environment Programme. (2011). *Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication - A Synthesis for Policy Makers*. St-Martin-Bellevue: UNEP.
- Wiatros-Motyka, M. et al. (2023). *Global Electricity Review 2023*. London: Ember.
- Widjajanto, Andi. (n.d). *Lead_Paparan Gubernur*. Jakarta: Lemhannas RI.
- World Energy Council. (2022). *World Energy Trilemma Index 2022*. London: World Energy Council.

Peraturan Perundang-Undangan

- Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945.
- Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi.

Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan.

Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan *Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change*.

Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional.

Peraturan Presiden RI Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik.

Keputusan Menteri Nomor 143 K/20/MEM/2019 tentang Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) Tahun 2019 sampai dengan Tahun 2038.

Sumber Online

Ahdiat, Adi. *Perbandingan Kapasitas PLTS Negara ASEAN, Indonesia Tertinggal*.

URL. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/09/06/perbandingan-kapasitas-plts-negara-asean-indonesia-tertinggal>. Diakses 09 Juni 2024.

Bond, Kingsmill and Sam Butler-Sloss. "Peaking: A Theory of Rapid Transition."

RMI-Research and Analysis. URL. <https://rmi.org/insight/peaking-a-theory-of-rapid-transition/>. Diakses 24 Mei 2024.

Gunawan, Denny dkk. "Indonesia Perlu Membangun Lebih Banyak Pabrik PLTS untuk Ekspansi Energi Surya Besar-Besaran". *The Conversation*: URL:

<https://theconversation.com/indonesia-perlu-membangun-lebih-banyak-pabrik-plts-untuk-ekspansi-energi-surya-besar-besaran-223001>. Diakses 12 Juni 2024

International Energy Agency. *Russia's War on Ukraine*. URL.

<https://www.iea.org/topics/russias-war-on-ukraine>. Diakses 30 Mei 2024

_____. *World Energy Investment 2023*. URL:

<https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023>. Diakses 30 Mei 2024.

_____. *Electrification*. URL. [https://www.iea.org/energy-](https://www.iea.org/energy-system/electricity/electrification)

[system/electricity/electrification](https://www.iea.org/energy-system/electricity/electrification). Diakses 05 April 2023.

Jati, Geny. *Negara ASEAN Butuh Bergotong Royong untuk Transisi Energi*. URL. <https://iesr.or.id/negara-asean-butuh-bergotong-royong-untuk-transisi-energi>.

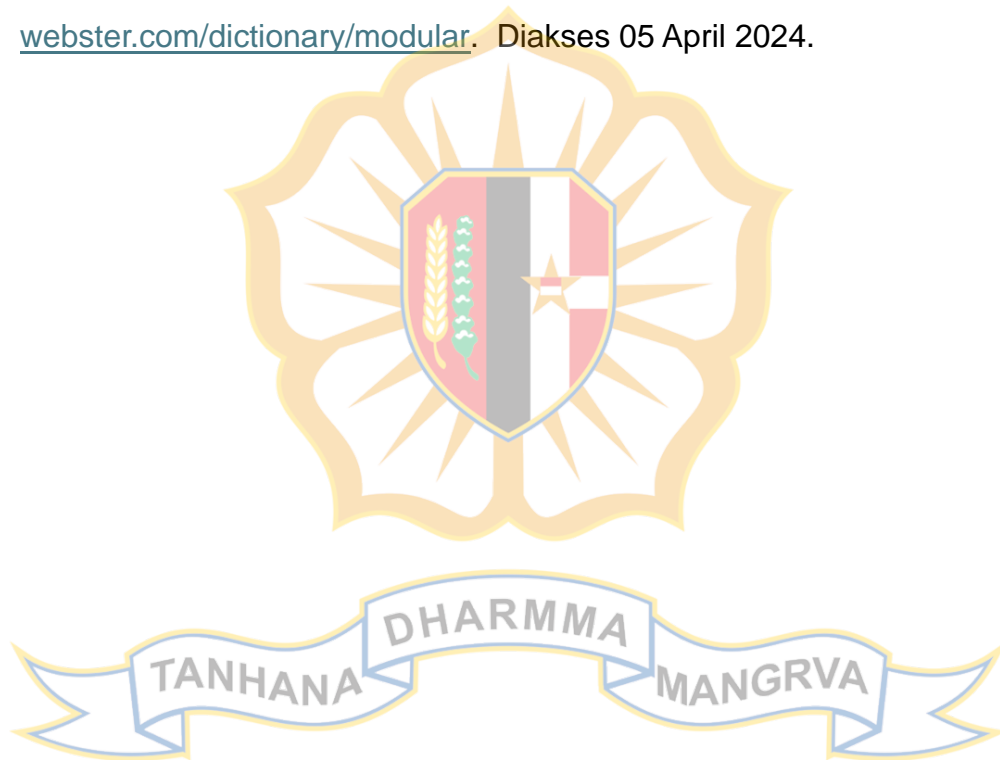
Diakses 13 Juni 2024 Pukul 14:02 WIB.

Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) online. *Elektrifikasi*. URL. <https://kbbi.web.id/elektrifikasi>. Diakses 05 April 2024.

Komalasari, Tia Dwitiani. *Investasi EBT Turun Jadi 23 Triliun pada 2023*. URL. <https://katadata.co.id/ekonomi-hijau/energi-baru/65a4f6bea2812/investasi-ebt-turun-jadi-rp-23-triliun-pada-2023>. Diakses 12 Juni 2024.

Kuo, Gioietta. (2019). *When Fossil Fuels Run Out, What Then?* URL. <https://mahb.stanford.edu/library-item/fossil-fuels-run/>. Diakses 25 Juni 2024.

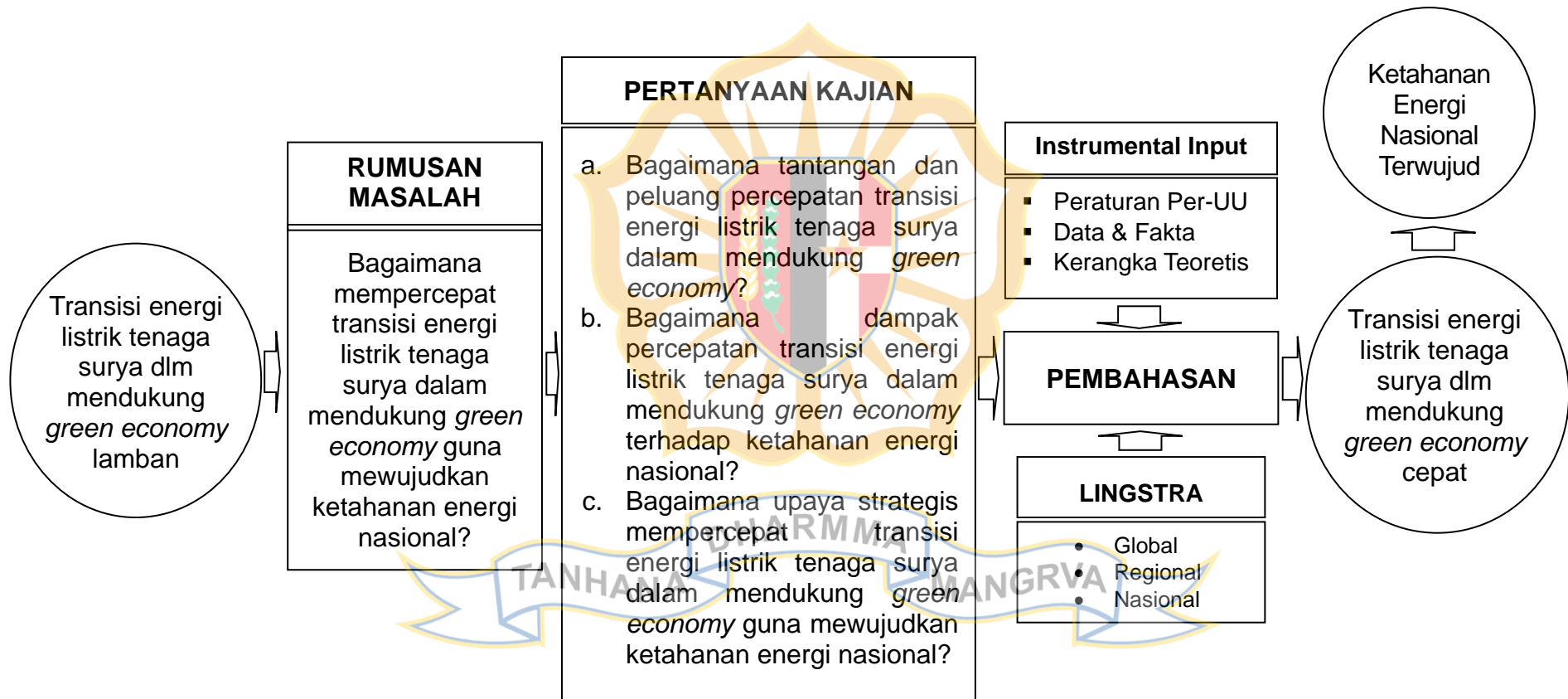
Meriam Webster online. *Modular*. URL. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/modular>. Diakses 05 April 2024.



Lampiran 1.

ALUR PIKIR

Percepatan Transisi Energi Listrik dalam Mendukung *Green Economy*
Guna Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional



Lampiran 2.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



I. Data Pokok

Nama : Nugroho Imam Santoso, S.E., M.M.
Pangkat : Kolonel Inf.
NRP / NIP : 11960048300175
Tempat / Tgl.Lahir : Klaten / 25-01-1975
TMT TNI : 01-12-1996
Kategori : Aktif
TMT Kategori : 01-12-1996
Suku Bangsa : Jawa
Agama : Islam
Gol. Darah : O
Sumber Pa : Akmil
TMT : 19-12-1996
Jabatan : Pamen Denma Mabasad

II. Riwayat Pendidikan

a. Pendidikan Umum

1987 : SD
1990 : SLTP
1993 : SLTA
2009 : S-1 Ekonomi Manajemen
2012 : S-2 Master of System
Management

b. Pendidikan Militer

1996 : Akmil
1997 : Sussarcab Infantri
2006 : Selapa Inf
2010 : Seskoad
2019 : Sesko TNI

III. Riwayat Kepangkatan

Pangkat	TMT	Nomor Kep / Skep
Letda	19-12-1996	KEPPRES/60/ABRI/1996
Lettu	01-04-2000	SKEP/150/III/2000
Kapten	01-04-2003	SKEP/70/III/2003
Mayor	01-04-2008	SKEP/99/III/2008
Letkol	01-04-2013	SKEP/206/III/2013
Kolonel	01-04-2017	KEPRES/21/TNI/2017

IV. Riwayat Jabatan

No.	Jabatan	TMT
1	PAMA PUSSENI	19-12-1996
2	DANTON YONIF DAM VI/MLW	04-09-1997
3	DANTON-2 KI-1 YON 12 GRUP-1 KOPASSUS	01-09-1998
4	PASILOG YON-11 GRUP-1/PARAKO KOPASSUS	01-02-2002
5	PASIPERS YON-11 GRUP-1 KOPASSUS	31-07-2002
6	DANKI-2 YON-11 GRUP-1 KOPASSUS	30-06-2003
7	DANKI-1 YON-11 GRUP-1 KOPASSUS	30-06-2004
8	PASIPERS SIPERS GRUP-1 KOPASSUS	31-08-2005
9	PS. KASIPERS GRUP-3 KOPASSUS	18-12-2006
10	KASIPERS GRUP-3 KOPASSUS	02-10-2007
11	WADANYON-31 GRUP-3 KOPASSUS	15-03-2009
12	PABANDYA BINPERS SPERS KOPASSUS	04-11-2010
13	PAMEN MABES TNI	10-08-2011
14	DANDEN 4 GRUP A PASPAMPRES	18-09-2011
15	DANYONIF 300/R KODAM III/SLW	15-02-2013
16	DANDIM 0621/KAB. BOGOR REM 061 DAM III/SLW	15-03-2014
17	WAASPERS KOPASSUS	27-02-2015
18	KAPOKBUNGKOL SPRI PANGLIMA TNI	07-09-2015
19	ASPERS DANJEN KOPASSUS	15-07-2016
20	KOORSPRI PANGLIMA TNI	02-10-2016
21	DANBRIGIF 1/JAYA SAKTI DAM JAYA	12-06-2017
22	DIK SESKO TNI	27-06-2019
23	ASPERS KASDAM XVIII/KSR	08-06-2020
24	DANRINDAM-II/SWJ	05-10-2021
25	PABAN SAHLI KASAD BID RENGAREV	29-08-2023

V. Riwayat Keluarga

Status : Kawin (DPT Tunjangan)
Jml Anak : 2
Alamat Tinggal : Jln Beringin F 61 KPAD Cijantung 2 Jakarta Timur
Nomor HP : 082126211996
Nama Ayah : H. Hadi Wardoyo
Nama Ibu : Hj. Sutini
Alamat Orang Tua : Gunungan, Canan Wedi, Klaten
Nama Istri : Dewi Mayasari