

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIK INDONESIA

---



**PENINGKATAN PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN  
(EBT) UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN EKONOMI HIJAU  
DI INDONESIA**

Oleh :

**SIDIK SETIYONO, S.E., M.Han.**

**KOLONEL PNB. NRP. 523341**

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

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIC INDONESIA

---

### KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke-hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas segala anugerah-Nya, penulis, sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI tahun 2024, telah menyelesaikan tugas Kertas Karya Perseorangan (Taskap) yang berjudul: **“PENINGKATAN PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT) UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN EKONOMI HIJAU DI INDONESIA”**.

Melalui kesempatan ini, izinkan penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Bapak Gubernur Lemhannas RI, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk mengikuti PPRA LXVI di Lemhannas RI tahun 2024. Tidak lupa, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Laksamana Pertama TNI Endarto Pantja I, S.T., M.T., M.Tr. Opsla selaku tutor Taskap yang telah dengan sabar membimbing, mendukung, serta memberikan arahan selama proses penulisan. Bimbingan dan masukan yang diberikan telah membantu penulis dalam menggali pemahaman yang lebih dalam terhadap topik yang dibahas. Serta terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan kontribusi, saran, serta dukungan yang menjadi pilar utama dalam merangkai gagasan dan solusi yang dituangkan dalam Taskap ini. Sehingga dapat diselesaikan sesuai tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa Taskap ini belum sempurna. Oleh karena itu, penulis menghargai masukan dan saran yang konstruktif dari semua pihak. Masukan yang diberikan akan menjadi landasan yang berharga untuk terus meningkatkan kualitas dan relevansi naskah ini. Penulis berharap Taskap ini dapat memberikan kontribusi pemikiran yang bermanfaat bagi Lemhannas RI dan pembaca. Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan Ridlo dan RahmatNya dalam menjalankan tugas dan pengabdian kepada bangsa, negara, dan tanah air tercinta, Indonesia. Sekian dan terima kasih.

Jakarta, Agustus 2024  
Penulis

Sidik Setiyono, S.E., M.Han.  
No. Peserta : 080

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIK INDONESIA

**PERNYATAAN KEASLIAN**

1. Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sidik Setiyono, S.E., M.Han.

Pangkat : Kolonel PNB

Jabatan : Pamen Sopsau

Instansi : Sops Mabesau

Alamat : Cilangkap, Kec. Cipayung, Kota Jakarta Timur, Daerah  
Khusus Ibukota Jakarta 13870

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

- a. Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang saya tulis adalah asli.
  - b. Apabila ternyata sebagian atau seluruhnya 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)

Sidik Setiyono, S.E., M.Han.

No. Peserta : 080

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIC INDONESIA

---

**LEMBAR PERSETUJUAN TUTOR TASKAP**

Yang bertanda tangan di bawah ini Tutor Taskap dari:

Nama : Sidik Setiyono, S.E., M.Han.

Peserta : Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI tahun 2024

Judul Taskap : Peningkatan Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) untuk  
Mewujudkan Ketahanan Ekonomi Hijau di Indonesia.

Taskap tersebut di atas telah ditulis “sesuai/tidak sesuai” dengan Petunjuk Teknis tentang Penulisan Ilmiah Peserta Pendidikan Lemhannas RI Tahun 2024, karena itu “layak/tidak layak” dan “disetujui/tidak disetujui” untuk diuji.

Jakarta, Agustus 2024

Tutor Taskap



Endarto Pantja I, S.T., M.T., M.Tr. Opsla  
Laksamana Pertama TNI

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TUTOR TASKAP.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	7
3. Maksud dan Tujuan.....	7
4. Ruang Lingkup dan Sistematika.....	8
5. Metode dan Pendekatan.....	9
6. Pengertian.....	9
<b>BAB II LANDASAN PEMIKIRAN.....</b>	<b>13</b>
7. Umum.....	13
8. Peraturan Perundang-undangan.....	13
9. Data dan Fakta.....	16
10. Kerangka Teoretis.....	30
11. Lingkungan Strategis.....	33
<b>BAB III PEMBAHASAN.....</b>	<b>39</b>
12. Umum.....	39
13. Pemanfaatan EBT pada PLTS <i>Photovoltaic</i> yang belum Optimal.....	39
14. Pengaruh pemanfaatan EBT pada PLTS <i>Photovoltaic</i> terhadap ketahanan ekonomi hijau.....	56
15. Strategi peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS <i>Photovoltaic</i> untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.....	69
<b>BAB IV PENUTUP.....</b>	<b>84</b>
16. Simpulan.....	84

17. Rekomendasi ..... 87

**LAMPIRAN :**

- Daftar Pustaka
- Alur Pikir

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Data Emisi PLTU Batu Bara Terbesar di Dunia (2022).....	2
Gambar 2. Data 10 negara penghasil emisi karbon terbesar dunia (2022).....	16
Gambar 3. Negara dengan emisi PLTU batu bara di dunia tahun 2022.....	17
Gambar 4 Realisasi dan Target Bauran EBT Indonesia (2018-2023).....	19
Gambar 5. Proporsi Produksi Listrik Indonesia dari EBT (2016-2020).....	20
Gambar 6 Kapasitas Floating Solar PV (Megawatt) tahun 2023.....	24
Gambar 7 Teknologi Photovoltaic.....	25
Gambar 8 Perbandingan Kapasitas Terpasang PLTS dan PLTU.....	26
Gambar 9 Proyeksi Limbah Modul Surya Indonesia Skenario Early Loss 2050 (dalam satuan ton).....	28
Gambar 10 PLTS Terapung Waduk Cirata.....	46
Gambar 11 Analisa PESTEL.....	51
Gambar 12 Perbandingan Emisi PLN (energi fosil) dengan PLTS.....	57
Gambar 13 Target dan Realisasi Penurunan Emisi CO <sub>2</sub> Sektor Energi .....	60
Gambar 14 Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Milik PLN Berdasarkan Jenisnya (2022).....	66

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1 Potensi Energi Surya di Indonesia.....	21
Tabel 2 Indikasi Rencana Pengembangan Surya per Provinsi Tahun 2015 – 2025 .....	23



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Perkembangan geostrategis dan geopolitik global yang menjadi pemikiran seluruh dunia dalam menghadapi kondisi kritis masa depan yaitu kelangkaan energi, pangan dan air bersih. Kebutuhan energi diperlukan untuk membantu kegiatan manusia, terutama kegiatan ekonomi, rumah tangga, industri, bisnis, dan transportasi<sup>1</sup>. Kelangkaan energi ke depan salah satunya yaitu energi listrik yang bersumber dari energi fosil yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable*). Indonesia memiliki sumber Energi Baru Terbarukan dan Berkelanjutan (EBTK) melimpah dan tersebar di berbagai daerah seperti tenaga surya, air, panas bumi, biogas dan lain sebagainya.<sup>2</sup> Kebutuhan energi merupakan suatu keniscayaan yang harus dipenuhi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dalam rangka mewujudkan ketahanan nasional. Pemanfaatan potensi Sumber Kekayaan Alam (SKA) yang ramah lingkungan dan berkelanjutan memberikan dampak positif untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional.

Kebutuhan sumber energi listrik yang bersih dan berkelanjutan, salah satunya dengan memanfaatkan energi surya menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Hal ini sejalan dengan Kebijakan Energi Nasional (KEN) dalam pengelolaan energi yang berdasarkan prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan wawasan lingkungan guna terciptanya kemandirian energi dan ketahanan energi nasional<sup>3</sup>. Energi yang bersih sangat diperlukan agar dapat mengurangi emisi karbon (CO<sub>2</sub>) dari penggunaan energi fosil.

Berdasarkan data dari Global Energy Monitor pada tahun 2022, emisi karbon (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga batu bara di seluruh dunia mencapai sekitar 9,88 miliar ton. Indonesia sebagai salah satu negara yang menyumbang tingkat *emission carbon* dari pembangkit listrik

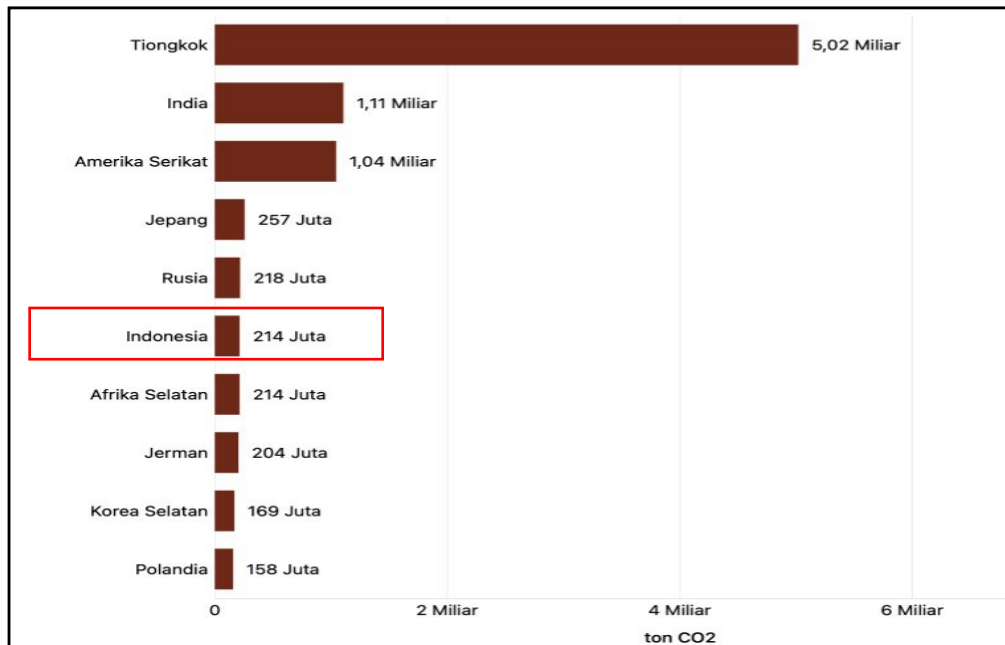
---

<sup>1</sup> Media Indonesia. (2023). Energi Berperan Penting dalam Pembangunan Pangan Berkelanjutan. <https://mediaindonesia.com/ekonomi/627784/energi-berperan-penting-dalam-pembangunan-pangan-berkelanjutan> diakses pada 29 Januari 2024.

<sup>2</sup> Lemhannas RI (2024). Bidang Studi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, Jakarta. h.2.

<sup>3</sup> Lemhannas RI (2024). Bidang Studi Sumber Kekayaan Alam, Jakarta. h.70.

tenaga batu bara mencapai 214 juta ton, sehingga menempatkan Indonesia pada peringkat keenam dunia. Lihat pada gambar 1, sebagai berikut:



Gambar 1. Data Emisi PLTU Batu Bara Terbesar di Dunia (2022)

Sumber : *Global Energy Monitor*

Kondisi tersebut sangat mempengaruhi opini dunia terhadap Indonesia, yang selanjutnya melaksanakan diversifikasi bahan bakar fosil dengan energi terbarukan. Langkah tersebut tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional yang menargetkan rasio gabungan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) pada struktur energi nasional sebanyak 23 persen di tahun 2025 serta meningkat minimal 31 persen di tahun 2050 (Direktorat Jenderal EBTKE, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021)<sup>4</sup>.

Energi yang sangat penting untuk kebutuhan mendasar yaitu energi listrik dengan menggunakan EBT atau energi selain fosil. Menurut data Kementerian ESDM, potensi listrik dari EBT mencapai 432 GW atau 7-8 kali dari total kapasitas pembangkit yang terpasang saat ini<sup>5</sup>. Rencana Umum Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) terbaru dari PLN untuk periode 2021

<sup>4</sup> Kementerian ESDM. (2021). Pemerintah Optimistis EBT 23% Tahun 2025 Tercapai. <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/pemerintah-optimistis-ebt-23-tahun-2025-tercapai> diakses pada 29 Januari 2024

<sup>5</sup> Lemhannas RI. (2024). Bidang Studi Sumber Kekayaan Alam. Jakarta, h.77

sampai 2030, kebijakan ini memberikan prioritas pada peningkatan porsi pembangkit EBT hingga mencapai 52%, sementara produksi energi dari bahan bakar fosil terbatas pada 48%. Oleh karena itu, RUPTL ini dikenal dengan sebutan "RUPTL Hijau". Dalam Rencana Umum Energi Daerah (RUED) rencana pembangunan PLTS memiliki potensi yang sangat besar, mencapai 16%. Energi surya memiliki potensi lebih dari 200 GW dengan efisiensi teknologi *photovoltaic* yang tersedia saat ini<sup>6</sup>.

Tantangan dalam pengembangan EBT dengan pemanfaatan energi surya membutuhkan investasi yang sangat besar sampai dengan tingkat pengguna. Penggunaan sistem penyimpanan energi yang andal diperlukan untuk mengatasi fluktuasi produksi dari sumber energi terbarukan, sehingga dapat memastikan pasokan energi yang stabil dan terkendali<sup>7</sup>. Ketidakstabilan arus yang dikeluarkan (*intermittent*) menimbulkan kendala bagi pembangkit listrik dengan pemanfaatan EBT. Sehingga dibutuhkan teknologi serta infrastruktur yang tepat untuk mendorong peningkatan pemanfaatan EBT.

Masih rendahnya kemampuan sumber daya manusia (SDM) yang profesional pada bidang teknologi EBT menjadi tantangan dalam memenuhi tenaga kerja. Kemampuan SDM dari tingkat *professional skilled* sampai dengan *technical skilled* yang mampu mengoperasikan dan mengendalikan teknologi tersebut masih kurang. Hal ini terkait dengan sistem pendidikan terapan yang belum menyiapkan SDM unggul sebagai tenaga kerja bidang pengembangan EBT.

Kemandirian industri dalam negeri pada sektor EBT belum terpenuhi, terutama terkait dengan teknologi dan peralatan yang sebagian besar masih diproduksi dan diimpor dari luar negeri. Hal ini tidak hanya meningkatkan biaya investasi, tetapi juga menjadi ketergantungan pada negara-negara lain. Permasalahan kemandirian industri ini juga dipengaruhi oleh kurangnya keterlibatan pemerintah dalam kegiatan penelitian dan pengembangan ekonomi hijau yang berkelanjutan sangat penting dilaksanakan melalui inovasi

---

<sup>6</sup> Ibid.

<sup>7</sup> Kumparan. (2023). Hambatan Perkembangan Energi Baru Terbarukan Di Indonesia. <https://kumparan.com/solar-kita/hambatan-perkembangan-energi-baru-terbarukan-di-indonesia-20tIKtD9AeQ>, diakses pada 29 Januari 2024.

dan memanfaatkan sumber daya yang dimiliki untuk memenuhi kebutuhan energi dengan menggunakan EBT.

Ketergantungan terhadap energi fosil menjadi sumber ketidakstabilan ekonomi dan ketahanan nasional. Khusus untuk kekayaan alam yang tidak terbarukan, eksploitasi yang terus menerus akan mengakibatkan kekayaan alam tersebut menjadi komoditas langka sehingga nilainya menjadi strategis dan dapat mengundang kekuatan dari luar untuk menguasainya<sup>8</sup>. Ketahanan nasional Indonesia melibatkan berbagai aspek, termasuk aspek ekonomi, ideologi, politik, sosial, budaya, pertahanan dan keamanan. Dalam konteks ketahanan ekonomi, Indonesia menghadapi tantangan dan dinamika dalam pengelolaan energi yang memerlukan perencanaan, strategi jangka panjang yang sangat dipengaruhi dengan pemanfaatan teknologi, terpeliharanya lingkungan hidup yang mengarah kepada pertumbuhan ekonomi hijau.

Indonesia sebagai negara kepulauan dan memiliki iklim tropis, berpotensi besar dalam pengembangan pembangunan EBT tenaga surya. Berdasarkan data Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Pulau Sumatra memiliki potensi energi surya mencapai 48.000 TWh per tahun dengan tingkat potensi PLTS terapung mencapai 94,7%. Di Pulau Jawa dan Kepulauan Nusa Tenggara, potensi mencapai 11.500 TWh dengan tingkat potensi PLTS terapung mencapai 53,8%. Kalimantan memiliki potensi energi surya sekitar 29.400 TWh dengan tingkat potensi PLTS terapung sebesar 97,3%. Sementara di Sulawesi, potensi energi surya mencapai 50.200 TWh dengan tingkat potensi PLTS terapung mencapai 96,9%. Sedangkan Maluku dan Papua memiliki potensi energi surya sebesar 51.200 TWh dengan tingkat potensi PLTS terapung mencapai 99,7%<sup>9</sup>. Kondisi saat ini hanya ada satu lokasi PLTS terapung yang dimanfaatkan di Waduk Cirata, Provinsi Jawa Barat yang menghasilkan 192 MW yang dioperasikan mulai tahun 2023.

Dengan mengetahui kondisi tersebut pemanfaatan teknologi EBT saat ini masih menghadapi sejumlah permasalahan yang dihadapi antara lain: kebijakan dan regulasi; insentif dan pendanaan; kesiapan infrastruktur;

---

<sup>8</sup> Lemhanas RI. (2024). Bidang Studi Ketahanan Nasional, Jakarta, h. 63.

<sup>9</sup> Portal Informasi Indonesia. (2023). Memaksimalkan Potensi Energi Surya. <https://www.indonesia.go.id/kategori/editorial/7765/memaksimalkan-potensi-energi-surya?lang=1> diakses pada 19 Maret 2024.

sumber daya manusia; serta kemandirian industri EBT. Langkah-langkah yang sudah dilaksanakan pemerintah dengan membuat kebijakan melalui Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan EBT Kebutuhan Listrik. Selanjutnya pada Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang penggunaan mekanisme harga preferensi (*feed-in tariff*). Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 4 Tahun 2020 terdapat ketentuan harga pembelian listrik adalah harga pembelian listrik dari produsen listrik swasta atau *Independent Power Proccuder* (IPP) merupakan biaya pokok penyediaan (BPP) pembangkitan listrik lokal. Proses perizinan yang panjang seperti penggunaan kawasan hutan, lingkungan hidup, dan izin prinsip pemerintah daerah menyebabkan terhambatnya investasi di sektor EBT<sup>10</sup>. Kebijakan dan regulasi yang sudah dibuat tersebut masih belum optimal dalam pelaksanaannya untuk dapat memenuhi kebutuhan listrik.

Pengembangan sistem energi di Indonesia pada sektor EBT untuk mencukupi kebutuhan listrik diperlukan investasi yang besar sehingga diperlukan insentif dan aspek finansial. Kebijakan sistem insentif pajak oleh pemerintah untuk mengurangi beban pajak, baik dalam bentuk restitusi pajak (*tax allowance*), pembebasan pajak (*tax holiday*), atau subsidi impor, belum mencapai tingkat optimal<sup>11</sup>. Skema Kerja sama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) dinilai belum sesuai dalam mengembangkan pembangkit listrik EBT. Penjualan listrik yang didasarkan pada Biaya Pokok Penyediaan Listrik (BPP) lokal kurang menarik bagi para investor karena tingginya tingkat BPP tersebut dan rendahnya kebutuhan listrik seperti yang terjadi di wilayah timur Indonesia yang masih sedikit jumlah penduduknya terlebih di kepulauan yang masih terbatas dalam pemenuhan energi listrik.

---

<sup>10</sup> Pusat Kajian AKN. (2021). Ringkasan Permasalahan dan Tanatangan Prgoram Peningkatan Kontribusi Energi Baru dan Terbarukan Dalam Bauran Energi Nasional. <https://berkas.dpr.go.id/pa3kn/analisis-tematik-akuntabilitas/public-file/analisis-ringkas-cepat-public-21.pdf> diakses pada 29 Januari 2024

<sup>11</sup> Badan Kebijakan Fiskal Kemenkeu RI. (2019). Analisis Dampak Insentif Fiskal Terhadap Investasi dan Harga Jual Listrik Energi Terbarukan. <https://fiskal.kemenkeu.go.id/kajian/2019/03/15/121945424999089-analisis-dampak-insentif-fiskal-terhadap-investasi-dan-harga-jual-listrik-energi-terbarukan> diakses pada 29 Januari 2024

Harga bahan bakar migas yang relatif rendah membuat biaya pokok penyediaan pembangkit bahan bakar fosil dipandang masih lebih ekonomis, sehingga dalam waktu yang singkat harga EBT menjadi kurang. Dukungan pemerintah terhadap penelitian dan pengembangan teknologi pendukung EBT masih belum optimal terlebih dari dukungan anggaran yang diperlukan dalam melaksanakan riset dan pengembangan teknologi EBT. Penelitian dan pengembangan hanya dilaksanakan pada level menciptakan prototipe teknologi EBT untuk mendukung pada kebutuhan listrik berkapasitas kecil.

Peningkatan pemanfaatan EBT menjadi perhatian khusus pada penelitian-penelitian sebelumnya. Beberapa penelitian yang sudah dilaksanakan dan menjadi pertimbangan yaitu salah satunya pada penempatan panel PLTS terapung meliputi *inflow*, *velocity*, tinggi gelombang, distribusi sedimen melayang, dan angin kencang (Marupa, Ivan., dkk. 2022). Dalam aspek sosial, pentingnya keterlibatan dan koordinasi yang efektif antara *stakeholder* dan pihak terkait sangat krusial pada tahap perencanaan, terutama dalam meyakinkan masyarakat tentang PLTS terapung. Kajian lainnya dilakukan oleh Hidayat., dkk. (2022) tentang potensi pengembangan PLTS terapung sebagai prioritas pemerintah sebagai upaya percepatan target bauran energi. Hal ini dilakukan untuk melindungi ekosistem akuatik serta kualitas air dan melindungi ekosistem yang ramah lingkungan.

Berdasarkan berbagai tantangan yang telah diuraikan di atas, maka sangat penting untuk membuat langkah strategis dalam peningkatan pemanfaatan EBT untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia. Pembahasan EBT dikaitkan dengan landasan teoritis antara lain teori kolaborasi, analisis dengan PASTEL dan konsep pembangunan berkelanjutan. Dengan landasan teoritis tersebut dapat mengetahui kelemahan dan kelebihan dari berbagai aspek sekaligus memberikan kontribusi dalam menentukan langkah strategis pemanfaatan EBT untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

## **2. Rumusan Masalah**

Dengan merujuk pada latar belakang yang telah dijelaskan, bahwa pemanfaatan EBT belum dapat mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di

Indonesia, sehingga diperlukan langkah strategi dalam peningkatan pemanfaatan EBT. Adapun rumusan masalah dalam Taskap ini adalah **“Bagaimana meningkatkan pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT) untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia?”**.

Dengan merujuk kepada rumusan masalah di atas, maka ada beberapa pertanyaan kajian yang perlu ditelaah lebih mendalam, yang meliputi:

- a. Bagaimana kondisi pemanfaatan EBT di Indonesia saat ini?
- b. Bagaimana pengaruh pemanfaatan EBT terhadap ketahanan ekonomi hijau di Indonesia?
- c. Bagaimana strategi peningkatan pemanfaatan EBT untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia?

### **3. Maksud dan Tujuan**

#### **a. Maksud**

Penulisan Taskap dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran kondisi yang ada, analisa pembahasan dengan strategi peningkatan yang akan dilaksanakan serta rekomendasi terkait peningkatan pemanfaatan EBT untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

#### **b. Tujuan**

Penulisan Taskap ini bertujuan untuk memberikan kontribusi pemikiran kepada para pemangku kepentingan yang terkait dan pemerintah sebagai pembuat kebijakan dalam strategi peningkatan pemanfaatan EBT untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

### **4. Ruang Lingkup dan Sistematika**

#### **a. Ruang Lingkup**

Ruang lingkup pada penulisan Taskap ini akan dibatasi hanya pada peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

**b. Sistematika**

Penulisan Taskap ini disusun dalam empat bab yang terstruktur dengan sistematis, mengalir secara logis dan terhubung satu sama lain, seperti yang dijelaskan di bawah ini:

- 1) **Bab I Pendahuluan**, bab ini menjelaskan tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan sistematika penulisan, metode dan pendekatan yang digunakan serta pengertian atau definisi yang bertujuan untuk memastikan kesamaan pemahaman. Tujuannya untuk mencari solusi atas tantangan maupun permasalahan yang dihadapi.
- 2) **Bab II Landasan Pemikiran**, bagian ini menguraikan landasan pemikiran yang mengacu pada peraturan perundang-undangan, data dan fakta, faktor-faktor lingkungan strategis, dan juga referensi-referensi lain yang relevan dengan topik yang dibahas, guna memberikan solusi atas pertanyaan-pertanyaan yang timbul. Landasan pemikiran digunakan sebagai landasan analisis dalam menyelesaikan permasalahan dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau yang diangkat dalam persoalan.
- 3) **Bab III Pembahasan**, bagian ini menjelaskan analisis dari masing-masing pertanyaan kajian yang mengacu pada data, fakta, informasi, serta teori-teori yang telah disajikan pada bagian sebelumnya. Analisis ini bertujuan untuk menentukan langkah strategis sebagai solusi atau jawaban yang komprehensif, holistik, dan integratif terhadap akar permasalahan dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.
- 4) **Bab IV Penutup**, berisi simpulan dari seluruh pembahasan tentang peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk



mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia. Selain itu, bab ini juga menuangkan rekomendasi yang bertujuan untuk memberikan masukan mengenai langkah strategis yang dapat diadopsi oleh para pemangku kepentingan, serta menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah Indonesia dalam merumuskan kebijakan selanjutnya.

## **5. Metode dan Pendekatan**

### **a. Metode Analisis**

Metode yang diterapkan dalam penulisan Taskap yaitu dengan analisis PESTEL dan analisis kualitatif yang bersifat deskriptif, di mana pengumpulan dan penyajian data didasarkan pada metode penelitian literatur (studi kepustakaan), menggunakan data primer dan/atau sekunder.

### **b. Pendekatan**

Dalam penulisan Taskap ini, menggunakan pendekatan dari sudut pandang kepentingan nasional, yang melibatkan analisis lintas disiplin ilmu sesuai dengan kerangka teori yang sesuai dan relevan.

## **6. Pengertian**

Pengertian-pengertian untuk memberikan pemahaman yang sama agar tidak terjadi penafsiran yang keliru terhadap istilah atau pengertian dan konsep yang digunakan dalam naskah ini, maka akan dijabarkan makna dari beberapa pengertian, antara lain:

**a. Peningkatan Pemanfaatan.** Dalam Kamus Besar Bahasa Indonesia (2008), peningkatan merujuk pada proses atau tindakan untuk meningkatkan sesuatu atau usaha untuk memajukan suatu hal ke arah yang lebih baik daripada sebelumnya. Pengertian pemanfaatan menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia adalah upaya mempertahankan sifat bermanfaat yang berkesinambungan<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Azwar Dan Rizka Amaliah. (2017). Pemanfaatan Jurnal elektronik Sebagai Sumber referensi. *Jurnal Libraria* , Vol. 5, No. 1.

- b. **Energi Baru Terbarukan (EBT).** Energi baru terbarukan (EBT) adalah sumber daya energi yang dihasilkan dari sumber alam yang dapat diperbaharui secara terus-menerus, seperti: matahari, angin, air, gelombang laut, dan panas bumi<sup>13</sup>.
- c. **Energi Tenaga Surya.** Energi tenaga surya merupakan sumber energi yang bersih dan terbarukan yang dihasilkan dari sinar matahari yang diubah menjadi energi listrik atau energi panas<sup>14</sup>.
- d. **Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).** Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah sebuah sistem yang memiliki kemampuan untuk mengubah energi matahari menjadi listrik. PLTS sering juga disebut *Solar Cell*, atau *Solar photovoltaic*<sup>15</sup>.
- e. **Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terapung.** PLTS terapung adalah suatu jenis model PLTS yang terpusat dan dipasang mengambang di atas permukaan air, seperti danau, waduk, atau laut, dan mungkin juga di lokasi serupa<sup>16</sup>.
- f. **Photovoltaic.** *Photovoltaic* adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung, biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul<sup>17</sup>. Sistem PLTS *photovoltaic* terdiri dari *off-grid*, *on-grid* dan *hybrid*. Bahan *photovoltaic* terdiri dari: *Cadmium Telluride*, *Amorphous Silicon* dan *Copper Indium diSelenide (CIS)*.
- g. **Ekonomi Hijau.** Ekonomi hijau merujuk pada sistem ekonomi yang bertujuan untuk mencapai pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan

---

<sup>13</sup> Buku Energi Terbarukan. (2023). [https://spae.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2016/11/Buku-Panduan-Energi-yang-Terbarukan\\_guidebook-renewable-energy-small.pdf](https://spae.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2016/11/Buku-Panduan-Energi-yang-Terbarukan_guidebook-renewable-energy-small.pdf) diakses pada 20 Maret 2024.

<sup>14</sup> Rahmat Hasrul. (2021). Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri*, Vol. 5 No. 2, Juni 2021, pp. 79 – 87.

<sup>15</sup>Partaonan Harahap. (2019). Implementasi Karakteristik Arus dan Tegangan PLTS Terhadap Peralatan Trainer Energi Baru Terbarukan. SEMNASTEK UISU 2, ISBN: 978-623-7297-02-4 152.

<sup>16</sup> Marupa, Ivan., dkk. (2022). "PLTS Terapung: Review Pembangunan dan Simulasi Numerik untuk Rekomendasi Penempatan Panel Surya di Waduk Cirata". *Jurnal Teknik Pengairan*, Vol 13(1) pp. 48-62.

<sup>17</sup> Nelly Safitri, Teuku Rihayat dan Shafira Riskina (2019). *Teknologi Photovoltaic*. No. ISBN 978-623-91323-0-9 [https://www.researchgate.net/profile/Nelly-Safitri/publication/341909134\\_BUKU\\_TEKNOLOGI\\_PHOTOVOLTAIC/links/5ed8ec27458515294531484a/BUKU-TEKNOLOGI-PHOTOVOLTAIC.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nelly-Safitri/publication/341909134_BUKU_TEKNOLOGI_PHOTOVOLTAIC/links/5ed8ec27458515294531484a/BUKU-TEKNOLOGI-PHOTOVOLTAIC.pdf) diakses 4 Mei 2024.

dengan memperhatikan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan sosial. Konsep ini menekankan penggunaan sumber daya secara efisien, pengurangan polusi dan limbah, serta teknologi dan praktik ramah lingkungan<sup>18</sup>.

- h. **Ketahanan Nasional.** Ketahanan nasional merujuk pada kemampuan suatu negara untuk melindungi kepentingan dan keamanan nasionalnya dari ancaman internal maupun eksternal, serta untuk menjaga kelangsungan hidup, kedaulatan, dan integritas wilayahnya<sup>19</sup>.
- i. **Feed-in Tariff (FIT).** *Feed-in tariff* (FIT) merupakan harga patokan dalam pembelian tenaga listrik yang dihasilkan dari pembangkit EBT<sup>20</sup>.
- j. **Build, Own, Operate and Transfer (BOOT) dan Build, Own, Operate** *Build, Own, Operate and Transfer* (BOOT) adalah suatu skema kerja sama antara pihak swasta dan pemerintah di sektor ketenagalistrikan yang melibatkan beberapa tahap. Pihak swasta bertanggung jawab atas pembangunan, risiko perencanaan, operasi, dan pemeliharaan untuk jangka waktu tertentu. Pada akhir periode kerja sama, kepemilikan akan dialihkan kepada pemerintah. Meskipun skema *Build, Own, Operate* (BOO) memiliki persamaan dengan BOOT, perbedaan utamanya terletak pada tahap akhir kerja sama, di mana dapat dilakukan negosiasi untuk menentukan apakah kepemilikan akan diserahkan kepada pemerintah atau tetap dimiliki oleh pengembang<sup>21</sup>.
- k. **Tax holiday dan Tax allowance.** *Tax holiday* adalah insentif pajak yang diberikan kepada perusahaan yang baru didirikan, yang menghapuskan kewajiban pembayaran pajak penghasilan badan selama jangka waktu tertentu. Sementara itu, *tax allowance* adalah kebijakan pemerintah yang

---

<sup>18</sup> Penny Chariti dan Pretty Luci. (2023). Analisis Variabel Ekonomi Hijau (Green Economy Variable) Terhadap Pendapatan Indonesia (Tahun 2011-2020) dengan Metode SEM-PLS. *Journal of Trade Development and Studies* p-ISSN 2548-3137, e-ISSN 2548-3145.

<sup>19</sup> Lemhannas RI. (2022). Bidang Studi Ketahanan Nasional diakses pada 20 Maret 2024.

<sup>20</sup> Sungkawa dan Rinaldy Dalimi. (2018). ANALISA FEED-IN TARIFF ENERGI TERBARUKAN MENGGUNAKAN ACUAN BPP SETEMPAT DI INDONESIA. Seminar Nasional Microwave, Antena dan Propagasi (SMAP) Universitas Indonesia.

<sup>21</sup> Sahar Ramadhan. (2022). Implementasi Skema Build-Own-Operate Dalam Penyediaan Tenaga Listrik Sektor Energi Baru Terbarukan. Peminatan Hukum Ekonomi Dan Bisnis Departemen Hukum Keperdataan Fakultas Hukum Universitas Hasanuddin Makassar.

memberikan kemudahan pajak dengan memberikan potongan tertentu dari pajak penghasilan usaha<sup>22</sup>.

- I. **Carbon Border Tax.** *Carbon border tax* adalah jenis pajak lingkungan yang dikenakan pada konsumsi bahan bakar yang menghasilkan emisi karbon, seperti : batu bara, minyak, dan gas<sup>23</sup>.
- m. **Kerja Sama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU).** KPBU merupakan bentuk kerja sama antara pemerintah dan Badan Usaha dalam penyediaan infrastruktur untuk kepentingan publik, yang diatur melalui perjanjian kerja sama yang disetujui oleh kedua belah pihak<sup>24</sup>.

---

<sup>22</sup> Verren Arfani, dkk. (2021). Dampak Pemberian Insentif Pajak dan Tax Allowance Atas Investasi dan Rasio Pajak Di Indonesia. *Jurnal Media Riset Akuntansi*, Volume 11, Nomor 2, hal. 139-154.

<sup>23</sup> Rezky Nur, dkk. (2019). *Carbon Tax: Alternatif Kebijakan Pengurangan External Diseconomies Emisi Karbon*. Jurusan Akuntansi, Univeritas Islam Negeri Alauddin Makassar.

<sup>24</sup> Maman Suhendra. (2017). Penyediaan Infrastruktur dengan Skema Kerjasama Pemerintah dan Badan Usaha (*Public-Private Partnership*) di Indonesia, *Jurnal Manajemen Keuangan Publik* Vol.1, No.1 Hal. 41-46.

## **BAB II**

### **LANDASAN PEMIKIRAN**

#### **7. Umum**

Dasar pemikiran yang berkelanjutan sangat diperlukan untuk memperdalam pembahasan sebagai pedoman dalam melakukan analisis dan strategi. Pada bab ini akan menjelaskan berbagai sumber referensi yang digunakan dalam pembahasan, termasuk peraturan perundang-undangan, data dan fakta, serta kerangka teoretis yang terkait dengan langkah strategis meningkatkan pemanfaatan EBT, terutama PLTS *photovoltaic* di Indonesia. Selain itu, bab ini juga akan membahas perkembangan lingkungan strategis dari perspektif global, regional, dan nasional. Dengan landasan pemikiran dan perkembangan lingkungan strategis dalam pembahasan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

#### **8. Peraturan Perundang-undangan**

Langkah strategis dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia dengan berdasarkan hukum, perundang-undangan sampai dengan peraturan tingkat kementerian. Peraturan perundang-undangan sebagai pedoman dalam pelaksanaan sesuai kebijakan pemerintah, antara lain:

##### **a. Undang – Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945**

UDD NRI 1945 memberikan landasan hukum dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*, melalui prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan. Pasal 33 Ayat 2 UUD NRI 1945 menyatakan bahwa “Cabang-cabang produksi yang penting bagi negara dan yang menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh negara”. Hal ini menekankan bahwa sektor-sektor penting, termasuk sektor energi harus dikelola oleh negara demi kesejahteraan rakyat. Oleh karena itu, penggunaan energi surya sebagai bagian dari upaya diversifikasi energi terbarukan oleh pemerintah dapat diperkuat melalui kerangka hukum untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

**b. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup**

Salah satu tujuan dalam Undang-Undang RI No 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup pada pasal 3 ayat (j) yaitu mengantisipasi isu lingkungan global<sup>25</sup>. Kebutuhan energi merupakan isu global yang menjadi tantangan ke depan oleh setiap negara sehingga harus diantisipasi karena akan berpengaruh pada berbagai bidang kehidupan termasuk bidang ekonomi dan keberlangsungan hidup. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* sebagai salah satu langkah strategis yang sangat penting untuk dikembangkan dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

**c. Peraturan Presiden Nomor 112 tahun 2022 tentang Percepatan Pembangunan EBT untuk Kebutuhan Listrik.**

Peraturan diterapkan untuk mempercepat pembangunan infrastruktur dan pemanfaatan EBT, terutama untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia. Pada pasal 3 mengatur langkah-langkah untuk mempercepat pembangunan EBT guna memenuhi kebutuhan listrik. Selanjutnya pada pasal 4 menjelaskan bahwa PT PLN (Persero) harus membeli tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik yang menggunakan sumber energi terbarukan seperti PLTP, PLTA, PLTS *photovoltaic*, PLTB, PLTBm, PLTBg, PLT Energi Laut, dan PLT BBN. Menekankan bahwa pemanfaatan EBT, termasuk energi tenaga surya, bertujuan untuk mendukung pembangunan ekonomi hijau dengan biaya listrik murah yang ramah lingkungan.

Pengaturan tentang insentif fiskal dan non-fiskal serta dukungan dari pemerintah diatur dalam pasal 22 untuk pengembangan EBT, termasuk PLTS *photovoltaic*. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan investasi EBT pada PLTS *photovoltaic* diharapkan kebutuhan energi listrik dapat dirasakan masyarakat di wilayah-wilayah pedalaman, dan pulau-pulau kecil di Indonesia.

---

<sup>25</sup> Undang undang RI Nomor 32 tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta, h. 9.

d. **Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 4 Tahun 2020 tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 50 Tahun 2017 Tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan Untuk Penyediaan Tenaga Listrik**

Peraturan untuk memperkuat pedoman kerja di Kementerian ESDM terkait pemanfaatan EBT guna mendukung keberlanjutan sektor energi di Indonesia. Pasal 5 menjelaskan tentang pembelian tenaga listrik dari EBT pada PLTS *photovoltaic* oleh PT PLN (Persero), sistem ketenagalistrikan setempat dapat menerima pasokan tenaga listrik yang menggunakan sumber energi surya. Landasan hukum alur penggunaan energi listrik yang dihasilkan dari EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan penetapan harga yang jelas dan konsisten untuk memberikan para pengusaha berinvestasi untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

e. **Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 2 Tahun 2024 tentang Pembangkit Listrik Tenaga Surya Atap yang Terhubung pada Jaringan Tenaga Listrik Pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik untuk Kepentingan Umum**

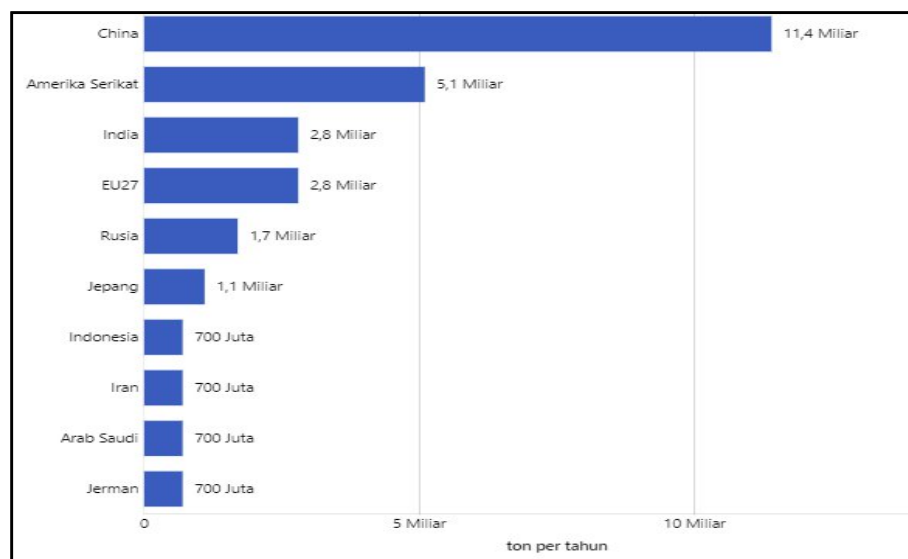
Kementerian ESDM telah melakukan estimasi terhadap dampak positif dari pengembangan PLTS Atap di dalam negeri, termasuk peningkatan kapasitas listrik nasional, investasi, dan penciptaan lapangan kerja. Pada pasal 1 dijelaskan bahwa sistem PLTS atap merupakan pembangkit tenaga listrik dengan menggunakan modul *photovoltaic* yang dipasang dan diletakkan pada atap, dinding, atau bagian lain dari bangunan milik pelanggan PLTS atap serta menyalurkan energi listrik melalui sistem sambungan listrik pelanggan PLTS atap. Para pemegang Izin Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (IUPTL) dan PT PLN (Persero) bersinergi dan terintegrasi dengan menggunakan aplikasi digital *Supervisory Control and Data Acquisition* (SCADA) dan *smart grid* distribusi untuk menciptakan sistem pelayanan dengan pengawasan sampai ke tingkat pengguna untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

## 9. Data dan Fakta

Beberapa data dan fakta yang ada terkait dengan isu lingkungan dan pengaruh dari penggunaan energi yang tidak dapat diperbaharui (*non-renewable*) maupun yang dapat diperbaharui (*renewable*) termasuk EBT pada PLTS *photovoltaic*, antara lain:

### a. Emisi Karbon (CO<sub>2</sub>) di Indonesia

Berdasarkan data dari *Global Carbon Project*, Indonesia masuk dalam sepuluh negara terbesar penghasil emisi karbon di dunia. Pada tahun 2022, Indonesia menghasilkan sekitar 700 juta ton karbon setiap tahunnya, mencatat peningkatan sebesar 18,3% dibandingkan tahun sebelumnya, yang merupakan peningkatan tertinggi jika dibandingkan dengan negara-negara lain<sup>26</sup>.



Gambar 2. Data 10 negara penghasil emisi karbon terbesar dunia (2022)

Sumber : [databoks.katadata.co.id](https://databoks.katadata.co.id)

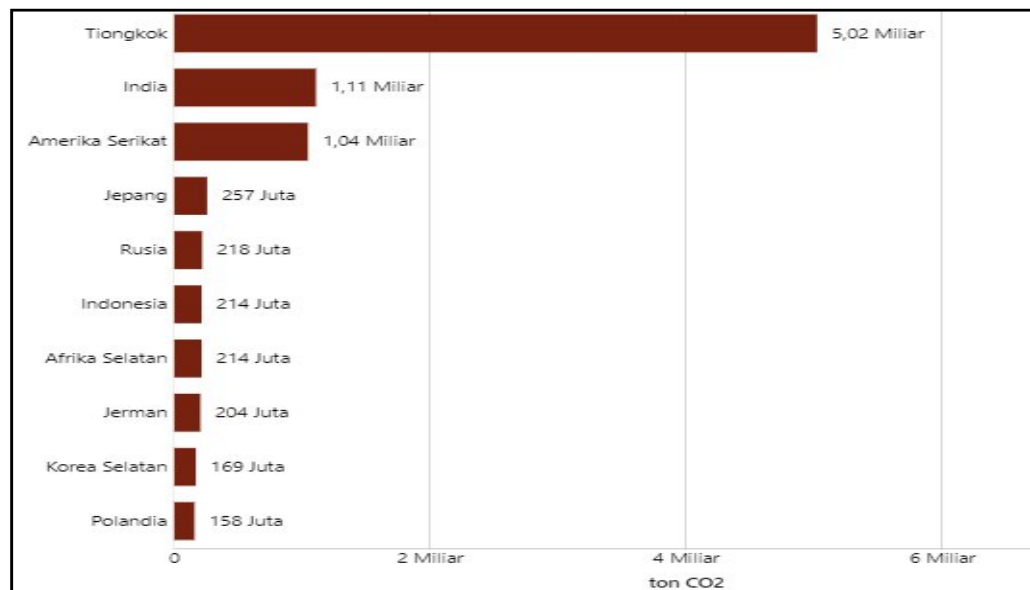
Kenaikan emisi di Indonesia disebabkan oleh penggunaan bahan bakar fosil, terutama batu bara, serta perubahan penggunaan lahan hutan (*deforestation*) di Indonesia. Pada awal Desember 2023, produksi

<sup>26</sup> Databoks. (2023). Indonesia Masuk Daftar 10 Negara Penghasil Emisi Karbon Terbesar Dunia <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/12/06/indonesia-masuk-daftar-10-negara-penghasil-emisi-karbon-terbesar-dunia> diakses pada 27 Maret 2024.



batu bara Indonesia mencapai 703,14 juta ton, mencatat pencapaian tertinggi baru. Angka tersebut melampaui target produksi batu bara sebesar 694,5 juta ton.

Menurut data *Climate Watch*, sektor energi menjadi penyumbang utama yaitu emisi karbon dan gas rumah kaca. Sektor ini menghasilkan sekitar 36,44 giga ton karbon dioksida ekuivalen (Gt CO<sub>2</sub>e), setara dengan 71,5% dari total emisi. *Global Energy* pada tahun 2022 mencatat bahwa PLTU batu bara di seluruh dunia melepaskan sekitar 9,88 miliar ton emisi CO<sub>2</sub>. Indonesia menempati peringkat keenam secara global emisi karbon dari PLTU batu bara, dengan jumlah sekitar 214 juta ton CO<sub>2</sub>, jumlah yang setara dengan yang dihasilkan oleh Afrika Selatan<sup>27</sup>. Indonesia mengalami peningkatan emisi batu bara per kapita tertinggi di antara negara G-20.



Gambar 3. Negara dengan emisi PLTU batu bara di dunia tahun 2022

Sumber : databoks.katadata.co.id

Berdasarkan penelitian dari *Institute for Essential Services Reform* (IESR) yang berjudul "*Financing Indonesia's coal phase out: A just and accelerated retirement pathway to net-zero*", ditemukan bahwa

<sup>27</sup> Databoks. (2023). 10 Negara dengan Emisi PLTU Batu Bara Terbesar di Dunia, Ada Indonesia. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/08/15/10-negara-dengan-emisi-pltu-batu-bara-terbesar-di-dunia-ada-indonesia> diakses pada 27 Maret 2024.

menghentikan operasi PLTU batu bara memiliki manfaat ekonomi dan sosial, seperti menghindari biaya subsidi listrik yang dihasilkan dari PLTU batu bara dan biaya kesehatan yang masing-masing mencapai \$34,8 dan \$61,3 miliar<sup>28</sup>.

Indonesia sebagai salah satu penerima dana dari *Just Energy Transition Partnership* (JETP), telah berkomitmen untuk mencapai puncak emisi sebesar 290 juta ton CO<sub>2</sub> pada 2030 dan meningkatkan pemanfaatan EBT di sektor ketenagalistrikan menjadi 34%. Penurunan ini sangat penting untuk membatasi kenaikan suhu global dan mencegah terjadinya perubahan iklim yang tak terkendali, sejalan dengan target yang telah ditetapkan dalam Perjanjian Paris<sup>29</sup>. Langkah strategis utk menurunkan emisi CO<sub>2</sub> akan menjadi keharusan, terutama yang berasal dari pembakaran bahan bakar fosil untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional.

**b. Kondisi Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT)**

Indonesia memiliki potensi EBT yang sangat melimpah, dengan total mencapai 3.687 GW. Potensi tersebut terdiri dari potensi energi surya sebesar 3.294 GW, potensi *hidro* sebesar 95 GW, potensi bio energi sebesar 57 GW, potensi energi bayu sebesar 155 GW, potensi energi panas bumi sebesar 23 GW, dan potensi energi laut sebesar 63 GW. Selain itu, terdapat juga potensi energi nuklir, dengan potensi uranium sebesar 89.483 ton dan *thorium* sebesar 143.234 ton<sup>30</sup>. Potensi EBT yang dimiliki Indonesia sangat besar, tersebar luas, dan beragam.

Menurut laporan Kementerian ESDM tahun 2023, kontribusi bauran EBT dalam energi primer Indonesia mencapai 13,1%, yang menunjukkan peningkatan dari tahun sebelumnya. Pencapaian tersebut masih belum

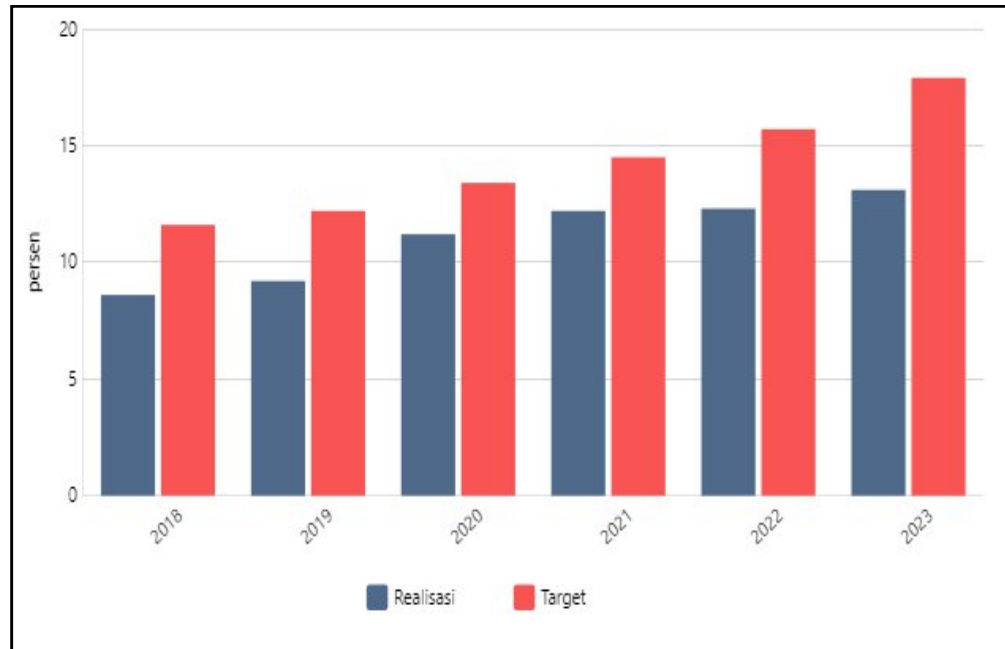
---

<sup>28</sup> IESR. (2023). Pentingnya Pengakhiran Operasional PLTU Batubara untuk Mengejar Target Penurunan Emisi. <https://iesr.or.id/pentingnya-pengakhiran-operasional-pltu-batubara-untuk-mengejar-target-penurunan-emisi> diakses pada 27 Maret 2024.

<sup>29</sup> Voa Indonesia. (2023). I EA: Emisi CO<sub>2</sub> Akibat Konsumsi Energi Capai Rekor Tertinggi pada 2023 <https://www.voaindonesia.com/a/iea-emisi-co2-akibat-konsumsi-energi-capai-rekor-tertinggi-pada-2023/7509553.html> diakses pada 27 Maret 2024.

<sup>30</sup> EBTKE. ESDM. (2023). Kapasitas Terpasang EBT Capai 12,7 GW, Ini Gerak Cepat Pemerintah Serap Potensi EBT. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/07/24/3536/kapasitas.terpasang.ebt.capai.127.gw.ini.gerak.cepat.pemerintah.serap.potensi.ebt> diakses pada 14 Agustus 2024.

sesuai target pada tahun 2023 yang ditingkatkan menjadi 17,9%. Data realisasi dan target bauran EBT Indonesia dari tahun 2018 hingga tahun 2023, sebagai berikut:

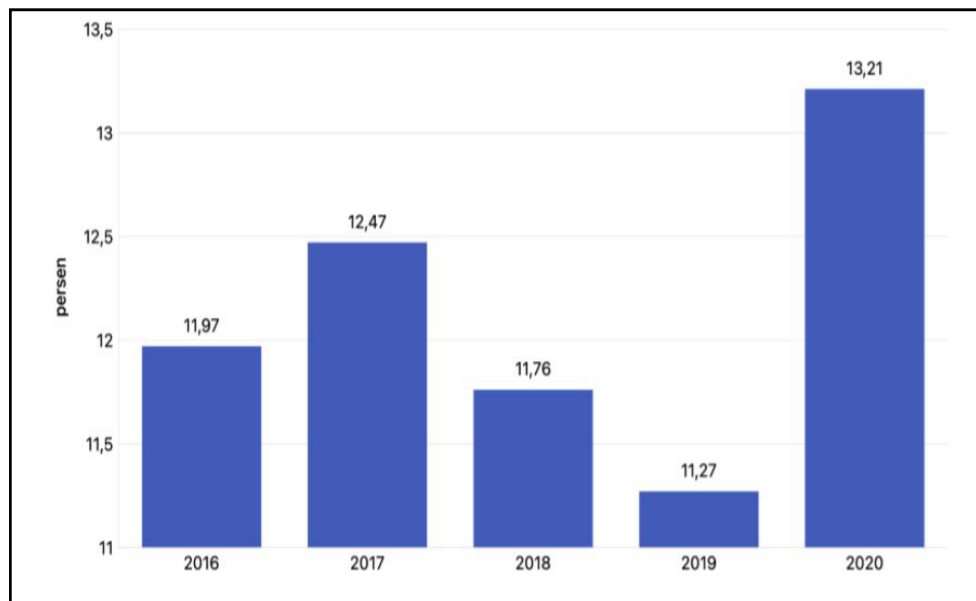


Gambar 4 Realisasi dan Target Bauran EBT Indonesia (2018-2023)

Sumber : databoks.katadata.co.id

Menurut data *Our World in Data* pada tahun 2020, bagian dari produksi listrik Indonesia yang berasal dari EBT mencapai 13,21%, mengalami peningkatan dari tahun sebelumnya sebesar 11,27%. Produksi listrik total mencapai sekitar 36 Tera watt jam (TWh), sedangkan produksi listrik Indonesia masih tertinggal dibandingkan dengan negara-negara ASEAN lainnya, seperti Kamboja dan Vietnam. Persentase listrik negara Kamboja dari sumber EBT mencapai 49,87% pada tahun 2020, sementara Vietnam mencapai 36,72% pada tahun 2021. Dari produksi per kapita, produksi listrik dari EBT di Indonesia masih di bawah rata-rata, yakni sekitar 133 Kilowatt jam (kWh) per kapita, sedangkan Malaysia menghasilkan listrik EBT sebesar 574 kWh per kapita<sup>31</sup>.

<sup>31</sup> Renewable Energi Indonesia. (2023). Learning Hub Data. <https://renewableenergy.id/data-energi-terbarukan/> diakses pada 28 Maret 2024.



Gambar 5. Proporsi Produksi Listrik Indonesia dari EBT (2016-2020)

Sumber : databoks.katadata.co.id

Menurut data Kementerian ESDM sampai dengan pertengahan tahun 2023, tercatat bahwa kapasitas terpasang secara keseluruhan dari Pembangkit Listrik Tenaga (PLT) EBT telah mencapai 12.736,7 Mega Watt (MW). Jumlah ini merupakan hasil kontribusi dari berbagai jenis PLT EBT, termasuk PLT Air mencapai 6.738,3 MW, PLT Bio dengan kapasitas 3.118,3 MW, PLT Panas Bumi sebesar 2.373,1 MW, PLT Surya hanya mencapai 322,6 MW, PLT Bayu mencapai 154,3 MW, dan PLT Gasifikasi Batubara sebesar 30,0 MW. Data ini menunjukkan bahwa pemasangan PLT Surya masih di bawah standar. Kapasitas total pembangkit EBT mencapai 12,7 GW atau sekitar 15% dari total kapasitas pembangkit sebesar 84,8 GW. Dari jumlah tersebut, PLT EBT yang telah beroperasi mencapai 737 MW (3,5%), sementara yang sedang dalam tahap konstruksi mencapai 5.259 MW (25,1%), berada dalam tahap pengadaan sebesar 976 MW (4,7%), tahap rencana pengadaan sebesar 1.232 MW (5,9%), dan yang masih dalam tahap perencanaan mencapai 12.656 MW (60,5%). Selain itu, terdapat juga proyek yang tidak dilanjutkan dan berhenti dengan kapasitas sebesar 64 MW (0,3%)<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> Dirjen EBTKE. (2023). Kapasitas Terpasang EBT Capai 12,7 GW, Ini Gerak Cepat Pemerintah

Indonesia berkomitmen untuk beralih ke energi bersih melalui implementasi *Net Zero Emission* pada tahun 2060 atau bahkan lebih cepat. Tahapan untuk mencapai sasaran tersebut masih belum tercapai, salah satunya karena pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* belum optimal. Sehingga tentunya akan menghambat untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau yang berkelanjutan.

**c. Potensi Tenaga Surya di Indonesia**

Menurut laporan Dewan Energi Nasional (DEN) tahun 2020, Indonesia memiliki potensi yang tinggi dan stabil dalam penggunaan energi surya sepanjang tahun. Hampir seluruh wilayah Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan PLTS dengan rata-rata daya mencapai 4 kWh/m<sup>2</sup>. Secara regional, wilayah barat Indonesia memiliki potensi sekitar 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%, sedangkan wilayah timur Indonesia memiliki potensi sekitar 5,1 kWh/m<sup>2</sup>/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Indonesia memiliki potensi sumber daya energi terbarukan yang besar, dengan potensi surya saja mencapai lebih dari 3.200 GW, namun pemanfaatannya saat ini hanya sekitar 200.000 Mega Watt. Data lebih rinci mengenai potensi surya dapat dilihat dalam Tabel berikut.

No.	Provinsi	Potensi (MW)	No.	Provinsi	Potensi (MW)
1	Kalimantan Barat	20.113	18	Sumatera Barat	5.898
2	Sumatra Selatan	17.233	19	Kalimantan Utara	4.643
3	Kalimantan Timur	13.479	20	Sulawesi Tenggara	3.917
4	Sumatera Utara	11.851	21	Bengkulu	3.475
5	Jawa Timur	10.335	22	Maluku Utara	3.036
6	Nusa Tenggara Barat	9.931	23	Bangka Belitung	2.810
7	Jawa Barat	9.099	24	Banten	2.461
8	Jambi	8.847	25	Lampung	2.238
9	Jawa Tengah	8.753	26	Sulawesi Utara	2.113
10	Kalimantan Tengah	8.459	27	Papua	2.035
11	Aceh	7.881	28	Maluku	2.020
12	Kepulauan Riau	7.763	29	Sulawesi Barat	1.677
13	Sulawesi Selatan	7.588	30	Bali	1.254
14	Nusa Tenggara Timur	7.272	31	Gorontalo	1.218
15	Papua Barat	6.307	32	DI Yogyakarta	996
16	Sulawesi Tengah	6.187	33	Riau	753
17	Kalimantan Selatan	6.031	34	DKI Jakarta	225
				Total	207.898

Tabel 1. Potensi Energi Surya di Indonesia

Sumber : Dewan Energi Nasional (2020)

**d. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) *Photovoltaic* di Indonesia**

Percepatan penerapan EBT oleh Kementerian ESDM telah mengambil langkah-langkah dalam membangun pembangkit listrik tenaga EBT yang terhubung ke jaringan listrik (*on-grid*), termasuk PLTS terapung dan penerapan PLTS atap. Rencana pengembangan PLTS mencakup pengembangan PLTS atap dengan target mencapai 3,61 Gigawatt pada tahun 2025, PLTS terapung yang berpotensi dikembangkan hingga mencapai 26,65 Gigawatt, dan juga PLTS skala besar dengan target mencapai 4,68 Gigawatt pada tahun 2030.

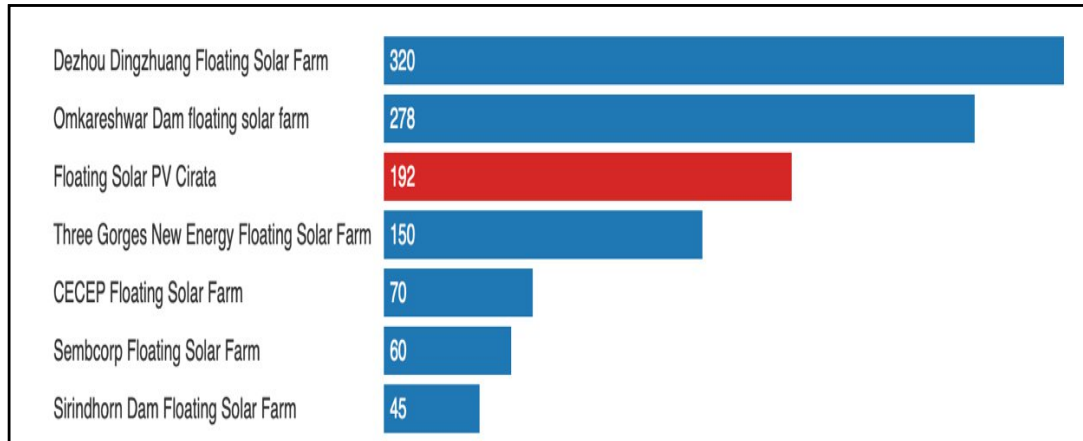
Menurut ketentuan dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) (Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 Tentang Rencana Umum Energi Nasional, 2017), rencana pengembangan tenaga surya tiap provinsi didasarkan pada konsumsi listrik per kapita dan potensi surya yang tersedia di setiap provinsi, pada tabel sebagai berikut:

No.	Provinsi	Total Kapasitas Terpasang per Tahun (MW)										
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
1	Nusa Tenggara Timur	4,2	14,2	15,0	15,0	20,3	40,5	96,8	159,6	238,0	320,7	414,9
2	Kalimantan Barat	1,3	1,3	1,6	15,1	24,3	43,8	88,3	140,9	209,2	282,4	366,4
3	Gorontalo	0,7	4,7	9,7	9,7	19,7	19,7	35,7	65,4	128,8	218,6	343,3
4	Sumatera Selatan	1,1	1,1	1,1	12,8	20,0	35,8	71,7	114,1	169,3	228,5	296,6
5	Nusa Tenggara Barat	4,7	4,9	25,2	90,2	90,2	90,2	90,2	112,3	167,2	225,4	292,0
6	Sulawesi Barat	0,5	0,5	0,5	2,4	9,8	23,3	60,5	100,7	150,4	202,6	261,8
7	Jambi	1,0	1,0	3,0	7,1	13,6	27,1	60,7	98,6	146,7	197,9	256,3
8	Kalimantan Timur	1,6	1,9	2,0	8,4	15,3	27,7	56,1	89,3	132,5	178,9	232,1
9	Sumatera Utara	16,0	17,7	57,7	57,7	57,7	57,7	57,7	86,2	128,0	176,2	224,1
10	Sulawesi Tengah	1,4	1,4	11,4	11,4	31,4	31,4	52,7	86,2	128,4	173,1	224,1
11	Kalimantan Tengah	0,8	1,1	1,1	6,7	13,4	23,7	52,5	85,0	126,5	170,6	221,1
12	Papua	7,8	8,2	19,4	19,4	39,4	39,4	50,7	84,2	125,7	169,3	218,8
13	Sulawesi Tenggara	1,9	2,4	9,6	9,6	10,5	21,6	49,7	81,9	122,1	164,6	212,9
14	Aceh	0,8	0,8	2,8	6,2	12,7	22,5	50,2	81,3	121,0	163,2	211,4
15	Maluku Utara	4,5	4,6	9,6	9,6	9,7	18,9	47,3	78,3	116,8	157,3	203,5
16	Jawa Tengah	0,4	0,4	0,4	6,7	12,3	22,1	44,6	71,7	106,6	143,8	186,4
17	Jawa Timur	0,5	0,6	3,4	7,7	13,2	23,1	44,9	71,7	106,4	143,6	186,4
18	Sulawesi Selatan	3,9	7,0	8,1	8,1	11,5	21,2	43,8	70,8	105,2	142,0	184,0
19	Maluku	5,0	5,3	10,3	15,3	15,3	17,6	41,9	69,6	103,8	139,9	180,8
20	Papua Barat	1,8	4,1	4,1	5,0	15,0	19,0	39,8	64,6	96,1	129,5	167,8
21	Jawa Barat	0,3	0,3	0,4	6,8	11,5	20,2	39,3	62,7	93,1	125,6	163,0
22	Kalimantan Selatan	1,9	3,9	3,9	4,8	9,7	18,1	38,0	61,5	91,5	123,5	160,0
23	Bengkulu	0,6	0,7	0,7	3,1	8,2	16,5	37,3	61,2	91,3	123,0	159,2
24	Sumatera Barat	1,7	2,0	2,9	4,6	9,3	17,2	35,9	58,1	86,4	116,6	151,0
25	Lampung	1,3	1,6	1,6	2,1	6,5	13,5	31,3	51,6	77,0	103,8	134,3
26	Kepulauan Riau	1,1	1,1	1,1	5,8	9,5	16,5	31,5	50,2	74,4	100,5	130,4
27	Sulawesi Utara	3,8	3,8	3,8	3,8	5,6	11,5	26,5	43,7	65,1	87,8	113,6
28	Bangka Belitung	1,6	1,6	3,6	3,6	5,9	11,7	25,9	42,4	63,2	85,2	110,3
29	Bali	4,4	7,5	8,2	8,2	8,2	108,2	108,2	108,2	108,2	108,2	108,2
30	Kalimantan Utara	0,4	0,6	0,6	3,6	6,6	12,0	24,3	39,1	58,1	78,5	101,7
31	Banten	0,2	0,2	0,3	2,1	5,1	10,0	22,2	36,3	54,0	72,9	94,3
32	Riau	0,9	1,0	1,0	1,0	4,1	9,0	21,8	36,2	54,1	72,8	94,2
33	D.I. Yogyakarta	0,1	0,1	0,1	1,1	3,7	8,0	18,9	31,3	46,8	63,0	81,5
34	Jakarta	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7	1,4	3,2	5,3	7,9	10,7	13,8
Total Kapasitas Terpasang		78,4	107,8	224,5	375,0	549,9	900,1	1.600,1	2.500,2	3.699,8	5.000,2	6.500,2
Total Tambahan/Tahun			29,4	116,7	150,5	174,9	350,2	700,0	900,1	1.199,6	1.300,4	1.500,0

Tabel 2. Rencana pengembangan surya per provinsi tahun 2015-2025  
Sumber : Rencana Umum Energi Nasional (2015)

Pada tahun 2023, *Floating Solar PV* Cirata, sebuah PLTS terapung, diresmikan dengan kapasitas mencapai 192 *Mega Watt peak* (MWp). PLTS ini dipasang di atas permukaan Waduk Cirata yang memiliki luas sekitar 200 hektare. Lokasinya meliputi tiga kabupaten di Jawa Barat, yakni Purwakarta, Cianjur, dan Bandung Barat. PLTS Terapung Cirata merupakan proyek PLTS Terapung terbesar di kawasan Asia Tenggara (ASEAN) dan menempati peringkat ketiga terbesar di dunia<sup>33</sup>.

<sup>33</sup> CNBC Indonesia. (2023). Ini Dia 7 PLTS Terapung Terbesar Dunia, RI Nomor Berapa?. <https://www.cnbcindonesia.com/research/20231110165308-128-488150/ini-dia-7-plts-terapung-terbesar-dunia-ri-nomor-berapa> diakses pada 28 Maret 2024.



Gambar 6. Kapasitas Floating Solar PV (Megawatt) tahun 2023

Sumber : YSG Solar & Leadvent (2023)

Energi surya di Indonesia merupakan yang terbesar, sehingga pemerintah berencana menambahkan PLTS sebesar 138,8 MW. Investasi pada tahun 2020 yang mencapai 1,36 miliar USD atau sekitar Rp19,2 triliun, peningkatan investasi EBT pada tahun 2021, ditetapkan sebesar 2,05 miliar USD atau sekitar Rp 28,9 triliun. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* akan mewujudkan ketahanan ekonomi hijau yang berkeadilan dan merata di seluruh Indonesia.

#### e. Cara Kerja Teknologi Surya *Photovoltaic*

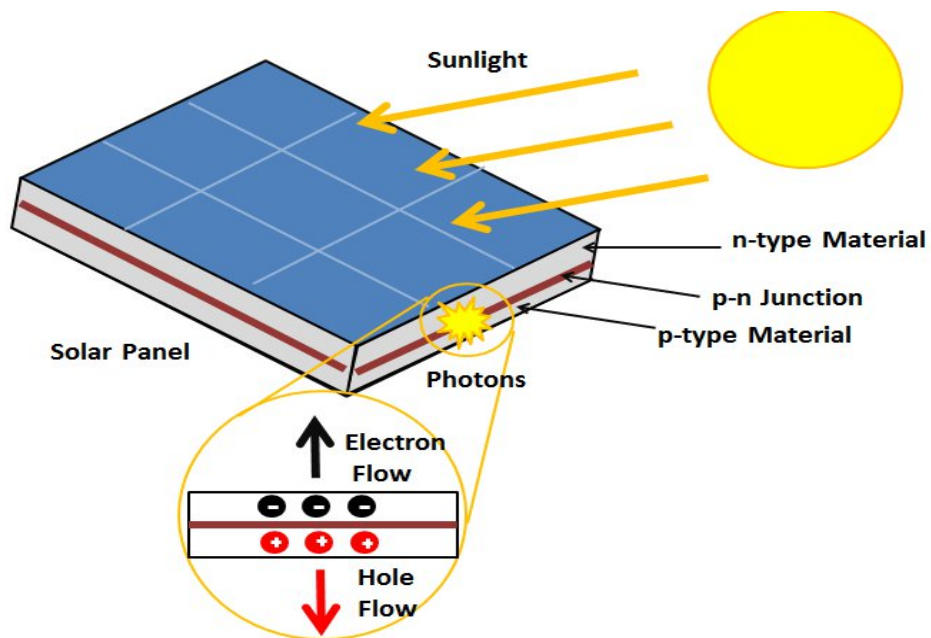
Proses *photovoltaic* mengubah sinar matahari langsung menjadi listrik melalui sel surya. Berikut langkah-langkah singkatnya<sup>34</sup>:

- 1) Sinar matahari diserap oleh sel *photovoltaic* yang terbuat dari bahan semikonduktor, seperti silikon. Energi dari cahaya ini membuat elektron dalam bahan tersebut bergerak bebas.
- 2) Elektron-elektron yang bergerak ini menghasilkan arus listrik. Sel *photovoltaic* memiliki medan listrik, memaksa elektron bergerak ke satu arah tertentu, menciptakan arus listrik searah (DC).

<sup>34</sup> Scott Aldous & Talon Homer (2023). How Do Solar Panels Work? <https://science.howstuffworks.com/environmental/energy/solar-cell.htm> diakses pada 14 Agustus 2024.



- 3) Arus listrik yang dihasilkan kemudian dikumpulkan melalui kontak logam di atas dan di bawah sel, lalu diteruskan ke rangkaian listrik.
- 4) Arus DC yang dihasilkan diubah menjadi arus bolak-balik (AC) menggunakan inverter, karena mayoritas perangkat rumah tangga menggunakan listrik AC. Setelah itu, listrik didistribusikan melalui jaringan listrik atau digunakan langsung.
- 5) Listrik yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan, baik di rumah, bisnis, maupun tempat lain. Kelebihan listrik dapat disimpan di baterai atau disalurkan kembali ke jaringan listrik.



Gambar 7. Teknologi *Photovoltaic*

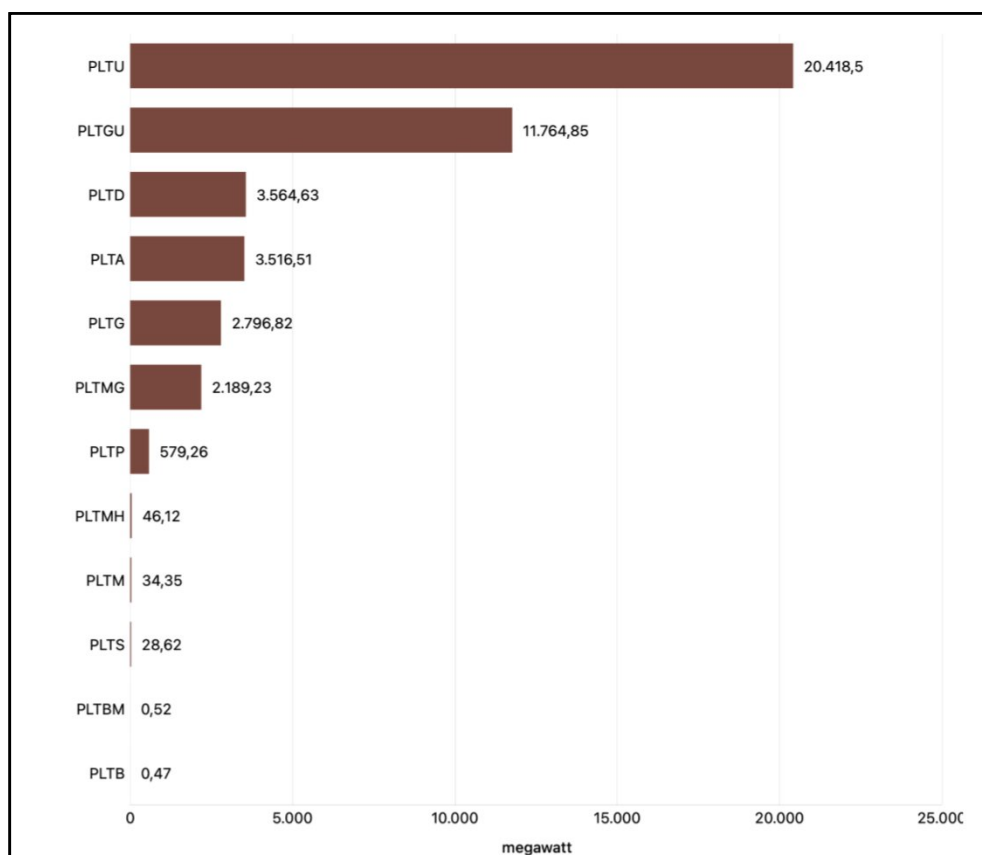
Sumber : Scott Aldous & Talon Homer (2023).

#### f. Perbandingan Penggunaan PLTS dan Energi Fosil

PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) memiliki pembangkit listrik dengan kapasitas terpasang total sebesar 44.939,88 megawatt (MW) pada akhir 2022<sup>35</sup>. Berdasarkan data, kapasitas terpasang pembangkit listrik PLN yang menggunakan energi fosil lebih besar dibandingkan dengan pembangkit energi baru dan terbarukan (EBT). Pembangkit

<sup>35</sup> Databoks. Katadata.co.id. (2023). Kapasitas Pembangkit Listrik PLN Tahun 2022, Mayoritas dari PLTU. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/06/13/kapasitas-pembangkit-listrik-pln-tahun-2022-mayoritas-dari-pltu> diakses pada 14 Agustus 2024.

listrik berbasis energi fosil mencakup PLTU, PLTGU, PLTD, PLTG, dan PLTMG, sedangkan pembangkit EBT meliputi PLTA, PLTP, PLTMH, PLTM, PLTS, PLTBM, dan PLTB. Meskipun proporsinya masih kecil, PLN menyatakan komitmennya untuk mempercepat pembangunan pembangkit EBT. Salah satu upaya yang dilakukan PLN adalah melalui kerja sama pengembangan EBT dengan China *Communications Construction Dredging Co. Ltd.* (CCCC), yang kesepakatannya baru ditandatangani pada akhir Mei 2023.



Gambar 8. Perbandingan Kapasitas Terpasang PLTS dan PLTU  
Sumber: Databoks. Katadata.co.id. (2023).

#### g. Isu Lingkungan dan Ketahanan Ekonomi Hijau

Pemerintah terus berupaya mendorong percepatan pengembangan EBT untuk mencapai sasaran bauran energi dan *Net Zero Emission* (NZE), sambil menggalakkan investasi dalam pengembangan EBT<sup>36</sup>. Pemanfaatan energi surya sebagai sumber

<sup>36</sup> Direktorat Jenderal EBTKE. (2023). Investasi dalam Transisi Menuju Energi Hijau Berkelanjutan.

pembangkit listrik di Indonesia juga menghadapi sejumlah isu lingkungan dan tantangan terkait dengan pembangunan ekonomi berkelanjutan.

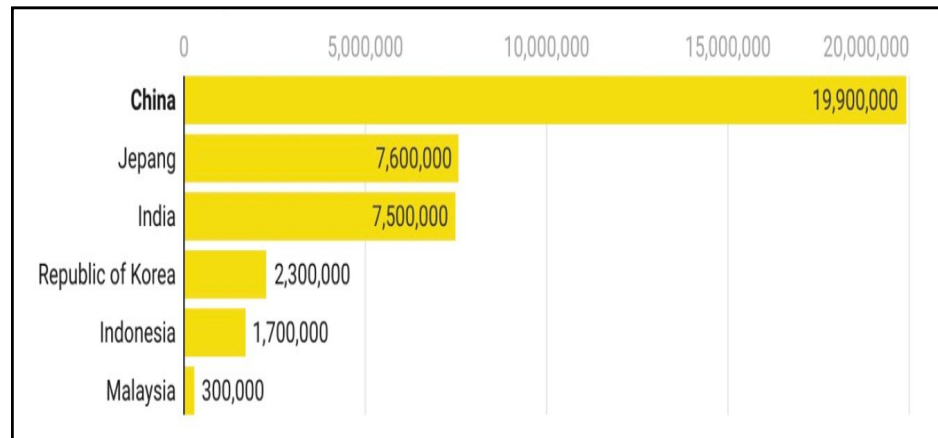
- 1) **Perubahan tata guna lahan.** Pembangunan PLTS membutuhkan luas lahan yang signifikan untuk instalasi panel surya. Hal ini dapat menimbulkan masalah terkait perubahan tata guna lahan dan pengrusakan masyarakat lokal. Pemilihan lokasi dengan mempertimbangkan dampak lingkungan sosial, serta mengutamakan lahan yang tidak mengganggu ekosistem. Sebagai contoh, PLTS Likupang, yang terdiri dari 64.620 panel surya, berlokasi di Desa Wineru, Kecamatan Likupang Timur, Kabupaten Minahasa Utara, Provinsi Sulawesi Utara, menempati lahan seluas 29 hektar. PLTS lainnya di Indonesia adalah PLTS Oelpuah, dengan kapasitas 5 MW, yang terdiri dari ribuan panel surya yang terpasang di atas lahan seluas 7,5 hektar<sup>37</sup>.
- 2) **Limbah dari pembangkit listrik tenaga surya (PLTS).** Limbah PLTS terdiri dari berbagai bahan, termasuk modul surya silikon kristal yang terdiri dari 75% kaca, 10% polimer, 8% aluminium, 5% silikon, 1% tembaga, dan logam lain seperti timah dan timbal. Menurut *International Renewable Energy Agency (IRENA)* dalam publikasi *End Of Life Management Solar Photovoltaic Panels*, diperkirakan bahwa pada tahun 2050, limbah yang dihasilkan dari modul surya di Indonesia akan mencapai 1,7 juta ton dengan skema *early loss*, sementara untuk *regular loss* diperkirakan mencapai 600 ribu ton. Konsep *early loss* merujuk pada masa hidup modul surya selama sekitar 30 tahun yang mempertimbangkan kerusakan awal seperti pada tahun kedua karena proses instalasi, serta kerusakan pada tahun kesepuluh dan kelima belas akibat degradasi. Selain itu, kerusakan yang disebabkan oleh transportasi dan instalasi juga ikut dipertimbangkan. Sementara untuk *regular*

---

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/10/26/3304/investasi.dalam.transisi.menuju.energi.hijau.berkelanjutan> diakses pada 28 Maret 2024.

<sup>37</sup> Kompas.com. (2023). 4 PLTS terbesar di Indonesia . <https://lestari.kompas.com/read/2023/12/26/100000486/4-plts-terbesar-di-indonesia?page=all> diakses pada 28 Maret 2024.

loss, hanya mempertimbangkan masa hidup modul surya sekitar 30 tahun tersebut<sup>38</sup>.



Gambar 9. Proyeksi Limbah Modul Surya Indonesia Skenario Early Loss 2050 (dalam satuan ton)

Sumber : *International Renewable Energy Agency (2023)*

Indonesia belum memiliki peraturan khusus untuk mengatur pengelolaan limbah dari panel surya. Dalam kerangka regulasi, pengelolaan limbah umumnya diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3), serta Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik. Sampai dengan saat ini Direktorat EBTKE Kementerian ESDM menerbitkan buku mengenai Pengelolaan Limbah B3 dari PLTS tahun 2022.

- 3) Ketergantungan pada impor luar negeri.** Berdasarkan data BPS sampai dengan Juli 2023, Indonesia masih mengimpor sejumlah besar komponen untuk PLTS dari berbagai negara. Nilai impor untuk produk sel surya yang belum dirakit mencapai US\$ 13,59 juta, sementara sel surya yang sudah dirakit menjadi modul surya dan panel memiliki nilai impor masing-masing sebesar US\$ 68,31 juta dan US\$ 57,40 juta. Produk lokal yang tidak memenuhi standar, seperti modul surya yang efisien tinggi dengan tingkat efisiensi di

<sup>38</sup> ZE News. (2022). Daur Ulang Limbah B3 PLTS di Indonesia. <https://zonaebt.com/panel-surya/daur-ulang-limbah-b3-plts-di-indonesia/> diakses pada 28 Maret 2024.

atas 20% dan kapasitas modul surya lebih dari 500 Wp per keping. Belum ada produsen modul surya di Indonesia yang dapat memenuhi standar kualitas panel Tier satu<sup>39</sup>. Berdasarkan data *Institute For Essential Services Reform* (IESR) tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) beberapa modul surya di Indonesia sudah sampai 40%, namun masih banyak diimpor. Sementara TKDN untuk sistem PLTS saat ini sekitar 15-50%.

Isu lingkungan menjadi sangat penting untuk dipertimbangkan sebagai komitmen keberlangsungan generasi mendatang. Langkah strategis pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat penting dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional.

#### **h. Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* dan Dampaknya**

Kepercayaan masyarakat terhadap penggunaan EBT semakin berkembang seiring peningkatan jumlah instalasi PLTS *photovoltaic*. Pertumbuhan yang cepat dalam penggunaan PLTS *photovoltaic* dianggap dapat membantu mengurangi emisi sebanyak 3,2 juta ton CO<sub>2</sub>e<sup>40</sup>. Menurut analisis yang dilakukan oleh Asosiasi Energi Surya Indonesia (AESI), investasi dalam PLTS Atap menjadi menarik, terutama jika didukung oleh sektor perbankan. Ini memberikan sinyal positif bagi pengembangan EBT di Indonesia. PT Bank Rakyat Indonesia (BRI) melaksanakan penandatanganan nota kesepahaman bersama Dewan Energi Nasional (DEN) dan PT Len Industri (Persero). Bank Himbara (himpunan bank negara) juga berkomitmen untuk mendanai pemasangan PLTS *photovoltaic* dengan suku bunga rendah dan jangka waktu pinjaman hingga 15 tahun.

Menurut proyeksi Kementerian ESDM, target pemasangan PLTS Atap sebesar 3,6 Gigawatt yang akan dilaksanakan secara bertahap hingga tahun 2025 berpotensi memberikan beberapa dampak positif.

---

<sup>39</sup> CNBC Indonesia. (2021). RI Dorong PLTS, Tapi Barangnya Masih Banyak Impor! <https://www.cnbcindonesia.com/news/20211011164155-4-283052/ri-dorong-plts-tapi-barangnya-masih-banyak-impor> diakses pada 28 Maret 2024.

<sup>40</sup> Renewable Energi Indonesia. (2023). Learning Hub Data. <https://renewableenergy.id/data-energi-terbarukan/> diakses pada 28 Maret 2024.

Pertama, potensial penyerapan tenaga kerja sebanyak 121.500; kedua, potensi untuk meningkatkan investasi sekitar Rp 45 triliun hingga Rp 63,7 triliun untuk pembangunan fisik PLTS dan Rp 2,04 Triliun hingga 4,1 Triliun untuk pengadaan kWh; ketiga, mendorong pertumbuhan industri pendukung PLTS dalam negeri sehingga meningkatkan daya saing; keempat, mendorong produk hijau di sektor jasa dan industri untuk menghindari penerapan *carbon border tax global*; kelima, mengurangi emisi karbon dan gas rumah kaca sebesar 4,58 Juta Ton CO<sub>2</sub>e; keenam, berpotensi mendapatkan penerimaan dari penjualan Nilai Ekonomi Karbon (NEK) sebesar Rp0,06 triliun/tahun (dengan asumsi harga karbon US\$2 /ton CO<sub>2</sub>e).

## 10. Kerangka Teoretis

### a. Teori Kolaborasi Lintas Sektoral (*Cross Sectoral Collaboration Theory*)

Kolaborasi lintas sektor adalah suatu proses di mana informasi, sumber daya, kegiatan, dan kemampuan organisasi dihubungkan atau diselaraskan di dua sektor atau lebih untuk bersama-sama mencapai hasil yang tidak dapat dicapai oleh organisasi dalam sektor tersebut secara individu<sup>41</sup>. Kolaborasi lintas sektoral dari berbagai kelembagaan pemerintah, akademisi, pengusaha, masyarakat dan media bersama sama untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dengan meningkatkan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

Teori ini mendorong sinergi antar sektor, memungkinkan terjadinya pertukaran pengetahuan, pengalaman, dan praktik terbaik di antara para pemangku kepentingan<sup>42</sup>. Salah satu contoh penerapan kolaborasi ini dapat dilihat dalam integrasi antara industri kabel dan industri penyimpanan baterai (*battery storage*). Dalam kolaborasi ini, industri

---

<sup>41</sup> Bryson, J.M. (2004). *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers diakses pada tanggal 30 Januari 2024.

<sup>42</sup> Perpustakaan Nasional. (2022). *Collaborative Governance Suatu Tinjauan Teoritis dan Praktik*. [https://repository.unair.ac.id/125620/1/20.%20Collaborative%20Governance\\_ebook.pdf](https://repository.unair.ac.id/125620/1/20.%20Collaborative%20Governance_ebook.pdf) diakses pada 20 Maret 2024.

kabel menyediakan jaringan distribusi yang efisien, sementara industri penyimpanan baterai berkontribusi dengan teknologi penyimpanan energi yang canggih. Melalui kerja sama ini, biaya produksi dan distribusi energi dapat ditekan, sehingga menghasilkan solusi yang lebih ekonomis dan berkelanjutan sebagai langkah mewujudkan kemandirian industri.

Percepatan inovasi dan transfer teknologi (*Transfer of Technology/ToT*) dari energi fosil ke teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* memerlukan keterlibatan berbagai pihak secara komprehensif, integral, dan holistik. Keterpaduan ini sangat penting dalam meningkatkan pemanfaatan EBT sebagai bagian dari strategi untuk mencapai ketahanan ekonomi hijau. Dengan demikian, kolaborasi lintas sektoral tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada sinergi antara berbagai industri, seperti industri kabel dan baterai, untuk menciptakan solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan dalam penggunaan EBT.

**b. Teori Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*)**

Konferensi Dunia yang diadakan di Johannesburg pada tahun 2002 bertujuan untuk memperbarui komitmen global terhadap pembangunan berkelanjutan. Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup menyatakan bahwa pembangunan berkelanjutan adalah suatu usaha yang direncanakan dengan menggabungkan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan, untuk menjamin keberlangsungan lingkungan hidup serta kesejahteraan, kemampuan, dan kualitas hidup bagi generasi saat ini dan masa depan.

Menggunakan pendekatan holistik dan berkelanjutan untuk memastikan bahwa pembangunan terus berjalan di tengah terjadinya pergeseran pemerintahan<sup>43</sup>. Mengembangkan inovasi dengan analisis tajam untuk responsif, adaptif dan proaktif melihat peluang untuk keberlangsungan ke depan. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* menjadi salah satu langkah strategis untuk meningkatkan pertumbuhan

---

<sup>43</sup> Wakil Presiden RI. Kuliah Umum kepada Peserta PPRAA.66 dan 67. Jakarta 10 Juli 2024.

ekonomi yang berkelanjutan. Menciptakan pertumbuhan ekonomi yang inklusif, melindungi lingkungan alam, meningkatkan kesejahteraan sosial, serta menjamin keberlanjutan ekonomi dan lingkungan bagi generasi mendatang<sup>44</sup>. Dengan mengalihkan investasi dari energi fosil ke EBT pada PLTS *photovoltaic*, Indonesia dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sehingga dapat mewujudkan ketahanan ekonomi nasional.

**c. Teori Analisis PESTEL**

Fathi S. M. Abdullah (2009) menjelaskan bahwa Analisis PESTEL adalah suatu alat analisa yang berguna untuk memahami secara komprehensif konteks di suatu negara atau perusahaan beroperasi. Analisis PESTEL merupakan akronim dari *political, economic, sociocultural, technological, legal, and environmental*. Metode Analisis PESTEL digunakan untuk mengevaluasi elemen-elemen yang ada dalam suatu negara atau pasar, serta untuk menganalisis bagaimana faktor-faktor tersebut mempengaruhi kesuksesan<sup>45</sup>. Berbagai faktor akan sangat berpengaruh dalam mewujudkan tujuan termasuk dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

Mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dengan peningkatan EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat dipengaruhi dengan stabilitas politik, regulasi, kebijakan dan isu-isu politik. Analisa faktor ekonomi dipengaruhi oleh kondisi pertumbuhan ekonomi yang ada. Sedangkan sosial dan budaya dipengaruhi oleh kondisi demografi seperti pertumbuhan penduduk, kepadatan penduduk, nilai-nilai budaya dan perilaku kondisi masyarakat. Perkembangan teknologi, inovasi, kreativitas dan kemampuan dalam penyerapan teknologi sangat mempengaruhi dalam melengkapi analisa. Relevansi kebijakan, regulasi, peraturan

---

<sup>44</sup> CNN. (2023). Pengertian, Prinsip, Teori Pembangunan Berkelanjutan <https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20230921123240-569-1001898/pengertian-prinsip-prinsip-pembangunan-berkelanjutan-dan-contohnya> diakses pada 20 Maret 2024.

<sup>45</sup> Paramadita, dkk. (2020). Analisa PESTEL Terhadap Penetrasi Gojek di Indonesia PESTEL Analysis Towards Gojek's Penetration In Indonesia. *Jurnal Pengabdian dan Kewirausahaan*, Vol. 4, No.1 diakses pada 7 April 2024.



perundangan yang ditetapkan sebagai payung hukum yang sudah menjadi keputusan. Faktor lingkungan sebagai salah satu aspek analisis untuk mengetahui keberlanjutan karena pengaruh kondisi iklim, emisi karbon, gas rumah kaca dengan penggunaan energi SKA yang tidak dikelola dengan baik. Dengan faktor-faktor yang mendukung dalam analisa PASTEL untuk membahas permasalahan peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dapat mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional yang berkelanjutan.

## 11. Perkembangan Lingkungan Strategis Global, Regional dan Nasional

### a. Lingkungan Strategis Global

Emisi karbon telah meningkat secara signifikan sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan konsumsi energi secara global. Negara-negara dengan tingkat industrialisasi yang tinggi, seperti China, India, dan Amerika Serikat, berperan besar dalam peningkatan emisi karbon di tingkat global<sup>46</sup>. Emisi karbon memiliki dampak langsung terhadap perubahan iklim, termasuk peningkatan suhu global, pola cuaca yang ekstrem, kenaikan permukaan air laut, dan kerusakan lingkungan lainnya. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* menjadi salah satu kesiapan Indonesia dalam menjaga kebutuhan energi. Selaras dengan komitmen *Paris Agreement* dimana 203 ditargetkan terjadi penurunan CO<sub>2</sub> sebesar 29%, maka Indonesia harus segera melakukan transisi energi ke energi terbarukan<sup>47</sup>.

Pembentukan *International Solar Alliance* (ISA) yang bertujuan untuk memperluas akses terhadap energi surya dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Negara-negara anggota ISA berjanji untuk meningkatkan investasi dalam energi surya, membangun

---

<sup>46</sup> Detik Edu. (2024). 10 Negara Penghasil Emisi Karbon Dioksida Tertinggi di Dunia, Indonesia ke Berapa?. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-7142712/10-negara-penghasil-emisi-karbon-dioksida-tertinggi-di-dunia-indonesia-ke-berapa> diakses pada 29 Maret 2024.

<sup>47</sup> Ombudsman RI. (2022). Hery Susanto: EBT Komoditas Strategis dan Kepentingan Semua Negara di Dunia <https://ombudsman.go.id/news/r/hery-susanto-ebt-komoditas-strategis-dan-kepentingan-semua-negara-di-dunia> diakses pada 29 Maret 2024.

kapasitas teknis, dan berbagi pengetahuan serta pengalaman<sup>48</sup>. Negara-negara yang terlibat dalam perjanjian tersebut berkomitmen untuk meningkatkan upaya dalam mengurangi emisi gas rumah kaca, salah satunya melalui perluasan penggunaan EBT. Berbagai forum internasional seperti Konferensi PBB tentang Perubahan Iklim (UNFCCC) dan *Clean Energy Ministerial* (CEM) menjadi platform bagi negara-negara untuk berbagi pengalaman, praktik terbaik, dan teknologi terkait energi terbarukan<sup>49</sup>.

Tantangan pembentukan forum internasional tersebut yaitu kerja sama dan koordinasi antara negara-negara untuk berbagi data dan informasi, serta dalam pengembangan pemanfaatan EBT. Berbagai pengembangan EBT termasuk PLTS *photovoltaic* yang menjadi potensi untuk ditingkatkan. Dampak ini memiliki implikasi pada kehidupan manusia, ancaman ketahanan pangan, kesehatan manusia, dan kerugian ekonomi. Salah satu langkah yang dapat diambil adalah meningkatkan EBT pada PLTS *photovoltaic* yang dapat mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

Persaingan geopolitik global yang didominasi negara-negara penghasil bahan baku dan distribusi teknologi EBT dapat digunakan untuk mempengaruhi terhadap perubahan dunia. Negara-negara yang menguasai pasar teknologi khususnya pengembangan EBT energi listrik yang memiliki pengaruh untuk menentukan kebijakan negara-negara pengimpor. Dilihat dari aspek lingkungan, penambangan litium untuk baterai penyimpanan energi surya, yang sering terjadi di Amerika Latin atau Australia, memiliki dampak lingkungan yang besar, seperti degradasi tanah dan polusi air, yang memengaruhi komunitas lokal.

## **b. Lingkungan Strategis Regional**

---

<sup>48</sup> ISA. (2024). <https://isolaralliance.org> diakses pada 29 Maret 2024.

<sup>49</sup> Konservasi Alam Nusantara. (2022). COP27: Mengenal Lebih Dekat Konferensi Iklim PBB 2022. <https://www.ykan.or.id/id/kampanye-alam/event/ykan-cop27/> diakses pada 29 Maret 2024.

Kerja sama negara ASEAN salah satunya pada peningkatan pemanfaatan EBT termasuk PLTS *photovoltaic* menjadi prioritas utama. Hal ini merupakan refleksi dari kesadaran bersama anggota ASEAN menuju target *Net Zero Emissions* (NZE). Beberapa aspek kerja sama ASEAN dalam peningkatan pemanfaatan EBT, antara lain:

- 1) *ASEAN Solar Energy Resource Assessment* (ASERA). ASERA adalah proyek regional yang diluncurkan oleh *ASEAN Centre for Energy* (ACE) untuk mengevaluasi potensi energi surya di negara-negara ASEAN.
- 2) *ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation* (APAEC). APAEC menetapkan langkah-langkah konkret untuk mengurangi emisi gas rumah kaca, meningkatkan efisiensi energi, dan mengembangkan sumber energi terbarukan di wilayah ASEAN<sup>50</sup>.
- 3) *Roadmap for ASEAN Energy Cooperation (2016-2025)*. *Roadmap* ini menetapkan target dan strategi untuk meningkatkan pemanfaatan EBT di ASEAN dengan promosi investasi, pengembangan kebijakan, dan penguatan kapasitas dalam pengelolaan EBT.
- 4) *ASEAN Renewable Energy Outlook* (ASEAN-REO). Inisiatif bersama antara ASEAN dan *Global Energy Network Institute* (GENI) untuk mempromosikan penggunaan EBT di wilayah ASEAN. ASEAN-REO menyediakan analisis tentang potensi EBT di ASEAN serta panduan untuk langkah strategis pengembangan yang berkelanjutan.
- 5) *ASEAN Centre for Energy* (ACE). ACE adalah lembaga regional yang didedikasikan untuk mempromosikan kerja sama dalam sektor energi di wilayah ASEAN. Salah satu tujuannya adalah untuk mendukung pengembangan dan pemanfaatan EBT di ASEAN melalui penelitian, pelatihan, dan promosi investasi.

---

<sup>50</sup> ASEAN Plan Of Action For Energy Cooperation (APAEC) 2016-2025 PHASE II: 2021-2025. <https://asean.org/wp-content/uploads/2023/04/ASEAN-Plan-of-Action-for-Energy-Cooperation-APAEC-2016-2025-Phase-II-2021-2025.pdf> diakses pada 29 Maret 2024.

Kerjasama negara ASEAN sangat penting dilaksanakan karena memiliki potensi yang besar untuk pengembangan berbagai sumber EBT, termasuk energi surya. Melalui kolaboratif, *ASEAN Solar Summit 2023* diadakan dengan tujuan mempercepat transisi energi di negara-negara anggota ASEAN ke arah energi surya, memperkuat kemitraan yang berfokus pada energi surya di wilayah dan secara global, mendorong investasi dalam energi bersih, serta membagikan kisah sukses dalam pengembangan energi surya untuk pertukaran pengetahuan<sup>51</sup>. Memperkuat kerjasama regional dalam meningkatkan pemanfaatan EBT termasuk PLTS *photovoltaic* sangat penting untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional.

**c. Lingkungan Strategis Nasional**

Peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dihadapkan pada ASTA GATRA yang berpengaruh pada lingkungan strategis nasional, sebagai berikut:

- 1) Geografi.** Posisi geografis Indonesia memiliki sinar matahari sepanjang tahun karena letaknya di khatulistiwa yang sangat berpotensi pemanfaatan tenaga surya sebagai ketahanan ekonomi hijau. Namun, kondisi iklim tropis menjadi permasalahan terkait dengan kelembaban tinggi yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya. Indonesia terdiri dari ribuan pulau, terdapat tantangan dalam mengintegrasikan sistem energi surya di seluruh wilayah, termasuk menyediakan infrastruktur yang memadai di pulau-pulau terpencil. EBT termasuk PLTS *photovoltaic* menjadi salah satu langkah strategis menyediakan pasokan energi listrik di kepulauan.
- 2) Demografi.** Kebutuhan listrik terus meningkat dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, sehingga menjadi kebutuhan yang sangat penting. Tantangan di daerah perkotaan yang padat penduduk, yaitu kesulitan dalam menemukan lahan

---

<sup>51</sup> ESDM. (2023). Peningkatan Pemanfaatan Energi Surya Butuh Kolaborasi dan Sinergi Kuat <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/peningkatan-pemanfaatan-energi-surya-butuh-kolaborasi-dan-sinergi-kuat> diakses pada 29 Maret 2024.

yang luas kondisinya sangat terbatas untuk instalasi panel surya dan infrastruktur pendukung. Pemenuhan kebutuhan listrik harus merata dan bisa dinikmati oleh seluruh masyarakat sebagai bentuk ekonomi hijau, termasuk di wilayah timur Indonesia dan daerah yang terpencil.

- 3) **Sumber Kekayaan Alam (SKA).** Kondisi SKA Indonesia sangat kaya yang mendukung ketahanan ekonomi hijau nasional yang dapat dikelola dan diberdayakan untuk pembangunan. Pemanfaatan SKA harus dapat dikembangkan dengan EBT termasuk PLTS *photovoltaic*. Penggunaan area untuk sektor energi, pertanian, dan konservasi sering terjadi permasalahan sehingga harus bersinergi dari berbagai sektor dalam memanfaatkan kondisi alam untuk membangun dan mengembangkan EBT termasuk PLTS *photovoltaic*.
- 4) **Ideologi.** Kekuatan ideologi masyarakat Indonesia yang kuat untuk membangun ekonomi hijau berkelanjutan untuk mewujudkan ketahanan nasional. Untuk menjaga ideologi nasional dengan mengurangi disparitas ekonomi di masyarakat melalui pemenuhan sumber energi salah satunya pengembangan EBT termasuk PLTS *photovoltaic* yang berkelanjutan, merata dan adil.
- 5) **Politik.** Stabilitas politik sangat penting untuk mencapai tujuan pembangunan nasional yang berkelanjutan. Perubahan kebijakan politik yang terjadi dan kurangnya konsistensi dalam kerangka regulasi energi dapat menjadi tantangan bagi investasi EBT termasuk PLTS *photovoltaic*. Ketidakpastian kebijakan politik mempengaruhi pembangunan EBT untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau seperti tarif listrik, insentif fiskal, dan aturan lain dalam mendukung pembangunan.
- 6) **Ekonomi.** Kebutuhan ekonomi yang semakin tinggi memerlukan efisiensi jangka panjang. Dalam bidang ekonomi, EBT memerlukan biaya investasi awal yang tinggi untuk membangun infrastruktur energi surya, termasuk pembelian panel surya dan sistem penyimpanan energi. EBT termasuk PLTS *photovoltaic* sebagai

salah satu langkah strategis mewujudkan ekonomi hijau jangka panjang yang berkelanjutan dibanding menggunakan energi fosil.

- 7) **Sosial dan Budaya.** Kesadaran sosial dan budaya di seluruh Indonesia belum secara merata dan masing-masing daerah memiliki kearifan lokal. Tingkat kesadaran dan penerimaan masyarakat terhadap pemanfaatan teknologi EBT termasuk PLTS *photovoltaic* mendapat respon positif dan negatif di masyarakat. Daerah yang masih melekat pada tradisi atau kepercayaan tertentu memiliki resistensi terhadap perubahan, sehingga perlu ada pendekatan sosial dan budaya yang realistis di masyarakat untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.
- 8) **Pertahanan dan Keamanan.** Kondisi pertahanan dan keamanan untuk menjaga kedaulatan dan stabilitas keamanan negara. Aspek pertahanan dan keamanan dengan ekonomi seperti dua sisi mata yang saling tergantung dan mempengaruhi. Peralatan pertahanan dan keamanan yang menggunakan sistem digital sangat tergantung dengan energi listrik. Peralatan yang berada di pulau-pulau sangat efektif apabila menggunakan EBT pada PLTS *photovoltaic*, sebagai sumber pasokan listrik untuk mendukung kesiapsiagaan pertahanan dan keamanan dengan teknologi yang berkelanjutan untuk mendukung mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional.

## BAB III PEMBAHASAN

### 12. Umum

Pembahasan pada bab sebelumnya terkait data dan fakta, teori-teori yang mendasari serta landasan pemikiran pada bab sebelumnya berkaitan dengan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Dengan pendekatan yang komprehensif, holistik, dan integral, membahas setiap isu secara terpisah tetapi juga saling sinergi dan mempengaruhi satu sama lain dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

Filosofi kehidupan bahwa **hanya ada satu bumi yang didalamnya terdapat generasi mendatang**<sup>52</sup>. Sebagai pemimpin dituntut mampu menyeimbangkan pembangunan ekonomi dan pelestarian lingkungan demi keberlangsungan sumber daya alam untuk generasi mendatang<sup>53</sup>. Dengan strategi yang akan dilaksanakan diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada sekaligus memberikan rekomendasi untuk peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* guna mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

### 13. Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* Belum Optimal

UUD NRI 1945 memberikan landasan hukum untuk pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*, melalui **prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan**. Pasal 33 Ayat 2 UUD 1945 menyatakan bahwa “*Cabang-cabang produksi yang penting bagi negara dan yang menguasai hajat hidup orang banyak dikuasai oleh negara*”. Hal ini menekankan bahwa sektor-sektor penting, termasuk kebutuhan energi harus dikelola oleh negara demi kesejahteraan rakyat, termasuk penggunaan energi surya sebagai bagian dari upaya diversifikasi energi nasional.

Berbagai aspek, mulai dari kebijakan dan regulasi, kualitas dan kapasitas Sumber Daya Manusia (SDM), sarana dan prasarana, anggaran dan insentif

---

<sup>52</sup> Prof. Dr. Ir, Bondan Tiara Sofyan, M.Si., Pengelolaan SKA yang berkelanjutan, berdaulat, mandiri dan berdaya saing sebagai implementasi ekonomi hijau dalam rangka memeperkokoh ketahanan nasional. Diskusi Panel di PPRA LXVI Lemhannas RI, 31 Juni 2024.

<sup>53</sup> Wakil Presiden RI. Kuliah Umum PPRA A.66/67. Jakarta, 10 Juli 2024

serta penelitian dan pengembangan. Gambaran kondisi saat ini terkait pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia, sebagai berikut:

**a. Implementasi Kebijakan dan Regulasi Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* Belum Optimal**

Faktor lingkungan strategis nasional sangat mempengaruhi terhadap kebijakan atau regulasi. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* di Indonesia masih menghadapi sejumlah tantangan yaitu implementasi dari regulasi yang sudah ada belum optimal. Menurut Undang-undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah, Lampiran CC. No. 5 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Bidang Energi dan Sumber Daya Mineral, urusan kelistrikan merupakan kewenangan pemerintah pusat dan pemerintah provinsi. **Kabupaten/kota tidak memiliki kewenangan langsung dalam mengelola atau mengatur urusan kelistrikan**, termasuk pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Hal ini berarti segala inisiatif terkait pembangunan dan pengelolaan pembangkit listrik harus dikoordinasikan dengan pemerintah pusat atau provinsi.

Peraturan perundang-undangan tidak secara eksplisit melarang pemerintah daerah kabupaten/kota untuk membangun pembangkit tenaga listrik. Sebagai contoh di Kabupaten Kutai Barat, Prov. Kaltim yang ingin membangun PLTS dengan potensi dan kemampuan yang dimiliki daerah tersebut, namun masih terkendala dengan regulasi yang belum jelas. Hal ini menunjukkan bahwa belum adanya kewenangan pemerintah kabupaten/ kota untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah. Pemerintah kabupaten/kota yang ingin memanfaatkan potensi sumber daya alam untuk membangun pembangkit listrik harus berkoordinasi dengan pemerintah provinsi dan pusat. Proses koordinasi ini membutuhkan waktu dan birokrasi yang panjang, sehingga memperlambat implementasi program EBT.

Dinamika kebijakan politik turut mempengaruhi dalam implementasi regulasi yang tidak konsisten dan komitmen berdampak pada



kepercayaan investor untuk mengembangkan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Salah satu ketidaksielarasan regulasi tentang pengelolaan EBT pada PLTS *photovoltaic* adalah perbedaan dalam mekanisme penetapan harga jual energi terbarukan. Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, disebutkan bahwa pemerintah menetapkan mekanisme *feed-in tariff* sebagai cara untuk menetapkan harga jual energi terbarukan dengan tujuan mempercepat investasi teknologi dan memberikan kepastian harga bagi perusahaan yang akan mengembangkan EBT. Namun, dalam Peraturan Menteri ESDM No. 50 Tahun 2017 yang diganti dengan Peraturan Menteri ESDM No. 4 Tahun 2020 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, terdapat perubahan dalam mekanisme pembelian tenaga listrik oleh PT PLN. Pada peraturan ini, harga beli listrik dari *Independent Power Producer* (IPP) mengacu kepada Biaya Pokok Penyediaan (BPP) Pembangkitan listrik setempat atau lokal. Ketidaksielarasan antara kedua regulasi tersebut dapat menghambat investasi di sektor tersebut.

Kebijakan TKDN di sektor PLTS dianggap dapat menjadi hambatan untuk investasi di wilayah-wilayah Indonesia<sup>54</sup>. Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 23 Tahun 2023 tentang Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 54/M-IND/PER/3/2012 tentang Pedoman Penggunaan Produk Dalam Negeri untuk Pembangunan Infrastruktur Ketenagalistrikan, yang menetapkan bahwa modul surya harus memiliki nilai TKDN minimal sebesar 60% mulai 1 Januari 2025.<sup>55</sup> Kementerian ESDM mengusulkan agar persyaratan TKDN untuk modul surya pada PLTS dikurangi menjadi 40%. Masalah timbul karena Indonesia belum memiliki industri yang mampu mendukung pemenuhan persyaratan TKDN dalam sektor EBT pada PLTS *photovoltaic*.

---

<sup>54</sup> Hilma Meilani.(2024). Permasalahan TKDN Dalam Pengembangan PLTS. Isu Sepekan Bidang Ekkuinbang, Komisi VII Pusat Analisis Keparlemenan Badan Keahlian Setjen DPR RI diakses pada 8 April 2024.

<sup>55</sup> Peraturan Menteri Perindustrian RI No 23 Tahun 2023. Perubahan kedua atas peraturan menteri perindustrian nomor 54/m-ind/per/3/2012 tentang pedoman penggunaan produk dalam negeri untuk pembangunan infrastruktur kelistrikan, pasal 1 (ayat 1). Hal 3. Jakarta.

Regulasi yang dikenal sebagai *Built Operate Own And Transfer* (BOOT), mewajibkan pengalihan kepemilikan proyek kepada PLN setelah kontrak berakhir. Pengembang PLTS *photovoltaic* mengikuti pada ketetapan harga listrik beban dasar (*base load*) dari PLTU batu bara yang telah menerima subsidi dari pemerintah. Kondisi ini menambah sulit bagi pengembang untuk merencanakan investasi jangka panjang, terutama dalam pengembangan PLTS *photovoltaic* di kepulauan maupun di daerah terpencil. Persyaratan minimal elektrifikasi daerah setempat yang mencapai 95% juga menambah beban investasi bagi badan usaha.

Regulasi spesifik yang mengatur pengelolaan limbah panel surya sampai saat ini belum ada. Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Direktorat EBTKE Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral baru sebatas menerbitkan buku Panduan Pengelolaan Limbah B3 PLTS pada tahun 2022, sehingga hal ini akan menjadi permasalahan lingkungan, apabila tidak segera dibuat turunan dari regulasi tersebut khususnya EBT bidang PLTS *photovoltaic*.

Beberapa kondisi regulasi dan kebijakan yang dijelaskan menjadikan tantangan dan kendala pada pemanfaatan EBT bidang PLTS *photovoltaic*. Dengan regulasi dan kebijakan yang jelas sebagai payung hukum untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau berkelanjutan yang ramah lingkungan untuk generasi mendatang.

**b. Rendahnya Kualitas dan Kapasitas SDM di Sektor EBT pada PLTS *Photovoltaic***

Industri energi membutuhkan banyak pekerja dengan kualifikasi yang memiliki kemampuan pada level *professional skilled* dan *technical skilled*. Studi yang dilakukan oleh *International Energy Agency* (IEA) menunjukkan bahwa sektor energi mempekerjakan 45% pekerja *high skilled*, angka ini lebih tinggi daripada rata-rata keseluruhan sektor yang hanya mencapai 24%<sup>56</sup>.

---

<sup>56</sup> Robi Kurniawan. (2023). Pengembangan Sumber Daya Manusia Untuk Mendukung Transisi

Beberapa tantangan dalam pengembangan SDM di sektor EBT pada PLTS *photovoltaic* di daerah adalah **kesenjangan keterampilan antar SDM di wilayah perkotaan dengan daerah terpencil di Indonesia**. Selain itu, rendahnya kualitas SDM di bidang ini karena perubahan kebutuhan pekerjaan dari sebelumnya berbasis bahan bakar fosil beralih ke energi bersih. Tenaga kerja dalam sektor EBT pada PLTS *photovoltaic*, dapat dibagi berdasarkan prosesnya, mulai dari *procurement*, *manufacturing*, instalasi dan koneksi ke jaringan, operasi dan pemeliharaan, hingga penghentian operasi (*decommissioning*), (IRENA, 2022).

Menurut laporan *International Labour Organization (ILO, 2022)*<sup>57</sup>, hanya 10% dari tenaga kerja Indonesia memiliki *high skilled*. Laporan tersebut juga mencatat bahwa sebanyak 70% dari angkatan kerja Indonesia memiliki kualifikasi menengah, sementara 20% sisanya masih berada pada tingkat kualifikasi rendah. Di sektor ketenagalistrikan, keterampilan kunci ini mencakup pengembangan proyek, perencanaan dan desain sistem, konstruksi, pengujian, operasi dan pemeliharaan. Saat ini, program pendidikan teknis dan vokasional di Indonesia hanya menyediakan pendidikan dalam bidang teknik energi terbarukan (*renewable energy engineering*) secara terbatas, dengan 31 sekolah vokasi yang menawarkan program tersebut (ADB, 2022)<sup>58</sup>.

Selama beberapa dekade terakhir, kesalahan teknis sering kali menjadi penyebab kegagalan fungsi PLTS<sup>59</sup>. Keberhasilan pelaksanaan transisi energi ini sangat bergantung pada keterampilan khusus dari SDM pada setiap bidang kerja. Berdasarkan sudut pandang ekonomi, kesenjangan keterampilan atau *skill gap* terjadi saat terdapat ketidaksesuaian antara keterampilan yang dimiliki oleh para pekerja dan kebutuhan industri.

---

Energi. Buletin Pertamina Energy Institute Volume 8 Nomor 4, diakses 7 April 2024.

<sup>57</sup> Ibid

<sup>58</sup> Robi Kurniawan. (2023). Pengembangan Sumber Daya Manusia Untuk Mendukung Transisi Energi. Buletin Pertamina Energy Institute Volume 8 Nomor 4, diakses 7 April 2024.

<sup>59</sup> Rachmawan Budiarto, dkk. (2017). Energi Surya Untuk Komunitas Meningkatkan Produktivitas Masyarakat Pedesaan Melalui Energi Terbarukan. LAKPESDAM-PBNU. Jakarta.

**c. Infrastruktur Pendukung, Sarana dan Prasarana Belum Sepenuhnya Memadai Untuk Pengembangan EBT pada PLTS *Photovoltaic***

Ketidakstabilan arus listrik yang dihasilkan oleh PLTS yang bersifat *intermitten*, sering kali menjadi hambatan dalam pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*<sup>60</sup>. Produksi listrik EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat tergantung pada kondisi cuaca, sehingga diperlukan investasi dalam teknologi dan infrastruktur yang memadai untuk mengatasi tantangan ini. Penggunaan teknologi yang diperlukan untuk menangani terjadinya *intermitten* tersebut memerlukan biaya yang cukup besar. Peralatan dan perlengkapan untuk *monitoring* dan evaluasi mengenai teknologi dan infrastruktur pendukung EBT pada PLTS *photovoltaic* masih belum memadai dan masih berdasarkan permintaan atau belum siap setiap saat diperlukan.

Tantangan mewujudkan kemandirian dalam industri EBT pada PLTS *photovoltaic*, terkait dengan teknologi dan peralatan seperti modul surya, masih menjadi masalah utama. Sebagian besar modul surya masih diproduksi dan diimpor dari luar negeri. Masalah ini diperburuk oleh harga modul surya buatan lokal yang lebih mahal sekitar 30%-45% dibandingkan produk impor<sup>61</sup>. Pabrik di Indonesia yang memproduksi modul surya dengan kapasitas 560 *watt-peak* masih sedikit, kebanyakan hanya perusahaan perakitan yang mengimpor sel surya.

Pembangunan EBT pada PLTS *photovoltaic* membutuhkan luas lahan yang cukup luas untuk instalasi panel surya. Faktor lingkungan menjadi salah satu tantangan yaitu area perkotaan yang padat penduduk akan kesulitan dalam menemukan lahan yang luas untuk instalasi panel surya dan infrastruktur pendukung. Permasalahan lainnya adalah memastikan akses yang merata terhadap pemanfaatan energi surya bagi seluruh lapisan masyarakat, termasuk di wilayah kepulauan dan daerah terpencil atau terpinggirkan. Ketersediaan area instalasi panel

---

<sup>60</sup> Sun Energy.id. (2023). Bagaimana Cara Kerja PLTS Untuk Menghasilkan Listrik. <https://sunenergy.id/cara-kerja-plts-untuk-menghasilkan-listrik> diakses pada 8 Juni 2024.

<sup>61</sup> Pusat Analisis Keparlemenan Badan Keahlian Setjen DPR RI. (2024). Permasalahan TKDN Dalam Pengembangan PLTS. [https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/isu\\_sepekan/Isu%20Sepekan-II-PUSLIT-Januari-2024-245.pdf](https://berkas.dpr.go.id/pusaka/files/isu_sepekan/Isu%20Sepekan-II-PUSLIT-Januari-2024-245.pdf).

surya dapat menimbulkan masalah terkait perubahan tata guna lahan dan penggusuran masyarakat lokal. Konflik kepentingan antara pemilik lahan dan pemerintah yang ingin membangun EBT pada PLTS *photovoltaic* masih terjadi. Dalam beberapa kasus, masyarakat lokal tidak setuju dengan rencana pembangunan EBT pada PLTS *photovoltaic* di wilayah mereka termasuk kekhawatiran akan dampak lingkungan, sosial, atau ekonomi yang ditimbulkan oleh proyek tersebut. Seperti pada kasus pembebasan lahan untuk EBT pada PLTS *photovoltaic* yang terjadi di Desa Masalima, Kecamatan Masalembu<sup>62</sup>.

Pemilihan lokasi dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dan sosial, serta mengutamakan lahan yang tidak mengganggu ekosistem. Selain itu, harga lahan yang mahal di kota-kota besar akan menyebabkan biaya akuisisi lahan untuk proyek EBT pada PLTS *photovoltaic* menjadi besar. Biaya tinggi terkait lahan akan mempengaruhi secara langsung pada harga listrik yang dihasilkan dan harga jual kepada konsumen akan meningkat. Hal ini bertentangan dengan tujuan utama dari energi terbarukan, yaitu untuk menyediakan energi yang terjangkau untuk meningkatkan ekonomi masyarakat.

Pembangunan EBT pada PLTS *photovoltaic* terapung Cirata (lihat lampiran) mampu menjadi etalase percepatan transisi energi dalam mendukung pencapaian menuju *Net Zero Emissions* (NZE) pada tahun 2060. PLTS Cirata mampu mengurangi emisi karbon sebesar 214 ribu ton per tahun. PLTS dibangun secara terapung dengan luas 200 hektare di waduk Cirata mampu memproduksi energi hijau berkapasitas 192 Megawatt peak (MWp) untuk menyuplai listrik bagi 50 ribu rumah.<sup>63</sup> Salah satu terobosan untuk pemanfaatan lahan dengan tetap menjaga ekosistem dan keberlangsungan lingkungan yang berkelanjutan.

---

<sup>62</sup> Radar Madura.Jawa Pos.com. (2024). Pembangunan PLTS Masalmebu Tak Kunjung Terwujud, Warga Sudah Serahkan Dokumen Kepemilikan Tanah <https://radarmadura.jawapos.com/sumenep/744722016/pembangunan-plts-masalmebu-tak-kunjung-terwujud-warga-sudah-serahkan-dokumen-kepemilikan-tanah> diakses pada 7 Juni 2024.

<sup>63</sup> PLN.co.id. (2023). Jadi Pembangkit EBT Skala Besar, PLTS Terapung Cirata Mampu Kurangi 214 Ribu Ton Emisi Karbon Per Tahun <https://web.pln.co.id/media/siaran-pers/2023/11/jadi-pembangkit-ebt-skala-besar-plts-terapung-cirata-mampu-kurangi-214-ribu-ton-emisi-karbon-per-tahun> diakses pada 7 Juni 2024.



Gambar 10. PLTS Terapung Waduk Cirata

Sumber: *PLTS Cirata/dok: EBTKE ESDM*

Kondisi infrastruktur pendukung, sarana dan prasarana menjadi tantangan dalam pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* karena masih terjadi, belum terintegrasi dengan kelembagaan lain yang saling mendukung. Pemanfaatan kondisi lahan menjadi tantangan dalam PLTS *photovoltaic* dengan terapung maupun berada di lahan terbuka.

**d. Program Anggaran dan Insentif Dalam Pelaksanaannya Belum Optimal**

Investasi dari sektor swasta menjadi salah satu elemen kunci untuk mendorong pencapaian target kontribusi EBT pada PLTS *photovoltaic* pada aspek energi terbarukan yang berkelanjutan. Sebagian besar alokasi anggaran energi masih difokuskan pada energi fosil seperti batu bara yang mempengaruhi pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

Pemerintah telah berusaha memberikan dukungan baik dalam bentuk kebijakan fiskal maupun non-fiskal kepada perusahaan dengan tujuan meningkatkan investasi di sektor EBT. Beberapa bentuk insentif di sektor EBT<sup>64</sup> meliputi: pertama, fasilitas PPh seperti *tax allowance*, *tax holiday*, dan pengecualian PPh Pasal 22 Impor; kedua, kemudahan impor seperti pembebasan PPN Impor dan Bea Masuk; dan ketiga,

---

<sup>64</sup> Richard Jatimulya. (2023). Kebijakan Hukum Insentif Perpajakan Pada Sektor Energi dan Transportasi Untuk Mendukung *Net Zero Emission* Tahun 2060. Jurnal Pajak Indonesia. Volume 7 No. 1.

Fasilitas pengurangan PBB khusus untuk sektor panas bumi. Namun, pemberian insentif tersebut masih ada beberapa kendala, antara lain:

- 1) Skema insentif fiskal untuk mengurangi beban pungutan pemerintah, seperti keringanan pajak (*tax allowance*), pengurangan pajak sebesar 100% dalam jangka waktu tertentu (*tax holiday*) dengan serta kemudahan impor, belum dioptimalkan sepenuhnya pada pengembang EBT pada PLTS *photovoltaic*. Dalam skema insentif *tax holiday*, perusahaan diberikan pengurangan pungutan PPh Badan sebesar 100% selama periode 5 hingga 20 tahun. Namun, efektivitas jangka waktu pemberian insentif *tax holiday* ini dianggap kurang optimal oleh sejumlah perusahaan. Alasannya adalah karena dalam 5 tahun awal, perusahaan belum memperoleh keuntungan dari proyek pembangunan pembangkit listrik yang menggunakan EBT pada PLTS *photovoltaic*, sehingga meskipun tanpa insentif *tax holiday*, perusahaan tidak diwajibkan untuk membayar PPh Badan (nihil).
- 2) Skema Kerja Sama Pemerintah dan Badan Usaha (KPBU) dianggap tidak sesuai untuk pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*, karena tidak sesuai untuk proyek infrastruktur EBT yang berskala kecil di wilayah-wilayah tertentu. Syarat minimum investasi yang diperlukan untuk menggunakan skema KPBU, seperti Pembayaran Ketersediaan (*Availability Payment/AP*) dan Dana Kesenjangan Kelayakan (*Viability Gap Fund/VGF*), adalah sebesar Rp 100 miliar<sup>65</sup>. Pada skema KPBU, penentuan mitra swasta/Badan Usaha yang akan bermitra dengan pemerintah dilakukan melalui proses seleksi kompetitif, sementara menurut Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2020, pembelian tenaga listrik oleh PT PLN dilakukan melalui pemilihan langsung dengan syarat tertentu.
- 3) Penjualan listrik berdasarkan BPP lokal tidak cukup menarik bagi para investor, terutama di Indonesia bagian timur. BPP yang relatif

---

<sup>65</sup> KPBU Kemenkeu.co.id. (2024). Dukungan Kelayakan. <https://kpbu.kemenkeu.go.id/read/37-40/pjpk/dukungan-pemerintah/dukungan-kelayakan> diakses pada 8 Juni 2024.

lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah barat sedangkan kebutuhan listriknya cenderung lebih rendah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Badan Kebijakan Fiskal (BKF) Kementerian Keuangan, salah satu masalah umum dalam penetapan harga EBT adalah adanya kegagalan pasar. Kegagalan pasar ini mengakibatkan harga energi menjadi lebih tinggi daripada yang seharusnya, sehingga perlu ada kebijakan dari pemerintah untuk mengatasi perbedaan tersebut.

- 4) Sistem yang menjamin kepastian harga bagi para investor masih belum berjalan optimal. Aturan tentang penetapan harga jual pembangkit listrik EBT dalam Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2020. Pemerintah telah mengimplementasikan beberapa skema pendanaan untuk mendukung peningkatan investasi di sektor pembangkit listrik EBT tenaga surya, seperti Pembiayaan Infrastruktur Non-Anggaran (PINA) dan fasilitas pembiayaan. Pemerintah sedang mengembangkan Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup (BPD LH) yang bertujuan mengelola dana yang terkumpul dari kegiatan reboisasi untuk keperluan pelestarian lingkungan, termasuk pengembangan energi bersih yang menjadi bagian dari strategi adaptasi perubahan iklim. Dalam pelaksanaannya, masih terdapat beberapa tantangan yang dihadapi, antara lain:
  - a) Proposal proyek pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* masih kurang memadai, yang mengakibatkan aliran pembiayaan kurang optimal. Proyek pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* melalui skema pembiayaan proyek, sehingga kualitas proyek menjadi aspek utama oleh para penyedia dana. Sebagian besar pengembang baru belum memiliki catatan proyek yang memadai untuk meyakinkan para pemberi dana.
  - b) Kekhawatiran seputar kualitas proyek, dengan skema *Build, Own, Operate, and Transfer* (BOOT) sesuai dengan Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 yang digantikan dengan



Peraturan Menteri ESDM Nomor 4 Tahun 2020, dengan merubah kebijakan dengan skema *Build, Own, and Operate* (BOO), diharapkan dapat meningkatkan minat investor untuk berinvestasi.

Besarnya biaya dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* perlu ada campur tangan pemerintah melalui kebijakan yang dapat mendorong percepatan program tersebut. Namun setelah dilaksanakan identifikasi dan wawancara dengan pengusaha PLTS *photovoltaic*<sup>66</sup> masih terdapat kondisi yang tidak sesuai dengan program insentif yang diberikan oleh pemerintah. Masuknya panel surya ke Indonesia dalam jumlah besar dan harga yang sangat murah dari luar negeri membuat pengusaha PLTS *photovoltaic* tidak mampu berkembang dan bersaing sehingga akan menghambat untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

**e. Program Menuju Kemandirian Industri Melalui Program *Research and Development* EBT pada PLTS *Photovoltaic* Belum Optimal**

Peran lembaga penelitian dan pengembangan bersinergi mewujudkan ekonomi hijau terhadap berbagai teknologi energi EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk memastikan harganya menjadi lebih kompetitif<sup>67</sup>. Keterlibatan pemerintah dan akademisi dalam kegiatan *research and development* di sektor EBT pada PLTS *photovoltaic* masih belum optimal. Alokasi anggaran dan pelaksanaan program serta kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang EBT pada PLTS *photovoltaic* cenderung mengalami penurunan setiap tahunnya<sup>68</sup>. Menurut Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), anggaran yang digunakan untuk keperluan teknis penelitian, termasuk pendanaan penelitian dan inovasi serta penyediaan infrastruktur, mencapai sekitar Rp2,2 triliun. Berdasarkan data UNESCO, rata-rata anggaran penelitian

---

<sup>66</sup> Faustin. (Juni 2024). Wawancara Direktur PT. Deltamas Solusindo. Tangerang Selatan. Banten

<sup>67</sup> Direktorat Jenderal EBTKE. (2017). Peran Strategis Lembaga Penelitian Dalam Pengembangan EBTKE <https://ebtke.esdm.go.id/post/2017/10/26/1788/peran.strategis.lembaga.penelitian.dalam.pe ngembangan.ebtke> diakses pada 8 April 2024.

<sup>68</sup> <https://sites.unnes.ac.id/kimefe/2023/08/sudah-tipis-semakin-menipis-turunnya-dana-ri-set-dan-serba-serbi-permasalahan-pendanaan-ri-set-di-indonesia/>

di negara-negara berpenghasilan menengah ke atas berkisar antara 1-2% dari PDB. Jika mengacu pada standar tersebut, anggaran penelitian di Indonesia masih jauh di bawah rata-rata, hanya sekitar 0,01 persen dari PDB<sup>69</sup>. Penelitian yang menghasilkan prototipe teknologi pendukung pembangkit listrik EBT tenaga surya, hanya diuji coba pada beberapa pembangkit dengan kapasitas kecil. Belum ada upaya yang menyeluruh untuk mengintegrasikan inovasi ke dalam industri dan pasar domestik karena proses ini memerlukan waktu yang cukup lama.

Manfaat PLTS *photovoltaic* memiliki manfaat yang sangat penting diantaranya mengurangi emisi karbon, sumber peralatan dan perlengkapan yang menggunakan energi listrik dan anggaran yang lebih rendah. Namun program pemerintah untuk mewujudkan kemandirian industri lokal masih belum dapat tercapai sesuai harapan. Sehingga hal ini menjadi tantangan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dengan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

#### f. Analisis PESTEL

Permasalahan yang sudah dijelaskan sebelumnya selanjutnya akan dilaksanakan analisis untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya program pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* belum optimal. Analisa PESTEL adalah suatu metode manajemen resiko yang digunakan agar bisa melakukan evaluasi lingkungan eksternal perusahaan<sup>70</sup>. Analisa PESTEL merupakan analisa dari beberapa faktor yaitu dari aspek *political, economic, sociocultural, technological, environmental and legal*.

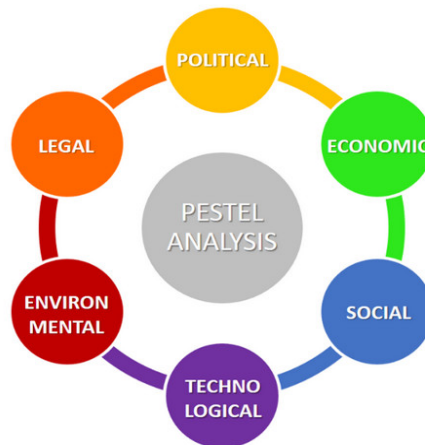
Lingkungan eksternal sangat mempengaruhi keberhasilan dalam suatu program, identifikasi dari awal akan menjadi peluang dengan tetap mengantisipasi timbulnya resiko sekaligus merancang strategi yang efektif selanjutnya. Dengan mengetahui kondisi yang ada dan manfaat

---

<sup>69</sup> Unnes.ac.id. (2023). Sudah Tipis Semakin Menipis: Turunnya Dana Riset. <https://sites.unnes.ac.id/kimefe/2023/08/sudah-tipis-semakin-menipis-turunnya-dana-riset-dan-serba-serbi-permasalahan-pendanaan-riset-di-indonesia/> diakses pada 7 Juni 2024.

<sup>70</sup> LP2M. (2023). Analisa PESTLE : Definisi dan Serta Komponen Pentingnya. <https://lp2m.uma.ac.id/2022/08/15/analisis-pestle-definisi-dan-serta-komponen-pentingnya>, diakses pada 24 Juni 2024

dimasa datang pembangkit listrik EBT pada PLTS *photovoltaic*, hal ini menjadi peluang besar apabila dikelola dengan baik. Namun apabila manajemen tidak tepat akan berdampak resiko yang lebih besar. Sehingga data dan fakta yang ada akan menjadikan bahan dalam analisa PESTEL. Adapun hasil analisis dengan menggunakan PESTEL adalah sebagai berikut:



Gambar 11. Analisa PESTEL

Sumber. Mind On Map

### 1) Aspek Politik (*Politic*)

Stabilitas politik akan sangat berpengaruh terhadap kondisi keberlangsungan ketahanan ekonomi yang berkelanjutan. Kepentingan politik baik pemerintah di tingkat pusat maupun daerah sangat mempengaruhi terhadap kebijakan dan regulasi. Pengembangan dalam pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat dipengaruhi oleh kebijakan politik. Perbedaan pandangan politik, kepentingan kelompok dan individual dapat mempengaruhi proses pengambilan keputusan dan menyebabkan kebijakan yang tidak konsisten atau terfragmentasi. Ketidakstabilan politik dalam pemerintahan, perubahan kebijakan karena pergantian pemimpin atau perubahan koalisi politik, juga dapat menyebabkan ketidakpastian dalam regulasi. Perubahan kebijakan yang signifikan atau tidak terduga dapat mengganggu rencana investasi jangka panjang dalam sektor energi EBT pada PLTS *photovoltaic*.

### 2) Aspek Ekonomi (*Economic*)

Ketahanan ekonomi hijau yang berkelanjutan didukung dengan program-program pemerintah yang ramah lingkungan dan bersinergi dengan kelembagaan dan seluruh yang terkait. Salah satunya investor yang memiliki peran penting dalam pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Kesenjangan antara kebutuhan investasi dan pendanaan yang tersedia, serta adanya tantangan dan hambatan dalam mendapatkan pendanaan seperti persyaratan yang sulit dan mekanisme tidak sesuai, seperti skema BOOT. Mekanisme penetapan harga EBT memengaruhi daya saing energi terbarukan dibandingkan dengan energi konvensional. Hal ini dapat mempengaruhi minat investor dan keputusan pengembangan proyek EBT pada PLTS *photovoltaic*.

Penyebab utama kondisi ini dapat dihubungkan dengan faktor ekonomi dan kepentingan finansial. Pengembang EBT pada PLTS *photovoltaic* kurang tertarik untuk menggunakan insentif karena birokrasi yang rumit atau ketidakpastian mengenai keuntungan yang akan mereka dapatkan. Skema KPBU yang ada tidak cukup menarik bagi pihak swasta karena risiko investasi yang tinggi.

### **3) Aspek Sosial dan Budaya (*Sociocultural*)**

Kondisi sosial budaya masyarakat sangat mempengaruhi dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau melalui pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Penggunaan energi surya sebagai EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan melaksanakan perubahan kehidupan yang lebih baik dalam menyiapkan generasi selanjutnya. Penggunaan EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat membantu dalam kehidupan sosial budaya karena mengubah berpola hidup yang ramah lingkungan. Namun faktor rendahnya kualitas dan kapasitas SDM menjadi tantangan serius dalam pengembangan dalam bidang EBT pada PLTS *photovoltaic*. Penerimaan sosial masyarakat terhadap teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* masih kurang di antaranya pemahaman dan kesadaran serta kurangnya sosialisasi baik dari segi lingkungan maupun ekonomi.

Demografi mempengaruhi tren sosial budaya yang terus berkembang diharapkan masyarakat harus cerdas dan mampu menggunakan EBT yang berkelanjutan. Dengan menggunakan media sosial informasi yang kurang dimanfaatkan oleh pemerintah untuk memberikan pemahaman dan pengetahuan kepada masyarakat. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dari kebijakan, investor, sampai dengan penggunaan di masyarakat harus jelas dan dipahami dengan baik, sehingga masyarakat akan menggunakan teknologi EBT.

#### 4) Aspek Teknologi (*Technological*)

Analisis faktor teknologi merupakan aspek penting dalam mengidentifikasi penyebab permasalahan yang terkait dengan kesiapan teknologi, infrastruktur, serta penelitian dan pengembangan dalam konteks pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Beberapa permasalahan terkait teknologi dalam pengembangan EBT tenaga surya antara lain tidak siapnya Indonesia dalam teknologi produsen modul surya atau *photovoltaic* secara mandiri<sup>71</sup>. *Photovoltaic* merupakan teknologi atau alat untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik yang bersumber dari EBT melalui material semi konduksi. Kesuksesan *photovoltaic* merupakan peran kunci pengembangan pembangkit listrik EBT tenaga surya, selain panas matahari yang memadai.

Saat ini, produsen Indonesia masih mengimpor panel surya. Kurangnya integrasi sistem dan kurangnya investasi dalam teknologi penyimpanan energi untuk mengatasi fluktuasi dalam produksi EBT pada PLTS *photovoltaic*. Hal tersebut memberi dampak pada pembangunan infrastruktur EBT pada PLTS *photovoltaic*. Ketergantungan pada teknologi impor meningkatkan risiko terhadap fluktuasi harga dan ketersediaan, sementara

---

<sup>71</sup> Kementerian Perindustrian. (2023). Upaya Kemenperin Mengakselerasi Berkembangnya Industri Modul Surya Dalam Negeri. <https://ilmate.kemenperin.go.id/berita-industri/informasi-industri/berita/upaya-kemenperin-mengakselerasi-berkembangnya-industri-modul-surya-dalam-negeri-1> diakses 26 Juni 2024.

kesiapan jaringan distribusi PLN yang belum memadai dapat menghambat integrasi EBT pada PLTS *photovoltaic* ke dalam sistem jaringan listrik yang sudah ada.

#### **5) Aspek Hukum (*Legal*)**

Ketidakpastian regulasi dan kebijakan, serta perubahan yang sering terjadi dalam hal tersebut, dapat disebabkan oleh beberapa faktor akar permasalahan: pertama, proses pembuatan kebijakan yang tidak terstruktur atau kurang transparan dapat menghasilkan kebijakan yang cenderung tidak konsisten atau sulit dipahami oleh para pelaku industri. Perubahan kebijakan pemerintah dapat menyebabkan perubahan dalam arah kebijakan dan prioritas pembangunan.

Ketidakpastian hukum dapat mengakibatkan bagi para investor dalam jangka panjang untuk melakukan investasi yang besar; ketiga, ketidakseimbangan antara kepentingan ekonomi, lingkungan, dan sosial dalam pembuatan kebijakan energi dapat menghasilkan regulasi yang ambigu atau bertentangan. Misalnya, ada tekanan dari sektor industri konvensional seperti batu bara untuk mempertahankan kebijakan yang mendukungnya, sementara upaya untuk mendukung pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* mungkin tidak mendapatkan prioritas; keempat, disharmonisasi kebijakan atau konflik antara lembaga-lembaga pemerintah yang berbeda dalam pembuatan kebijakan energi.

Kebijakan yang dikeluarkan oleh kementerian dan kelembagaan pemerintah yang tidak sinkron atau bersifat sektoral terkait dengan EBT pada PLTS *photovoltaic* dapat menghambat investasi. Misalnya, perubahan dalam mekanisme penetapan harga jual energi terbarukan dan ketentuan TKDN menjadi faktor penghambat bagi investasi dalam PLTS. Terdapat kebingungan dan ketidakpastian mengenai regulasi yang berlaku, serta sering terjadi perubahan kebijakan secara mendadak yang tidak konsisten dalam mendukung program pembangunan ekonomi hijau.

#### **6) Aspek Lingkungan (*Environmental*)**

Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* diharapkan dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. PLTS memerlukan area yang luas untuk pemasangan panel surya, terutama untuk skala utilitas besar. Apabila lahan yang digunakan adalah lahan pertanian atau area alami, seperti hutan atau padang rumput, mengakibatkan pengurangan lahan pertanian dan menghilangkan atau mengganggu habitat alami flora dan fauna, dapat mengurangi keanekaragaman hayati. Di area perkotaan atau di dekatnya, pemasangan PLTS dalam skala besar dapat meningkatkan fenomena Urban Heat Island (UHI), di mana suhu di area tersebut menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Lahan yang digunakan untuk PLTS dalam jangka panjang bisa mengalami degradasi, terutama jika lahan tersebut tidak dikelola dengan baik. Tanah di bawah panel surya bisa menjadi kurang subur jika tidak ada vegetasi atau manajemen lahan yang memadai.

Permasalahan pengelolaan limbah panel surya yang mengandung bahan berbahaya seperti kadmium dan silikon dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, apabila tidak dikelola dengan benar. Regulasi yang ada masih kurang spesifik dalam mengatur pengelolaan limbah panel surya. Penanganan limbah panel surya memerlukan pendekatan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab. Pemilihan lokasi PLTS harus melalui pertimbangan AMDAL yang mungkin ditimbulkan oleh proyek tersebut diharapkan tidak mengganggu ekosistem lingkungan.

Peningkatan penggunaan EBT pada PLTS *photovoltaic* dapat mendukung upaya adaptasi terhadap perubahan iklim dengan mengurangi emisi gas rumah kaca. Integrasi teknologi pembangkit listrik EBT pada PLTS *photovoltaic* masih belum dalam desain infrastruktur yang memastikan bahwa penggunaannya dapat mengurangi dampak emisi gas rumah kaca.

Penjelasan dari tiap-tiap faktor dengan menggunakan analisis PESTEL akan memberikan secara visualisasi risiko kondisi saat ini, tantangan yang

akan dihadapi dan langkah strategi yang perlu disiapkan untuk masa mendatang. Dengan analisa PESTEL peningkatan pemanfaatan EBT pada bidang PLTS *photovoltaic* akan lebih jelas untuk menuju ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

#### 14. Pengaruh Pemanfaatan EBT Pada PLTS *Photovoltaic* Terhadap Ketahanan Ekonomi Hijau

Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*, memiliki pengaruh yang signifikan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau. Dengan ketahanan ekonomi hijau pada level mantap dapat menunjukan bahwa salah satu tujuan nasional dapat tercapai untuk mewujudkan kesejahteraan dan keadilan masyarakat. Berdasarkan **Teori Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*)**, pembangunan yang berkelanjutan akan memperbaiki kualitas lingkungan, dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam serta sumber energi fosil yang terbatas. Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* menjadi salah satu langkah strategis untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan, menciptakan pertumbuhan ekonomi yang inklusif, melindungi lingkungan alam, meningkatkan kesejahteraan sosial, serta menjamin keberlanjutan ekonomi dan lingkungan.

Perbandingan emisi antara Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan PLN (fosil) menunjukkan bahwa PLTS memiliki keunggulan yang signifikan dalam hal pengurangan emisi karbon. Pembangkit listrik yang menggunakan bahan bakar fosil seperti batubara, gas alam, dan minyak bumi yang dioperasikan oleh PLN (fosil) menghasilkan emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi, yang berkontribusi langsung terhadap perubahan iklim dan pemanasan global.

Pada penelitian yang sudah dilakukan, dalam penerapan pada rumah tipe 86 m<sup>2</sup>, penggunaan listrik dari PLN (fosil) menghasilkan sekitar 4737,75 kg CO<sub>2</sub> per tahun, sedangkan penggunaan PLTS hanya menghasilkan sekitar 961,05 kg CO<sub>2</sub> per tahun. Ini berarti, dengan beralih ke PLTS, emisi karbon bisa dikurangi hingga 79,69%<sup>72</sup>.

---

<sup>72</sup> Eka Sulistiawati dan Bambang Endro Yuwono (2019). Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal. Prosiding Seminar Intelektual Muda #2



Pengurangan emisi yang signifikan dari EBT, PLTS juga mendukung keberlanjutan lingkungan karena menggunakan sumber daya yang terbarukan, yaitu sinar matahari. Penggunaan PLTS juga mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui dan terbatas. EBT pada PLTS *photovoltaic* sebagai langkah strategis yang bernilai ekonomis jangka panjang, tetapi juga merupakan langkah nyata dalam upaya menjaga kelestarian lingkungan dan mendukung pembangunan rendah karbon di Indonesia. Perhitungan perbandingan emisi yang dihasilkan dari energi fosil dan PLTS *photovoltaic*, sebagai berikut:

<p>Hasil CO<sub>2</sub> PLN</p> <p>= Total Energi/tahun (PLN) x Nilai Faktor Emisi (FE) x Nilai GWP CO<sub>2</sub></p> <p>= 5394,24 x 0,877 x 1</p> <p>= 4737,7485 kg CO<sub>2</sub></p> <p>Hasil CO<sub>2</sub> Panel Surya</p> <p>= Total Energi/tahun (Panel Surya) x Nilai Faktor Emisi (FE) x Nilai GWP CO<sub>2</sub></p> <p>= 4298,4 x 0,887 x 1</p> <p>= 961,0527 kg CO<sub>2</sub></p>
---

Gambar 12. Perbandingan Emisi PLN (energi fosil) dengan PLTS<sup>73</sup>

Sumber : Eka Sulistiawati dan Bambang Endro Yuwono (2019)

**a. Pengaruh Positif Dengan Melaksanakan Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic***

Peraturan Presiden Nomor 112 tahun 2022 tentang Percepatan Pembangunan EBT untuk kebutuhan listrik, memberikan dorongan percepatan pembangunan infrastruktur dan pemanfaatan EBT, terutama untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia. Melalui peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* akan memberikan pengaruh positif terhadap ketahanan ekonomi hijau. Adapun keuntungan dan

<sup>73</sup> Ibid.

kelebihan penggunaan pemanfaatan PLTS *photovoltaic* dibandingkan dengan energi lain (fosil), antara lain:

**1) Manfaat EBT pada PLTS *photovoltaic* pengganti energi fosil**

Tenaga surya adalah sumber energi yang terbarukan dan tidak terbatas. Potensi pemanfaatan energi surya di Indonesia sangat besar karena intensitas sinar matahari yang tinggi sepanjang tahun untuk menggantikan energi fosil yang terbatas. Daerah-daerah seperti Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Nusa Tenggara memiliki potensi yang sangat baik untuk pemanfaatan energi surya<sup>74</sup>. Meskipun cuaca bisa berubah-ubah, matahari tetap menjadi sumber energi yang tersedia setiap hari. Berbeda dengan sumber energi lainnya seperti angin atau air yang dapat bervariasi dalam ketersediaannya.

Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* yang ada di Indonesia pada umumnya ada 3 (tiga) cara pemasangan yaitu PLTS Atap, PLTS *Ground-Mounted* dan PLTS Terapung. Untuk PLTS Terapung adalah instalasi PLTS pada permukaan badan air (waduk atau danau), yang memiliki data potensi pengembangan mencapai 26,65 GW dan tersebar di 271 lokasi di Indonesia pada 2021<sup>75</sup>. Sehingga manfaat PLTS *photovoltaic* dapat dipasang di mana saja sesuai dengan kebutuhan dari masyarakat. PLTS *photovoltaic* memungkinkan akses yang berkelanjutan terhadap pasokan energi listrik di Indonesia untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang terbatas, untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

**2) Menurunkan emisi karbon**

Tahun 2021, Indonesia telah menghasilkan kurang lebih 259,1 juta ton gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) emisi gas rumah kaca (GRK), di mana energi fosil menjadi salah satu penyumbang terbesarnya. Sedangkan teknologi EBT yang digunakan pada

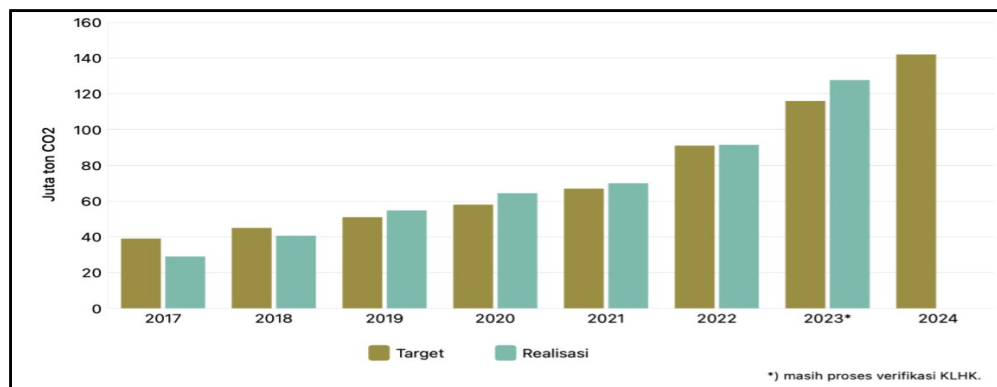
---

<sup>74</sup> Indonesia. Go.id. (2023). Memaksimalkan Potensi Energi Surya. <https://indonesia.go.id/kategori/editorial/7765/memaksimalkan-potensi-energi-surya?lang=1> diakses pada 7 Juni 2024.

<sup>75</sup> SUN ENERGY. (2023). Bagaimana Cara Kerja PLTS untuk Menghasilkan Listrik. <https://sunenergy.id/blog/cara-kerja-plts-untuk-menghasilkan-listrik> diakses pada 7 Juni 2024

sistem PLTS menghasilkan *net zero emission* yang tentunya ramah lingkungan<sup>76</sup>.

Dalam **lingkungan strategis global**, pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* menjadi prioritas dalam upaya mengurangi emisi CO<sub>2</sub> di seluruh dunia. Pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi dapat membantu mengurangi emisi CO<sub>2</sub> dari sektor pembangkitan listrik, karena tidak ada emisi yang dihasilkan selama proses produksi listrik. Berdasarkan data yang diperoleh dari berbagai sumber, termasuk organisasi internasional seperti IEA dan Badan Energi Internasional (BEI), serta lembaga riset energi nasional dan regional, dapat ditemukan bahwa penggunaan energi surya telah menghasilkan penurunan emisi CO<sub>2</sub> yang signifikan. Menurut laporan *International Energy Agency* (IEA) tahun 2022, pembangkit listrik tenaga surya dan angin berkontribusi mencegah sekitar 465 Mt CO<sub>2</sub> dalam emisi sektor ketenagalistrikan<sup>77</sup>. Dengan data tersebut akan memberikan pengaruh pada emisi karbon yang sangat signifikan dengan menggunakan EBT yang terus dikembangkan salah satunya EBT pada PLTS *photovoltaic* yang dapat mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.



Gambar 13. Target dan Realisasi Penurunan Emisi CO<sub>2</sub> Sektor Energi

Sumber : Databoks.katadata.co.id

<sup>76</sup> Ibid

<sup>77</sup> [iea.org. \(2024\). CO2 Emissions in 2022 Report. https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022](https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022) diakses pada 7 Juni 2024.

Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), realisasi penurunan emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di sektor energi mencapai 127,67 juta ton CO<sub>2</sub> pada tahun 2023<sup>78</sup>. Angka ini melebihi target yang telah ditetapkan pemerintah terlihat pada Gambar 2 di atas. Pemerintah menetapkan target untuk meningkatkan kapasitas terpasang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) hingga mencapai 5.342 megawatt (MW) pada tahun 2030. Jika target ini tercapai, diperkirakan akan mengurangi emisi CO<sub>2</sub> hingga 8 juta ton pada tahun 2030<sup>79</sup>.

Penurunan emisi karbon karena peningkatan penggunaan PLTS merupakan langkah penting dalam upaya mitigasi perubahan iklim global. Perubahan iklim telah menyebabkan dampak yang serius seperti kenaikan suhu global, peningkatan kejadian cuaca ekstrem, dan kerusakan lingkungan. Dengan mengurangi emisi karbon dan gas rumah kaca dari sektor energi, PLTS *photovoltaic* membantu memperlambat laju perubahan iklim dan melindungi bumi.

### 3) Diversifikasi energi

Diversifikasi energi, khususnya dengan memasukkan tenaga surya ke dalam bauran energi, merupakan langkah penting dalam memperkuat ketahanan ekonomi suatu negara. Banyak negara bergantung pada impor bahan bakar fosil dari wilayah yang sering kali tidak stabil secara politik. Konflik di wilayah produsen utama bahan bakar fosil dapat menyebabkan gangguan pasokan dan kenaikan harga yang signifikan. Dengan meningkatkan proporsi energi surya dalam bauran energi, negara-negara dapat mengurangi risiko geopolitik terkait dengan pasokan energi.

---

<sup>78</sup> Databoks.katadata.co.id. (2023). Penurunan Emisi GRK Sektor Energi Lampau Target pada 2023. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2024/01/18/penurunan-emisi-grk-sektor-energi-lampau-target-pada-2023> diakses pada 7 Juni 2024.

<sup>79</sup> CNBC Indonesia. (2021). Cuma dari PLTS, Emisi Karbon Bisa Turun 8 Juta Ton di 2030. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210218180119-4-224450/cuma-dari-plts-emisi-karbon-bisa-turun-8-juta-ton-di-2030> diakses pada 14 Agustus 2024.

Berdasarkan data *International Renewable Energy Agency* (IRENA), peningkatan proporsi energi terbarukan dalam bauran energi sebuah negara dapat mengurangi volatilitas harga energi dan menghasilkan keuntungan ekonomi yang signifikan. Studi IRENA juga menunjukkan bahwa diversifikasi sumber energi dengan memasukkan EBT pada PLTS *photovoltaic* dapat mengurangi risiko finansial dan meningkatkan ketahanan energi suatu negara. Pembangunan PLTS *photovoltaic* di tiap-tiap provinsi di Indonesia, dapat menciptakan peluang untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan diversifikasi energi dalam bauran energi Indonesia.

#### 4) Meningkatkan investasi

Berdasarkan data IESR, sejumlah proyek PLTS besar yang sedang dipersiapkan di Indonesia dengan total kapasitas 2,7 GWac, dengan nilai investasi mencapai US\$3 miliar. Pada acara ISS 2022, disampaikan bahwa terdapat total 2.300 MW proyek PLTS yang direncanakan hingga tahun 2023, termasuk proyek-proyek PLTS atap (dengan persentase tertinggi), PLTS darat, dan PLTS terapung<sup>80</sup>. Total deklarasi proyek PLTS sebesar 2,3 GW di ISS 2022, terlihat bahwa Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar. Indonesia memiliki potensi menjadi pusat pembangkit energi surya di kawasan Asia Tenggara dengan laju pertumbuhan potensial mencapai 3-4 GW per tahun jika tidak ada hambatan. Peluang bagi aliran investasi ekonomi hijau, pengembangan industri PLTS yang terintegrasi dari hulu ke hilir.

Potensi peningkatan investasi dalam pembangunan fisik PLTS, yang berkisar antara Rp 45 triliun hingga Rp 63,7 triliun. Investasi dalam pengadaan kWh untuk Ekspor dan Impor diperkirakan antara Rp 2,04 triliun hingga Rp 4,1 triliun<sup>81</sup>.

---

<sup>80</sup> IESR. (2023). Indonesia Dorong Mobilisasi Investasi Gigawatt PLTS. <https://iesr.or.id/indonesia-dorong-mobilisasi-investasi-gigawatt-plts> diakses pada 9 April 2024.

<sup>81</sup> Renewable Energy Indonesia. (2023). Pemerintah Targetkan Bangun PLTS Atap 2.145 MW hingga 2030. <https://renewableenergy.id/data-energi-terbarukan/> diakses pada 9 April 2024.

Pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* menjadi investasi yang menarik dan menguntungkan dalam jangka panjang.

**5) Mendorong tumbuhnya industri pendukung PLTS *photovoltaic* di dalam negeri dan meningkatkan daya saing**

Permintaan yang meningkat untuk instalasi sistem EBT pada PLTS *photovoltaic* di tiap daerah akan mendorong pertumbuhan industri pendukung dalam negeri. Industri ini termasuk pembuatan panel surya, sistem penyimpanan energi, perangkat pengukur dan pengontrol, serta infrastruktur pendukung lainnya. Dengan meningkatnya permintaan, pengusaha lokal akan meningkatkan kapasitas produksi dan inovasi untuk memperkuat ekosistem industri menuju kemandirian industri lokal di dalam negeri.

Dengan meningkatnya permintaan untuk teknologi PLTS, akan ada dorongan lebih lanjut untuk *research and development* (R&D) khususnya bidang EBT pada PLTS *photovoltaic*. Universitas, lembaga riset, dan perusahaan swasta akan berinvestasi lebih banyak dalam inovasi dan pengembangan teknologi terbaru untuk meningkatkan efisiensi, daya tahan, dan kinerja sistem PLTS. Hal ini akan menciptakan ekosistem pengetahuan yang lebih kuat di dalam negeri dan memacu kemajuan teknologi nasional. Dengan memiliki industri yang kompetitif secara internasional, Indonesia dapat menjadi pemain utama dalam pasar energi terbarukan global, meningkatkan citra negara di mata investor dan mitra dagang internasional.

**6) Menciptakan lapangan kerja**

Industri energi surya menciptakan peluang pekerjaan baru dalam instalasi, pemeliharaan, dan pengembangan teknologi yang mendukung pertumbuhan ekonomi hijau. Selain itu, terdapat permintaan untuk pekerjaan pendukung seperti perencanaan, pengadaan bahan, dan manajemen proyek. Pertumbuhan industri energi surya juga menciptakan peluang pekerjaan dalam penelitian, pengembangan, dan inovasi teknologi terkait. Menurut laporan dari *International Renewable Energy Agency* (IRENA), industri energi

terbarukan secara keseluruhan telah menciptakan jutaan lapangan kerja di seluruh dunia. Pada tahun 2022, sekitar 13,7 juta orang bekerja di sektor energi terbarukan. Di antara berbagai jenis teknologi energi terbarukan, PLTS mencatat jumlah lapangan kerja terbanyak dengan 4,9 juta pekerja<sup>82</sup>, menjukan bahwa lebih dari sepertiga total tenaga kerja di sektor EBT. Tiga negara yang paling banyak menyerap tenaga kerja di sektor PLTS termasuk China, India, Amerika Serikat (AS).

Penciptaan lapangan kerja dalam industri energi surya tidak hanya memberikan manfaat langsung bagi individu yang bekerja di sektor ini, tetapi juga memiliki dampak yang luas pada pertumbuhan ekonomi lokal dan nasional. Lapangan kerja akan meningkatkan pendapatan bagi pekerja, meningkatkan daya beli masyarakat, dan mendukung konsumsi barang dan jasa lokal serta meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Industri energi surya juga menarik investasi asing dan menggerakkan sektor industri terkait seperti manufaktur dan konstruksi. Dengan demikian, industri energi surya tidak hanya memberikan kontribusi penting dalam transformasi menuju energi bersih dan berkelanjutan, tetapi juga memberikan dampak positif yang signifikan dalam menciptakan lapangan kerja dan mendukung terwujudnya ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

#### **7) Kemandirian energi dalam negeri**

Memanfaatkan sumber energi yang tersedia di alam, seperti tenaga surya, dapat menjadi kunci dalam mencapai kemandirian energi. Portofolio energi yang terdiri dari sumber EBT pada PLTS *photovoltaic*, Indonesia dapat menciptakan sistem energi yang lebih stabil dan andal. Berdasarkan data dari IEA, dapat ditemukan bahwa negara-negara yang mengandalkan sumber EBT memiliki tingkat kemandirian energi yang lebih tinggi daripada negara-negara yang bergantung pada energi fosil. Misalnya, negara yang memiliki kapasitas energi terbarukan yang signifikan seperti

---

<sup>82</sup> Kompas.com. (2023). Capai 13,7 Juta, Ini Daftar Lapangan Kerja Bidang Energi Terbarukan 2022. <https://lestari.kompas.com/read/2023/12/26/180000686/capai-13-7-juta-ini-daftar-lapangan-kerja-bidang-energi-terbarukan-2022> diakses pada 9 April 2024.

Jerman dan Denmark telah berhasil mengurangi ketergantungan mereka pada impor energi fosil.

#### **8) Mewujudkan ketahanan ekonomi hijau**

Peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* mendorong inovasi teknologi dalam pengembangan panel surya, sistem penyimpanan energi, dan infrastruktur terkait lainnya. Hal ini membantu Indonesia memperoleh keunggulan kompetitif dalam industri energi terbarukan. Investasi dalam riset dan pengembangan di bidang energi terbarukan dapat membantu Indonesia menjadi pemimpin regional dalam teknologi energi surya, meningkatkan daya saing ekonomi hijau secara keseluruhan. Peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* memberikan landasan yang kuat untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia. Langkah-langkah kebijakan yang mendukung dan investasi dalam infrastruktur energi terbarukan sangat penting untuk mempercepat mewujudkan ketahanan ekonomi hijau yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

#### **b. Pengaruh Negatif dari Rendahnya Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic***

Perkembangan teknologi global sangat cepat termasuk dalam bidang pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Namun apabila peningkatan pemanfaatan dari EBT pada PLTS *photovoltaic* masih rendah tentunya akan berdampak negatif, antara lain:

##### **1) Ketergantungan pada bahan bakar fosil**

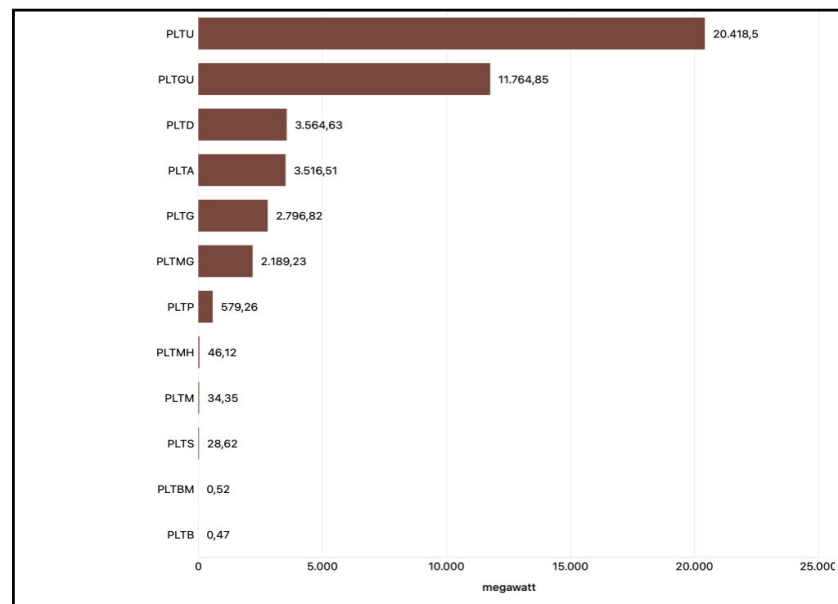
Berdasarkan data Kementerian ESDM memperlihatkan bahwa sebagian besar pembangkit listrik di Indonesia masih mengandalkan bahan bakar fosil, terutama batu bara. Hal ini tercermin dari sekitar 45,44% dari total kapasitas pembangkit listrik di Indonesia pada tahun 2022 berasal dari batu bara<sup>83</sup>.

---

<sup>83</sup>Databoks.katadata.co.id. (2023). Kapasitas Pembangkit Listrik PLN Tahun 2022, Mayoritas dari



Ketergantungan yang tinggi pada pembangkit listrik berbahan bakar fosil membuat Indonesia rentan terhadap fluktuasi harga bahan bakar. Harga batu bara dapat berfluktuasi secara signifikan akibat faktor-faktor seperti permintaan global, persediaan pasar, dan kebijakan produksi oleh negara produsen. Ketergantungan yang tinggi pada bahan bakar fosil dapat mengganggu stabilitas ekonomi Indonesia. Fluktuasi harga bahan bakar fosil dapat mengakibatkan tekanan inflasi, biaya produksi yang meningkat bagi sektor industri, dan penurunan daya beli masyarakat. Ketidakpastian dalam harga dan sumber pasokan energi juga dapat menyebabkan kesulitan dalam menyusun perencanaan energi jangka panjang.



Gambar 14. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Milik PLN Berdasarkan Jenisnya (2022)

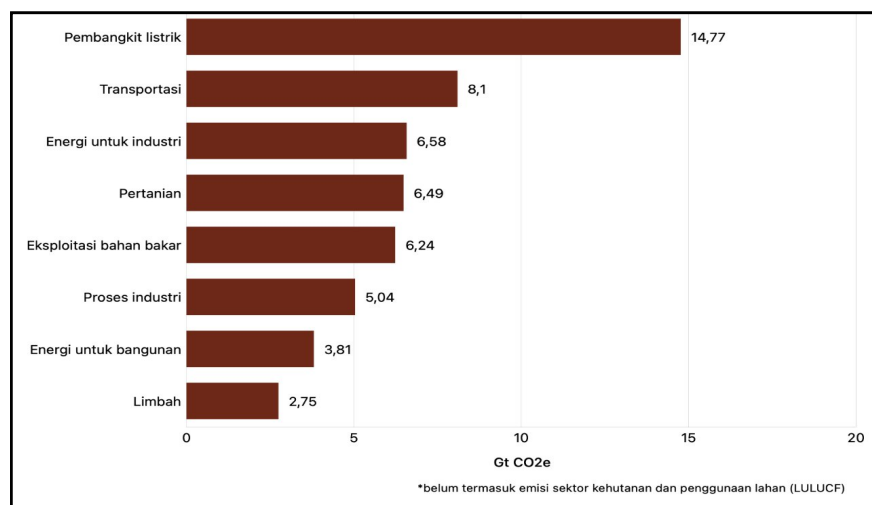
Sumber: Databoks.katadata.co.id

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) juga menunjukkan bahwa fluktuasi harga bahan bakar fosil, memiliki dampak signifikan pada neraca perdagangan dan inflasi Indonesia. Selain itu, masih tingginya ketergantungan terhadap energi fosil bertentangan

dengan prinsip-prinsip pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan dan adil. Hal ini bertentangan dengan **Ideologi** dan mencerminkan kurangnya penghargaan terhadap nilai-nilai keadilan dan keberlanjutan.

## 2) Peningkatan emisi karbon

Pembakaran batu bara untuk pembangkit listrik adalah penyumbang utama emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di Indonesia. Batu bara, yang merupakan sumber energi dominan dalam pembangkit listrik, merupakan sumber emisi CO<sub>2</sub> yang signifikan. Indonesia menempati peringkat keenam secara global dengan emisi dari PLTU batu bara sebesar 214 juta ton CO<sub>2</sub>. Menurut data *European Commission*, jika ditinjau dari sumbernya, emisi gas rumah kaca global pada tahun 2022 paling banyak berasal dari sektor pembangkit listrik. Sektor ini menghasilkan 14,77 Gt CO<sub>2</sub>e, yang menyumbang 27,45% dari total emisi gas rumah kaca global<sup>84</sup>.



Gambar 15. Volume Emisi Gas Rumah Kaca Global Berdasarkan Sektor (2022)

Sumber: Databoks.katadata.co.id

Peningkatan emisi karbon menyebabkan pemanasan global dan perubahan iklim yang berdampak luas. Perubahan iklim dapat

<sup>84</sup> Databoks. Katadata.co.id. (2023). Pembangkit Listrik, Sumber Emisi Terbesar Global pada 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/09/29/pembangkit-listrik-sumber-emisi-terbesar-global-pada-2022> diakses pada 7 Juni 2024.

mengakibatkan kenaikan suhu global yang dapat memicu cuaca ekstrem, seperti kekeringan, banjir, badai tropis, dan peningkatan tingkat laut. Dampak ini memiliki implikasi serius bagi ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Indonesia.

Berdasarkan laporan dari Pusat Riset Iklim Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (Puspiptek-LIPI), Indonesia telah mengalami peningkatan suhu rata-rata yang signifikan selama beberapa dekade terakhir, yang berdampak pada ekosistem dan sektor pertanian. Perubahan iklim dapat merusak ekosistem alami, mengganggu keseimbangan ekosistem, dan mengancam keberlanjutan sumber daya alam. Konsekuensi dari perubahan iklim juga bisa menimbulkan dampak ekonomi yang besar, entah itu berupa kerusakan infrastruktur, penurunan produktivitas pertanian, atau biaya yang dibutuhkan untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan.

### **3) Keterbatasan akses energi di daerah terpencil**

Daerah terpencil sering kali memiliki infrastruktur yang kurang berkembang, termasuk akses jalan yang terbatas dan ketersediaan sumber energi listrik. Hal ini akan menghambat pembangunan infrastruktur energi, seperti jaringan listrik nasional atau pembangunan pembangkit listrik baru. Menurut laporan dari BPS, akses jalan ke sebagian besar desa di Indonesia masih terbatas, yang menyulitkan transportasi peralatan dan material yang dibutuhkan untuk membangun infrastruktur energi. Keterbatasan akses energi di daerah terpencil memiliki dampak yang signifikan pada pembangunan dan pertumbuhan ekonomi lokal. Tanpa akses yang memadai terhadap listrik, kegiatan ekonomi seperti pertanian, industri kecil, UMKM sulit berkembang.

Keterbatasan akses energi juga memiliki dampak langsung pada kualitas hidup penduduk di daerah terpencil. Survei yang dilakukan oleh Lembaga Survei Indonesia (LSI) menunjukkan bahwa kualitas hidup penduduk di daerah terpencil yang memiliki akses listrik yang terbatas lebih rendah dibandingkan dengan

daerah yang memiliki akses listrik yang baik. Dengan mempertimbangkan dampak tersebut, penting bagi pemerintah untuk memprioritaskan pembangunan infrastruktur energi terbarukan, termasuk pembangunan PLTS *photovoltaic*, di pulau-pulau kecil, daerah terpencil dan pedesaan. Keterbatasan di wilayah terpencil karena kurang terdukung sumber listrik akan menghambat dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

#### **4) Kerugian potensial bidang ekonomi**

Rendahnya investasi dalam energi terbarukan, seperti tenaga surya, menyebabkan Indonesia kehilangan kesempatan untuk mengembangkan industri energi terbarukan yang berpotensi menghasilkan lapangan kerja baru dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.

Menurut laporan dari *World Economic Forum*, investasi pada EBT dapat memberikan manfaat ekonomi langsung dan tidak langsung yang signifikan, termasuk peningkatan produktivitas dan pertumbuhan sektor-sektor terkait lainnya. Rendahnya investasi dalam EBT pada *photovoltaic*, mengakibatkan kurangnya pengembangan bidang industri, lapangan kerja, pertumbuhan ekonomi, dan diversifikasi energi.

#### **5) Terhambatnya mewujudkan ketahanan ekonomi hijau**

Potensi energi surya yang melimpah di Indonesia apabila tidak dimanfaatkan akan menurunkan pertumbuhan ekonomi yang dihasilkan dari investasi pada teknologi, infrastruktur dan layanan terkait EBT. Ketergantungan yang tinggi pada energi konvensional berkontribusi pada emisi karbon, gas rumah kaca, pencemaran air, dan kerusakan ekosistem lingkungan lainnya. Dampak ini dapat menyebabkan peningkatan biaya lingkungan dan kesehatan, yang pada akhirnya merugikan ekonomi secara keseluruhan. Biaya kesehatan yang tinggi akibat polusi udara dan dampak lingkungan dapat mengurangi produktivitas tenaga kerja dan meningkatkan beban sistem kesehatan negara. Rendahnya pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* juga akan menyebabkan ketergantungan

pada impor energi, menghambat pertumbuhan ekonomi hijau dalam mewujudkan ketahanan ekonomi nasional.

#### **15. Strategi Peningkatan Pemanfaatan EBT Pada PLTS *Photovoltaic* Untuk Mewujudkan Ketahanan Ekonomi Hijau**

Langkah strategi peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan mempertimbangkan kondisi pemanfaatan EBT saat ini berdasarkan analisis PESTEL. Dengan hasil analisa PASTEL yang sudah dibahas, selanjutnya beberapa langkah strategi yang akan dilaksanakan berdasarkan pada landasan **Teori Kolaborasi Lintas Sektoral (*Cross-Sectoral Collaboration Theory*)** dan **Konsep Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*)** diharapkan menjadi solusi dari berbagai tantangan dan permasalahan yang terjadi saat ini untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia yang berkelanjutan.

Kolaborasi lintas sektoral memungkinkan keterlibatan berbagai pihak secara *pentahelix* dari pemerintah, industri, akademisi, masyarakat, pengusaha dan media untuk meningkatkan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Sinergi dan kolaborasi lintas sektoral yang kokoh dari berbagai kelembagaan tersebut untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau nasional.

Pembangunan nasional dalam rangka mewujudkan Indonesia Emas di tahun 2045 melalui program-program strategis. Salah satu program pembangunan yang peduli dengan lingkungan yaitu dengan peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau. Pemanfaatan energi surya untuk meningkatkan ekonomi dengan memenuhi kebutuhan listrik masyarakat sampai di pedalaman dan kepulauan terluar Indonesia.

Beberapa langkah strategi dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan menggunakan analisa PASTEL, kolaborasi lintas sektoral serta konsep pembangunan berkelanjutan diharapkan dapat menjawab tantangan ke depan, 6 langkah strategi tersebut sebagai berikut:

##### **a. Strategi Pertama. Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* pada Aspek Politik**

Stabilitas politik harus tetap terjaga untuk mendukung kebijakan pemerintah melalui program pembangunan berkelanjutan. Langkah strategis dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* pada aspek politik, sebagai berikut:

**1) Meningkatkan koordinasi antar *stakeholder* terkait**

Koordinasi lintas sektoral dari kementerian, pemerintah pusat dan pemerintah daerah akan memberikan arah yang jelas untuk menjawab tantangan terkait peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Kebijakan strategis pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dari aspek politik dengan cara, sebagai berikut:

- a) Melakukan kajian dan analisis tentang lingkungan strategis tren global, regional maupun nasional, perubahan iklim, teknologi baru dan perkembangan politik yang berpotensi mempengaruhi pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- b) Sinergi antara kelembagaan mendukung kebijakan pemerintah dalam menyiapkan pendidikan dan pelatihan untuk mewujudkan SDM unggul dalam pengembangan kapasitas dan kualitas tenaga kerja bidang EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- c) Kebijakan politik pemerintah mengeluarkan regulasi untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* berdaya guna dan berkelanjutan.
- d) Melaksanakan kerjasama antar kelembagaan termasuk instansi pengamanan untuk mewujudkan rasa aman sehingga stabilitas politik dalam mendukung ekonomi dapat terwujud.
- e) Melaksanakan pengawasan dan evaluasi agar arah kebijakan dan regulasi yang sudah dibuat pemerintah dapat sesuai dengan program nasional.

**2) Meningkatkan kerja sama internasional**

Kondisi stabilitas politik akan mempengaruhi cara pandang internasional terhadap program pembangunan Indonesia. Dengan

kondisi tersebut kebijakan pemerintah dapat meningkatkan kerja sama dengan negara-negara yang memiliki teknologi dalam pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*, antara lain:

- a) Melaksanakan kerjasama untuk meningkatkan kemampuan SDM unggul dengan program *Transfer of Technology* (ToT). Kerjasama melalui seminar, dialog dan pertukaran personel untuk kolaborasi pada Konferensi PBB *United Nation Framework Convantion Climate Change* (UNFCCC) tentang perubahan iklim dan *Clean Energy Ministerial* (CEM).
- b) Melakukan diplomasi hijau (*green diplomacy*) untuk meningkatkan kerja sama internasional untuk membahas permasalahan, tantangan dalam pengembangan teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* dimasa mendatang.
- c) Melaksanakan pemberitaan dengan memanfaatkan media sosial ke dunia internasional dalam pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* melalui portal media sosial, kampanye lingkungan, untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia.

**b. Strategi Kedua. Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* pada Aspek Ekonomi**

Strategi peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* pada aspek ekonomi diharapkan dapat meningkatkan investasi, sehingga mempercepat transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan. Langkah-langkah strategis memerlukan kerja sama antara pemerintah, lembaga keuangan, sektor swasta, dan pemangku kepentingan lainnya untuk menciptakan lingkungan investasi yang kondusif dan mendukung, sebagai berikut:

**1) Meningkatkan akses pendanaan**

Meningkatkan akses pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* terhadap pendanaan dengan cara menciptakan lebih banyak pilihan dan insentif bagi investor, antara lain:

- a) Pembentukan lembaga keuangan khusus yang fokus pada proyek EBT dan melalui penyediaan program insentif atau skema subsidi yang menarik bagi investor. Pemerintah menunjuk lembaga keuangan untuk mendirikan lembaga keuangan khusus yang menyediakan pendanaan untuk peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan suku bunga yang kompetitif dan persyaratan yang lebih fleksibel.
- b) Pemberian insentif fiskal oleh pemerintah yang berinvestasi dalam program pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*, seperti pengurangan pajak atau keringanan biaya investasi.
- c) Pembentukan program subsidi atau skema insentif, seperti skema *feed-in tariff* atau *renewable energy certificates*, untuk memberikan jaminan harga yang stabil dan menguntungkan bagi produsen EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- d) Melaksanakan monitoring dan evaluasi kebijakan yang sudah menjadi regulasi, sehingga program EBT pada PLTS *photovoltaic* dapat terimplementasi sesuai dengan tujuan program yang diharapkan.

## 2) Mengoptimalkan skema keuangan yang ada

Meningkatkan efektivitas skema keuangan yang ada, seperti skema BOOT, agar lebih sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan program pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

- a) Melaksanakan revisi persyaratan dan ketentuan peraturan yang berlaku, pengurangan birokrasi lebih singkat dan cepat. Pemerintah dan regulator dapat melakukan audit mendalam terhadap skema keuangan untuk mengidentifikasi kelemahan dan kendala yang ada.
- b) Meningkatkan akuntabilitas dan transparansi dalam proses aplikasi dalam *Governance technology* (Gov-tech) dan persetujuan skema keuangan untuk mengurangi hambatan administratif dan birokrasi yang menghambat investasi.



- c) Menerbitkan obligasi hijau (*green bonds*) untuk menarik investasi dari pasar keuangan global ke program-program EBT pada PLTS *photovoltaic* nasional.
- d) Memberikan kontrak jangka panjang kepada produsen listrik EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk memastikan stabilitas pendapatan dan menarik investasi.

**c. Strategi Ketiga. Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* pada Aspek Sosial dan Budaya**

Aspek sosial dan budaya sangat berpengaruh dalam pembangunan berkelanjutan untuk memanfaatkan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Langkah strategi dari aspek sosial dan budaya diharapkan mampu meningkatkan pemahaman dan dukungan masyarakat serta kualitas dan kapasitas SDM. Hal ini akan memperkuat fondasi untuk pengembangan dan adopsi teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic*. Adapun strateginya yang dilaksanakan, sebagai berikut:

**1) Meningkatkan *professional skilled* dan *technical skilled* di bidang EBT pada PLTS *photovoltaic*.**

Kualitas dan kapasitas SDM di bidang EBT pada PLTS *photovoltaic* perlu ditingkatkan, melalui beberapa program yang perlu dilaksanakan, antara lain:

- a) Melaksanakan identifikasi kebutuhan *professional skilled* dan *technical skilled* yang diperlukan dalam industri EBT pada PLTS *photovoltaic*, dengan melibatkan berbagai pihak antara lain dari sektor industri, lembaga pendidikan, dan pemerintah.
- b) Pembentukan program yang terstruktur dan terarah, baik dalam bentuk kursus reguler maupun pelatihan khusus untuk mendapatkan SDM unggul untuk tenaga kerja untuk EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- c) Meningkatkan kolaborasi antara lembaga pendidikan dan sektor industri untuk menyediakan SDM unggul melalui program pendidikan yang dibutuhkan lapangan kerja, keberlanjutan kerja sama; memberikan insentif bagi peserta

pelatihan yang berhasil, seperti sertifikasi atau jaminan pekerjaan di industri EBT pada PLTS *photovoltaic*.

- d) Memberikan *reward* kepada personel yang berprestasi dalam pendidikan dan pelatihan selanjutnya diberikan kesempatan lapangan pekerjaan sesuai bidang keahlian yang dimiliki.

**2) Meningkatkan pengetahuan dan pemahaman EBT pada PLTS *photovoltaic***

Langkah strategis ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, pemahaman dan kesadaran pemangku kebijakan sampai dengan masyarakat tentang manfaat EBT pada PLTS *photovoltaic* melalui beberapa program antara lain:

- a) Membentuk tim khusus yang terdiri dari para ahli, akademisi, pengusaha dan perwakilan masyarakat untuk memberikan pengetahuan dan penjelasan tentang manfaat EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- b) Melaksanakan sosialisasi melalui media yang mudah dipahami dan menarik, seperti brosur, video pendek, dan kampanye untuk menyebarkan informasi tentang manfaat EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- c) Mengadakan seminar terbuka dengan cara *offline* maupun *online* dengan memanfaatkan teknologi digital untuk membahas pentingnya EBT pada PLTS *photovoltaic* dalam menyiapkan ekonomi hijau dimasa mendatang.
- d) Melaksanakan penyediaan pelatihan dari luar negeri berfungsi sebagai konsultan untuk meningkatkan *professional skilled* bagi teknisi dalam negeri dalam rangka menyiapkan kemampuan dalam kemandirian teknologi.
- e) Menyediakan portal sebagai layanan publik bagi masyarakat untuk mendapatkan informasi tentang teknologi, manfaat, dan cara penerapan EBT tenaga surya.
- f) Memberikan *reward and punishment* kepada komunitas atau individu yang berperan aktif dalam mempromosikan dan menggunakan EBT tenaga surya.

- g) Melaksanakan seminar atau sarasehan bersama LSM dan kelompok masyarakat lokal peduli dengan lingkungan untuk memberikan pemahaman manfaat dari teknologi EBT untuk generasi mendatang.
- h) Melaksanakan kerjasama dengan TNI (Babinsa TNI AD, Babinpotmar TNI AL maupun Babinpotdirga TNI AU) maupun POLRI (Babinkamtibmas) untuk membantu keamanan dan sekaligus mensosialisasikan pentingnya menjaga ekosistem lingkungan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

**d. Strategi Keempat. Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* pada Aspek Teknologi**

Perkembangan teknologi yang sangat pesat, inovasi, kreatif terus bergerak dan bersaing. Langkah strategis pada aspek teknologi dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* antara lain dengan melaksanakan kolaborasi lintas sektoral antara pemerintah, akademisi, sektor industri, dan lembaga penelitian. Strategi ini dapat dilakukan dengan cara, sebagai berikut:

**1) Meningkatkan pengembangan infrastruktur dan teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic***

Kondisi infrastruktur untuk mendukung pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat penting untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau, antara lain:

- a) Melaksanakan pembangunan, perbaikan dan perawatan seluruh infrastruktur sumber daya yang mendukung EBT pada PLTS *photovoltaic* sampai di masyarakat.
- b) Mengembangkan dan menerapkan jaringan distribusi listrik pintar (*smart grid*) yang dapat mengintegrasikan dan mengoptimalkan energi dari PLTS *photovoltaic* dengan jaringan PLN sebagai pengguna hasil PLTS *photovoltaic*.
- c) Melaksanakan modernisasi infrastruktur jaringan distribusi termasuk instalasi perangkat lunak dan perangkat keras yang

mutakhir untuk mendukung *monitoring* dan kontrol jaringan secara *real-time* yang aman dan berkelanjutan.

- d) Melaksanakan riset dan inovasi untuk pengembangan infrastruktur teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* oleh BRIN dengan berkolaborasi seluruh yang terkait.
- e) Mengadakan lomba kreatif dan inovasi teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- f) Mengalokasikan anggaran oleh kementerian keuangan untuk melaksanakan pengembangan dan peningkatan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

## 2) **Memperkuat integrasi jaringan distribusi PLN**

Memperkuat integrasi jaringan distribusi PLN agar lebih siap dalam mengakomodasi produksi EBT pada PLTS *photovoltaic*. Hal ini akan dilakukan melalui investasi dalam peningkatan dan modernisasi infrastruktur jaringan distribusi serta adopsi teknologi modern dalam manajemen jaringan distribusi. Langkah-langkah strategis yang dilaksanakan, antara lain:

- a) Melaksanakan modernisasi distribusi jaringan yang sudah rentan dan membahayakan dengan teknologi yang mutakhir dan ramah lingkungan.
- b) Mendukung pengembangan industri lokal yang memproduksi komponen dan teknologi PLTS *photovoltaic* untuk menciptakan rantai pasokan domestik yang kuat.
- c) Meluncurkan proyek percontohan PLTS *photovoltaic* sebagai *role model* untuk menguji dan mendemonstrasikan teknologi dengan jaringan sampai di terima di masyarakat aman, selanjutnya dikembangkan ke daerah-daerah
- d) Membentuk kemitraan strategis antara lembaga penelitian, akademisi, dan perusahaan untuk mengidentifikasi kebutuhan integrasi jaringan dan mempercepat pengembangan teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic*.

## 3) **Mewujudkan kemandirian industri dalam negeri.**

Program pemerintah mewujudkan kemandirian industri dalam negeri harus direncanakan melalui pentahapan. Pentahapan yang sudah dilaksanakan masih ada permasalahan yang belum dapat diselesaikan. Sehingga perlu melaksanakan langkah strategis dalam peningkatan EBT pada PLTS *photovoltaic*, sebagai berikut:

- a) Melaksanakan pendidikan dan pelatihan kejuruan untuk menciptakan SDM unggul pada bidang teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* yang mampu bersaing dengan tenaga kerja asing yang profesional.
- b) Melaksanakan *transfer of technology* (ToT) pada setiap pembelian atau pengadaan dari luar negeri yang dikendalikan oleh kelembagaan pemerintah, sehingga kemampuan SDM lokal dapat menyerap kemampuan dari negara lain.
- c) Membatasi pembelian atau pengadaan dari negara lain apabila industri lokal sudah mampu membuat dengan kualitas yang sama atau lebih baik.
- d) Melaksanakan *research and development* (R & D) pada bidang EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan berkolaborasi dengan seluruh bidang yang terkait untuk meningkatkan kemampuan teknologi dan melengkapi dan mampu memproduksi peralatan yang diperlukan pada bidang EBT.
- e) Melengkapi infrastruktur pendukung, saran dan prasarana untuk menuju kemandirian industri yang kuat.
- f) Mengalokasikan anggaran program R&D yang memerlukan biaya yang sangat besar. Seluruh perusahaan lokal harus menggunakan hasil R&D setelah memenuhi persyaratan, standar yang sudah ditentukan.
- g) Pengawasan dalam penggunaan anggaran R&D, pembelian dan pengadaan peralatan yang masih import sedangkan industri lokal sudah memiliki kemampuan yang sama dengan luar negeri.
- h) *Reward and punishment* kepada perusahaan yang mendukung program kemandirian industri dalam negeri.

e. **Strategi Kelima. Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* pada Aspek Hukum**

Strategi peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* sangat memerlukan komitmen dengan kepastian hukum yang tegas dan jelas dari pemerintah, lembaga terkait sampai dengan masyarakat. Adapun langkah strategis peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* pada aspek hukum, sebagai berikut:

**1) Reformasi Kebijakan dan Regulasi**

- a) Melaksanakan revisi, koreksi regulasi yang sudah ada apabila sudah tidak relevan dengan perkembangan teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic*.
- b) Melaksanakan desentralisasi dan memberikan kewenangan kepada pemerintah kabupaten/kota dalam mengatur dan mengelola potensi SKA termasuk pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk meningkatkan respons dan efisiensi dalam pengembangan di tingkat lokal sesuai dengan amanat perundang-undangan yang berlaku.
- c) Membuat aturan penggunaan lahan untuk pembangunan PLTS *photovoltaic* dalam rencana tata ruang wilayah provinsi, kabupaten, dan kota.
- d) Pemerintah Daerah dapat mengidentifikasi lokasi-lokasi strategis yang memiliki potensi untuk pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Ini termasuk lahan-lahan yang tidak produktif untuk pertanian atau pemukiman, seperti lahan terlantar, bekas tambang, atau daerah yang tidak subur. Selanjutnya daerah atau area tersebut ditentukan sesuai aturan hukum dinyatakan sebagai kawasan pengembangan dan pengelolaan pemerintah. Sehingga Kawasan tersebut jelas dalam kebijakan tata ruang negara.
- e) Mengembangkan infrastruktur publik, seperti bendungan atau waduk, yang juga dapat berfungsi sebagai lokasi PLTS apung

sementara waduk itu sendiri tetap menjalankan fungsi utamanya dalam pengelolaan air.

- f) Melaksanakan *reward and punishment* secara tegas sesuai aturan hukum yang berlaku pada bidang EBT.

## 2) Meningkatkan Penguatan Kapasitas Institusi

Penguatan kapasitas institusi yang sudah dilaksanakan perlu ditingkatkan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dengan pengembangan EBT PLTS *photovoltaic*, antara lain:

- a) Meningkatkan pemahaman tentang isu-isu lingkungan, dengan sosialisasi melalui media sosial maupun program sosial di daerah tentang landasan hukum yang baru.
- b) Melaksanakan pembinaan dan pelatihan bagi pejabat pemerintah, kelembagaan, pengusaha dan masyarakat terkait regulasi pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Sehingga lebih mengetahui dan paham akan manfaat dan resikonya
- c) Membentuk tim kerja atau lembaga khusus yang bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan implementasi kebijakan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* dan memastikan konsistensi dalam interpretasi dan pelaksanaannya.
- d) Mengalokasikan sumber daya untuk meningkatkan kapasitas institusi terkait untuk melaksanakan penelitian dan pengembangan infrastruktur PLTS *photovoltaic*.
- e) Pemberian *reward and punishment* kepada kelembagaan, pengusaha maupun masyarakat yang menjunjung tinggi nilai-nilai hukum dan menindak tegas kepada yang melanggar sesuai aturan hukum yang berlaku.
- f) Melaksanakan pengawasan dan penegakan hukum yang efektif untuk memastikan kepatuhan terhadap regulasi EBT.
- g) Membuat lapor secara berkala maupun *temporary* sesuai dengan kebutuhan secara terbuka, akuntabel dan transparan program EBT pada PLTS *photovoltaic*.

f. **Strategi Keenam. Peningkatan Pemanfaatan EBT pada PLTS *Photovoltaic* pada Aspek Lingkungan**

Berdasarkan pada **Konsep Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development*)** yang memiliki 4 (empat) aspek pembangunan yaitu pembangunan SDM dan penguasaan Iptek, pembangunan ekonomi berkelanjutan, pemerataan pembangunan dan ketahanan nasional dalam tata kelola pemerintah. Konsep pembangunan berkelanjutan sangat memperhatikan generasi mendatang dengan menjaga lingkungan yang mempengaruhi secara global maupun nasional dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia. Adapun langkah strategis dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* pada aspek lingkungan, sebagai berikut:

**1) Pemutakhiran analisis dampak lingkungan (AMDAL)**

Analisa dampak lingkungan harus dilaksanakan sebelum program pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Hal ini dilaksanakan untuk memastikan kondisi terkini yang ada dikarenakan adanya perubahan lingkungan yang berpotensi terhadap habitat dan biodiversitas lokal. Upaya yang dilaksanakan antara lain:

- a) Melaksanakan pemilihan lokasi EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk memastikan tidak ada gangguan terhadap ekosistem.
- b) Mengintegrasikan teknologi ramah lingkungan dalam desain dan konstruksi pada PLTS *photovoltaic*.
- c) Penggunaan material yang lebih *eco-green* dan metode konstruksi yang terganggu terhadap lingkungan sekitar.
- d) Melaksanakan sistem pengelolaan limbah yang efektif dan efisien dan tepat sasaran agar tidak berdampak pada lingkungan.
- e) Melaksanakan modifikasi sistem pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan tetap memanfaatkan lahan yang digunakan untuk *agriculture*, sehingga masih memiliki nilai ekonomi dibidang pertanian.



**2) Pemanfaatan danau atau perairan dangkal untuk pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*.**

Hampir di setiap provinsi di Indonesia memiliki danau, waduk atau perairan dangkal yang dapat dimanfaatkan untuk pembangunan EBT pada PLTS *photovoltaic*. Langkah strategis dengan mengembangkan kawasan perairan untuk pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

- a) Melaksanakan modifikasi sistem pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic* dengan tetap memanfaatkan dengan budidaya perikanan atau budidaya lain yang memiliki nilai ekonomi. Sehingga ekosistem lingkungan yang ada di area tersebut tidak terganggu dan menambah manfaat ekonomi untuk masyarakat.
- b) Pemerintah daerah memberikan rekomendasi kepada investor yang akan mengembangkan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk kebutuhan energi listrik diwilayahnya. Beberapa danau yang dapat dimanfaatkan untuk EBT pada PLTS *photovoltaic* antara lain Danau toba di Sumatera Utara, Danau Sentani di Papua, Danau Maninjau Danau Singkarak di Sumatera Barat, Danau Gungung Tujuh di Jambi, Danau Ranau di Sumatera Selatan, Danau Poso di Sulawesi Tengah, Danau Matano di Sulawesi Tengah, Danau Beratan di Bali dan beberapa danau atau perairan dangkal lainnya yang dapat dioptimalkan. Dengan harapan dapat bermanfaat untuk mencukupi kebutuhan energi listrik dalam rangka mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.
- c) Melaksanakan modernisasi dan modifikasi teknologi yang dapat dikolaborasi dengan pemanfaatan lahan yang ada untuk pengembangan yang bernilai ekonomi dan ramah lingkungan.
- d) Melaksanakan kerja sama dengan POLRI (Babinkamtibmas) maupun TNI (Babinsa, Babinpotmar maupun Babinpotdirga) untuk melaksanakan pengamanan objek vital.

### 3) Melakukan pengelolaan limbah panel surya yang berkelanjutan

Mengembangkan sistem pengelolaan limbah panel surya yang bertanggung jawab dan berkelanjutan guna mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Hal ini mencakup proses penghijauan, monitoring dan pengawasan, modernisasi teknologi, daur ulang, *reward and punishment*, dan pembuangan limbah panel surya yang efektif dan aman.

- a) Melaksanakan program penghijauan dan rehabilitasi lahan pasca konstruksi untuk mengembalikan fungsi ekologi dan estetika lingkungan setempat. Salah satunya dengan penghijauan dengan penanaman tanaman aliandra yang memiliki potensi untuk dijadikan bahan baku energi listrik.
- b) Melaksanakan modernisasi dan modifikasi teknologi seperti sensor IoT dan analisis data untuk memperbaiki monitoring dalam pengawasan terhadap masalah lingkungan.
- c) Memberikan *reward and punishment* kepada perusahaan yang melaksanakan pengelolaan limbah panel surya yang dapat dimanfaatkan untuk digunakan menjadi material lain agar tidak membahayakan lingkungan.
- d) Melaksanakan proses daur ulang dan pengelolaan limbah konstruksi dari proyek pengembangan EBT pada PLTS *photovoltaic*.

## BAB IV PENUTUP

### 16. Simpulan

Tantangan kehidupan masa datang akan semakin meningkat dengan keterbatasan sumber daya energi fosil yang semakin berkurang. Kondisi SKA sebagai salah satu gatra dalam ketahanan nasional harus tetap terjaga untuk generasi mendatang dan sekaligus menjaga pertumbuhan ekonomi. Untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia harus mengidentifikasi kondisi yang ada saat ini, faktor yang berdampak dan berpengaruh serta langkah-langkah strategis yang dilaksanakan dalam peningkatan PLTS *photovoltaic*.

- a. Peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* yang sudah diatur dalam regulasi dan kebijakan pemerintah salah satunya melalui Peraturan Presiden RI Nomor 112 tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan Penyediaan Tenaga Listrik, tentunya akan selalu berorientasi ramah lingkungan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau di Indonesia. Namun kondisi yang ada saat ini, masih ada beberapa permasalahan yang belum optimal, di antaranya kebijakan dan regulasi; insentif dan pendanaan, kesiapan infrastruktur, sumber daya manusia serta kemandirian industri EBT pada PLTS *photovoltaic*.
  - 1) Kebijakan dan regulasi percepatan penyediaan kebutuhan listrik EBT dimasa mendatang semakin meningkat. Namun khusus untuk PLTS *photovoltaic* masih perlu kajian dan evaluasi agar kebijakan dan regulasi sampai diterima dan dinikmati oleh masyarakat.
  - 2) Pengembangan PLTS *photovoltaic* merupakan investasi jangka panjang yang memerlukan pembiayaan sangat besar. Kebijakan pemberian insentif oleh pemerintah dengan dukungan fiskal melalui kerangka pendanaan dan pembiayaan termasuk *blended finance* yang bersumber dari anggaran negara yang diatur bidang keuangan negara. Namun implementasi pemerintah masih kurang optimal dalam skema insentif untuk memberikan daya tarik investor untuk meningkatkan pemanfaatan PLTS *photovoltaic*.

- 3) Peningkatan PLTS *photovoltaic* menggunakan teknologi terbarukan memerlukan *professional skilled* dan *tactical skilled*. Pada tingkat pembangunan PLTS *photovoltaic*, kuantitas dan kualitas SDM masih rendah. Peningkatan kemampuan SDM belum bersinergi dengan kebutuhan pengawakan teknologi PLTS *photovoltaic*. Keterlibatan akademisi untuk menyiapkan SDM unggul untuk mengawaki bidang teknologi EBT pada PLTS *photovoltaic* masih belum disiapkan sejak awal. Demikian juga pemahaman sosial masyarakat dalam penggunaan PLTS *photovoltaic* sebagai energi terbarukan masih kurang. Kondisi sosial budaya saat ini yang tidak merata mempengaruhi kemampuan dan pemahaman SDM masyarakat.
  - 4) Percepatan program kemandirian industri yang diharapkan pemerintah untuk menuju Indonesia Emas 2045 termasuk dalam pengembangan EBT masih belum optimal. Sampai saat ini hanya dituntut dengan pemenuhan persyaratan TKDN dalam program pembangunan PLTS *photovoltaic*. Kemandirian industri EBT pada PLTS *photovoltaic* masih belum menunjukkan arah mewujudkan ketahanan ekonomi hijau. Program penelitian dan pengembangan belum optimal, terlebih lagi dukungan anggaran penelitian dan pengembangan dari pemerintah sangat rendah
- b. Pemanfaatan EBT dengan PLTS *photovoltaic*, memiliki dampak dan pengaruh yang signifikan dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.
- 1) Dampak yang dapat memberikan nilai positif apabila dapat meningkatkan PLTS *photovoltaic*, antara lain: langkah strategis ketahanan ekonomi hijau dapat terwujud, bersih berkelanjutan dengan menurunkan emisi karbon, mendorong diversifikasi energi dari energi fosil menjadi EBT, meningkatkan investasi dan nilai ekonomi, pemanfaatan sumber kekayaan alam Indonesia di wilayah tropis, mendorong pertumbuhan industri pendukung PLTS *photovoltaic*, menciptakan lapangan kerja, kemandirian industri bidang energi EBT, pemanfaatan lahan untuk PLTS *photovoltaic*, serta menjaga bumi untuk generasi selanjutnya.

- 2) Pengaruh negatif PLTS *photovoltaic*, antara lain: ketergantungan Indonesia dengan energi fosil, peningkatan emisi karbon (CO<sub>2</sub>) yang menimbulkan *climate change* secara global, keterbatasan akses energi di daerah terpencil dan kepulauan yang tersebar di seluruh nusantara, meningkatnya angka pengangguran, kemandirian industri dalam negeri bidang PLTS *photovoltaic* tidak tercapai yang akan menghambat dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau Indonesia.
- c. Langkah strategis dalam peningkatan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau, antara lain:
- 1) **Aspek politik.** Stabilitas politik sangat mempengaruhi dalam peningkatan pemanfaatan EBT yang berkelanjutan. Kebijakan dan regulasi yang dikeluarkan pemerintah merupakan manifestasi dari kepentingan politik pemerintah.
  - 2) **Aspek ekonomi.** Pemanfaatan PLTS *photovoltaic* secara ekonomi harus dapat dirasakan perubahannya oleh masyarakat antara menggunakan energi fosil dan energi EBT yang berkelanjutan. PLTS *photovoltaic* terapung di danau, waduk maupun bendungan yang tidak merusak ekosistem lingkungan, masyarakat tetap dapat memanfaatkan area yang kosong untuk budidaya yang bernilai ekonomi dan menambah kesejahteraan masyarakat tanpa mengganggu sistem PLTS *photovoltaic*.
  - 3) **Aspek sosial budaya.** Program pemerintah dalam mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dapat dilaksanakan dengan dukungan dari seluruh lapisan masyarakat. Strategi yang dilaksanakan antara lain; peningkatan pendidikan dan pelatihan, program sosialisasi melalui pendekatan dengan tokoh masyarakat, tokoh agama, tokoh keorganisasian dan budaya, pemanfaatan media sosial. Pemerintah dapat mengadakan kampanye publik, menyediakan pelatihan teknisi, menyediakan portal informasi, dan memberikan penghargaan kepada komunitas maupun individu yang peduli terhadap lingkungan.

- 4) **Aspek Teknologi.** Langkah strategis peningkatan pemanfaatan PLTS *photovoltaic* untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau antara lain teknologi yang digunakan harus ramah lingkungan dan berkelanjutan, mendukung pengembangan infrastruktur pendukung dan penguatan integrasi jaringan distribusi dengan PLN, teknologi mutakhir serta mendukung kemandirian industri dalam negeri.
- 5) **Aspek Hukum.** Kejelasan hukum dengan regulasi dan kebijakan pemerintah yang tegas dari pusat sampai dengan pemerintah daerah serta sinergi antar kelembagaan pemerintah yang berkelanjutan akan memberikan semangat investor bidang EBT pada PLTS *photovoltaic* lebih berkembang. Penerapan *reward and punishment* yang memberikan kepercayaan terhadap pemerintah.
- 6) **Aspek Lingkungan.** Melalui analisa aspek lingkungan untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau dengan pemanfaatan EBT dengan PLTS *photovoltaic*. Langkah strategis yang dilaksanakan diantaranya pembangunan PLTS *photovoltaic* melalui analisa dampak lingkungan (AMNDAL) termasuk pengelolaan limbah panel surya, sosialisasi dan pelatihan kepada masyarakat, kajian, monitoring, evaluasi dan pengawasan agar tidak terjadi perusakan lingkungan. Implementasi program penghijauan menjadi langkah strategis yang bersinergi secara pentahelix untuk mewujudkan ketahanan ekonomi hijau.

## 17. Rekomendasi

- a. **Pemerintah pusat dan pemerintah daerah provinsi.** Merevisi dan membuat kebijakan dan regulasi dalam penyederhanaan dan transparan pada proses perizinan dengan *one-stop service* di tingkat kabupaten/kota dengan membentuk pusat layanan terpadu.
- b. **Pemerintah, melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dan DPR,** merevisi Peraturan Pemerintah (PP) dan Undang-undang yang saat ini memberikan monopoli kepada PLN untuk menjadi satu-satunya pihak yang dapat menjual listrik kepada pengguna akhir sehingga membuka pasar listrik, memungkinkan perusahaan swasta

menjual listrik langsung kepada konsumen, sehingga meningkatkan kompetisi dan efisiensi dalam sektor kelistrikan dengan ketentuan berlaku yang mengikat karena untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

- c. **Sinergi antara Kementerian ESDM, Kementerian Riset Teknologi Pendidikan dan Kebudayaan, BRIN, akademisi, perusahaan energi surya.** Melaksanakan penelitian dan pengembangan teknologi energi surya berbasis *perovskite* lebih murah dan efisien dan menguji prototipe baru sampai dengan tingkat produksi dan pengembangan skala besar.
- d. **Kementerian ESDM dan Badan Pusat Statistik (BPS).** Membuat data base daerah yang memiliki kritis energi listrik dan potensi SKA yang dapat dikembangkan dengan pemanfaatan EBT pada PLTS *photovoltaic*
- e. **Kementrian Investasi/Kepala Badan Koordinasi Penanaman Modal (Kepala BKPM).**
  - 1) Membuat kebijakan dan pelayanan dibidang penanaman modal dengan memberikan peluang atau menarik investor melaksanakan pengembangan bidang EBT pada PLTS *photovoltaic*.
  - 2) Mendukung kerja sama dalam pengembangan perusahaan lokal dengan perusahaan besar dunia untuk membangun teknologi EBT dalam mewujudkan kemandirian industri dalam negeri.
- f. **Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan bersama Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.** Melaksanakan program pendidikan terapan yang berkelanjutan dalam menyiapkan SDM unggul berkarakter untuk membangun ketahanan ekonomi hijau dalam bidang EBT berkelanjutan.
- g. **Pemerintah daerah**
  - 1) Menyediakan lahan untuk pengembangan PLTS *photovoltaic* yang dimasukkan ke dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) yang berkelanjutan dengan membuat Perda.
  - 2) Membangun *microgrid* terbaru di pedalaman dan pulau terluar.
- h. **PT PLN (Persero).** Revisi regulasi bahwa PT PLN (Persero) tidak memonopoli dalam pengaturan seluruh kelistrikan negara. Contoh PDAM dalam pengelolaan sudah dilimpahkan ke pemerintah daerah.

## DAFTAR PUSTAKA

### **Buku:**

Undang Undang NRI 1945

Undang Undang 32 RI Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan  
Pengelolaan Lingkungan Hidup

Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 Tentang Percepatan Pengembangan  
Energi Baru Terbarukan

Bappenas (2021). Blue Economy Development Framework for Indonesias  
Economic Transformation

Lemhannas RI (2024). Bidang Studi Ketahanan Nasional.

Lemhannas RI (2024). Bidang Studi Sumber Kekayaan Alam.

Lemhannas RI (2024). Bidang Studi Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Buku Energi Terbarukan. (2023). [https://spae.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2016/11/Buku-Panduan-Energi-yang-Terbarukan\\_guidebook-renewable-energy-small.pdf](https://spae.teknik.ub.ac.id/wp-content/uploads/2016/11/Buku-Panduan-Energi-yang-Terbarukan_guidebook-renewable-energy-small.pdf) diakses pada 20 Maret 2024.

### **Jurnal:**

Anissa, M. (2020). “Analisis SWOT Dalam Menentukan Strategi Pemasaran”.  
Jurnal Ilmu Manajemen, Volume. 17(2) diakses pada 20 Maret 2024.

Askar Jaya. (2004) Konsep Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable  
Development). Bogor: Institut Pertanian Bogor. [http://file.upi.edu/Direktori/FIP/Jur.\\_Pend.Luar\\_Sekolah./195207251978031-ACE\\_Suryadi/askar\\_jaya.pdf](http://file.upi.edu/Direktori/FIP/Jur._Pend.Luar_Sekolah./195207251978031-ACE_Suryadi/askar_jaya.pdf)  
diakses pada tanggal 29 Januari 2024

Badan Kebijakan Fiskal. (2018). Kajian Analisis Dampak Insentif Fiskal terhadap  
Investasi dan Harga Jual Listrik dari Energi Terbarukan. Jakarta: Kementerian  
Keuangan RI.

Badan Pemeriksa Keuangan. (2017). Laporan Hasil Pemeriksaan Kinerja atas  
Energi Baru Terbarukan dalam Rasio Elektrifikasi dan Bauran Energi Nasional  
pada Dirjen EBT dan Konservasi Energi, Dirjen Ketenagalisrikan, dan  
Sekretariat Jenderal Kementerian ESDM serta Instansi terkait lainnya tahun  
2015, 2016, dan 2017 (Semester I). Jakarta: BPK RI.



[https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download\\_index/files/7d4da-20230228-1653-laporan-kinerja-djk-ta-2022.pdf](https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/7d4da-20230228-1653-laporan-kinerja-djk-ta-2022.pdf)

Bryson, J.M. (2004). *Strategic Planning for Public and Nonprofit Organizations*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Mayang, Anissa dan Ratnawati, Shinta. (2020). "Analisis SWOT Dalam Menentukan Strategi Pemasaran (Studi Kasus di Kantor Pos Kota Magelang 56100)". *Jurnal Ilmu Manajemen*. Vol 17 (2).

Purwanto, dkk. (2023). "Evaluasi Energi Baru & Terbarukan (EBT) Berbasis Bayu untuk Kalimantan Timur". *Jurnal Analis Kebijakan*, Vol. 7(2), 136-152. <https://doi.org/https://doi.org/10.37145/jak.v7i2.656>.

Pusat Kajian Akuntabilitas Keuangan Negara. Ringkasan Permasalahan dan Tatangan Program Peningkatan Kontribusi Energi Baru dan Terbarukan dalam Bauran Energi Nasional 2021. URL <https://berkas.dpr.go.id/pa3kn/analisis-tematikakuntabilitas/public-file/analisis-ringkas-cepat-public-21.pdf> diakses pada tanggal 29 Januari 2024.

Firmansyah dan Suparman. (2013). *Perhitungan Faktor Emisi CO<sub>2</sub> PLTU Batubara dan PLTN*. BATAN : Pusat Pengembangan Energi Nuklir (PPEN).

Hidayat., dkk. (2022). "Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya di Waduk Cirata, Kabupaten Purwakarta. *Jurnal Inovasi Penelitian*, Vol 3 (6).

Hilma Meilani.(2024). PERMASALAHAN TKDN DALAM PENGEMBANGAN PLTS. Isu Sepekan Bidang Ekuinbang, Komisi VII Pusat Analisis Keparlemen Badan Keahlian Setjen DPR RI diakses pada 8 April 2024.

Jeanine, Becker dan David B. Smith. (2018). *The Need for Cross-Sector Collaboration*. *Stanford Social Innovation Review*. URL. [https://ssir.org/articles/entry/the\\_need\\_for\\_cross\\_sector\\_collaboration#](https://ssir.org/articles/entry/the_need_for_cross_sector_collaboration#) diakses pada tanggal 29 Januari 2024.

Jukic, T dan Jerkovic. (2008). "Sustainable Urban Energy Planning". *Jurnal Waste Management*, 429– 443.

Marupa, Ivan., dkk. (2022). "PLTS Terapung: Review Pembangunan dan Simulasi Numerik untuk Rekomendasi Penempatan Panel Surya di Waduk Cirata". *Jurnal Teknik Pengairan*, Vol 13(1) pp. 48-62.

Musa Muhajir Haqqi. (2022). Konseppembangunan Berkelanjutan Dalam Sistem Perencanaan Pembangunan Nasional. *Supremasi Hukum :Jurnal Penelitian Hukum*-ISSN: 1693-766X ; e-ISSN:2579-4663,Vol. 31, No.1, Januari2022, 11-28. [https://ejournal.unib.ac.id/supremasihukum/article/view/14572/pdf\\_1](https://ejournal.unib.ac.id/supremasihukum/article/view/14572/pdf_1)

Pusat Kebijakan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Analisis Dampak Insentif Fiskal Terhadap Investasi dan Harga Jual Listrik Energi Terbarukan. Website resmi Badan Kebijakan Fiskal Kementerian Keuangan RI URL <https://fiskal.kemenkeu.go.id/kajian/2019/03/15/121945424999089-analisis-dampak-insentif-fiskal-terhadap-investasi-dan-harga-jual-listrik-energi-terbarukan> diakses pada 29 Januari 2024.

Rachmawan Budiarto, dkk. (2017). ENERGI SURYA UNTUK KOMUNITAS Meningkatkan Produktivitas Masyarakat Pedesaan Melalui Energi Terbarukan. LAKPESDAM-PBNU : Jakarta.

Robi Kurniawan. (2023). Pengembangan Sumber Daya Manusia Untuk Mendukung Transisi Energi. Buletin Pertamina Energy Institute Volume 8 Nomor 4, diakses 7 April 2024.

Scott Aldous & Talon Homer (2023). How Do Solar Panels Work? <https://science.howstuffworks.com/environmental/energy/solar-cell.htm> diakses pada 14 Agustus 2024.

**Website :**

ASEAN PLAN OF ACTION FOR ENERGY COOPERATION (APAEC) 2016-2025 PHASE II: 2021-2025. <https://asean.org/wp-content/uploads/2023/04/ASEAN-Plan-of-Action-for-Energy-Cooperation-APAEC-2016-2025-Phase-II-2021-2025.pdf> diakses pada 29 Maret 2024.

BAPPENAS, RI. *Indonesia Green Growth Program*. Website resmi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional RI. URL. <http://greengrowth.bappenas.go.id/en/> diakses pada tanggal 29 Januari 2024.

CNBC Indonesia. (2021). Cuma dari PLTS, Emisi Karbon Bisa Turun 8 Juta Ton di 2030. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210218180119-4-224450/cuma-dari-plts-emisi-karbon-bisa-turun-8-juta-ton-di-2030> diakses pada 14 Agustus 2024.

CNBC Indonesia. (2023). Ini Dia 7 PLTS Terapung Terbesar Dunia, RI Nomor Berapa?. <https://www.cnbcindonesia.com/research/20231110165308-128-488150/ini-dia-7-plts-terapung-terbesar-dunia-ri-nomor-berapa> diakses pada 28 Maret 2024.

CNBC Indonesia. (2021). RI Dorong PLTS, Tapi Barangnya Masih Banyak Impor! <https://www.cnbcindonesia.com/news/20211011164155-4-283052/ri-dorong-plts-tapi-barangnya-masih-banyak-impor> diakses pada 28 Maret 2024.

- CNBC Indonesia. (2021). Cuma dari PLTS, Emisi Karbon Bisa Turun 8 Juta Ton di 2030. <https://www.cnbcindonesia.com/news/20210218180119-4-224450/cuma-dari-plts-emisi-karbon-bisa-turun-8-juta-ton-di-2030> diakses pada 14 Agustus 2024.
- CNN. (2023). Pengertian, Prinsip, Teori Pembangunan Berkelanjutan <https://www.cnnindonesia.com/edukasi/20230921123240-569-1001898/pengertian-prinsip-prinsip-pembangunan-berkelanjutan-dan-contohnya> diakses pada 20 Maret 2024.
- Databoks. Katadata.co.id. (2023). Kapasitas Pembangkit Listrik PLN Tahun 2022, Mayoritas dari PLTU. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/06/13/kapasitas-pembangkit-listrik-pln-tahun-2022-mayoritas-dari-pltu> diakses pada 14 Agustus 2024.
- Databoks. (2023). Indonesia Masuk Daftar 10 Negara Penghasil Emisi Karbon Terbesar Dunia. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/12/06/indonesia-masuk-daftar-10-negara-penghasil-emisi-karbon-terbesar-dunia> diakses pada 27 Maret 2024.
- Databoks. (2023). 10 Negara dengan Emisi PLTU Batu Bara Terbesar di Dunia, Ada Indonesia. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/08/15/10-negara-dengan-emisi-pltu-batu-bara-terbesar-di-dunia-ada-indonesia> diakses pada 29 Januari 2024.
- Databoks Katadata (2021). Pemerintah Targetkan Bangun PLTS Atap 2.145 MW hingga 2030. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/03/09/pemerintah-targetkan-bangun-plts-atap-2145-mw-hingga-2030> diakses pada 28 Maret 2024.
- Detik Edu. (2024). 10 Negara Penghasil Emisi Karbon Dioksida Tertinggi di Dunia, Indonesia ke Berapa?. <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-7142712/10-negara-penghasil-emisi-karbon-dioksida-tertinggi-di-dunia-indonesia-ke-berapa> diakses pada 29 Maret 2024.
- Direktorat Jenderal EBTKE. (2021). PLTS Atap: Kaya Potensi, Amankan Investasi, Kunci Bauran Energi <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/04/15/2840/plts.atap.kaya.poten> diakses pada 28 Maret 2024.
- Direktorat Jenderal EBTKE. (2023). Investasi dalam Transisi Menuju Energi Hijau Berkelanjutan. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/10/26/3304/investasi.dalam.transisi.menuju.energi.hijau.berkelanjutan> diakses pada 28 Maret 2024.
- Direktorat Jenderal EBTKE. (2017). Peran Strategis Lembaga Penelitian Dalam Pengembangan EBTKE. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2017/10/26/1788/peran>.

strategis.lembaga.penelitian.dalam.pengembangan.ebtke diakses pada 8 April 2024.

Dirjen EBTKE. (2023). Kapasitas Terpasang EBT Capai 12,7 GW, Ini Gerak Cepat Pemerintah Serap Potensi EBT. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/07/24/3536/kapasitas.terpasang.ebt.capai.127.gw.ini.gerak.cepat.pemerintah.serap.potensi.ebt> diakses pada 24 Maret 2024.

EBTKE. ESDM. (2023). Kapasitas Terpasang EBT Capai 12,7 GW, Ini Gerak Cepat Pemerintah Serap Potensi EBT. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2023/07/24/3536/kapasitas.terpasang.ebt.capai.127.gw.ini.gerak.cepat.pemerintah.serap.potensi.ebt> diakses pada 14 Agustus 2024.

EBTKE. (2021). Indonesia Kaya Energi Surya, Pemanfaatan Listrik Tenaga Surya oleh Masyarakat Tidak Boleh Ditunda <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/09/02/2952/indonesia.kaya.energi.surya.pemanfaatan.listrik.tenaga.surya.oleh.masyarakat.tidak.boleh.ditunda> diakses pada 20 Maret 2024.

ESDM. (2021). Mengenal Lebih Dalam Langkah Aplikasi Ekonomi Hijau. <https://ppsdmaparatur.esdm.go.id/berita/mengenal-lebih-dalam-langkah-aplikasi-ekonomi-hijau-di-indonesia> diakses pada 20 Maret 2024.

ESDM. (2023). Peningkatan Pemanfaatan Energi Surya Butuh Kolaborasi dan Sinergi Kuat. <https://www.esdm.go.id/en/media-center/news-archives/peningkatan-pemanfaatan-energi-surya-butuh-kolaborasi-dan-sinergi-kuat> diakses pada 29 Maret 2024.

IESR. (2023). Pentingnya Pengakhiran Operasional PLTU Batubara untuk Mengejar Target Penurunan Emisi. <https://iesr.or.id/pentingnya-pengakhiran-operasional-pltu-batubara-untuk-mengejar-target-penurunan-emisi> diakses pada 27 Maret 2024.

ISA. (2024). <https://isolaralliance.org> diakses pada 29 Maret 2024.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI. *Pemerintah Optimistis EBT 23% Tahun 2025 Tercapai*. Website resmi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI. URL. <https://www.esdm.go.id/id/berita-unit/direktorat-jenderal-ketenagalistrikan/pemerintah-optimistis-ebt-23-tahun-2025-tercapai> diakses pada tanggal 29 Januari 2024.

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral RI. *Menteri ESDM : Perlu Upaya Konkrit dan Terencana Capai Target Bauran 23% Di Tahun 2025*. Website resmi Direktorat Jenderal Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi (EBTKE). URL. <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/15/3038/menteri.esdm>.

perlu.upaya.konkrit.dan.terencana.capai.target.bauran.23.di.tahun.2025  
diakses pada 29 Januari 2024.

Kemenkeu RI. (2023). Ini Upaya Pemerintah Mentransformasikan Ekonomi Hijau.  
[https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Upaya  
Pemerintah-Transformasikan-Ekonomi-Hijau](https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Upaya-Pemerintah-Transformasikan-Ekonomi-Hijau). diakses pada 29 Januari 2024.

Kompas. (2023). Diversifikasi Energi Dinilai Jadi Strategi Realistis.  
[https://www.kompas.id/baca/ekonomi/2023/11/19/diversifikasi-energi-dinilai-  
jadi-strategi-realistic](https://www.kompas.id/baca/ekonomi/2023/11/19/diversifikasi-energi-dinilai-jadi-strategi-realistic) diakses pada 21 Februari 2024.

Kompas.com. (2023). 4 PLTS terbesar di Indonesia . [https://lestari.kompas.com/  
read/2023/12/26/100000486/4-plts-terbesar-di-indonesia?page=all](https://lestari.kompas.com/read/2023/12/26/100000486/4-plts-terbesar-di-indonesia?page=all) diakses  
pada 28 Maret 2024.

Konservasi Alam Nusantara. (2022). COP27: Mengenal Lebih Dekat Konferensi  
Iklim PBB 2022. [https://www.ykan.or.id/id/kampanye-alam/event/ykan-cop27/  
diakses pada 29 Maret 2024.](https://www.ykan.or.id/id/kampanye-alam/event/ykan-cop27/)

Kumparan. (2023). Hambatan Perkembangan Energi Baru Terbarukan Di  
Indonesia. [https://kumparan.com/solar-kita/hambatan-perkembangan-energi-  
baru-terbarukan-di-indonesia-20tIKtD9AeQ](https://kumparan.com/solar-kita/hambatan-perkembangan-energi-baru-terbarukan-di-indonesia-20tIKtD9AeQ) diakses pada 29 Januari 2024.

Lemhannas. (2021). Agus Widjojo: Ketahanan Nasional adalah Sebuah Keadaan  
yang Dihasilkan oleh Sebuah Proses. [https://www.lemhannas.go.id/  
index.php/berita/berita-utama/1019-agus-widjojo-ketahanan-nasional-adalah-  
sebuah-keadaan-yang-dihasilkan-oleh-sebuah-proses](https://www.lemhannas.go.id/index.php/berita/berita-utama/1019-agus-widjojo-ketahanan-nasional-adalah-sebuah-keadaan-yang-dihasilkan-oleh-sebuah-proses) diakses pada 29 Januari  
2024.

Lemhannas. Ketahanan Nasional. [http://lib.lemhannas.go.id/public/media/catalog/  
0010011600000000134/swf/3767/files/basic-html/page8.html](http://lib.lemhannas.go.id/public/media/catalog/0010011600000000134/swf/3767/files/basic-html/page8.html), diakses pada 20  
Maret 2024.

Liputan 6. (2023). RUPTL PLN 2021-2030 Beri Porsi Pembangkit Energi Bersih 52  
Persen. [https://www.liputan6.com/bisnis/read/5397738/ruptl-pln-2021-2030-  
beri-porsi-pembangkit-energi-bersih-52-persen?page=2](https://www.liputan6.com/bisnis/read/5397738/ruptl-pln-2021-2030-beri-porsi-pembangkit-energi-bersih-52-persen?page=2) diakses pada 29  
Januari 2024.

Media Indonesia. (2023). ket Penting dalam Pembangunan Pangan Berkelanjutan.  
[https://mediaindonesia.com/ekonomi/627784/energi-berperan-penting-dalam-  
pembangunan-pangan-berkelanjutan](https://mediaindonesia.com/ekonomi/627784/energi-berperan-penting-dalam-pembangunan-pangan-berkelanjutan) diakses pada 29 Januari 2024.

Mirekal. (2022). Penanganan Dampak Lingkungan PLTS Terapung.  
[https://mirekel.id/penanganan-dampak-lingkungan-plts-terapung/  
diakses pada 28 Maret 2024.](https://mirekel.id/penanganan-dampak-lingkungan-plts-terapung/)

- Ombudsman RI. (2022). Hery Susanto: EBT Komoditas Strategis dan Kepentingan Semua Negara di Dunia. <https://ombudsman.go.id/news/r/hery-susanto-ebt-komoditas-strategis-dan-kepentingan-semua-negara-di-dunia> diakses pada 7 April 2024.
- Paramadita, dkk. (2020). Analisa PESTEL Terhadap Penetrasi Gojek di Indonesia Pestel Analysis Towards Gojek's Penetration In Indonesia. *Jurnal Pengabdian dan Kewirausahaan*, Vol. 4, No.1 diakses pada 7 April 2024.
- Perpustakaan Nasional. (2022). COLLABORATIVE GOVERNANCE Suatu Tinjauan Teoritis dan Praktik. [https://repository.unair.ac.id/125620/1/20.%20Collaborative%20Governance\\_ebook.pdf](https://repository.unair.ac.id/125620/1/20.%20Collaborative%20Governance_ebook.pdf) diakses pada 20 Maret 2024.
- Politeknik Negeri Banjarmasin (2022). Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Sumber Energi Listrik Alternatif Pada Mushola Nurul Hikmah Kelurahan Loktabat Utara-Banjarbaru Untuk Mencapai Green-Energy Mosque [https://repositori.unm.ac.id/bitstream/handle/123456789/28191/36.%20PEMANFAATAN%20ENERGI%20SURYA\\_Gunawan.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositori.unm.ac.id/bitstream/handle/123456789/28191/36.%20PEMANFAATAN%20ENERGI%20SURYA_Gunawan.pdf?sequence=1&isAllowed=y) diakses pada 20 Maret 2024.
- Portal Informasi Indonesia. (2023). Memaksimalkan Potensi Energi Surya. <https://www.indonesia.go.id/kategori/editorial/7765/memaksimalkan-potensi-energi-surya?lang=1> diakses pada 19 Maret 2024.
- Renewable Energi Indonesia. (2023). Learning Hub Data. <https://renewableenergy.id/data-energi-terbarukan/> diakses pada 28 Maret 2024.
- Siagian, dkk. (2023). *Energi Baru Terbarukan Sebagai Energi Alternatif*. Yayasan Kita Menulis. Website [kitamenulis.id](http://kitamenulis.id). diakses pada 20 Maret 2024.
- Tempo. (2023). Pengertian Ekonomi Hijau, Konsep, Tujuan dan Manfaatnya. <https://koran.tempo.com/read/ekonomi-dan-bisnis/483198/pengertian-ekonomi-hijau-konsep-tujuan-dan-manfaatnya> diakses pada 20 Maret 2024.
- Voa Indonesia. (2023). I EA: Emisi CO2 Akibat Konsumsi Energi Capai Rekor Tertinggi pada 2023 <https://www.voaindonesia.com/a/iea-emisi-co2-akibat-konsumsi-energi-capai-rekor-tertinggi-pada-2023/7509553.html> diakses pada 27 Maret 2024.
- ZE News. (2022). Daur Ulang Limbah B3 PLTS di Indonesia. <https://zonaebt.com/panel-surya/daur-ulang-limbah-b3-plts-di-indonesia/> diakses pada 28 Maret 2024.



**ALUR PIKIR**  
**PENINGKATAN PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN (EBT)**  
**UNTUK MEWUJUDKAN KETAHANAN EKONOMI HIJAU DI INDONESIA**

