



HEBAT BERSAMA KUAT

# **OPTIMALISASI PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GUNA MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN ENERGI NASIONAL**

**OLEH :**

**Dr. VERRY, S.T., M.T.**  
**KOLONEL TEK NRP 518815**

LEMBHANNAS RI

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

**LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL  
REPUBLIK INDONESIA**

---



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



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr Wb, salam sejahtera bagi kita semua.

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa serta atas segala rahmat dan karunia-Nya, penulis sebagai salah satu peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI telah menyelesaikan tugas membuat Taskap dari Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia, sebuah Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) dengan judul **“OPTIMALISASI PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) GUNA MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN ENERGI NASIONAL”**.

Penentuan Tutor dan Judul Taskap ini didasarkan pada Nota Dinas Deputy Pendidikan Pimpinan Tingkat Nasional Lemhannas RI Nomor B/ND/102/III/2024/Debiddikpimtknas tanggal 7 Maret 2024 hal Pengiriman Hasil Bahan Rapat Kelompok Kerja Penetapan Judul PPRA LXVI Tahun 2024 dengan memilih judul yang telah ditentukan oleh Lemhannas RI.

Pada kesempatan ini, perkenankanlah Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Bapak PLT Gubernur Lemhannas RI yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti PPRA LXVI di Lemhannas RI tahun 2024. Ucapan yang sama juga disampaikan kepada Pembimbing atau Tutor Taskap yang sangat kami hormati Ibu Dr. Ir. Vita DD Soemarno, M.M. dan Tim Penguji Taskap serta semua pihak yang telah membantu serta membimbing Taskap ini sampai terselesaikan sesuai waktu dan ketentuan yang dikeluarkan oleh Lemhannas RI.

Penulis menyadari bahwa kualitas Taskap ini masih jauh dari kesempurnaan akademis, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati mohon adanya masukan guna penyempurnaan naskah ini. Besar harapan kami agar Taskap ini dapat bermanfaat sebagai sumbangan pemikiran penulis kepada Lemhannas RI, termasuk bagi siapa saja yang membutuhkannya.

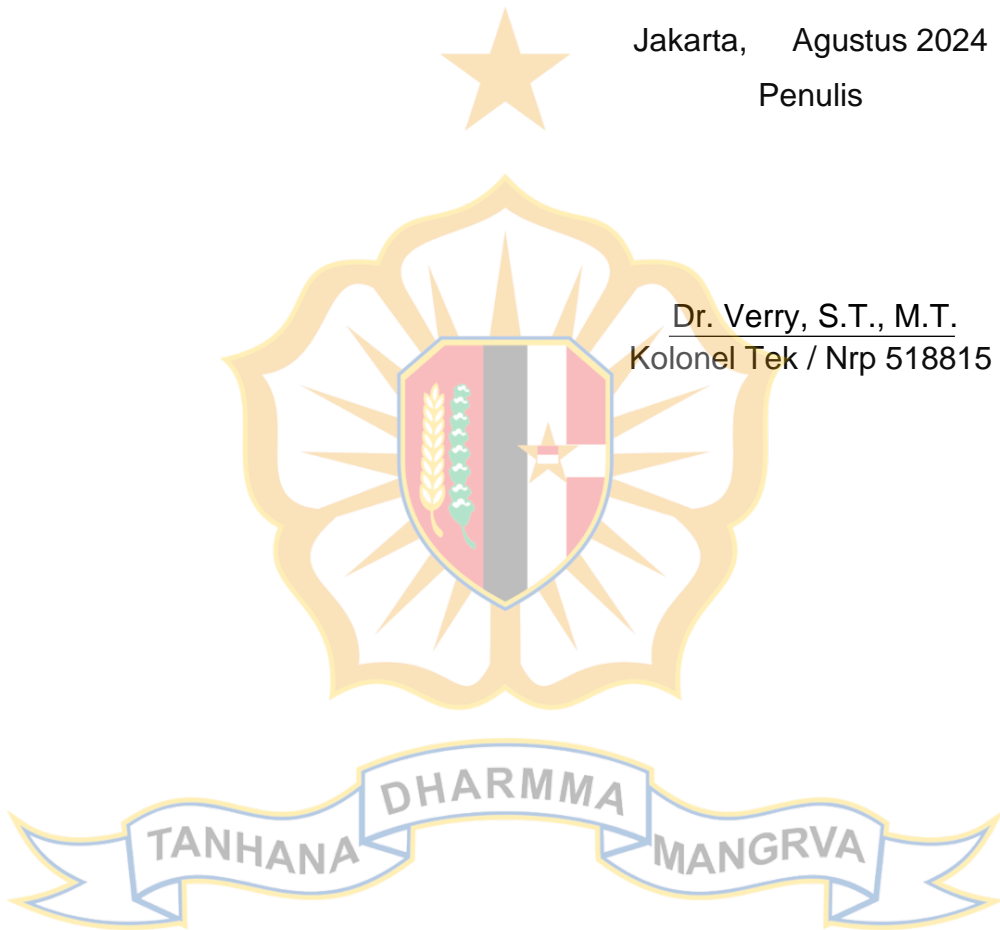
Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa memberikan berkah dan bimbingan kepada kita semua dalam melaksanakan tugas dan pengabdian kepada Negara dan bangsa Indonesia yang kita cintai dan kita banggakan.

Sekian dan terima kasih. Wassalamualaikum Wr. Wb.

Jakarta, Agustus 2024

Penulis

Dr. Verry, S.T., M.T.  
Kolonel Tek / Nrp 518815



### PERNYATAAN KEASLIAN

1. Yang bertanda tangan di bawah ini :
- Nama : Dr. Verry, S.T., M.T.  
Pangkat : Kolonel Tek / Nrp 518815  
Jabatan : Pamen Disaeroau  
Instansi : Markas Besar TNI AU  
Alamat : Mabasau, Cilangkap Jakarta Timur

Sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) ke 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.



Dr. Verry, S.T., M.T.  
Kolonel Tek / Nrp 518815

**OPTIMALISASI PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA  
(PLTS) GUNA MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN ENERGI NASIONAL**

**DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1. Latar Belakang .....	1
2. Rumusan Masalah .....	7
3. Maksud dan Tujuan .....	7
4. Ruang Lingkup dan Sistematika .....	7
5. Metode dan Pendekatan .....	9
6. Pengertian .....	9
<b>BAB II LANDASAN PEMIKIRAN</b>	
7. Umum.....	12
8. Peraturan Perundang-undangan .....	12
9. Data dan Fakta .....	16
10. Kerangka Teoretis .....	23
11. Lingkungan Strategis .....	27
<b>BAB III PEMBAHASAN</b>	
12. Umum .....	35
13. Kondisi Pemanfaatan dan Pengembangan Energi Surya dalam Bauran Energi Nasional Saat Ini.....	36

14. Permasalahan yang Dihadapi dalam Pengembangan PLTS di Indonesia .....	46
15. Langkah Strategis yang Dilakukan untuk Mengoptimalkan Pengembangan PLTS sehingga Mampu Mewujudkan Kemandirian Energi Nasional .....	55

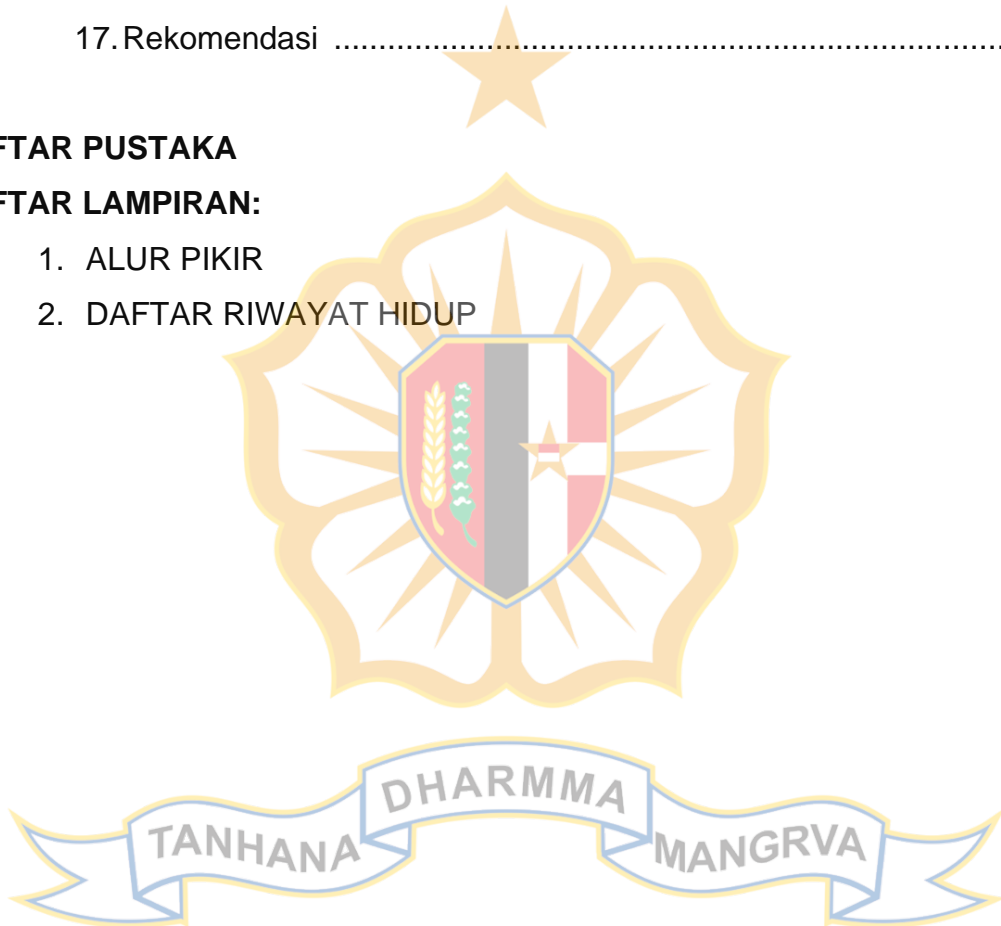
#### **BAB IV PENUTUP**

16. Simpulan .....	66
17. Rekomendasi .....	68

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **DAFTAR LAMPIRAN:**

1. ALUR PIKIR
2. DAFTAR RIWAYAT HIDUP





**TABEL**

Tabel I Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik EBT Indonesia  
Berdasarkan Sumber Energinya sepanjang tahun 2018-2022  
(dalam MegaWatt)



## DAFTAR GAMBAR

- GAMBAR 1 Grafik Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik EBT Indonesia Berdasarkan Sumber Energinya tahun 2018-2022
- GAMBAR 2 Progress Realisasi Penurunan Emisi GRK Sektor Energi Indonesia
- GAMBAR 3 PLTS Terapung Cirata, Jawa Barat
- GAMBAR 4 PLTS Ground Mounted Badak Island, Kalimantan Timur
- GAMBAR 5 PLTS Mall Bali Galeria, Bali
- GAMBAR 6 Kapasitas Sumber Energi Terbarukan Negara Asia Tenggara Tahun 2022



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Pemanfaatan sumber energi yang tidak bisa diperbarui secara instan atau tak terbarukan khususnya energi yang terbentuk dari fosil meliputi batubara, minyak, dan gas bumi masih mendominasi di Indonesia, padahal ketersediaannya semakin menipis. Di sisi lain, kondisi Indonesia yang berbentuk kepulauan, secara geografis berada pada posisi strategis disekitar equator dimana Indonesia memiliki banyak potensi yang bisa dimanfaatkan dan diolah menjadi energi baru terbarukan (EBT). Total potensi EBT di Indonesia mencapai 3.686 gigawatt (GW) yang meliputi energi surya, angin (bayu), air (hidro), bioenergi, panas bumi, dan energi laut. Potensi ini mencerminkan kemampuan Indonesia untuk memenuhi kebutuhan energinya melalui sumber daya yang lebih bersih dan berkelanjutan<sup>1</sup>. Saat ini EBT merupakan alternatif terbaik untuk menggantikan energi fosil. Seiring berjalannya waktu, penggunaan EBT menjadi perhatian pemerintah untuk mengurangi penggunaan energi fosil, mewujudkan energi bersih, dan mempertanggung ketahanan nasional melalui ketahanan energi.

Kebijakan akan pemanfaatan EBT sebagai bagian yang tidak terpisahkan dalam target SDGs merupakan perhatian bersama banyak negara dalam penyelamatan lingkungan dan keberlangsungan kehidupan di masa yang akan datang. SDGs (*Sustainable Development Goals*) sendiri merupakan kumpulan dari 17 tujuan global yang saling terkait yang ditetapkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2015. Dalam taskap ini, pembahasan pengembangan PLTS berkontribusi langsung terhadap penyediaan energi bersih dan terbarukan, meningkatkan akses terhadap energi yang terjangkau, dapat diandalkan, berkelanjutan, dan modern sesuai tujuan ke 7 (tujuh) SDGs. Negara-negara G20 termasuk di dalamnya Indonesia telah memiliki serta memperkuat komitmen penggunaan energi hijau/EBT yang diikuti dengan menjaga ketahanan energi secara nasional.

---

<sup>1</sup> <https://renewableenergy.id/potensi-energi-terbarukan-di-indonesia/#kajian-peta> Diakses tgl 10 Juli 2024

Cukup banyak negara-negara yang telah berhasil memanfaatkan EBT, salah satunya yaitu negara Brazil “dimana sejak tahun 1980-an secara serius dan konsisten mengembangkan *biofuel* sehingga apabila terdapat gejolak harga minyak dunia maka dampak yang dirasakan tidak separah negara yang mengandalkan minyak sebagai energi utama. Kondisi tersebut seharusnya dapat diikuti oleh Pemerintah Republik Indonesia untuk dapat memprioritaskan potensi energi yang ada mulai dari energi surya, panas bumi, gas alam, *biofuel*, tenaga air maupun tenaga nuklir sebagai diversifikasi energi nasional”<sup>2</sup>.

Indonesia memiliki kebutuhan energi yang besar dan terus bertambah seiring dengan pertumbuhan populasi serta ekonomi. Menurut data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Indonesia, Indonesia mengalami peningkatan kebutuhan energi rata-rata 4.5% per tahun<sup>3</sup>. Kebutuhan energi tersebut dipengaruhi oleh peningkatan kegiatan industri, pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor dan penggunaan energi di sektor domestik. Sumber energi yang digunakan berasal dari batubara, gas dan minyak bumi, serta EBT.

Pengembangan EBT di Indonesia masih belum optimal, pada semester pertama tahun 2023 lalu, pemanfaatan EBT di Indonesia mencapai 12,7 GW, yang terdiri dari berbagai sumber seperti energi angin, surya, panas bumi, bioenergi, hidro, dan energi dari air laut. Kendati demikian, realisasi EBT di tahun 2023 masih mencapai 13,1 persen dari target realisasi 17,9 persen, dengan target total 23 persen pada tahun 2025<sup>4</sup>. EBT harus dipercepat pengembangannya dengan memperhatikan kebutuhan jangka pendek maupun jangka panjang. Pemerintah telah menyusun Kebijakan Energi Nasional (KEN) sebagai acuan yang jelas dan terukur untuk mengelola energi nasional berdasarkan pada prinsip berkelanjutan, keadilan, dan berwawasan lingkungan guna mewujudkan kemandirian energi serta ketahanan energi nasional, sebagaimana telah dijelaskan pada PP RI nomor 79 Tahun 2014.

---

<sup>2</sup> <https://wartapemeriksa.bpk.go.id/?p:40668> Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:37 WIB

<sup>3</sup> Kementerian ESDM. (2024). Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia (HEESI) 2023. Jakarta: Kementerian ESDM

<sup>4</sup> [https://iesr.or.id/mengejartarget\\_23\\_bauran-energi-terbarukan-di\\_2025-memerlukan-strategi-percepatan-dan-komitmen-politik](https://iesr.or.id/mengejartarget_23_bauran-energi-terbarukan-di_2025-memerlukan-strategi-percepatan-dan-komitmen-politik) Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:43 WIB

Kemandirian energi di Indonesia dapat diwujudkan dengan terpenuhinya tiga aspek antara lain daya beli, aksesibilitas energi, serta ketersediaan energi. Kebijakan konsumsi energi Indonesia kedepannya harus berubah dari konsumsi energi fosil menjadi EBT untuk mencapai kemandirian energi.

EBT pada dinamika lingkungan strategis global saat ini perlu dikembangkan, pangsa pasar EBT di tingkat global pada tahun 2035 diprediksi mengalami peningkatan sampai 50%, dan berdasarkan laporan dari *Global Energy Perspective* tahun 2019 prediksi pembangkit listrik yang menggunakan energi minyak bumi dan batubara akan menurun drastis digantikan oleh EBT dengan biaya yang relatif rendah<sup>5</sup>. Dalam hal ini peluang untuk pengembangan EBT ke depan sangat besar karena konsumsi energi fosil akan mengalami penurunan. EBT mempunyai peran strategis untuk memajukan perekonomian nasional, di samping itu pemanfaatan EBT berperan penting dalam upaya mengurangi emisi karbon untuk mengatasi dampak perubahan iklim karena efek pemanasan global (*global warming*). Perubahan penggunaan energi dari energi fosil menjadi EBT dapat meningkatkan PDB sampai 2,4 persen<sup>6</sup>, negara-negara akan meningkatkan investasi pada pemanfaatan EBT yang akan berimbas pada ketersediaan lapangan pekerjaan yang baru secara global. Munculnya beberapa inovasi baru sebagai bentuk perkembangan teknologi memberikan akses biaya yang lebih murah dengan penggunaan yang sama bahkan lebih optimal. Beberapa negara di dunia telah berhasil memanfaatkan EBT sebagai energi untuk pembangkit tenaga listrik dengan biaya murah dan risiko rendah dibandingkan menggunakan energi dari fosil.

Pengembangan EBT dalam skala besar dan cepat di Indonesia merupakan suatu keharusan untuk mencegah krisis peralihan iklim sebagai dampak pemanasan global (*global warming*) dan mendorong pertumbuhan perekonomian secara berkelanjutan. Bagi Indonesia yang memiliki beberapa sumber energi baru yang potensial, EBT masih menjadi suatu hal yang baru karena penggunaan energi fosil masih mendominasi dalam penggunaan

---

<sup>5</sup> “Siaran Pers Kementerian ESDM NOMOR: 101.Pers/04/SJI/2021 tanggal 22 Maret 2021”

<sup>6</sup> “[https://www.suara.com/lifestyle/2021/03-03/155525/pentingnya\\_energi-terbarukan\\_untuk\\_atasi\\_krisis\\_perubahan\\_iklim](https://www.suara.com/lifestyle/2021/03-03/155525/pentingnya_energi-terbarukan_untuk_atasi_krisis_perubahan_iklim)” Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:46 WIB

energi untuk keperluan sehari-hari. Optimalisasi EBT dapat menguntungkan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang, dalam bidang sosial pemanfaatan EBT dapat memberikan manfaat sosial antara lain peningkatan lingkungan hidup yang lebih sehat, kemajuan teknologi dan peluang untuk bekerja karena kesempatan pembukaan lapangan kerja baru. Hal ini bisa terwujud karena beberapa sumber daya EBT seperti cahaya matahari, angin, dan air, tergolong sumber daya ramah lingkungan dan mampu mengurangi tingkat polusi. Dalam bidang ekonomi, pemanfaatan EBT dapat meningkatkan perekonomian masyarakat karena proyek pembangunan EBT bisa menyerap banyak tenaga kerja, menguntungkan supplier material, dan menghidupkan perekonomian daerah yang memiliki potensi EBT masing-masing. Dengan adanya manfaat yang didapatkan dari pemanfaatan EBT ini maka perekonomian negara akan semakin meningkat, apabila perekonomian meningkat maka kesejahteraan masyarakat juga semakin membaik apabila pengelolaan EBT dilakukan dengan benar, jelas, dan terukur sesuai amanat Undang-Undang.

Pemerintah Indonesia telah melakukan berbagai program guna mencapai target pengembangan EBT di tahun 2025. Beberapa program tersebut antara lain pembangunan pembangkit EBT sebesar 10,6 GW, Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atap dengan kapasitas 3,6 GW, *co-firing biomass* sebanyak 10,2 juta ton, dan pelaksanaan program 13,9 juta kL B35 pada 2025, menetapkan “Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) di PT PLN (Persero) untuk tahun 2021–2030 yang mencakup berbagai sumber energi terbarukan”<sup>7</sup>, dan pengembangan PLTS skala besar serta PLTS terapung dengan target kapasitas tertentu<sup>8</sup>. Indonesia sebagai negara kepulauan dan beriklim tropis memiliki potensi besar dalam pengembangan PLTS terapung atau *floating photovoltaic*. PLTS juga cocok untuk dijadikan sebagai sumber pasokan listrik untuk wilayah pedesaan yang hanya memiliki 1 MW PLTS dengan total kebutuhan lahan sekitar 1-2 hektar. Upaya lain yang dilakukan pemerintah

---

<sup>7</sup> “[https://iesr.or.id/mengejar-target\\_23-bauran-energi-terbarukan-di-2025-memerlukan-strategi-percepatan\\_dan\\_komitmen-politik](https://iesr.or.id/mengejar-target_23-bauran-energi-terbarukan-di-2025-memerlukan-strategi-percepatan_dan_komitmen-politik)” Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:54 WIB

<sup>8</sup> “<https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/15/3038/menteri.esdm,perlu.upaya.konkrit,dan.terencana.cpai.targt.bauran,.23.di.tahun,2025>” Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 11:03 WIB



untuk mencapai target tersebut meliputi kerja sama dengan mitra internasional, peningkatan potensi pemanfaatan EBT, serta penyelenggaraan *Indonesia Energy Transition Dialogue* (IETD) untuk akselerasi transisi energi<sup>9</sup>.

Terkait dengan energi surya, di kawasan ASEAN Indonesia menjadi negara dengan serapan tenaga surya yang terbesar. Sebagai salah satu negara tropis, pemanfaatan sumber energi yang berasal dari matahari/surya dan angin di Indonesia menjadi pilihan yang paling tepat menurut pernyataan Menteri ESDM. Intensitas radiasi rata-rata sebesar 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari senilai dengan 112.000 GWp (10 kali lipat potensi Jerman)<sup>10</sup>. Pada lingkungan strategis global, khususnya di China, pemanfaatan sumber energi matahari telah dilakukan mulai 12 tahun lalu. Berbagai bentuk penelitian dan pengembangan sampai pemanfaatannya telah dilakukan sehingga saat ini China merupakan 'pemain utama' di dunia sebagai negara yang memproduksi panel surya terbesar. Sebesar 90 persen produksi untuk panel surya di dunia, berasal dari industri di China.

Dirjen Konservasi Energi Kementerian ESDM<sup>11</sup> dalam pernyataan tertulisnya menyatakan:

*“Potensi energi surya mencapai 3.294 GW, sedangkan yang baru dimanfaatkan sekitar 314,8 Mega Watt (MW). Potensi energi surya merata di seluruh Indonesia terutama yang terdapat di Nusa Tenggara Barat (NTB), Nusa Tenggara Timur (NTT), Papua, Kalimantan Barat dan Riau yang memiliki tingkat radiasi tinggi”.*

Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia telah memiliki basis kebijakan yang cukup kuat, akan tetapi pada tahap implementasinya, potensi yang tersedia belum mampu dimanfaatkan dengan optimal. Potensi pasar PLTS sendiri sangat besar, laporan dari RMI & Bezos Earth Fund menunjukkan bahwa secara global, PLTS telah mengalami pertumbuhan tahunan sebesar 24 persen selama lima tahun terakhir. Pertumbuhan ini diperkirakan akan mencapai lebih dari 1000 GW kapasitas

---

<sup>9</sup> [http://greengrowth.bappenas.go.id/lima-fakta-tentang-pembiayaan-untuk-memenuhi-target-bauran-energi-baru-terbaruka\\_ebt-pada\\_2025/](http://greengrowth.bappenas.go.id/lima-fakta-tentang-pembiayaan-untuk-memenuhi-target-bauran-energi-baru-terbaruka_ebt-pada_2025/) Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 11:05 WIB

<sup>10</sup> <https://lestari.kompas.com/read/2024/01/16/090000386/indonesia-baru-manfaatkan-03-persen-potensi-energi-bersih-yang-dimiliki?page=all> Diakses tgl 7 Februari 2024 pukul 17:19 WIB

<sup>11</sup> <https://infopublik.id/kategori/nasional-ekonomi-bisnis/777662/potensi-energi-baru-dan-terbarukan-harus-dioptimalkan-untuk-masyarakat> Diakses tgl 7 Februari 2024 pukul 17:26 WIB

per tahun pada tahun 2030. Selanjutnya, kajian *Institute for Essential Service Reform* (IESR) pada tahun 2019 menunjukkan bahwa *rooftop* PV di bangunan rumah potensi teknisnya dapat mencapai 655 GW. Optimisme pengembangan PLTS juga ditunjukkan dari analisa bahwa dalam dua tahun terakhir, telah muncul pasar baru untuk pemanfaatan PLTS. PLTS kini tidak hanya digunakan untuk menjual listrik, tetapi juga untuk menghasilkan produk bernilai tambah baru, yaitu hidrogen hijau dan amonia hijau. Berdasarkan data yang didapatkan dari IESR, menunjukkan bahwa Sejak tahun 2022, terdapat 10 proyek hidrogen hijau dan amonia hijau yang direncanakan akan memanfaatkan PLTS sebagai sumber listrik hijaunya<sup>12</sup>.

Urgensi pengembangan PLTS di Indonesia sangat mendesak mengingat tantangan perubahan iklim dan kebutuhan untuk mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan. PLTS merupakan salah satu solusi yang dapat mengurangi ketergantungan pada energi fosil yang tidak terbarukan, yang saat ini masih mendominasi penggunaan energi di Indonesia. Dengan intensitas radiasi matahari yang tinggi di seluruh wilayah Indonesia, PLTS memiliki potensi besar untuk menjadi sumber energi yang ramah lingkungan dan efisien. Selain itu, pengembangan PLTS juga membawa dampak positif bagi lingkungan hidup, dengan mengurangi polusi dan meningkatkan kualitas udara. Di bidang ekonomi, proyek pembangunan PLTS dapat menyerap banyak tenaga kerja, menguntungkan pemasok material, dan menggerakkan ekonomi lokal, terutama di daerah yang memiliki potensi energi surya tinggi seperti Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Papua, dan Kalimantan Barat. Dengan potensi teknis yang mencapai ratusan gigawatt, pengembangan PLTS di Indonesia perlu segera diakselerasi untuk mewujudkan kemandirian energi nasional dan mendukung upaya global dalam mitigasi perubahan iklim.

Oleh karena itu, dinilai penting untuk membuat tulisan ini dalam Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang akan membahas tentang **“Optimalisasi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) guna Mewujudkan Kemandirian Energi Nasional”**.

---

<sup>12</sup> <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/punya-potensi-pasar-besar-penggiat-plts-di-indonesia-diminta-tk-keluar-gelanggang> Diakses tgl 7 Februari 2024 pukul 17:38 WIB



## 2. Rumusan Masalah

Berdasar pada latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka perumusan masalah yang menjadi bahasan dalam Taskap ini adalah ***Bagaimana optimalisasi pengembangan PLTS guna mewujudkan kemandirian energi nasional?***

Dalam rangka mendalami permasalahan yang telah dijelaskan pada Rumusan Masalah, maka beberapa pertanyaan kajian yang akan dilakukan pembahasan dalam Taskap ini antara lain:

- a. Bagaimana kondisi pemanfaatan dan pengembangan energi surya dalam bauran energi nasional saat ini?
- b. Bagaimana permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan PLTS di Indonesia?
- c. Bagaimana langkah strategis yang dilakukan untuk mengoptimalkan pengembangan PLTS sehingga mampu mewujudkan kemandirian energi nasional?

## 3. Maksud dan Tujuan

### a. Maksud

Penulisan Taskap ini dimaksudkan untuk menyampaikan gambaran dan Analisa tentang bagaimana optimalisasi pengembangan PLTS guna mewujudkan kemandirian energi nasional, kemudian dapat mencari Solusi pemecahan masalah tersebut merujuk pada data-data dan fakta yang diperoleh.

### b. Tujuan.

Adapun tujuan penulisan Taskap ini adalah sebagai salah satu sumbangan pemikiran dan saran kepada para pemangku kepentingan (*stakeholder*) terkait untuk menyelesaikan permasalahan optimalisasi pengembangan PLTS guna mewujudkan kemandirian energi nasional.

## 4. Ruang Lingkup dan Sistematika

### a. Ruang Lingkup.

Dalam penulisan Taskap ini, agar rumusannya lebih jelas maka penulis membatasi ruang lingkup pada pembahasan pada optimalisasi

pemanfaatan dan pengembangan energi surya serta PLTS sehingga mampu mewujudkan kemandirian energi nasional, sebagaimana ditargetkan bauran energi.

b. **Sistematika.**

Uraian pembahasan dan analisa terhadap permasalahan dalam penulisan Taskap. Adapun tata urutan Taskap ini antara lain:

**Bab I Pendahuluan.** Pada Bab pertama akan menguraikan tentang latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup dan sistematika penulisan, metode dan pendekatan yang digunakan untuk memecahkan masalah, serta beberapa pengertian untuk menyamakan persepsi dalam memahami pembahasan berdasarkan pada berbagai sumber yang valid, berkualitas, dan dapat dipertanggungjawabkan.

**Bab II Landasan Pemikiran.** Bab kedua menjelaskan dasar pemikiran dari berbagai sumber pustaka yang digunakan untuk pembahasan di bab-bab selanjutnya. Sumber-sumber tersebut mencakup peraturan perundang-undangan, kerangka teoretis, data dan fakta yang relevan, serta faktor-faktor perkembangan lingkungan strategis yang mempengaruhi optimalisasi pengembangan PLTS untuk mewujudkan kemandirian energi nasional.

**Bab III Pembahasan.** Pada bab ini akan diuraikan analisis setiap pokok-pokok bahasan dengan menggunakan teori yang relevan, peraturan perundang-undangan, serta data dan fakta yang telah dijelaskan pada bab Landasan Pemikiran. Pokok-pokok kajian yang dibahas adalah kondisi pemanfaatan dan pengembangan energi surya dalam bauran energi nasional saat ini, permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan PLTS di Indonesia, dan langkah strategis yang dilakukan untuk mengoptimalkan pengembangan PLTS sehingga mampu mewujudkan kemandirian energi nasional.

**Bab IV Penutup.** Pada bagian terakhir dalam Taskap ini menguraikan simpulan yang diperoleh dari seluruh pembahasan dengan solusi untuk masing-masing pokok pembahasan. Kemudian juga dikemukakan rekomendasi yang berisikan saran masukan pada pembahasan Taskap kepada *stakeholder* yang berkepentingan.

## 5. Metode dan Pendekatan

### a. Metode.

Metode yang akan diimplementasikan dalam penulisan Kertas Karya Ilmiah Perseorangan ini adalah:

- 1) Pengumpulan data dan fakta dilakukan melalui metode penelitian literatur yang menggunakan data sekunder. Pengumpulan data sekunder ini didapatkan dari studi kepustakaan, termasuk buku pustaka dan laporan hasil penelitian dari pihak lain sebelumnya, serta sumber valid lainnya yang diperoleh dari referensi elektronik.
- 2) Adapun metode analisis yang dipergunakan memakai metode analisis PESTLE.

### b. Pendekatan.

Pendekatan yang diterapkan mempertimbangkan perspektif kepentingan nasional dan menggunakan analisis multidisiplin sesuai dengan kerangka teoretis yang digunakan.

## 6. Pengertian

a. **Optimalisasi.** Berdasarkan KBBI, optimalisasi asalnya dari kata “optimal” yang bermakna tertinggi; terbaik; paling menguntungkan. Optimalisasi didefinisikan sebagai suatu proses untuk meningkatkan nilai ketercapaian dari arah tujuan yang diharapkan, disesuaikan dengan berbagai komponen yang sudah ditetapkan. Optimalisasi ditujukan dalam memperoleh hasil yang terbaik, tidak diperlukan adanya penambahan modal, untuk menghemat waktu, memanfaatkan SDM dan SDA yang ada, dan mempercepat terselesainya suatu pekerjaan<sup>13</sup>.

b. **Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).** PLTS merupakan Sebuah sistem yang digunakan untuk mengonversi energi dari sinar matahari menjadi listrik yang dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik dari berbagai skala, mulai dari kecil hingga besar. PLTS beroperasi berdasarkan efek fotovoltaiik, yaitu fenomena fisika yang terjadi pada sel surya ketika terpapar sinar matahari, selanjutnya energi tersebut diubah

<sup>13</sup> <https://pelayananpublik.id/2021/08/19/apa-itu-optimalisasi-tujuan-dan-manfaatnya/> Diakses tgl 24 Maret 2024 pukul 10:12 WIB

menjadi energi listrik. Penggunaan PLTS sebagai salah satu sumber energi alternatif sejalan dengan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT PLN Persero tahun 2021-2030. Komponen utama dari suatu sistem PLTS terdiri dari sel atau panel surya (*solar cell*), sistem pengukuran, inverter, dan sistem penyimpanan (bersifat opsional)<sup>14</sup>.

- c. **Energi Surya.** Energi surya adalah energi yang berasal dari radiasi sinar matahari yang dapat diubah menjadi bentuk energi lain<sup>15</sup>, seperti listrik atau panas, melalui berbagai teknologi seperti panel surya fotovoltaik atau sistem tenaga surya termal. Energi ini merupakan sumber energi terbarukan yang melimpah dan ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca selama penggunaannya. Pemanfaatan energi surya dapat dilakukan pada berbagai skala, mulai dari sistem kecil untuk rumah tangga hingga instalasi besar yang digunakan dalam pembangkit listrik tenaga surya.
- d. **Pengembangan.** Berdasarkan pada Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pengembangan diartikan sebagai cara, proses, dan perbuatan untuk mengembangkan. Kemudian dalam Kamus Umum Bahasa Indonesia yang ditulis oleh WJS Poerwadarminta, diartikan bahwa pengembangan merupakan suatu aktivitas untuk menjadikan sesuatu bertambah dan berubah dengan sempurna (Sukiman, 2012). Oleh karena itu pengembangan merupakan proses yang digunakan untuk melegalkan dan mengembangkan suatu produk. Pengembangan itu sendiri dapat berupa sebagai bentuk proses, produk maupun rancangan.
- e. **Kemandirian** adalah sikap pencerminan dari kebebasan untuk bertindak atas keinginan pribadi, memperoleh keberhasilan, dengan tekun, serta usaha tanpa campur tangan pihak lain, dapat memberikan ide serta beraksi penuh kreatifitas dan punya daya saing yang mampu memberikan nilai lebih kepada lingkungan, yakin dengan kemampuan sendiri, serta dapat merasa puas dengan hasil yang dicapai<sup>16</sup>.

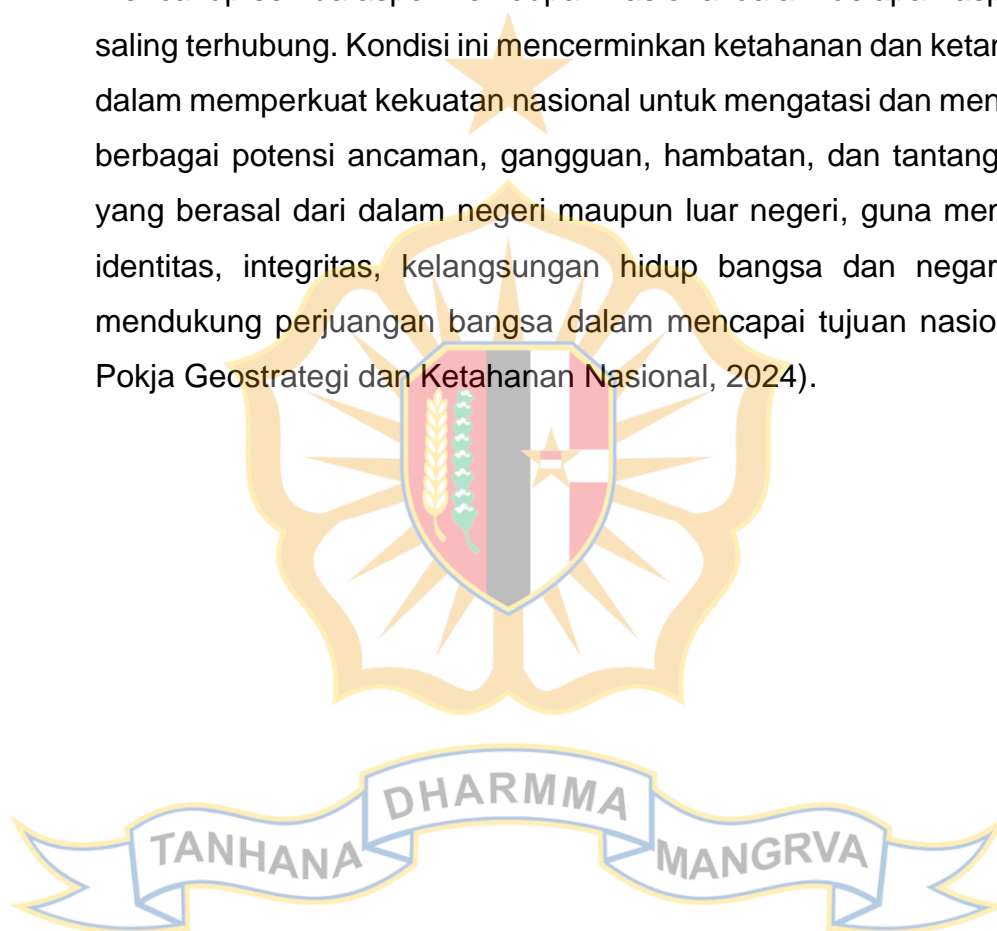
---

<sup>14</sup> <https://koran.tempo.co/read/ekonomi-dan-bisnis/485477/kenali-apa-itu-plts-pengertian-manfaat-dan-cara-kerjanya> Diakses tgl 25 Maret 2024 pukul 10:34 WIB

<sup>15</sup> <http://www.metal.ui.ac.id/immt/index.php/2020/10/21/mengenai-solar-energy-sebagai-energi-terbarukan/> Diakses tgl 14 Agustus 2024 pukul 11:20 WIB

<sup>16</sup> RM Jerry Indrawan and Bayu Widiyanto. 2016. "Offset Policy in Building State Defense Independence," *Jurnal Pertahanan* 6, no. 2 (2016): 29–50.

- f. **Kemandirian energi** adalah Kemampuan suatu negara dan bangsa dalam memanfaatkan berbagai jenis energi bergantung pada pemanfaatan potensi sumber daya alam, manusia, sosial, ekonomi, serta kearifan lokal secara bermartabat. Kemandirian energi dapat dicapai jika tiga faktor utama terpenuhi, yaitu aksesibilitas, daya beli, dan ketersediaan energi<sup>17</sup>.
- g. **Ketahanan Nasional**. Adalah kondisi dinamis bangsa Indonesia yang mencakup semua aspek kehidupan nasional dalam delapan aspek yang saling terhubung. Kondisi ini mencerminkan ketahanan dan ketangguhan dalam memperkuat kekuatan nasional untuk mengatasi dan menghadapi berbagai potensi ancaman, gangguan, hambatan, dan tantangan, baik yang berasal dari dalam negeri maupun luar negeri, guna memastikan identitas, integritas, kelangsungan hidup bangsa dan negara, serta mendukung perjuangan bangsa dalam mencapai tujuan nasional (Tim Pokja Geostrategi dan Ketahanan Nasional, 2024).



---

<sup>17</sup> "<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/tiga-fktor-kemandirian-energi-nasional>"  
Diakses tgl 25 Maret 2024 pukul 10:42 WIB

## **BAB II**

### **LANDASAN PEMIKIRAN**

#### **7. Umum**

Pada Bab I sebelumnya telah dibahas tentang pentingnya pemanfaatan EBT, peluang pengembangan EBT, dan peran strategis dalam meningkatkan perekonomian. Kemudian juga dibahas potensi EBT khususnya energi surya di mana potensi yang tersedia belum mampu dimanfaatkan dengan optimal sehingga pengembangan potensi energi surya dalam PLTS mutlak diperlukan untuk dapat mewujudkan kemandirian energi nasional.

Selanjutnya pada bab ini akan dijelaskan beberapa landasan hukum sehingga upaya pemerintah dalam penguatan inovasi teknologi memiliki dasar pijakan dan pedoman dalam pelaksanaannya. Dicantumkan beberapa kerangka teoretis yang meliputi beberapa teori dan konsepsi yang digunakan sebagai pisau analisis dalam menemukan pemecahan masalah terkait optimalisasi pengembangan PLTS guna mewujudkan kemandirian energi nasional. Selain itu, juga akan dijelaskan beberapa data dan fakta aktual terkait kondisi pengembangan PLTS serta pengaruh perkembangan lingkungan strategis baik global, regional maupun nasional, untuk menginventarisasi persoalan-persoalan yang ditemukan dalam upaya penguatan inovasi teknologi saat ini untuk kemudian dianalisa dan dirumuskan solusi pemecahannya.

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

Regulasi atau peraturan perundang-undangan sangat dibutuhkan sebagai payung hukum dalam segala bentuk aktivitas yang mendukung terwujudnya pembangunan nasional, termasuk diantaranya dalam upaya optimalisasi pengembangan PLTS guna mewujudkan kemandirian energi nasional. Adapun regulasi yang memiliki keterkaitan dengan pembahasan dalam Taskap ini sebagai berikut:

##### **a. Undang-Undang RI nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi**

Undang-Undang RI Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi mengatur tujuan pengelolaan energi demi pembangunan nasional yang



berkelanjutan dan meningkatkan ketahanan energi nasional. Pengelolaan energi bertujuan mencapai keseimbangan antara pemenuhan kebutuhan energi, pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, serta kesejahteraan masyarakat secara adil dan merata, menekankan pentingnya efektivitas, efisiensi, dan keberlanjutan dalam penggunaan sumber daya energi.

Pada Pasal 11 ayat (1) tertulis, "*Kebijakan energi nasional meliputi, antara lain: a. ketersediaan energi untuk kebutuhan nasional; b. prioritas pengembangan energi; c. pemanfaatan sumber daya energi nasional; dan d. cadangan penyangga energi nasional.*"

Pada Bab III Pengaturan Energi Pasal 4 berbunyi "*Sumber daya energi baru dan sumber daya energi terbarukan diatur oleh negara dan dimanfaatkan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.*" sebagaimana kaitannya dengan UUD NRI Tahun 1945 Pasal 33 ayat (2) dan (3). Pasal 33 ayat (2) menegaskan bahwa "*cabang-cabang produksi yang penting bagi Negara dan yang menguasai merupakan kekayaan alam yang dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat*". Sementara itu, Pasal 33 ayat (3) menegaskan bahwa "*bumi, air, dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat*".

**b. Peraturan Pemerintah (PP) RI nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional.**

Pada Bab III Arah Kebijakan Energi Nasional Pasal 10 ayat (1) berbunyi, "*Ketersediaan Energi untuk kebutuhan nasional dengan: a. meningkatkan eksplorasi sumber daya, dan / atau cadangan terbukti Energi, baik dari maupun Energi Baru dan Energi Terbarukan; b. meningkatkan produksi Energi dan Sumber Energi dalam negeri dan/atau dari sumber luar negeri; c. meningkatkan keandalan sistem produksi, transportasi, dan distribusi Penyediaan Energi; d. mengurangi ekspor Energi fosil secara bertahap terutama gas dan batubara serta menetapkan batas waktu untuk memulai menghentikan ekspor; e.*

*mewujudkan keseimbangan antara laju penambahan Cadangan Energi fosil dengan laju produksi maksimum; dan f. memastikan terjaminnya daya dukung Lingkungan Hidup untuk menjamin ketersediaan Sumber Energi air dan panas bumi.”*

Peraturan tersebut menggarisbawahi langkah-langkah strategis untuk memastikan ketersediaan energi nasional yang memadai. Peraturan ini juga menekankan pengurangan ekspor energi fosil, memprioritaskan penggunaan dalam negeri, dan menjaga keseimbangan antara cadangan dan produksi. Perlindungan lingkungan, terutama untuk energi air dan panas bumi, menjadi fokus, menegaskan pentingnya perencanaan cermat dan kerjasama lintas sektor dalam menjaga ketersediaan energi yang berkelanjutan, dengan memperhatikan dampak lingkungan.

**c. Peraturan Presiden RI Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024**

Pada Bab IV Arah Kebijakan dan Strategi Pembangunan Nasional, Pasal 3 menyebutkan bahwa salah satu arah kebijakan pembangunan nasional adalah pengembangan energi baru dan terbarukan (EBT) untuk meningkatkan kemandirian energi dan ketahanan energi nasional. Hal ini mencakup upaya peningkatan kontribusi energi terbarukan, termasuk PLTS dalam bauran energi nasional. Kemudian pada Bab V Program Prioritas Nasional, Pasal 7 menjelaskan program prioritas nasional untuk meningkatkan infrastruktur energi, termasuk pembangunan pembangkit listrik berbasis energi terbarukan seperti PLTS. Optimalisasi tersebut diarahkan untuk mendukung pencapaian target bauran energi nasional yang lebih bersih dan berkelanjutan.

Selanjutnya pada Lampiran II Bidang Infrastruktur, RPJMN 2020-2024 menekankan pembangunan infrastruktur energi, termasuk infrastruktur yang mendukung pengembangan energi surya. Salah satu strateginya adalah mempercepat pembangunan PLTS, baik skala besar maupun skala rumah tangga, guna mendukung target bauran energi terbarukan 23% pada tahun 2025.



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

Kebijakan ini menyoroti urgensi penggunaan sumber energi terbarukan dalam memenuhi kebutuhan listrik nasional; mencakup langkah-langkah strategis untuk mempercepat pengembangan dan pemanfaatan energi terbarukan, sejalan dengan komitmen Indonesia untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Sebagaimana dalam Pasal 3 ayat (1) yang berbunyi, *“Dalam rangka transisi energi sektor ketenagalistrikan, Menteri menyusun peta jalan percepatan pengakhiran masa operasional PLTU yang dituangkan dalam dokumen perencanaan sektoral.”* yang kemudian dilanjutkan dalam ayat (3) yang berbunyi, *“Peta jalan percepatan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit memuat: a. pengurangan emisi gas rumah kaca PLTU; b. strategi percepatan pengakhiran masa operasional PLTU; dan c. keselarasan antar berbagai kebijakan lainnya.”*

e. **Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 18 Tahun 2012 tentang Energi Baru, Terbarukan, dan Konservasi Energi**

Permen ESSDM ditetapkan sebagai respons terhadap kebutuhan mendesak untuk mengintegrasikan kegiatan pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan serta Konservasi Energi (EBTKE) dalam kerangka kebijakan nasional Indonesia. Peraturan ini berfungsi sebagai panduan operasional yang mengatur pelaksanaan, pengendalian, dan evaluasi kegiatan yang berhubungan dengan EBT dan konservasi energi, yang semakin menjadi fokus utama pemerintah dalam upaya memenuhi komitmen berkelanjutan dan pengurangan emisi karbon. Dalam Pasal 2 tertulis, *“Kegiatan Fisik Pemanfaatan EBTKE dilaksanakan dalam rangka mendukung pembangunan nasional secara berkelanjutan melalui peningkatan ketahanan energi nasional.”*

**f. Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik**

Tujuan utama Permen ESDM ini adalah mendorong penggunaan energi terbarukan (ET) dalam pembangkitan listrik. Hal ini dilakukan untuk mencapai target global dan nasional dalam mengurangi emisi karbon dan meningkatkan ketahanan energi. Pada Pasal 2 ayat (1) yang berbunyi, "*Dalam rangka penyediaan tenaga listrik yang berkelanjutan, PT PLN (Persero) wajib membeli tenaga listrik dari pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan Sumber Energi Terbarukan.*" dimana sesuai Undang-Undang Nomor 30 Tahun 1999 tentang Ketenagalistrikan mengenai wewenang PT PLN untuk menyelenggarakan sistem penyediaan tenaga listrik di seluruh wilayah Indonesia. Lebih lanjut, dijelaskan pada Pasal 2 ayat (2) yang berbunyi, "*Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk penyediaan tenaga listrik sebagaimana dimaksud pada (1), harus mengacu pada Kebijakan Energi Nasional dan Rencana Umum Ketenagalistrikan.*"

**9. Data dan Fakta**

**a. Potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia**

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar di dunia, dianugerahi kekayaan alam yang luar biasa termasuk potensi energi baru terbarukan (EBT) yang melimpah. Keanekaragaman geografis dan kondisi alamnya yang unik menghadirkan peluang besar untuk memanfaatkan sumber daya alam yang dapat diperbarui ini. Pemanfaatan EBT di Indonesia tidak hanya akan membantu memenuhi kebutuhan energi nasional secara berkelanjutan, tetapi juga membawa manfaat yang lebih luas. EBT dapat membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis dan emisinya yang berbahaya bagi lingkungan.

Di antara sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) yang berlimpah di Indonesia, **energi surya** menjadi salah satu yang paling menjanjikan. Letak Indonesia di garis khatulistiwa memberinya keuntungan berupa

intensitas sinar matahari yang tinggi dan stabil sepanjang tahun. Hal ini membuka peluang besar untuk menghasilkan energi surya secara berlimpah. Dalam laporan *Indonesia Energy Transition Outlook* (Oktober 2022), *International Renewable Energy Agency* (IRENA) memperkirakan potensi energi surya Indonesia mencapai 2.898 gigawatt (GW)<sup>18</sup>. Potensi terbesar terkonsentrasi di wilayah Papua, Nusa Tenggara Timur, dan Sulawesi. Salah satu strategi efektif untuk meningkatkan kapasitas produksi energi surya nasional adalah melalui pemanfaatan atap-atap bangunan untuk pemasangan panel surya. Strategi ini tidak hanya menghasilkan energi bersih, tetapi juga memaksimalkan ruang yang tersedia dan memberikan nilai tambah bagi bangunan.

Selain energi surya, potensi Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia juga terdapat pada **tenaga air**. Dengan potensi sebesar 95 GW<sup>19</sup>, tenaga air memiliki potensi besar untuk berkontribusi pada sistem energi nasional. Saat ini, pemanfaatan tenaga air di Indonesia masih tergolong rendah, dengan kapasitas yang baru mencapai 6.696,1 MW. Hal ini menunjukkan peluang besar untuk pengembangan di masa depan. Potensi tenaga air tersebar di berbagai wilayah Indonesia, dengan konsentrasi utama di Aceh, Kalimantan Utara, Sumatera Barat, Sumatera Utara, dan Papua. Di wilayah-wilayah ini, terdapat banyak sungai dan aliran air yang memiliki potensi untuk diubah menjadi energi listrik yang bersih dan berkelanjutan.

Potensi **energi angin** di Indonesia tak kalah luar biasa, khususnya di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil. Kecepatan angin di beberapa daerah, seperti Sulawesi dan Nusa Tenggara, cukup tinggi untuk mendukung pengembangan turbin angin. Dilansir dari Outlook Energi Indonesia 2022 yang dirilis Dewan Energi Nasional (DEN), Indonesia memiliki potensi energi angin atau bayu mencapai 154,9 gigawatt (GW)<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/02/23/pembangkit-listrik-ebt-indonesia-didominasi-tenaga-air-sampai-2022> diakses pada 22 April 2024 pukul 19:02 WIB

<sup>19</sup> <https://www.antaranews.com/berita/3724749/kementerian-esdm-potensi-ebt-indonesiadiproyeksi-3687gigawatt> diakses pada 22 April 2024 pukul 19:07 WIB

<sup>20</sup> Potensi Energi Angin di Indonesia, Tersebar Luas di Berbagai Wilayah Halaman all - Kompas.com diakses pada 22 April 2024 pukul 19:11 WIB

Indonesia juga dikenal dengan potensi **panas bumi** yang besar karena letaknya yang berada di sekitar *ring of fire*, sehingga diperkirakan memiliki sekitar 40% dari cadangan panas bumi global. Menurut informasi yang dirilis oleh Badan Geologi-Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) pada bulan Desember 2020, potensi total energi panas bumi di Indonesia diperkirakan mencapai 23,7 GW<sup>21</sup>.

Selanjutnya, potensi **energi biomassa** di Indonesia juga melimpah. Limbah pertanian, limbah kayu, dan sampah organik dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi biomassa dalam bentuk biofuel, biogas, dan biomassa padat. Pengembangan energi biomassa dapat menjadi solusi yang berkelanjutan untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan dari limbah organik serta menyediakan sumber energi yang bersih dan terbarukan. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) memperkirakan potensinya bisa setara dengan 56,97 GW listrik<sup>22</sup>.

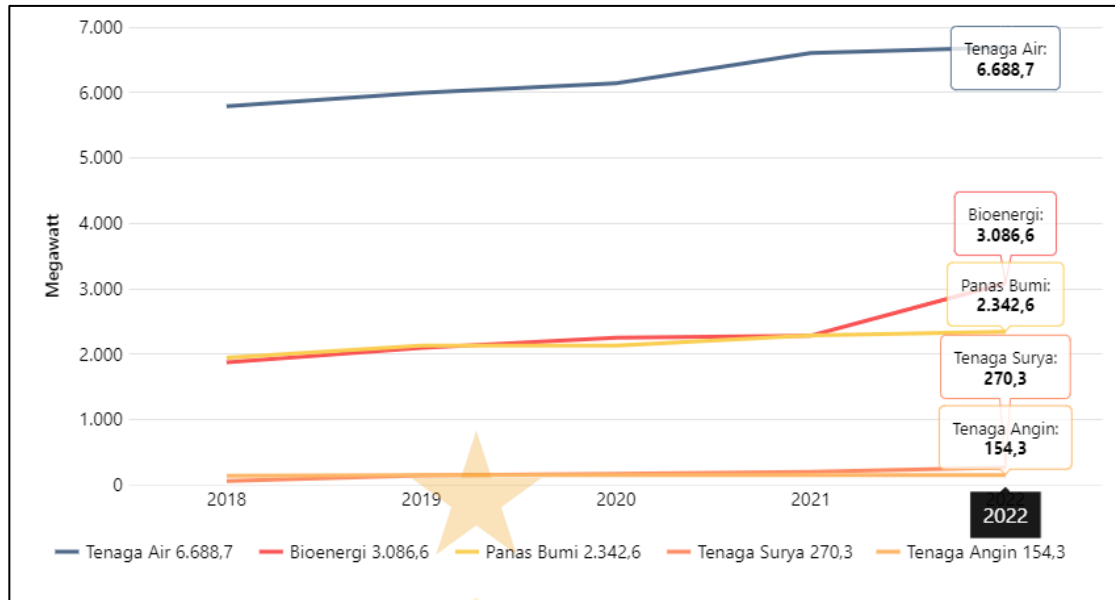
Meskipun Indonesia memiliki banyak sumber energi terbarukan, *International Renewable Energy Regency* (IRENA) menyatakan bahwa kapasitas energi terbarukan terpasang di Indonesia masih jauh di bawah 1 persen dari potensinya. Pernyataan ini didukung dengan data Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik EBT Indonesia Berdasarkan Sumber Energinya sepanjang tahun 2018-2022 yang diterbitkan oleh Kementerian ESDM (Lihat Gambar 1 dan Tabel 1).

Tabel 1. Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik EBT Indonesia Berdasarkan Sumber Energinya sepanjang tahun 2018-2022 (dalam MegaWatt)  
Sumber: Databoks Katadata, 2023

No.	Nama Data	Tenaga Air	Bioenergi	Panas Bumi	Tenaga Surya	Tenaga Angin
1	2018	5.791,4	1.874,8	1.948,3	65,2	143,5
2	2019	5.995,7	2.098,3	2.130,7	150,6	154,3
3	2020	6.140,6	2.253,2	2.130,7	172,9	154,3
4	2021	6.601,8	2.284	2.286,1	204,7	154,3
5	2022	6.688,7	3.086,6	2.342,6	270,3	154,3

<sup>21</sup> <https://ebtke.esdm.go.id/lintas/id/investasi-ebtke/sektor-panas-bumi/potensi> diakses pada 22 April 2024 pukul 19:15 WIB

<sup>22</sup> Ibid.



Gambar 1. Grafik Kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik EBT Indonesia Berdasarkan Sumber Energinya tahun 2018-2022  
Sumber: Databoks Katadata, 2023

Potensi pemanfaatan EBT di Indonesia dapat menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK) sektor energi. Pemerintah Indonesia melalui Kementerian ESDM, sejak tahun 2017 telah memiliki target untuk penurunan GRK sektor energi, di mana target tersebut sampai tahun 2024 selalu mengalami peningkatan. Selain target, Kementerian ESDM juga melakukan evaluasi keberhasilan dalam penurunan GRK tersebut, yaitu melalui realisasi penurunan GRK dari target yang telah ditetapkan. Dua tahun pertama yaitu 2017 dan 2018, realisasi penurunan GRK berada dibawah target yang telah ditetapkan, namun demikian mulai tahun 2019 sampai 2023, realisasi penurunan GRK menunjukkan peningkatan yang signifikan yaitu melampaui nilai target yang telah ditetapkan. Untuk tahun 2024 masih belum ada data realisasi penurunan GRK sektor energi (lihat Gambar 2).



Gambar 2. Progress Realisasi Penurunan Emisi GRK Sektor Energi Indonesia  
Sumber: Paparan Direktur Konservasi Energi KemenESDM 26 Februari 2024

#### b. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia

Potensi sumber kekayaan alam Indonesia terutama sinar matahari sangat melimpah, sehingga Indonesia memiliki kesempatan besar untuk menjadi pemimpin dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) sebagai sumber energi terbarukan yang bersih dan berkelanjutan. Potensi PLTS di Indonesia telah diestimasi mencapai 20,8-GigaWatt peak (GWp) oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)<sup>23</sup>, sebuah angka yang menggugah potensi besar negara ini untuk menghasilkan energi terbarukan melalui sumber yang tak pernah habis.

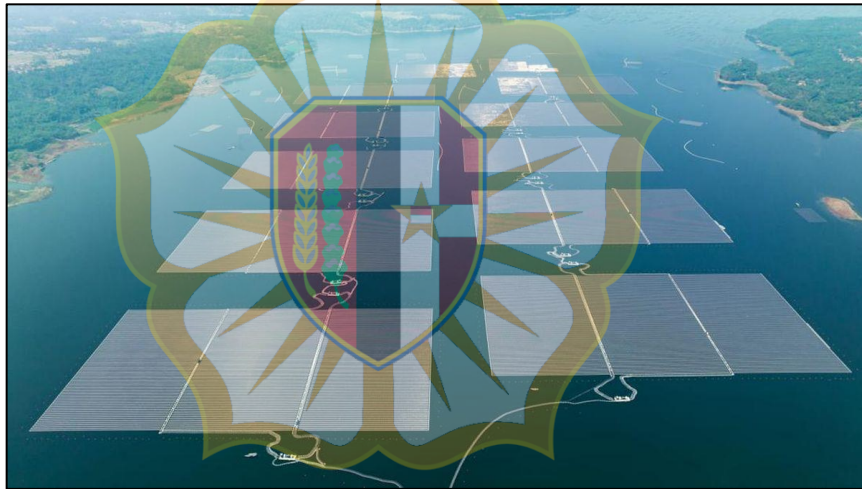
Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmennya untuk mempercepat penggunaan energi terbarukan melalui berbagai kebijakan progresif. Salah satunya adalah target ambisius bauran energi terbarukan sebesar 23 persen pada tahun 2030, sebagaimana tercantum dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) 2021-2030<sup>24</sup>. Langkah ini didukung dengan insentif fiskal dan non-fiskal, serta penyederhanaan regulasi perizinan guna mempercepat pengembangan infrastruktur PLTS. Bukti nyata kemajuan Indonesia dalam energi terbarukan dapat

<sup>23</sup> <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia> diakses pada 22 April 2024 pukul 19:21 WIB

<sup>24</sup> <https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-rencana-umum-energi-nasional-ruen-1.pdf> diakses pada 22 April 2024 pukul 19:28 WIB



dilihat dari beroperasinya beberapa PLTS besar, seperti PLTS Cirata (150 MWp) di Jawa Barat yang menggunakan teknologi panel surya terapung inovatif (lihat Gambar 3) dan PLTS Badak Island (100 MWp) di Kalimantan Timur yang memanfaatkan panel surya konvensional di darat (lihat Gambar 4). Beroperasi dengan kapasitas signifikan, kedua PLTS ini menghasilkan energi bersih yang berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca dan polusi udara, sekaligus menciptakan lapangan pekerjaan dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal. Kehadiran PLTS Cirata dan PLTS Badak Island ini menjadi bukti komitmen Indonesia dalam meningkatkan bauran energi terbarukan dan mencapai target transisi energi, sejalan dengan pembangunan proyek PLTS lainnya di berbagai wilayah.



Gambar 3. PLTS Terapung Cirata, Jawa Barat



Gambar 4. PLTS *Ground Mounted* Badak Island, Kalimantan Timur

Di Indonesia, Perusahaan Swasta telah banyak yang berkontribusi dalam mengembangkan panel surya seperti yang terpasang di beberapa lokasi di pulau Bali yaitu di Mall Bali Galeria dengan kapasitas 1.5 MWp yang memproduksi listrik rata-rata per tahun sebesar 2.13 GWh, dan penurunan emisi karbon pada tahun pertama sebesar 1.682 tonnes (lihat Gambar 5). Tidak hanya terdapat di Mall Bali Galeria sebagai PLTS Atap, lokasi lainnya antara lain di Jalan Toll Bali Mandara dengan kapasitas 401.76 kWp, PLTS apung di Muara Nusa Dua dengan kapasitas 100.32 kWp, dan Waterboom Bali dengan kapasitas 156 kWp. Proyek panel surya untuk PLTS ini dikembangkan oleh PT Solarion Energi Utama<sup>25</sup>.



Gambar 5. PLTS Mall Bali Galeria, Bali

Selain itu, terdapat pula PT Awina Rikudenko Solar Engineering Indonesia sebagai Perusahaan *joint venture* antara Indonesia dan Jepang yang telah berhasil membangun dan mengembangkan konstruksi 567 PLTS di Jepang selama kurun waktu 2012 – 2022. Perusahaan swasta ini juga telah melaksanakan penelitian dengan melibatkan pihak universitas yaitu Universitas Udayana Bali dalam kegiatan diskusi dan peninjauan lapangan<sup>26</sup>.

Disamping peluang dan keuntungan dalam pengembangan PLTS, tantangan yang dihadapi dalam mengembangkan PLTS di Indonesia

<sup>25</sup> Solarion. (2023). *Solarion Company Profile*. Jakarta: PT Solarion Energi Alam

<sup>26</sup> ARISE. (2023). *PT Awina Rikudenko Solar Engineering Indonesia Company Profile*. Jakarta: PT ARISE



tidak bisa dianggap remeh. Salah satunya adalah harga panel surya yang masih relatif tinggi, yang mempengaruhi ketersediaan PLTS bagi konsumen dengan anggaran terbatas. Selain itu, keterbatasan infrastruktur seperti jaringan transmisi yang belum memadai, juga menjadi kendala dalam mengoptimalkan penggunaan energi surya. Tidak kalah pentingnya, kurangnya pengetahuan dan pemahaman masyarakat tentang potensi dan manfaat PLTS juga perlu diatasi untuk memperluas adopsi teknologi ini.

Namun demikian, prospek PLTS di Indonesia tetap sangat cerah. Meningkatnya kesadaran masyarakat akan pentingnya energi terbarukan, didukung dengan kemudahan pemasangan PLTS Atap yang semakin terjangkau dan praktis, serta tren penurunan harga panel surya yang terus berlanjut, semuanya merupakan faktor pendorong yang kuat bagi perkembangan PLTS di masa depan.

## 10. Kerangka Teoretis

### a. Teori Evaluasi Kebijakan

William Dunn menyebutkan kriteria evaluasi kebijakan dengan pernyataan “enam kriteria evaluasi yaitu efektivitas, efisiensi, kecukupan, pemerataan, responsivitas, dan ketepatan. Efektivitas dalam hal ini erat kaitannya dengan pencapaian hasil yang disesuaikan pada tujuan kebijakan. Untuk efisiensi berkaitan dengan banyaknya usaha yang dibutuhkan guna pencapaian tujuan suatu kebijakan. Ketercukupan berkaitan dengan sejauh mana hasil dari kebijakan tersebut dapat memberikan kepuasan terhadap keberhasilan. Pemerataan (ekuitas) berkaitan dengan distribusi sebab akibat dari kebijakan kepada berbagai kelompok masyarakat. Responsivitas berkaitan dengan sejauh mana kebijakan tersebut mendapat respon dari masyarakat. Sedangkan ketepatan suatu kebijakan mengacu pada nilai tujuan pada program dan kekuatan asumsi sebagai dasar tujuan tersebut. Keenam kriteria tersebut sebagai tolok ukur dalam menentukan keberhasilan dan kegagalan implementasi kebijakan terhadap tujuan kebijakan yang telah ditetapkan sebelumnya” (Dunn., 2012).

**b. Teori Pengembangan SDM**

Chris Rowley dan Keith Jackson (2012) menyatakan bahwa pengembangan SDM merupakan suatu proses guna pengembangan keterampilan, pengetahuan, dan kemampuan pegawai, serta kompetensi dengan kegiatan pelatihan dan pengembangan (litbang), manajemen kepemimpinan, pembelajaran dalam organisasi, dan kemampuan guna meningkatkan kinerja SDM (Jackson, 2012). Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pengembangan sumber daya manusia dapat dikategorikan menjadi dua faktor yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal dalam hal ini adalah “seluruh kehidupan yang dapat dikendalikan oleh organisasi, antara lain misi dan tujuan organisasi, strategi guna pencapaian tujuan, jenis dan sifat pekerjaan, serta teknologi yang dipergunakan”. Sedangkan faktor eksternal diantaranya “kebijakan pemerintah, kondisi sosial budaya masyarakat, dan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek)” (Notoatmodjo, 1998).

**c. Teori Optimalisasi**

Teori Optimalisasi dikemukakan oleh Rao (2009) yang menyatakan optimalisasi merupakan suatu proses untuk memperoleh kondisi yang akan menghasilkan nilai maksimum maupun minimum suatu aktivitas (Rao, 2009). Winardi (1996) berpendapat bahwa optimalisasi merupakan suatu ukuran tercapainya target melalui usaha, proses, dan kegiatan dengan menggunakan berbagai sumber yang ada guna mendapatkan hasil yang terbaik, yang lebih menguntungkan dan diinginkan dalam batasan dan kondisi tertentu. Dengan adanya optimalisasi maka didapatkan berbagai manfaat yaitu mampu mengidentifikasi tujuan, mengatasi kendala dan hambatan yang terjadi, memecahkan permasalahan dengan metode yang lebih cepat dan tepat, serta pengambilan suatu keputusan dengan lebih tepat dan akurat (Winardi, 1996).

**d. Konsep Kemandirian Energi**

Konsep kemandirian energi mengacu pada segala bentuk usaha dalam pengembangan sumber daya energi yang dapat memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang dalam memenuhi kebutuhannya. Meliputi pemanfaatan energi terbarukan seperti energi panas bumi, air, angin, dan surya, serta upaya untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi yang tidak terbarukan. Konsep tersebut juga melibatkan aspek teknologi, keberlanjutan, dan aksesibilitas energi (Sukandarrumidi et.al., 2022).

**e. Teori Konsumen**

Teori Konsumen dikemukakan oleh William Stanley Jevons (1871) sebagai bagian integral dari teori ekonomi marginal yang dikembangkan pada abad ke-19. Dalam bukunya yang berjudul "*The Theory of Political Economy*" yang diterbitkan pada tahun 1871, Jevons memperkenalkan konsep utilitas marginal sebagai dasar dari teori konsumen<sup>27</sup>. Inti dari Teori Konsumen Jevons antara lain utilitas di mana menurut Jevons, setiap unit tambahan dari barang yang dikonsumsi akan memberikan tambahan utilitas atau kepuasan, yang disebut sebagai utilitas marginal. Konsumen mencapai keseimbangan ketika mereka mendistribusikan pendapatan mereka sedemikian rupa sehingga utilitas marginal dari setiap barang yang dibeli per unit harga adalah sama untuk semua barang.

**f. Analisis PESTLE**

Analisis PESTLE (*Politic, Economic, Social, Technology, Legal dan Environment*) adalah kerangka analisis yang digunakan untuk memahami faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi suatu bisnis, industri, atau negara<sup>28</sup>. Dalam analisis PESTLE, enam dimensi tersebut

---

<sup>27</sup> Jevons, W. S. (1871). *The Theory of Political Economy*. Macmillan and Co.

<sup>28</sup> What is pest analysis. *The economic Times*, URL. *What is Pest Analysis? Definition of Pest Analysis, Pest Analysis Meaning* - The Economic Times (indiatimes.com). Diakses tanggal 10 Februari 2024 pukul 20:03 WIB

digunakan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor yang dapat memiliki dampak baik ataupun buruk terhadap kinerja dan strategi organisasi. Berikut ini penjelasan rinci tentang setiap dimensi analisis PESTLE:

- 1) Politik. Faktor politik mencakup elemen-elemen yang terkait dengan kebijakan pemerintah, stabilitas politik, dan hukum yang berlaku dalam suatu negara atau wilayah. Analisis politik melibatkan pemahaman tentang kebijakan pajak, regulasi industri, hubungan perdagangan dengan negara lain, kebijakan lingkungan, dan pengaruh keputusan politik terhadap stabilitas ekonomi.
- 2) Ekonomi. Faktor ekonomi menyoroti kondisi perekonomian suatu negara atau wilayah, seperti tingkat pertumbuhan ekonomi, inflasi, suku bunga, dan tingkat pengangguran. Analisis ekonomi membantu organisasi memahami kondisi pasar, daya beli konsumen, dan peluang serta ancaman bisnis yang mungkin muncul akibat perubahan ekonomi.
- 3) Sosial. Faktor sosial mencakup aspek-aspek sosial dan budaya dalam masyarakat, termasuk demografi, gaya hidup, nilai-nilai, dan preferensi konsumen. Analisis sosial membantu organisasi untuk menyesuaikan produk, layanan, dan strategi pemasaran agar sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan pasar.
- 4) Teknologi. Faktor teknologi melibatkan kemajuan dan inovasi dalam teknologi yang dapat mempengaruhi industri atau bisnis. Hal ini mencakup perkembangan teknologi, tingkat adopsi teknologi oleh masyarakat, dan dampaknya terhadap proses produksi, efisiensi, serta peluang peningkatan kinerja bisnis.
- 5) Lingkungan. Faktor lingkungan mencakup pertimbangan tentang dampak lingkungan dan isu-isu keberlanjutan yang dapat mempengaruhi bisnis. Analisis lingkungan berfokus pada kepedulian terhadap perubahan iklim, penggunaan sumber daya alam, dan tuntutan regulasi terkait keberlanjutan.
- 6) Hukum/Legal. Faktor hukum mencakup aspek hukum dan peraturan yang mengatur industri atau bisnis. Hal ini mencakup

peraturan ketenagakerjaan, perlindungan konsumen, hak kekayaan intelektual, serta ketentuan perdagangan dan persaingan.

Tujuan dari analisis PESTLE adalah untuk membantu organisasi atau bisnis memahami lingkungan eksternalnya secara komprehensif. Dengan pemahaman yang baik tentang faktor-faktor eksternal ini, organisasi dapat merumuskan strategi yang lebih adaptif dan efektif, serta mengidentifikasi peluang baru atau menghadapi tantangan yang mungkin timbul dalam mengoperasikan bisnis.

## 11. Lingkungan Strategis

### a. Global

Implementasi PLTS di Indonesia meskipun memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tidak terlepas dari tantangan global yang dapat menjadi ancaman bagi keberhasilannya. Salah satu dampak global adalah ketergantungan pada impor teknologi. Sebagian besar panel surya dan komponen utama lainnya masih diproduksi di luar negeri, terutama di China<sup>29</sup>. Ketergantungan ini menciptakan risiko terhadap stabilitas pasokan dan harga, terutama dalam situasi geopolitik yang tidak menentu atau adanya gangguan rantai pasokan global. Selain itu, adanya persaingan global dalam mendapatkan bahan baku yang digunakan dalam pembuatan panel surya, seperti silikon dan logam tanah jarang, dapat mengakibatkan peningkatan biaya dan keterbatasan akses bagi Indonesia. Ini bisa menghambat upaya percepatan implementasi PLTS di dalam negeri.

Tantangan lainnya adalah standar dan regulasi internasional terkait energi bersih yang semakin ketat. Jika Indonesia tidak dapat memenuhi standar global ini, misalnya dalam hal efisiensi atau dampak lingkungan dari produksi dan pembuangan panel surya, ada risiko bahwa produk energi surya Indonesia tidak akan diterima di pasar global, atau Indonesia dapat menghadapi sanksi lingkungan. Di sisi lain, perubahan iklim global yang

---

<sup>29</sup> <https://www.cnbcindonesia.com/news/20230711152249-4-453289/bangun-industri-panel-surya-ri-gaet-china-ini-kata-esdm> Diakses tanggal 14 Agustus 2024 pukul 14:24 WIB

semakin intensif dapat mempengaruhi kinerja PLTS, terutama dalam hal variabilitas iklim yang dapat mengurangi efisiensi penyerapan sinar matahari.

Beberapa negara di dunia telah berhasil membangun dan mengembangkan PLTS yang dapat dijadikan contoh bagi Indonesia diantaranya:

- a. China yang merupakan pemimpin global dalam produksi listrik tenaga surya. Pada tahun 2023, China menghasilkan lebih dari 580 TWh listrik dari tenaga surya, lebih banyak dari gabungan lima negara teratas berikutnya. Pertumbuhan ini didorong oleh investasi besar-besaran dan dukungan kebijakan yang kuat dari pemerintah<sup>30</sup>.
- b. Amerika Serikat yang menempati posisi kedua dengan produksi 238 TWh listrik tenaga surya pada tahun 2023. Negara ini telah melihat pertumbuhan yang signifikan dalam instalasi surya, baik pada skala perumahan maupun komersial, didukung oleh insentif pemerintah dan penurunan biaya teknologi.
- c. India berada di posisi ketiga dengan produksi 113 TWh listrik tenaga surya. India telah melampaui Jepang dalam produksi tenaga surya, dengan peningkatan lebih dari tiga kali lipat sejak 2018. Meskipun masih bergantung pada batu bara, India terus meningkatkan kapasitas energinya dari sumber surya.

Negara-negara tersebut menunjukkan bahwa keberhasilan dalam pengembangan energi surya memerlukan kombinasi dari kebijakan yang mendukung, investasi yang signifikan, dan partisipasi aktif dari sektor swasta. Pengembangan PLTS di negara-negara tersebut telah memberikan dampak sosial dan lingkungan yang positif, termasuk pengurangan emisi karbon, peningkatan akses listrik di daerah terpencil, dan penciptaan lapangan kerja baru dalam sektor energi terbarukan. Selain itu, pengurangan ketergantungan pada bahan bakar fosil membantu meningkatkan kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Indonesia dapat mengambil pelajaran dari negara-negara tersebut untuk mempercepat transisi energi bersihnya dan memanfaatkan potensi energi surya yang melimpah. Dukungan kebijakan

---

<sup>30</sup> <https://www.canarymedia.com/articles/solar/chart-which-10-countries-generated-the-most-solar-power-in-2023> diakses 20 Juli 2024 pukul 19:07 WIB



yang kuat, investasi dalam infrastruktur, dan peningkatan kesadaran masyarakat akan manfaat energi terbarukan adalah faktor utama dalam mencapai tujuan tersebut.

#### **b. Regional**

Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di tingkat regional menunjukkan variasi yang dipengaruhi oleh kondisi geografis, kebijakan pemerintah, kemampuan teknologi, dan faktor ekonomi. Khususnya di Kawasan regional Indo-Pasifik, banyak negara di kawasan Indo-Pasifik telah menunjukkan komitmen kuat terhadap energi terbarukan melalui berbagai forum dan perjanjian regional. Inisiatif seperti *ASEAN Plan of Action for Energy Cooperation* (APAEC) dan kerjasama dalam kerangka *Indo-Pacific Economic Framework* (IPEF) dapat mendorong pengembangan PLTS di Indonesia melalui kolaborasi teknologi, pembiayaan, dan kebijakan.

Di sisi lain, persaingan geopolitik di kawasan Indo-Pasifik, terutama antara negara-negara besar seperti Amerika Serikat (AS) dan China, dapat mempengaruhi investasi dan kebijakan energi. Apabila persaingan tersebut mendorong negara-negara untuk memperkuat keamanan energi dan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil impor, maka PLTS dapat menjadi salah satu solusi yang diutamakan. Selain itu, bantuan dan investasi dari negara-negara besar dapat meningkatkan kapasitas PLTS di Indonesia.

Kerjasama ekonomi dan transfer teknologi dengan negara-negara maju di kawasan Indo-Pasifik, seperti Jepang, Korea Selatan, dan Australia, serta negara-negara yang telah berhasil melakukan diversifikasi energi dapat membantu Indonesia dalam pengembangan PLTS. Negara-negara tersebut memiliki teknologi maju dalam bidang energi surya dan dapat menjadi mitra penting dalam proyek-proyek PLTS, baik melalui investasi langsung maupun kemitraan teknologi.

Perkembangan kebijakan lingkungan di kawasan Indo-Pasifik, yang sering dipicu oleh ancaman perubahan iklim, mendorong negara-negara untuk beralih ke energi bersih. Kesepakatan regional untuk mengurangi emisi karbon dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan dapat menciptakan

dorongan bagi Indonesia untuk mengembangkan PLTS sebagai bagian dari upaya kolektif untuk mengatasi perubahan iklim.

### c. Nasional

Pada dimensi lingkungan nasional, gatra yang terkait erat dengan penulisan Taskap ini antara lain sebagai berikut:

- 1) **Gatra Geografi.** Dengan kondisi geografis di Indonesia sebagai negara kepulauan di mana permukaan alam Indonesia tersebut terdiri dari daratan dan perairan dengan perbandingannya sekitar 4:1<sup>31</sup>, maka faktor geografis menjadi peluang sekaligus tantangan dalam optimalisasi pengembangan PLTS di Indonesia. Indonesia terletak di garis khatulistiwa, yang memberikan keunggulan dalam hal penerimaan sinar matahari sepanjang tahun. Iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi dan banyaknya hari cerah memberikan peluang besar untuk memanfaatkan energi surya secara optimal. Berbagai daerah di Indonesia memiliki intensitas sinar matahari yang berbeda-beda di mana hal ini berpengaruh terhadap efisiensi pemanfaatan PLTS, selain itu tantangan lainnya adalah musim hujan yang intens sehingga dapat mengurangi efisiensi panel surya untuk sementara waktu. Ketersediaan lahan yang cukup luas di beberapa wilayah, terutama di daerah terpencil dan pulau-pulau kecil, mendukung pembangunan PLTS untuk skala besar. Di sisi lain, ketersediaan lahan di perkotaan yang padat menjadi tantangan tersendiri, sehingga diperlukan solusi PLTS atap (*rooftop solar*) untuk mengoptimalkan kondisi lahan yang terbatas.
- 2) **Gatra Demografi.** Indonesia mengalami Bonus Demografi sejak tahun 2012 sampai 2035 di mana periode puncaknya terjadi pada rentang tahun 2020 sampai 2030. Peningkatan jumlah usia produktif dalam bonus demografi merupakan peluang yang akan memberikan keuntungan dalam membangun dan mengembangkan PLTS, akan tetapi bonus demografi juga memberikan kendala

---

<sup>31</sup> <https://www.gramedia.com/literasi/keadaan-geografis-indonesia/> Diunduh tanggal 25 Mei 2024 pukul 15:58 WIB



apabila terjadi ketidakmampuan dalam memanfaatkan bonus demografi, karena lemahnya pengelolaan SDM akan menurunkan kemampuan daya saing bangsa. Di sisi lain, perkembangan inovasi teknologi khususnya yang berkaitan dengan otomasi, dapat mengancam bonus demografi dan kesempatan kerja di Indonesia. Distribusi penduduk yang tidak merata di Indonesia, dengan banyaknya penduduk yang tinggal di daerah terpencil dan pulau-pulau kecil, memerlukan solusi energi yang dapat menjangkau wilayah-wilayah tersebut. PLTS dapat menjadi solusi untuk menyediakan listrik di daerah-daerah yang tidak terjangkau oleh jaringan listrik PLN.

- 3) **Gatra Sumber Kekayaan Alam (SKA).** Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber kekayaan alam yang melimpah<sup>32</sup>. Ketersediaan berbagai potensi kekayaan alam yang melimpah di Indonesia tersebut menjadi peluang sekaligus kendala apabila terjadi kesalahan dalam pengelolaannya. Peluang melimpahnya SKA dapat dimanfaatkan sekaligus dikelola dalam membangun semua sektor kehidupan nasional, terutama sektor energi melalui sehingga mampu mewujudkan kemandirian energi nasional. Untuk menjadi negara yang maju dan berkelanjutan, Indonesia perlu fokus pada inovasi teknologi yang spesifik terhadap SKA dan ekosistemnya. Inovasi teknologi dapat digunakan untuk mengelola dan melestarikan SKA yang ada sehingga dapat berkontribusi terhadap pengembangan PLTS. Di beberapa wilayah, keberadaan sumber daya alam lain seperti batubara dan gas alam yang melimpah dapat mempengaruhi prioritas pembangunan energi terbarukan seperti PLTS. Namun, seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya energi bersih, PLTS tetap menjadi pilihan yang menarik untuk diversifikasi sumber energi.
- 4) **Gatra Ideologi.** Ideologi Pancasila terutama sila kelima tentang keadilan sosial bagi seluruh rakyat Indonesia, berkaitan erat

---

<sup>32</sup> <https://www.cnbcindonesia.com/market/20190626094429-17-80665/indonesia-kaya-sumber-daya-berkah-atau-musibah> Diunduh tanggal 25 Mei 2024 pukul 16:13 WIB

dengan optimalisasi pengembangan PLTS untuk mencapai kemandirian energi nasional. PLTS sebagai sumber energi terbarukan mendukung keadilan sosial dengan menyediakan akses energi merata dan ramah lingkungan, sesuai dengan nilai kemanusiaan Pancasila. Pengembangan PLTS juga membuka peluang pekerjaan baru dan pertumbuhan ekonomi lokal, mencerminkan cita-cita keadilan sosial bangsa Indonesia. Dengan demikian, pengembangan PLTS menjadi langkah strategis dalam menguatkan gatra ideologi Pancasila, karena dengan energi terbarukan, Indonesia dapat mencapai keadilan sosial dan kesejahteraan bagi seluruh rakyatnya. Pengaruh ideologi terhadap pengembangan PLTS di Indonesia mencakup berbagai aspek mulai dari kebijakan pemerintah hingga kesadaran publik. Dengan ideologi yang mendukung keberlanjutan dan energi bersih, Indonesia dapat mengoptimalkan potensi energi surya untuk memenuhi kebutuhan listrik nasional dan mengurangi dampak lingkungan.

- 5) **Gatra Politik.** Bidang politik yang berpengaruh terhadap optimalisasi pengembangan PLTS antara lain kebijakan pemerintah. Kebijakan dan regulasi yang dibuat oleh pemerintah sangat menentukan arah dan kecepatan pengembangan PLTS. Kebijakan yang mendukung energi terbarukan, seperti insentif pajak, subsidi, dan regulasi yang mempermudah izin pembangunan PLTS, dapat mempercepat pengembangan teknologi ini. Sebagai contoh, Peraturan Presiden RI nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang menetapkan target peningkatan penggunaan energi terbarukan. Keputusan politik terkait pengalokasian anggaran untuk proyek-proyek energi terbarukan juga sangat berpengaruh. Pengalokasian anggaran yang cukup untuk penelitian, pengembangan, dan pembangunan PLTS oleh Pemerintah dapat meningkatkan kapasitas produksi energi surya secara signifikan. Selanjutnya stabilitas politik di Indonesia yang dapat mempengaruhi iklim investasi. Investasi

dalam PLTS membutuhkan kepastian jangka panjang, sehingga lingkungan politik yang stabil dan aman dapat menarik lebih banyak investor domestik maupun asing untuk berinvestasi dalam proyek-proyek PLTS. Sistem desentralisasi di Indonesia telah memberikan kewenangan kepada pemerintah daerah untuk mengatur kebijakan energi di wilayahnya. Sehingga daerah otonom yang memiliki pemerintahan yang proaktif dan mendukung energi terbarukan dapat lebih cepat mengembangkan PLTS dibandingkan dengan daerah yang kurang mendukung.

- 6) **Gatra Ekonomi.** Salah satu faktor ekonomi yang paling utama mempengaruhi pengembangan PLTS adalah biaya investasi awal yang tinggi. Meskipun biaya teknologi panel surya telah menurun secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir, namun biaya pemasangan, infrastruktur pendukung, dan perawatan tetap menjadi tantangan. Dukungan finansial, insentif pemerintah, dan skema pembiayaan yang menarik dapat membantu mengatasi hambatan tersebut. Kemudian harga listrik dari sumber energi konvensional (seperti batubara dan gas) dibandingkan dengan harga listrik dari PLTS mempengaruhi adopsi energi surya. Apabila harga energi konvensional lebih murah, maka daya tarik PLTS menjadi lebih rendah. Kebijakan subsidi untuk energi terbarukan atau penghapusan subsidi bahan bakar fosil dapat membantu menyeimbangkan harga dan membuat PLTS lebih kompetitif. Di sisi lain permintaan pasar untuk energi bersih dan terbarukan mendorong pengembangan PLTS. Peningkatan kesadaran Masyarakat terhadap dampak lingkungan dari energi fosil dan meningkatnya permintaan konsumen untuk produk dan layanan ramah lingkungan mendorong pertumbuhan pasar untuk PLTS. Pengembangan PLTS juga dapat memberikan manfaat ekonomi lokal, seperti penciptaan lapangan kerja, peningkatan pendapatan daerah, dan pengurangan biaya listrik untuk masyarakat. Hal ini dapat mendorong dukungan dari pemerintah daerah dan komunitas lokal untuk proyek-proyek PLTS.

- 7) **Gatra Sosial Budaya.** Tingkat kesadaran dan penerimaan masyarakat terhadap energi terbarukan sangat mempengaruhi adopsi PLTS. Pendidikan dan sosialisasi mengenai manfaat energi surya dapat meningkatkan dukungan masyarakat terhadap proyek-proyek PLTS. Masyarakat yang sadar akan dampak negatif energi fosil cenderung lebih mendukung penggunaan energi surya. Kebiasaan masyarakat dalam mengkonsumsi energi juga berpengaruh, dan masyarakat yang terbiasa dengan energi fosil mungkin memerlukan waktu untuk beralih ke EBT. Partisipasi aktif komunitas dalam proyek, mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan dapat meningkatkan keberhasilan proyek Pembangunan PLTS. Program-program yang melibatkan masyarakat lokal dan memberikan manfaat langsung akan mendapatkan dukungan lebih besar, seperti pengurangan biaya listrik dan penciptaan lapangan kerja. Nilai-nilai budaya dan tradisi lokal juga mempengaruhi penerimaan terhadap teknologi baru seperti PLTS. Sehingga pendekatan yang sensitif terhadap budaya dan melibatkan tokoh masyarakat setempat dapat membantu mengatasi hambatan tersebut.
- 8) **Gatra Pertahanan dan Keamanan.** Pemanfaatan PLTS di Indonesia telah mulai diarahkan untuk mendukung aspek pertahanan dan keamanan nasional. Salah satu inisiatif utama adalah pengembangan PLTS di daerah-daerah terpencil dan perbatasan yang memiliki akses listrik terbatas. Implementasi PLTS di wilayah-wilayah tersebut tidak hanya meningkatkan ketersediaan energi, tetapi juga memperkuat keamanan nasional dengan memastikan bahwa fasilitas militer dan infrastruktur penting tetap beroperasi meskipun berada jauh dari pusat-pusat energi utama. Pemerintah juga memperhatikan potensi PLTS atap yang dapat diterapkan di fasilitas-fasilitas militer dan keamanan di seluruh negeri, yang diharapkan dapat meningkatkan keandalan sistem energi mereka serta mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang berisiko tinggi dalam situasi krisis.

### BAB III

## PEMBAHASAN

### 12. Umum

Berdasarkan data yang dikutip dari laporan IESR melalui kajian yang berjudul “*Beyond 443 GW Indonesia’s infinite renewables energy potentials*” khususnya potensi energi surya, Indonesia memiliki potensi energi surya sebesar 7.714,6 GW dalam skenario optimis dan 6.749,3 GW dalam skenario realistis<sup>33</sup>. Potensi ini mencakup luasnya wilayah Indonesia yang terkena paparan sinar matahari sepanjang tahun. Melihat pada potensi tersebut, sudah seharusnya pengembangan PLTS di Indonesia menjadi fokus utama dalam upaya untuk mempercepat transisi menuju energi bersih dan berkelanjutan. Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya perlindungan lingkungan dan mitigasi perubahan iklim, PLTS merupakan solusi yang menjanjikan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan dampak negatif lainnya dari pembakaran bahan bakar fosil.

Selain menjadi sumber energi yang ramah lingkungan, PLTS juga memiliki berbagai keunggulan lain. Salah satunya adalah keberlanjutan energinya. Matahari sebagai sumber energi tidak akan habis dalam waktu dekat, sehingga PLTS dapat menjadi solusi jangka panjang untuk kebutuhan energi Indonesia. Dalam konteks mitigasi perubahan iklim, penggunaan PLTS juga dapat membantu mengurangi dampak negatif dari pemanasan global. PLTS tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca saat menghasilkan listrik, sehingga dapat membantu mengurangi jumlah karbon dioksida dan gas lainnya yang dilepaskan ke atmosfer. Dengan demikian, pengembangan PLTS tidak hanya memberikan manfaat langsung dalam menyediakan energi bersih, tetapi juga membantu dalam upaya global untuk mengatasi perubahan iklim.

Pada bab ketiga ini akan dilakukan analisis setiap pokok-pokok bahasan dengan menggunakan teori, peraturan perundang-undangan, serta data dan fakta yang telah dijelaskan dalam bab sebelumnya. Pokok-pokok kajian yang dibahas adalah kondisi pemanfaatan dan pengembangan energi surya dalam

---

<sup>33</sup> <https://renewableenergy.id/potensi-energi-terbarukan-di-indonesia/> diakses pada 11 April 2024 pukul 21:20 WIB



bauran energi nasional saat ini, permasalahan yang dihadapi dalam pengembangan PLTS di Indonesia, dan langkah strategis yang dilakukan untuk mengoptimalkan pengembangan PLTS sehingga mampu mewujudkan kemandirian energi nasional.

### **13. Kondisi Pemanfaatan dan Pengembangan Energi Surya dalam Bauran Energi Nasional Saat Ini**

Energi terbarukan memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya global untuk mengatasi perubahan iklim. Dengan sumber energi seperti matahari (surya), angin, dan air, energi terbarukan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang merupakan kontributor utama emisi gas rumah kaca (GRK). Menurut *World Economic Forum*, konsumsi dan produksi energi bertanggung jawab terhadap dua pertiga dari emisi global, di mana 81% sistem energi global masih berbasis pada bahan bakar fosil, persentase tersebut masih sama seperti 30 tahun yang lalu. Transisi menuju energi terbarukan sangat diperlukan untuk mencapai tujuan pembatasan kenaikan suhu global di bawah 1,5 derajat Celcius sesuai dengan Perjanjian Paris (*Paris Agreement*)<sup>34</sup>.

Salah satu sumber energi yaitu Energi surya, telah menunjukkan pertumbuhan yang luar biasa dan menjadi semakin ekonomis. Dengan biaya yang terus menurun dan efisiensi yang meningkat, energi surya menawarkan solusi yang sangat efektif dan cepat untuk mengurangi emisi karbon. Sebagai teknologi energi yang tumbuh paling cepat dalam sejarah, energi surya diharapkan dapat menggantikan bahan bakar fosil sepenuhnya pada tahun 2050. Pertumbuhan kapasitas energi surya global yang mencapai 1 terawatt tahun lalu menunjukkan potensi besar dalam mitigasi perubahan iklim<sup>35</sup>.

Di Indonesia, energi surya memiliki potensi besar untuk dikembangkan mengingat posisi geografisnya yang strategis di garis khatulistiwa. Dengan rata-rata intensitas radiasi matahari mencapai 4,8 kWh/m<sup>2</sup>/hari, hampir seluruh wilayah Indonesia mendapatkan paparan sinar matahari yang melimpah

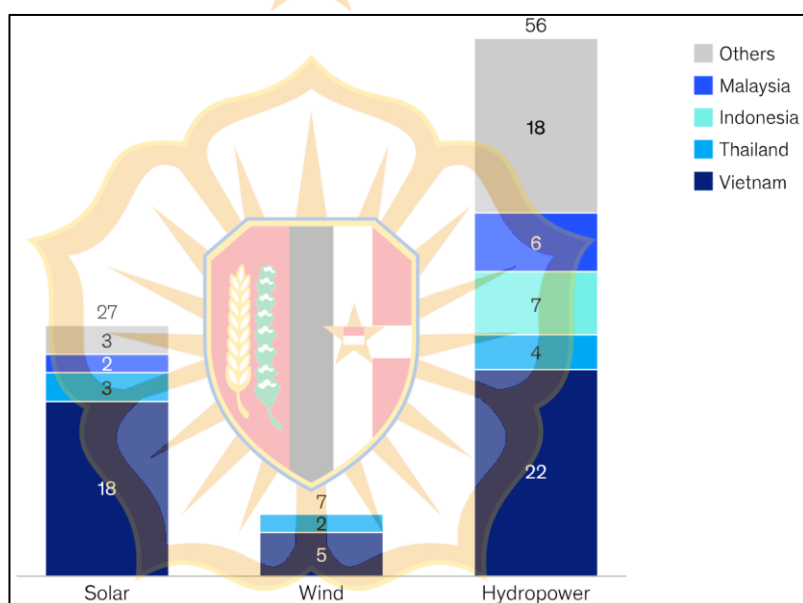
---

<sup>34</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2024/01/renewables-energy-transition-cooperation/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:23 WIB

<sup>35</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2023/05/4-charts-solar-energy-fight-climate-change/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:34 WIB



sepanjang tahun. Wilayah timur Indonesia, seperti Bali, Nusa Tenggara Timur (NTT) dan Nusa Tenggara Barat (NTB), memiliki intensitas radiasi matahari yang sangat tinggi, sehingga menjadikannya daerah potensial utama untuk pengembangan energi surya<sup>36</sup>. Di Kawasan Asia Tenggara, Indonesia, Thailand, dan Vietnam merupakan tiga negara yang memiliki ketersediaan sektor energi terbarukan yang terbesar, dengan kapasitas terpasang masing-masing sekitar 13 GW, 12 GW, dan 45 GW<sup>37</sup>. Energi surya dan angin di tiga negara tersebut menjadi metode pembangkit listrik dengan energi terbarukan yang terbesar, di mana masing-masing menyumbang sekitar 30 persen dan 7 hingga 8 persen terhadap kapasitas bauran energi terbarukan.



Gambar 6. Kapasitas Sumber Energi Terbarukan Negara Asia Tenggara Tahun 2022

Sumber: IRENA, 2023

Meskipun demikian, kontribusi energi surya dalam bauran energi nasional masih relatif kecil dibandingkan dengan sumber energi lain seperti batu bara dan gas. Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmennya untuk meningkatkan porsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional melalui berbagai kebijakan dan program. Target untuk mencapai 23% bauran energi terbarukan pada tahun 2025 mencakup peningkatan kapasitas PLTS di

<sup>36</sup> <https://www.mckinsey.com/id/our-insights/how-to-power-indonesias-solar-pv-growth-opportunities#/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:37 WIB

<sup>37</sup> International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Renewable Energy Statistics. IRENA July 2023

berbagai daerah. Namun, untuk mencapai target tersebut, diperlukan upaya yang lebih besar dalam hal investasi, teknologi, dan regulasi yang mendukung<sup>38</sup>.

Sampai akhir 2023, Indonesia telah memiliki beberapa instalasi PLTS skala besar seperti PLTS Terapung Cirata di Jawa Barat dengan kapasitas 145 MW. Proyek ini merupakan hasil kerjasama antara perusahaan lokal dan internasional, serta mendapatkan dukungan penuh dari pemerintah. Selain itu, terdapat banyak instalasi PLTS skala kecil dan menengah yang tersebar di berbagai daerah. Pengembangan infrastruktur tersebut menunjukkan komitmen pemerintah dalam meningkatkan kapasitas energi surya di Indonesia. Teknologi yang digunakan meliputi panel surya *fotovoltaik* (PV) dan sistem termal surya. Panel PV adalah teknologi yang paling umum digunakan karena kemampuannya untuk mengkonversi energi matahari langsung menjadi listrik dengan efisiensi yang terus meningkat dan biaya yang semakin rendah. Selain itu, inovasi dalam teknologi penyimpanan energi seperti baterai juga mulai diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan stabilitas pasokan energi<sup>39</sup>. Dari sisi regulasi, Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan berbagai kebijakan untuk mendukung pengembangan energi surya. Regulasi yang mempengaruhi investasi termasuk skema *feed-in-tariff* (FiT) dan kebijakan penggunaan sistem PLTS atap. Peraturan Menteri ESDM Nomor 49 Tahun 2018, yang mengatur penggunaan PLTS atap, bertujuan untuk mendorong rumah tangga dan industri memanfaatkan energi surya. Meskipun demikian, implementasi regulasi tersebut masih menghadapi tantangan seperti ketidakpastian kebijakan dan keterbatasan infrastruktur<sup>40</sup>.

Pengembangan energi surya di Indonesia menghadapi berbagai tantangan yang kompleks. Berikut adalah analisis beberapa kendala utama tersebut:

---

<sup>38</sup> <https://www.nhm.ac.uk/discover/renewable-energy.html> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:46 WIB

<sup>39</sup> <https://www.bloomberg.org/press/indonesian-solar-market-poised-for-unprecedented-growth-holds-key-to-decarbonizing-energy-sector/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:51 WIB

<sup>40</sup> <https://www.pv-magazine.com/2023/05/09/indonesias-race-to-net-zero/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:54 WIB

- a. Konsistensi dalam kebijakan pemerintah untuk keberhasilan pengembangan energi surya. Di Indonesia, meskipun ada kebijakan yang mendukung seperti Peraturan Menteri ESDM nomor 49 tahun 2018 tentang penggunaan PLTS atap, implementasinya seringkali terhambat oleh perubahan kebijakan yang tidak konsisten dan tidak adanya kepastian jangka Panjang. Pemerintah memegang tanggung jawab dalam pengelolaan energi nasional. Peran ini menentukan keberhasilan penyediaan energi yang aman, andal, dan ramah lingkungan bagi rakyat Indonesia. Adapun untuk mendorong pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan, pemerintah telah menerapkan arah kebijakan energi nasional yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah (PP) RI nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, bahwa "*Indonesia harus memaksimalkan penggunaan energi bersih terbarukan, meminimalkan penggunaan minyak bumi, mengoptimalkan pemanfaatan gas bumi dan energi baru, mengandalkan batubara sebagai andalan pasokan energi nasional dan memanfaatkan nuklir sebagai pilihan terakhir*". Kemudian untuk melaksanakan ketentuan Pasal 11 ayat (1) UU RI Nomor 30 Tahun 2007, pemerintah menyusun Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang termasuk didalamnya terkait pembangkit tenaga listrik yang berbahan bakar EBT salah satunya energi surya. Namun, jika dilihat dari perspektif **Teori Evaluasi Kebijakan** menurut William Dunn, kondisi saat ini masih membutuhkan ruang untuk optimalisasi. Pemanfaatan energi surya di Indonesia masih jauh dari target yang ditetapkan dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yaitu 23 persen bauran energi terbarukan pada 2025. Per Juni 2023, kapasitas terpasang PLTS di Indonesia mencapai sekitar 153 MW. Angka capaian tersebut relatif kecil dibandingkan dengan negara-negara lain, Indonesia memiliki potensi energi surya yang sangat besar karena letaknya yang berada di garis khatulistiwa dengan rata-rata radiasi matahari yang tinggi sepanjang tahun. Meskipun ada peningkatan dalam adopsi energi surya di berbagai sektor seperti perguruan tinggi, rumah tangga, industri, komersial, pertanian, dan sektor publik, pemanfaatannya masih belum memadai untuk memenuhi

kebutuhan energi nasional. Selain itu, Pengembangan energi surya masih terkonsentrasi di beberapa sektor dan wilayah tertentu. Ada kebutuhan untuk distribusi yang lebih merata agar semua kelompok masyarakat dapat merasakan manfaatnya. Kebijakan energi surya di Indonesia telah dirumuskan dengan tujuan yang jelas, namun implementasinya masih menghadapi banyak tantangan yang menghambat pencapaian tujuan tersebut. Porsi dari EBT sesuai amanat KEN memang menunjukkan tren yang meningkat. Akan tetapi pada poin lain, peran batubara juga masih menjadi andalan sebagai sumber energi primer. Dengan demikian, evaluasi kebijakan pemanfaatan dan pengembangan energi surya di Indonesia menunjukkan bahwa meskipun ada potensi besar, realisasi dan implementasi masih menghadapi banyak tantangan. Kebijakan perlu ditingkatkan dalam hal efektivitas, efisiensi, kecukupan, pemerataan, responsivitas, dan ketepatan untuk memastikan bahwa energi surya dapat berkontribusi secara signifikan dalam bauran energi nasional.

- b. Proses perizinan yang berbelit-belit sehingga memakan waktu yang lama dan memerlukan banyak dokumen administratif, yang pada gilirannya meningkatkan biaya proyek dan mengurangi minat investor. Penyederhanaan proses perizinan melalui kebijakan yang lebih efisien dan penggunaan teknologi digital untuk pengajuan dan pemrosesan izin dapat membantu mengatasi hambatan tersebut. Beberapa negara seperti Denmark telah berhasil menyederhanakan proses perizinan mereka, yang dapat menjadi contoh bagi Indonesia<sup>41</sup>.
- c. Investasi dalam sektor energi surya di Indonesia sering dianggap berisiko tinggi, terutama karena ketidakpastian kebijakan dan fluktuasi nilai tukar mata uang yang mempengaruhi biaya impor komponen surya. Risiko ini diperparah oleh kurangnya skema jaminan investasi dari pemerintah yang dapat melindungi investor dari kerugian finansial. Untuk mengurangi risiko ini, pemerintah dapat menyediakan insentif finansial, seperti jaminan pinjaman, subsidi, dan insentif pajak yang menarik bagi

---

<sup>41</sup> <https://www.wri.org/insights/countries-scaling-renewable-energy-fastest> diakses pada 20 Juli 2024 pukul 19:36 WIB

investor. Selain itu, menciptakan lingkungan regulasi yang stabil dan prediktif dapat meningkatkan kepercayaan investor.

- d. Indonesia masih kekurangan teknologi dan infrastruktur yang memadai untuk mendukung pengembangan energi surya. Sebagian besar komponen PLTS, seperti panel surya dan inverter, harus diimpor, yang meningkatkan biaya dan memperpanjang waktu pengiriman. Untuk mengatasinya, perlu ada upaya untuk mengembangkan industri manufaktur lokal yang dapat memproduksi komponen PLTS. Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi surya juga dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya produksi. Selain itu, peningkatan jaringan listrik yang ada dan pembangunan infrastruktur pendukung di daerah terpencil dapat membantu memperluas jangkauan energi surya.
- e. Biaya awal instalasi PLTS masih relatif tinggi di Indonesia, yang menjadi penghalang utama bagi adopsi yang lebih luas, terutama di kalangan masyarakat dan bisnis kecil. Meskipun biaya teknologi surya telah menurun secara global, biaya instalasi di Indonesia tetap tinggi karena ketergantungan pada impor komponen dan kurangnya skala ekonomi dalam produksi lokal.
- f. Tantangan lainnya adalah kurangnya tenaga kerja terampil yang dapat menginstalasi, mengoperasikan, dan memelihara sistem PLTS. Apabila ditinjau dari **Teori Pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM)**, Kesiapan dan kualitas SDM di Indonesia dalam pengembangan PLTS masih memerlukan peningkatan signifikan. Menurut *Institute for Essential Services Reform (IESR)*, salah satu tantangan utama dalam membangun ekosistem PLTS adalah kesiapan SDM yang berkualitas. Pelatihan dan edukasi energi terbarukan memainkan peran penting dalam membangun SDM yang mampu menginstalasi dan merawat sistem PLTS dengan baik. Beberapa universitas dan lembaga pendidikan telah mulai memasukkan kurikulum tentang energi terbarukan, namun implementasinya masih terbatas. Misalnya, Universitas Kristen Immanuel (UNKRIM) di Yogyakarta telah melakukan pemasangan panel surya dan menekankan pentingnya pelatihan untuk



memastikan keawetan sistem panel surya<sup>42</sup>. Beberapa inisiatif telah dilakukan untuk meningkatkan keterampilan SDM dalam bidang energi terbarukan. Misalnya, program "*solarpreneur*" yang bekerja sama dengan universitas untuk menyediakan pelatihan terkait PLTS atap kepada masyarakat. Program ini bertujuan untuk menciptakan lapangan pekerjaan baru dan memastikan pemasangan PLTS dapat dilayani dengan baik.

- g. Indonesia menghadapi tantangan alam seperti cuaca tropis yang lembap dan berawan, yang dapat mengurangi efisiensi panel surya. Selain itu, risiko bencana alam seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi juga menimbulkan ancaman dalam instalasi energi surya. Untuk mengatasi tantangan ini, teknologi dan desain sistem PLTS perlu disesuaikan dengan kondisi lokal. Penggunaan teknologi panel surya yang lebih tahan terhadap kondisi cuaca ekstrim dan strategi mitigasi risiko bencana alam seperti pemasangan yang tahan gempa, dapat membantu meningkatkan ketahanan dan efisiensi sistem PLTS di Indonesia.
- h. Kesadaran dan pemahaman masyarakat mengenai manfaat energi surya masih rendah di Indonesia. Banyak masyarakat yang masih lebih memilih sumber energi konvensional dan kurang percaya terhadap teknologi baru seperti PLTS. Edukasi dan kampanye kesadaran publik yang efektif dapat membantu mengubah persepsi ini. Selain itu, melibatkan komunitas lokal dalam proyek energi surya dan menunjukkan manfaat langsung, seperti penghematan biaya dan peningkatan kualitas hidup, dapat mendorong penggunaan PLTS yang lebih luas. Program-program demonstrasi dan proyek percontohan juga dapat membantu meningkatkan penerimaan masyarakat.
- i. Sebagai negara kepulauan, Indonesia menghadapi tantangan logistik yang signifikan dalam distribusi komponen PLTS ke daerah-daerah terpencil. Biaya transportasi yang tinggi dan infrastruktur yang terbatas dapat memperlambat proses instalasi dan meningkatkan biaya keseluruhan proyek. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan

---

<sup>42</sup> <https://iesr.or.id/kesiapan-sdm-berkualitas-dalam-menyongsong-orde-gigawatt-energi-surya>, diakses 18 Mei 2024 pukul 20:11 WIB



perencanaan logistik yang lebih efisien dan pengembangan infrastruktur transportasi yang memadai. Selain itu, perlu didirikan pusat-pusat distribusi regional yang dapat menyediakan komponen PLTS dengan lebih cepat dan murah untuk membantu mengurangi hambatan logistik.

Walaupun pemanfaatan dan pengembangan energi surya di Indonesia masih jauh dari target yang ditetapkan, perkembangan pemanfaatan energi surya di Indonesia telah menunjukkan tren positif di berbagai sektor dalam beberapa tahun terakhir, antara lain:

- a. Sektor Perguruan Tinggi. Pengembangan energi surya di perguruan tinggi di Indonesia menandai langkah maju dalam mendorong transisi energi dari sumber energi fosil yang terbatas dan merusak lingkungan menuju sumber energi terbarukan yang bersih dan berkelanjutan. Beberapa kampus telah mengadopsi penggunaan solar panel sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional dan mengambil langkah proaktif untuk mengurangi jejak karbon. Sebagai salah satu sektor yang memiliki potensi besar untuk berkontribusi pada pencapaian target ini, sektor komersial dan instansi, termasuk perguruan tinggi, diharapkan dapat memainkan peran penting dalam percepatan adopsi energi terbarukan<sup>43</sup>.
- b. Sektor Rumah Tangga. Tren positif Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di sektor rumah tangga di Indonesia telah mengalami peningkatan. Berdasarkan data, potensi penggunaan PLTS atap rumah tangga mencapai 655 GWp atau setara 930,7 terrawatt hour (TWh) listrik dalam setahun, yang dapat menyuplai hampir 4 kali lipat permintaan listrik Indonesia pada 2019 (245 TWh). Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan PLTS atap telah meningkat, dengan jumlah pelanggan yang berminat menggunakan energi surya di rumahnya mencapai sekitar 13 persen potensi pasar atau setara 166.000 – 184.000 rumah tangga<sup>44</sup>. Pengembangan PLTS atap juga telah mendapat dukungan pemerintah

---

<sup>43</sup> <https://www.mongabay.co.id/2024/02/04/geliat-perguruan-tinggi-kembangkan-energi-surya/> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:04 WIB

<sup>44</sup> <https://aesi.or.id/energi-surya-raja-listrik> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:10 WIB

dan asosiasi, seperti Asosiasi Pabrik Modul Surya Indonesia (APAMSI), yang telah menyediakan solusi pemasangan PLTS atap untuk konsumen ritel. Selain itu, pemerintah telah menetapkan pengembangan PLTS sebagai salah satu program prioritas, termasuk PLTS Atap, untuk meningkatkan penggunaan energi terbarukan dan mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil<sup>45</sup>.

- c. Sektor Industri. Industri merupakan salah satu sektor utama yang menggunakan energi dalam jumlah besar. Banyak industri telah beralih ke penggunaan PLTS sebagai bagian dari upaya untuk mengurangi biaya operasional dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan. PLTS membantu mengurangi ketergantungan industri pada listrik dari pembangkit listrik konvensional yang menggunakan bahan bakar fosil, sehingga membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Pemanfaatan PLTS pada sektor industri di Indonesia mengalami peningkatan, dengan potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya fosil dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Berdasarkan data Kementerian ESDM, pemanfaatan PLTS atap di sektor industri telah meningkat signifikan hingga 26 persen, dari jumlah pelanggan sebanyak 5.926 pada Juli 2022 menjadi 7.472 pelanggan pada Juli 2023<sup>46</sup>.
- d. Sektor Komersial. Semakin banyak gedung komersial seperti kantor, mal, hotel, dan pusat perbelanjaan beralih ke energi terbarukan dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Penggunaan PLTS di sektor komersial ini tidak hanya menguntungkan secara finansial dalam jangka panjang, tetapi juga membangun citra perusahaan yang ramah lingkungan. Hal ini menarik banyak pelanggan yang lebih memilih untuk berbelanja atau menggunakan layanan dari perusahaan yang peduli terhadap kelestarian lingkungan. Pemerintah juga telah mengeluarkan kebijakan melalui Peraturan Menteri ESDM nomor 49

---

<sup>45</sup><https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/10/17/2372/apamsi.tawarkan.solusi.pemasangan.plts.atap.konsumen.ritel> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:16 WIB

<sup>46</sup> <https://www.antaraneews.com/berita/3729765/permintaan-instalasi-plts-atap-untuk-sektor-industri-meningkat> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:20 WIB

tahun 2018 tentang penggunaan sistem PLTS atap oleh konsumen listrik. Berikut beberapa contoh mal, hotel, pusat perbelanjaan, dan perkantoran di Indonesia yang memanfaatkan PLTS atap:

- 1) Mal Gandaria City di Jakarta yang memasang sistem PLTS atap dengan kapasitas 544,45-kilowatt peak (kWp)<sup>47</sup>.
  - 2) Hotel Santika Premiere di Palembang yang menggunakan sistem PLTS atap berkapasitas 318,5 kWp dan telah beroperasi sejak November 2020<sup>48</sup>.
  - 3) Gedung perkantoran Menara Astra di Jakarta yang memasang sistem PLTS atap dengan kapasitas 36 kWp atau sekitar 44.967 kWh, setara dengan mengurangi 39.121 kg CO<sub>2</sub>e setahun<sup>49</sup>.
- e. Sektor Pertanian. Di sektor pertanian, penggunaan energi surya membantu meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan. Banyak petani telah menggunakan PLTS di lahan pribadi untuk menyediakan listrik bagi penggunaan mesin pertanian, irigasi, dan penyimpanan dingin untuk hasil panen. Contohnya, seperti penggunaan pompa air tenaga surya untuk meningkatkan irigasi sawah di daerah Wayan, Bali<sup>50</sup>. Dengan menggunakan energi surya, pompa air dapat mengalirkan air secara kontinyu ke sawah, meningkatkan produktivitas pertanian dan kesejahteraan petani setempat. Inisiatif ini merupakan bagian dari upaya pemerintah dalam memperluas akses energi terbarukan ke daerah pedesaan dan meningkatkan ketahanan pangan. Hal ini membantu meningkatkan efisiensi operasional pertanian dan mengurangi ketergantungan pada listrik dari jaringan utama.
- f. Sektor Publik. Pemerintah daerah dan lembaga-lembaga publik juga semakin mengadopsi energi surya dalam kegiatan pemerintahan. PLTS

---

<sup>47</sup> <https://www.antaranews.com/berita/3546525/esdm-mengapresiasi-gandaria-city-pasang-plts-atap-berkapasitas-544-kwp> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:25 WIB

<sup>48</sup> <https://mykg.id/kg-updates/info-unit/berkomitmen-go-green-hotel-santika-premiere-palembang-dialiri-listrik-melalui-panel-surya> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:28 WIB

<sup>49</sup> <https://astraproperty.co.id/news-article/detail/komitmen-astra-property-untuk-masa-depan-yang-lebih-hijau> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:33 WIB

<sup>50</sup> <https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/08/23/3232/pompa.air.tenaga.surya.hadir.irigasi.sawah.wayan.lancar.mengalir> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:37 WIB

digunakan untuk memberikan listrik pada fasilitas publik seperti sekolah, puskesmas, kantor pemerintah, dan pencahayaan jalan. Penggunaan energi surya di sektor publik membantu mengurangi pengeluaran operasional dan meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan dasar. Di Jakarta Barat sendiri, saat ini tercatat sudah 10 bangunan sekolah dan puskesmas menerapkan PLTS<sup>51</sup>.

#### 14. Permasalahan yang Dihadapi dalam Pengembangan PLTS di Indonesia

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan energi surya mengingat posisinya di garis khatulistiwa dengan paparan sinar matahari yang melimpah sepanjang tahun. Meskipun demikian, pengembangan PLTS di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan yang signifikan. Tantangan ini mencakup keterbatasan sumber daya manusia (SDM), keterbatasan infrastruktur dan teknologi, ketidakpastian kebijakan dan regulasi, serta kendala ekonomi dan sosial. Keterbatasan infrastruktur jaringan listrik dan teknologi penyimpanan energi, masih menjadi hambatan utama dalam memaksimalkan potensi energi surya di berbagai daerah. Selain itu, kebijakan yang sering berubah dan kurangnya insentif yang memadai juga mengurangi minat investasi dalam pengembangan PLTS. Dalam konteks sosial, penerimaan masyarakat terhadap teknologi baru ini masih memerlukan peningkatan kesadaran dan edukasi yang berkelanjutan. Beberapa permasalahan utama yang sering dihadapi dalam pengembangan PLTS di Indonesia dijelaskan dalam aspek-aspek yang terdapat pada faktor-faktor PESTLE sebagai berikut:

- a. Pada aspek Politik, salah satu hambatan yang terjadi adalah keterlambatan dalam implementasi kebijakan. Kebijakan yang mendukung pengembangan PLTS, seperti Perpres Nomor 112 Tahun 2022, merupakan langkah yang penting dalam mendorong pertumbuhan sektor energi terbarukan di Indonesia<sup>52</sup>. Namun, untuk mencapai

---

<sup>51</sup> <https://m.beritajakarta.id/read/118345/10-bangunan-sekolah-dan-puskesmas-di-jakbar-sudah-terapkan-plts> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:43 WIB

<sup>52</sup> Ibid.

dampak yang signifikan, kebijakan tersebut harus diimplementasikan secara efektif. Perpres ini telah dirancang sejak 2019 dan memiliki beberapa komponen utama yang penting untuk mempercepat pengembangan PLTS, terutama pada skala kecil. Salah satu aspek penting dari Perpres tersebut adalah penggunaan instrumen *feed-in-tariff* (FIT) untuk mendorong perkembangan energi terbarukan. FIT merupakan mekanisme di mana produsen energi terbarukan, seperti PLTS, dibayar dengan tarif tetap untuk setiap unit energi yang dihasilkan. Hal ini memberikan insentif yang jelas bagi pengembang PLTS untuk berinvestasi dan mengoperasikan pembangkit listrik. Namun, untuk kebijakan FIT ini dapat berjalan efektif, diperlukan mekanisme lelang yang jelas dan transparan. Proses lelang yang terbuka dan transparan akan memastikan bahwa semua pemangku kepentingan memiliki akses yang sama dan bahwa harga yang ditetapkan secara adil dan berdasarkan pada faktor-faktor yang relevan, seperti biaya produksi dan harga pasar. Selain itu, penting untuk memiliki jadwal pelelangan yang teratur dan terencana. Dengan jadwal yang jelas, para pengembang PLTS dapat melakukan perencanaan investasi dengan lebih baik dan meningkatkan kepastian bisnis. Hal ini juga akan membantu mendorong pertumbuhan pasar PLTS dengan menciptakan kesinambungan dalam penawaran proyek-proyek baru. Selain mekanisme lelang yang jelas, kebijakan ini juga harus memberikan kepastian regulasi dan kemudahan perizinan bagi para pengembang PLTS. Regulasi yang jelas dan stabil akan menciptakan lingkungan investasi yang kondusif dan mengurangi risiko bagi investor. Kemudahan perizinan juga akan mempercepat proses pengembangan proyek dan mengurangi biaya administrasi yang terkait dengan penerapan PLTS. Sehingga reformasi birokrasi untuk mempercepat proses perizinan dan menyederhanakan prosedur sangat diperlukan untuk mendukung pengembangan PLTS.

Berdasarkan analisis **Teori Evaluasi Kebijakan** oleh William Dunn (2012), di mana Dunn menyebutkan enam kriteria evaluasi kebijakan dalam pengembangan PLTS di Indonesia sebagai berikut:



- 1) Efektivitas yang mengacu pada sejauh mana kebijakan pemerintah berhasil mencapai tujuan yang telah ditetapkan, dalam hal ini peningkatan penggunaan energi terbarukan khususnya PLTS. Pemerintah Indonesia telah menetapkan target 23% energi terbarukan dalam bauran energi nasional pada 2025. Namun, pencapaian target ini masih jauh dari harapan. Efektivitas kebijakan ini dipengaruhi oleh implementasi yang belum optimal dan kurangnya dukungan konkret. Di sisi lain, kebijakan seperti *feed-in tariff* (FiT) yang bertujuan untuk menarik investasi dalam sektor energi terbarukan belum sepenuhnya berhasil karena tarif yang ditawarkan tidak cukup menarik bagi investor. Sehingga menunjukkan bahwa kebijakan yang ada belum efektif dalam mencapai tujuannya.
- 2) Efisiensi yang berkaitan dengan jumlah usaha yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan kebijakan dan penggunaan sumber daya yang tersedia. Proses perizinan yang rumit dan birokrasi yang panjang mengakibatkan waktu dan biaya yang tinggi bagi pengembang PLTS. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan saat ini belum efisien dan perlu adanya reformasi untuk menyederhanakan prosedur dan mengurangi hambatan administratif. Kemudian, efisiensi penggunaan dana publik dalam mendukung proyek PLTS juga perlu dievaluasi. Bantuan pemerintah seringkali tidak tepat sasaran atau tidak cukup signifikan untuk memacu perkembangan PLTS yang lebih cepat.
- 3) Kecukupan yang mengukur sejauh mana hasil kebijakan dapat memenuhi kebutuhan atau memecahkan masalah yang ada. Insentif dan dukungan finansial dari pemerintah masih kurang memadai. Meskipun ada beberapa program dukungan, skalanya masih belum cukup untuk memenuhi kebutuhan investasi yang besar dalam sektor PLTS. Di samping itu kecukupan regulasi juga perlu ditingkatkan.
- 4) Pemerataan (Ekuitas) yang berkaitan dengan distribusi sebab akibat dari kebijakan kepada berbagai kelompok masyarakat. Saat



ini, akses ke energi terbarukan seperti PLTS masih terbatas pada beberapa wilayah tertentu saja, terutama di kawasan perkotaan. Kebijakan yang ada belum cukup untuk memastikan pemerataan akses ke seluruh masyarakat, terutama di daerah pedesaan dan terpencil. Manfaat ekonomi dari proyek PLTS juga belum tiak merata. Kebanyakan proyek besar dikelola oleh perusahaan besar, sementara masyarakat lokal tidak mendapatkan manfaat yang signifikan.

- 5) Responsivitas yang mengukur sejauh mana kebijakan tersebut mendapat respon dari masyarakat dan *stakeholder* terkait. Tingkat dukungan publik dan partisipasi masyarakat dalam proyek PLTS masih rendah. Hal ini disebabkan oleh kurangnya sosialisasi dan edukasi mengenai manfaat PLTS. Kebijakan yang lebih responsif terhadap kebutuhan dan masukan masyarakat diperlukan untuk meningkatkan partisipasi. Responsivitas kebijakan terhadap kebutuhan investor juga perlu dievaluasi. Banyak investor yang ragu untuk masuk ke sektor PLTS karena kebijakan yang tidak stabil dan kurang mendukung.
  - 6) Ketepatan yaitu suatu kebijakan yang mengacu pada nilai tujuan pada program dan kekuatan asumsi sebagai dasar tujuan tersebut. Ketepatan kebijakan PLTS harus selaras dengan tujuan nasional dalam mengurangi emisi karbon dan meningkatkan ketahanan energi. Kebijakan yang ada harus lebih tepat sasaran dan fokus pada pencapaian tujuan jangka panjang tersebut. Asumsi yang mendasari kebijakan PLTS perlu dievaluasi ulang. Misalnya, asumsi bahwa harga energi konvensional akan terus stabil dapat menjadi tidak relevan jika terjadi perubahan pasar global. Kebijakan yang tepat harus didasarkan pada asumsi yang realistis dan fleksibel terhadap perubahan.
- b. Pada aspek Ekonomi, salah satu tantangan utama dalam pengembangan PLTS adalah ketersediaan akses pembiayaan yang memadai. Meskipun harga panel surya telah mengalami penurunan secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir, namun biaya investasi

awal untuk membangun PLTS masih dapat menjadi hambatan bagi banyak pihak, terutama rumah tangga dan bisnis skala kecil dan menengah. Oleh karena itu, penting bagi lembaga keuangan untuk menyediakan produk pembiayaan yang terjangkau dan berkelanjutan bagi para pemangku kepentingan untuk memasuki pasar energi surya. Selain itu, insentif yang tepat juga dapat memainkan peran penting dalam mendorong investasi dalam PLTS. Insentif seperti pajak yang lebih rendah, keringanan pajak, atau subsidi langsung dapat memberikan dorongan tambahan bagi pemilik rumah tangga, bisnis, dan industri untuk mengadopsi teknologi energi surya. Namun, untuk mencapai dampak yang signifikan, insentif tersebut harus dirancang dengan cermat dan diterapkan secara konsisten. Selain pembiayaan dan insentif, fasilitas pembiayaan lainnya juga dapat menjadi faktor penting dalam mendukung investasi dalam PLTS. Fasilitas seperti kredit usaha rakyat (KUR) atau program pembiayaan khusus untuk energi terbarukan dapat membantu mengurangi risiko dan mempercepat proses pengembangan proyek. Namun, perlu juga memastikan bahwa fasilitas tersebut dapat diakses dengan mudah oleh semua pemangku kepentingan, terutama yang berada di daerah pedesaan atau yang berpenghasilan rendah. Meskipun telah ada upaya untuk menyediakan akses pembiayaan, insentif, dan fasilitas pembiayaan lainnya untuk mendukung pengembangan PLTS, masih banyak tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah peningkatan kemudahan akses pembiayaan. Proses pengajuan pembiayaan yang rumit dan persyaratan yang ketat dapat menjadi hambatan bagi banyak pemilik rumah tangga dan bisnis untuk mengakses pembiayaan untuk PLTS. Oleh karena itu, penting bagi lembaga keuangan untuk menyederhanakan proses pengajuan pembiayaan dan mengurangi birokrasi yang berlebihan. Selain itu, efektivitas insentif juga perlu dievaluasi secara terus-menerus. Insentif yang tidak cukup menarik atau tidak diterapkan secara konsisten mungkin tidak mencapai dampak yang diinginkan dalam mendorong

investasi dalam PLTS<sup>53</sup>. Oleh karena itu, penting untuk melakukan tinjauan secara berkala terhadap insentif yang ada dan melakukan penyesuaian jika diperlukan agar sesuai dengan kebutuhan pasar dan tujuan kebijakan energi terbarukan. Di sisi lain, akses pada pembiayaan juga menjadi masalah, di mana beberapa bank dan lembaga keuangan masih melihat proyek energi terbarukan sebagai investasi berisiko tinggi. Kurangnya skema pembiayaan yang mendukung seperti pinjaman berbiaya rendah dan pendanaan inovatif menghambat pertumbuhan sektor energi surya. Dalam hal ini diperlukan adanya kerjasama antara pemerintah dan sektor perbankan untuk menciptakan skema pembiayaan yang lebih menarik bagi investor<sup>54</sup>.

- c. Pada aspek Sosial, penerimaan masyarakat terhadap proyek PLTS menjadi tantangan. Kurangnya pengetahuan dan kesadaran tentang manfaat energi surya menyebabkan resistensi terhadap pemasangan PLTS, terutama di daerah-daerah yang belum terbiasa dengan teknologi ini. Beberapa komunitas masyarakat belum sepenuhnya memahami bagaimana teknologi PLTS bekerja dan manfaat jangka panjang yang dapat diperoleh, baik dari segi ekonomi maupun lingkungan. Dalam hal ini, kampanye edukasi dan peningkatan kesadaran publik sangat diperlukan untuk mengatasi hal ini. Edukasi dibutuhkan untuk menjelaskan manfaat jangka panjang dari energi surya bagi masyarakat dan lingkungan. Di sisi lain, saat ini, kondisi SDM di sektor energi terbarukan, termasuk PLTS, menunjukkan adanya peningkatan minat dan keahlian. Namun, tantangan yang dihadapi terutama terkait dengan kualitas dan kuantitas tenaga ahli, di mana ketersediaan tenaga kerja terampil masih terbatas. Meskipun beberapa universitas dan institusi pelatihan menawarkan program terkait energi terbarukan, jumlah lulusan yang benar-benar siap kerja di sektor PLTS masih minim. Banyak lulusan yang masih memerlukan pelatihan tambahan untuk memenuhi standar

---

<sup>53</sup> Ibid.

<sup>54</sup> <https://energytracker.asia/solar-energy-indonesia/> Solar Energy In Indonesia: Potential and Outlook diakses pada 11 Juli 2024 pukul 21:39 WIB

industri. Pengembangan energi terbarukan, termasuk PLTS, memerlukan tenaga kerja yang memiliki keterampilan khusus dalam instalasi, perawatan, dan manajemen proyek energi terbarukan. Namun, SDM di Indonesia masih kurang dalam hal keterampilan teknis yang diperlukan untuk mendukung sektor ini<sup>55</sup>. Pendidikan dan pelatihan yang ada juga belum sepenuhnya adaptif terhadap kebutuhan teknologi energi terbarukan. Kurangnya program pendidikan yang fokus pada teknologi energi surya menghambat pengembangan SDM yang kompeten di sektor ini. Selain itu, banyak perusahaan di sektor energi terbarukan yang belum melihat pentingnya investasi jangka panjang dalam pengembangan SDM. Akibatnya, program pelatihan dan pengembangan karyawan sering kali terbatas atau tidak ada sama sekali. Hal ini menghambat inovasi dan efisiensi dalam pengembangan PLTS. Adaptasi teknologi yang cepat menuntut adanya peningkatan keterampilan secara terus-menerus. Teknologi PLTS berkembang pesat, sehingga tenaga kerja perlu terus-menerus meningkatkan kompetensinya. Namun, fasilitas dan program untuk pelatihan berkelanjutan masih kurang memadai.

Berdasarkan analisis **Teori Pengembangan SDM** oleh Chris Rowley dan Keith Jackson (2012) menunjukkan bahwa peningkatan kesadaran dan penerimaan publik, adaptasi teknologi dan budaya, serta pengembangan keterampilan dan kompetensi sangat penting untuk dioptimalkan. Melalui program pendidikan, pelatihan, dan pemberdayaan komunitas, pemerintah dan sektor swasta dapat bekerja sama untuk memastikan bahwa masyarakat lokal tidak hanya menerima teknologi PLTS tetapi juga mendapatkan manfaat sosial dan ekonomi yang signifikan. Hal ini akan membantu mempercepat adopsi PLTS dan mendukung tujuan nasional dalam peningkatan penggunaan energi terbarukan.

---

<sup>55</sup> <https://metiires.or.id/pengembangan-sdm/pentingnya-pengembangan-sumber-daya-manusia-dalam-sektor-energi-terbarukan-untuk-masa-depan-berkelanjutan/>, diakses pada 18 Mei 2024 pukul 20:13 WIB

- d. Aspek Teknologi. Salah satu tantangan terbesar dalam pengembangan PLTS adalah keterbatasan infrastruktur teknologi untuk mendukung PLTS diantaranya teknologi penyimpanan energi. Penyimpanan energi yang efektif sangat penting untuk mengatasi sifat *intermittent* dari energi surya, yang bergantung pada kondisi cuaca dan waktu siang hari. Teknologi baterai yang ada saat ini masih memiliki kapasitas penyimpanan terbatas dan biaya yang tinggi. Baterai *lithium-ion*, yang paling umum digunakan, memiliki masalah dalam hal durabilitas dan kapasitas penyimpanan yang masih perlu ditingkatkan untuk penggunaan skala besar<sup>56</sup>. Di sisi lain, efisiensi panel surya dalam mengkonversi sinar matahari menjadi listrik merupakan aspek penting dalam menentukan efektivitas dan kelayakan ekonomi dari PLTS. Meskipun teknologi panel surya telah berkembang pesat, efisiensi konversi energi rata-rata dari panel surya komersial masih berada di kisaran 15-20%. Teknologi panel surya yang lebih efisien, seperti panel surya berbasis *perovskite*, masih dalam tahap pengembangan dan belum siap untuk produksi massal. Infrastruktur jaringan listrik yang ada di Indonesia juga belum sepenuhnya siap untuk mengintegrasikan energi surya dalam skala besar. Banyak wilayah, terutama di daerah terpencil dan pulau-pulau kecil, masih memiliki jaringan listrik yang tidak memadai atau tidak ada sama sekali. Hal ini menyebabkan tantangan dalam distribusi listrik dari PLTS ke konsumen akhir. Selain itu, infrastruktur jaringan yang ada seringkali tidak cukup fleksibel untuk menangani fluktuasi pasokan listrik yang dihasilkan oleh PLTS.

Kapasitas PLTS khususnya PLTS atap di Indonesia juga masih terbatas, meskipun pemerintah telah menetapkan target yang ambisius untuk meningkatkan penggunaan energi surya. Target PLTS atap sebesar 3,6 gigawatt (GW) telah ditetapkan, yang akan diperoleh secara bertahap hingga tahun 2025. Meskipun demikian, realisasi pemanfaatan PLTS atap saat ini masih jauh dari target yang ditetapkan, mencerminkan keterbatasan dan tantangan dalam mengadopsi teknologi ini di

---

<sup>56</sup> IRENA. (2023). Socio-economic footprint of the energy transition: Indonesia. IRENA ISBN: 978-92-9260-490-5



Indonesia. Saat ini, pemanfaatan PLTS atap di Indonesia masih sangat rendah, dengan kontribusi hanya sekitar 0,13 persen dari keseluruhan kapasitas pembangkit listrik yang ada<sup>57</sup>.

- e. Pada aspek Lingkungan, meskipun energi surya dianggap ramah lingkungan, ada kekhawatiran tentang dampak lingkungan dari produksi dan pembuangan panel surya. Proses produksi panel surya melibatkan penggunaan bahan kimia berbahaya dan menghasilkan limbah yang dapat merusak lingkungan jika tidak dikelola dengan benar. Selain itu, pengelolaan limbah dari panel surya yang sudah tidak digunakan juga menjadi tantangan. Perlu adanya sistem daur ulang yang efektif untuk menangani limbah ini dan meminimalkan dampak lingkungan. Ketersediaan lahan yang cocok untuk instalasi PLTS menjadi tantangan berikutnya, terutama di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi. Pembangunan PLTS memerlukan lahan yang luas untuk panel surya.
- f. Pada Aspek Legal/Hukum, Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) modul surya yang ditetapkan sebesar 60 persen untuk Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia menjadi sorotan penting dalam pembahasan mengenai investasi dan pembiayaan dari lembaga keuangan internasional<sup>58</sup>. TKDN yang tinggi diharapkan dapat mendorong pertumbuhan industri lokal dan mengurangi ketergantungan pada impor komponen. Namun dalam prakteknya, aturan TKDN ini telah menuai berbagai kritik dan tantangan. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah keterbatasan dalam pemenuhan TKDN yang ditetapkan. Meskipun Indonesia memiliki potensi sumber daya mineral dan bahan penting untuk pembangkit listrik tenaga surya, seperti silikon untuk panel surya, lithium untuk baterai, dan tembaga untuk kabel listrik, namun masih perlu adanya investasi dan dukungan yang signifikan dari produsen dan industri lokal untuk memenuhi target TKDN tersebut. Keterbatasan dalam pemenuhan TKDN ini dapat menghambat investasi

---

<sup>57</sup> <https://www.solarkita.com/blog/potensi-indonesia-untuk-menggunakan-tenaga-surya-sebagai-sumber-energi> diakses pada tanggal 10 Mei 2024 pukul 21:09 WIB

<sup>58</sup> <https://iesr.or.id/plts-berkembang-lambat-di-2022-pemerintah-perlu-pacu-implementasi-kebijakan-yang-mendukung-plts> diakses pada tanggal 13 Mei 2024 pukul 21:23 WIB



dari lembaga keuangan internasional. Pasalnya, kebutuhan akan modal besar untuk membangun fasilitas produksi dan infrastruktur pendukung untuk memproduksi komponen modul surya secara lokal mungkin tidak sejalan dengan keuntungan yang diharapkan, terutama jika pasar domestik belum cukup besar untuk menjamin tingkat produksi yang optimal. Selain itu, aturan TKDN yang ketat juga dapat menghambat kepastian pembiayaan. Bank-bank dan lembaga keuangan internasional cenderung lebih berhati-hati dalam memberikan pembiayaan kepada proyek-proyek energi terbarukan yang mungkin terkendala oleh persyaratan TKDN yang sulit dipenuhi. Hal ini dapat mengurangi minat investor dan memperlambat pertumbuhan industri energi surya di Indonesia. Di sisi lain, beberapa pihak berpendapat bahwa aturan TKDN yang ketat dapat menjadi dorongan bagi pengembangan industri lokal dan menciptakan lapangan kerja baru. Dengan mendorong produsen dan industri lokal untuk memproduksi komponen modul surya di dalam negeri, Indonesia dapat mengurangi ketergantungannya pada impor dan meningkatkan kedaulatan energi.

Pengembangan PLTS di Indonesia menghadapi berbagai tantangan dalam setiap aspek PESTEL. Meskipun terdapat potensi besar untuk energi terbarukan, diperlukan upaya yang terkoordinasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat untuk mengatasi kendala ini. Dukungan kebijakan yang kuat, insentif ekonomi, peningkatan kesadaran publik, investasi dalam teknologi, perhatian terhadap dampak lingkungan, dan regulasi yang jelas merupakan kunci keberhasilan pengembangan PLTS di Indonesia.

#### **15. Langkah Strategis yang Dilakukan untuk Mengoptimalkan Pengembangan PLTS sehingga Mampu Mewujudkan Kemandirian Energi Nasional**

Optimalisasi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) melalui pendekatan teori optimalisasi memerlukan langkah-langkah strategis yang cermat dan terencana. **Teori Optimalisasi** bertujuan untuk mencari

solusi terbaik dari berbagai pilihan yang tersedia, dengan memperhitungkan berbagai batasan dan kendala yang ada.

Untuk mencapai kemandirian energi nasional, khususnya dalam konteks pengembangan PLTS, Indonesia telah menargetkan peningkatan kapasitas terpasang PLTS. Berdasarkan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan target yang diamanatkan dalam RPJMN 2020-2024, kapasitas PLTS yang dibutuhkan untuk mencapai target kemandirian energi nasional diperkirakan mencapai sekitar 6,5 GigaWatt (GW) sampai 8 GW pada tahun 2025, dan 45 GW pada tahun 2050 atau 22% dari potensi surya sebesar 207,9 GW. Angka tersebut merupakan bagian dari total kapasitas terpasang energi terbarukan yang diproyeksikan<sup>59</sup>.

Dalam konteks pengembangan PLTS agar mampu mewujudkan kemandirian energi nasional, langkah-langkah strategis dapat diambil untuk mengoptimalkan pemanfaatan energi surya. Berdasarkan analisis PESTLE, langkah-langkah strategis tersebut sebagai berikut:

- a. Aspek Politik. Pemerintah perlu mengeluarkan kebijakan dan regulasi yang mendukung pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Kebijakan ini meliputi insentif pajak, subsidi, dan tarif *feed-in* yang menarik bagi investor. Pemerintah perlu mendorong industri lokal untuk memenuhi ketentuan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN), yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi serta kualitas produk lokal. Selain itu, pengembangan teknologi baru, seperti vanadium *redox flow battery*, didorong untuk meningkatkan keandalan dan kapasitas penyimpanan energi dari sistem PLTS. Hal ini akan memungkinkan penggunaan energi surya yang lebih efektif dan stabil. Upaya yang dapat dilakukan yaitu:
  - 1) Menyusun regulasi yang mendorong investasi dalam energi terbarukan, seperti insentif dan subsidi. Insentif berarti memberikan keringanan pajak bagi investor yang menanamkan modalnya dalam proyek PLTS. Hal ini bisa berupa pembebasan pajak pendapatan

---

<sup>59</sup> Lampiran Perpres RI Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional, h. 64.

selama beberapa tahun pertama atau pengurangan tarif pajak untuk perusahaan yang menggunakan energi surya. Selain itu, pemerintah dapat menyediakan subsidi langsung untuk proyek PLTS, termasuk subsidi untuk biaya pemasangan, teknologi, dan perawatan. Subsidi ini dapat diberikan kepada pengembang proyek maupun konsumen akhir yang memasang PLTS di rumah atau bisnis.

- 2) Menetapkan target nasional untuk kontribusi energi terbarukan, khususnya PLTS, dalam bauran energi nasional. Target ini harus spesifik, realistis, dan memiliki tenggat waktu yang jelas, seperti mencapai 25 % energi terbarukan dalam bauran energi nasional pada tahun 2030. Kemudian, mengikat target-target tersebut dalam kerangka hukum sehingga pemerintah dan pelaku industri memiliki kewajiban hukum untuk mencapainya. Hal ini akan memberikan kepastian hukum dan mendorong pelaksanaan yang lebih serius dan terarah.
- 3) Menyederhanakan proses perizinan dan regulasi yang berarti mengurangi proses birokrasi dalam tahap perizinan untuk proyek PLTS dengan mengadopsi sistem perizinan satu pintu. Upaya ini mencakup penyederhanaan dan percepatan prosedur yang harus dilalui pengembang proyek untuk mendapatkan izin pembangunan dan operasional. Selain itu, perlu untuk mengembangkan regulasi yang mendukung penerapan teknologi baru dalam PLTS, seperti integrasi dengan *smart grid*, penyimpanan energi, dan penggunaan material fotovoltaik terbaru. Regulasi ini harus fleksibel untuk mengikuti perkembangan teknologi dan kebutuhan pasar.
- 4) Untuk memastikan kebijakan dan regulasi tersebut efektif, perlu adanya pengawasan dan evaluasi berkala. Pemerintah dapat membentuk badan pengawas khusus untuk memonitor perkembangan dan memberikan rekomendasi penyesuaian kebijakan berdasarkan hasil evaluasi. Selain itu, melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat,

akademisi, dan sektor swasta, dalam proses penyusunan dan implementasi kebijakan dapat meningkatkan kualitas dan penerimaan regulasi tersebut.

- 5) Mendorong kerja sama antara universitas, lembaga riset, dan industri untuk melakukan penelitian bersama dan mengembangkan teknologi baru di bidang energi terbarukan. Kolaborasi ini memungkinkan pemanfaatan sumber daya dan keahlian dari berbagai pihak untuk mencapai hasil yang lebih optimal. Sebagai contoh, program *Renewable Energy Skills Development (RESK)* yang melibatkan beberapa politeknik dan universitas di Indonesia, bertujuan mengembangkan kurikulum dan pelatihan khusus di bidang energi terbarukan. Program seperti ini memastikan bahwa mahasiswa dan profesional mendapatkan pendidikan dan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan industri. Selain itu, kerjasama ini juga dapat menciptakan peluang penelitian terapan yang langsung dapat diimplementasikan oleh industri, sehingga mempercepat adopsi teknologi baru dan meningkatkan daya saing industri lokal. Universitas dapat menyediakan platform untuk inovasi dan eksperimen, sementara industri dapat menawarkan perspektif praktis dan komersialisasi hasil penelitian. Dengan demikian, sinergi antara institusi akademik dan industri tidak hanya meningkatkan kualitas pendidikan dan penelitian, tetapi juga mendukung pengembangan teknologi PLTS yang lebih efisien dan berkelanjutan.

- 6) Menyusun mekanisme yang efisien untuk penyelesaian sengketa lahan dan memastikan hak kepemilikan tanah yang jelas untuk proyek PLTS. Ini dapat melibatkan mediasi dan arbitrase untuk menyelesaikan perselisihan secara cepat dan adil.

b. Aspek Ekonomi. Beberapa Upaya dalam aspek Ekonomi antara lain:

- 1) Memberikan Insentif bagi Perusahaan yang Melakukan Penelitian dan Pengembangan. Pemberian insentif pajak dan tarif dapat mendorong perusahaan untuk berinvestasi dalam penelitian dan

pengembangan di bidang energi terbarukan. Langkah-langkah yang dapat diambil meliputi insentif pajak berupa pengurangan pajak penghasilan, pembebasan pajak, dan *tax holiday* bagi perusahaan yang berinvestasi dalam R&D energi terbarukan. Selain itu, penyediaan fasilitas pendanaan dan pembiayaan yang terjangkau untuk proyek-proyek R&D di bidang PLTS, termasuk kemudahan akses ke sumber pembiayaan dan kolaborasi dengan lembaga pendanaan internasional, merupakan langkah penting. Penerbitan regulasi yang mendukung dan memfasilitasi kegiatan R&D di bidang energi terbarukan, serta penyederhanaan proses perizinan untuk proyek-proyek inovatif, juga diperlukan untuk mendorong perkembangan teknologi PLTS.

- c. Aspek Sosial. Pengembangan SDM menjadi langkah strategis pemerintah agar optimalisasi PLTS di Indonesia dapat dilakukan secara maksimal. Beberapa langkah yang dapat dilakukan pemerintah antara lain:
- 1) Bekerja sama dengan Institusi Pendidikan untuk Mengembangkan Kurikulum dan Program Studi Terkait Energi Terbarukan. Pemerintah melalui Kemendikbudristek perlu berkolaborasi dengan sekolah menengah kejuruan, perguruan tinggi, dan universitas untuk mengembangkan kurikulum yang fokus pada energi terbarukan, khususnya PLTS. Kurikulum ini harus mencakup teori dasar, praktek lapangan, dan penelitian terkini dalam teknologi energi surya. Selain itu, perlu untuk mendirikan program studi khusus di bidang energi terbarukan atau teknik energi yang menawarkan gelar akademik, seperti diploma atau sarjana. Program yang dilakukan dapat mencakup mata kuliah yang membahas manajemen proyek energi terbarukan, kebijakan energi, dan inovasi teknologi PLTS. Selain itu, mengadakan program kerja praktik dan magang di perusahaan-perusahaan energi terbarukan untuk memberikan pengalaman langsung kepada siswa dan mahasiswa juga dapat dikembangkan. Ini akan

membantu mahasiswa memahami penerapan teori di lapangan dan membangun jaringan profesional.

- 2) Menyediakan program pelatihan dan sertifikasi bagi tenaga kerja di bidang PLTS. Mengadakan pelatihan teknis yang komprehensif untuk tenaga kerja yang terlibat dalam instalasi, operasi, dan pemeliharaan PLTS dapat dilakukan untuk mengembangkan potensi SDM Indonesia. Program pelatihan ini harus mencakup berbagai aspek teknis, seperti desain sistem, instalasi modul surya, manajemen sistem penyimpanan energi, dan *troubleshooting*. Selain itu, pemerintah harus memperkenalkan program sertifikasi yang diakui secara nasional dan internasional untuk memastikan tenaga kerja memiliki keterampilan dan pengetahuan yang sesuai dengan standar industri. Sertifikasi ini akan meningkatkan kredibilitas tenaga kerja dan kepercayaan investor.
- 3) Mendorong partisipasi masyarakat dalam pengembangan plts skala kecil atau rumahan. Untuk meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam penggunaan PLTS, langkah-langkah strategis meliputi menjalankan kampanye edukasi melalui media sosial, seminar, dan lokakarya untuk menginformasikan manfaat PLTS serta cara kontribusinya dalam penggunaan energi terbarukan. Pemerintah juga dapat menawarkan insentif finansial seperti subsidi atau kredit dengan bunga rendah untuk mengurangi biaya awal pemasangan PLTS di rumah tangga. Pembentukan komunitas energi terbarukan di tingkat lokal dapat mendukung pengembangan PLTS skala kecil melalui berbagi pengetahuan dan sumber daya. Selain itu, dengan mempromosikan penggunaan aplikasi teknologi pintar untuk memonitor dan mengelola penggunaan energi surya di rumah tangga akan membantu pengguna memaksimalkan efisiensi sistem PLTS mereka.

d. Aspek Teknologi.

- 1) Pemerintah Indonesia telah menetapkan target ambisius untuk meningkatkan kapasitas terpasang PLTS, dengan rencana



mencapai 0,87 GW pada tahun 2025. Hal ini mencerminkan komitmen kuat untuk memperluas pangsa pasar energi terbarukan hingga 50 persen. Proyek-proyek besar seperti PLTS Terapung Cirata dengan kapasitas 192 MWp diresmikan untuk mendukung target tersebut. Langkah strategis yang dapat diambil meliputi penyediaan insentif bagi investor dan pengembang, serta pengembangan infrastruktur yang memadai untuk mendukung integrasi PLTS ke dalam jaringan listrik nasional. Selain itu, pemerintah perlu memastikan adanya kebijakan dan regulasi yang mendukung investasi di sektor ini, serta mengadakan pelatihan dan sertifikasi bagi tenaga kerja yang terlibat dalam proyek-proyek PLTS besar.

- 2) Di sisi lain, PLTS Atap menjadi salah satu fokus utama dalam strategi pengembangan energi terbarukan. Pemerintah telah meluncurkan berbagai program insentif untuk mendorong pemasangan PLTS Atap, baik untuk rumah tangga, bisnis, maupun industri skala kecil-menengah. Program Hibah *Sustainable Energy Fund* (SEF) adalah salah satu inisiatif yang bertujuan untuk meningkatkan minat investasi masyarakat di sektor PLTS Atap. Untuk mengoptimalkan pengembangan PLTS Atap, langkah-langkah strategis meliputi pemberian insentif finansial seperti subsidi atau kredit berbunga rendah, kampanye edukasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat, dan penyederhanaan proses perizinan untuk pemasangan PLTS Atap. Selain itu, pemerintah dapat bekerjasama dengan institusi pendidikan untuk mengembangkan program pelatihan yang khusus fokus pada instalasi dan pemeliharaan PLTS Atap.
- 3) Salah satu strategi penting dalam mewujudkan kemandirian energi nasional adalah konversi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ke PLTS plus baterai. Program ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan penggunaan energi terbarukan di daerah-daerah yang sebelumnya

menggunakan PLTD. PLN telah memulai proses lelang untuk konversi ini dan menargetkan konversi hingga 250 MW PLTD. Langkah-langkah strategis yang dapat diambil termasuk memastikan dukungan finansial dan teknis untuk proyek-proyek konversi, mengadakan pelatihan bagi tenaga kerja di daerah yang akan mengalami konversi, dan mengembangkan kebijakan yang mendukung transisi dari PLTD ke PLTS. Selain itu, perlu dilakukan kerjasama dengan sektor swasta dan internasional untuk transfer teknologi dan pengetahuan.

- 4) Menjalinkan kerjasama internasional dengan negara-negara yang sudah maju dalam teknologi PLTS sangat penting untuk transfer teknologi dan pengetahuan. Partisipasi dalam forum-forum internasional yang membahas energi terbarukan memberikan kesempatan untuk mendapatkan wawasan, dukungan, dan pembelajaran dari praktik terbaik global. Kerjasama ini juga dapat melibatkan bantuan teknis, pelatihan, dan investasi dari negara-negara mitra, yang akan mempercepat pengembangan teknologi PLTS di Indonesia.
- 5) Mengembangkan jaringan transmisi dan distribusi yang mampu mengintegrasikan energi terbarukan ke dalam sistem kelistrikan nasional merupakan langkah penting untuk mengoptimalkan pengembangan PLTS. Saat ini, banyak jaringan listrik didesain untuk sumber energi konvensional yang stabil, seperti pembangkit listrik tenaga uap atau gas, sehingga perlu peningkatan kapasitas dan fleksibilitas jaringan untuk menerima energi dari PLTS yang bersifat intermiten. Langkah-langkah strategis yang dapat diambil meliputi meningkatkan kapasitas jaringan transmisi dan distribusi untuk menampung lebih banyak energi terbarukan, termasuk pembangunan jalur transmisi baru dan peningkatan infrastruktur yang ada untuk mengurangi kehilangan energi selama transmisi. Selain itu, mengadopsi teknologi *smart grid* memungkinkan pengelolaan jaringan secara *real-time*, memantau pasokan dan

permintaan energi, serta mengoptimalkan distribusi energi terbarukan. Integrasi PLTS dengan sumber energi terbarukan lainnya, seperti angin dan hidro, juga diperlukan untuk menciptakan sistem yang lebih stabil dan beragam.

- 6) Mendorong penelitian dan pengembangan teknologi baterai yang lebih efisien dan tahan lama, seperti baterai *lithium-ion* dan *vanadium redox flow batteries*, yang dapat menyimpan energi berlebih saat produksi tinggi dan melepaskannya saat produksi rendah. Selain itu, membangun fasilitas penyimpanan energi di dekat PLTS besar atau di lokasi strategis dalam jaringan listrik akan memastikan pasokan energi yang stabil dan membantu mengurangi beban puncak serta menyeimbangkan pasokan dan permintaan energi. Untuk mendukung ini, pemerintah memberikan insentif dan subsidi bagi proyek penyimpanan energi yang akan menarik investasi dan mempercepat adopsi teknologi penyimpanan energi di seluruh negeri.
- e. Aspek Lingkungan. Pemerintah dapat fokus pada pengembangan PLTS di daerah terpencil dan kepulauan, seperti proyek PLTS Solol dan PLTS Bianci di Papua Barat, untuk menyediakan listrik yang stabil dan berkelanjutan<sup>60</sup>. PLTS ini meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui akses energi, mendukung kegiatan belajar, layanan kesehatan, dan usaha lokal. Selain itu, PLTS mengurangi emisi karbon dan memanfaatkan sumber daya matahari, serta melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan dan pemeliharaan. Kerjasama multi-pihak dan monitoring berkala memastikan proyek beroperasi efisien dan berkelanjutan, membantu mewujudkan kemandirian energi nasional. Di sisi lain dapat menyiapkan lahan yang sesuai dengan pembangunan PLTS skala besar. Penyediaan lahan yang sesuai untuk pembangunan PLTS skala besar adalah langkah penting dalam mendukung pengembangan energi terbarukan. Langkah-langkah strategis yang

---

<sup>60</sup> <https://www.djkn.kemenkeu.go.id/berita/baca/26164/PLTS-Proyek-Investasi-Pemerintah-di-Timur-Indonesia-untuk-Terangi-Negeri.html>, diakses pada 18 Mei 2024 pukul 22:15 WIB

dapat diambil meliputi mengidentifikasi dan mengkategorikan lahan yang cocok, seperti lahan tandus, area bekas tambang, atau lahan marginal yang tidak produktif untuk pertanian, untuk menghindari konflik penggunaan lahan dengan sektor lain. Selain itu, mengatur zonasi khusus untuk proyek energi terbarukan dalam rencana tata ruang wilayah memastikan ketersediaan lahan yang memadai dan mengurangi hambatan perizinan. Menyederhanakan proses perizinan dan administrasi untuk penggunaan lahan bagi PLTS, termasuk penyederhanaan regulasi dan prosedur, juga diperlukan untuk mempercepat proses pembangunan

- f. Aspek Hukum/Legal. Langkah strategis yang dapat dilakukan antara lain:
- 1) Pemerintah melalui KemenkumHAM dan KemenESDM perlu mengembangkan dan menerapkan regulasi yang jelas, konsisten, dan terpadu khusus untuk energi terbarukan, termasuk PLTS. Regulasi ini harus mencakup seluruh aspek dari perencanaan, pembangunan, operasi, hingga pemeliharaan PLTS. Selain itu juga menetapkan standar teknis dan keselamatan yang seragam untuk instalasi dan operasional PLTS. Standar tersebut harus disusun dengan mengacu pada praktik terbaik internasional dan disesuaikan dengan kondisi lokal.
  - 2) Penyederhanaan proses perizinan dan pengurangan birokrasi yang rumit dapat mempercepat pengembangan proyek PLTS. Hal ini termasuk penggabungan izin yang relevan menjadi satu perizinan terpadu dan penggunaan sistem perizinan elektronik untuk meningkatkan efisiensi, atau membangun mekanisme layanan perizinan satu pintu yang memungkinkan pengembang PLTS mendapatkan semua izin yang diperlukan melalui satu proses yang terkoordinasi. Ini akan mengurangi waktu dan biaya yang diperlukan untuk mendapatkan izin.
  - 3) Memberikan perlindungan hukum yang kuat bagi investor dalam proyek PLTS untuk menghindari risiko hukum yang tidak diinginkan.

Hal ini mencakup perlindungan terhadap perubahan kebijakan yang merugikan investor.

Optimalisasi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk mewujudkan kemandirian energi nasional memerlukan pendekatan strategis yang komprehensif dan sinergi antar berbagai pemangku kepentingan. Langkah-langkah kunci meliputi penyempurnaan kebijakan dan regulasi yang mendukung, pengembangan sumber daya manusia yang kompeten, investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi mutakhir, pembangunan infrastruktur pendukung, penyederhanaan proses perizinan, serta kerjasama dan kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat. Dengan mengimplementasikan langkah-langkah strategis ini secara konsisten dan terkoordinasi, Indonesia dapat mengoptimalkan potensi energi surya yang melimpah, meningkatkan kapasitas PLTS, menurunkan biaya produksi, serta mengintegrasikan PLTS ke dalam sistem kelistrikan nasional secara efisien. Upaya ini tidak hanya akan mempercepat transisi menuju energi terbarukan yang berkelanjutan, tetapi juga menjamin keamanan pasokan energi dalam negeri, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan berkontribusi pada upaya global dalam memerangi perubahan iklim. Dengan komitmen yang kuat dan implementasi strategi yang tepat, Indonesia dapat meraih kemandirian energi nasional dan menjadi pemain sentral dalam transisi energi global.



## **BAB IV PENUTUP**

### **16. Simpulan**

Energi terbarukan dalam hal ini energi surya memiliki kontribusi dalam upaya global mengatasi perubahan iklim dengan mengurangi ketergantungan energi pada bahan bakar fosil. Meskipun energi surya menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dan menjadi semakin ekonomis, kontribusinya dalam bauran energi nasional Indonesia masih relatif kecil dibandingkan sumber energi lain seperti batubara dan gas. Pemerintah Indonesia berkomitmen untuk meningkatkan porsi energi terbarukan dalam bauran energi nasional dengan target 23% pada tahun 2025, namun untuk mencapainya, diperlukan upaya lebih besar dalam hal investasi, teknologi, dan regulasi yang mendukung. Di Indonesia, beberapa wilayah seperti Bali, NTT, NTB, dan Jawa memiliki potensi tinggi untuk pengembangan energi surya.

Masifnya pertumbuhan ekonomi dan urbanisasi telah mendorong peningkatan konsumsi listrik di Indonesia, yang memerlukan diversifikasi sumber energi, pembangunan infrastruktur listrik, dan peningkatan efisiensi energi. Sektor-sektor seperti Pendidikan (universitas), rumah tangga, industri, komersial, pertanian, dan sektor publik mulai mengadopsi energi surya sebagai bagian dari upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan hidup. Namun, meskipun terdapat peningkatan dalam adopsi energi surya, implementasi kebijakan masih menghadapi banyak tantangan yang menghambat pencapaian tujuan. Oleh karena itu, kebijakan perlu ditingkatkan dalam efektivitas, efisiensi, kecukupan, pemerataan, responsivitas, dan ketepatan untuk memastikan energi surya dapat berkontribusi signifikan dalam bauran energi nasional.

Indonesia memiliki potensi besar dalam pengembangan energi surya karena posisi geografisnya di garis khatulistiwa yang menerima sinar matahari melimpah sepanjang tahun. Namun, pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan signifikan. Tantangan ini meliputi keterbatasan sumber daya manusia (SDM)



yang terampil, keterbatasan infrastruktur dan teknologi, ketidakpastian kebijakan dan regulasi, serta kendala ekonomi dan sosial. Infrastruktur jaringan listrik yang tidak memadai dan teknologi penyimpanan energi yang masih mahal menjadi hambatan utama. Selain itu, kebijakan yang sering berubah dan kurangnya insentif mengurangi minat investasi dalam pengembangan PLTS. Edukasi dan peningkatan kesadaran masyarakat mengenai manfaat energi surya juga perlu ditingkatkan untuk mengatasi resistensi sosial terhadap teknologi pemanfaatan energi surya. Selain itu, dari perspektif ekonomi, tantangan utama adalah keterbatasan akses pembiayaan yang memadai untuk pembangunan PLTS, terutama bagi rumah tangga dan bisnis skala kecil. Meskipun harga panel surya telah menurun, biaya investasi awal masih menjadi hambatan. Penting bagi lembaga keuangan untuk menyediakan produk pembiayaan yang terjangkau, serta insentif seperti pajak rendah dan subsidi langsung. Aspek teknologi juga menjadi kendala, dengan keterbatasan efisiensi panel surya dan kapasitas penyimpanan baterai yang masih perlu ditingkatkan. Selain itu, isu lingkungan terkait produksi dan pembuangan panel surya memerlukan perhatian khusus. Dari aspek hukum, regulasi tentang Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang tinggi untuk PLTS menimbulkan tantangan dalam pemenuhan komponen lokal, yang dapat menghambat investasi internasional. Oleh karena itu, diperlukan dukungan kebijakan yang kuat, insentif ekonomi, peningkatan kesadaran publik, dan investasi dalam teknologi untuk mengatasi kendala ini dan mendorong pengembangan PLTS di Indonesia.

Optimalisasi pengembangan PLTS di Indonesia untuk mencapai kemandirian energi nasional memerlukan langkah strategis yang cermat berdasarkan analisis PESTLE. Dalam aspek politik, pemerintah perlu menyusun regulasi yang mendorong investasi dalam energi terbarukan, seperti insentif pajak dan subsidi, serta menyederhanakan proses perizinan. Aspek ekonomi mencakup pemberian insentif bagi perusahaan yang melakukan penelitian dan pengembangan di bidang PLTS, serta menyediakan akses pembiayaan yang terjangkau. Dari segi sosial, penting untuk mengembangkan SDM melalui kurikulum pendidikan dan program pelatihan yang fokus pada energi terbarukan. Teknologi harus terus dikembangkan,

termasuk peningkatan efisiensi panel surya dan teknologi penyimpanan energi. Lingkungan juga harus diperhatikan dengan mengembangkan PLTS di daerah terpencil dan menyediakan lahan yang sesuai untuk instalasi skala besar. Aspek hukum memerlukan regulasi yang jelas dan perlindungan hukum bagi investor untuk menciptakan iklim investasi yang kondusif. Pendekatan strategis ini membutuhkan sinergi antara pemerintah, sektor swasta, akademisi, dan masyarakat untuk memastikan implementasi yang efektif dan efisien. Langkah-langkah ini meliputi penyempurnaan kebijakan dan regulasi, pengembangan infrastruktur pendukung, penyederhanaan proses perizinan, serta kolaborasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi. Dengan mengimplementasikan langkah-langkah strategis ini secara konsisten, Indonesia dapat mengoptimalkan potensi energi surya yang melimpah, meningkatkan kapasitas PLTS, menurunkan biaya produksi, dan mengintegrasikan PLTS ke dalam sistem kelistrikan nasional. Upaya ini akan mempercepat transisi menuju energi terbarukan yang berkelanjutan, mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, dan berkontribusi pada upaya global dalam memerangi perubahan iklim. Dengan komitmen yang kuat dan implementasi strategi yang tepat, Indonesia dapat mencapai kemandirian energi nasional dan menjadi pemain sentral dalam transisi energi global.

## 17. Rekomendasi

Dari beberapa uraian tentang simpulan diatas, ada beberapa rekomendasi yang perlu untuk disampaikan serta ditujukan kepada berbagai pihak yang terkait untuk mendukung terlaksananya kebijakan, dan upaya - upaya optimalisasi pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) untuk mewujudkan kemandirian energi nasional, sebagai berikut:

- a. Pemerintah dalam hal ini KemenESDM, KemenkumHAM bersama DPR mengadakan pengawasan dan evaluasi berkala yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam proses penyusunan dan implementasi kebijakan, kemudian menyusun regulasi yang mendukung pengembangan PLTS termasuk insentif pajak bagi pengusaha dan investor, penyederhanaan perizinan, hingga penguatan SDM. Langkah-langkah ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan investasi yang lebih

kondusif, mempercepat transisi energi menuju energi terbarukan, serta memastikan bahwa regulasi yang ada selaras dengan kebutuhan pengembangan PLTS di berbagai sektor, termasuk pertahanan dan keamanan nasional. Dengan demikian, pengembangan PLTS di Indonesia diharapkan dapat berjalan lebih efektif, efisien, dan memberikan kontribusi signifikan terhadap ketahanan energi dan kemandirian nasional.

- b. Kemenkeu dan Kementerian ESDM bekerjasama dalam menyederhanakan proses pengajuan pembiayaan dan mengurangi birokrasi yang berlebihan, serta menawarkan insentif finansial untuk meningkatkan investasi, meningkatkan fasilitas pendanaan dan kolaborasi dengan lembaga pendanaan internasional, serta menyederhanakan proses perizinan untuk proyek inovatif dalam penelitian dan pengembangan di sektor PLTS. Tujuan dari kerjasama adalah untuk mempercepat aliran investasi ke sektor energi terbarukan dengan menawarkan insentif finansial yang menarik bagi para investor dan pengusaha. Selain itu, upaya ini juga mencakup peningkatan fasilitas pendanaan dan kolaborasi dengan lembaga pendanaan internasional, yang bertujuan untuk memperluas sumber pembiayaan dan mendukung pengembangan proyek inovatif di sektor PLTS. Kemudian dengan menyederhanakan perizinan, pemerintah berupaya menciptakan lingkungan yang lebih kondusif untuk inovasi dan pengembangan teknologi baru dalam sektor PLTS, sehingga dapat mendorong peningkatan kapasitas energi terbarukan di Indonesia.
- c. Kemendikbudristek dan Kemenaker dapat mengembangkan sistem pendidikan yang mendukung penguatan SDM guna masuk ke industri PLTS. Upaya tersebut dapat berupa peningkatan infrastruktur pendidikan, kurikulum pendidikan, mendirikan program studi khusus, menyediakan program kerja praktik dan magang di perusahaan energi terbarukan, kampanye edukasi untuk meningkatkan kesadaran Masyarakat, menyediakan program pelatihan yang komprehensif dan memastikan sertifikasi yang diakui secara nasional dan internasional, serta mengusulkan peningkatan anggaran untuk riset dan

pengembangan sehingga SDM Indonesia akan memiliki kapasitas dalam mengembangkan PLTS.

- d. Kemenristek dan LIPI perlu mengoptimalkan kondisi PLTS yang sudah ada saat ini seperti peningkatan kapasitas PLTS, pengembangan PLTS Atap, Konversi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) ke PLTS bertujuan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang lebih mahal dan kurang ramah lingkungan, meningkatkan insentif dan subsidi untuk proyek penyimpanan energi, mendorong kerjasama internasional untuk transfer teknologi dan pengetahuan, hingga upaya pemerataan PLTS di seluruh wilayah Indonesia untuk memaksimalkan potensi tenaga surya bagi bangsa. Upaya pemerataan PLTS di seluruh wilayah Indonesia bertujuan memaksimalkan potensi tenaga surya yang melimpah di berbagai daerah. Dengan pemerataan ini, seluruh masyarakat di berbagai wilayah, termasuk daerah terpencil, dapat menikmati manfaat dari energi terbarukan, sekaligus mendukung pencapaian target energi bersih nasional.
- e. Kementerian Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi (Kemendes PDTT) dapat melibatkan masyarakat lokal dalam perencanaan dan pemeliharaan, serta mengadakan monitoring berkala untuk memastikan proyek berjalan efisien dalam pengembangan PLTS di daerah terpencil untuk menyediakan listrik yang stabil dan berkelanjutan. Monitoring bertujuan untuk mengidentifikasi masalah sejak dini, memberikan solusi yang tepat waktu, dan memastikan bahwa sumber daya yang digunakan memberikan dampak maksimal.
- f. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) dapat menyiapkan fasilitas daur ulang dan regulasi yang mendukung pengelolaan limbah panel surya secara ramah lingkungan. Dengan adanya fasilitas daur ulang dan regulasi yang mendukung, Indonesia dapat meminimalkan dampak lingkungan dari limbah panel surya sekaligus mendukung ekonomi sirkular dalam sektor energi terbarukan. Selain itu juga akan mendukung keberlanjutan pengembangan energi surya sebagai bagian dari komitmen Indonesia terhadap mitigasi perubahan iklim dan pelestarian lingkungan.

- g. KemenkumHAM dan KemenESDM menetapkan standar teknis dan keselamatan yang seragam dan terpadu khusus untuk energi terbarukan, menyederhanakan proses perizinan, dan memberikan perlindungan hukum yang kuat bagi investor di sektor PLTS. Tujuan dari penetapan standar adalah untuk memastikan bahwa setiap proyek PLTS di Indonesia dibangun dan dioperasikan dengan memenuhi kriteria keselamatan dan efisiensi yang tinggi, sehingga dapat meminimalkan risiko terhadap lingkungan dan masyarakat. Di sisi lain, penyederhanaan proses perizinan ini diharapkan dapat mendorong lebih banyak investor untuk masuk ke sektor PLTS, karena proses administratif yang lebih cepat dan efisien akan menurunkan hambatan dalam memulai proyek baru. Kemudian untuk perlindungan mencakup jaminan kepastian hukum atas investasi, termasuk perlindungan dari perubahan kebijakan yang dapat merugikan, serta mekanisme penyelesaian sengketa yang adil dan transparan. Dengan perlindungan hukum yang kuat, diharapkan investasi di sektor PLTS dapat tumbuh lebih cepat, sehingga mendukung target nasional dalam transisi ke energi terbarukan yang lebih bersih dan berkelanjutan.
- h. Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) dapat menyusun mekanisme yang efisien untuk penyelesaian sengketa lahan dan memastikan hak kepemilikan tanah yang jelas untuk proyek PLTS, serta mengembangkan mediasi dan arbitrase untuk menyelesaikan perselisihan secara cepat dan adil. ATR/BPN dapat mengembangkan prosedur yang mempercepat proses verifikasi dan penetapan status kepemilikan tanah, sehingga proyek PLTS dapat berjalan dengan lancar tanpa risiko terganggu oleh masalah legalitas lahan. Selain itu, dengan mekanisme penyelesaian sengketa yang efisien, seperti mediasi dan arbitrase, ATR/BPN dapat memastikan bahwa perselisihan yang mungkin timbul dapat diselesaikan dengan cepat dan adil, sehingga tidak menghambat progres Pembangunan. Mediasi dan arbitrase yang dirancang dengan baik akan memberikan kepastian hukum dan rasa keadilan bagi semua pihak yang terlibat, baik itu masyarakat lokal, pemerintah, maupun investor. Dengan cara ini,

ATR/BPN tidak hanya mendukung percepatan pengembangan PLTS, tetapi juga memastikan bahwa proses tersebut berjalan sesuai dengan prinsip-prinsip keadilan dan hukum yang berlaku di Indonesia.

Jakarta, Agustus 2024  
Peserta PPRA LXVI,

Dr. Verry, S.T., M.T.  
Kolonel Tek / Nrp 518815





## DAFTAR PUSTAKA

### Buku dan Jurnal Penelitian

Ahsan, M. (2021). Tantangan dan Peluang Pembangunan Proyek Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) di Indonesia. *Jurnal Ilmiah SUTET* Vo. 11 No. 2.

Jevons, W. S. (1871). *The Theory of Political Economy*. Macmillan and Co.

Rao, S. S. (2009). *Engineering Optimization: Theory and Practice*. . New York: John Wiley and Sons. Fourth Edition.

RM Jerry Indrawan and Bayu Widiyanto. (2016). Offset Policy in Building State Defense Independence. *Jurnal Pertahanan* 6, no. 2 (2016): 29–50.

Sukandarrumidi et.al. (2022). *Energi Terbarukan: Konsep Dasar Menuju Kemandirian Energi*. . Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press, Cetakan Ketiga.

Sukiman. (2012). *Pengembangan Media Pembelajaran*. Yogyakarta: PT Pustaka Insan Madani.

Tim Pokja Geostrategi dan Ketahanan Nasional. (2024). *Modul Bidang Studi Geostrategi Indonesia dan Ketahanan Nasional*. Jakarta: Lemhannas RI.

Winardi. (1996). *Perilaku Konsumen*. Bandung.

### Peraturan Perundang-Undangan

Undang-Undang RI Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi

Peraturan Pemerintah RI Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional

Peraturan Presiden RI Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN)

Peraturan Presiden RI Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024

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

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 39 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Kegiatan Fisik Pemanfaatan Energi Baru dan Energi Terbarukan serta Konversi Energi

Peraturan Menteri ESDM Nomor 50 Tahun 2017 tentang Pemanfaatan Sumber Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik

## **Sumber Lainnya**

- ARISE. (2023). PT Awina Rikudenko Solar Engineering Indonesia Company Profile. Jakarta: PT ARISE
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2023). Renewable Energy Statistics. IRENA July 2023
- IRENA. (2023). Socio-economic footprint of the energy transition: Indonesia. IRENA ISBN: 978-92-9260-490-5
- Kementerian ESDM. (2024). Handbook Of Energy & Economic Statistics of Indonesia (HEESI) 2023. Jakarta: Kementerian ESDM
- National Renewable Energy Laboratory (NREL). (2022). Perovskite Solar Cells in the Spotlight.
- Siaran Pers Kementerian ESDM NOMOR: 101.Pers/04/SJI/2021 tanggal 22 Maret 2021
- Solarion. (2023). Solarion Company Profile. Jakarta: PT Solarion Energi Alam
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2022). Global Trends in Renewable Energy Investment 2022.
- World Bank. (2021). The Potential of Solar Energy to Power the Developing World.

## **Rujukan Elektronik**

- <https://renewableenergy.id/potensi-energi-terbarukan-di-indonesia/#kajian-peta>  
Diakses tgl 10 Juli 2024
- <https://wartapemeriksa.bpk.go.id/?p:40668> Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:37 WIB
- [https://iesr.or.id/mengejartarget\\_23\\_bauran-energi-terbarukan-di\\_2025-memerlukan-strategi-percepatan-dan-komitmen-politik](https://iesr.or.id/mengejartarget_23_bauran-energi-terbarukan-di_2025-memerlukan-strategi-percepatan-dan-komitmen-politik) Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:43 WIB
- [https://www.suara.com/lifestyle/2021/03/-03/155525/pentingnya\\_energi-terbarukan\\_untuk\\_atasi\\_krisis\\_perubahan\\_iklim](https://www.suara.com/lifestyle/2021/03/-03/155525/pentingnya_energi-terbarukan_untuk_atasi_krisis_perubahan_iklim) Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:46 WIB
- [https://iesr.or.id/mengejar-target\\_23-bauran-energi-terbarukan-di-2025-memerlukan-strategi-percepatan\\_dan\\_komitmen-politik](https://iesr.or.id/mengejar-target_23-bauran-energi-terbarukan-di-2025-memerlukan-strategi-percepatan_dan_komitmen-politik) Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 10:54 WIB
- <https://ebtke.esdm.go.id/post/2021/12/15/3038/menteri.esdm,perlu.upaya.konkrit,dan.terencana.cpai.targt.bauran,.23.di.tahun,2025> Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 11:03 WIB

[http://greengrowth.bappenas.go.id/lima-fakta-tentang-pembiayaan-untuk-memenuhi-target-bauran-energi-baru-terbaruka\\_ebt-pada\\_2025/](http://greengrowth.bappenas.go.id/lima-fakta-tentang-pembiayaan-untuk-memenuhi-target-bauran-energi-baru-terbaruka_ebt-pada_2025/)  
Diakses tgl 31 Januari 2024 pukul 11:05 WIB

<https://lestari.kompas.com/read/2024/01/16/090000386/indonesia-baru-manfaatkan-03-persen-potensi-energi-bersih-yang-dimiliki?page=all>  
Diakses tgl 7 Februari 2024 pukul 17:19 WIB

<https://infopublik.id/kategori/nasional-ekonomi-bisnis/777662/potensi-energi-baru-dan-terbarukan-harus-dioptimalkan-untuk-masyarakat>  
Diakses tgl 7 Februari 2024 pukul 17:26 WIB

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/punya-potensi-pasar-besar-penggiat-plts-di-indonesia-diminta-tk-keluar-gelombang>  
Diakses tgl 7 Februari 2024 pukul 17:38 WIB

<https://pelayananpublik.id/2021/08/19/apa-itu-optimalisasi-tujuan-dan-manfaatnya/>  
Diakses tgl 24 Maret 2024 pukul 10:12 WIB

<https://koran.tempo.co/read/ekonomi-dan-bisnis/485477/kenali-apa-itu-plts-pengertian-manfaat-dan-cara-kerjanya>  
Diakses tgl 25 Maret 2024 pukul 10:34 WIB

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/tiga-fktor-kemandirian-energi-nasional>  
Diakses tgl 25 Maret 2024 pukul 10:42 WIB

<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2023/02/23/pembangkit-listrik-ebt-indonesia-didominasi-tenaga-air-sampai-2022>  
diakses pada 22 April 2024 pukul 19:02 WIB

<https://www.antaranews.com/berita/3724749/kementerian-esdm-potensi-ebt-indonesiadiproyeksi-3687gigawatt>  
diakses pada 22 April 2024 pukul 19:07 WIB

Potensi Energi Angin di Indonesia, Tersebar Luas di Berbagai Wilayah Halaman all - Kompas.com diakses pada 22 April 2024 pukul 19:11 WIB

<https://ebtke.esdm.go.id/lintas/id/investasi-ebtke/sector-panas-bumi/potensi>  
diakses pada 22 April 2024 pukul 19:15 WIB

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia>  
diakses pada 22 April 2024 pukul 19:21 WIB

<https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-rencana-umum-energi-nasional-ruen-1.pdf>  
diakses pada 22 April 2024 pukul 19:28 WIB

What is pest analysis. The economic Times, URL. What is Pest Analysis? Definition of Pest Analysis, Pest Analysis Meaning - The Economic Times (indiatimes.com). Diakses tanggal 10 Februari 2024 pukul 20:03 WIB

<https://www.gramedia.com/literasi/keadaan-geografis-indonesia/>  
Diunduh tanggal 25 Mei 2024 pukul 15:58 WIB

<https://www.cnbcindonesia.com/market/20190626094429-17-80665/indonesia-kaya-sumber-daya-berkah-atau-musibah> Diunduh tanggal 25 Mei 2024 pukul 16:13 WIB

<https://renewableenergy.id/potensi-energi-terbarukan-di-indonesia/> diakses pada 11 April 2024 pukul 21:20 WIB

<https://www.weforum.org/agenda/2024/01/renewables-energy-transition-cooperation/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:23 WIB

<https://www.weforum.org/agenda/2023/05/4-charts-solar-energy-fight-climate-change/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:34 WIB

<https://www.mckinsey.com/id/our-insights/how-to-power-indonesias-solar-pv-growth-opportunities#/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:37 WIB

<https://www.nhm.ac.uk/discover/renewable-energy.html> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:46 WIB

<https://energytracker.asia/solar-energy-indonesia/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:48 WIB

<https://www.bloomberg.org/press/indonesian-solar-market-poised-for-unprecedented-growth-holds-key-to-decarbonizing-energy-sector/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:51 WIB

<https://www.pv-magazine.com/2023/05/09/indonesias-race-to-net-zero/> diakses pada 10 Juli 2024 pukul 18:54 WIB

<https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia> diakses pada 5 Mei 2024 pukul 21:34 WIB

<https://indonesiabaik.id/infografis/pembangunan-infrastruktur-kelistrikan-indonesia> diakses pada 5 Mei 2024 pukul 21:38 WIB

<https://iesr.or.id/pustaka/briefing-paper-peningkatan-akses-energi-inisiatif-energi-berkelanjutan-untuk-semua-dan-implikasinya-pada-indonesia> diakses pada 6 Mei 2024 pukul 21:29 WIB

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/06/10/3178/menteri.esdm.serukan.aksi.kolaborasi.efisiensi.energi> diakses 8 Mei 2024 pukul 19:26 WIB

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2011/01/18/72/mesdm.dampingi.presiden.ri.resmikan.plta.asahan.1> diakses 8 Mei 2024 pukul 19:27 WIB

<https://paiton.probolinggakab.go.id/pltu-paiton-di-probolinggo-berkapasitas-terbesar-di-indonesia/> diakses 8 Mei 2024 pukul 19:30 WIB

<https://www.harianhaluan.com/news/1012640153/beroperasi-2027-segera-dibangun-rencana-konstruksi-pembangunan-plta-tertinggi-dan-pertama-di-kalimantan-selatan-cetak-sejarah-tembusan-ikn> diakses pada 8 Mei 2024 pukul 19:36 WIB

<https://www.mongabay.co.id/2024/02/04/geliat-perguruan-tinggi-kembangkan-energi-surya/> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:04 WIB

<https://aesi.or.id/energi-surya-raja-listrik> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:10 WIB

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2019/10/17/2372/apamsi.tawarkan.solusi.pemasangan.plts.atap.konsumen.ritel> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:16 WIB

<https://www.antaranews.com/berita/3729765/permintaan-instalasi-plts-atap-untuk-sektor-industri-meningkat> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:20 WIB

<https://www.antaranews.com/berita/3546525/esdm-mengapresiasi-gandaria-city-pasang-plts-atap-berkapasitas-544-kwp> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:25 WIB

<https://mykg.id/kg-updates/info-unit/berkomitmen-go-green-hotel-santika-premiere-palembang-dialiri-listrik-melalui-panel-surya> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:28 WIB

<https://astraproperty.co.id/news-article/detail/komitmen-astra-property-untuk-masa-depan-yang-lebih-hijau> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:33 WIB

<https://ebtke.esdm.go.id/post/2022/08/23/3232/pompa.air.tenaga.surya.hadir.irigasi.sawah.wayan.lancar.mengalir> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:37 WIB

<https://m.beritajakarta.id/read/118345/10-bangunan-sekolah-dan-puskesmas-dijakbar-sudah-terapkan-plts> diakses pada 10 Mei 2024 pukul 21:43 WIB

<https://iesr.or.id/kesiapan-sdm-berkualitas-dalam-menyongsong-orde-gigawatt-energi-surya>, diakses 18 Mei 2024 pukul 20:11 WIB

<https://energytracker.asia/solar-energy-indonesia/> Solar Energy In Indonesia: Potential and Outlook diakses pada 11 Juli 2024 pukul 21:39 WIB

<https://metiires.or.id/pengembangan-sdm/pentingnya-pengembangan-sumber-daya-manusia-dalam-sektor-energi-terbarukan-untuk-masa-depan-berkelanjutan/>, diakses pada 18 Mei 2024 pukul 20:13 WIB

<https://www.solarkita.com/blog/potensi-indonesia-untuk-menggunakan-tenaga-surya-sebagai-sumber-energi> diakses pada tanggal 10 Mei 2024 pukul 21:09 WIB

<https://iesr.or.id/plts-berkembang-lambat-di-2022-pemerintah-perlu-pacu-implementasi-kebijakan-yang-mendukung-plts> diakses pada tanggal 13 Mei 2024 pukul 21:23 WIB

<https://www.djkn.kemenkeu.go.id/berita/baca/26164/PLTS-Proyek-Investasi-Pemerintah-di-Timur-Indonesia-untuk-Terangi-Negeri.html>, diakses pada 18 Mei 2024 pukul 22:15 WIB



<https://www.canarymedia.com/articles/solar/chart-which-10-countries-generated-the-most-solar-power-in-2023> diakses 20 Juli 2024 pukul 19:07 WIB

<https://www.wri.org/insights/countries-scaling-renewable-energy-fastest> diakses pada 20 Juli 2024 pukul 19:36 WIB

<http://www.metal.ui.ac.id/immt/index.php/2020/10/21/mengenal-solar-energy-sebagai-energi-terbarukan/> Diakses tgl 14 Agustus 2024 pukul 11:20 WIB

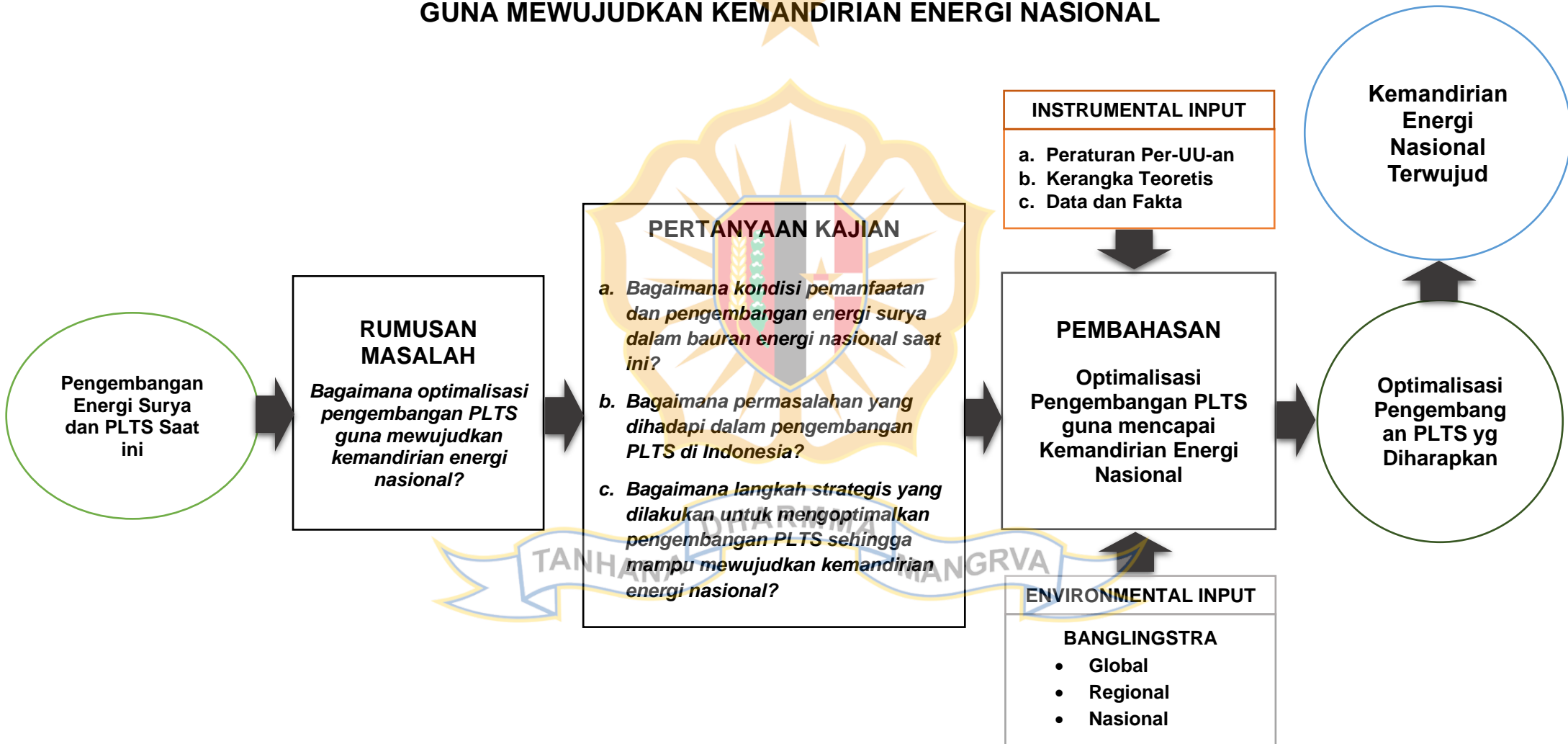
<https://www.cnbcindonesia.com/news/20230711152249-4-453289/bangun-industri-panel-surya-ri-gaet-china-ini-kata-esdm> Diakses tanggal 14 Agustus 2024 pukul 14:24 WIB





ALUR PIKIR

OPTIMALISASI PENGEMBANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)  
GUNA MEWUJUDKAN KEMANDIRIAN ENERGI NASIONAL



## LAMPIRAN 2

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

#### DATA POKOK

1. NAMA : Dr. Verry, S.T., M.T.
2. PANGKAT : Kolonel
3. KORPS/Kejuruan : Tek
4. NRP/NBI : 518815
5. TANGGAL LAHIR : 1 Agustus 1972
6. TEMPAT LAHIR : Padang
7. AGAMA : Islam



#### PENDIDIKAN UMUM

1. SD 1985
2. SMP 1988
3. SMA 1991
4. Administrasi Negara Unsub (S1) 2002
5. Manajemen Teknik Industri Unpas (S2) 2006
6. Teknik Industri UPN (S1) 2008
7. Ilmu Manajemen Unpad (S3) 2016

#### PENDIDIKAN MILITER UMUM

1. AAU 1994
2. Sekkau 2003
3. Seskoau 2003
4. Sesko TNI 2019

#### PENDIDIKAN MILITER SPESIALIS

1. Sekolah Para Dasar 1992
2. Akademi Lanjutan 1995
3. Sarcab Perwira Teknik 1995
4. Kibi Pusbasa Kemhan 1999
5. Suspa Kelaikan Udara TNI AU 1999
6. Sekolah Terbang Layang 2000
7. Arrius 2F Engine Maintenance Course Perancis 2001
8. Mechanic Course EC 120B Colibri Perancis 2001
9. Subakpan Kelas III 2003
10. Aviation Physiology Training Singapura 2004
11. Suspa Inspektur Kelaikan Udara 2004
12. Inspektur Kelaikan Udara Pesbang Bell 47G Soloy/ 2004

EC 120B Colibri	
13. Peningkatan Kompetensi Manajer Bagi Kepala/ Wakil Kepala SMK (Program School Grant)	2005
14. Inspektur Kelaikan Udara Militer	2007
15. Susjemen Rengarhan Kemhan	2011
16. Sus Pengadaan Barang Dan Jasa	2011
17. Sus Ahli Pengadaan Nasional	2011

### RIWAYAT PANGKAT

1. Letnan Dua	01-10-1994
2. Letnan Satu	01-10-1997
3. Kapten	01-10-2000
4. Mayor	01-10-2006
5. Letnan Kolonel	01-10-2010
6. Kolonel	01-10-2016

### RIWAYAT JABATAN (PENEMPATAN)

TGL/BLN/THN	JABATAN	KESATUAN
1. 01-08-1994	PAMA AAU	AAU
2. 20-10-1995	PATEK	SKADUD 7
3. 01-11-1996	KASIHAR	SKADUD 7
4. 21-09-2000	DANFLIGHTAR	SKADUD 7
5. 01-08-2003	KADISHAR	SKADUD 7
6. 01-09-2006	TAFUNG GOL. VI	BALITBANG KEMHAN
7. 29-08-2008	KASI B-47G/EC-120B SUBDISPESHELI	DISAEROAU
8. 26-03-2010	DANSATHAR 16	DEPOHAR 10
9. 22-11-2011	KADISLOG	LANUD SDM
10. 20-03-2013	KABAG PROGAR	DISAEROAU
11. 22-09-2015	KASUBDIS DIKUALSUS	DISDIKAU
12. 22-09-2017	PAMEN DISAEROAU RENCANA DIK SESKO TNI	DISAEROAU
13. 12-03-2018	KASUBDIS PESHELI	DISAEROAU
14. 07-12-2018	PATUN KELOMPOK	SESKOAU
15. 04-12-2019	DOSEN	SESKO TNI
16. 08-06-2020	PABAN III/KERSAMIK PT DITKERSAMIK	SESKO TNI
17. 20-09-2021	KADEP LINGIPEK	SESKO TNI
18. 14-04-2023	DANDEPOHAR 90	DEPOHAR 90

### TANDA KEHORMATAN

1. Bintang Swa Bhuwana Paksa Nararya
2. Satyalancana Pengabdian XXIV Tahun
3. Satyalancana Pengabdian XVI Tahun
4. Satyalancana Pengabdian VIII Tahun
5. Satyalancana GOM 7

6. Satyalancana GOM 9
7. Satyalancana Dharma Nusa
8. Satyalancana Dwidya Sistha
9. Satyalancana Kebaktian Sosial

#### **DATA KELUARGA**

- |               |  |
|---------------|--|
| 1. NAMA AYAH  | Drs. H. Mansyur Ali  |
| 2. NAMA IBU   | Hj. Anisma   |
| 3. NAMA ISTRI | drg. Hj. Laili Maya Kusumawati   |
| 4. NAMA ANAK  | a. Veland Ahtayary Putri, S.P., MBA.<br>b. drg. Velia Putri Ahtayary<br>c. Verland Ahtaverya Putra<br>d. Verli Putri Ahtaverya |

Jakarta, Agustus 2024

Dr. Verry, S.T., M.T.  
Kolonel Tek NRP 518815

