



## Perkembangan Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida (PLT Hibrida) Di Indonesia Guna Mendukung Ketahanan Energi Nasional



**Dzilal Iksan<sup>\*</sup>, Suyono Thamrin, Helda Risman, Cahya Maharani B.Z**  
Program Studi Magister Manajemen Pertahanan, Jurusan Ketahanan Energi, Universitas Pertahanan  
<sup>\*</sup>Email: dzilaliksano44@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.8.2.231-238>

### ABSTRACT

*Hybrid Power Plant is one of the alternatives to meet electricity demand in Indonesia and has experienced significant development in recent years. Hybrid power plants are a solution in increasing the electrification ratio by meeting electricity needs in remote areas and being a solution for new renewable energy that is intermittent. A hybrid Power Plant must achieve optimal function so that a strategy is needed to increase optimal achievement. This research aimed to analyse the development of hybrid power plants in Indonesia and identify factors that can optimise the development of hybrid power plants in Indonesia. This research was qualitative and used a literature study method. SWOT analysis became an analytical tool to identify internal and external factors. The results of this study show that hybrid power plants support energy security and national security. Hybrid power plants' strengths (S) are that they can increase reliability, are environmentally friendly and synergise with energy transition. Weaknesses (W) are that some hybrid power plants still utilise fuel for integration and the technology is more complicated. Opportunities (O) are that hybrid power plants can reduce the achievement of electrification ratio, NZE and energy transition. Threats (T) are financing and geography.*

**Keywords:** *Hybrid Power Plant, SWOT Analysis, Renewable Energy.*

### ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida atau PLT Hibrida merupakan salah satu alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia dan telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. PLT Hibrida menjadi solusi dalam meningkatkan rasio elektrifikasi dengan memenuhi kebutuhan listrik pada daerah terpencil dan menjadi solusi untuk energi baru terbarukan yang bersifat intermittent untuk itu PLT Hibrida harus mencapai fungsi yang optimal sehingga dibutuhkan strategi untuk meningkatkan capaian yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan PLT Hibrida di Indonesia dan mengidentifikasi faktor faktor yang dapat mengoptimalkan perkembangan PLT Hibrida di Indonesia. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dan menggunakan metode studi literatur. Analisis SWOT menjadi alat analisis untuk mengidentifikasi faktor internal dan eksternal. Hasil penelitian ini menunjukkan PLT Hibrida mendukung ketahanan energi dan ketahanan nasional. Kekuatan (S) PLT Hibrida adalah dapat meningkatkan keandalan, ramah lingkungan dan bersinergi dengan transisi energi. Kelemahan (W) adalah beberapa PLT Hibrida masih memanfaatkan BBM untuk pengintegrasian dan teknologinya terbilang lebih rumit. Peluang (O) adalah PLT Hibrida dapat menekan capaian rasio elektrifikasi, NZE dan Transisi Energi. Ancaman (T) adalah pembiayaan dan kondisi geografi.

**Kata kunci:** PLT Hibrida, Analisis SWOT, Energi Baru Terbarukan.

### PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi listrik diprediksikan akan mengalami peningkatan kebutuhan yang

signifikan di Indonesia, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan ekonomi. (Hidayat, 2020). Proyeksi pemenuhan kebutuhan energi di

masa depan akan difokuskan pada energi baru dan terbarukan dengan teknologi ramah lingkungan (Yunita, 2022). Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida atau PLT Hibrida dapat menjadi solusi dalam memenuhi kebutuhan listrik yang semakin meningkat. PLT Hibrida membantu diversifikasi sumber energi dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan tidak ramah lingkungan (Ana, 2021).

PLT Hibrida adalah pembangkit listrik yang memanfaatkan dan menggabungkan sumber energi terbarukan (Putri, 2022). Hal tersebut memungkinkan PLT Hibrida untuk memanfaatkan energi secara optimal dari berbagai sumber, sehingga meningkatkan efisiensi keseluruhan dibandingkan dengan pembangkit yang hanya menggunakan satu sumber energi. PLT Hibrida dapat beroperasi secara fleksibel, menyesuaikan dengan kondisi dan permintaan energi, sehingga PLT Hibrida menjadi solusi bauran untuk daerah terpencil yang tidak memiliki akses ke jaringan listrik PLN. PLT Hibrida menjadi solusi bagi pembangkit EBT yang bersifat intermitten, karena jika salah satu sumber energi mengalami gangguan, sumber energi lain dapat menjaganya agar tetap beroperasi. Hal ini meningkatkan keandalan pasokan listrik dan meminimalkan risiko pemadaman listrik (Ana, 2021).

PLT Hibrida berpotensi menjadi solusi dalam krisis pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh pemanfaatan energi fosil dalam memproduksi energi listrik sehingga menyebabkan pemanasan global pada tingkat yang sangat mengkhawatirkan (Safrizal, 2020). PLT Hibrida menjadi alternatif dalam pemmasalahan tersebut dengan mengintegrasikannya dengan sumber energi baru terbarukan yang ramah lingkungan. upaya tersebut memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengurangi krisis kerusakan lingkungan dan meningkatkan bauran energi terbarukan di Indonesia (Putri, 2022) dan disamping itu Indonesia memiliki potensi energi terbarukan yang cukup besar (Safrizal, 2021) seperti yang telah tertulis pada tabel 1 yang diakses dari data sekunder yaitu RUPTL 2021-2030 PT. PLN.

PLT Hibrida dapat mempercepat kebutuhan energi, dan transisi energi. Manajemen sistem

energi menjadi fokus yang harus diperhatikan untuk mencapai fungsi sistem hibrida yang optimal seperti meningkatkan kualitas daya, suplai energi, dan pencapaian nol karbon. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mencapai hasil yang optimal adalah dengan meningkatkan keandalan sistem pembangkit hibrida atau PLT Hibrida. (Mohammad R dan Arthur, 2022). Rencana Strategis dibutuhkan untuk mencapai hasil yang optimal. Analisis SWOT akan berguna untuk mengidentifikasi potensi pengembangan suatu proyek (Melati & dkk, 2022) dengan mengkaji SWOT dengan perkembangan PLT Hibrida di Indonesia.

**Tabel 1.** Potensi Sumber EBT di Indonesia (PT. PLN, 2021)

| Jenis Energi     | Potensi (MW) | Kapasitas yang terpasang (MW) | Pemanfaatan |
|------------------|--------------|-------------------------------|-------------|
| Geothermal       | 29.544       | 1.438                         | 4,90%       |
| Hydro            | 75.091       | 4.826                         | 6,40%       |
| Mini Micro Hydro | 19.385       | 197                           | 1%          |
| Bioenergi        | 32.654       | 1.671                         | 5,10%       |
| Surya            | 207.898      | 78                            | 0,04%       |
| Bayu             | 60.647       | 3                             | 0,01%       |
| Gelombang Laut   | 17.989       | 0,30                          | 0,00%       |

Tujuan Penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang dapat mengoptimalkan pengembangan PLT Hibrida. Analisis SWOT dilakukan untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman dalam rencana pengembangan PLT Hibrida di Indonesia. Pembangkit listrik hibrida menawarkan solusi inovatif dalam penyediaan energi dan terbukti lebih efisien dengan menggabungkan berbagai sumber energi (Ahmad, 2021).

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif deskriptif. Penelitian kualitatif adalah sebuah metode penelitian yang bertujuan untuk memahami dan menjelaskan fenomena sosial

secara mendalam. Penelitian kualitatif sangat bermanfaat untuk memahami fenomena sosial yang kompleks dan multidimensi. Hasil penelitian kualitatif dapat memberikan insights yang berharga untuk mengembangkan kebijakan dan program yang lebih efektif (Ardiansyah, 2023).

Dalam penelitian ini akan dilakukan Analisis SWOT dengan pendekatan studi literatur peneliti pendahulu. Pendekatan studi literatur merupakan suatu proses yang terstruktur dan teratur dalam mengumpulkan, menilai, dan menggabungkan berbagai sumber bacaan yang relevan dengan topik penelitian (Ardiansyah, 2023). Analisis SWOT merupakan alat perencanaan yang terstruktur untuk mengkaji faktor-faktor internal (kekuatan dan kelemahan) dan eksternal (peluang dan ancaman) yang terkait dengan suatu proyek atau usaha bisnis (Lena, 2022). Analisis SWOT dilakukan melalui kajian Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) oleh PLN (Persero), Rencana Strategis oleh KESDM, dan studi literatur penelitian pendahulu. Studi literatur dilakukan melalui penelitian sebelumnya yang telah melakukan penelitian mengenai perencanaan dan perkembangan pembangunan PLT Hibrida di Indonesia.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Perkembangan PLT Hibrida di Indonesia**

Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid atau PLT Hibrida merupakan pembangkit listrik yang menggabungkan beberapa jenis energi sekaligus untuk memenuhi kebutuhan energi listrik pada beban listrik yang sama (Ahmad, 2021). Pembangunan PLT Hibrida dilakukan karena dinilai lebih andal sebagai kebutuhan energi dan ramah lingkungan. PLT Hibrida dinilai lebih andal dalam kebutuhan energi karena dalam sistemnya, PLT Hibrida memanfaatkan lebih dari satu sumber energi, sehingga jenis sumber energi lain dapat menjadi cadangan dan alternatifnya. PLT Hibrida juga dinilai lebih ramah lingkungan karena penggabungannya dilakukan dengan energi terbarukan sehingga dapat menekan pemanfaatan energi fosil sebagai sumber energi (Saodah, 2019).

Perkembangan PLT Hibrid di Indonesia telah mengalami kemajuan yang signifikan

dalam beberapa tahun terakhir. Hal ini sejalan dengan upaya pemerintah untuk meningkatkan bauran energi nasional dan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Pada tahun 2021, kapasitas terpasang PLT Hibrid di Indonesia mencapai 1.400 MW. Angka ini meningkat signifikan dari tahun sebelumnya, yaitu 900 MW. Peningkatan ini didorong oleh berbagai faktor, salah satu faktor adalah mengenai kebijakan yaitu Peraturan Presiden No. 79 Tahun 2014 tentang Percepatan Kebijakan Energi Nasional dan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik atau RUPTL oleh PT. PLN Indonesia tahun 2021-2030 (Yunita, 2022). Berikut pembangkit listrik tenaga hibrida yang sudah beroperasi di Indonesia :

**Tabel 2.** Sebaran PLT Hibrida di Indonesia (PT.PLN, 2021)

| No. | Nama Proyek                                | Kapasitas (MW) | COD  |
|-----|--|----------------|------|
| 1   | PLT Hibrida Nusa Penida                    | 3,5            | 2022 |
| 2   | PLT Hibrida Bawean                         | 5              | 2020 |
| 3   | PLT Hibrida Tersebar Jawa Timur (isolated) | 8              | 2021 |
| 4   | PLT Hibrida Lembata                        | 1              | 2020 |
| 5   | PLT Hibrida Maubesi                        | 1              | 2021 |
| 6   | PLT Hibrida Long Beliu                     | 0,5            | 2018 |
| 7   | PLT Hibrida Merabu (Berau)                 | 1,2            | 2018 |
| 8   | PLT Hibrida Teluk Sumbang                  | 0,4            | 2018 |
| 9   | PLT Hibrida Dusun Suana                    | 0,3            | 2022 |
| 10  | PLT Hibrida Pulau Rote                     | 0,2            | 2023 |
| 11  | PLT Hibrida NTT                            | 0,2            | 2023 |
| 12  | PLT Hibrida Kolong Timur                   | 0,1            | 2023 |

| No. | Nama Proyek          | Kapasitas (MW) | COD  |
|-----|----------------------|----------------|------|
| 13  | PLT Hibrida Lengkong | 0,1            | 2023 |

Pada tabel diatas (tabel 2) merupakan sebaran PLT Hibrida yang sudah beroperasi di Indonesia. Data tersebut diolah melalui data sekunder RUPTL oleh PLN (2021) dan mengakses berita media massa yang memuat tentang proyeksi PLT Hibrida di suatu daerah. Sebaran diatas belum mencakup seluruh daerah di Indonesia, walaupun begitu data diatas mempresentasikan PLT Hibrida memiliki potensi untuk berkembang kedepannya di Indonesia.

Pada awalnya, pengembangan PLT Hibrid masih dilakukan secara terbatas, terutama di daerah-daerah terpencil yang belum teraliri listrik. Letak kepulauan yang terpencil dan terpisahkan oleh laut menyebabkan jaringan listrik PLN sulit menjangkau wilayah tersebut (Safrizal, 2020). Dalam pengembangan PLT Hibrida PT. PLN memprioritaskan pengembangan PLTS yang di hibridakan dengan PLTD dan dilengkapi dengan baterai yang berfungsi dalam menjaga tegangan tetap stabil (RUPTL, 2023). Upaya PLN untuk melistrikan daerah terpencil dengan sulitnya jangkauan dengan kebijakan pengembangan centralized PV. Penentuan lokasi centralized PV atau PLTS ditinjau melalui faktor tekno-ekonomi seperti biaya transportasi BBM dan pengoperasian PV yang dikolaborasikan dengan PLTD yang sudah ada, guna mengurangi pemakaian BBM. Komponen pembangkit PLT Hibrida disesuaikan berdasarkan potensi sumber energi yang terdapat di daerah tersebut (RUPTL, 2023).

Pengembangan PLT Hibrid di Indonesia memiliki potensi yang besar untuk meningkatkan rasio elektrifikasi, mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, dan mengurangi emisi gas rumah kaca (Prian, 2021). Berikut adalah Lokasi yang berpotensi yang dapat dikembangkan menggunakan PLT Hibrid di Indonesia:

**Tabel 3.** Sebaran Lokasi yang berpotensi pembangkit listrik tenaga hibrida

| No. | Lokasi | Kapasitas (MW) |
|-----|--------|----------------|
|-----|--------|----------------|

| No. | Lokasi                    | Kapasitas (MW) |
|-----|---------------------------|----------------|
| 1   | Deudap                    | 0,25           |
| 2   | Seurapung                 | 0,25           |
| 3   | Dumai Riau                | 65             |
| 4   | Karimun Jawa              | 3              |
| 5   | Tegal                     | 220            |
| 6   | Nusa Penida               | 8,5            |
| 7   | Ambon                     | 10             |
| 8   | Keikecil                  | 10             |
| 9   | Buru                      | 10             |
| 10  | Pulau Tanibar             | 5              |
| 11  | Pulau Aru                 | 5              |
| 12  | Bacan                     | 10             |
| 13  | Morotai                   | 10             |
| 14  | Tobelo                    | 10             |
| 15  | Sanana                    | 5              |
| 16  | Waena                     | 20             |
| 17  | Sumba Barat               | 2              |
| 18  | Kalimantan Timur Peaker 2 | 1              |
| 19  | Bitung                    | 63             |
| 20  | Bitung                    | 104            |
| 21  | Pulau Selayar             | 10             |
| 22  | Pulau Kaledupa            | 0,7            |
| 23  | Bombana                   | 10             |
| 24  | Buton                     | 30             |

Pada tabel diatas (tabel 3) menjelaskan mengenai daerah-daerah yang memiliki potensi dalam pemanfaatan sistem PLT Hibrida. Selain 24 daerah diatas masih banyak daerah-daerah lainnya seperti kepulauan madura. Semua data ini diakses melalui data sekunder RUPTL 2021-2030 oleh PT. PLN.

Terdapat beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti ketidakstabilan sumber energi terbarukan, biaya investasi yang tinggi, dan ketersediaan lahan. Untuk mengatasi tantangan tersebut diperlukan manajemen yang baik dan dukungan dari berbagai pihak, baik pemerintah, swasta, maupun masyarakat (Mohammad R dan Arthur, 2022). Pemerintah perlu menyusun rencana pengembangan PLT Hibrid yang lebih

optimal dengan mengkaji peluang dan tantangan PLT Hibrida di Indonesia.

**Analisis SWOT Sistem PLT Hibrida**

Berdasarkan analisis dan kajian yang telah dilakukan, peneliti melakukan analisis SWOT dibawah ini (tabel 4). Berikut adalah beberapa kriteria SWOT yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan PLT Hibrida :

**Tabel 1.** Kriteria SWOT PLT Hibrida di Indonesia

| No. | Strenght (Kekuatan)  | No. | Opportunities (Peluang)   |
|-----|--|-----|---|
| 1   | PLT Hibrida Memiliki Ketersediaan Energi dan Efisiensi yang tinggi (Agung dkk, 2021) (Tulloh & dkk, 2020)  | 1   | PLT Hibrida dapat menjadi strategi Efisiensi untuk mempercepat capaian NZE dan penghematan biaya pada pembangkit yang masih menggunakan BBM (Nurmela, 2019) |
| 2   | Ramah Lingkungan (Chamdareno & Hilal, 2020) (Safrizal, 2020) Memiliki Cadangan Energi dari pembangkit dengan sumber energi lainnya (Mujammil dan Agus, 2022) (Agung dkk, 2021) | 2   | Alternatif dan solusi bagi EBT yang bersifat intermittent (Agung dkk, 2021)   |
| 3   |  | 3   | Masa Transisi Energi (Indriyani & dkk, 2022)  |
| 4   | Sebagian PLT Hibrida Terintegrasi dengan Sumber Energi Terbarukan (Indriyani & dkk, 2022)  | 4   | Kebutuhan infrastruktur kelistrikan yang mana mendorong pertumbuhan ekonomi masyarakat (Chamdareno & Hilal, 2020) (Kristyadi & dkk, 2023)                   |
| 5   | Mendukung Kebutuhan Energi untuk Daerah Terpencil atau 3T (Aris Ansori, 2018) (Melati & dkk, 2022) (Kristyadi & dkk, 2023)   | 5   | PLT Hibrida menjadi batu loncatan untuk mempercepat dalam pemanfaatan dan perkembangan EBT (RUPTL,2021) (Indriyani & dkk, 2022)                             |

| No. | Weakness (Kelemahan)  | No. | Threats (Ancaman)   |
|-----|---|-----|---|
| 1   | Pada sistem pembangkit listrik hibrida memanfaatkan komponen dan teknologi yang lebih banyak (Safrizal, 2020)           | 1   | PLT Hibrida memiliki biaya Instalasi yang cukup tinggi (Safrizal, 2020) (Tulloh & dkk, 2020)  |
| 2   | Maintance dalam sistem hibrida lebih rumit dari sistem pembangkit tunggal lainnya.                                      | 2   | Perawatan operasional sistem pembangkit hibrida sering kali didapati terdapat biaya yang tak terduga (Safrizal, 2020) (Rahmanta & Wibowo, 2021) |
| 3   | Beberapa PLT Hibrida masih memanfaatkan energi konvesional (Rahmanta & Salim, 2022)                                     | 3   | Konsekuensi dan ketidakpastian iklim dan lingkungan (Mohammad R dan Arthur, 2022)   |
| 4   | Pemanfaatan baterai pada sistem pembangkit listrik Hibrida memiliki umur yang terbatas. (Putra, Briyantama & dkk, 2022) | 4   | Beberapa proyeksi pembangkit hibrid sulit mendapatkan investor (Putra, Briyantama & dkk, 2022)  |
| 5   | Penyatuan frekuensi pada sistem hibrida lebih banyak makan waktu ( Hasan & dkk, 2022)                                   | 5   | Kondisi geografi yang tidak mendukung (Sinaga dkk, 2017) (Rahmanta & Wibowo, 2021)  |

**Strenght (Kekuatan) dari PLT Hibrida:**

Bedasarkan tabel diatas sistem pembangkit listrik tenaga hibrida meningkatkan keandalan pada ketersediaan energi. Hal tersebut dikarenakan pada sistem PLT hibrida memiliki sumber energi dari 2 jenis atau lebih sehingga jika ada masalah terhadap salah satu sumber energi, sumber energi lainnya dapat menjadi alternatif dan solusi untuk permasalahan seperti itu. .

Salah satu tujuan pemanfaatan PLT Hibrida adalah untuk mengurangi pemakaian BBM pada PLTD, hal tersebut besinergi dengan kesepakatan paris aggrement, dengan mengurangi emisi CO2 yang diproduksi oleh PLTD. menurut Indriyani (2022) kedepannya akan sistem PLT Hibrida akan diintegrasikan dengan PLT EBT.

Pengintegrasian pada sistem PLT Hibrida dapat dilakukan dengan EBT sehingga PLT Hibrida memiliki kekuatan sebagai PLT yang ramah lingkungan.

Weakness (Kelemahan) dari PLT Hibrida:

Selain tujuan ramah lingkungan, pengintegrasian PLT Hibrida dengan PLTD juga menjadi alternatif menekan biaya awal instalasi sistem PLT Hibrida tersebut. Pada proyeksi instalasi PLT Hibrida memerlukan biaya yang cukup besar dan waktu yang lebih banyak.

Menurut Safrizal (2020) sistem pembangkit listrik tenaga hibrida memanfaatkan komponen dan teknologi yang lebih rumit dan lebih banyak. Hal tersebut membuat sistem ini memiliki Maintenance yang lebih rumit dari sistem pembangkit tunggal lainnya.

Salah satu teknologi yang dimanfaatkan pada PLT Hibrida adalah baterai. Penggunaan baterai pada teknologi sistem pembangkit listrik hibrida menjadi hal yang harus diatasi dengan baik, sehingga performanya maksimal. Fungsi baterai pada sistem pembangkit listrik hibrida adalah menghasilkan kontrol dan stabilitas frekuensi, dan menjadi cadangan energi. Fungsi itu sendiri dapat bermanfaat untuk keperluan operasional pembangkit itu sendiri.

Pada penyatuan frekuensi sistem PLT Hibrida akan membutuhkan lebih banyak waktu dibandingkan dengan PLT dengan energi sendiri. Hal tersebut dikarenakan pemanfaatan sumber energi pada PLT Hibrida lebih dari satu, sehingga membutuhkan waktu lebih lama.

Opportunities (Peluang) dari PLT Hibrida:

Menurut Agung, dkk (2021) Beberapa pembangkit BT memiliki sifat intermitten atau tidak kxontinue yang berarti sumber EBTnya dipengaruhi oleh iklim dan kondisi alam yang berubah ubah sehingga mengganggu produksi energi, sehingga pemanfaatan PLT Hibrida dapat menjadi solusi dalam permasalahan tersebut.

PLT Hibrida memiliki sinergi untuk masa transisi berperan mempercepat pemanfaatan EBT melalui penggabungan PLTD dengan PLT EBT, disisi lingkungan PLT Hibrida juga berpeluang untuk menjadi strategi efisiensi dalam mempercepat capaian NZE.

Pemanfaatan PLT Hibrida berpeluang untuk perekonomian melalui penurunan BPP. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Nurmela (2019) melalui simulasi penetrasi PLTS dan ditemukan terdapat penurunan BPP dan penghematan biaya pada pembangkit yang masih menggunakan BBM.

Threats (Ancaman) dari PLT Hibrida:

Pada beberapa pembangunan PLT Hibrida memungkinkan kesulitan dalam mendapatkan investor, karena pada beberapa kasus seperti di Kampung Dosay, Jayapura. PLT Hibrida dengan pembangkit surya mengalami kesulitan dalam balik modal, dalam simulasi yang dilakukan Briyantama & dkk (2022) dengan rata-rata lifetime 25 tahun, investasi pada PLTS di Kampung Dosay, Jayapura sulit untuk mencapai kembali modal, kemungkinan pada 25 tahun kedepannya masih belum memumpuni. Hal tersebut yang akan mengancamnya perkembangan dan pembangunan PLT Hibrida dari segi pendanaan.

### **Kontribusi PLT Hibrida terhadap Ketahanan Nasional**

Sistem hibrida dapat meningkatkan kemandirian energi nasional dengan mengurangi ketergantungan pada energi fosil. Hal ini dicapai dengan memanfaatkan EBT seperti energi matahari, angin, dan air sebagai sumber energi utama, dan energi konvensional sebagai sumber energi cadangan saat EBT tidak tersedia.

Pengembangan sistem PLT hibrida dapat membantu meningkatkan akses masyarakat terhadap energi yang andal dan terjangkau, sehingga dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Pada sistem hibrida pemanfaatan EBT dapat membantu mengurangi biaya energi dalam jangka panjang sehingga berpengaruh terhadap perekonomian.

Sistem hibrida menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah dibandingkan dengan pembangkit listrik konvensional, sehingga dapat membantu mengurangi perubahan iklim. Hal ini meningkatkan ketahanan lingkungan nasional dan mengurangi risiko bencana alam.

Sistem hibrida dapat digunakan untuk menyediakan energi untuk pulau-pulau terluar,

sehingga dapat membantu meningkatkan kedaulatan maritim dan meningkatkan mutu dan pelayanan di pulau-pulau 3T yang belum terlistriki. EBT dapat digunakan untuk membangun pulau-pulau terluar dan menjaga kedaulatan maritim.

## KESIMPULAN

Bedasarkan hasil analisis diatas dapat disimpulkan PLT Hibrida dapat mendukung ketahanan nasional. PLT Hibrida mampu mencapai ketersediaan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik, menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan energi pada daerah terpencil dan menjadi solusi untuk daerah yang EBT nya bersifat intermittent. PLT Hibrida memiliki dampak positif terhadap pembangunan perekonomian. PLT Hibrida merupakan teknologi yang ramah lingkungan, walaupun dalam implementasi pada saat ini masih memanfaatkan energi konvensional yaitu BBM. Hal tersebut terjadi karena PLT Hibrida itu sendiri merupakan solusi untuk mengurangi pemanfaatan BBM. Pada Sistem integrasi dengan diesel, PLT Hibrida dengan diesel dimanfaatkan untuk daerah yang tidak terjangkau sistem atau daerah dengan EBT yang bersifat intermittent. PLT Hibrida bersinergi dengan Net Zero Emission dengan mengurangi emisi yang diproduksi dari aktifitas industri energi dan Transisi energi dengan mengurangi pemakaian energi tak terbarukan dan integrasi dengan sumber energi terbarukan.

Hasil analisis diatas telah mengidentifikasi SWOT yaitu : S atau kekuatan adalah efisiensi yang tinggi, andal, solusi bagi daerah terpencil, dan ramah lingkungan. W atau kelemahan adalah instalasi, maintaince, dan implementasi lebih rumit karena komponen dan teknologi yang di manfaatkan menjadi lebih banyak berdasarkan dengan banyaknya sumber energi yang dimanfaatkan. O atau Peluang adalah dapat menjadi strategi alternatif untuk mendukung capaian net zero emission, transisi energi, dan pertumbuhan ekonomi. T atau Ancaman adalah pembiayaan atau keuangan untuk PLT Hibrida menjadi tantangan dalam pengembangannya, dan faktor geografi juga dapat menjadi ancaman untuk menjadikan PLT Hibrida sebagai solusi yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ansori, Aris., Yunitasari, B., Soeryanto, & Muhaji. (2018). Model Hybrid Pembangkit Listrik Di Pedesaan. *Otopro*, 13, 58–62.
- Ardiansyah, Risnita, & Syahrani Jailani, M. (2023). Teknik Pengumpulan Data Dan Instrumen Penelitian Ilmiah Pendidikan Pada Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif. *IHSAN: Jurnal Pendidikan Islam*, 1.
- Azizah, A. N., & Purbawanto, S. (2021). Perencanaan pembangkit listrik tenaga hibrid (pv dan mikrohidro) terhubung grid. *Jurnal Listrik*, 2(Instrumentasi dan Elektronika Terapan), 6–10.
- Chamdareno, P. G., & Hilal, H. (2020). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTD-PLTS di Pulau Tunda Serang Banten. *RESISTOR (ElektRONIKA KEndali TelekomunikaSI Tenaga LiSTrik KOMputeR)*, 1(1).
- Harmini, & Nurhayati, T. (2018). Pemodelan sistem pembangkit hybrid energi solar dan angin. *Elektrikal*, 10, 28–32.
- Hasan, R., Masud, M. S., Haque, N., & Abdussami, M. R. (2022). Frequency control of nuclear-renewable hybrid energy systems using optimal PID and FOPID controllers. *Heliyon*, 8(11).
- Hiron, N. (2019). Optimasi kinerja sistem pembangkit hybrid. *Journal of energy and electrical engineering (jee)*, 7(01).
- Indriyani, Y., Kuntjoro, Y. D., & Sasongko, N. A. (2022). Ketahanan energi: pemanfaatan pembangkit listrik tenaga hibrid (plts dan pltbg) di boyolali. *Jurnal Inovasi Daerah*, 1, 10–18.
- Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. (2020). *Renstra KESDM 2020-2024*.
- Kristiyadi, T., Hermanto, A., Taufiq, E., Nugraha, N., Arfianto, T., & Hadiatna, F. (2023). Pengembangan Pembangkit Listrik Hybrid Untuk Memenuhi Kebutuhan Listrik Desa Cipeujeuh, Kabupaten Bandung. *Jurnal Abdimas Ilmiah Citra Bakti*, 4(2), 227–239.
- Maghami, M. R., & Mutambara, A. G. O. (2023). Challenges associated with Hybrid Energy Systems: An artificial intelligence solution. *Energy Reports*, 9, 924–940.

- Maizana, D., Satria, H., & Mungkin, M. (2022). *Pembangkit Hybrid : Optimalisasi Sistem Pembangkit Hybrid Sistem Grid Connected*. Universitas Medan Area Press.
- Nabiel Akbar, D., Surya Gumilang, B., & Zuroida, A. (2023). Studi Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Hybrid Genset-PV di Wilayah Pesisir Kabupaten Malang. *ELPOSYS: Jurnal Sistem Kelistrikan*, 10(1).
- Nurrohim, A. (2012). Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Sebagai Solusi Kelistrikan Di Daerah Terpencil. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 14(2).
- PT. PLN (PERSERO). (2021). *Rencana usahapenyediaan tenaga listrik (RUPTL)*.
- Purnama Sari, D., & Nazir, R. (2015). Optimalisasi desain sistem pembangkit listrik tenaga hybrid diesel generator photovoltaic array menggunakan homer (studi kasus : desa sirilogui, kabupaten kepulauan mentawai). *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 4(1).
- Putra, B. R., Kariongan, J., Aryo, J., Bay, P. B., Liga, M., Sinaga, A. S., Wuri, D. T., Disetujui, ;, & Abstrak, P. B. B. (2023). Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Photovoltaic-Mikrohidro) Menuju Desa Mandiri Energi Di Kampung Dosay, Distrik Sentani Barat, Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Teletronic*, 1(1).
- Rahmanta, M. A., & Samsudin, A. S. (2022). Analisis Pastel & Swot Pemanfaatan Teknologi Pumped Storage Hydropower untuk Meningkatkan Penetrasi Energi Terbarukan di Indonesia. *Jurnal Offshore*, 6(Oil, Production Facilities and Renewable Energy), 1–13.
- Rahmanta, M. A., & Wibowo, P. A. (2021). Kajian Pemanfaatan Potensi Energi Baru Terbarukan Setempat Untuk Meningkatkan Bauran Energi Baru Terbarukan di Pulau Pusong, Nangroe Aceh Darussalam. *Energi & Kelistrikan*, 13(2), 231–241.
- Rozi, A. F., Achmad, I., Agung, I., Widyartono, M., & Chandra Hermawan, A. (2021). Penerapan Pembangkit Hybrid Sebagai Penggerak Kincir Air Pada Tambak Udang. *Jurnal Teknik Elektro*, 10, 91–98.
- Safrizal. (2020). Kajian Teknis Pembangkit Listrik Hybrid (PV& WTG) Pada Base Transceiver Station (BTS) Di Pulau Karimunjawa. *Mestro Jurnal*, 2.
- Saodah, S., & Hariyanto, N. (2019). Perancangan sistem pembangkit listrik hybrid dengan kapasitas 3 kva. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Pada Masyarakat*.
- Sinaga, R., Halomoan Tambunan, A., Prastowo, P., & Hamonangan Simangunsong, B. C. (2017). Analysis on Alternative Solutions for Electrical Energy Sources Case Study: Kupang District. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 05(3), 1–11.
- Tria Melati, L., Supriyadi, I., & Ali, Y. (2022). Strategi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Air Mini/Mikro Hidro di Indonesia. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(2), 91–99.
- Tulloh, H., Julianto, C., Priambodo, A., & Rizky Nugroho, M. (2020, September). Studi Sosial Pemanfaatan Listrik Tenaga Hybrid (PLTH) Sebagai EBT dengan Analisis Swot di Pantai Baru Srandakan Bantul. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan VIII 2020*.
- Wihatma Andianti, P., & Yushardi. (2022). Potensi pembangkit listrik tenaga angin sebagai alternatif penerangan jalan di pantai bambang kabupaten lumajang. *Pariwisata Budaya: Jurnal Ilmiah Pariwisata Agama Dan Budaya*. <http://ojs.uhnsugriwa.ac.id/index.php/parbud>