

Analisis Perencanaan Energi Surya di Koarmada 1 Tanjung Pinang dalam Mendukung Pertahanan Negara

Analysis of Solar Energy Planning at the Koarmada 1 Tanjung Pinang in Supporting National Defence

Albin Moniago Simanjuntak^{1*}, M.S Boedoyo², Nugroho Adi Sasongko³

^{1,2,3}Ketahanan Energi, Fakultas Manajemen Pertahanan

Universitas Pertahanan Republik Indonesia

Kawasan IPSC Sentul Bogor, Jawa Barat 16810, Indonesia

*Corresponding author: albinmoniago@yahoo.com

ABSTRAK

DOI;
[10.30595/jrst.v8i1.17399](https://doi.org/10.30595/jrst.v8i1.17399)

Histori Artikel:

Diajukan:
19/04/2023

Diterima:
22/04/2024

Diterbitkan:
24/04/2024

Energi terbarukan seperti PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) memiliki peran yang penting dalam mendukung pertahanan negara. Keberlanjutan, kemandirian energi, fleksibilitas dalam distribusi dan penggunaan, serta komitmen terhadap inovasi dan teknologi ramah lingkungan adalah faktor-faktor utama yang menjadikan PLTS sebagai solusi energi strategis dalam sektor pertahanan. Dengan mengadopsi dan mengintegrasikan PLTS ke dalam sistem pertahanan, negara dapat memastikan operasional militer yang lebih efisien, keamanan energi yang lebih besar, dan posisi yang lebih kuat di panggung internasional. Integrasi PLTS dalam sistem energi di fasilitas militer memiliki potensi yang besar dalam mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, meningkatkan ketersediaan energi, dan memperkuat komitmen dalam menjaga lingkungan hidup. Dengan demikian, PLTS dapat menjadi alternatif yang potensial untuk memenuhi kebutuhan energi di fasilitas militer dan meningkatkan efektivitas operasi militer. Metodologi penelitian yang akan menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif melalui beberapa metode pengumpulan data: Studi dokumentasi, Survey lapangan dan Analisa GIS. Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan 53,60% penyinaran matahari dan luas area 400.000 m² dapat memberikan dampak positif terhadap operasi dan strategi pertahanan negara dalam hal efisiensi energi, keberlanjutan, dan kemandirian. Jumlah panel yang dapat diinstal : Luas area yang dapat digunakan = 400.000 m² x 70% = 280.000 m². Jumlah panel = 280.000 m² / 1,6 m² per panel = 175.000 panel. Dengan asumsi setiap panel memiliki kapasitas 250 Watt. Total kapasitas PLTS akan menjadi: Kapasitas total = 175.000 panel x 250 Watt = 43.750.000 Watt = 43,75 MW. Adapun kapasitas yang di butuhkan adalah sebesar 606 Volt tegangan listrik dengan daya 200 kVA dan Arus 330 Ampere.

Kata Kunci: Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Koarmada 1 Tanjung Pinang, Pertahanan Negara, Efisiensi Energy, Keberlanjutan Energi

ABSTRACT

Renewable energy such as Solar Power Plant has an important role in supporting national defense. Sustainability, energy independence, flexibility in distribution and use, and commitment to innovation and environmentally friendly technology are the main factors that make solar a strategic energy solution in the defense sector. By adopting and integrating solar power plants into defense systems, countries can ensure more efficient military operations, greater energy security, and a stronger position on the international stage. The integration of solar power plants in energy systems in military facilities has great potential in reducing dependence on fossil energy sources, increasing energy availability, and strengthening commitment to protecting the environment. Thus, solar power plants can be a potential alternative to meet energy needs in military facilities and increase the effectiveness of military operations. Research methodology that will use quantitative and qualitative approaches through several data collection methods: Documentation studies, field surveys and GIS analysis. The utilization of Solar Power Plants with 53.60% solar irradiation and an area of 400,000 m² can have a positive impact on the country's defense operations and strategies in terms of energy efficiency, sustainability, and independence. Number of panels that can be installed : Usable area = 400,000 m² x 70% = 280,000 m². Number of panels = 280,000 m² / 1.6 m² per panel = 175,000 panels. Assuming each panel has a capacity of 250 Watts. The total PLTS capacity will be: Total capacity = 175,000 panels x 250 Watt = 43,750,000 Watt = 43.75 MW. The required capacity is 606 Volts of electricity with a power of 200 kVA and a current of 330 Amperes.

Keywords: Solar Power Plant, Koarmada 1 Tanjung Pinang, National Defense, Energy Efficiency, Energy Sustainability

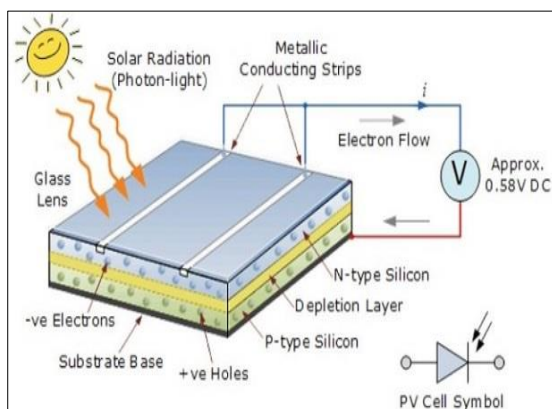
1. PENDAHULUAN

Energi terbarukan seperti PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) memiliki peran yang penting dalam mendukung pertahanan negara. Keberlanjutan, kemandirian energi, fleksibilitas dalam distribusi dan penggunaan, serta komitmen terhadap inovasi dan teknologi ramah lingkungan adalah faktor-faktor utama yang menjadikan PLTS sebagai solusi energi strategis dalam sektor pertahanan. (A. M. Siregar, Ikhwan Syahtaria, and Laksmono n.d.). Dengan mengadopsi dan mengintegrasikan PLTS ke dalam sistem pertahanan, negara dapat memastikan operasional militer yang lebih efisien, keamanan energi yang lebih besar, dan posisi yang lebih kuat di panggung internasional (Rozi, Adi, and Kuntjoro 2020). Tanjungpinang adalah ibu kota dari Provinsi Kepulauan Riau. Kota ini terletak di Pulau Bintan dengan koordinat 0o5' LU dan 104o27' BT (D. C. Siregar, Ardah, and Ninggar 2019).

Ketika cahaya matahari jatuh ke atas sel surya fotovoltaik, energi foton dalam cahaya mengenai elektron dalam bahan semikonduktor, memberikan energi untuk melompat dari tingkat energi rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Proses ini menciptakan pasangan elektron-lubang (hole) di dalam bahan. Medan listrik yang ada di dalam bahan semikonduktor menyebabkan elektron dan lubang terpisah, menciptakan arus listrik. Elektron yang memiliki energi yang lebih tinggi dilepaskan dari atom dan bergerak ke lapisan negatif (n-lapisan), sedangkan lubang bergerak ke lapisan positif (p-lapisan).

Elektron-elektron yang bergerak ke lapisan n menimbulkan arus listrik sebagai hasil dari perpindahan elektron antara lapisan n dan p melalui medan listrik internal. Perbedaan potensial antara lapisan n dan p menciptakan tegangan listrik di antara dua lapisan ini. Ini menghasilkan potensial untuk mengalirkan arus listrik melalui sirkuit eksternal. Arus listrik yang diperoleh dari panel surya bersifat searah (DC). arus DC dari panel surya akan melewati inverter yang mengubahnya menjadi arus AC yang dapat digunakan oleh peralatan listrik dan diintegrasikan ke dalam sistem listrik rumah atau grid.

Koarmada 1 memiliki peran penting dalam menjaga keamanan dan kedaulatan negara Indonesia. Koarmada 1 bertanggung jawab untuk menjaga keamanan perairan Indonesia, membantu dalam penegakan hukum, dan penanganan bencana alam. Selain itu, Koarmada 1 juga memiliki peran dalam menjaga kebutuhan



Gambar 1. Cara Kerja Panel Surya

energi yang efisien dan berkelanjutan dengan menggunakan sumber energi alternatif, meningkatkan efisiensi energi, dan meningkatkan kesadaran lingkungan di kalangan personelnya. Dengan demikian, peran Koarmada 1 sangat penting untuk menjaga keamanan dan kedaulatan negara Indonesia serta memastikan keberlanjutan lingkungan hidup untuk masa depan yang lebih baik.

Penelitian tentang potensi pemanfaatan PLTS di Koarmada 1 dan dampaknya terhadap operasi pertahanan negara memiliki tujuan yang sangat penting. Energi surya merupakan radiasi yang dihasilkan oleh reaksi fusi nuklir oleh matahari (Kurniawan, Supriyadi, and Sasongko 2018). Tujuan utamanya adalah untuk mengidentifikasi potensi pemanfaatan PLTS di Koarmada 1 dan mengevaluasi dampaknya terhadap operasi pertahanan negara. Salah satu keuntungan terbesar dari pembangkit listrik tenaga surya adalah yang paling banyak komponen sistem tidak memerlukan operasi pemeliharaan yang mahal, sehingga situasi ini mengurangi biaya perawatan dan perbaikan (Ilmiah Aplikasi Teknologi et al. 2021).

Penting untuk mempertimbangkan semua faktor yang terkait dan melihat dampak penggunaan PLTS secara menyeluruh untuk memastikan keberhasilan implementasinya (Fauziyah, Sasongko, and Thamrin 2020). Perkembangan teknologi energi terbarukan, khususnya Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), menjadikan energi terbarukan sebagai sumber energi alternatif yang semakin kompetitif dan terjangkau (Gumintang, Sofyan, and Sulaeman 2020).

Tabel 1. Penyinaran Matahari di Kota Tanjung Pinang

Bulan	Penyinaran Matahari (Persen)		
	2018	2019	2020
Januari	42.5	65.0	57.9
Februari	80.0	84.0	69.6
Maret	62.5	74.0	73.3
April	67.5	49.0	58.8
Mei	51.3	50.0	44.2
Juni	43.8	40.0	38.5
Juli	58.8	71.0	43.2
Agustus	93.8	80.0	57.1
September	75.0	70.0	36.5
Oktober	72.5	52.0	37.6
November	43.8	44.0	31.2
Desember	55.0	34.0	55.4

Terdapat fluktuasi yang signifikan dalam persentase penyinaran matahari dari tahun ke tahun untuk setiap bulan. Bulan-bulan dengan persentase penyinaran matahari yang lebih tinggi cenderung terjadi selama musim panas dan musim semi, seperti Agustus, Juni, Juli, dan Mei. Bulan-bulan dengan persentase yang lebih rendah cenderung terjadi selama musim dingin, seperti Desember, Januari, dan Februari. Dalam beberapa bulan, seperti Februari, Maret, dan April, terdapat perbedaan yang signifikan antara tahun 2019 dan 2020 dalam hal persentase penyinaran matahari.

Bulan-bulan dengan persentase penyinaran matahari yang rendah pada setiap tahunnya cenderung terjadi pada bulan-bulan dengan cuaca lebih buruk atau lebih berkabut, seperti November dan Desember. Bulan-bulan dengan persentase penyinaran matahari yang tinggi pada setiap tahunnya cenderung terjadi pada bulan-bulan dengan cuaca cerah dan cerah, seperti Juli dan Agustus.

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang akan digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif melalui beberapa metode pengumpulan data:

2.1 Studi Dokumentasi

Mengumpulkan data sekunder mengenai kapasitas PLTS yang ada di Koarmada 1, termasuk data mengenai instalasi, operasi, dan pemeliharaan.

2.2 Survei Lapangan

Melakukan survei lapangan untuk mengumpulkan data primer mengenai kondisi, lokasi, dan infrastruktur yang mendukung pengembangan PLTS di Koarmada 1. Survei lapangan akan mencakup pengukuran kapasitas, penilaian efisiensi, dan evaluasi potensi pengembangan.

2.3 Analisis GIS (Geographic Information System)

Melakukan analisis GIS untuk mengidentifikasi area potensial untuk pengembangan PLTS di Koarmada 1, berdasarkan parameter seperti radiasi matahari, ketersediaan lahan, dan jaringan listrik.

Menganalisis data yang dikumpulkan melalui studi dokumentasi, survei lapangan, wawancara, dan analisis GIS. Menggunakan analisis statistik dan teknik pemodelan untuk menghitung kapasitas PLTS yang tersedia dan mengidentifikasi potensi pengembangan.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai potensi

pengembangan PLTS di Koarmada 1 dan dapat digunakan sebagai dasar dalam perencanaan pengembangan PLTS di masa depan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Potensi pemanfaatan PLTS di Koarmada 1



Gambar 2. Denah Koarmada 1 Tanjung Pinang.

Denah Koarmada 1 terletak di Tanjungpinang, Provinsi Kepulauan Riau, Indonesia. Tanjungpinang adalah ibu kota dari Provinsi Kepulauan Riau dan terletak di pulau Bintan. Letak geografis Tanjungpinang sekitar $0,9182^\circ$ lintang selatan dan $104,4491^\circ$ bujur timur. Koarmada 1 ini memiliki akses laut yang strategis, mengingat posisinya di sekitar Selat Singapura yang penting untuk lalu lintas kapal dan perdagangan internasional.

Dengan luas area 400 meter x 1000 meter (400.000 m^2) dan tingkat penyinaran matahari sebesar 53,60 persen, berikut ini adalah beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan dalam pemanfaatan potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS):

- Lokasi area yang dipilih memiliki akses yang baik dan jauh dari bayangan bangunan atau pohon yang dapat menghalangi sinar matahari. Kemiringan lahan dan arah matahari agar panel surya dapat ditempatkan dengan efisien.
- Dalam menentukan kapasitas PLTS menggunakan panel surya berukuran $1,6 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ ($1,6 \text{ m}^2$) dan mengasumsikan bahwa 70% dari area total dapat digunakan untuk instalasi panel.

Jumlah panel yang dapat diinstal :

Luas area yang dapat digunakan = $400.000 \text{ m}^2 \times 70\% = 280.000 \text{ m}^2$. Jumlah panel = $280.000 \text{ m}^2 / 1,6 \text{ m}^2 \text{ per panel} = 175.000$ panel. Dengan asumsi setiap panel memiliki kapasitas 250 Watt.

Total kapasitas PLTS akan menjadi:

Kapasitas total = $175.000 \text{ panel} \times 250 \text{ Watt} = 43.750.000 \text{ Watt} = 43,75 \text{ MW}$.

Karena tingkat penyinaran matahari hanya 53,60 persen, kapasitas aktual yang dihasilkan mungkin lebih rendah dari angka di atas.

- Biaya pemanfaatan PLTS meliputi biaya pembelian panel surya, inverter, sistem pemantauan, dan baterai (jika diperlukan). Selain itu, biaya instalasi, operasi, dan pemeliharaan juga perlu diperhitungkan. Biaya total akan bergantung pada harga peralatan dan tenaga kerja di pasar lokal.

Adapun kapasitas yang di dibutuhkan adalah sebesar 606 Volt tegangan listrik dengan daya 200 kVA dan Arus 330 Ampere.

3.2 Analisis kelayakan penerapan PLTS di Koarmada 1.

Untuk menganalisis kelayakan penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan sinar matahari sebesar 53,60% dan luas area $400 \text{ m} \times 1000 \text{ m}$, Perlu mempertimbangkan beberapa faktor seperti biaya, efisiensi, dan keandalan. Berikut ini adalah analisis mengenai faktor-faktor tersebut:

- Biaya pembangunan PLTS meliputi biaya panel surya, inverter, sistem penyimpanan energi (baterai), dan biaya instalasi. Dengan luas area 400.000 m^2 ($400 \text{ m} \times 1000 \text{ m}$), kita harus menghitung berapa banyak panel yang bisa diakomodasi. Misalnya, jika menggunakan panel dengan ukuran 2 m^2 , maka bisa memasang 175.000 panel. Biaya per panel surya sekitar Rp 2.000.000, maka total biaya untuk panelnya adalah Rp 350 M. Biaya tambahan untuk inverter, sistem penyimpanan energi, dan instalasi juga perlu dihitung.
- Efisiensi PLTS sangat tergantung pada intensitas sinar matahari, sudut kemiringan panel, dan teknologi panel surya yang digunakan. Dengan sinar matahari sebesar 53,60%, harus memperkirakan seberapa efisien sistem ini dalam mengkonversi energi matahari menjadi listrik. Teknologi panel surya saat ini memiliki efisiensi sekitar 15-20%. Oleh karena itu, harus menghitung berapa banyak energi yang dihasilkan berdasarkan efisiensi tersebut. Misalnya, jika kita memiliki 175.000 panel dengan efisiensi 20%, maka kita bisa menghasilkan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan listrik di sekitar area tersebut.

Keandalan PLTS sangat tergantung pada faktor iklim dan cuaca. Dengan sinar matahari sebesar 53,60%, harus memperkirakan bagaimana kondisi cuaca dan musim di lokasi tersebut. Keandalan juga tergantung pada pemeliharaan dan umur panel surya. Umumnya, panel surya memiliki umur sekitar 25-30 tahun dengan penurunan efisiensi sekitar 0,5% per

tahun. Selain itu, sistem penyimpanan energi juga mempengaruhi keandalan sistem, karena memungkinkan PLTS untuk menyimpan energi yang dihasilkan saat sinar matahari terik dan menggunakannya saat matahari kurang bersinar atau pada malam hari.

3.3 Dampak pemanfaatan PLTS terhadap operasi dan strategi pertahanan negara.

Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan 53,60% penyinaran matahari dan luas area 400.000 m² dapat memberikan dampak positif terhadap operasi dan strategi pertahanan negara dalam hal efisiensi energi, keberlanjutan, dan kemandirian. Berikut ini beberapa dampak yang mungkin terjadi:

- a. Efisiensi Energi: PLTS dapat membantu meningkatkan efisiensi energi dalam operasi pertahanan. Energi yang dihasilkan dari PLTS dapat digunakan untuk keperluan fasilitas pertahanan, seperti pangkalan militer, pelatihan, dan operasi darurat. Dengan sumber energi terbarukan ini, konsumsi energi dari sumber konvensional dapat dikurangi, sehingga mengurangi biaya operasional dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya.
- b. Keberlanjutan: Pemanfaatan PLTS dalam operasi pertahanan dapat meningkatkan keberlanjutan sumber energi. Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tidak akan habis selama matahari masih ada. Hal ini memastikan bahwa kebutuhan energi dalam operasi pertahanan akan selalu terpenuhi, terlepas dari fluktuasi harga atau ketersediaan sumber energi konvensional.
- c. Kemandirian: Penerapan PLTS dalam operasi pertahanan dapat meningkatkan kemandirian energi negara. Dengan mengurangi ketergantungan pada sumber energi impor, negara dapat memastikan pasokan energi yang stabil dan tidak terpengaruh oleh perubahan politik atau ekonomi global. Kemandirian energi ini akan memberikan keuntungan strategis dalam menjaga stabilitas dan keamanan nasional.

Selain dampak positif di atas, ada beberapa tantangan yang mungkin dihadapi dalam pemanfaatan PLTS untuk operasi pertahanan, seperti:

- a. Keandalan: Ketersediaan energi surya sangat bergantung pada kondisi cuaca dan iklim. Oleh karena itu, perlu ada sistem penyimpanan energi yang efisien untuk menyimpan energi yang dihasilkan saat kondisi penyinaran matahari optimal, dan menggunakannya saat kondisi kurang menguntungkan.

- b. Pemeliharaan: Panel surya memerlukan pemeliharaan secara berkala untuk menjaga efisiensi dan keandalannya. Hal ini mencakup pembersihan panel dari debu dan kotoran serta memeriksa komponen sistem PLTS lainnya.

4. KESIMPULAN

Perencanaan dan penerapan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Koarmada 1 Tanjung Pinang dapat memberikan kontribusi positif dalam mendukung pertahanan negara melalui efisiensi energi, keberlanjutan, dan kemandirian energi. Perlu adanya studi kelayakan, pemilihan teknologi yang tepat, serta strategi pemeliharaan yang efektif untuk mengoptimalkan potensi PLTS ini. Kerjasama antara pemerintah, militer, dan sektor swasta juga penting dalam mengembangkan dan menerapkan teknologi PLTS yang efisien dan efektif dalam mendukung kebutuhan energi Koarmada 1 Tanjung Pinang dan pertahanan negara secara umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauziyah, N N, N A Sasongko, and S Thamrin. 2020. "Analisis Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Kawasan Ekonomi Khusus Sei Mangkei." *Ketahanan Energi* 6: 60–73.
- Gumintang, M, M Sofyan, and Ilman Sulaeman. 2020. "Design and Control of PV Hybrid System in Practice." *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)*: 1–122.
- Ilmiah Aplikasi Teknologi, Artikel et al. 2021. "JURNAL APTEK Analisis Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Secara Ekonomi; Sebuah Review Berdasarkan Studi Literatur Di Indonesia." *Aptek* 13(1): 33–41.
- Kurniawan, Eka Razak, Imam Supriyadi, and Nugroho Adi Sasongko. 2018. "Analisis Biaya Manfaat Energi Surya Untuk Mendukung Pasokan Energi Integrated Cold Storage Di SKPT Kota Sabang." *Jurnal Ketahanan Energi* 4(1): 1–25.
- Rozi, Mochamad Fatchur, Sasongko Nugroho Adi, and Yanif Dwi Kuntjoro. 2020. "Pemanfaatan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Bandara Udara Internasional Soekarno-Hatta Untuk Mendukung Ketahanan Energi." *Jurnal Ketahanan Energi* |: 39–60.
- Siregar, Ahmad Munawir, M Ikhwan Syahtaria, and Rudy Laksmono. "Pengembangan

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Kota Sibolga Dalam Rangka Mendukung Ketahanan Energi Daerah Development of Solar Power Plant (Plts) in the City of Sibolga in the Order of Supporting Regional Energy Security." 8: 12-31.

Siregar, Diana Cahaya, Vivi Putrima Ardah, and Regina Dara Ninggar. 2019. "Identifikasi Kenyamanan Kota Tanjungpinang Berdasarkan Indeks Panas Humidex." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 17(2): 316.