

Pengembangan Model Optimasi Konsumsi Bahan Bakar PLTU terhadap Produksi Energi Listrik pada Sistem Jawa-Bali

Muhammad Alif Ihsan^{*1}, Zara Safira Ramadhani², Wan Habibi Rahman Barus³,
Nadiya Maharani⁴

¹Program Studi D3 Teknik Industri, Politeknik Meta Industri Cikarang, Jl. Inti 1 no.007 Blok C1, Cibatu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

²Program Studi S1 Teknologi Industri Pertanian, Universitas Internasional Semen Indonesia, Kompleks PT. Semen Indonesia (Persero), Jl. Veteran, Sidomoro, Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur, 61122

^{3,4}Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Logistik, Politeknik Meta Industri Cikarang, Jl. Inti 1 no.007 Blok C1, Cibatu, Cikarang Selatan, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat 17530

e-mail: ^{*1}alif@politeknikmeta.ac.id, ²zara.ramadhani@uisi.ac.id,

³wan@politeknikmeta.ac.id, ⁴nadiya@politeknikmeta.ac.id

(artikel diterima: 07-02-2026, artikel disetujui: 28-04-2026)

Abstrak

Kondisi sistem tenaga listrik di Indonesia saat ini masih dominan menggunakan batu bara sebagai bahan bakar. Disisi lain ada tuntutan untuk efisiensi biaya dan penurunan emisi. Sistem Jawa-Bali yang menjadi beban nasional yang menghadapi kebutuhan pengelolaan yang lebih efisien pada PLTU, terlebih ketika kapasitas yang tersedia harus memenuhi kebutuhan yang ada. Pendekatan yang dapat diterapkan adalah alokasi produksi antara operator PLTU berdasarkan efisiensi konsumsi batu bara dengan tanpa adanya penambahan kapasitas batu bara. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan konsumsi batu bara PLTU Jawa-Bali dengan mengembangkan model optimasi. Produksi energi dan pemakaian baru baru pada operator *Indonesia Power* dan *Nusantara Power* diolah menjadi konsumsi batu bara spesifik (specific fuel consumption//SFC). SFC *Indonesia Power* sebesar 613,70 ton/GWh dan *Nusantara Power* sebesar 571,54 ton/GWh. Model menggunakan pemrograman linier dengan variabel keputusan alokasi energi E1 dan E2, fungsi tujuan minimasi, kendala pemenuhan energi, dan batas kapasitas. Penelitian ini menggunakan perbandingan dengan skenario D+5% dan D+10% untuk melihat jika sewaktu-waktu ada perubahan penggunaan energi. Hasil menunjukkan optimasi memprioritaskan *Nusantara Power* dengan optimasi produksi energi pada *demand* 7000 GWh dengan konsumsi batu bara sebesar 41752584 ton, sedangkan optimasi alokasi operator *Indonesia Power* sebesar 41384,82 GWh dan *Nusantara Power* 28615,18. Model ini dapat digunakan sebagai alat bantu awal untuk PLTU untuk mengefisiensi bahan bakar dan analisa skenario operator. Selain itu model ini dapat membantu operator memprioritaskan unti dengan SFC rendah pada beban normal.

Kata kunci: Batu Bara, Model, Optimasi, PLTU

Abstract

The current state of Indonesia's power system still predominantly uses coal as fuel. On the other hand, there are demands for cost efficiency and emission reduction. The Java-Bali system, which is a national burden, faces the need for more efficient management of coal-fired power plants, especially when the available capacity must meet existing demand. An approach that can be applied is the allocation of production between PLTU operators based on coal consumption efficiency without adding coal capacity. This study aims to minimize coal consumption at the Java-Bali PLTU by developing an optimization model. Energy production and coal consumption at Indonesia Power and Nusantara Power operators are processed into

specific coal consumption (specific fuel consumption/SFC). Indonesia Power's SFC is 613.70 tons/GWh and Nusantara Power's is 571.54 tons/GWh. The model uses linear programming with decision variables for energy allocation E1 and E2, an objective function to minimize Z, energy fulfillment constraints, and capacity limits. This study uses comparisons with D+5% and D+10% scenarios to see if there are any changes in energy use.. The results show that the optimization prioritizes Nusantara Power with energy production optimization at a demand of 7000 GWh with coal consumption of 41752584 tons. The optimization of the allocation of Indonesia Power operators is 41,384.82 GWh and Nusantara Power is 28,615.18. This model can be used as an initial tool for coal-fired power plants to optimize fuel efficiency and analyze operator scenarios. In addition, this model can help operators prioritize units with low SFC at normal loads.

Keywords: Coal, Model, Optimization, Coal-Fired Power Plant

1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik dengan penggunaan energi tenaga batu bara masih merupakan sumber energi listrik di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) menjadi contohnya bahwa PLTU sendiri menjadi pembangkit utama untuk supply listrik di Indonesia. Pada tahun 2023, penggunaan batu bara mencapai 40% dari total energi yang dihasilkan diikuti dengan minyak 30%, gas 16,28%, dll (Muslim and Hastuti, 2024). Selain itu pembangkit atau jaringan Jawa-Bali-Madura merupakan pusat listrik nasional yang berkontribusi 60% terhadap pembangkit dan penjualan energi listrik nasional (Cahya, Saputra and Garniwa, 2024). Oleh karena itu, bisa dibilang PLTU disistem Jawa-Bali memiliki pengaruh yang sangat strategis terhadap penyediaan tenaga listrik dan emisi sektor tenaga listrik nasional.

Pemerintah sebenarnya telah menetapkan agenda transisi energi untuk memasok listrik untuk meningkatkan porsi energi terbarukan, tetapi batu bara menjadi energi yang masih memegang peranan penting untuk beberapa tahun kedepan. Rencana terbaru menargetkan peningkatan porsi energi terbarukan hingga 35 % pada tahun 2034, sambil mempertahankan penyelesaian PLTU yang sudah berjalan dan menambah pembangkit (Nangoy, 2025). Keadaan ini yang meyakinkan bahwa peningkatan efisiensi pemanfaatan bahan bakar pada PLTU merupakan cara yang penting untuk mengurangi intensitas emisi dan biaya operasi tanpa harus menunggu perubahan besar dalam teknologi pembangkit.

Komponen bahan bakar merupakan faktor penting dari biaya operasi dan pemeliharaan variabel dalam struktur biaya pembangkit PLTU. Konsumsi bahan bakar spesifik per kWh juga dihasilkan oleh variasi efisiensi panas antar PLTU. Variasi perbedaan ini terjadi karena faktor umur peralatan, pola operasi, teknologi, dan kualitas batu bara yang digunakan. Alokasi beban antar unit di PLTU Jawa-Bali yang memiliki berbagai karakteristik sangat berpengaruh pada konsumsi batu bara total dan emisi yang dihasilkan. Tetapi dalam kesehariannya, pengoperasian harian PLTU sering didorong oleh pertimbangan keandalan sistem dan ketersediaan unit, meskipun elemen optimasi konsumsi bahan bakar belum selalu dimodelkan secara eksplisit dalam bentuk formulasi matematis yang terstruktur.

Penelitian sebelumnya banyak membahas mengenai perencanaan dan operasi sistem tenaga listrik di Indonesia pada elemen perencanaan pembangkit tenaga listrik jangka panjang, dan analisis dampak kebijakan transisi energi terhadap penurunan emisi gas rumah kaca. Tetapi masih sedikit penelitian yang membahas optimasi alokasi produksi PLTU berdasarkan bahan bakar pada daerah Jawa-Bali (Farizal *et al.*, 2016). Alber and Kiono (2022) mengamati hubungan antara pembebanan listrik dan

konsumsi bahan bakar. Penelitian ini menunjukkan bahwa performa dan efisiensi unit pembangkit akan meningkat sebagai hasil dari peningkatan beban. Selain itu, strategi alokasi produksi yang tepat dapat meningkatkan efisiensi operasional dan mengurangi penggunaan bahan bakar, yang nantinya akan menghasilkan emisi yang sedikit. Ihsan, Hamdani and Hariyanto (2020) membahas PLTU dapat menyesuaikan diri dengan berbagai keutuhan beban dengan mempertimbangkan variable seperti waktu puncak dan penggunaan teknologi pengontrol daya. ASTARI (2025) meminimalkan biaya pembangkitan dengan menggunakan metode *genetic algorithm* pada beberapa operator serta mengemabangkan tujuan untuk biaya dan emisi

Saat ini data statistik resmi dari PLN 2024 bisa diakses siapapun, sehingga ada peluang untuk membuat model optimasi yang lebih dekat dengan kondisi operasi sistem sebenarnya. Berdasarkan keadaan ini, dapat dibangun model optimasi yang meminimalkan konsumsi bahan bakar batu bara secara keseluruhan pada PLTU di sistem Jawa Bali sambil tetap memenuhi kebutuhan energi dan batasan teknik operasi. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model optimasi linier untuk menentukan alokasi produksi energi listrik antar pembangkit PLTU di sistem Jawa-Bali agar dapat mengurangi total konsumsi bahan bakar batu bara dan mengevaluasi kinerja model melalui berbagai skenario kebutuhan energi. Model menggunakan pemrograman linear karena pemograman linear sendiri secara sistematis menemukan solusi yang optimal baik itu maksimasi maupun minimasi. Selain itu pemrograman linear dapat menghilangkan bias dari proses pengambilan keputusan karena didasarkan pada data dan model matematis sehingga lebih transparan (Nurmayanti and Sudrajat, 2021). Diharapkan model seperti ini dapat menghubungkan penelitian kebijakan transisi energi pada tingkat makro dengan kebutuhan praktis pengambil keputusan utilitas untuk melakukan distribusi ekonomis yang bergantung pada efisiensi bahan bakar. Selain itu, gambaran model yang didasarkan pada statistik aktual akan memberikan gambaran kuantitatif tentang penghematan bahan bakar yang berdampak pada biaya operasi. Penelitian ini juga diharapkan memberikan kontribusi untuk pengelolaan operasi PLTU yang lebih efisien dan mendukung upaya penurunan emisi di industri energi Indonesia.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan pendekatan pemodelan optimasi dengan tujuan meminimalkan konsumsi bahan bakar batu bara secara keseluruhan dengan tetap memenuhi kebutuhan energi dan batas operasi sistem. Penelitian ini menggunakan data sekunder dengan menggunakan data dari statistik PLN 2024 yang terdiri dari (PLN, 2024):

- a. Jumlah energi listrik yang dihasilkan (GWh)
- b. Jumlah bahan bakar batu bara yang dikonsumsi (ton)
- c. Kapasitas terpasang

Model optimasi dikembangkan dari penelitian sebelumnya yang menenkan pada konumsi bahan bakar seperti pada penelitian Suhendar, Wanti Tussyani and Alimuddin (2014) yang menggunakan metaheuristik ACO dengan unit pembangkit. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan *linear programming* dengan dengan operator sistem Jawa-Bali. Model ini lebih sederhana, lebih agregat, dan lebih luas cangkupannya pada sistem Jawa-Bali.

2.1. *Parameter penelitian*

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa parameter penelitian antara lain:

- E_i = energi listrik yang dihasilkan oleh PLTU ke $-i$ di sistem Jawa-Bali (GWh)
- S_i/SFC = jumlah bahan bakar yang dikonsumsi oleh PLTU (GWh)

$$SFC = \frac{\text{konsumsi batu bara PLTU ke } i \left(\frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \right)}{\text{produksi energi PLTU ke } i \left(\frac{\text{GWh}}{\text{tahun}} \right)} \quad (1)$$

- E_d = jumlah energi listrik yang dihasilkan oleh PLTU sistem Jawa-Bali (5%-10%) (GWh)
- E_{maks} = batas energi yang dapat dihasilkan oleh PLTU (GWh)

2.2. *Langkah-langkah Penelitian*

Penelitian ini memiliki beberapa langkah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan pada operasional sistem PLTU Jawa- Bali yang berkaitan dengan dominasi PLTU dan persyaratan efisiensi penggunaan batu bara. Kondisi ini yang membuat perlunya model untuk mengoptimalkan alokasi produksi energi PLTU dengan mengurangi konsumsi batu bara.

2. Studi Literatur

Mengkaji literatur tentang distribusi ekonomi, optimasi, *linear programming*, dan SFC. Hasilnya digunakan untuk menetapkan kebutuhan penelitian, yaitu model optimasi sederhana yang berbasis statistik aktual untuk PLTU Jawa-Bali

3. Pengumpulan Data

Pemilihan data PLTU yang beroperasi dalam sistem Jawa-Bali sesuai ruang lingkup. Membagi PLTU menjadi beberapa kelompok berdasarkan faktor-faktor seperti kapasitas dan lokasi. Kemudian mengumpulkan data produksi PLTU, konsumsi batu bara, data pendukung lainnya.

4. Pengolahan Data

Menghitung konsumsi bahan bakar spesifik untuk tiap kelompok PLTU berdasarkan data produksi energi tahunan dan konsumsi batu bara. Menentukan nilai kebutuhan energi E_d dan batas kapasitas E_{maks} dengan menggunakan model optimasi *linear programming* dengan software R studio. Software ini digunakan karena kemudahan dalam penggunaannya untuk model matematis dan memiliki bahasa yang mudah dipahamai. Fungsi model matematis yang digunakan dapat ditulis sebagai berikut (Nurmayanti and Sudrajat, 2021):

- Fungsi tujuan adalah untuk mengurangi total konsumsi bahan bakar batu bara dari PLTU di sistem Jawa-Bali.

$$\text{Min } Z = \sum S_1.E_1 + S_2.E_2 \quad (2)$$

- Kendala kebutuhan energi adalah jumlah energi listrik yang perlu dipenuhi oleh PLTU di sistem Jawa Bali.

$$\sum E_i = E_d \quad (3)$$

- Kendala kapasitas PLTU

$$0 \leq E_i \leq E_{maks} \quad (4)$$

E_1 = energi listrik yang dihasilkan oleh PLTU *Indonesia Power*

E_2 = energi listrik yang dihasilkan oleh PLTU *Nusantara Power*

5. Penetapan *Baseline* Pemandangan
Menentukan *baseline* dengan tanpa optimasi dengan pembagian produksi mengikuti proporsi produksi aktual tahun dasar. Setelah itu menghitung konsumsi batubara *baseline* untuk setiap nilai *demand* yang diuji.
6. Penyusunan Skenario *Demand*
Melakukan skenario dasar dengan menggunakan Ed saat ini dan skenario peningkatan permintaan (contoh +5%-10%). Menggunakan skenario kapasitas batas yang dimana kapasitas tidak berubah
7. Analisa dan Pembahasan
Membandingkan hasil optimasi untuk melihat perubahan alokasi produksi antara *Indonesia Power* dan *Nusantara Power*, konsumsi batubara optimal dan *baseline*, dan penghematan yang terjadi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data PLTU Sistem Jawa-Bali yang digunakan

Penelitian ini menggunakan data statistik PLTU Jawa-Bali pada tahun 2024 dari dua operator seperti berikut:

- a. Produksi Energi PLTU (GWh)
 - *Indonesia Power* = 44.122,21
 - *Nusantara Power* = 28.615,18
- b. Konsumsi Batu Bara (ton)
 - *Indonesia Power* = 27.077.952,66
 - *Nusantara Power* = 16.354.803,11

3.2 Perhitungan Konsumsi Batubara Spesifik

Parameter ini merupakan *specific fuel consumption* (SFC) yang menjadi utama dalam model dengan rumus sebagai berikut:

- SFC *Indonesia Power*

$$Si/SFC = \frac{27.077.952,66}{44.122,21} \quad (5)$$
$$= 613,703 \text{ ton/GWh}$$

- SFC *Nusantara Power*

$$Si/SFC = \frac{15.354.803,11}{28.615,18} \quad (6)$$
$$= 571,54 \text{ ton/GWh}$$

Dari dua perbandingan SFC *Nusantara Power* lebih hemat dalam penggunaan batubara yang dimana untuk menghasilkan 1 GWh operator harus memutuskan 571,54 ton.

3.3 Hasil optimasi dan Skenario

3.3.1 Penetapan Skenario *Demand*

Penetapan skenario pada penelitian ini menggunakan dua skenario karena melihat beban sistem yang bisa berubah karena fluktuasi ekonomi, kemudian dari pelanggan yang bertambah, hingga penggunaan energi (Lindberg *et al.*, 2019). Oleh karena itu peneliti menggunakan skenario +5% dan 10%, dengan beberapa kondisi dasar seperti (Yadav, Kumar and Kumar, 2024):

- Model yang tetap menghasilkan nilai yang optimal yang dapat digunakan ketika permintaan naik
- Alokasi produksi antar operator yang berubah saat kebutuhan meningkat
- Apakah penghematan tetap berjalan ketika sistem mendekati batas kapasitas

Demand dasar = 65000 GWh

3.3.2 *Pembandingan Operator*

Perbandingan pada baseline pembandingan ini merupakan pola operasi tanpa optimasi dengan pembagian produksi operator *Indonesia Power* dan *Nusantara Power*. Perbandingan ini didasari oleh pola historis menggambarkan kondisi riil sehingga dapat digunakan sebagai referensi ketika model optimasi belum diterapkan.

$$Indonesia\ Power = \frac{44.122,21}{72.737,39} \tag{7}$$

$$Nusantara\ Power = \frac{28.615,18}{72.737,39} \tag{8}$$

3.4 *Tabel Hasil Skenario*

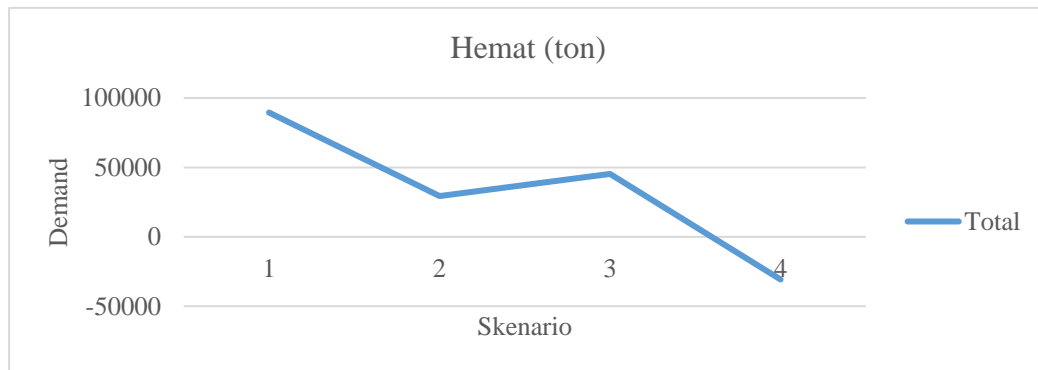
Energi diprioritaskan untuk digunakan pada penelitian ini adalah pada operator E2 pada *Nusantara Power* karena lebih kecil dari *Indonesia Power* yaitu 28615,18, sehingga seluruh skenario menggunakan batas maksimum yang sama dan sisanya dipenuhi oleh E1 atau *Indonesia Power*. Hasil skenario menggunakan *software R studio* yang bisa dilihat pada Tabel 1. Hasil optimasi yang menjadi nilai ideal yaitu pada skenario 3 dengan *demand* 7000 GWh dengan total penghematan 45402 ton. Penghematan relatif besar pada skenario 1 tetapi *demand*nya belum mendekati *demand* puncak, sehingga *demand* yang mendekati adalah pada skenario 3 dengan penghematan yang cukup besar dari skenario 2 dan 4 seperti pada Gambar 1. Alasan ini juga didasari oleh ketika *demand* terlalu mendekati total kapasitas yaitu diangka 72.737,39 maka ruang untuk alokasi operator dari *Indonesia Power* ke *Nusantara Power* semakin kecil, sehingga manfaat optimasi berkurang.

Tabel 1 Hasil Skenario

No	Skenario	Demand (GWh)	E1 (GWh)	E2 (GWh)	Batubara optimal (ton)	Batubara baseline (ton)	Hemat (ton)
1	D dasar	65000	36384,82	28615,18	38684084	38773632	89548
2		68500	39884,82	28615,18	40832034	40861443	29409
3	+5% -	70000	41384,82	28615,18	41752584	41797986	45402
4	10%	72000	43384,82	28615,18	42979984	42949254	-30730

Oleh karena itu, saat kondisi beban tidak pada puncaknya, optimasi berbasis SFC dapat memberikan penghematan yang lebih besar, sedangkan saat mendekati batas kapasitas, penghematan antar operator menjadi sangat terbatas pada Gambar 1. Selanjutnya peningkatan efisiensinya perlu menggunakan perbaikan performa unit. Dalam penelitian sebelumnya pada sistem Jawa-Bali, pendekatan metaheuristik seperti *genetic algorithm* pada banyak pembangkit biasanya digunakan untuk mengurangi biaya pembangkitan. Selain itu, pendekatan multi-objektif (ASTARI, 2025). Namun demikian, penelitian ini mencoba mengoptimalkan konsumsi batu bara dengan menggunakan pemrograman linear berbasis parameter SFC yang diambil dari data statistik PLN 2024. Seperti yang ditunjukkan dalam literatur berbasis pemrograman linear, pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan solusi

deterministik optimal yang mudah diaplikasikan untuk berbagai skenario permintaan (Al-subhi, 2022).



Gambar 1 Penghematan Batu Bara

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengemabangkan model optimasi linear dengan model yang disusun dengan variabel keputusan, fungsi tujuan serta kendala kapasitas. Variabel keputusan pada penelitian ini menggunakan alokasi energi pada masing-masing operator, kemudian menggunakan konsumsi bahan bakar batu bara aktual untuk mendapat hasil dari fungsi minimasi atau optimasi konsumsi bakar. Penelitian ini menghasilkan optimasi produksi energi pada *demand* 70000 GWh dengan konsumsi batu bara sebesar 41752584 ton. Optimasi menggunakan alokasi operator *Indonesia Power* sebesar 41384,82 GWh dan *Nusantara Power* sebesar 28615,18. Perbandingan antara kondisi aktual dan hasil optimasi menunjukkan bahwa model lebih cenderung mengalokasikan porsi ke operator yang memiliki nilai SFC yang lebih efisien selama masih ada ruang kapasitas pada operator. Perbedaan ini menggambarkan strategi pembebanan, aktual mempertahankan pola yang ada, sedangkan optimasi menekankan efisien konsumsi batu bara. Temuan ini menjadikan adanya peluang penghematan batu bara melalui pengaturan ulang alokasi produksi antar PLTU tanpa menambah kapasitas baru. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan kendala teknik lainnya seperti minimum load dan cadangan putat. Selain itu bisa dikembangkan dengan mengubah fungsi tujuan menjadi multi objektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-subhi, A. (2022) ‘Mathematical Modelling of Engineering Problems Dynamic Economic Load Dispatch Using Linear Programming and Mathematical-Based Models’, 9(3), pp. 606–614.
- Alber, I.D. and Kiono, B.F.T. (2022) ‘Analisis Pengaruh Perubahan Pembebanan Listrik Terhadap Konsumsi Spesifik Bahan Bakar Pembangkitan, Heat Rate dan Efisiensi Pada Unit 1 PLTU Kendari-3’, *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 3(3), pp. 179–186. Available at: <https://doi.org/10.14710/jebt.2022.13371>.
- ASTARI, Y.P. (2025) *EFISIENSI BIAYA PEMBANGKIT (ECONOMIC DISPATCH) JAWA-BALI MENGGUNAKAN METODE ALGORITMA GENETIKA DAN ANFIS*. Universitas Muhammadiyah Malang.

-
- Cahya, D.W.I., Saputra, A. and Garniwa, I.W.A. (2024) ‘Analisis Fleksibilitas Sistem Tenaga Listrik Jawa , Madura , dan Bali karena Integrasi yang Masif dari Pembangkit VRE’, 12(3), pp. 640–655.
- Farizal, F. *et al.* (2016) ‘Optimization of Electricity Generation Schemes in the Java-Bali Grid System with Co2 Reduction Consideration’, *Makara Journal of Technology*, 20(2), p. 49. Available at: <https://doi.org/10.7454/mst.v20i2.3056>.
- Ihsan, B., Hamdani, D. and Hariyanto, N. (2020) ‘Pengaruh Strategi Pengisian Daya Terhadap Kenaikan Beban Puncak Akibat Penetrasi Kendaraan Listrik’, *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 9(3), pp. 311–318. Available at: <https://doi.org/10.22146/.v9i3.363>.
- Lindberg, K.B. *et al.* (2019) ‘Long-term electricity load forecasting : Current and future trends’, *Utilities Policy*, 58(April), pp. 102–119. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jup.2019.04.001>.
- Muslim, P.A. and Hastuti, I.S. (2024) ‘ANALYZING INDONESIA ’ S SUSTAINABLE ENERGY TRANSITION THROUGH THE JUST ENERGY TRANSITION PARTNERSHIP (JETP)’, 14(1), pp. 1–13.
- Nangoy, F. (2025) *Indonesia plans to boost renewable usage in new electricity supply plan*, *Reuters*. Available at: <https://www.reuters.com/world/asia-pacific/indonesia-plans-boost-renewable-usage-new-electricity-supply-plan-2025-02-11/> (Accessed: 7 December 2025).
- Nurmayanti, L. and Sudrajat, A. (2021) ‘Implementasi linear programming metode simpleks pada home industry’, 13(3), pp. 431–438.
- PLN (2024) *Statistics pln 2024*. Available at: <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2025/09/Statistik-PLN-2024-Ind-Eng.pdf>.
- Suhendar, S., Wanti Tussyani, I. and Alimuddin, A. (2014) ‘OPTIMASI PEMBAGIAN BEBAN PLTU SURALAYA MENGGUNAKAN METODE ANT COLONY OPTIMIZATION’.
- Yadav, S., Kumar, P. and Kumar, A. (2024) ‘Techno-Economic and Sensitivity Analysis of Standalone Hybrid Energy System Using HOMER Software: A Case Study of Kanur Village in India BT - Decarbonisation and Digitization of the Energy System’, in A. Kumar, S.N. Singh, and P. Kumar (eds). Singapore: Springer Nature Singapore, pp. 271287.
-