

Dampak Beroperasi Gardu Induk 500 KV Durikosambi Pada Subsistem Gandul-Muarakarang-Kembangan Terhadap Biaya Pokok Produksi

Ujang Wiharja^{1*}; Jumali¹

1. Universitas Krisnadwipayana, Jalan Raya Jatiwaringin, Jatiwaringin, Pondok Gede, Jaticempaka, Pd. Gede, Bekasi, Jawa Barat 13077, Indonesia

**Email: ujangwiharja@unkris.ac.id*

Received: 31 Januari 2024 | Accepted: 31 Mei 2024 | Published: 05 Juli 2024

ABSTRACT

The DKI Jakarta and Banten Load Control Implementation Unit is one of the load control areas in the Java Bali system which has 10 subsystems. In current conditions, the Gandul 1.3 - Muarakarang - Kembangan 2 subsystem has several system vulnerabilities. the most transmitted is on the Durikosambi-Kembangan cable channel which has an OCR setting of 1100 A. This channel is the main route connecting the Muarakarang generator with IBT Gandul and IBT Kembangan2. For the Durikosambi IBT defense setting scheme, it uses the setting pattern that was previously applied to the Durikosambi-Kembangan SKTT with the same load target, only commissioning from the Durikosambi-Kembangan SKTT to Durikosambi IBT 1 and 2, with it being two new subsystems, there is no need to worry anymore about taking on Durikosambi-Kembangan SKTT so that electricity services can be optimal and the No Outage Zone can be maintained properly. With the operation of GISTET Durikosambi, the operational pattern for the Muarakarang Power Plant has changed, namely Muarakarang Block 1 and PLTU Muarakarang 4-5 can be positioned on standby. So the generating unit operating is only in Muarakarang Block 2 with an assumed operating pattern of an average of 680 MW in 24 hours.

Keywords: *setting, subsystem, capacity, operational*

ABSTRAK

Unit Pelaksana Pengatur Beban DKI Jakarta dan Banten merupakan salah satu area pengatur beban di sistem Jawa Bali dimana memiliki 10 subsistem. Pada kondisi saat ini, Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2 memiliki beberapa kerawanan sistem yang paling mengkhawatirkan adalah di saluran kabel Durikosambi-Kembangan yang memiliki setting OCR sebesar 1100 A. Saluran tersebut merupakan jalur utama penghubung antara pembangkit Muarakarang dengan IBT Gandul dan IBT Kembangan2. Untuk setting defense scheme IBT Durikosambi memakai pola setting yang sebelumnya diterapkan pada SKTT Durikosambi-Kembangan dengan target beban yang sama hanya tinggal komisioning dari SKTT Durikosambi-Kembangan ke IBT Durikosambi 1 dan 2, dengan menjadi dua subsistem baru, tidak perlu khawatir lagi terkait pembatasan pada SKTT Durikosambi-Kembangan sehingga dalam pelayanan kelistrikan bisa optimal dan Zona Tanpa Padam bisa tetap terjaga dengan baik. Dengan beroperasinya GISTET Durikosambi, maka pola operasi untuk Pembangkitan Muarakarang berubah yaitu Muarakarang Blok 1 dan PLTU Muarakarang 4-5 bisa diposisikan standby (Reserve Shutdown). Maka unit pembangkit yg beroperasi hanya di Muarakarang Blok 2 saja dengan pola operasi diasumsikan rata-rata 680 MW dalam 24 jam

Kata kunci: *setelan, Gardu Induk, Kapasitas, Oprasional*

Unit Pelaksana Pengatur Beban DKI Jakarta dan Banten merupakan salah satu area pengatur beban di sistem Jawa Bali, yang memiliki sepuluh subsistem dan 2 Wilayah Pengendalian Operasi untuk mempermudah dalam pengaturan sistem. Automatic Generation Controller (AGC) sebagai regulasi frekuensi real time untuk memastikan keseimbangan antara permintaan beban dengan ketersediaan pembangkitan [14]. Pembatasan ramp rate up/down pembangkit mengakibatkan perbedaan waktu respon pemulihan dan berpengaruh pada fluktuasi frekuensi system, sedangkan variasi karakteristik beban tidak banyak mempengaruhi respon dinamik frekuensi system [15]. Strategi pemeliharaan yang efektif melibatkan profesionalisme dalam pengambilan keputusan dalam hal waktu, tenaga kerja dan sumber daya lain yang dibutuhkan dalam pemeliharaan [16].

Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2 merupakan salah satu subsistem pemasok utama Ibu Kota DKI Jakarta yang mengharuskan tidak boleh terjadi pemadaman konsumen karena didalamnya terdapat beberapa konsumen VVIP seperti diantaranya Istana Negara, Gedung MPR/DPR dan pusat pemerintahan/pusat bisnis lainnya. Namun pada kondisi saat ini, Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2 memiliki beberapa kerawanan sistem yang paling mengkhawatirkan adalah di saluran kabel Durikosambi-Kembangan yang memiliki setting OCR sebesar 1100 A (Pembatasan 800 A terkait kemampuan kabel dan faktor usia kabel atas permintaan pemilik asset). Saluran tersebut merupakan jalur utama penghubung antara pembangkit Muarakarang dengan IBT Gandul dan IBT Kembangan.

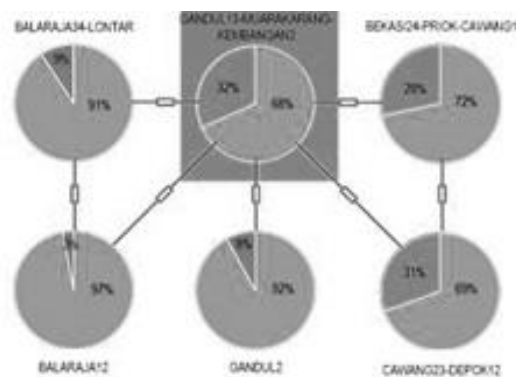


2. METODE PENELITIAN

2.1. Konfigurasi Normal Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2

Konfigurasi normal dari Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang– Kembangan 2 ditunjukkan pada gambar 2. Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2 memiliki fleksibilitas konfiurasi yang cukup banyak karena berbatasan dengan 5 subsistem di sekitarnya. 5 subsistem tersebut adalah Subsistem Gandul 2,4 , Subsistem Bekasi 2,4 – Priok – Cawang 1, Subsistem Cawang 2,3 – Depok 1, Subsistem Balaraja 1,2 , dan Subsistem Balaraja 3,4 – Lontar – Kembangan 1.

Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2 dipasok oleh IBT Gandul 1&3, IBT Kembangan 2, PLTGU Muarakarang Blok-1 (3 GT + 1 ST), PLTGU Muarakarang Blok-2 (2 GT + 3 ST), dan PLTU Muarakarang Unit 4,5.



Gambar 2. Fleksibilitas SS Gandul 1,3 – Muarakarang –Kembangan 2

2.2. Neraca Daya Harian Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2

Kondisi Neraca Daya di Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2 yang ditunjukkan dalam tabel 3.1 mempunyai beban sekitar 1786 MW (logsheet 21 Mei 2019), dengan kemampuan pasok daya listrik sekitar 2327 MW. Sumber pasokan dayanya berasal dari IBT Gandul 1&3 (2 x 360 MW), IBT Kembangan 2 (1 x 360 MW), kemudian dari Pembangkit Muarakarang 1436 MW dengan kondisi Muarakarang Unit 4 dalam pemeliharaan terencana. Jumlah cadangan pada Subsistem tersebut sekitar 730 MW.

Tabel 1. Neraca Daya Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2

Subsistem	Beban (MW)	Mampu pasok		Cadangan
		KIT / IBT	MW	
IBT Gandul 1,3 – Muarakarang – IBT Kembangan 2	1786	KIT Muarakarang	1436	730 MW
		IBT Gandul 1&3	720	
		IBT Kembangan 2	360	

2.3. Kondisi Pembebanan Sebelum Beroperasinya Interbus Transformer (IBT) Durikosambi

Sebelum IBT Durikosambi beroperasi, kondisi load flow (aliran daya) di Subsistem IBT Gandul 1,3 – Muarakarang – IBT Kembangan 2 ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Neraca Daya Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang – Kembangan 2

INPUT	Kondisi Normal				
	MW	MVAR	KV	A	Load
IBT 1 Gandul	195	60	144,6	783	37,30%
IBT 3 Gandul	191	58	144,6	766	37,30%
IBT 2 Kembangan	139	99	146,38	569	36,09%
Durikosambi-Kembangan 1	100	119	146,86	450	50,00%
Durikosambi-Kembangan 2	105	118	146,86	472	52,50%
KIT Muarakarang	1261	399			

Beban Subsistem sekitar 1786 MW, kemudian beban di IBT Gandul 1 dan 3 masing – masing 161,4 MW, IBT Kembangan 2 sebesar 171,9 MW dengan beban pembangkitan Muarakarang sebesar 1261 MW. Maka beban di Durikosambi – Kembangan mencapai 111,2 MW (53,50 %) per sirkit. Dengan kondisi tersebut, ada beberapa kemungkinan risiko yang bisa saja terjadi akibat dari kemampuan penghantar SKTT Durikosambi-Kembangan yang memiliki pembatasan 800 A terkait kemampuan kabel dan usia atas permintaan pemilik asset. Kondisi ini menjadi kendala pada jaringan dimana pembebanan SKTT Durikosambi-Kembangan sebesar 52,5% masing-masing sirkit artinya jika terjadi gangguan disalah satu sirkit tersebut akan menyebabkan overload disirkit yang masih beroperasi (N-1 tidak terpenuhi).

Apabila penghantar Durikosambi – Kembangan Putus 2 Sirkit, maka menyebabkan IBT 1,3 Gandul akan terpisah dari pembangkitan Muarakarang dan menyebabkan terbentuknya Island Muarakarang dimana tingkat keberhasilannya belum mencapai 100%. Hal ini sangat dimungkinkan terjadi *black out* di Island Muarakarang tersebut.

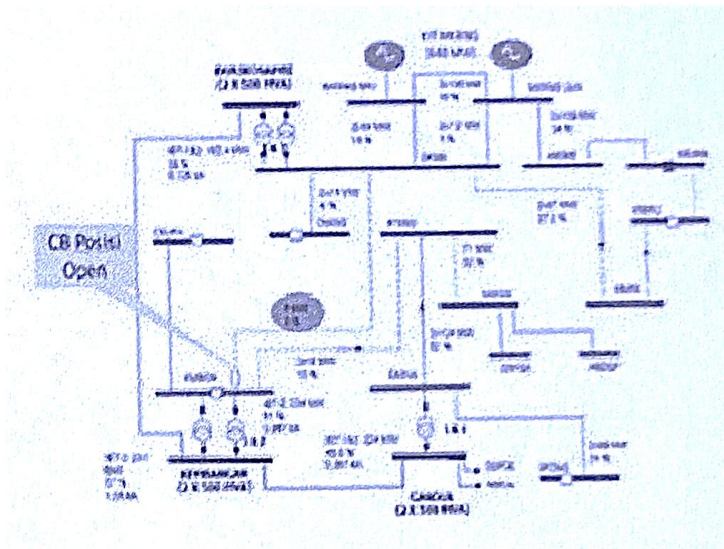
2.4. Skema Pengoperasian Interbus Transformer (IBT) 1.2 Durikosambi

GISTET Durikosambi secara peralatan sudah di energize tanggal 26 Januari 2019 dengan metode back feeding dikarenakan SUTET Durikosambi-Kembangan masih dalam tahap konstruksi yang direncanakan beroperasi pada akhir bulan Agustus 2019. Dengan beroperasinya SUTET tersebut, secara langsung akan memperkuat sistem di wilayah DKI Jakarta dan Banten. Terdapat 2 Trafo IBT 500/150 kV 500 MVA dan 4 Bay Line yaitu 2 Bay line Muarakarang dan 2 Bay Line Kembangan 1 & 2.

- Konfigurasi Skema A

Setelah beroperasinya Gas Insulated Switchgear Tegangan Ekstra Tinggi (GISTET) Durikosambi, Subsistem Gandul 1,3 – Muarakarang –Kembangan 2 mendapatkan tambahan pasokan daya yaitu berasal dari IBT Durikosambi 1&2 sebesar 2 x 360 MW. Skema A yang dimaksud adalah mengabungkan IBT Durikosambi kedalam Subsistem eksisting tanpa adanya pola splitting yang berubah.

Kedua subsistem ini dipisahkan oleh SKTT Durikosambi-Kembangan sirkit 1&2 PMT 150 KV diposisikan terbuka (open). Dengan adanya rekonfigurasi ini, secara langsung akan merubah neraca daya, load flow dan pola operasi Pembangkit Muarakarang. Sehingga perlu dibuat kajian tentang bagaimana tingkat keandalan dan efisiensi Pembangkitan Muarakarang. Dalam konfigurasi ini pada gambar 3.2, Subsistem Gandul 1,3 – Kembangan 2 dan Subsistem Durikosambi 1,2 – Muarakarang dipisah atau di splitting melalui SKTT Durikosambi-Kembangan sirkit 1&2. Sehingga bottle neck atau kerwanan subsistem akibat terbatasnya kemampuan SKTT Durikosambi-Kembangan sirkit 1&2 tidak perlu dikhawatirkan lagi mengingat pembatasan 800 A terkait kemampuan kabel atas permintaan pemilik asset. Selain itu, sistem defense scheme yang sebelumnya dipasang pada SKTT Durikosambi-Kembangan sirkit 1&2 dapat dipindahkan dan disetting ulang untuk digunakan pada IBT 1&2 Durikosambi dengan target beban sama yaitu empat trafo di GI Durikosambi, Penghantar sirkit 1&2 arah GI Cengkareng dan penghantar sirkit 1&2 arah GI Kebon Jeruk sirkit 1&2.



Gambar 4. Konfigurasi Subsistem Gandul 1,3 – Kembangan 2 dan Subsistem Durikosambi 1,2 – Muarakarang

2.5. Neraca Daya Skema Setelah Beroperasinya GITET Durikosambi

Tabel 4. Neraca Daya Subsistem Durikosambi 1,2 – Muarakarang

Beban	Mampu pasok		Cadangan
(MW)	KIT / IBT	MW	
1033	IBT Durikosambi 1&2	720	367 MW
	KIT Muarakarang	680	

Subsistem Durikosambi 1,2 – Muarakarang adalah Subsistem baru yang memiliki pasokan utama berasal dari IBT Durikosambi 1,2 dan Pembangkitan Muarakarang. Tabel

diatas merupakan neraca daya dengan asumsi IBT Durikosambi pembebanan sebesar 720 MW sedangkan Pembangkit Muarakarang yang dioperasikan hanya Blok 2 dengan komposisi 2 GT *Combine Cycle* dan 3 STG dan dioperasikan dibeban maksimum (680 MW).

Tabel 5. Neraca Daya Subsistem Gandul 1,3 – Kembangan2

Beban (MW)	Mampu pasok		Cadangan Operasi	Cadangan Panas
	KIT / IBT	MW		
699	IBT Gandul 1&3	720	381 MW	381 MW
	IBT Kembangan 2	360		

Kondisi Neraca Daya di dua Subsistem yaitu Gandul 1,3– Kembangan 2 dan Durikosambi 1,2 - Muarakarang mempunyai beban sekitar 1786 MW, dengan kemampuan pasok daya listrik sekitar 2327 MW. Sumber pasokan dayanya berasal dari IBT Gandul 1&3 (2 x 360 MW), IBT Kembangan 2 (1 x 360 MW), kemudian dari pembangkit Muarakarang 1247 MW dengan kondisi Muarakarang Unit 4 dalam pemeliharaan. Jumlah cadangan di Subsistem tersebut sekitar 541 MW. Apabila dalam komposisinya IBT kurang lebih sekitar 65% dan Pembangkit kurang lebih sebesar 35% maka untuk pembangkit yang perlu dioperasikan cukup Muarakarang Blok 2. Kondisi Pembangkit Muarakarang yang dioperasikan hanya Blok 2, maka untuk Blok 1, Unit 4 (apabila sudah tidak dalam status PO) serta Unit 5 di *dispatch* dalam status RS (*Reserve Shutdown*) atau *Standby*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Keandalan Jaringan

Tabel 6. Kondisi Subsistem Durikosambi 1,2 - Muarakarang Ketika IBT 1 Durikosambi Trip

INPUT	Gangguan pada IBT dan Penghantar				
	IBT 1 DKSMB				
	MW	MVAR	KV	A	Load
IBT 1 Durikosambi					
IBT 2 Durikosambi	376,8	99,6	151,64	1484	78,63%
KIT Muarakarang	680	310			

Kondisi sistem yang dinamis tidak terlepas dari kemungkinan terjadi gangguan seperti human error, kerusakan peralatan, maupun gangguan dari alam. Berdasarkan tabel 6 gangguan pada IBT 1 Durikosambi (trip) akan mengakibatkan kenaikan beban di IBT 2 Durikosambi menjadi sebesar 376,8 MW/1484 A (78,63%), kondisi tersebut masih memenuhi kriteria N-1 sehingga bisa disimpulkan masih aman.

Tabel 7. Kondisi Subsistem Gandul 1,3 – Kembangan 2 Ketika IBT 2 Kembangan Trip

INPUT	Gangguan pada IBT dan Penghantar				
	IBT 2 Kembangan				
	MW	MVAR	KV	A	Load
IBT 1 Gandul	331,4	2,3	143,40	1334	69,33%
IBT 3 Gandul	331,4	2,3	143,40	1334	69,33%
IBT 2 Kembangan					

Kondisi Subsistem ketika IBT 2 Kembangan terjadi gangguan sehingga menyebabkan keluarnya IBT 2 Kembangan (trip), akan mengakibatkan pembebanan IBT 1 dan 3 Gandul menjadi 331,4 MW/1334 A (69,33%), kondisi tersebut masih aman. Dari

beberapa kasus diatas, dapat disimpulkan dengan membagi menjadi dua Subsistem Baru (Subsistem Gandul 1,3 – Kembangan 2 dan Subsistem Durikosambi 1,2 – Muarakarang) keandalan masing-masing Subsistem tersebut relatif andal dengan (N-1 terpenuhi) serta tidak perlu khawatir lagi terkait pembatasan penyaluran melalui SKTT Durikosambi-Kembangan karena sudah menjadi splitting baru diantara kedua Subsistem tersebut

B. Biaya Pokok Produksi Setelah Konfigurasi

Tabel 8. Biaya Pokok Produksi Muarakarang 21 Mei 2019

SUBSISTEM	BEBAN SS TERTINGGI		RATA-RATA	PERSENTASE		MW
	WAKTU	BEBAN (MW/A)		IBT	KIT	
Gandul IBT 1	14.00	195 (783)	206 (865)	29,3%		581
Gandul IBT 3	14.00	191 (766)	202 (847)			
Kembangan IBT 2	14.00	139 (569)	173 (726)			
KIT Muarakarang	14.00	1261	969		70,6%	1261
BEBAN TOTAL	14.00	1786	1550			

Dari Realisasi Logsheets 21 Mei 2019 Pembangkit Muarakarang dioperasikan rata-rata sebesar 969 MW. Jika Harga Biaya pokok penyediaan listrik Pembangkit Muarakarang sebesar 1131 Rupiah/Kwh , Maka besarnya biaya yang harus dikeluarkan PLN Selama 24 Jam adalah :

$$969 \text{ MW} \times \text{Rp}1.131/\text{kWh} = 969.000 \text{ kW} \times 24 \times \text{Rp}1.131/\text{kWh} = \text{Rp } 26.302.536.000,-.$$

Tabel 9. Merit Order Pembangkitan

NO	Pembangkit	MW	Rupiah/kWh
1	PLTU Pelabuhan Ratu	323	467
2	PLTU Lontar	274	484
3	PLTGU Priok	731	681
4	PLTGU Cilegon	740	907
5	PLTGU Muarakarang 1	420	854
6	PLTU Muarakarang 4&5	162	1089
7	PLTGU Muarakarang 2	687	1131

Dengan beroperasinya GISTET Durikosambi, maka pola operasi untuk Pembangkitan Muarakarang berubah yaitu Muarakarang Blok 1 dan PLTU Muarakarang 4-5 bisa diposisikan standby (Reserve Shutdown). Maka unit pembangkit yg beroperasi hanya di Muarakarang Blok 2 saja dengan pola operasi diasumsikan rata-rata 680 MW dalam 24 jam. Dengan demikian, BPP (Biaya Pokok Produksi) yang dibutuhkan oleh Pembangkit Muarakarang Blok 2 dalam sehari dapat dihitung sebagai berikut :

$$680 \text{ MW} \times \text{Rp } 1.131/\text{kWh} = \text{Rp } 18.457.920.000,-.$$

Maka dapat dikatakan dengan beroperasinya GITET Durikosambi, PLN dapat menekan BPP pembangkitan Muarakarang sebesar:

$$\text{Rp } 26.302.536.000 - \text{Rp } 18.457.920.000 = \text{Rp } 7.844.616.000,-. \text{ Dalam 1 hari}$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dengan menjadi dua subsistem baru, tidak perlu khawatir lagi terkait pembatasan pada SKTT Durikosambi-Kembangan sehingga dalam pelayanan kelistrikan bisa optimal dan Zona Tanpa Padam bisa tetap terjaga dengan baik.

Untuk setting defense scheme IBT Durikosambi memakai pola setting yang sebelumnya diterapkan pada SKTT Durikosambi-Kembangan dengan target beban yang

sama hanya tinggal komisioning dari SKTT Durikosambi-Kembangan ke IBT Durikosambi 1 dan 2.

Dengan Beroperasinya GITET Durikosambi, PLN dapat menekan BPP pembangkitan Muarakarang hingga RP 7.844.616.000,-. Dalam 1 hari

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman UP2B Jakarta atas bantuannya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] APB DKI JKB. 2018. "Defense Scheme APB DKI Jakarta dan Banten". Jakarta
- [2] UP2B JKB. 2018. Logsheet realisasi WPO Metro 2018. Jakarta
- [3] Permen ESDM No 3 2007. "Aturan Jaringan Tenaga Listrik Jawa-Madura-Bali", Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta
- [4] Fadilah Iqbal ., & Hidayat MR. "Pengaruh Pembebanan Terhadap Efisiensi Transformator Distribusi di PT. PLN UP3 Garut", SUTET vol. 13, no.1, 2023, doi: 10.33322/sutet.v13i1.1799
- [5] Ghamsari-Yazdel, M., Esmaili, M., & Amjady, N. "Optimal Substation-based Joint Allocation of PMUs and Measuring Channels Considering Network Expansion Planning." *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 106. pp. 274–287, 2018, doi: 10.1016/j.ijepes.2018.10.010.
- [6] Hariyanto, A., Handayani, O., Kurniawan, D., & Elektro, T. "Studi Rele Differensial Pada Trafo Interbus Di Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi Gandul." *Jurnal Sutet*, vol. 6 no.1, 2016.
- [7] Humayun, M., Safdarian, A., Ali, M., Degefa, M. Z., & Lehtonen, M. "Optimal capacity planning of substation transformers by demand response combined with network automation." *Electric Power Systems Research*, 134, pp. 176–185. 2016, doi: 10.1016/j.epsr.2016.01.011.
- [8] Kaewmamuang, K., Siritaratiwat, A., Surawanitkun, C., Khunkitti, P., & Chatthaworn, R. (2019). "A novel method for solving multi-stage distribution substation expansion planning." *Energy Procedia*, 156, pp. 371–383, 2018, doi: 10.1016/j.egypro.2018.11.109
- [9] Li, N., Wang, X., Li, C., Zhang, Z., & Zhang, W. "The efficacy analysis method of input–output for substations based on LCC theory." *Energy Reports*, 8, pp. 299–304, 2021, doi: 10.1016/j.egyr.2021.11.090
- [10] Šlihte, S., Križmane, M., & Dzelzitis, E. (2016). "Cost Analysis of In-House Heat Substations in Next Generation Heat Networks." *Energy Procedia*, 96, pp. 511–516, 2016, doi: 10.1016/j.egypro.2016.09.093
- [11] Santoso, B., Qosim, M. N., & Ajiz, F. A. (2015). "Efisiensi Pembebanan PLTGU PT. Krakatau Daya Listrik Dengan Perhitungan Specific Fuel Consumption Untuk Meminimalkan Biaya Produksi Listrik". *SUTET*, 5(2), 68–74. <https://doi.org/10.33322/sutet.v5i2.596>
- [12] Prabowo, E., Hariyanto, A., & Purwoko, W. S. (2019). "Analisis Penurunan Biaya Pokok Penyediaan Tenaga Listrik Belawan Dengan Repowering PLTU Belawan 4X65 MW Menjadi PLTGU 500 - 600 MW". *SUTET*, 8(1), 54–60. <https://doi.org/10.33322/sutet.v8i1.716>

-
- [13] Prathama, M. fadli, Dahroni, A., & Palupiningsih, P. (2021). Penerapan Semi-Immersion Virtual Reality Untuk Simulasi Instalasi Transmisi Listrik. KILAT, 10(1), 146–156. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i1.1161>
- [14] Hasanah, A. W., Makkulau, A., & Fadhilah, Z. F. (2015). Perencanaan Pengembangan Sistem Pembangkit Listrik Di Pulau Jawa. Sutet, 5(1), 8–13. <https://doi.org/10.33322/sutet.v5i1.604>
- [15] Rositawati, S., & Mulyana, I. G. (2022). Dampak Variasi Beban Dan Keterbatasan Pembangkit Terhadap Kontrol Frekuensi Sistem menggunakan Automatic Generation Control. SUTET, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.33322/sutet.v12i1.1653>
- [16] Nugroho, S. D. (2021). Penentuan Tingkat Kritikalitas Peralatan Pembangkit Dengan Metode Equipment Criticality Management Dalam Rangka Penentuan Prioritas Pemeliharaan. Kilat, 10(1), 179–189. <https://doi.org/10.33322/kilat.v10i1.1178>