

ANALISIS IMPLEMENTASI *OVER LOAD SHEDDING* (OLS) PADA SUTT 150 KV JAYAKERTAS-KERTOSONO SEBAGAI LANGKAH OPTIMASI KEANDALAN SUBSISTEM KEDIRI 1,2 DI WILAYAH UP2B JAWA TIMUR

Rendy Nur Hidayatullah¹⁾, dan Ida Widiastuti²⁾

^{1, 2)}Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung

Jl. Kaligawe Raya No.Km.4, Kota Semarang, 501123

e-mail: randbreaker@yahoo.com¹⁾, dan ida_fti@unissula.ac.id²⁾

ABSTRACT

The reliability of power transmission systems is essential for maintaining electricity supply continuity, particularly under contingency conditions that may cause transmission line overloading. This study analyzes the implementation of Over Load Shedding (OLS) on the 150 kV Jayakertas–Kertosono Transmission Line to improve the reliability of the Kediri 1,2 subsystems. The analysis uses actual peak load data from May 2026 and projected peak load data for 2026 under an N-1 contingency scenario. Without OLS, the contingency caused transmission line loading to exceed its nominal capacity and Over Current Relay (OCR) setting, potentially resulting in circuit breaker tripping and widespread outages, with an interrupted load of 422,61 MW. With OLS implementation, Stage-1 successfully shed 53,89 MW under actual peak load conditions, reducing line loading to 96,85%. Under the 2026 projected peak load scenario, Stage-1 Overload Shedding (OLS) shed 57.10 MW of load, although the final transmission line loading remained at 103.12% of its nominal thermal capacity. This indicates that Stage-1 OLS did not fully resolve the overload condition; therefore, corrective actions by the system operator and the activation of subsequent OLS stages may be required, depending on the prevailing system conditions and protection coordination. Assuming a fault duration of one hour, OLS implementation under the 2026 projected scenario reduced the Energy Not Served (ENS) by 365,510 kWh or approximately 86.5%, and reduced potential economic losses by approximately IDR 528 million. The results demonstrate that OLS effectively mitigates the impact of N-1 contingencies on supply continuity and potential economic losses, although further corrective measures are necessary to ensure that transmission line loading returns to within the permissible operating limits.

Keywords: Over Load Shedding (OLS), 150 kV transmission line, N-1 contingency, system reliability, Energy Not Served (ENS)

ABSTRAK

Keandalan sistem transmisi tenaga listrik sangat penting untuk menjaga kontinuitas pasokan listrik, khususnya dalam kondisi kontingensi yang dapat menyebabkan pembebanan berlebih pada saluran transmisi. Penelitian ini menganalisis penerapan Over Load Shedding (OLS) pada Saluran Transmisi 150 kV Jayakertas–Kertosono sebagai upaya meningkatkan keandalan subsistem Kediri 1,2. Analisis dilakukan menggunakan data beban puncak aktual bulan Mei 2026 dan proyeksi beban puncak tahun 2026 dalam kondisi kontingensi N-1. Tanpa penerapan OLS, kondisi kontingensi menyebabkan pembebanan saluran transmisi melebihi kapasitas nominal dan setting Over Current Relay (OCR), sehingga berpotensi menyebabkan pelepasan circuit breaker dan gangguan pasokan listrik secara meluas dengan beban padam sebesar 422,61 MW. Setelah penerapan OLS, Tahap-1 berhasil melepaskan beban sebesar 53,89 MW pada kondisi beban puncak aktual, sehingga pembebanan saluran turun menjadi 96,85%. Pada kondisi proyeksi beban puncak tahun 2026, OLS Tahap-1 melepaskan beban sebesar 57,10 MW meskipun tingkat pembebanan akhirnya masih mencapai 103,12% dari kapasitas termal nominal. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa OLS Tahap-1 belum sepenuhnya mengatasi pembebanan berlebih, sehingga diperlukan tindakan korektif operator dan aktivasi tahapan OLS selanjutnya sesuai kondisi sistem dan koordinasi proteksi. Berdasarkan asumsi durasi gangguan satu jam, penerapan OLS pada skenario proyeksi tahun 2026 mengurangi Energy Not Served (ENS) sebesar 365.510 kWh atau sekitar 86,5%, serta menurunkan potensi kerugian ekonomi sekitar Rp528 juta. Hasil penelitian menunjukkan bahwa OLS efektif mengurangi dampak kontingensi N-1 terhadap kontinuitas pasokan listrik dan potensi kerugian ekonomi meskipun pengendalian lanjutan masih diperlukan untuk memastikan pembebanan memenuhi batas operasi yang diizinkan.

Kata Kunci: Over Load Shedding (OLS), Saluran Transmisi 150 kV, kontingensi N-1, keandalan sistem, Energy Not Served (ENS)

I. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer dalam kehidupan modern saat ini. Hampir seluruh aktivitas manusia, baik di sektor rumah tangga, industri, maupun layanan publik, sangat bergantung pada ketersediaan listrik. Untuk

memastikan listrik dapat tersedia secara kontinu dan andal, dibutuhkan suatu sistem ketenagalistrikan yang mencakup proses mulai dari pembangkitan listrik, penyaluran melalui jaringan transmisi, hingga pendistribusian ke konsumen akhir [1]. Dalam pengoperasiannya, sistem ketenagalistrikan harus selalu

tersedia (andal), memiliki mutu yang baik sesuai standar (berkualitas), diproduksi dan didistribusikan dengan biaya yang optimal (ekonomis), serta memperhatikan dampak terhadap lingkungan (ramah lingkungan/green) [2].

Kebutuhan beban pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur sendiri, terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Kondisi ini menyebabkan sistem tenaga listrik bekerja semakin mendekati batas kapasitas operasinya, terutama pada saat beban puncak. Berdasarkan profil beban realisasi hingga bulan Mei 2026, yaitu pada saat penelitian ini disusun, terjadi tren peningkatan beban yang cukup signifikan. Bahkan, beban puncak pada Mei 2026 tercatat lebih tinggi dibandingkan beban puncak tertinggi pada tahun 2025 yaitu sebesar 7.592 MW [3] [4]. Terjadi kenaikan beban pada periode Mei 2025 hingga Oktober 2025 sebesar 5,96%, maka proyeksi beban puncak pada Oktober 2026 diperkirakan mencapai 8.045 MW. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan perencanaan beban Sistem Kelistrikan Jawa Timur dalam Buku Rencana Operasi Tahunan (ROT) 2026, yang memperkirakan beban puncak tahun 2026 sebesar 7.617 MW [5]. Pertumbuhan beban yang terus meningkat berpotensi melampaui kapasitas operasi sistem apabila tidak diimbangi dengan langkah antisipasi yang memadai. Kondisi tersebut dapat menyebabkan kelebihan beban pada peralatan sistem tenaga, menurunkan kestabilan sistem, hingga memicu pemadaman meluas (*blackout*) [6]. Salah satu upaya mitigasi yang umum diterapkan adalah *over load shedding* (OLS), yaitu pelepasan sebagian beban secara terencana saat sistem mengalami kondisi kelebihan beban [7].

Terdapat beberapa ruas-ruas kritis pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur saat ini salah satunya adalah ruas SUTT 150 kV Jayakertas - Kertosono. Ruas tersebut merupakan salah satu jalur penting dalam penyaluran daya di Subsistem Kediri 1,2 dengan konfigurasi parallel dengna Subsistem Ngimbang. Peningkatan beban pada saluran ini berpotensi menyebabkan kondisi *overload* yang dapat memengaruhi keandalan Subsistem Kediri 1,2 [8]. Kondisi *overload* tersebut dapat terjadi saat kontingensi N-1 pada penghantar yang sejalar yaitu SUTT 150 kV Kediri-Kertosono terlepas dari sistem. Jika tidak diantisipasi maka dapat menurunkan kestabilan sistem, hingga memicu pemadaman meluas (*blackout*). Akan tetapi dalam penerapan skema OLSnya, pelepasan beban tidak dapat dilakukan secara sembarangan, tetapi harus mempertimbangkan prioritas penyulang agar dampak pemadaman terhadap pelanggan dapat diminimalkan namun efektif dalam menjaga kestabilan sistem secara keseluruhan. Penentuan prioritas tersebut perlu didasarkan pada kondisi operasi jaringan, tingkat pembebanan, serta pengaruh pelepasan beban terhadap profil tegangan dan aliran daya sistem [7] [9] [10].

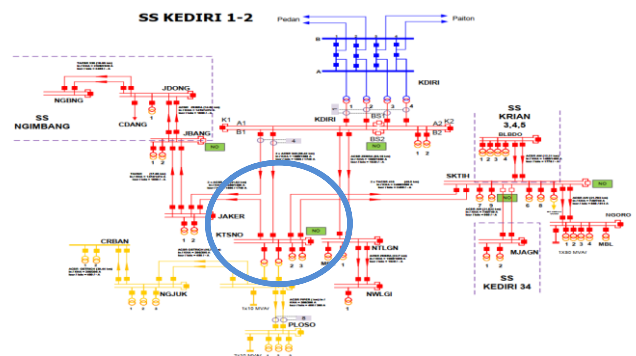
Oleh karena itu, diperlukan analisis aliran daya (*load flow*) dan simulasi implementasi *over load shedding*

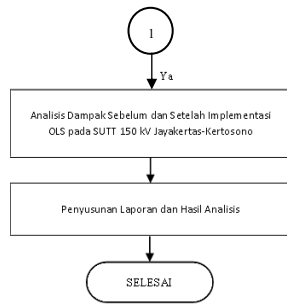
(OLS) pada SUTT 150 kV Jayakertas - Kertosono sebagai langkah optimasi keandalan Subsistem Kediri 1,2 di wilayah UP2B Jawa Timur. Hasil analisis ini diharapkan dapat menghasilkan skema OLS yang optimal sehingga mampu mempertahankan keandalan sistem dengan dampak pemadaman yang seminimal mungkin terhadap pelanggan.

II. METODE PENELITIAN

A. Objek dan Waktu Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan objek penelitian SUTT 150 kV Jayakertas–Kertosono pada Subsistem Kediri 1–2. Konfigurasi eksisting menunjukkan bahwa Subsistem Kediri 1–2 beroperasi paralel dengan Subsistem Ngimbang. Penelitian ini menggunakan data realisasi pembebanan tertinggi pada bulan Mei 2026 dan data proyeksi beban puncak tahun 2026 yang akan disimulasikan menggunakan aplikasi DIgSILENT PowerFactory. Simulasi kontingensi N-1 dilakukan dengan skenario pelepasan SUTT 150 kV Kediri–Kertosono dari sistem, untuk menganalisis dampak kontingensi terhadap kondisi pembebanan dan keandalan sistem tenaga listrik pada Subsistem Kediri 1–2.





Gambar. 2. Flowchart Desain Penelitian

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi yang akurat dan relevan terkait kondisi sistem tenaga listrik yang diteliti. Dengan menggunakan metode kuantitatif dalam studi ini, data yang digunakan terdiri dari data-data numerik yang diolah dan dianalisis.

Beberapa data yang diperoleh adalah data beban sistem kelistrikan Jawa Timur diperoleh melalui kumpulan data-data realisasi beban puncak yang tercatat pada logsheet kerja dispatcher PLN UP2B Jawa Timur dari bulan Januari 2025 s/d Mei 2026. Data Rencana Operasi Tahunan (ROT) tahun 2026 diperoleh dari Buku Rencana Operasi Tahun (ROT) tahun 2026 PLN UIP2B Jawa, Madura, dan Bali.

Data beban Subsistem Kediri 1,2 diperoleh dari hasil mengklasifikasikan data beban Subsistem Kediri 1,2 yang terdapat pada data logsheet realisasi beban puncak sistem kelistrikan Jawa Timur pada masing-masing bulan dari bulan Januari 2025 s/d Mei 2026.

Data realisasi pembebanan setiap transformator di Subsistem Kediri 1,2 diperoleh berdasarkan data beban tertinggi yang tercatat pada logsheet, yaitu pada tanggal 21 Mei 2026. Data tersebut kemudian direkap untuk memperoleh nilai pembebanan masing-masing transformator pada setiap Gardu Induk di Subsistem Kediri 1-2. Data pembebanan transformator digunakan sebagai acuan dalam pemodelan awal sistem pada tahap simulasi.

Data saluran transmisi diperoleh dari hasil koordinasi dengan pihak pemilik asset yaitu PLN UIT-JBM. Data yang diperoleh berupa data deklarasi kesiapan instalasi baik dari saluran transmisi, transformator, busbar dan kapasitor. Dari data tersebut kemudian diklasifikasikan lagi dengan hanya menggunakan data-data yang berkaitan dengan penelitian ini.

D. Perencanaan Skema OLS SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono

Dengan adanya potensi *overload* pada ruas SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono, penulis melakukan rancangan skema OLS menggunakan aplikasi DlgSILENT PowerFactory yang kemudian akan dianalisis. Untuk tahapan dan target OLS ditentukan menjadi 4

Tahapan *load shedding* dengan beberapa target pelepasan beberapa beban transformator yang sudah dilakukan koordinasi antara UP2B Jawa Timur dengan pihak distribusi Jawa Timur.

Rumus setting OLS menggunakan persamaan [11] [12] :

$$I_{\text{set OLS}} = K_{\text{OLS}} \times I_{\text{nom}} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

$I_{\text{set OLS}}$: Setting arus OLS (A)

I_{nom} : Kemampuan Hantar Arus Penghantar (A)

K_{OLS} : Faktor pick-up OLS = 110%

TABEL I
DATA PENGHANTAR JAYAKERTAS-KERTOSONO

Penghantar 150 kV	I_{nom} (A)	Ratio CT	Setting			
			TMS	OCR (A)	OLS (A)	AR (s)
Jayakertas-Kertosono	1580	2000/1	0,33 SI	1900	N/A	1,5

Dengan menggunakan data tersebut, diperoleh :

$$I_{\text{set OLS}} = 110\% \times 1580 \text{ A}$$

$$I_{\text{set OLS}} = 1738 \text{ A}$$

Sehingga, didapatkan nilai setting OLS pada ruas SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono sebesar 1738 A. Untuk Target dan Tahapan *Load Shedding* telah ditentukan sebagai berikut

TABEL II
TARGET LOAD SHEDDING OLS

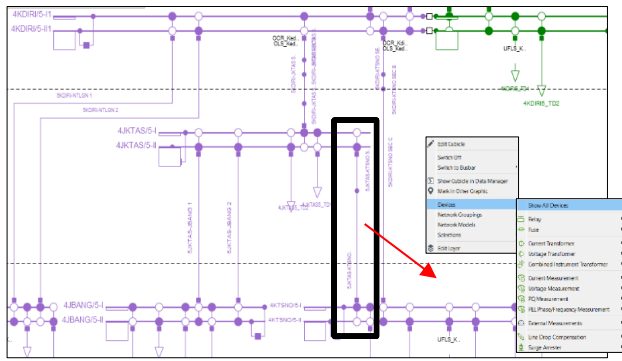
Target <i>Load Shedding</i>	Waktu			
	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3	Tahap 4
Trafo-2 GI Kertosono	2,5s			
Trafo-9 GI Sekarputih	2,5s			
Trafo-3 GI Ngoro		3s		
Trafo-7 GI Sekarputih			3,5s	
Trafo-4 GI Ngoro				4s

E. Pemodelan OLS pada aplikasi DlgSILENT PowerFactory

Pemodelan OLS pada aplikasi DlgSILENT PowerFactory dalam penelitian ini, penulis menggunakan *database* jaringan kelistrikan Jawa Timur khususnya pada Subsistem Kediri 1,2.

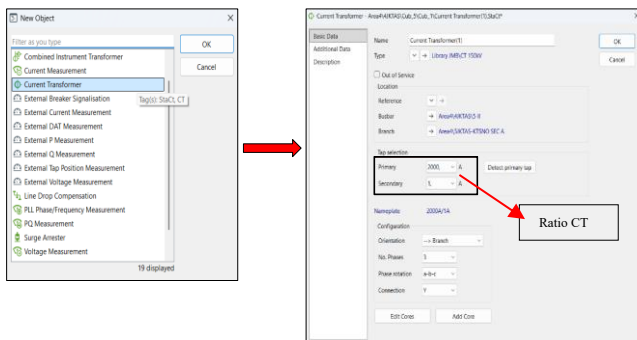
Berikut langkah-langkah pemodelan skema OLSnya :

1. Penentuan lokasi pemasangan skema OLS pada SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono



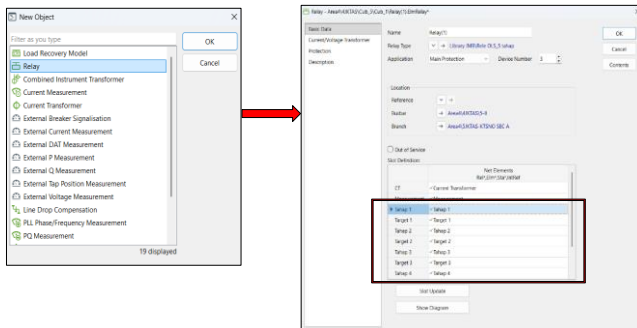
Gambar. 3. Penghantar Jayakertas-Kertosono pada aplikasi

2. Pemasangan model Current Transformer (CT) pada SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono

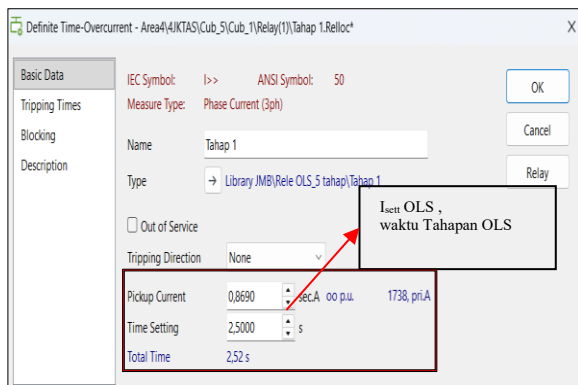


Gambar. 4. Pemodelan Current Transformer (CT)

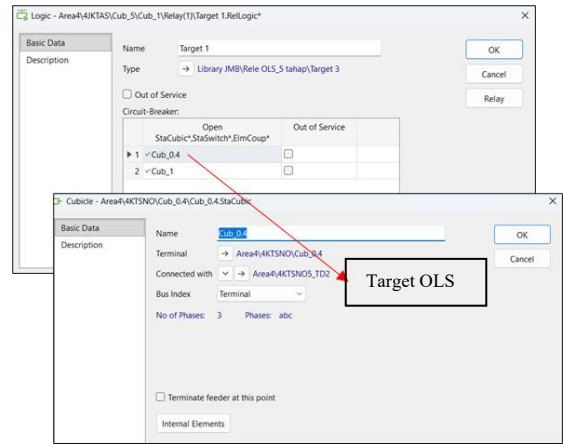
3. Pemodelan rele OLS pada ruas SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono



Gambar. 5. Pemodelan rele OLS



Gambar. 6. Setting Tahapan OLS sesuai perencanaan



Gambar. 7. Setting Target OLS sesuai perencanaan

III. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

1. Data Beban Sistem Kelistrikan Jawa Timur

Kebutuhan beban pada Sistem Kelistrikan Jawa Timur terus mengalami kenaikan dari tahun ke tahun. Kondisi ini menyebabkan sistem tenaga listrik bekerja semakin mendekati batas kapasitas operasinya, terutama pada saat beban puncak. Pertumbuhan beban di Sistem Kelistrikan Jawa Timur pada tahun 2025 digambarkan pada grafik berikut:



Gambar. 8. Realisasi BP Sistem Jawa Timur Tahun 2025

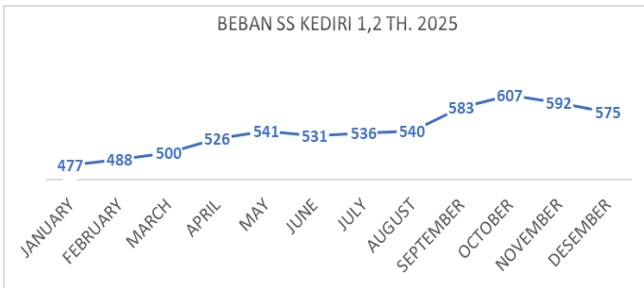


Gambar. 9. Realisasi BP Sistem Jawa Timur Tahun 2026

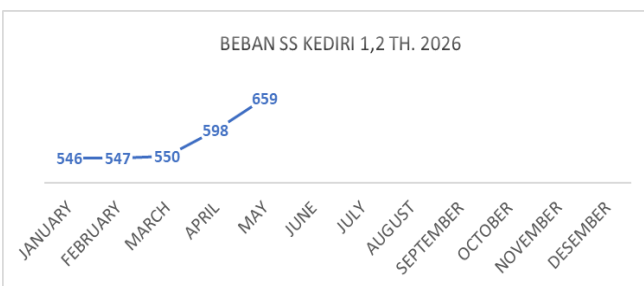
Berdasarkan profil beban hingga bulan Mei 2026, yaitu pada saat penelitian ini disusun, terlihat adanya tren peningkatan beban yang cukup signifikan. Kenaikan beban pada periode Mei 2025 hingga Oktober 2025 sebesar 5,96%, sehingga proyeksi beban puncak pada Oktober 2026 diperkirakan mencapai 8.045 MW.

2. Data Beban Subsistem Kediri 1,2

Peningkatan beban pada Sistem Jawa Timur turut memberikan dampak terhadap subsistem-subsistem di wilayahnya, termasuk Subsistem Kediri 1,2.



Gambar. 10. Realisasi BP SS Kediri 1,2 Tahun 2025



Gambar. 11. Realisasi BP SS Kediri 1,2 Tahun 2026

Pada grafik pembebanan SS Kediri 1,2 di atas, terlihat bahwa pertumbuhan beban terus meningkat seiring dengan kenaikan beban Sistem Kelistrikan Jawa Timur secara keseluruhan. Data tertinggi menunjukkan beban 659 MW pada bulan Mei 2026. Pasokan Beban untuk Subsistem Kediri 1,2 saat BP Mei 2026 disajikan pada tabel berikut :

TABEL III
PASOKAN SUBSISTEM KEDIRI 1,2

No	Subsistem Kediri 1,2 Pasokan	Beban (MW)
1	IBT-1 KEDIRI	284
2	IBT-2 KEDIRI	253
3	Pht 150 kV JATIGEDONG – JOMBANG (paralel dari SS Ngimbang)	122
TOTAL		659

3. Data Pembebanan Trafo di SS Kediri 1,2

Sebagai dasar dalam melakukan analisis sistem, digunakan data pembebanan trafo pada masing-masing Gardu Induk di Subsistem Kediri 1,2 saat beban puncak bulan Mei 2026 terjadi pada tanggal 21 Mei 2026.. Data ini menggambarkan besarnya daya yang disalurkan oleh setiap trafo pada kondisi eksisting dan diperoleh dari data pencatatan real-time pada logsheet UP2B Jawa Timur. Data pembebanan trafo pada masing-masing Gardu Induk dapat dilihat pada Tabel beriku

TABEL IV
DATA PEMBEBANAN TRAFO

Gardu Induk	Trafo	Realisasi BP Mei 2026 Beban (MW)	Proyeksi BP Tahun 2026 Beban (MW)
GI 70 kV Nganjuk	Trafo-1	11,96	12,67
	Trafo-2	0,00	0,00
	Trafo-3	6,49	6,88
GI 70 kV Caruban	Trafo-1	12,31	13,04
	Trafo-2	22,37	23,70
GI 70 kV Ploso	Trafo-1	7,61	8,06
	Trafo-2	16,54	17,53
	Trafo-3	8,93	9,46
GI 150 kV Kertosono	Trafo-2	23,30	24,69
	Trafo-3	26,18	27,74
GI 150 kV Sekar-putih	Trafo-7	18,90	20,03
	Trafo-8	38,47	40,76
	Trafo-9	30,59	32,41
GI 150 kV Ngoro	Trafo-1	45,92	48,66
	Trafo-2	40,25	42,65
	Trafo-3	50,98	54,02
GI 150 kV Jayaker-tas	Trafo-4	45,66	48,38
	Trafo Mobile	16,15	17,11
GI 150 kV Jayaker-tas	Trafo-1	16,65	17,64
	Trafo-2	15,92	16,87
GI 150 kV Jombang	Trafo-1	42,39	44,91
	Trafo-2	35,07	37,16
GI 150 kV New Tulungagung	Trafo-1	47,65	50,49
	Trafo Mobile	19,66	20,83
GI 150 kV New Wlingi	Trafo-1	27,43	29,06
TOTAL		627,37	664,77

Data Beban Puncak Mei 2026 sebesar 659 MW, Sedangkan total beban konsumen pada masing-masing trafo berjumlah 627,37 MW, terdapat selisih nilai yang diakibatkan oleh *losses* jaringan sebesar ± 31 MW atau sebesar $\pm 4,7\%$.

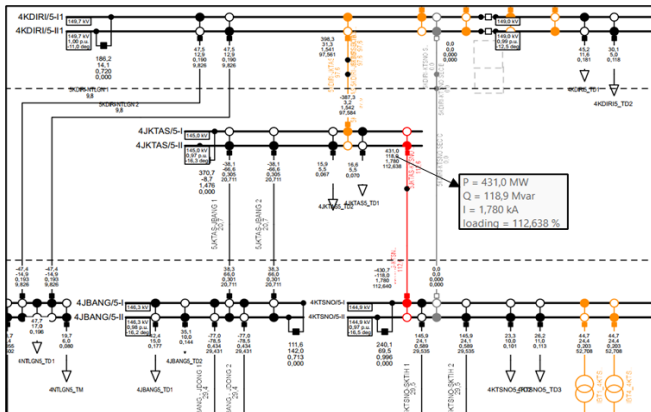
Menggunakan acuan kenaikan beban pada periode Mei 2025 hingga Beban Puncak Oktober 2025 sebesar 5,96%, maka proyeksi beban SS Kediri 1-2 Beban Puncak 2026 adalah sebesar 698 MW, dan menggunakan asumsi *losses* jaringan sebesar $\pm 4,7\%$ sehingga untuk proyeksi pembebanan masing-masing trafo pada saat Beban Puncak Tahun 2026 adalah total 664,77 MW seperti pada tabel di atas.

4. Pembahasan

Simulasi aliran daya dilakukan menggunakan aplikasi DigSILENT *PowerFactory* dengan menerapkan skenario kontingensi N-1 berupa pelepasan SUTT 150 kV Kediri–Kertosono. Simulasi ini bertujuan untuk menganalisis perubahan aliran daya dan mengevaluasi

tingkat pembebanan pada SUTT 150 kV Jayakertas–Kertosono akibat kontingensi tersebut. Hasil simulasi selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk mengevaluasi kebutuhan dan menentukan pengaturan *Overload Shedding* (OLS) guna mengendalikan pembebanan penghantar yang tersisa agar tetap berada dalam batas operasi yang diizinkan serta menjaga keandalan sistem tenaga listrik.

a. *Simulasi Studi Aliran Daya Pht Jayakertas - Kertosono Kondisi Eksisting Tanpa OLS (BP Mei 2026)*

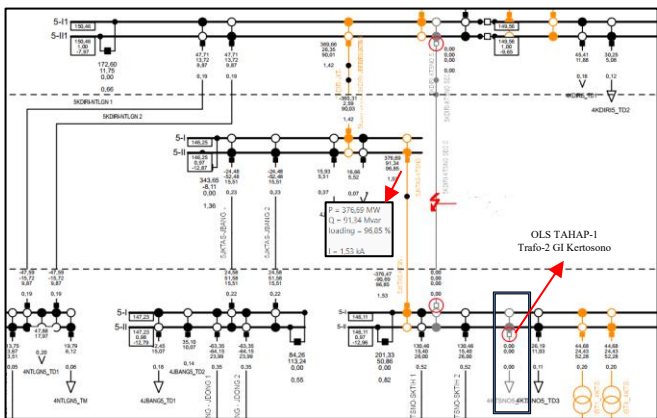


Gambar. 12. Simulasi Aliran Daya Kondisi Kontingensi N-1 (BP Mei 2026)

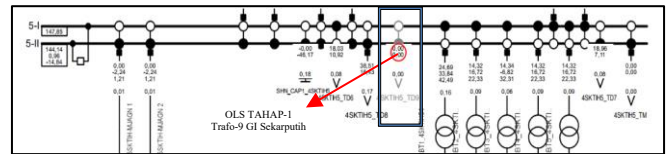
Pada kondisi kontingensi N-1 (pelepasan SUTT 150 kV Kediri-Kertosono), pembebanan SUTT 150 kV Jayakertas – Kertosono sebesar 431 MW / 1780 A dengan tingkat pembebanan penghantarnya sebesar 112,64% dari kapasitas nominal.

b. *Simulasi Studi Aliran Daya Pht Jayakertas-Kertosono Kondisi Eksisting dengan implementasi OLS (BP Mei 2026)*

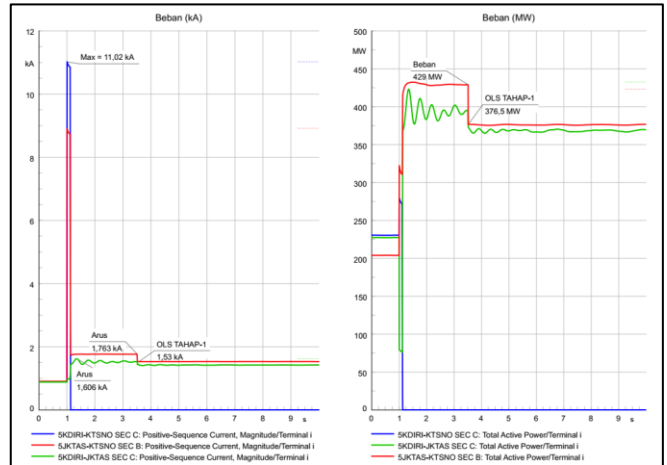
Simulasi selanjutnya dilakukan menggunakan kondisi sistem dengan konfigurasi peralatan eksisting berdasarkan data realisasi Beban Puncak Mei 2026 dan telah terimplementasi OLS.



Gambar. 13. OLS Tahap-1 Melepas Trafo-2 GI Kertosono



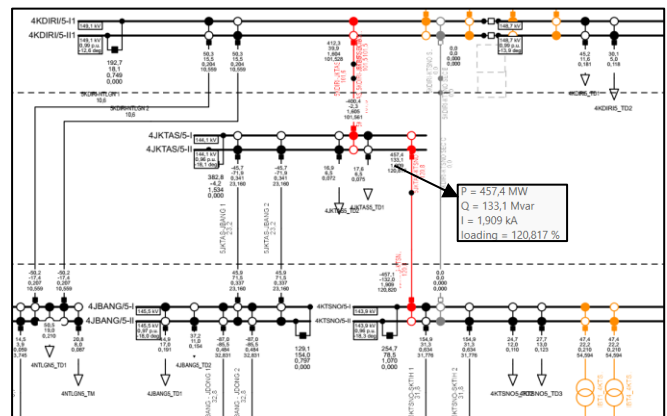
Gambar. 14. OLS Tahap-1 Melepas Trafo-9 GI Sekarputih



Gambar. 15. Grafik Beban Pht 150kV Kediri-Jayakertas-Kertosono

Pada kondisi kontingensi N-1 (pelepasan penghantar 150 kV Kediri-Kertosono), pembebanan Pht 150 kV Jayakertas - Kertosono mengalami kenaikan menjadi 429 MW / 1763 A dan sudah menyentuh setting OLS, sehingga OLS bekerja Tahap-1 dengan melepas Beban Trafo-2 GI Kertosono dan Trafo-9 GI Sekarputih dengan total pelepasan beban sebesar 53,89 MW. Setelah OLS bekerja beban penghantar turun menjadi 376,5 MW / 1530 A dengan tingkat pembebanan sebesar 96,85% dari kapasitas nominalnya

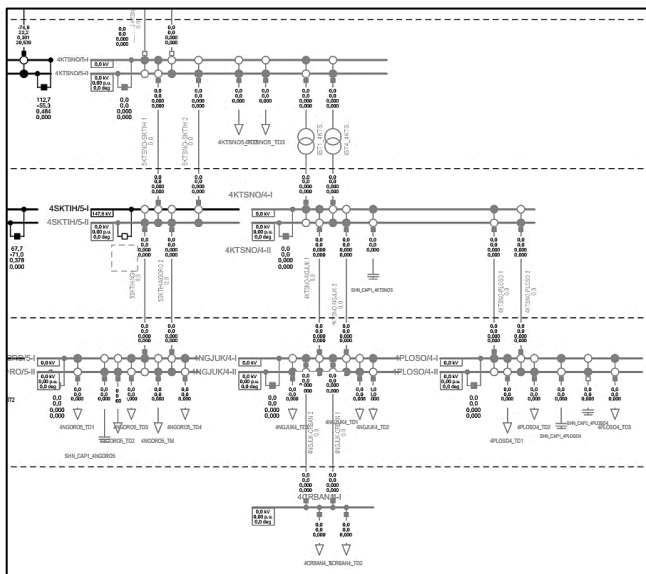
c. *Simulasi Studi Aliran Daya Pht Jayakertas-Kertosono tanpa implementasi OLS (Proyeksi BP Tahun 2026)*



Gambar. 16. Simulasi Aliran Daya Kondisi Kontingensi N-1 (Proyeksi BP Tahun 2026)

Pada kondisi kontingensi N-1 (pelepasan SUTT 150 kV Kediri-Kertosono), pembebanan SUTT 150 kV Jayakertas – Kertosono sebesar 457,4 MW / 1909 A dengan tingkat pembebanan penghantarnya sebesar

120,82% dari kapasitas nominal dan telah melampaui setting OCR sebesar 1900 A.



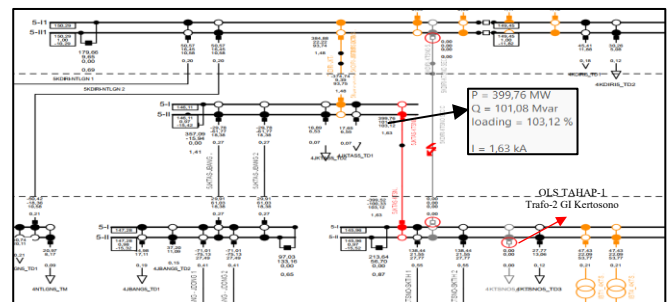
Gambar. 17. Simulasi Beban Padam Meluas akibat OCR bekerja (Proyeksi BP Tahun 2026)

Kondisi ketika OCR bekerja dengan memerintahkan Pemutus Tenaga (PMT) 150 kV Jayakertas – Kertosono untuk *trip*. Pelepasan penghantar tersebut mengakibatkan beberapa Gardu Induk di Subsistem Kediri 1,2 kehilangan pasokan sehingga terjadi padam meluas (*blackout*). dengan total beban padam mencapai 422,61 MW dengan rincian beban sebagai berikut.

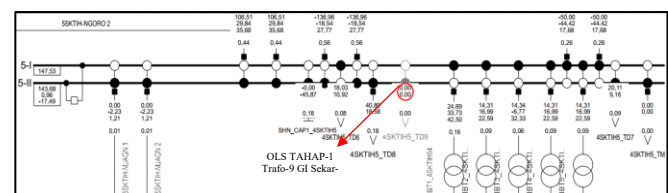
TABEL V TOTAL BEBAN PADAM AKIBAT OCR BEKERJA		
Gardu Induk	Beban Padam	
	Trafo ke-	Beban (MW)
GI 70 kV Nganjuk	Trafo-1	12,67
	Trafo-2	0,00
	Trafo-3	6,88
GI 70 kV Caruban	Trafo-1	13,04
	Trafo-2	23,70
	Trafo-3	8,06
GI 70 kV Ploso	Trafo-2	17,53
	Trafo-3	9,46
GI 150 kV Kertosono	Trafo-2	24,69
	Trafo-3	27,74
	Trafo-7	20,03
GI 150 kV Sekarputih	Trafo-8	40,76
	Trafo-9	32,41
	Trafo-1	48,66
	Trafo-2	42,65
GI 150 kV Nggoro	Trafo-3	54,02
	Trafo-4	48,38
	Trafo Mobile	17,11
TOTAL		422,61

d. *Simulasi Studi Aliran Daya Pht Jayakertas-Kertosono dengan implementasi OLS (Proyeksi BP tahun 2026)*

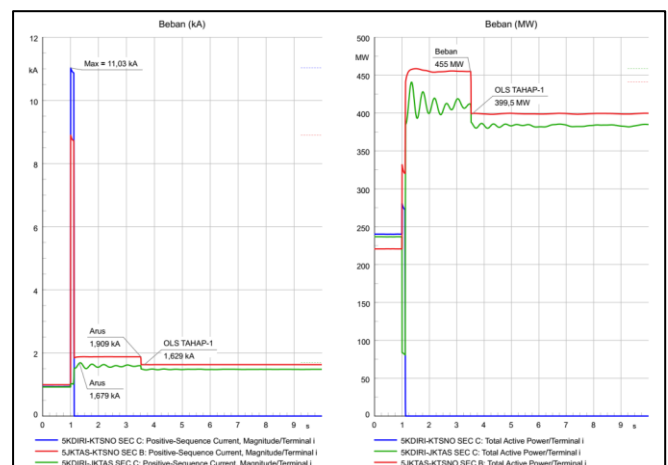
Simulasi selanjutnya menggunakan kondisi sistem dengan konfigurasi peralatan eksisting berdasarkan data Proyeksi Beban Puncak Tahun 2026 dan telah terimplementasi OLS.



Gambar. 18. OLS Tahap-1 Melepas Trafo-2 GI Kertosono (Proyeksi BP Tahun 2026)



Gambar. 19. OLS Tahap-1 Melepas Trafo-9 GI Sekarputih (Proyeksi BP Tahun 2026)



Gambar. 20. Grafik Beban Penghantar 150 kV Kediri-Jayakertas-Kertosono

Pada kondisi kontingensi N-1 (pelepasan SUTT 150 kV Kediri-Kertosono), pembebanan Pht 150 kV Jayakertas-Kertosono mengalami kenaikan menjadi 455 MW / 1909 A sehingga mencapai kondisi pemicu kerja OLS dan OCR sesuai dengan pengaturan proteksi yang diterapkan. Berdasarkan urutan kerja sistem proteksi, OLS Tahap-1 bekerja terlebih dahulu dengan melepas beban Trafo-2 GI Kertosono dan Trafo-9 GI Sekarputih sesuai

dengan target pelepasan, dengan total beban yang dilepas sebesar 57,1 MW. Setelah OLS Tahap-1 bekerja, pembebanan penghantar turun menjadi 399,5 MW atau 1.629 A, dengan tingkat pembebanan sebesar 103,12% terhadap kapasitas termal nominalnya.

OLS Tahap-1 berhasil mengurangi pembebanan penghantar, meskipun tingkat pembebanan akhir masih 3,12% di atas kapasitas termal nominal, namun pengendalian lanjutan masih dapat dilakukan melalui tindakan korektif operator sistem untuk mengembalikan sistem ke batas operasi yang diizinkan sesuai kondisi aktual dan jika kondisi sistem masih terus mengalami kenaikan, masih terdapat OLS tahapan selanjutnya.

e. *Perhitungan Energy Not Served (ENS) dan potensi kerugian*

ENS adalah energi yang tidak dapat disalurkan selama padam sebagai akibat terjadinya satu gangguan padam, dan potensi kerugian ekonomi yang terjadi dapat diasumsikan menggunakan Tarif Dasar Listrik (TDL). Memperoleh nilai ENS dan potensi Kerugian ekonomi diperoleh dengan persamaan [13] [14]:

$$ENS = P_{padam} \times t_{padam} \dots\dots\dots (2)$$

$$Kerugian\ Ekonomi = ENS \times TDL \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan :

ENS : *Energy Not Served* (kWh)

P_{padam} : Beban Padam (kW)

t_{padam} : Waktu Padam (jam)

TDL : Tarif Dasar Listrik (Rp1.444,70/kWh) [15]

Dari beberapa skenario simulasi, ENS dapat diperoleh sebagai berikut :

1) *Tanpa OLS*

Gangguan diasumsikan selama 1 jam, menyebabkan ENS sebesar :

$$P_{padam} = 422,61 \text{ MW} = 422.610 \text{ kW}$$

$$t_{padam} = 1 \text{ Jam (Asumsi)}$$

- diperoleh ENS :

$$ENS = 422.610 \text{ kW} \times 1 \text{ jam}$$

$$ENS = 422.610 \text{ kWh}$$

- kerugian ekonomi :

$$\begin{aligned} \text{Kerugian Ekonomi} &= 422.610 \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= \text{Rp } 610.544.667,00 \end{aligned}$$

2) *Dengan OLS Saat Realisasi BP Mei 2026*

Gangguan diasumsikan selama 1 jam, menyebabkan ENS sebesar :

$$P_{padam} = 53,89 \text{ MW} = 53.890 \text{ kW}$$

$$t_{padam} = 1 \text{ Jam (Asumsi)}$$

- diperoleh ENS :

$$ENS = 53.890 \text{ kW} \times 1 \text{ jam}$$

$$ENS = 53.890 \text{ kWh}$$

- kerugian ekonomi :

$$\begin{aligned} \text{Kerugian Ekonomi} &= 53.890 \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= \text{Rp } 77.854.883,00 \end{aligned}$$

3) *Dengan OLS Saat Proyeksi BP tahun 2026*

Gangguan diasumsikan selama 1 jam, menyebabkan ENS sebesar :

$$P_{padam} = 57,1 \text{ MW} = 57.100 \text{ kW}$$

$$t_{padam} = 1 \text{ Jam (Asumsi)}$$

- diperoleh ENS :

$$ENS = 57.100 \text{ kW} \times 1 \text{ jam}$$

$$ENS = 57.100 \text{ kWh}$$

- kerugian ekonomi :

$$\begin{aligned} \text{Kerugian Ekonomi} &= 57.100 \times \text{Rp } 1.444,70 \\ &= \text{Rp } 82.492.370,00 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan *Energy Not Served* (ENS) dan potensi kerugian ekonomi di atas, penerapan OLS mampu menurunkan energi listrik yang tidak tersalurkan secara signifikan dibandingkan kondisi tanpa OLS. Pada Proyeksi Beban Puncak tahun 2026, ENS turun dari 422.610 kWh menjadi 57.100 kWh, atau berkurang sebesar 365.510 kWh (86,5%). Hasil ini menunjukkan bahwa penerapan OLS secara efektif membatasi besarnya beban yang harus dilepas akibat kontingensi N-1 dan mengurangi potensi kerugian ekonomi. Pada skenario proyeksi tahun 2026, estimasi kerugian ekonomi juga turun dari Rp 610.544.667,00 (tanpa OLS) menjadi Rp82.492.370,00 (dengan OLS), sehingga potensi kerugian ekonomi yang dapat dihindari sebesar Rp 528.052.297,00.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa implementasi *Overload Shedding* (OLS) pada SUTT 150 kV Jayakertas-Kertosono efektif mencegah potensi *blackout* sebesar 422,61 MW akibat kontingensi N-1 melalui pelepasan beban secara terarah sebesar 53,89–57,1 MW. Pada proyeksi beban puncak tahun 2026, OLS Tahap-1 berhasil mengurangi pembebanan penghantar, meskipun tingkat pembebanan akhir masih 3,12% di atas kapasitas termal nominal, namun pengendalian lanjutan masih dapat dilakukan melalui tindakan korektif operator sistem untuk mengembalikan sistem ke batas operasi yang diizinkan sesuai kondisi aktual dan jika kondisi sistem masih terus mengalami kenaikan, masih terdapat OLS tahapan selanjutnya.

Oleh karena itu, keberhasilan akhir skema OLS perlu dinilai berdasarkan kondisi pembebanan setelah seluruh tindakan pengendalian yang diperlukan diterapkan oleh operator sistem. Pada skenario proyeksi tahun 2026, estimasi kerugian ekonomi juga turun dari Rp 610.544.667,00 (tanpa OLS) menjadi Rp82.492.370,00 (dengan OLS), sehingga potensi kerugian ekonomi yang dapat dihindari sebesar Rp 528.052.297,00.

Berdasarkan hasil analisis, disarankan agar segera memimplementasikan skema *Over Load Shedding* (OLS) pada SUTT 150 kV Jayakertas – Kertosono untuk mengantisipasi proyeksi pembebanan yang dapat melampaui setting OCR, sekaligus mencegah risiko pemadaman meluas (*blackout*) saat terjadi kontingensi N-1. Selain itu, untuk jangka panjang, perlu dilakukan uprating kapasitas penghantar agar sistem tetap andal dan beroperasi dalam batas aman saat menghadapi kondisi kontingensi N-1, serta mampu menekan potensi kerugian ekonomi dimasa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Kundur, "Power System Stability and Control," USA, McGraw-Hil, Inc., 1994.
- [2] Kementerian ESDM, "Aturan Jaringan Sistem Tenaga Listrik (Grid Code)," in *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No.20 Tahun 2020*, Jakarta, 2020.
- [3] PT PLN (Persero), "Logsheet Dispatcher 2025," Sidoarjo: UP2B Jawa Timur, 2025.
- [4] PT PLN (Persero), "Logsheet Dispatcher 2026," Sidoarjo: UP2B Jawa Timur, 2026.
- [5] PT PLN (Persero), "Rencana Operasi Tahunan (ROT) 2026," Jakarta: UIP2B JAMALI, 2025.
- [6] F. Risqi and S. Sunardiyo, "Mitigasi Blackout Akibat Overload Melalui Implementasi Prioritas Beban Dalam Skema Overload Shedding," *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, vol. 12, no. 3, pp. 612-624, 2024.
- [7] H. Stephanus and S. Lestari, "Proteksi Sistem Tenaga Listrik," Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2022.
- [8] PT PLN (Persero), "Defense Scheme Sistem Jawa Timur 2025," Sidoarjo: UP2B Jawa Timur, 2025.
- [9] Sofyar, "Studi Skenario Load Shedding Pada Penyulang Dalam Operasi Sistem Tenaga Listrik Menggunakan Under Frequency Relay," *Jurnal ELTIKOM : Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer*, vol. 4, no. 1, pp. 65-75, 2020.
- [10] Z. Jaelani, "Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi 500 kV Dengan Menggunakan Digsilent," Jakarta, 2013.
- [11] PT PLN (Persero), "Pola Proteksi Saluran Transmisi, Bagian 1: Tegangan Tinggi 66 kV dan 150 kV," in *SPLN T5.002-1: 2010*, Jakarta, 2010.
- [12] IGN. A. Mertana, "Analisis Skema Over Load Shedding (OLS) pada Sub Sistem Kediri Terkait Rencana Operasi IBT-4 500/150 kV GITET Kediri," 2020.
- [13] PT PLN (Persero), "Pedoman Indikator Kinerja Transmisi," in *SPLN T7.001: 2009*, Jakarta, 2009.
- [14] B. Muslimah and Z. , "Analisa Indeks Keandalan Sistem dan Energy Not Supplied (ENS) pada Jaringan Saluran Udara Tegangan Menengah di Penyulang Bandung RC Pematang Duku PT PLN (Persero) ULP Bengkalis," *Jurnal INOVTEK Seri Elektro*, vol. 7, 2025.
- [15] PT PLN (Persero), "Penyesuaian Tarif," [Online]. Available: <https://www.pln.co.id/pelanggan-id/tarif-tenaga-listrik-id/penyesuaian-tarif-id>, 2026.