



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

Studi Analisa *Uprating* Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di PT PLN (Persero) ULP Pariaman

Study of Uprating Analysis of the 20 kV Medium-Voltage Network at PT PLN (Persero) ULP Pariaman

Indra Akmel Caniago¹, Rosnita Rauf², Yani Ridal³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti, Jl. Veteran No. 26B – Kota Padang – Indonesia

*Corresponding Author: E-mail: indraakmel15@gmail.com

Artikel Penelitian

Article History:

Received: 11 Mei, 2026

Revised: 23 June, 2026

Accepted: 17 July, 2026

Kata Kunci:

Drop Tegangan, *Feeder Express*, Rugi-Rugi Daya.

Keywords:

Feeder Express, *Power Losses*, *Voltage Drop*.

DOI: [10.56338/jks.v9i7.11654](https://doi.org/10.56338/jks.v9i7.11654)

ABSTRAK

Peningkatan beban listrik pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV dapat menyebabkan penurunan kualitas tegangan dan meningkatnya rugi-rugi daya pada sistem distribusi. Salah satu upaya teknis untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah penerapan metode *uprating* pada kawat penghantar. Penelitian ini bertujuan menganalisis besarnya drop tegangan dan rugi-rugi daya pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Pariaman sebelum dan sesudah dilakukan *uprating*, serta mengevaluasi efektivitas metode tersebut. Metode penelitian yang digunakan bersifat kuantitatif dengan menggunakan data arus beban, panjang saluran, faktor daya, serta impedansi penghantar pada *Feeder Express* GH Pariaman dan *Feeder Express* GH Sungai Limau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada *Feeder Express* GH Pariaman, nilai drop tegangan pada ukuran 150 mm² di jam 19:00 yaitu 5,43%–6,76%, dan setelah dilakukan *uprating* penampang menjadi 240 mm² nilai drop tegangan menurun menjadi 3,38%–4,74%. Selain itu, rugi-rugi daya pada *feeder* tersebut menurun dari kisaran 4,77%–6,69% menjadi 2,97%–4,16%. Sementara itu, pada *Feeder Express* GH Sungai Limau, penerapan *uprating* kabel juga menghasilkan penurunan nilai drop tegangan dan rugi-rugi daya sehingga sistem distribusi beroperasi lebih efisien dan berada dalam batas standar yang ditetapkan oleh PT. PLN (Persero) sebesar 5%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa metode *uprating* pada kawat penghantar efektif dalam meningkatkan kualitas tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Pariaman.

ABSTRACT

The increase of electrical load on the 20 kV medium voltage distribution network can cause a decline in voltage quality and an increase in power losses within the distribution system. One technical measure to overcome this problem is the

application of the uprating method on the conductor. This study aims to analyze the magnitude of voltage drop and power losses on the 20 kV medium voltage distribution network at PT. PLN (Persero) ULP Pariaman before and after uprating, and to evaluate the effectiveness of the method. The research method used is quantitative, using load current data, line length, power factor, and conductor impedance on the Feeder Express GH Pariaman and Feeder Express GH Sungai Limau. The results show that on Feeder Express GH Pariaman, the voltage drop value at the 150 mm² size at 19:00 was 5.43%–6.76%, and after uprating the cross-section to 240 mm² the voltage drop decreased to 3.38%–4.74%. In addition, the power losses on the feeder decreased from a range of 4.77%–6.69% to 2.97%–4.16%. Meanwhile, on Feeder Express GH Sungai Limau, the application of cable uprating also produced a decrease in voltage drop and power losses so that the distribution system operates more efficiently and remains within the standard limit set by PT. PLN (Persero) of 5%. Based on these results, it can be concluded that the uprating method on the conductor is effective in improving voltage quality and reducing power losses on the 20 kV medium voltage distribution network at PT. PLN (Persero) ULP Pariaman.

PENDAHULUAN

Jaringan distribusi listrik merupakan komponen vital dalam penyediaan energi listrik kepada konsumen. Sistem distribusi tegangan menengah, seperti jaringan 20 kV, memiliki peran yang signifikan dalam mengalirkan daya dari gardu induk ke jaringan tegangan rendah yang melayani pelanggan. Dalam operasionalnya, sistem distribusi ini sering menghadapi tantangan berupa rugi-rugi daya (*losses*), baik yang bersifat teknis maupun non-teknis. Rugi-rugi teknis, yang meliputi rugi-rugi akibat hambatan listrik pada kabel, koneksi antar-komponen, dan transformator, menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi efisiensi sistem distribusi. Tingginya tingkat rugi-rugi daya tidak hanya berdampak pada peningkatan biaya operasional, tetapi juga pada penurunan kualitas pelayanan kepada konsumen, seperti tegangan yang tidak stabil dan kapasitas daya yang terbatas (Ningrum *et al.*, 2023). Permasalahan rugi-rugi daya pada saluran distribusi tegangan menengah 20 kV juga ditemukan pada berbagai wilayah kerja PLN sehingga memerlukan kajian teknis yang serius (Manalu *et al.*, 2023).

Seiring dengan meningkatnya permintaan listrik akibat pertumbuhan jumlah pelanggan dan pembangunan infrastruktur baru, kebutuhan akan sistem distribusi yang lebih efisien menjadi semakin mendesak. Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan rugi-rugi daya adalah melalui metode *uprating* kabel. *Uprating* kabel merupakan pendekatan teknis yang bertujuan meningkatkan kapasitas hantar arus jaringan distribusi tanpa harus mengganti seluruh infrastruktur jaringan (Mada, 2020). Pendekatan ini biasanya melibatkan penggantian kabel lama dengan kabel yang memiliki kapasitas arus lebih besar atau dengan kabel yang menggunakan material konduktor berteknologi tinggi, seperti konduktor aluminium berlapis atau konduktor tembaga dengan resistansi rendah. Penerapan metode *uprating* penampang penghantar terbukti mampu menekan drop tegangan pada jaringan yang dibebani arus tinggi (Yoga Andicka *et al.*, 2022).

Implementasi metode *uprating* kabel pada jaringan distribusi 20 kV memiliki potensi besar dalam mengurangi rugi-rugi daya, meningkatkan efisiensi distribusi, dan memastikan pasokan listrik yang andal kepada konsumen. Perbaikan penampang penghantar menjadi salah satu cara yang efektif untuk mengurangi drop tegangan yang melebihi batas standar pelayanan (Abdullah dan Badaruddin, 2020). Selain itu, langkah ini juga sejalan dengan kebijakan efisiensi energi dan pengurangan emisi karbon yang diupayakan oleh pemerintah maupun perusahaan penyedia tenaga listrik. Namun, meskipun potensi manfaatnya cukup besar, penerapan *uprating* kabel membutuhkan kajian teknis yang mendalam untuk memastikan metode ini dapat memberikan hasil yang optimal dalam konteks spesifik jaringan yang dianalisis. Besarnya rugi-rugi daya pada saluran distribusi maupun transmisi sangat dipengaruhi oleh nilai impedansi dan arus beban yang mengalir (Cahyadi *et al.*, 2022).

Tantangan dalam pengelolaan jaringan distribusi tenaga listrik menjadi isu strategis yang memerlukan perhatian khusus. Peningkatan kebutuhan listrik di wilayah tertentu, yang sejalan dengan pertumbuhan jumlah pelanggan dan pengembangan infrastruktur, menuntut adanya langkah teknis untuk meningkatkan kinerja sistem distribusi. Kualitas tegangan yang baik perlu dijaga karena berkaitan langsung dengan keandalan peralatan dan kenyamanan konsumen (Hidayatullah *et al.*, 2024). Selain melalui *uprating*, upaya perbaikan kualitas tegangan pada jaringan tegangan menengah juga dapat dilakukan melalui rekonfigurasi saluran agar drop tegangan dapat ditekan (Aprillia *et al.*, 2024). Standar konstruksi jaringan tegangan menengah yang dikeluarkan oleh perusahaan penyedia tenaga listrik turut menjadi acuan dalam menetapkan batas drop tegangan yang diperbolehkan, yaitu sebesar 5% (PT. PLN (Persero), 2010).

Penelitian ini bertujuan menganalisis dampak penerapan metode *uprating* kabel terhadap tingkat drop tegangan dan rugi-rugi daya (*losses*) pada jaringan distribusi 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Pariaman, khususnya pada *Feeder Express* GH Pariaman dan *Feeder Express* GH Sungai Limau. Dengan membandingkan kondisi jaringan sebelum dan sesudah dilakukan *uprating* dari penampang 150 mm² menjadi 240 mm², penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas metode ini. Selain itu, hasil penelitian juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif bagi pengelola sistem distribusi dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keandalan jaringan distribusi tenaga listrik. Berdasarkan hal tersebut, penulis mengangkat judul “Studi Analisa *Uprating* Jaringan Tegangan Menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Pariaman”.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu metode penelitian yang menekankan aspek pengukuran, perhitungan, rumus, dan kepastian data numerik (Rahmadani *et al.*, 2024). Penelitian dilaksanakan di PT. PLN (Persero) ULP Pariaman, Kota Pariaman, dengan objek penelitian berupa jaringan tegangan menengah 20 kV yang berpotensi dilakukan *uprating* kabel. Subjek yang dianalisis adalah dua penyulang *Feeder Express*, yaitu *Feeder Express* GH Pariaman dengan panjang saluran 12,63 km dan *Feeder Express* GH Sungai Limau dengan panjang saluran 19,122 km, yang keduanya menggunakan penghantar AAAC berpenampang 150 mm² dengan faktor daya 0,95. Pemilihan kedua penyulang ini dilakukan secara *purposive* karena merupakan *feeder* yang memiliki rugi-rugi daya paling besar. Instrumen yang digunakan berupa data sekunder dari PT. PLN (Persero) ULP Pariaman, meliputi *single line diagram*, panjang saluran, data arus beban puncak bulan Oktober 2025, serta nilai impedansi urutan positif penghantar AAAC sesuai SPLN 64:1985.

Prosedur penelitian diawali dengan studi literatur dan observasi lapangan terhadap kondisi jaringan, dilanjutkan dengan wawancara dan pengumpulan data sekunder dari pihak PLN. Data arus beban puncak diambil pada jam beban tertinggi, kemudian digunakan untuk menghitung drop tegangan melalui rumus $\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot l (R \cdot \cos\phi + jX \cdot \sin\phi)$ dan persentasenya terhadap tegangan kerja, serta rugi-rugi daya melalui rumus $\Delta P = 3 \cdot I^2 \cdot R \cdot l$ yang dibandingkan terhadap daya beban. Perhitungan dilakukan untuk kondisi sebelum (penampang 150 mm²) dan sesudah *uprating* (penampang 240 mm²) pada kedua *feeder*. Hasil perhitungan kedua kondisi tersebut kemudian dibandingkan secara kuantitatif untuk mengevaluasi efektivitas *uprating* dalam menurunkan drop tegangan dan rugi-rugi daya. Seluruh perhitungan dilakukan secara manual menggunakan persamaan saluran distribusi berdasarkan standar SPLN dan IEEE, dengan acuan batas drop tegangan sebesar 5% sesuai ketentuan PT. PLN (Persero).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi dan Data *Feeder*

PT. PLN (Persero) ULP Pariaman memiliki dua *Feeder Express* dari GI ke GH, yaitu *Feeder Express* Pariaman dan *Feeder Express* Sungai Limau, yang menggunakan saluran AAAC 150 mm². *Feeder Express* Pariaman memiliki panjang saluran 12,63 km, sedangkan *Feeder Express* Sungai

Limau memiliki panjang 19,122 km. Seiring bertambahnya kebutuhan listrik, arus beban meningkat sehingga mengakibatkan bertambahnya drop tegangan dan rugi-rugi daya sepanjang saluran. Data *feeder* yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya bersumber dari data yang diberikan oleh PT. PLN (Persero) ULP Pariaman, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data *Feeder*

No.	Nama	Luas Penampang	Jenis	Panjang Saluran (km)	Faktor Daya
1	<i>Feeder Express</i> GH Pariaman (GI–GH)	150 mm ²	AAAC	12,63	0,95
2	<i>Feeder Express</i> GH Sungai Limau (GI–GH)	150 mm ²	AAAC	19,122	0,95

Berdasarkan Tabel 1, kedua *feeder* menggunakan penghantar AAAC berpenampang 150 mm² dengan faktor daya 0,95, namun berbeda pada panjang saluran. Arus pada *Feeder Express* GH Pariaman maupun GH Sungai Limau mengalami peningkatan pada malam hari akibat terjadinya beban puncak harian. Data beban puncak harian kedua *feeder* selama bulan Oktober 2025 disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3, sedangkan nilai tahanan dan reaktansi penghantar AAAC mengikuti SPLN 64:1985 sebagaimana ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 2. Data Beban Puncak *Feeder Express* Pariaman (Oktober 2025)

Tanggal	Jam	Arus (A)	Daya (MW)
1	19:00	226	7,4
2	19:00	231	7,6
3	19:00	219	7,2
4	19:00	226	7,3
5	19:00	234	7,6
6	19:00	239	7,8
7	19:00	232	7,6
8	19:00	269	8,7
9	19:00	262	8,5
10	19:00	236	7,7
11	19:00	234	7,6
12	19:00	216	7
13	19:00	238	7,8
14	17:00	225	7,3
15	23:00	240	7,9
16	19:00	226	7,4
17	19:00	220	7,2
18	19:00	236	7,7
19	19:00	234	7,6
20	19:00	216	7
21	19:00	238	7,8
22	17:00	225	7,3
23	23:00	240	7,9
24	19:00	226	7,4
25	19:00	236	7,7
26	19:00	244	8
27	18:00	239	7,7
28	19:00	247	8
29	19:00	236	7,7
30	16:00	192	6,3

Tabel 3. Data Beban Puncak Feeder Express Sungai Limau (Oktober 2025)

Tanggal	Jam	Arus (A)	Daya (kW)
1	19:00	124	4
2	19:00	132	4,3
3	19:00	124	4,1
4	19:00	125	4
5	19:00	126	4,1
6	19:00	150	4,9
7	19:00	236	7,7
8	19:00	123	4
9	19:00	123	4
10	19:00	119	3,9
11	19:00	122	4
12	19:00	116	3,8
13	19:00	123	4
14	19:00	119	3,8
15	19:00	175	5,7
16	18:00	106	3,4
17	19:00	113	3,7
18	19:00	119	3,9
19	19:00	122	4
20	19:00	116	3,8
21	19:00	123	4
22	19:00	119	3,8
23	19:00	175	5,7
24	18:00	106	3,4
25	19:00	137	4,4
26	20:00	134	4,4
27	19:00	140	4,6
28	19:00	140	4,6
29	19:00	139	4,5
30	19:00	130	4,2

Tabel 4. Tahanan dan Reaktansi (Impedansi) Penghantar AAAC (SPLN 64:1985)

Luas Penampang (mm ²)	Impedansi Urutan Positif (ohm/km)
70	0,4608 + j0,3572
150	0,2162 + j0,3305
240	0,1344 + j0,3158

Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin besar luas penampang penghantar, semakin kecil nilai tahanan (R) per kilometer. Penghantar 150 mm² memiliki tahanan 0,2162 ohm/km, sedangkan penghantar 240 mm² hanya 0,1344 ohm/km. Penurunan nilai tahanan inilah yang menjadi dasar penerapan *uprating* karena rugi-rugi daya yang sebanding dengan I^2R akan ikut menurun ketika penampang penghantar diperbesar.

Perhitungan Feeder Express GH Pariaman

Perhitungan diambil dari data beban paling besar pada *Feeder Express* GH Pariaman, yaitu arus 269 A pada tanggal 8 Oktober 2025 jam 19:00. Pada penampang 150 mm² (sebelum *uprating*), diperoleh drop tegangan $\Delta V = 1.352,41$ V atau 6,76% dan rugi-rugi daya $\Delta P = 592.768,14$ W (6,69%). Setelah dilakukan *uprating* ke penampang 240 mm², drop tegangan turun menjadi $\Delta V = 949,049$ V atau

4,74% dan rugi-rugi daya menjadi $\Delta P = 368.492,31 \text{ W}$ (4,16%). Hasil perhitungan untuk seluruh tanggal pada kondisi sebelum dan sesudah *uprating* disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Feeder Express Pariaman Sebelum Uprating

Tanggal	Jam	Arus (A)	Daya (MW)	ΔV (%)	PL (%)
1	19:00	226	7,4	5,68	5,62
2	19:00	231	7,6	5,81	5,75
3	19:00	219	7,2	5,51	5,45
4	19:00	226	7,3	5,43	5,62
5	19:00	234	7,6	5,88	5,82
6	19:00	239	7,8	6,01	5,94
7	19:00	232	7,6	5,83	5,77
8	19:00	269	8,7	6,76	6,69
9	19:00	262	8,5	6,59	6,52
10	19:00	236	7,7	5,93	5,87
11	19:00	234	7,6	5,88	5,82
12	19:00	216	7	5,43	5,37
13	19:00	238	7,8	5,98	5,92
14	17:00	225	7,3	5,65	5,60
15	23:00	240	7,9	6,03	5,97
16	19:00	226	7,4	5,68	5,62
17	19:00	220	7,2	5,53	5,47
18	19:00	236	7,7	5,93	5,87
19	19:00	234	7,6	5,88	5,82
20	19:00	216	7	5,43	5,37
21	19:00	238	7,8	5,98	5,92
22	17:00	225	7,3	5,65	5,60
23	23:00	240	7,9	6,03	5,97
24	19:00	226	7,4	5,68	5,62
25	19:00	236	7,7	5,93	5,87
26	19:00	244	8	6,13	6,07
27	18:00	239	7,7	6,01	5,94
28	19:00	247	8	6,21	6,14
29	19:00	236	7,7	5,93	5,87
30	16:00	192	6,3	4,83	4,77

Tabel 6. Hasil Perhitungan Feeder Express Pariaman Sesudah Uprating (Oktober 2025)

Tanggal	Jam	Arus (A)	Daya (kW)	ΔV (%)	PL (%)
1	19:00	226	7,4	3,98	3,49
2	19:00	231	7,6	4,07	3,57
3	19:00	219	7,2	3,77	3,38
4	19:00	226	7,3	3,98	3,49
5	19:00	234	7,6	4,12	3,62
6	19:00	239	7,8	4,21	3,69
7	19:00	232	7,6	4,09	3,59
8	19:00	269	8,7	4,74	4,16
9	19:00	262	8,5	4,62	4,05
10	19:00	236	7,7	4,16	3,65
11	19:00	234	7,6	4,12	3,62
12	19:00	216	7	3,81	3,34
13	19:00	238	7,8	4,19	3,68
14	19:00	225	7,3	3,96	3,48
15	19:00	240	7,9	4,23	3,71

16	19:00	226	7,4	3,98	3,49
17	19:00	220	7,2	3,88	3,40
18	19:00	236	7,7	4,16	3,65
19	19:00	234	7,6	4,16	3,62
20	19:00	216	7	4,12	3,34
21	19:00	238	7,8	3,81	3,68
22	19:00	225	7,3	4,19	3,48
23	19:00	240	7,9	3,96	3,71
24	19:00	226	7,4	4,23	3,49
25	19:00	236	7,7	3,98	3,65
26	19:00	244	8	4,3	3,77
27	19:00	239	7,7	4,21	3,69
28	19:00	247	8	4,35	3,82
29	19:00	236	7,7	4,16	3,65
30	19:00	192	6,3	3,38	2,97

Tabel 5 dan Tabel 6 memperlihatkan bahwa penerapan *uprating* pada *Feeder Express* Pariaman secara konsisten menurunkan drop tegangan dan rugi-rugi daya pada seluruh tanggal pengamatan. Nilai drop tegangan yang semula berkisar 5,43%–6,76% turun menjadi 3,38%–4,74%, sedangkan rugi-rugi daya menurun dari kisaran 4,77%–6,69% menjadi 2,97%–4,16%. Beban puncak tertinggi terjadi pada tanggal 8 Oktober 2025 dengan arus 269 A, dan pada kondisi tersebut *uprating* mampu menurunkan drop tegangan dari 6,76% menjadi 4,74% sehingga berada di bawah batas standar 5%.

Perhitungan *Feeder Express* GH Sungai Limau

Perhitungan pada *Feeder Express* GH Sungai Limau menggunakan data beban tertinggi, yaitu arus 236 A pada tanggal 7 Oktober 2025. Pada penampang 150 mm² (sebelum *uprating*), diperoleh drop tegangan $\Delta V = 1.186,5$ V atau 5,93% dan rugi-rugi daya $\Delta P = 690.771,26$ W (8,89%). Setelah *uprating* ke penampang 240 mm², drop tegangan turun menjadi $\Delta V = 832,62$ V atau 4,16% dan rugi-rugi daya menjadi $\Delta P = 429.415,62$ W (5,52%). Hasil perhitungan lengkap kondisi sebelum dan sesudah *uprating* disajikan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7. Hasil Perhitungan *Feeder Express* Sungai Limau Sebelum *Uprating* (Oktober 2025)

Tanggal	Jam	Arus (A)	Daya (kW)	ΔV (%)	PL (%)
1	19:00	124	4	3,12	4,67
2	19:00	132	4,3	3,32	4,97
3	19:00	124	4,1	3,12	4,67
4	19:00	125	4	3,14	4,71
5	19:00	126	4,1	3,16	4,74
6	19:00	150	4,9	3,77	5,65
7	19:00	236	7,7	5,93	8,89
8	19:00	123	4	3,09	4,63
9	19:00	123	4	3,09	4,63
10	19:00	119	3,9	2,99	4,48
11	19:00	122	4	3,066	4,59
12	19:00	116	3,8	2,915	4,37
13	19:00	123	4	3,09	4,63
14	19:00	119	3,8	2,99	4,48
15	19:00	175	5,7	4,39	6,59
16	18:00	106	3,4	2,66	3,99
17	19:00	113	3,7	2,84	4,25
18	19:00	119	3,9	2,99	4,48

19	19:00	122	4	3,066	4,59
20	19:00	116	3,8	2,915	4,37
21	19:00	123	4	3,091	4,63
22	19:00	119	3,8	2,99	4,48
23	19:00	175	5,7	4,39	6,59
24	18:00	106	3,4	2,66	3,99
25	19:00	137	4,4	3,44	5,16
26	20:00	134	4,4	3,37	5,05
27	19:00	140	4,6	3,52	5,27
28	19:00	140	4,6	3,52	5,27
29	19:00	139	4,5	3,49	5,23
30	19:00	139	4,5	3,49	4,89

Tabel 8. Hasil Perhitungan Feeder Express Sungai Limau Setelah Uprating (Oktober 2025)

Tanggal	Jam	Arus (A)	Daya (kW)	ΔV (%)	PL (%)
1	19:00	124	4	2,18	2,90
2	19:00	132	4,3	2,32	3,09
3	19:00	124	4,1	2,18	2,90
4	19:00	125	4	2,20	2,92
5	19:00	126	4,1	2,22	2,95
6	19:00	150	4,9	2,64	3,51
7	19:00	236	7,7	4,16	5,52
8	19:00	123	4	2,6	2,88
9	19:00	123	4	2,16	2,88
10	19:00	119	3,9	2,09	2,78
11	19:00	122	4	2,15	2,85
12	19:00	116	3,8	2,04	2,71
13	19:00	123	4	2,16	2,88
14	19:00	119	3,8	2,09	2,78
15	19:00	175	5,7	3,08	4,09
16	18:00	106	3,4	1,86	2,48
17	19:00	113	3,7	1,99	2,04
18	19:00	119	3,9	2,09	2,78
19	19:00	122	4	2,15	2,85
20	19:00	116	3,8	2,04	2,71
21	19:00	123	4	2,16	2,88
22	19:00	119	3,8	2,09	2,78
23	19:00	175	5,7	3,08	4,09
24	18:00	106	3,4	1,86	2,48
25	19:00	137	4,4	2,41	3,20
26	20:00	134	4,4	2,36	3,13
27	19:00	140	4,6	2,46	3,27
28	19:00	140	4,6	2,46	3,27
29	19:00	139	4,5	2,45	3,25
30	19:00	139	4,5	2,45	3,04

Tabel 7 dan Tabel 8 menunjukkan bahwa *Feeder Express* Sungai Limau yang memiliki saluran lebih panjang (19,122 km) mengalami drop tegangan dan rugi-rugi daya yang lebih tinggi pada kondisi awal. Pada beban puncak tanggal 7 Oktober 2025, drop tegangan mencapai 5,93% (melebihi batas 5%) dengan rugi-rugi daya 8,89%. Setelah *uprating* ke penampang 240 mm², drop tegangan turun menjadi 4,16% dan rugi-rugi daya menjadi 5,52%, sehingga kualitas penyaluran energi meningkat dan drop tegangan kembali berada dalam batas yang diizinkan.

Analisa Feeder Express Pariaman

Analisis pada *Feeder Express* GH Pariaman dilakukan menggunakan data arus, panjang saluran, serta impedansi konduktor berdasarkan SPLN 64:1985. *Feeder* ini menggunakan konduktor AAAC berpenampang 150 mm² dengan panjang saluran 12,63 km dan arus beban 269 A. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah *uprating* disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisa Feeder Express Pariaman

Parameter	Nilai (Sebelum)	Nilai (Sesudah)
Luas Penampang	150 mm ²	240 mm ²
Jenis Konduktor	AAAC	AAAC
Panjang Saluran	12,63 km	12,63 km
Arus	269 A	269 A
Faktor Daya	0,95	0,95
Tahanan (R)	0,2162 ohm/km	0,1344 ohm/km
Reaktansi (X)	0,3305 ohm/km	0,3158 ohm/km
Drop Tegangan	1.352,41 V	949,049 V
Persentase Drop Tegangan	6,76%	4,74%
Rugi-rugi Daya	592.768,14 W	368.492,31 W
Persentase Rugi-rugi	6,69%	4,16%

Hasil analisis menunjukkan bahwa *Feeder* GH Pariaman pada kondisi awal mengalami drop tegangan 6,76% yang melebihi batas ideal 5%, dengan rugi daya 592.768,14 W yang menunjukkan adanya potensi kerugian energi signifikan akibat besarnya arus beban serta penggunaan konduktor 150 mm². Setelah *uprating* ke konduktor 240 mm² pada beban puncak tanggal 8 Oktober 2025, drop tegangan turun menjadi 4,74% dan rugi-rugi daya turun menjadi 368.492,31 W (4,16%). *Uprating* terbukti memberikan dampak signifikan dalam mengurangi rugi-rugi daya dan menurunkan drop tegangan hingga di bawah batas standar, sehingga untuk penyempurnaan dapat dipertimbangkan langkah lanjutan seperti pemasangan kapasitor daya, optimasi jaringan, atau pembagian beban guna memperpendek jalur penghantar efektif.

Analisa Feeder Express Sungai Limau

Feeder Express GH Sungai Limau memiliki panjang 19,122 km dan menggunakan konduktor AAAC 150 mm² sebelum dilakukan *uprating*. Dengan arus beban 236 A, *feeder* ini mengalami drop tegangan dan rugi-rugi daya yang jauh lebih tinggi dibanding *Feeder* Pariaman. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah *uprating* ke konduktor 240 mm² disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Analisa Feeder Express Sungai Limau

Parameter	Nilai (Sebelum)	Nilai (Sesudah)
Luas Penampang	150 mm ²	240 mm ²
Jenis Konduktor	AAAC	AAAC
Panjang Saluran	19,122 km	19,122 km
Arus	236 A	236 A
Faktor Daya	0,95	0,95
Tahanan (R)	0,2162 ohm/km	0,1344 ohm/km
Reaktansi (X)	0,3305 ohm/km	0,3158 ohm/km
Drop Tegangan	1.186,5 V	832,62 V
Persentase Drop Tegangan	5,93%	4,16%
Rugi-rugi Daya	690.771,26 W	429.415,62 W
Persentase Rugi-rugi	8,89%	5,52%

Feeder Sungai Limau sebelum *uprating* mengalami drop tegangan yang sangat besar, yaitu 5,93% pada beban puncak tanggal 7 Oktober 2025, hampir melampaui batas aman akibat panjang saluran yang mencapai 19,122 km sehingga impedansi total menjadi sangat tinggi, dengan rugi daya

690.771,26 W yang menunjukkan inefisiensi energi signifikan. Setelah *uprating* ke konduktor 240 mm², drop tegangan turun menjadi 4,16% dan rugi-rugi daya turun menjadi 429.415,62 W (5,52%). Hal ini membuktikan bahwa peningkatan luas penampang konduktor efektif dalam mengurangi rugi-rugi energi dan drop tegangan sehingga sistem distribusi pada *feeder* ini beroperasi lebih efisien dan kembali berada dalam batas standar yang ditetapkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis perhitungan drop tegangan dan rugi-rugi daya pada *Feeder Express* GH Pariaman dan *Feeder Express* GH Sungai Limau, dapat disimpulkan bahwa pada kondisi awal kedua *feeder* mengalami drop tegangan dan rugi-rugi daya yang tinggi, di mana *Feeder* Pariaman (12,63 km; 269 A) mencapai drop tegangan 6,76% dengan rugi daya 592.768,14 W, sedangkan *Feeder* Sungai Limau (19,122 km; 236 A) mencapai drop tegangan 5,93% dengan rugi daya 690.771,26 W, sehingga keduanya berada di atas batas standar 5%. Setelah dilakukan *uprating* konduktor dari 150 mm² menjadi 240 mm², drop tegangan *Feeder* Pariaman turun menjadi 4,74% (rugi daya 368.492,31 W) dan *Feeder* Sungai Limau turun menjadi 4,16% (rugi daya 429.415,62 W). Dengan demikian, metode *uprating* pada kawat penghantar terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya pada jaringan distribusi tegangan menengah 20 kV di PT. PLN (Persero) ULP Pariaman, sekaligus menjadikan sistem distribusi beroperasi lebih efisien.

DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, D. dan Badaruddin, B. (2020) “Analisa Perbaikan Penampang Penghantar Guna Mengurangi Drop Tegangan dan Simulasi *Etap* 16.0 Pada JTR GD KRDB di Wilayah Kerja PT. PLN (Persero) ULP Serang Kota,” *Jurnal Teknologi Elektro*, 11(1), hal. 24. <https://doi.org/10.22441/jte.2020.v11i1.004>.
- Aprillia, I.R. *et al.* (2024) “Rekonfigurasi Saluran Udara Pada Penyulang Jaringan Tegangan Menengah Untuk Mengurangi Drop Tegangan Di PT. PLN (Persero) ULP Pacet,” *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 12(1). <https://doi.org/10.23960/jitet.v12i1.3928>.
- Cahyadi, C.I., Atmia, K. dan Fitriani, A. (2022) “Analisis Pengaruh Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi 150 kV Menggunakan *Software Etap* 12.6,” *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 4(2), hal. 126–130. <https://doi.org/10.37905/jjee.v4i2.13306>.
- Hidayatullah, B. *et al.* (2024) “Pengaruh Kelembapan dan Suhu Terhadap Tegangan *Flashover* Pada Isolator Transmisi Koto Panjang – Payakumbuh,” *Jurnal Teknologi Elektro*, 15(1), hal. 7. <https://doi.org/10.22441/jte.2024.v15i1.002>.
- Mada, U.G. (2020) *Uprating Kabel Power Tegangan Menengah Pada Incoming 2 Gardu Induk 150 kV Rembang*. Universitas Jenderal Soedirman.
- Manalu, J.T. *et al.* (2023) “Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 kV Di PT. PLN (Persero) UP3 Sibolga,” *Jurnal Teknologi Energi Uda: Jurnal Teknik Elektro*, 12(1), hal. 15. <https://doi.org/10.46930/jteu.v12i1.2843>.
- Ningrum, N.R.D.K. *et al.* (2023) “Analisis Perbandingan *Uprating* dan Sisip Transformator Tiga Fase untuk Mengantisipasi Terjadinya *Overload* pada Transformator Distribusi Penyulang GJN-12 Nomor Tiang U3-89/1 PT PLN (Persero) ULP Yogyakarta Kota,” *Jurnal Listrik, Instrumentasi, dan Elektronika Terapan*, 4(2), hal. 53–60. <https://doi.org/10.22146/juliet.v4i2.87124>.
- PT. PLN (Persero) (2010) *Buku 5 Standar Konstruksi Jaringan Tegangan Menengah Tenaga Listrik*. Jakarta: PT. PLN (Persero), hal. 213.
- Rahmadani, E. *et al.* (2024) *Metodologi Penelitian: Pendekatan Kualitatif dan Kuantitatif*. Penerbit Buku.
- Yoga Andicka, D., Bagas Fakhri, A. dan M.P. (2022) “Analisis Perbaikan Jatuh Tegangan Dengan *Uprating*,” *Konsep*, (06), hal. 917–925.