JREEC
JOURNAL OF RENEWABLE ENERGY, ELECTRONICS AND CONTROL
homepage URL : https://ejurnal.itats.ac.id/jreec

ANALISA RUGI - RUGI DAYA DAN DROP VOLTAGE SALURAN TRANSMISI DI GARDU INDUK 150KV NEW SIDOARJO

Adetya Fajar Ramadhan[1], Misbahul Munir[2], dan Wahyu Setyo Pambudi[3]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

INFORMASI ARTIKEL

Jurnal JREEC – Volume 06
Nomer 01, April 2026

Halaman:
28 – 37
Tanggal Terbit :
30 April 2026

DOI:
10.31284/j.JREEC.2026.v61i1.67

EMAIL

adetyafajar44@gmail.com 1
munir@itats.ac.id 2
wahyusp@itats.ac.id 3

PENERBIT

Jurusan Teknik Elektro-ITATS
Alamat:
Jl. Arief Rachman Hakim No.100, Surabaya 60117,
Telp/Fax: 031-5997244

Jurnal JREEC by Department of Elecreical Engineering is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRACT

The development of electrical energy needs that continues to increase along with population growth, industry, and economic activities requires an electrical power system that is able to operate efficiently, reliably, and sustainably. Electrical energy is a primary need that must be distributed efficiently and reliably to ensure continuity of service to consumers. In an electric power transmission system, power losses, energy losses, voltage drops, and cost losses are important parameters that affect the performance and quality of electrical energy distribution. This study aims to analyze the magnitude of power losses, energy losses, voltage drops, and cost losses on 150 kV transmission lines at the New Sidoarjo Substation, especially Bay Buduran 1 and 2. The research methods used include analysis and simulation using ETAP software based on operational data for 23 days. The analysis results obtained power loss values in Bay Buduran 1 and 2 of 21.52 kW and 29.77 kW respectively with a voltage drop percentage of 0.14% and 0.18. And from the simulation obtained power loss values of 22.35 kW and 22.51 kW, with a voltage drop percentage of 1.3% and 1.7% respectively. The loss of electrical energy was 12,913.44 kWh and 12,912.24 kWh, but from the overall analysis and simulation results it was still within the tolerance limits of SPLN No. 72 of 1987 and ESDM Regulation No. 20 of 2020, so that the 150 kV transmission system at the New Sidoarjo Substation operates efficiently and reliably.

Keywords: *Power Flow, Voltage Drop, Power Loss, Energy Loss, 150kV Transmission Line*

ABSTRAK

Perkembangan kebutuhan energi listrik yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk, industri, dan aktivitas ekonomi menuntut sistem tenaga listrik yang mampu beroperasi secara efisien, andal, dan berkelanjutan. Energi listrik merupakan kebutuhan utama yang harus disalurkan secara efisien dan andal untuk menjamin kontinuitas pelayanan kepada konsumen. Dalam sistem transmisi tenaga listrik, rugi daya, rugi energi, jatuh tegangan, dan rugi biaya merupakan parameter penting yang mempengaruhi kinerja serta kualitas penyaluran energi listrik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis besarnya rugi daya, rugi energi, jatuh tegangan, dan rugi biaya pada saluran transmisi 150 kV di Gardu Induk New Sidoarjo, khususnya Bay Buduran 1 dan 2. Metode penelitian yang digunakan meliputi analisis dan simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP berdasarkan data operasi selama 23 hari. Hasil analisis diperoleh nilai rugi daya pada Bay Buduran 1 dan 2 masing-masing sebesar 21,52 kW dan 29,77 kW dengan persentase jatuh tegangan 0,14% dan 0,18. Dan dari simulasi didapatkan nilai rugi daya sebesar 22,35 kW dan 22,51 kW, dengan persentase jatuh tegangan masing-masing sebesar 1,3% dan 1,7%. Rugi energi listrik sebesar 12.913,44 kWh dan 12.912,24 kWh, namun dari keseluruhan hasil analisis dan simulasi masih dalam batas toleransi SPLN No. 72 Tahun 1987 dan Permen ESDM No. 20 Tahun 2020, sehingga sistem transmisi 150 kV di Gardu Induk New Sidoarjo beroperasi secara efisien dan andal.

Kata Kunci: Aliran Daya, Jatuh Tegangan, Rugi Daya, Rugi Energi, Saluran Transmisi 150kV

PENDAHULUAN

Salah satu jenis energi yang paling penting ialah energi listrik, karena tidak hanya secara langsung meningkatkan kesejahteraan hidup manusia, tetapi juga berperan sebagai faktor kunci dalam peningkatan kapasitas produksi. Kehilangan energi dalam jalur transmisi merupakan salah satu isu yang sering dihadapi dalam jaringan kelistrikan [1], [2]

Energi listrik merupakan bentuk energi yang sangat vital karena berperan penting dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan kapasitas produksi. Seiring meningkatnya kebutuhan listrik, permasalahan kehilangan energi pada saluran transmisi menjadi isu utama dalam sistem tenaga listrik [3], [4], [5]

Kehilangan daya ini secara teknis disebabkan oleh jarak transmisi yang panjang, kebocoran isolator, serta fenomena korona yang terjadi di sekitar konduktor [6], [7]. Rugi daya akibat aliran arus pada penghantar dapat menurunkan kualitas dan keandalan sistem, memengaruhi kinerja peralatan seperti transformator, serta berpotensi menimbulkan penurunan tegangan hingga pemadaman apabila terjadi ketidakseimbangan antara pasokan dan beban [8], [9], [10].

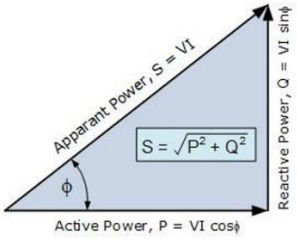
Pada Gardu Induk 150 kV New Sidoarjo, rugi daya dan jatuh tegangan berdampak signifikan terhadap kinerja penyaluran tenaga listrik, menyebabkan tegangan sisi beban berada di bawah standar, meningkatkan beban operasional peralatan, dan berpotensi mengganggu kestabilan sistem. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi sistem jaringan secara menyeluruh melalui analisis aliran daya menggunakan perangkat lunak ETAP berdasarkan data operasional jaringan, guna mengidentifikasi titik rugi daya dan jatuh tegangan terbesar agar tetap memenuhi batas yang ditetapkan oleh SPLN.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini dilaksanakan melalui survei lapangan, perhitungan secara manual, serta pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak ETAP. Pengambilan data tegangan dan arus dilakukan pada pukul 10.00 dan 19.00 WIB selama periode satu bulan. Simulasi disusun berdasarkan data spesifikasi peralatan transmisi yang bersumber dari Gardu Induk Pati dan Gardu Induk Jekulo, dengan tujuan membandingkan hasil perhitungan manual dan hasil simulasi. Hasil analisis menunjukkan adanya selisih sebesar 2,5% antara kedua metode tersebut. Nilai kerugian daya berdasarkan perhitungan manual sebesar 685,5 kW, sedangkan berdasarkan hasil simulasi sebesar 266,6 kW. Persentase kerugian daya pada saluran transmisi GI Pati–GI Jekulo mencapai 6,8%, yang melampaui batas yang ditetapkan dalam Standar SPLN No. 72 Tahun 1987 [11].

Daya Listrik

Daya merupakan laju perubahan energi yang dihasilkan dari interaksi antara tegangan dan arus dalam suatu selang waktu tertentu, dengan satuan watt. Besarnya daya pada suatu beban pada saat tertentu dapat ditentukan dari hasil perkalian antara tegangan sesaat pada beban (volt) dan arus yang mengalir (ampere). Dalam sistem tenaga listrik, daya diklasifikasikan menjadi tiga jenis, yaitu daya aktif (P), daya reaktif (Q), dan daya semu (S) [12].



Gambar 1. Segitiga Daya

Segitiga daya merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara komponen-komponen daya dalam sistem tenaga listrik serta sudut fasa yang terbentuk akibat perbedaan fasa antara tegangan dan arus. Diagram ini digunakan untuk menunjukkan karakteristik beban dan tingkat efisiensi penyaluran energi listrik, sekaligus mempermudah analisis pengaruh sudut fasa terhadap kinerja sistem tenaga.

Rugi Daya (*Power Losses*)

Rugi daya atau kehilangan energi listrik merupakan energi yang hilang selama proses penyaluran dari sumber pembangkit hingga ke titik pemakaian. Dalam sistem transmisi dan distribusi tenaga listrik, kehilangan daya yang cukup besar umumnya terjadi akibat adanya kerugian pada saluran transmisi dan transformator, yang berdampak langsung terhadap kualitas daya serta tingkat tegangan yang diterima oleh konsumen [8]. Seiring bertambahnya waktu operasi, efisiensi peralatan listrik cenderung menurun sehingga kerugian daya semakin meningkat. Selain itu, keberadaan resistansi, induktansi, dan kapasitansi pada penghantar turut menyebabkan terjadinya rugi daya dalam sistem penyaluran listrik, meskipun pengaruh kapasitansi pada saluran distribusi primer maupun sekunder relatif dapat diabaikan karena jaraknya yang pendek [13]. Ketidakseimbangan pembagian beban juga menyebabkan perbedaan arus pada setiap fasa, sebagaimana terjadi pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150 kV Gardu Induk New Sidoarjo–Buduran.[14].

Jatuh Tegangan

Penurunan tegangan atau jatuh tegangan merupakan kondisi berkurangnya nilai tegangan pada suatu penghantar akibat aliran arus listrik melalui tahanan dan reaktansi kabel. Besarnya jatuh tegangan terutama dipengaruhi oleh besarnya arus yang mengalir serta impedansi konduktor, yang terdiri dari resistansi dan reaktansi. Semakin besar arus dan semakin tinggi impedansi penghantar, maka penurunan tegangan yang terjadi akan semakin besar. Impedansi kabel sendiri dipengaruhi oleh panjang dan luas penampang konduktor, di mana nilai resistansi dan reaktansi kabel umumnya dinyatakan dalam satuan ohm per-kilometer dan disediakan oleh pabrikan kabel [15].

Energi Listrik

Energi listrik merupakan kemampuan daya listrik yang dimanfaatkan dalam suatu periode waktu tertentu. Besarnya energi listrik yang digunakan oleh peralatan listrik sebanding dengan hasil perkalian antara tegangan (V) dan arus (I). Dalam proses transmisi tenaga listrik, terjadinya kehilangan daya dapat menimbulkan kerugian ekonomi bagi PT PLN. Oleh karena itu, perhitungan kerugian akibat kehilangan daya. Mengingat tarif listrik bersifat fluktuatif, penelitian ini menggunakan tarif acuan berdasarkan data yang tersedia [16].

Rugi - Rugi Saluran

Dalam perancangan sistem tenaga listrik, pemilihan jenis kabel pada jaringan distribusi merupakan faktor penting karena berpengaruh langsung terhadap rugi-rugi daya. Kabel dengan resistansi rendah dapat menekan rugi daya, namun panjang kabel ditentukan oleh jarak distribusi ke pelanggan dan tidak dapat diubah secara bebas. Nilai resistansi juga dipengaruhi oleh material penghantar serta luas penampang kabel, di mana penampang yang lebih besar menghasilkan hambatan yang lebih kecil. Meski demikian, penentuan material dan ukuran kabel harus mempertimbangkan efisiensi sistem secara menyeluruh [8].

Penyajian Data dan Layout

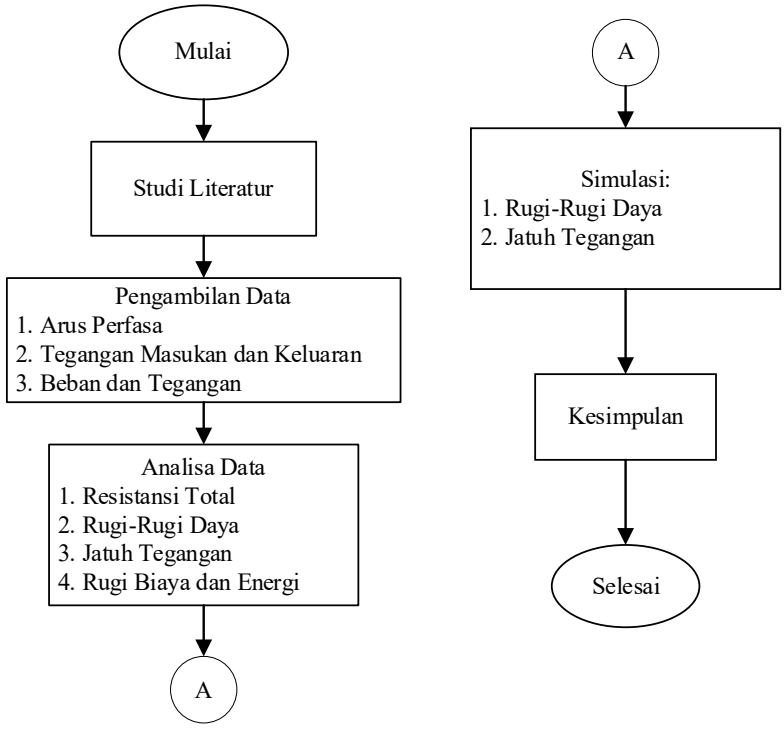
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait, meliputi single line diagram sistem, data spesifikasi transformator, data spesifikasi saluran transmisi, serta data operasional berupa arus dan tegangan. Data-data tersebut digunakan sebagai dasar dalam analisis kinerja sistem penyaluran tenaga listrik, khususnya untuk perhitungan rugi daya, jatuh tegangan, dan rugi energi.

METODE

Penelitian ini menggunakan data berupa data sekunder yang meliputi single line diagram, data spesifikasi transformator, data spesifikasi saluran, data arus, dan data tegangan yang diperoleh dari pihak terkait. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak ETAP dengan tahapan pemodelan sistem jaringan listrik melalui penginputan seluruh peralatan listrik yang terdapat dalam

sistem, seperti transformator, beban, dan jaringan distribusi, beserta parameter teknisnya sesuai kondisi aktual. Selanjutnya dilakukan simulasi aliran daya pada kondisi operasi normal dengan memasukkan nilai impedansi, kapasitas peralatan, serta karakteristik beban untuk memperoleh profil aliran daya sistem. Hasil simulasi kemudian dianalisis dan divalidasi dengan membandingkan hasil perhitungan analitis dan hasil simulasi ETAP guna mengetahui besarnya rugi-rugi daya dan jatuh tegangan (*voltage drop*), serta mengevaluasi kinerja penyaluran energi listrik apakah telah memenuhi standar yang berlaku.

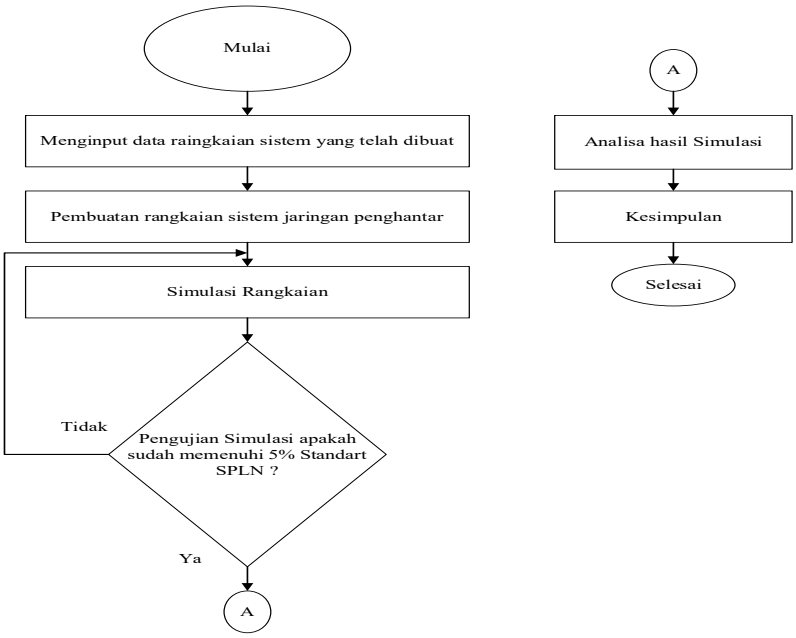
Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Dari Gambar 2 dapat diketahui alur proses yang dilakukan pada penelitian ini. Pertama, kumpulkan data yang diperlukan seperti data tegangan dan arus, panjang konduktor, impedansi kabel, dan tarif listrik saat ini. Kemudian diproses untuk menghitung jatuh tegangan. Setelah diketahui nilai jatuh tegangannya, maka dapat ditentukan apakah memenuhi kriteria berdasarkan SPLN No.72 Tahun 1987 yaitu 5%. Jika nilai melebihi nilai standar maka perlu dioptimalkan untuk mengurangi jatuh tegangan maka, selanjutnya akan dilakukan konfigurasi jaringan dengan disimulasikan menggunakan software ETAP.

Diagram Alir Simulasi



Gambar 2 *Flowchart* Simulasi

Pada Gambar 3 proses diawali dengan pengumpulan data rangkaian sistem yang akan dibuat, dilanjutkan dengan pembuatan model rangkaian sistem jaringan penyaluran. Selanjutnya dilakukan simulasi rangkaian untuk mengevaluasi kinerja sistem. Hasil simulasi kemudian diuji apakah telah memenuhi standar SPLN sebesar 5%. Apabila belum memenuhi standar, simulasi diulang hingga kriteria terpenuhi. Jika sudah memenuhi standar, proses dilanjutkan ke analisis hasil simulasi, penarikan kesimpulan, dan diakhiri dengan tahap selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan hasil analisis rugi daya, jatuh tegangan, dan rugi energi berdasarkan hasil perhitungan dan simulasi aliran daya. Evaluasi dilakukan untuk menilai pengaruh pembebanan dan aliran daya reaktif terhadap efisiensi penyaluran serta profil tegangan sistem transmisi sesuai dengan standar yang berlaku.

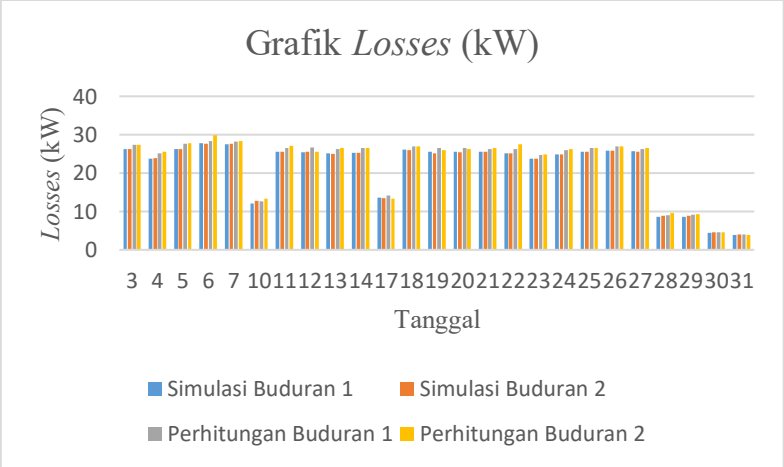
Perhitungan Rugi Daya

$P_{losses3\varphi} = P_{lossesR} + P_{lossesS} + P_{lossesT}$
$P_{losses3\varphi} = 9277{,}464 + 8902{,}656 + 9089{,}094 = 27269{,}214\ Watt$
$P_{losses3\varphi} = P_{lossesR} + P_{lossesS} + P_{lossesT}$
$P_{losses3\varphi} = 9277{,}464 + 8902{,}656 + 9089{,}094 = 27269{,}214\ Watt$

Tabel 1. Hasil perbandingan rugi - rugi daya

Losses (kW)				
Tanggal	Simulasi		Perhitungan	
	Buduran 1	Buduran 2	Buduran 1	Buduran 2
3	26,3	26,2	27,3	27,3
4	23,8	23,9	25,1	25,6
5	26,3	26,2	27,6	27,8
6	**27,8**	**27,7**	**28,4**	**29,8**
7	27,5	27,6	28,2	28,4

Losses (kW)				
Tanggal	Simulasi		Perhitungan	
	Buduran 1	Buduran 2	Buduran 1	Buduran 2
10	12,1	12,7	12,6	13,3
11	25,6	25,5	26,5	27,1
12	25,4	25,5	26,7	25,6
13	25,1	25	26,2	26,5
14	25,3	25,3	26,5	26,5
17	13,6	13,4	14,2	13,3
18	26,1	26	26,9	26,9
19	25,5	25,2	26,5	26
20	25,5	25,4	26,5	26,3
21	25,6	25,5	26,3	26,5
22	25,2	25,1	26,2	27,5
23	23,8	23,7	24,7	24,9
24	24,9	24,8	26	26,2
25	25,6	25,6	26,5	26,5
26	25,8	25,8	26,9	26,9
27	25,7	25,6	26,3	26,5
28	8,62	8,88	9	9,6
29	8,66	8,83	9,1	9,3
30	4,39	4,55	4,6	4,6
31	**3,89**	**4,05**	**4**	**3,8**
Rata-rata	21,52	21,52	22,35	22,51



Gambar 3 Grafik *Losses*

Pada tabel 1 dan gambar 3 Nilai *losses* pada Buduran 1 dan Buduran 2 menunjukkan bahwa hasil perhitungan sedikit lebih besar dibandingkan simulasi dengan selisih yang kecil. *Losses* tertinggi terjadi pada 06 Maret sebesar ±28 – 30 kW akibat tingginya beban sistem, sedangkan *losses* terendah terjadi pada 31 Maret sebesar ±4 kW karena penurunan beban yang bertepatan dengan Hari Raya Idul Fitri. Nilai rata-rata losses berada pada kisaran 21,5 – 22,5 kW, menandakan kondisi operasi jaringan relatif stabil.

Perhitungan Jatuh Tegangan

Buduran 1

$$\Delta V\ (\%)\ = \frac{V_s\ -\ V_r}{V_r}\ x\ 100\%$$

$$\Delta V\ (\%) = \frac{146\ -\ 145}{145}\ x\ 100\%\ = 0{,}69\%$$

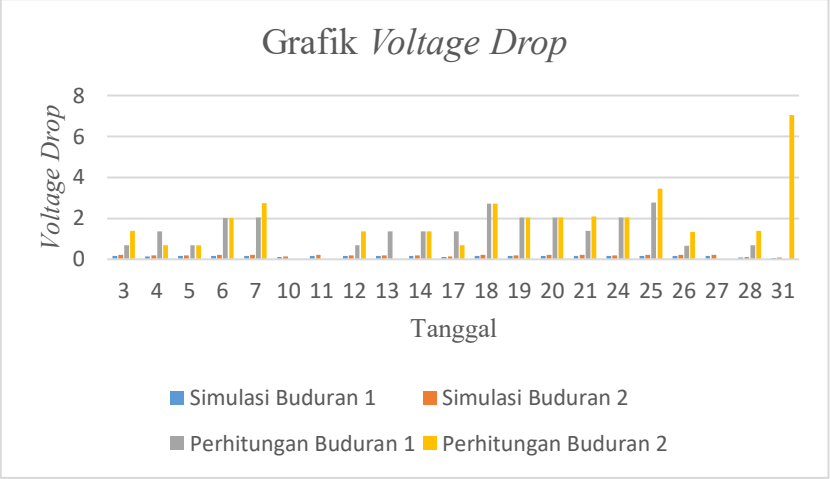
Buduran 2

$$\Delta V\ (\%)\ = \frac{V_s\ -\ V_r}{V_r}\ x\ 100\%$$

$$\Delta V\ (\%) = \frac{146\ -\ 144}{144}\ x\ 100\%\ = 1{,}39\%$$

Tabel 2. Hasil perbandingan jatuh tegangan

Voltage Drop (%)				
Tanggal	Simulasi		Perhitungan	
	Buduran 1	Buduran 2	Buduran 1	Buduran 2
3	0,16	0,21	0,69	1,39
4	0,15	0,19	1,36	0,68
5	0,16	0,2	0,68	0,68
6	**0,17**	**0,22**	**2,01**	**2,01**
7	0,17	0,22	2,04	2,74
10	0,11	0,14	0	0
11	0,16	0,21	0	0
12	0,16	0,2	0,68	1,37
13	0,16	0,2	1,36	0
14	0,16	0,2	1,36	1,36
17	0,11	0,15	1,37	0,68
18	0,16	0,21	2,72	2,72
19	0,16	0,2	2,04	2,04
20	0,16	0,21	2,05	2,05
21	0,16	0,21	1,38	2,08
24	0,16	0,2	2,04	2,04
25	0,16	0,21	2,76	3,45
26	0,16	0,21	0,67	1,35
27	0,16	0,21	0	0
28	0,09	0,12	0,68	1,38
31	**0,06**	**0,08**	**0**	**7,04**
Rata-rata	0,15	0,19	1,23	1,67



Gambar 4 Grafik *Voltage Drop*

Pada tabel 2 dan gambar 4 Jatuh tegangan pada Buduran 1 dan 2 menunjukkan bahwa hasil perhitungan lebih besar dibandingkan simulasi. Nilai tertinggi terjadi pada 31 Maret, yaitu 7,04% pada Buduran 2 akibat perubahan kondisi beban, sedangkan nilai terendah mendekati 0% terjadi saat beban rendah. Secara umum, rata-rata jatuh tegangan sebesar 0,15 – 0,19% (simulasi) dan 1,23 – 1,67% (perhitungan) masih menunjukkan kondisi tegangan jaringan relatif stabil.

Perhitungan Rugi Energi

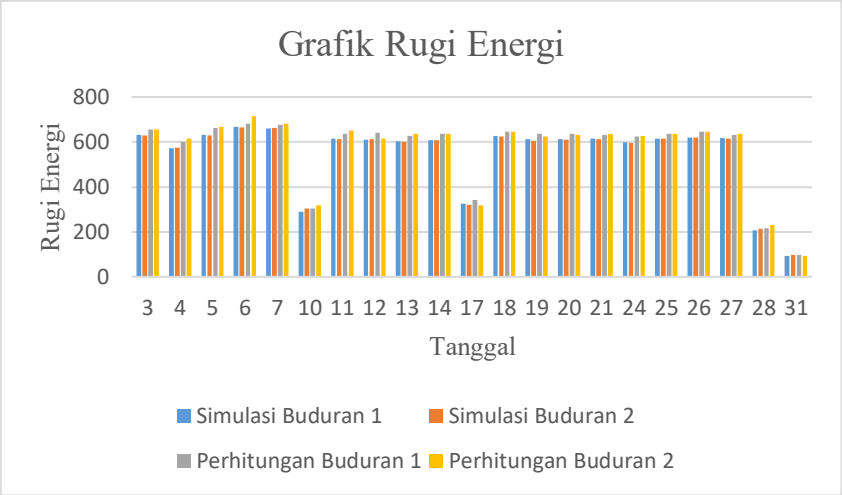
Buduran 1
$E = P\ x\ t$
$E = 27269{,}214\ x\ 24 = 654461{,}136$ Kwh

Buduran 2
$E = P\ x\ t$
$E = 27269{,}214\ x\ 24 = 654461{,}136$ Kwh

Tabel 3. Hasil rugi energi

Tanggal	Rugi Energi (kWh)			
	Simulasi		Perhitungan	
	Buduran 1	Buduran 2	Buduran 1	Buduran 2
3	631,2	628,8	654,46	654,46
4	571,2	573,6	601,6	614,61
5	631,2	628,8	663,46	668,02
6	667,2	664,8	681,82	714,44
7	660	662,4	677,11	681,68
10	290,4	304,8	303,29	318,57
11	614,4	612	636,66	649,94
12	609,6	612	641,13	614,98
13	602,4	600	627,85	636,56
14	607,2	607,2	636,56	636,56
17	326,4	321,6	340,8	318,48
18	626,4	624	645,47	645,47
19	612	604,8	636,79	623,42
20	612	609,6	636,56	632,14
21	614,4	612	632,18	636,56

Tanggal	Rugi Energi (kWh)			
	Simulasi		Perhitungan	
	Buduran 1	Buduran 2	Buduran 1	Buduran 2
24	597,6	595,2	623,42	627,75
25	614,4	614,4	636,66	636,66
26	619,2	619,2	645,51	645,51
27	616,8	614,4	632,18	636,56
28	206,88	213,12	215,63	231,35
31	**93,36**	**97,2**	**97**	**91,83**
Total	**12913,44**	**12912,24**	**11866,14**	**11915,55**



Gambar 5 Grafik Rugi Energi

Pada tabel 3 dan gambar 5 Rugi energi Buduran 1 dan Buduran 2 selama bulan Maret memiliki pola yang hampir sama, dengan total rugi energi masing - masing sebesar 12.913,44 kWh dan 12.912,24 kWh. Nilai tertinggi terjadi pada 06 Maret, yaitu 667,20 kWh pada Buduran 1 dan 664,80 kWh pada Buduran 2 akibat tingginya beban sistem, sedangkan nilai terendah terjadi pada 31 Maret, yakni 93,36 kWh dan 97,20 kWh karena penurunan beban yang bertepatan dengan Hari Raya Idul Fitri.

KESIMPULAN

Berdasarkan Nilai rugi daya pada Bay Buduran 1 dan 2 masing-masing sebesar 21,52 kW dan 29,77 kW, dengan persentase jatuh tegangan 0,14% dan 0,18%. Berdasarkan hasil simulasi pada bay Buduran 1 dan 2 diperoleh nilai rugi daya sebesar 22,35 kW dan 22,51 kW dengan persentase jatuh tegangan masing-masing 1,3% dan 1,7. Perbedaan nilai antara hasil analisis dan simulasi terjadi karena simulasi menggunakan asumsi kondisi sistem ideal dan beban rata-rata, sedangkan data analisis dipengaruhi oleh kondisi operasi nyata di lapangan, sehingga hasil simulasi dan pengukuran tidak sepenuhnya sama. Nilai Rugi energi listrik yang terjadi pada buduran 1 dan 2 sebesar 11.866,1 kWh; 11.915,5 kWh dan 12.913,44 kWh dan 12.912,24 kWh berdasarkan simulasi. Selisih nilai antara analisis dan simulasi yang relatif kecil menunjukkan bahwa hasil simulasi cukup akurat dan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi serta peningkatan efisiensi sistem transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. L. Dalila, M. Gapy, and R. H. Siregar, “Analisa Rugi - Rugi Daya Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Dari Gardu Induk PLN Bireun Ke Gardu Induk PLN Banda Aceh,” *E-ISSN 2252-7036*, vol. Vol.7 No.1 2022: 23-28, 2022.

[2] C. Paripurna and S. Zaini, "Analisis Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Saluran Distribusi Tegangan Menengah 20 Kv Pada Penyulang Padjajaran Gardu Induk New Jakabaring," undergraduate, Sriwijaya University, 2020. Accessed: Jul. 14, 2025. [Online]. Available: https://repository.unsri.ac.id/31798/
[3] D. R. Syahputra, "Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik," Mar. 2021.
[4] M. B. A. Nugraha, T. Suheta, and Fitra Aditya Anggoro, "Evaluasi Kualitas Gas SF6 Pada Peralatan Gas Insulated Switchgear (GIS) 150 kV Kedinding," *Semin. Nas. Fortei7-7 Forum Pendidik. Tinggi Tek. Elektro Indones. Reg. VII*, 2025.
[5] L. Y. Pratama, R. Gianto, and M. I. Aryad, "Analisa Perbandingan Konduktor ACSR Dan ACCC Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Pada Sistem Khatulistiwa," *J Tek Elektro Univ*, 2022.
[6] A. Dani, "Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi 150 KV Pada Gardu Induk KIM," *J. Indones. Sos. Teknol.*, vol. 2, no. 11, pp. 1892–1901, Nov. 2021, doi: 10.36418/jist.v2i11.265.
[7] U. Khoirunnisa, B. Bayu Murti, and M. Budiyanto, "Analisis Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan pada Saluran Transmisi 150 kV Gardu Induk Pandean Lamper-Pudak Payung," *J. Teknol. Dan Vokasi*, vol. 2, no. 2, pp. 54–68, Jul. 2024, doi: 10.21063/jtv.2024.2.2.7.
[8] C. I. Cahyadi, K. Atmia, and A. Fitriani, "Analisis Pengaruh Rugi-Rugi Daya Pada Jaringan Transmisi 150 kV Menggunakan Software Etap 12.6," *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 126–130, Jul. 2022, doi: 10.37905/jjeee.v4i2.13306.
[9] M. H. Ismawan and D. B. Santoso, "Analisa Meningkatnya Rugi-Rugi Daya Akibat Jatuh Tegangan Pada Proses Transmisi 150 KV Maligi-Indoliberty," *JE-Unisla*, vol. 6, no. 2, p. 14, Sep. 2021, doi: 10.30736/je-unisla.v6i2.690.
[10] D. Chairani, "Analisis Pengaruh Korona Terhadap Rugi-Rugi Daya pada Saluran Transmisi," *J. Pendidik. Sains Dan Komput.*, vol. 2, no. 02, pp. 212–217, Jun. 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1525.
[11] B. A. Anggoro, S. B. Utomo, and I. Widihastuti, "Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi 150 kV GI Pati Bay GI Jekulo Menggunakan ETAP 12.6.0," *Elektrika*, vol. 12, no. 2, p. 80, Dec. 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i2.2828.
[12] B. J. Angkouw, I. H. F. Tumaliang, and N. M. Tulung, "Analysis Of Power Loss And Voltage Drop In The North Minahasa Area Distribution Network," *J. Tek. Elektro Dan Komput.*, 2023, doi: https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/elekdankom.
[13] S. Husu, A. Lolok, Hay Sahabudin, Pagiling Luther, Y. Aryani Koedoes, and I. Galugu, "Analisis Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Raha." 2019.
[14] "Analisis Tegangan Drop Jaringan Tegangan Rendah Dengan Metode Pembagian Beban," *Sainstech J. Penelit. Dan Pengkaj. Sains Dan Teknol.*, no. Vol. 32 No. 4 (Desember 2022), pp. 9–18, Dec. 2022, doi: 10.37277/stch.v32i4.1445.
[15] I. R. Aprillia, I. F. Akmalia, D. A. Wulandari, and S. Sujito, "Rekonfigurasi Saluran Udara Pada Penyulang Jaringan Tegangan Menengah Untuk Mengurangi Drop Tegangan Di PT. PLN (Persero) ULP Pacet," *J. Inform. Dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 12, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i1.3928.
[16] D. Despa, G. F. Nama, T. Septiana, and M. B. Saputra, "Audit Energi Listrik Berbasis Hasil Pengukuran dan Monitoring Besaran Listrik pada Gedung A Fakultas Teknik Unila," *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 33–38, Jan. 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2180.