



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK IV - Surabaya, 27 April 2024

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5813

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Analisa Rugi-Rugi Daya Akibat Jatuh Tegangan pada Saluran Transmisi 150 Kv

Ahmad Khusaeri, Titiek Suheta, Viznor Urzhasa, Ilham Pratama Putra
Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: ilhamzky12@gmail.com

ABSTRACT

In the electric power system, the transmission system is a pathway for sending electrical energy from the generator to the substation or from the substation to another substation. Large power losses and voltage drops can occur if the transmission line is long and overloaded. Consequently, it can greatly affect the reliability of the transmission system. Through a field survey, this research concerns the calculation and analysis of power losses and voltage drops in the 150 kV transmission system at the New Sidoarjo Main Substation. The data comprised voltage load and current at 08.00 and 13.00 WIB in the last 10 days of December. The results of the analysis and simulation methods using ETAP produced power loss values of 2.14 kW and 206.6 kW, as well as voltage drop values of 6.97% and 6.49%. They were still within the tolerance limits set by SPLN Standard No. 72 of 1987, about a maximum of +5% and a minimum of -10%. Meanwhile, the amount of economic loss reached IDR 22,874,753.00 because PLN Ltd. got a loss of 21,421.19 kWh.

Keywords: transmission system, power losses, voltage drop, ETAP

ABSTRAK

Pada sistem tenaga listrik, sistem transmisi merupakan jalur untuk mengirimkan energi listrik dari pembangkit ke gardu induk ataupun dari gardu induk ke gardu induk lain. Sehingga sangat memungkinkan terjadi rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang besar apabila panjang saluran transmisi relatif jauh dan beban lebih, hal itu akan sangat mempengaruhi keandalan pada sistem transmisi tersebut. Analisa perhitungan rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada sistem transmisi tegangan 150 kV pada Gardu Induk New Sidoarjo. Analisis dilakukan dengan melakukan survey di lokasi penelitian, pengambilan data beban tegangan dan arus pada pukul 08.00 dan 13.00 WIB dalam 10 hari terakhir pada bulan Desember. Metode penelitian dengan melakukan analisa dan simulasi menggunakan ETAP, menghasilkan nilai rugi-rugi daya sebesar

2.14 kW dan 206.6 kW, nilai jatuh tegangan mencapai 6,97% dan 6,49% masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh standar SPLN No.72 tahun 1987 maksimal +5% minimal -10%. Sedangkan jumlah kerugian secara ekonomis mencapai Rp. 22.874.753,00, hal ini dikarenakan PT.PLN (persero) mengalami kerugian sebesar 21.421,19 kWh.

Kata kunci: saluran transmisi; rugi-rugi daya; jatuh tegangan

PENDAHULUAN

Semakin pesatnya pertumbuhan pengguna listrik, maka perusahaan penyedia listrik dituntut untuk menyediakan energi listrik yang berkualitas [1][2] dengan meningkatkan daya listrik pada saluran transmisi [3]. Dalam penyalurannya sistem tenaga listrik terdiri dari empat komponen utama, yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan beban[4]. Besarnya daya yang hilang saat proses pentransmisian harus diantisipasi dan masih dalam batas yang normal[4][5] hal ini dikarenakan beberapa faktor, diantaranya korona dan faktor kebocoran isolator, juga adanya selisih antara tegangan pada pengiriman dengan penerima[6][7].

Umumnya jarak antara pusat pembangkit dengan pusat beban berjauhan, sehingga dibutuhkan saluran transmisi yang cukup panjang untuk menyalurkan daya listrik ke pusat-pusat beban[8]. Pada[9] dengan konfigurasi yaitu pemotongan jaringan dapat menurunkan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya. Menurut[10] sepanjang saluran transmisi seringkali terjadi jatuh tegangan di sisi penerima, hal ini karena saling terkait antara karakteristik beban, aliran daya dan rugi-rugi.

Semakin besar rugi-rugi daya pada proses transmisi akan terjadi jatuh tegangan, idealnya tegangan pada sistem 150 kV, namun karena proses transmisi yang sangat jauh tegangan yang terbaca pada gardu induk (GI) penerima mengalami jatuh tegangan. Sehingga dalam penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan masih dalam presentasi yang normal dibawah 5% berdasarkan standar SPLN No. 72 tahun (SPLN 72, 1987), dan melakukan perbandingan antara analisis dengan hasil simulasi ETAP pada saluran transmisi Gardu Induk New Sidoarjo.

METODE

1. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada saluran transmisi Gardu Induk New Sidoarjo dan Buduran 150 KV dengan menghitung peningkatan rugi-rugi daya yang terjadi saat tegangan berada pada tegangan sistem (150 kV) dengan rugi rugi daya saat nilai tegangan menyusut akibat proses transmisi, data yang diambil adalah rata rata dalam satu hari dengan analisis dan simulasi menggunakan ETAP.

2. Studi Literatur

Pada analisis data penelitian ini berdasarkan referensi-referensi paper, jurnal ilmiah, dan sumber-sumber yang lain yang mendukung tentang perhitungan rugi rugi daya dan jatuh tegangan.

3. Pengambilan Data

Data penunjang pada penelitian ini yang diambil langsung dari gardu induk New Sidoarjo dan Buduran adalah data single line diagram, data beban kirim dan beban terima mulai pukul 08.00 dan 13.00 kemudian diambil rata rata daya nyata (MW), daya reaktif (MVar) dan tegangan yang selanjutnya dihitung manual dan simulasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Perhitungan dan simulasi dari data rata rata selama sepuluh hari dari tanggal 1 – 10 bulan Desember 2022 pada Gardu Induk New Sidoarjo dan Buduran untuk mencari peningkatan rugi rugi daya pada saat tegangan 150 kV dan saat terjadi jatuh tegangan secara manual dan simulasi.

Data beban dan tegangan

Tabel 1. Data Beban Terkirim dari GI New Sidoarjo

Jam	Arus	Tegangan (V)	Daya Nyata (MW)	Daya Reaktif (MVar)
08.00	141	21,78	30,76	148
	141	21,78	30,76	148
	135	20,68	30,05	149
	141	21,78	30,76	148
	135	20,68	30,05	149
	135	20,44	29,54	148
	145	22,92	30,88	147
	149	23,88	30,55	145
	135	20,68	30,05	149
	152	25,02	32,01	149
13.00	147	23,46	31,42	149
	147	23,46	31,42	149
	152	25,02	32,01	149
	152	25,02	32,01	149
	138	20,9	30	148
	152	25,02	32,01	149
	147	23,46	31,42	149
	139	21,2	30,45	149
	147	23,46	31,42	149
139	21,2	30,45	149	

Tabel 2. Data Beban Diterima GI Buduran

Jam	Arus	Tegangan (V)	Daya Nyata (MW)	Daya Reaktif (MVar)
08.00	139	21,78	30,76	148
	139	21,78	30,76	148
	134	20,68	30,05	149
	140	21,78	30,76	148
	133	20,68	30,05	149
	133	20,44	29,54	148
	142	22,92	30,88	147
	145	23,88	30,55	145
	132	20,68	30,05	149
	147	25,02	32,01	149
13.00	145	23,46	31,42	149
	144	23,46	31,42	149
	150	25,02	32,01	149
	151	25,02	32,01	149
	136	20,9	30	148
	150	25,02	32,01	149
	146	23,46	31,42	149
	136	21,2	30,45	149
	145	23,46	31,42	149
	137	21,2	30,45	149

1. Menghitung Resistansi Konduktor

Saluran udara tegangan tinggi Gardu New Sidoarjo – Buduran menggunakan jenis konduktor duplex TACSR 1 x 310 mm² sepanjang 21,55 Kms dengan nilai resistansi 0,0671 Ω/Km[5][11]:

$$R_{total} = R \cdot L = 0,0671 \times 21,55 = 1,44 \Omega$$

Dari hasil perhitungan didapatkan nilai hambatan total penghantar gardu induk New Sidoarjo – Buduran adalah 1,44 Ω.

2. Menghitung Rugi-rugi daya

Dari data tabel 1 nilai rugi-rugi daya pada saluran transmisi pada jam 08.00 dan 13.00 [12][13]:
Pada jam 08.00

$$P_{losses} = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \times 141^2 \times 1,44 = 87108,48 W = 0,087108,48 MW$$

Tabel 3. Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Daya jam 08.00

Tangga I	Arus (A)	Rugi Daya (P)	
		W	MW
1	141	85.885,92	0,08589
2	141	85.885,92	0,08589
3	135	78.732	0,07873
4	141	85.885,92	0,08589
5	135	78.732	0,07873
6	135	78.732	0,07873

7	145	90.828	0,09083
8	149	95.908,32	0,09591
9	135	78732	0,07873
10	152	99.809,28	0,09981

Pada jam 13.00

$$P_{\text{losses}} = 3 \cdot I^2 \cdot R = 3 \times 147^2 \times 1,44 = 93350,88 \text{ W} = 0,09335988 \text{ MW}$$

Tabel 4. Hasil Perhitungan Rugi-Rugi Daya jam 13.00

Tanggal	Arus (A)	Rugi Daya (P)	
		W	MW
1	147	93.350,88	0,09335
2	147	93.350,88	0,09335
3	152	99.809	0,09981
4	152	99.809,28	0,09981
5	138	82.270	0,08227
6	152	99.809	0,09981
7	147	93.351	0,09335
8	139	83.466,72	0,08347
9	147	93.350,88	0,09335
10	139	83.466,72	0,08347

Nilai rugi daya terbesar mencapai 99.809,28W terjadi pada jam 08.00 tanggal 10 dan jam 13.00 tanggal 6, hal ini disebabkan karena terjadi beban puncak sehingga arus naik sebesar 152 A.

3. Menghitung rugi-rugi dalam dalam waktu 24 jam

Dari tabel 3 dan 4 dapat dihitung nilai rugi-rugi daya dalam waktu 24 jam untuk jam 08.00 dan 13.00:

Pada tanggal 1:

$$P_{\text{losses}} = \frac{0,08589+0,09335}{2} = 0,0896184 \text{ MW} \times 24 = 2,1508416 \text{ MWH}$$

Tabel 5. Hasil Perhitungan Rugi-rugi Daya dalam 24 jam

Tanggal	Rugi Daya (P)	
	W	MW
1	0,0896184	2,1508416
2	0,0896184	2,1508416
3	0,08927064	2,14249536
4	0,0928476	2,2283424
5	0,08050104	1,93202496
6	0,08927064	2,14249536
7	0,090828	2,179872
8	0,08968752	2,15250048
9	0,08109936	1,94638464
10	0,09980928	2,39542272

Pembahasan Data II

4. Menghitung Jatuh Tegangan

Dari tabel 1 (beban terkirim dan 2 (beban diterima) dapat dihitung nilai Prosentase jatuh tegangan [14][15]:

Jam 08.00:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_s - V_R}{V_R} \times 100\% = \frac{141 - 139}{139} \times 100\% = 0,0143885 \times 100\% = 1,44\%$$

Jam 13.00:

$$\Delta V(\%) = \frac{V_s - V_R}{V_R} \times 100\% = \frac{147 - 145}{145} \times 100\% = 0,01379 \times 100\% = 1,38\%$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Jatuh Tegangan jam 08.00 dan 13.00

Tanggal	Waktu	
	08.00	13.00
1	1,43%	1,37%
2	1,43%	2,08%
3	0,74%	1,33%
4	0,71%	0,66%
5	1,50%	1,47%
6	1,50%	1,33%
7	2,11%	0,68%
8	2,75%	2,20%
9	2,27%	1,37%
10	3,40%	1,45%

Dari tabel 6 nilai jatuh tegangan masih dibawah standar SPLN yaitu kurang dari 10%

5. Menghitung Tarif Kerugian Harga Jual Listrik

Berdasarkan tarif standar harga jual PLN sebesar Rp 1174.58/kWh, maka nilai kerugian harga jual listrik [16]:

Berdasarkan tabel 5 didapatkan:

$$W_{losses} = \frac{2,1508416 \text{ MWH}}{1000} = 2.150,8416 \text{ kWh}$$

$$\text{Kerugian biaya} = 2.150,8416 \times \text{Rp. } 1174,58 = \text{Rp. } 2.526.335,53,-$$

Tabel 7. Hasil Perhitungan Tarif Kerugian Harga Jual Listrik

Tanggal	Kerugian Harga Jual (Rp)
1	2.526.335,53
2	2.526.335,53
3	2.516.532
4	2.617.365,95
5	2.269.318
6	2.516.532
7	2.595.994
8	2.528.283,45
9	2.425.501,83

6. Hasil Simulasi

Tabel 8. Rugi-rugi Daya, Jatuh Tegangan dan Kerugian Tarif

Tanggal	Kerugian Harga Jual (Rp)	Jatuh Tegangan	Rugi-rugi Daya/hari (MWh)
1	2.526.335,50	1,37%	2,1508416
2	2.526.335,50	2,08%	2,1508416
3	2.516.532	1,33%	2,1424954
4	2.617.366,40	0,66%	2,2283424
5	2.269.318	1,47%	1,932025
6	2.516.532	1,33%	2,1424954
7	2.560.434	0,68%	2,179872
8	2.528.284,00	2,20%	2,1525005
9	2.286,184,4	1,37%	1,9463846
10	2.813.615,60	1,45%	2,3954227

Rugi-rugi daya mencapai 2,39542272 MWh pada tanggal 10 dan terendah tanggal 5 Desember sebesar 1,93202496 MWh. Terjadinya rugi-rugi daya pada transmisi ini menunjukkan bahwa tidak semua daya yang dikirimkan oleh gardu induk diterima semua. Rugi-rugi daya tersebut dikarenakan pada proses pengiriman, tekanan arus yang mengalir melebihi batas resistansi sehingga mengakibatkan penghantar menjadi panas/ overheat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan simulasi dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai rugi-rugi daya dan jatuh tegangan masing-masing sebesar 214.2 kW dan 206.6 kW, 6,97% dan 6,49% dan masih dibawah batas standar SPLN No. 72 tahun 1987 maksimal +5% minimal -10%.
2. Besarnya kerugian biaya dalam 10 hari terakhir dibulan Desember 2022 sebesar 21.421,22 kWh dan Rp 22.874.753,00.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Saini, M. Y. Yunus, R. Akbar, dan M. Yassir, "ANALISIS JATUH TEGANGAN PADA SISTEM KELISTRIKAN 150 kV SULSELBARAR MENGGUNAKAN DIGSILENT POWERFACTORY 15," *J. Sinergi Jur. Tek. Mesin*, vol. 16, no. 2, hal. 200, 2019, doi: 10.31963/sinergi.v16i2.1514.
- [2] Z. Jaelani, "Analisis Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Transmisi 500kV Dengan Menggunakan DIGSILENT (Studi Kasus Pada Saluran Transmisi Saguling- Bandung Selatan di PT . PLN (persero) P3B Jawa-Bali)," 2013.
- [3] H. Asman dan H. Eteruddin, "Analisis Proteksi Rele Jarak Pada Saluran Transmisi 150 Kv Garuda Sakti-Pasir Putih Menggunakan Pscad," *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 2, no. 1, hal. 27–36, 2017.
- [4] S. Hariyadi, "Analisis Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Pada Gardu Induk Palur – Masaran," *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, vol. 1, hal. 20, 2017.
- [5] N. J. Hontong, "Analisa Rugi Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di Pt. Pln Palu," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 4, no. 1, hal. 64–71, 2015.

-
- [6] D. U. Y. W. Redho Hermawan, “Analisa Rugi Daya Saluran Pada Penyulang Arwana Sebelum dan Sesudah Perbaikan Menggunakan Electrical Transient Analysis Program (ETAP) 7.5.0 Di PT.PLN (Persero) Area Palembang,” *Desiminasi Teknol.*, vol. 5, no. 3, hal. 175–189, 2017.
- [7] A. Arismunandar, *BUKU PEGANGAN TENAGA TEKNIK LISTRIK JILID II*. 2004.
- [8] W. F. Galla, A. S. Sampeallo, dan A. Lenjo, “Analisis Tegangan Saluran Transmisi 70 Kv Pada Sistem Timor Dengan Parameter Abcd,” *J. Media Elektro*, vol. IX, no. 1, hal. 10–21, 2020, doi: 10.35508/jme.v0i0.2673.
- [9] R. S. Distribusi *et al.*, “Rekonfigurasi Saluran Distribusi 20 kV Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya dan Jatuh Tegangan Pada Penyulang Abang,” vol. 5, no. 2, hal. 231–238, 2018.
- [10] A. B. Sumadiyana, “Simulasi Aliran Daya Sistem 150 kV Region Jakarta-Banten dengan Perbandingan Sistem Grid Dan IBT,” *Fak. Tek. Progr. Stud. Tek. Elektro, Univ. Indones.*, 2009.
- [11] J. T. Elektro, F. Teknik, dan U. Brawijaya, “Analisis sistem daya,” hal. 1–91, 2016.
- [12] G. B. Kosasih, “Analisa rugi-rugi daya pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kV pada gardu induk jajar - gondangrejo,” *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, hal. 1–14, 2017.
- [13] “ANALISA RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN 150 kV DI PT. PLN (PERSERO) SISTEM KHATULISTIWA,” no. 72.
- [14] D. Abdullah dan B. Badaruddin, “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,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 1, hal. 24, 2020, doi: 10.22441/jte.2020.v11i1.004.
- [15] P. Proses, T. Kv, M. H. Ismawan, dan D. B. Santoso, “Analisa Meningkatnya Rugi-Rugi Daya Akibat Jatuh Tegangan Pada Proses Transmisi 150 KV Maligi-Indoliberty,” vol. 6, no. 2, hal. 14–18, 2021.
- [16] B. A. Anggoro, S. B. Utomo, dan I. Widiastuti, “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, hal. 80, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i2.2828.