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.2024.5716

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

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

Titiek Suheta*, Ahmad Khusaeri, Viznor Urzhasa
Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail:hita@itats.ac.id

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: Automasi; kendaraan air; sistem benam; sistem dinamik;

PENDAHULUAN

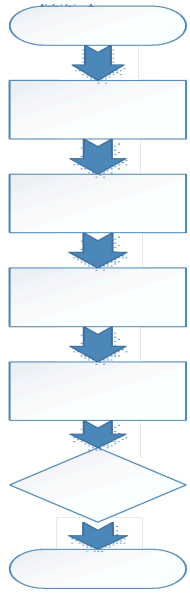
Semakin pesatnya pertumbuhan pengguna listrik, maka perusahaan penyedia listrik dituntut untuk menyediakan energi listrik yang berkualitas [1][2] dengan meningkatkan daya listrik pada saluran transmisi [3]. Dalam penyalurannya sistem tenaga listrik terdiri dari empat komponen utama, yaitu pembangkit, 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 pangkal 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.

Dengan melakukan penelitian terhadap rugi-rugi daya dan jatuh tegangan pada saluran transmisi Gardu Induk New Sidoarjo bay Gardu Induk Buduran dapat diketahui apakah memenuhi standar PLN dimana jatuh tegangan tidak boleh melebihi dari 10%.

METODE

Metode kuantitatif dalam pengambilan data single line diagram, spesifikasi konduktor dan transformator, data beban pada saluran transmisi Gardu Induk New Sidoarjo bay Gardu Induk Buduran. Tahapan penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan, mulai dari studi literatur, pengumpulan data, analisis data dengan melakukan perhitungan rugi-rugi daya dan drop tegangan selama 10 hari mulai tanggal 1-10 Desember 2022 dan membandingkan hasilnya dengan simulasi.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Data beban

Tabel 1. Data Beban Terkirim dari GI New Sidoarjo

Jam	Arus (A)	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 (A)	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

Analisis Data:

1. Perhitungan Resistansi panjang saluran

Menghitung Resistansi Panjang Saluran dengan persamaan[5][11]:

$R_{Total} = R\,x\,l$ (1)

Dimana:

l = Panjang saluran (m)

R = Resistensi ($\Omega\ m$)

2. Perhitungan Rugi daya

Besarnya arus pada tiap-tiap fasa berbeda-beda, maka untuk menghitung nilai rugi-rugi daya pada saluran transmisi menggunakan rumus[12][13]:

$P_{losses} = I^2.R$ (2)

Dimana:

P_{losses} = rugi - rugi daya per fasa (W)

I = Arus saluran per fasa (A)

R = Resistansi total pada saluran (Ω)

3. Perhitungan Jatuh Tegangan

Persentase jatuh tegangan sisi beban menggunakan persamaan[14][15]:

$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R} X100\%$ (3)

Dimana:

ΔV = Jatuh Tegangan (%)

V_S = Tegangan yang dikirim dari sumber

V_R = Tegangan yang diterima di sisi beban

4. Perhitungan Tarif Kerugian Harga Jual Listrik

Menghitung rata-rata tarif kerugian menggunakan persamaan[16]:

Ploss MWh x 1000 = Ploss kWh x Tarif rata-rata = Harga Jual

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Pengambilan data mulai tanggal 1- 10 hari pada bulan Desember 2022, dengan beban puncak pada jam 08.00 dan 13.00 Wib

- Berdasarkan data panjang saluran 21,55 km dengan resistansi sebesar 0,0671 Ω/km, maka nilai:

  R_{Total} = R x l = $0,0671$ x 21,55 = 1,44 Ω
- Dari tabel 1 didapatkan nilai rugi-rugi daya pada GI New Sidoarjo:

  $P_{loss} = 3\,x\,I^2 x\,R = 3\,x\,141^2 x\,1,44 = 85.885,92\ Watt$

  Nilai P_{loss} = $85.885,92\ Watt$: 1.000.000= $0,08588592$ MW

Tabel 3. Rugi-Rugi Daya pada GI New Sidoarjo jam 08.00

Arus (A)	P_{loss}	
	W	MW
141	85.885,92	0,08588592
141	85.885,92	0,08588592
135	78.732	0,078732
141	85.885,92	0,08588592

135	78.732	0,078732
135	78.732	0,078732
145	90.828	0,090828
149	95.908,32	0,09590832
135	78732	0,078732
152	99.809,28	0,09980928

- Dari tabel 1 didapatkan nilai rugi-rugi daya pada GI New Sidoarjo:

$P_{loss} = 3\ x\ I^2 x\ R = 3\ x\ 147^2 x\ 1,44 = 93.350,88\ Watt$

Nilai P_{loss} = 85. 885, 92 $Watt$: 1.000.000= 0, 09335088 MW

Tabel 4. Rugi-Rugi Daya pada GI New Sidoarjo jam 13.00

Arus (A)	P_{loss}	
	W	MW
147	93.350,88	0,09335088
147	93.350,88	0,09335088
152	99.809,28	0,09980928
152	99.809,28	0,09980928
138	82.270,08	0,08227008
152	99.809,28	0,09980928
147	93.350,88	0,09335088
139	83.466,72	0,08346672
147	93.350,88	0,09335088
139	83.466,72	0,08346672

Semakin besar nilai rugi-rugi daya, hal ini dikarenakan nilai arus yang meningkat.

- Besarnya rata-rata rugi daya per hari dari jam 08.00 dan 13.00 :

$P_{losses} = \frac{0,08588592}{0,09335088} x24\ jam\ =\ 0,0896184\ x\ 24\ Jam\ =$2,1508416 MW

Pembahasan Data II

Dari tabel 1 dan 2 dapat ditentukan besarnya nilai drop tegangan:

Pada jam 08.00

$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R}\ x\ 100\% = \frac{141-139}{139} x\ 100\% = 1,43\%$

Pada jam 13.00

$\Delta V(\%) = \frac{V_S - V_R}{V_R}\ x\ 100\% = \frac{147-145}{145} x\ 100\% = 1,37\%$

Tabel 5. Data Prosentase Jatuh Tegangan

Pukul	
08.00	13.00
1,43%	1,37%
1,43%	2,08%

0,74%	1,33%
0,71%	0,66%
1,50%	1,47%
1,50%	1,33%
2,11%	0,68%
2,75%	2,20%
2,27%	1,37%
3,40%	1,45%

Besarnya nilai prosentase jatuh tegangan masih dalam toleransi SPLN yaitu kurang dari 10%.

Berdasarkan tarif standart harga jual PLN sebesar Rp 1174.58/kWh, maka didapatkan:

$$P_{losses} = \frac{0{,}08588592 + 0{,}09335088}{2} x24 = 0,0896184\ MWx24 = 2,1508416\ MWh$$

$$P_{losses} = 2,1508416\ x\ 1174,58 = Rp.\ 2.526.335,53$$

Tabel 6. Tarif Kerugian Harga Jual Listrik

Tanggal	**Kerugian Harga Jual**
1	Rp. 2.526.335,53
2	Rp. 2.526.335,53
3	Rp. 2.516.531,78
4	Rp. 2.617.365.95
5	Rp. 2.269.317,93
6	Rp. 2.516.531,78
7	Rp. 2.595.994,46
8	Rp. 2.528.283,45
9	Rp. 2.425.501,83
10	Rp. 2.583.267,89

Berdasarkan hasil simulasi didapatkan:

Tabel 7. Nilai Beban dan Rugi Daya

Tanggal	**Beban (MVA)**	$P_{losses}\ (kW)$
1	37,69	2545
2	37,69	2545
3	36,478	2356,6
4	37,69	2545
5	36,478	2356,6
6	35,922	2271,9
7	38,456	2665,8
8	38,776	2712,7
9	36,478	2356,6
10	40,628	3038,1

Tabel 8. Rugi Daya dan Kerugian Tarif

Tanggal	Rata-rata P_{loss}/hari (MWh)	Kerugian Harga Jual (Rp)
1	2,1508416	2.526.335,5
2	2,1508416	2.526.335,5
3	2,14249536	2.516.532,1
4	2,2283424	2.617.366,4
5	1,93202496	2.269.317,8
6	2,14249536	2.516.532,1
7	2,179872	2.560.434
8	2,15250048	2.528.284
9	1,94638464	2.286,184,4
10	2,39542272	2.813.615,6

Tabel 9. Prosentase Jatuh Tegangan

Tanggal	Simulasi Jatuh Tegangan (%)
1	1,37%
2	2,08%
3	1,33%
4	0,66%
5	1,47%
6	1,33%
7	0,68%
8	2,20%
9	1,37%
10	1,45%

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis 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 SULSELRABAR 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. 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, hal. 80, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i2.2828.