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 V - Surabaya, 26 April 2025
Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2025.7203

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

Analisis Perhitungan Rugi – Rugi Daya Pada PT. Freeport Indonesia

Yazid Bustomi[1], Titiek Suheta[2], Alfian Ramadhan[3]
Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
e-mail: ybustomy@gmail.com, hita@itats.ac.id

ABSTRACT

This study aims to analyze the power loss calculation in the electrical system of PT. Freeport Indonesia, one of the largest mining companies in Indonesia. Power loss is a phenomenon that occurs due to the difference between the power produced and the power received by the end consumer, which can be caused by factors such as cable resistance, transformers, and other system components. In this study, an analysis was conducted on the electrical distribution system in the operational area of PT. Freeport Indonesia Feeder #1, by calculating the power loss occurring in each component and distribution line. The methods used include direct measurements and power loss calculations based on historical power usage data. The results of the analysis and simulation showed that the power losses at bus 6 amounted to 1.841 kW and 1.4 kW. This was due to bus 6 having a line length of 0.456 km and a significant load of 56.546 A. To reduce these power losses, the conductor type ACSR was replaced, with the cross-sectional area increasing from 67.4 mm² to 85 mm². As a result of this improvement, the power loss at bus 6 decreased from 1.4 kW to 1.1 kW, thus supporting the long-term operational sustainability of the company.

Keywords: *Power loss, PT Freeport, analysis, ETAP.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perhitungan rugi daya pada sistem kelistrikan PT. Freeport Indonesia, yang merupakan salah satu perusahaan tambang terbesar di Indonesia. Rugi daya listrik merupakan fenomena yang terjadi akibat perbedaan antara daya yang diproduksi dan daya yang diterima oleh konsumen akhir, yang dapat disebabkan oleh faktor-faktor seperti resistansi kabel, transformator, dan komponen sistem lainnya. Dalam penelitian ini, dilakukan analisis terhadap sistem distribusi listrik di area operasional PT. Freeport Indonesia Feeder#1, dengan menghitung rugi daya yang terjadi pada setiap komponen dan jalur distribusi. Metode yang digunakan meliputi pengukuran langsung, dan perhitungan rugi daya berdasarkan data historis penggunaan daya. Hasil analisa dan simulasi didapatkan nilai rugi – rugi daya pada bus 6 sebesar 1,841 kW dan 1,4 kW. Hal ini disebabkan karena bus 6 mempunyai panjang

saluran 0,456 km dan pembebanan yang cukup besar yaitu 56,546 A. Untuk mengurangi nilai rugi daya tersebut dengan melakukan pergantian penghantar tipe ACSR yang semula luas penampang 67,4 mm^2 menjadi 85 mm^2. Dari hasil perbaikan tersebut dengan simulasi rugi – rugi daya pada bus 6 dari 1,4 kW turun menjadi 1,1 kW masih sesuai standar SPLN no.72 tahun 1987 yaitu sebesar 5%, sehingga mendukung keberlanjutan operasional perusahaan dalam jangka panjang.

Kata kunci: Rugi – rugi daya; PT Freeport; analisis; ETAP

PENDAHULUAN

Rugi – rugi daya diketahui jika tegangan pengirim dan penerima mengalami perbedaan[1] yang disebabkan oleh panjang, jenis, diameter dan ukuran tahanan dari kawat penghantar, material dan dimensi yang digunakan sebagai Impedansi saluran-saluran yang digunakan[2][3] dipengaruhi juga karena ketidakseimbangan beban sehingga akan terjadi lonjakan arus yang begitu besar[4] banyaknya pemakaian beban-beban yang bersifat induktif sehingga menyebabkan meningkatnya kebutuhan daya reaktif[5] sehingga dengan hilangnya energi listrik tersebut dapat mengakibatkan pemadaman [6].

Kerugian daya yang disebabkan beban reaktif induktif dapat dikurangi dengan arus kapasitif yang bisa diperoleh dengan memasang rangkaian paralel dengan beban[7]. Faktor yang mempengaruhi kualitas daya dari sisi pengiriman pada gardu induk satu ke gardu induk lainya adalah masalah rugi-rugi daya[8]. Pada saat penyaluran energi listrik dari pembangkit menuju konsumen pasti terjadi susut daya listrik hal ini karena dipengaruhi nilai tahanan yang ada pada jaringan[9]. Mengurangi rugi-rugi daya dengan penambahan kapasitor bank, memperbesar luas penampang penghantar, melakukan perubahan kembali sistem dengan cara rekonfigurasi sistem[10] dengan simulasi ETAP, Digsilent Power factory yang hasil simulasi dibandingan dengan analisa dimana berdasarkan standar SPLN no.72 tahun 1987 batas rugi-rugi daya yaitu maksimal +5% dan minimal -10%[11][12].

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan nilai rugi-rugi daya yang terjadi pada PT. Freeport khusunya pada feeder#1, apakah masih normal dibawah 5%, dan melakukan perbandingan hasil analisa dan simulasi menggunakan ETAP.

METODE

Metodologi penelitian ini berisi tentang metode-metode yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini. Obyek penelitan pada feeder#1 PT. Freeport Indonesia. Prosedur dimulai dengan studi literatur tentang rugi-rugi daya listrik, serrta aplikasi dan teknologi yang telah ada dan sedang berkembang untuk menganalisis pencapaian tujuan-tujuan tersebut. Pengumpulan data meliputi data primer yaitu mengambil data yang sesuai dengan data di lapangan yang berada pada feeder#1 dan sekunder didapatkan dari studi literatur baik berupa buku, jurnal-jurnal, browsing, melakukan konsultasi dengan Pembimbing dan Supervisor yang berada di PT Freeport sehingga diperolehlah penelitian yang berupa data kualitatif dan kuantitatif. Berdasarkan data-data yang diperoleh maka dilakukan analisa data dengan menghitung:

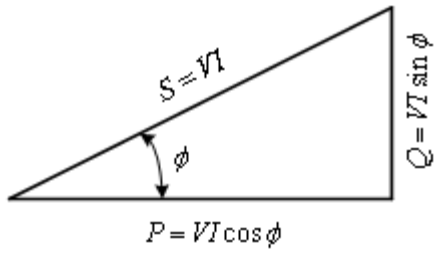
1. Resistansi

   Adalah tahanan jenis kabel dikalikan panjang penghantar dan dibagi dengan luas penampang kabel menggunakan persamaan[13][14][11]:

   $$R = \frac{\rho \, x \, L}{A} \quad (1)$$

   Keterangan :
   R = Resistansi (Ω)
   ρ = Tahanan jenis (Ω / m)
   L = Panjang penghantar (m)
   A = Luas Penampang (m2)

2. Daya Listrik: energi yang digunakan untuk melakukan kerja ataupun suatu usaha dengan satuan Watt, dan dinyatakan dengan persamaan[15][3]:
   $P = V . I$ (2)
   Keterangan:
   P = Daya (Watt)
   V = Tegangan (Volt)
   I = Arus (Ampere)
3. Daya Aktif: merupakan daya yang digunakan untuk melakukan suatu kerja dan dinyatakan dalam persamaan[15][3]:
   $P = V . I \cos \varphi$ (3)
   Keterangan:
   P = Daya Aktif (Watt)
   $\cos \varphi$ = faktor daya
4. Daya Reaktif: daya yang dibutuhkan untuk memebentuk suatu medan magnet, dinyatakan dengan persamaan[3][15]:
   $Q = V . I \sin \varphi$ (4)
   Keterangan:
   Q = Daya Reaktif (Watt)
   $\sin \varphi$ = faktor daya
5. Daya Semu: penjumlahan trigonometri daya aktif dan reaktif denga satuan VA dinyatakan dengan persamaan[6]:
   $S = V . I$ (5)
   Keterangan:
   S = Daya Semu (VA)



Gambar 1. Segitiga Daya

Rugi Daya pada gambar 1 mencerminkan adanya daya yang terbuang sehingga mengakibatkan daya yang diterima disisi penerima lebih kecil dari daya yang dikirim pada sisi pengirim. Penggunaan sebuah persamaan untuk menentukan besar rugi – rugi daya pada saluran 3 phasa yang dinyatakan sebagai berikut[11][12]:

$P_{Losses} = 3 \, x \, I^2 \, x \, R$ (6)

Keterangan :
P_{Losses} = Rugi – rugi daya (Watt)
I = Arus (A)
R = Resistansi (Ω)

Rugi-rugi daya disebabkan karena penggunaan jenis penampang, jarak, luas penampang.

Diagram Alir

Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Prosedur pada gambar 2 dimulai dengan studi literatur tentang rugi-rugi daya listrik pada feeder#1 di PT. Freeport Indonesia dengan menganalisis untuk pencapaian tujuan-tujuan tersebut. Setelah itu dilakukan pengumpulan data aliran daya listrik untuk memperoleh data single line diagram, kapasitas daya dan spesifikasi penghantar. Setelah data dihimpun, kemudian dilakukan analisa menghitung resistansi masing-masing bus, menghitung arus dan kerugian daya. Simulasi untuk meperoleh rugi-rugi daya dengan data parameter tegangan, panjang beban serta beban. Hasil dari simulasi pada ETAP untuk analisis dengan tujuan mengetahui rugi daya masih dalam ambang normal atau sebaliknya.

Hasil Dan Pembahasan :

Tabel 1. Data Beban

Bus	P (MW)	Q (VAR)	S (kVA)
1	0.17	105.36	200
2	0.1275	79.02	150
3	0.4568	283.19	537.5
4	1.02	632.16	1200
5	0.3612	223.89	425
6	11475	711.2	1350
7	0.255	158	300
8	0.1275	79.02	150

Tabel 2. Panjang Penghantar Tiap Bus

Bus		Jenis Kabel	Luas Penampang (mm^2)	Panjang Penghantar (km)
Dari	Ke			
0	1	ACSR 2/0	67.4	0.112
1	2	ACSR 2/0	67.4	0.217
1	3	ACSR 2/0	67.4	0.413
3	4	ACSR 2/0	67.4	0.253
3	5	ACSR 2/0	67.4	0.281
3	6	ACSR 2/0	67.4	0.456
6	7	ACSR 2/0	67.4	0.355
6	8	ACSR 2/0	67.4	0.342

Pembahasan I

Berdasarkan data tabel 2 dan tahanan jenis penghantar $0{,}02826$ didapatkan nilai tahanan:

$$R = \frac{\rho \, x \, L}{A} = \frac{0{,}02826 \, x \, 112}{67{,}4} = \frac{3{,}165}{67{,}4} = 0{,}046 \text{ ohm}$$

Tabel 3. Nilai Tahanan

Bus		Tahanan (ohm)
Dari	Ke	
0	1	0,0469602
1	2	0,0909855
1	3	0,1731659
3	4	0,1060798
3	5	0,1178199
3	6	0,1911953
6	7	0,1488472
6	8	0,1433964

Dari tabel 1 didapatkan nilai Arus masing-masing bus dengan rating tegangan 13.800 volt:

$$I = \frac{p}{\sqrt{3} \, x \, V} = \frac{200.000}{\sqrt{3} \, x \, 13.800} = \frac{200.000}{23.874} = 8{,}377 \; Ampere$$

Tabel 4. Nilai Arus

Bus	Arus (Amper)
1	8,377314233
2	6,282985675
3	22,514032
4	50,2638854
5	17,80179275
6	56,54687107
7	12,56597135
8	6,282985675

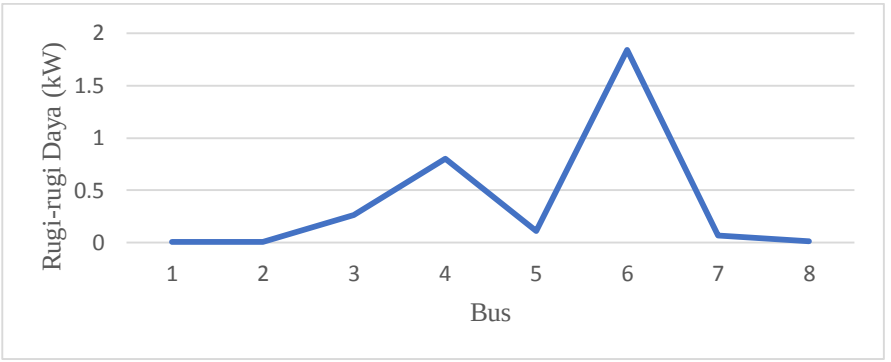
Dari tabel 3 dan 4 dapat dihitung Rugi – rugi Daya:

$P_{Losses} = 3\ x\ I^2 x\ R = 3\ x\ (8{,}377)^2 x\ 0{,}046 = 3\ x\ 70.17 x\ 0{,}046 =\ 9{,}68403\ W$

$9.68403\ W = \frac{9.68403}{1000} = 0.00968403\ kW$

Tabel 5. Nilai Rugi – rugi Daya

Bus	Daya (kW)
1	0,009684756
2	0,010658495
3	0,264592214
4	0,8034137
5	0,111233243
6	1,84178801
7	0,070109214
8	0,016935165



Gambar 3. Grafik Nilai Rugi-rugi Daya masing-masing Bus

Karena panjang saluran dengan pembebanan yang besar pada bus 6, maka nilai rugi – rugi daya yang dihasilkan sebesar 1,841 kW dibandingkan dengan bus-bus yang lain pada gambar 2.

Pembahasan II

Hasil simulasi nilai rugi-rugi daya masing-masing bus

Tabel 6. Keluaran Nilai Rugi – Rugi Daya Hasil Simulasi

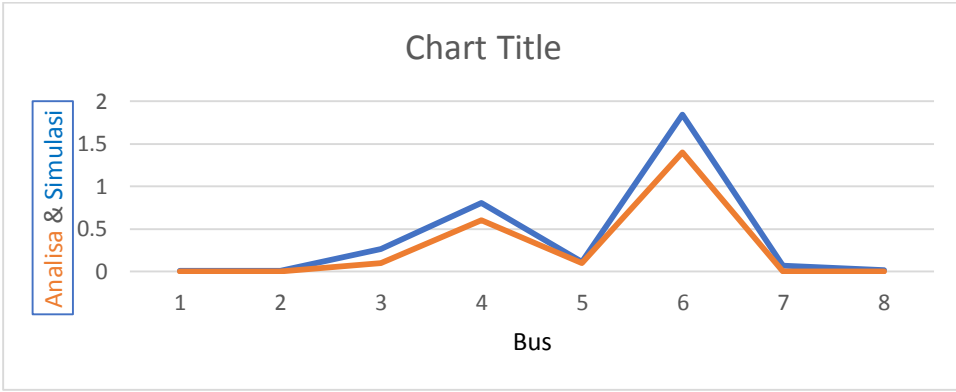
Bus	**Rugi-rugi Daya (kW)**
1	0
2	0
3	0,1
4	0,6
5	0,1
6	1,4
7	0
8	0

Berdasarkan hasil simulasi nilai rugi – rugi daya terbesar berada pada bus 6 sebesar 1,4 kW pada tabel 6.

Perbandingan Nilai Rugi-rugi hasil analisa dan simulasi

Tabel 7. Hasil Perbandingan Nilai Rugi-rugi Daya

Bus	Rugi-rugi Daya (kW)	
	Analisa	Simulasi
1	0,0096848	0
2	0,0106585	0
3	0,2645922	0,1
4	0,8034137	0,6
5	0,1112332	0,1
6	1,841788	1,4
7	0,0701092	0
8	0,0169352	0



Gambar 4. Grafik Hasil Perbandingan Nilai Rugi-rugi Daya

Usaha Perbaikan :

Dari perbaikan yang telah dilakukan pada bus 6 yaitu dengan memperbesar luas penampang yang sebelumnnya 67,4 mm^2 menjadi 85 mm^2. Dari hasil perbaikan tersebut didapatkan nilai rugi – rugi daya berkurang dari 1,4 kW menjadi 1,1 kW, hal ini terjadi disebabkan oleh hambatan konduktor itu sendiri karena dengan memperbesar penampang konduktor dapat mengurangi rugi daya, karena hambatan berkurang.

Tabel 8. Nilai Rugi-rugi Daya setelah perbaikan

Bus	Rugi-rugi Daya (kW)
1	0
2	0
3	0,1
4	0,6
5	0,1
6	1,1
7	0
8	0

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan simulasi nilai rugi – rugi daya bus 6 di PT. Freeport Indonesia pada feeder#1 didapatkan sebesar 1,841 kW dan 1,4 kW. Hal ini disebabkan karena bus 6 mempunyai

Panjang saluran 0,456 km dan pembebanan yang cukup besar yaitu 56,546 A. Untuk mengurangi nilai rugi daya tersebut dengan melakukan pergantian penghantar tipe ACSR yang semula dengan luas penampang 67,4 mm^2 menjadi 85 mm^2, karena konduktor memiliki hambatan yang lebih rendah, sehingga arus listrik lebih mudah mengalir tanpa kehilangan energi dalam bentuk panas. Dari perbaikan tersebut berdasarkan hasil simulasi dapat mengurangi rugi – rugi daya pada bus 6 dari 1,4 kW menjadi 1,1 kW.

Referensi :

[1] "ANALISA RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN 150 kV DI PT. PLN (PERSERO) SISTEM KHATULISTIWA," no. 72.
[2] T. Elektro FTI Unissula Jl Raya Kaligawe Km, "Analisis Perhitungan Rugi-Rugi Daya pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150 kV Gardu Induk Tambak Lorok – Bawen dengan menggunakan Etap 12.6.0," hal. 234–243, 2019.
[3] J. Prasetyo Pilat dan H. Tumaliang, "Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Distribusi 20 Kv Di Kabupaten Kepulauan Sangihe," *J. Josua Prasetyo Pilat*, hal. 1–6, 2022.
[4] A. Jaya dan B. A. Ashad, "Analisis Rugi-Rugi Daya Jaringan Distribusi Penyulang POLDA Area Makassar Utara dengan Menggunakan ETAP 12.6 Sugianto," 2020.
[5] 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.
[6] M. Dewantara, "Analisis rugi-rugi daya pada saluran transmisi tegangan tinggi 150 kv dari gardu induk wonogiri sampai gardu induk wonosari," *TK Electr. Eng. Electron. Nucl. Eng.*, hal. 1–16, 2018, [Daring]. Tersedia pada: http://eprints.ums.ac.id/60172/.
[7] I. Kartika, "Analisa Rugi-Rugi Daya Diakibatkan Arus Kapasitif," *J. Surya Energy*, vol. 1, no. 2, hal. 100–111, 2017.
[8] M. Zainuddin dan L. Wiraputra, "Analisa Masuknya Gardu Induk Anggrek dan Rekonfigurasi Jaringan Terhadap Kualitas Tegangan dan Rugi-rugi Daya (Studi Kasus PLN Rayon Kwandang Area Gorontalo)," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 12, no. 3, hal. 83, 2017, doi: 10.17529/jre.v12i3.4234.
[9] 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.
[10] J. Kartoni dan E. Ervianto, "ANALISA REKONFIGURASI PEMBEBANAN UNTUK MENGURANGI RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN DISTRIBUSI 20 kV," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, hal. 1, 2016.
[11] 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.
[12] 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.
[13] Sukamdi, Harrij Mukti K., Muhammad Hadyan Farizan, dan Muhammad Rafid Faiz Firmansyah, "Analisis Rencana Pemasangan Transformator Sisipan Untuk Mengatasi Overload dan Drop Voltage pada Penyulang Selogabus PT. PLN (Persero) ULP Bojonegoro Kota," *Elposys J. Sist. Kelistrikan*, vol. 9, no. 3, hal. 127–133, 2023, doi: 10.33795/elposys.v9i3.646.
[14] Muhtar Asfihanuddin, "ANALISIS RUGI DAYA JARINGAN DISTRIBUSIPRIMER PT. PLN ULP SENGKANG SULAWESISELATAN," 2021.
[15] 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.