

Analisa Rugi-Rugi Daya pada Jaringan Transmisi 150 KV Gardu Induk Waru Bay Sidoarjo

Septian Ardhana Koesardhinata¹, Aris Heri Andriawan², Gatut Budiono³, Izzah Aula Wardah⁴,
Balok Hariadi⁵, Ratna Hartayu⁶, Santoso⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Jurusan Teknik Elektro, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jl. Semolowaru 45 Surabaya 60118

Telp. +62-8315931800

E-mail: ¹ardhanaseptian13@gmail.com

²aris_po@untag-sby.ac.id

³gatut_budiono@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Sistem transmisi adalah jalur berfungsi mengirimkan energi listrik dari pembangkit ke gardu induk ataupun dari gardu induk ke gardu induk lain mengakibatkan terjadinya rugi-rugi daya dan jatuh tegangan besar jika panjang saluran transmisi relatif jauh dan beban lebih. Analisa dilakukan dengan pengambilan data beban harian dan melakukan perhitungan manual dan simulasi menggunakan software ETAP. Metode perhitungan dengan mencatat perubahan tegangan dan arus setiap hari pada beban puncak pukul 14.00 WIB selama satu bulan. Saluran transmisi menggunakan penghantar kawat penghantar bertipe TACSR berdimensi 330 mm² dengan panjang saluran 19,913 Km dengan resistensi 0,09753 Ω /Km. Kesimpulan dari hasil perhitungan manual rugi-rugi daya adalah rugi-rugi daya tertinggi pada tanggal 1-9 Desember 2022 sebesar 0,372 MW dan kehilangan daya terkecil pada 30 Desember 2022 sebesar 0,151 MW dan hasil rugi-rugi daya tertinggi saat disimulasikan adalah pada tanggal 1-9 Desember 2022 sejumlah 0,062 MW dan kehilangan daya terkecil saat tanggal 30 Desember 2022 sejumlah 0,025 MW. Selisih nilai didapatkan antara perhitungan manual dengan menggunakan ETAP adalah sebesar 6.04 %, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan komponen atau peralatan di lapangan tidak selalu bekerja secara stabil dan normal, sehingga akan ada perbedaan yang terjadi antara lapangan dan simulasi dengan software ETAP.

Kata Kunci: ETAP, Rugi-rugi daya, Transmisi

1. PENDAHULUAN

Sistem jaringan distribusi dari pembangkit sampai ke pusat beban pada umumnya berjarak ratusan bahkan sampai dengan ribuan kilometer jauhnya, sehingga tenaga listrik dihasilkan oleh pembangkit harus disalurkan menggunakan saluran kawat-kawat transmisi. Salah satu faktor utama mempengaruhi nilai rugi-rugi daya adalah pada saat pendistribusian energi listrik. Semakin besar rugi daya yang ada maka akan ditimbulkan kerugian tersendiri, baik dari produsen energi listrik maupun bagi konsumen. Apabila kerugian daya dihasilkan sangatlah besar, maka akan berakibat pada berkurangnya daya diterima oleh beban sehingga beban tidak dapat bekerja secara optimal.

Penelitian dilakukan melalui pengambilan data pada lokasi dan mengerjakan perhitungan secara manual serta simulasi menggunakan software ETAP 12.6 selama satu bulan, sehingga dapat memberikan gambaran tentang kerugian daya pada saluran transmisi serta sebagai evaluasi untuk memperkecil daya hilang dan memaksimalkan daya di kirimkan oleh sumber.

2. DASAR TEORI

2.1 State of the Art

Penelitian Bayu Andik Anggoro [1] telah melakukan perhitungan dan simulasi menggunakan software ETAP, dalam penelitian ini pengambilan data tegangan serta arus pada pukul 10.00 dan 19.00 dalam kurung waktu satu bulan. Penelitian mendapatkan hasil perhitungan rugi-rugi daya disimulasikan menggunakan ETAP memiliki selisih perbandingan 2,5% dengan nilai rugi-rugi daya perhitungan secara manual sebesar 685,5kW dan dengan simulasi ETAP mencapai 266,6kW dan didapat nilai presentase rugi – rugi daya pada jalur transmisi GI Pati – GI Jekulo mencapai 6,8 % melebihi batas variasi presentase pelayanan akibat losses sesuai SPLN No. 72 tahun 1987 maksimal +5% minimal -10%.

Penelitian Ibnu Khusnan Fitriyadi [2] telah melakukan perhitungan dan analisa secara manual, kesimpulan dari penelitian ini adalah rugi rugi daya tertinggi pada siang hari sebesar 0,3702918 MW pada tanggal 14 dan tidak terjadi rugi rugi daya pada tanggal 21, 22, 26. Malam harinya terjadi pada tanggal 16 sebesar 0,3602844 MW Penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai kerugian daya terjadi selama bulan Desember 2017 sebesar 136065,4065

kWh dan menimbulkan kerugian PT PLN (Persero) senilai Rp 159.795.213,4.

2.2 Parameter Saluran Trasmisi

Saluran transmisi memiliki parameter-parameter saluran dapat berpengaruh pada besaran tenaga listrik diterima yaitu :

a. Resistansi Saluran

Nilai tahanan saluran transmisi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti resistansi konduktor, suhu, dan efek kulit (*skin effect*).

b. Reaktansi Saluran

Pada arus bolak-balik medan sekeliling konduktor tidaklah konstan, melainkan dapat berubah-ubah dan mengait beserta konduktor itu sendiri atau dengan konduktor lain berdekatan oleh karena adanya fluks beresifat induktansi.

c. Iduktansi Saluran

Suatu kawat penghantar membawa arus dapat menghasilkan suatu medan magnetik di sekitar penghantar.

2.3 Rugi-Rugi Daya (*Power Losses*)

Rugi daya atau susut daya listrik adalah daya hilang dalam proses penyaluran dari sumber daya listrik utama sampai ke suatu beban. Pada saat penyaluran energi listrik sering terjadi kerugian daya relatif tinggi, hal tersebut diakibatkan oleh komponen-komponen pada saluran penghantar itu sendiri. Rugi-rugi daya terjadi karena adanya daya hilang pada saluran dapat mempengaruhi kualitas daya pada sisi penerima, kerugian daya besar dapat mengakibatkan kerugian finansial pada perusahaan pengelola listrik.

Nilai rugi-rugi daya pada saluran transmisi tiga fasa dapat diketahui menggunakan persamaan :

$$P_{losses} = 3 \cdot I^2 \cdot R \quad (1)$$

Dimana :

P_{losses} = rugi-rugi daya (watt)

I = arus yang disalurkan (watt)

R = tahanan saluran (Ω /meter)

Untuk mencari presentase kerugian daya pada saluran transmisi dapat digunakan persamaan berikut ini :

$$\% \text{ Rugi - rugi daya} = \frac{PS - PR}{PR} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana :

PS = Daya kirim

PR = Daya diterima

2.4 ETAP 12.6 (*Electrical Transient Analysis Program*)

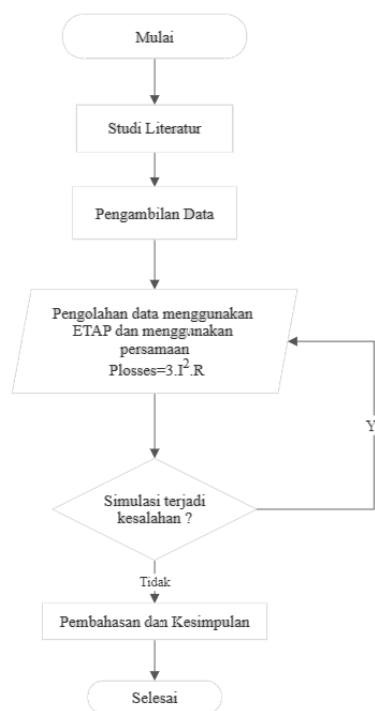
ETAP (*Electric Transient and Analysis Program*) merupakan sebuah program perangkat

lunak dan dapat digunakan untuk menggambar dan mensimulasikan serta menyelesaikan permasalahan tentang *Analysis Harmonic*, *Analysis Transient Stability*, *Analysis Load Flow* (Aliran Daya), *ShortCircuit* (ANSI and IEC), *Optimal Power Flow*, *Ground Grid Systems*, *Manuver Jaringan Sistem Transmisi dan Distribusi*, Mengurangi nilai *Losses* pada sistem Transmisi dan Distribusi.

Untuk melakukan simulasi perhitungan rugi-rugi daya pada saluran transmisi, ada beberapa hal perlu diperhatikan sebelum menjalankan *software* ETAP

3. METODE PENELITIAN

Diperlukan langkah tepat agar sesuai dengan tujuan penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode observasi. Observasi dilakukan adalah dengan pengambilan data di lapangan, menggunakan alur sebagai berikut ini :



Gambar 3 Flowchart Penelitian

3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari buku, jurnal, dan materi telah diberikan saat perkuliahan sebagai acuan saat melakukan penyelesaian terhadap penyelesaian masalah.

3.2 Proses Pengambilan Data

Kegiatan pengambilan data dilakukan selama 5 hari yaitu senin-jum'at pada pukul 14.00 WIB dalam satu bulan, adapun data-data diambil meliputi jenis kawat penghantar, diagram satu garis gardu induk, arus, dan tegangan serta resistansi kawat penghantar.

3.3 Mensimulasikan Rangkaian

Setelah mendapatkan data mendukung seperti single line diagram, jenis kawat penghantar, tegangan dan arus harian. Kemudian langkah selanjutnya adalah melakukan simulasi rangkaian pada ETAP.

3.4 Analisis data

Analisis data digunakan guna menghitung rugi-rugi daya secara manual dengan cara mengelola data-data diperoleh ke dalam bentuk matematis menggunakan persamaan :

$$Plosses = 3.I^2.R$$

Dimana :

Plosses = rugi-rugi daya (Watt)

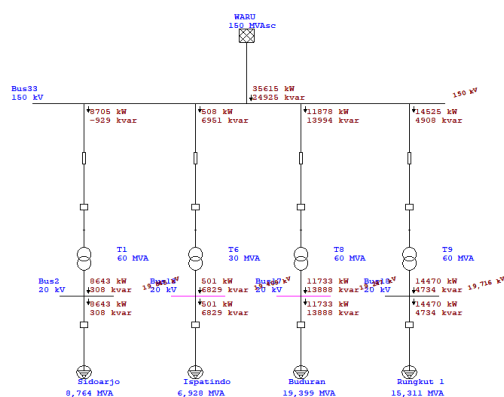
I = arus yang disalurkan (Ampere)

R = tahanan saluran (Ω /meter)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

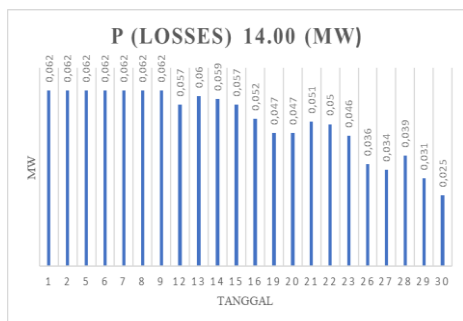
4.1 Hasil simulasi

Di bawah ini adalah hasil simulasi



Gambar 1 Hasil simulasi ETAP

Hasil simulasi rugi-rugi daya pada penghantar TACSR 330 mm² dengan resistansi sebesar 0,975 Ω setiap jarak 1 Km pada bulan Desember 2022.



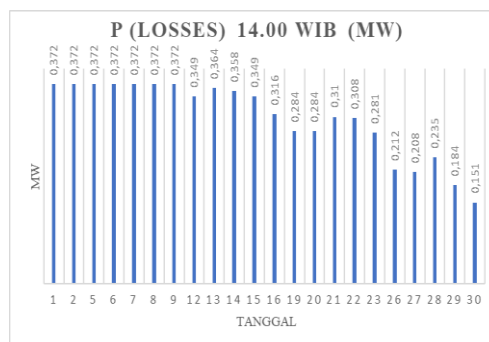
Gambar 2 Grafik simulasi rugi-rugi daya (Plosses) daya selama satu bulan pada beban puncak pukul 14.00 WIB.

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai losses tidak terlalu besar. Kehilangan daya terbesar terjadi pada saat beban puncak pukul 14.00 WIB sebesar 0.062

MW terjadi pada tanggal 1 – 9 Desember 2022. Kemudian nilai kehilangan daya terkecil selama satu bulan terjadi pada tanggal 30 Desember 2022 sebesar 0.025 MW.

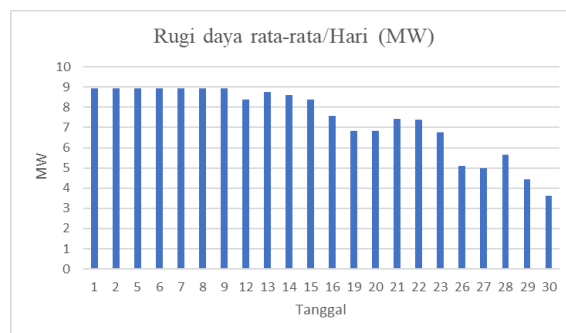
4.2 Perhitungan Rugi-rugi daya

Perhitungan kerugian daya dengan jarak 19,913 Km dan menggunakan jenis kawat penghantar TACSR dengan nilai resistensi sebesar 0,0975 Ω setiap jarak 1 Km. Sehingga resistensi total panjang saluran dengan jarak 19,913 Km adalah 1,942 Ω . Perhitungan rugi daya dalam selama satu bulan satuan MW :



Gambar 4 Grafik perhitungan rugi-rugi daya (Plosses) daya selama satu bulan pada beban puncak pukul 14.00 WIB.

Gambar 4 menunjukkan nilai losses cukup besar. Kehilangan daya terbesar terjadi pada saat beban puncak pukul 14.00 WIB sebesar 0.372 MW terjadi pada tanggal 1 – 9 Desember 2022. Kemudian nilai kehilangan daya terkecil selama satu bulan terjadi pada tanggal 30 Desember 2022 sebesar 0.151 MW.



Gambar 5 Grafik perhitungan rugi daya rata-rata perhari selama satu bulan.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa perhitungan rata-rata losses per-hari selama satu bulan terjadi cukup besar. Kehilangan daya rata – rata tertinggi per hari sebesar 8.938 MWh terjadi pada tanggal 1 – 9 Desember 2022 dan kehilangan daya rata – rata terkecil per hari sebesar 3.634 MWh pada tanggal 30 Desember 2022. Total perhitungan kerugian daya selama satu bulan pada beban puncak pukul 14.00

WIB sebesar 163,128 MW dan total rata-rata losses perhari sebesar 7.414 MWh.

Selisih perbandingan antara perhitungan menggunakan simulasi ETAP dan perhitungan menggunakan persamaan :

Tabel 1 Perbandingan perhitungan menggunakan simulasi ETAP dan perhitungan menggunakan persamaan

Perhitungan ETAP Rugi – rugi Daya (MW).	Perhitungan manual Rugi – rugi Daya (MW).
27	163,128
1.227 (rata-rata/hari)	7.414 (rata-rata/hari)

$$\frac{163,128}{27} \times 100\% = 6.04 \%$$

$$\frac{7,414}{1,227} \times 100\% = 6.04 \%$$

Jadi selisih antara perhitungan manual dan menggunakan simulasi ETAP memiliki presentase sebesar 6.04 %, hal tersebut dapat terjadi dikarenakan komponen atau peralatan terdapat pada lapangan tidak selalu berkerja dengan stabil dan normal, sehingga akan berakibat adanya perbedaan terjadi antara lapangan dan simulasi dengan software ETAP.

5. KESIMPULAN

Hasil perhitungan manual rugi-rugi daya selama satu bulan pada beban puncak pukul 14.00 WIB menunjukkan hasil bahwa nilai losses terjadi cukup besar sebesar 0.372 MW terjadi pada tanggal 1 – 9 Desember 2022. Kemudian nilai kehilangan daya terkecil pada tanggal 30 Desember 2022 sebesar 0.151 MW. Total kerugian daya saluran transmisi selama satu bulan sebesar 163,128 MW dan total rata-rata losses perhari sebesar 7.414 MWh.

Hasil simulasi rugi-rugi daya saluran transmisi tidak terlalu besar. Kehilangan daya terbesar terjadi pada saat beban puncak pukul 14.00 WIB sebesar 0.062 MW terjadi pada tanggal 1 – 9 Desember 2022. Kemudian nilai kehilangan daya terkecil selama satu bulan terjadi pada tanggal 30 Desember 2022 sebesar 0.025 MW. Total kerugian daya saluran transmisi selama satu bulan saat disimulasi pada beban puncak pukul 14.00 WIB sebesar 27 MW dan total rata-rata perhari sebesar 1.227 MWh. Selisih antara perhitungan manual memiliki presentase sebesar 6.04 %.

PUSTAKA

- [1]. B. Andik Anggoro, "Analisa Rugi-Rugi Daya Dan Jatuh Tegangan Pada Saluran Transmisi 150 Kv GI Pati Bay GI Jekulo Menggunakan ETAP 12.6 ", Semarang, 2020.
- [2]. Ibnu Khusnan Fitriadi, "Analisa Rugi-Rugi Daya Penghantar ACSR 240/40 Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv Pada Gardu Induk Sragen-Masaran ", Surakarta, vol. 4, p. 2018.

- [3]. Mahardira Dewantara, "Analisa Rugi-Rugi Daya Pada Saluran Udara Tegangan Tinggi 150 Kv Dari Gardu Induk Wonogiri Sampai Gardu Induk Wonisari ", Surakarta, 2018.
- [4]. Fajrin Nafiani, " Analisa Rugi-Rugi Daya Akibat Ketidakseimbangan Beban Untuk Mengurangi Susut Energi Di PT. PLN UP3 Surabaya Selatan ULP Dukuh Kupang ", Surabaya, 2022 .
- [5]. SPLN 72, "Spesifikasi Desain untuk Jaringan Tegangan Menengah (JTM) dan Jaringan Tegangan Rendah (JTR)," Spln 72, p. 15, 1987.
- [6]. O. Handayani, T. Darmana, and C. Widyastuti, "Analisis Perbandingan Efisiensi Penyaluran Listrik Antara Penghantar ACSR dan ACCC pada Sistem Transmisi 150kV," Energi & Kelistrikan, vol. 11, no. 1, pp. 37–45, 2019.
- [7]. Afandi, AN, "Evaluasi Rugi Daya Saluran Transmisi 150 kv Pada Penyulang Kebonagung-Sengkaling" , Malang , 2011.
- [8]. Sujatmiko, Hermawan, "Analisis Kerugian Daya Pada Saluran Transmis Tegangan Ekstra Tinggi 500 kV di PT. PLN (Persero) Penyaluran & Pusat Pengaturan Beban (P3B) Jawa Bali Regional Jawa Tengah & DIY Unit Pelayanan Transmisi Semarang" Jurnal Teknik Elektro, Semarang, 2009.