Aisyah Journal of Informatics and Electrical Engineering
Universitas Aisyah Pringsewu

Journal Homepage
http://jti.aisyahuniversity.ac.id/index.php/AJIEE

ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA PENYULANG SUKAMULYA DI PT PLN (PERSERO) UP3 PURWAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE ETAP

Dimas Kisworo[1], Ananda Putra Utomo[2], Yogi Aldi Saputra [3], Arnisa Stefanie [4]
[1,2,3,4]Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa Karawang
2110631160008@student.unsika.ac.id[1], 2110631160030@student.unsika.ac.id[2],
2110631160025@student.unsika.ac.id[3], arnisa.stefanie@staff.unsika.ac.id[4]

ABSTRACT

Electricity distribution networks play a vital role in connecting electrical resources to end consumers, making them a very important infrastructure. However, these networks face challenges such as optimal energy efficiency and power management. Power losses in electricity distribution systems are a major challenge that can reduce the efficiency of energy delivery and the quality of power received by consumers. Factors such as impedance, line length, and low voltage profile contribute to these losses. Longer distribution lines have greater impedance, resulting in greater voltage drop and technical power losses. These power losses need to be addressed to ensure efficient electricity distribution. This study aims to analyze the power losses on the Sukamulya distribution line managed by PT PLN (Persero) UP3 Purwakarta. To solve this problem, operational data of the repeater is collected through observation and documentation, then used to build a Single Line Diagram (SLD) in ETAP software. Power flow simulation was conducted to calculate voltage loss, active power loss, and reactive power loss. The analysis results show an average voltage loss of 2.07% and a power loss of 75.46 kVA, which is still within the PLN standard tolerance limit. The conclusion of this study confirms that the distribution system in Sukamulya is efficient, but further optimization is needed to improve system performance. The simulation method using ETAP proved effective in analyzing and identifying opportunities for improvement of the electricity distribution system.
Keywords: *Power Loss; Electricity Distribution; ETAP*

ABSTRAK

Jaringan distribusi listrik memainkan peran penting dalam menghubungkan sumber daya listrik ke konsumen akhir, menjadikannya infrastruktur yang sangat penting. Namun, jaringan ini menghadapi tantangan seperti efisiensi energi yang optimal dan manajemen daya. Rugi-rugi daya dalam sistem distribusi listrik merupakan tantangan utama yang dapat mengurangi efisiensi pengiriman energi dan kualitas daya yang diterima konsumen. Faktor-faktor seperti impedansi, panjang saluran, dan profil tegangan rendah berkontribusi terhadap kerugian ini. Saluran distribusi yang lebih panjang memiliki impedansi yang lebih besar, sehingga mengakibatkan penurunan tegangan dan kehilangan daya teknis yang lebih besar. Kerugian daya ini perlu diatasi untuk memastikan distribusi listrik yang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis rugi-rugi daya pada penyulang Sukamulya yang dikelola oleh PT PLN (Persero) UP3 Purwakarta. Untuk memecahkan masalah ini, data operasional penyulang dikumpulkan melalui observasi dan dokumentasi, kemudian digunakan untuk membangun Single Line Diagram (SLD) pada software ETAP. Simulasi aliran daya dilakukan untuk menghitung rugi tegangan, rugi daya aktif, dan rugi daya reaktif. Hasil analisis menunjukkan rugi tegangan rata-rata sebesar 2,07% dan rugi daya sebesar 75,46 kVA, yang masih berada dalam batas toleransi standar PLN. Kesimpulan dari penelitian ini menegaskan bahwa sistem distribusi pada penyulang Sukamulya efisien, namun

optimalisasi lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan kinerja sistem. Metode simulasi menggunakan ETAP terbukti efektif dalam menganalisis dan mengidentifikasi peluang perbaikan sistem distribusi listrik.

Kata Kunci: *Rugi-rugi Daya; Distribusi Listrik; ETAP*

I. PENDAHULUAN

Listrik merupakan elemen vital dalam kehidupan modern karena menyuplai daya bagi berbagai mesin dan peralatan yang digunakan di berbagai sektor. Pertumbuhan penduduk Indonesia yang cepat serta perkembangan industri yang pesat telah menyebabkan peningkatan kebutuhan energi listrik setiap tahunnya. Selain itu, listrik berperan penting dalam mendukung berbagai bidang, termasuk sektor industri dan rumah tangga[1]. Penyulang listrik sebagai bagian penting dari sistem distribusi sering mengalami rugi-rugi daya akibat resistansi dan impedansi jaringan. Hal ini dapat menyebabkan penurunan efisiensi pengiriman energi listrik dan kualitas daya yang diterima oleh konsumen.

Penelitian ini menggunakan software ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) untuk menganalisis rugi-rugi daya pada penyulang Sukamulya. ETAP memungkinkan simulasi aliran daya dan evaluasi berbagai parameter teknis dengan akurasi tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk memahami besaran rugi-rugi daya dan tegangan pada penyulang Sukamulya, serta mengevaluasi efisiensi sistem distribusi listrik di wilayah tersebut. Jurnal yang dibuat belum pernah dibuat oleh orang lain, dan penulis menjamin keaslian tugas akhir. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiarisme pada karya ilmiah ini, maka penulis setuju untuk menerima hukuman sesuai ketentuan terkait.

II. TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan infrastruktur kritis yang berperan penting pada peradaban modern, jauh melampaui fungsi dasarnya sebagai penyedia energi listrik. Secara struktural, sistem ini terintegrasi melalui tiga subsistem utama: generasi (pembangkit), transmisi, dan distribusi, yang diperkuat oleh komponen pendukung seperti sistem proteksi, kontrol, dan manajemen jaringan. Sistem tenaga listrik bukan hanya sekadar sarana untuk memenuhi kebutuhan energi sehari-hari, Peran sistem tenaga listrik bersifat interdependen dengan kemajuan teknologi dan tuntutan masyarakat. Sebagai contoh, jaringan transmisi bertegangan tinggi berfungsi sebagai arteri yang menghubungkan pusat pembangkit dengan pusat beban, sementara jaringan distribusi bertindak sebagai kapiler yang menjangkau kebutuhan rumah tangga hingga industri [2].

Sistem transmisi adalah jaringan transmisi tegangan tinggi, biasanya di atas 69 kV, yang berfungsi untuk menyalurkan energi listrik dari pembangkit ke gardu induk atau langsung ke konsumen industri besar. Komponen utamanya mencakup saluran transmisi (kabel atau kawat), gardu induk (substation), dan transformator tenaga [3]. Lalu ada sistem distribusi yang terdiri dari jaringan distribusi tegangan menengah (biasanya 20 kV) dan tegangan rendah berkisar 380/220V, yang berperan menyalurkan daya dari gardu induk ke konsumen rumah tangga, komersial, dan industri kecil. Komponen utamanya meliputi jaringan distribusi primer (20kV), trafo distribusi, dan jaringan distribusi sekunder (380/220V).

2. Perhitungan Pada Tenaga Listrik

Dalam sistem tenaga listrik, perhitungan daya listrik mencakup daya aktif, daya reaktif, dan daya semu yang merupakan elemen kunci untuk memahami efisiensi sistem. Daya aktif (P) adalah daya yang sebenarnya digunakan untuk melakukan kerja (misalnya menggerakkan mesin) dan dihitung sebagai berikut:

$$P = V \, x \, I$$

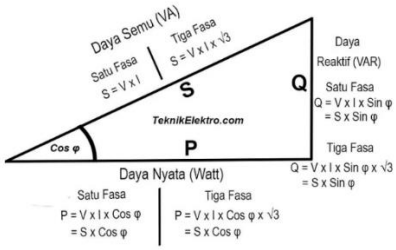
Di mana V merupakan tegangan (Volt), kemudian I melambangkan arus (Ampere). Faktor daya menunjukkan efisiensi sistem, dengan nilai ideal mendekati 1. Sebaliknya, daya reaktif (Q) merupakan daya yang diperlukan untuk membentuk medan magnet pada perangkat seperti motor induksi, dihitung dengan rumus:

$$Q = S \sin \theta$$

Daya semu (S) merupakan gabungan daya aktif dan reaktif, dinyatakan dalam satuan volt-ampere (VA), dan dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Segitiga daya sering digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara daya aktif dan daya reaktif, dan daya semu dalam sistem tenaga listrik. Dalam konteks distribusi listrik, memahami hubungan ini sangat penting untuk mengidentifikasi dan mengurangi rugi-rugi daya yang terjadi.



Gambar 2.1 Segitiga Daya,

Sumber : medium.com

Terlihat diatas ini bentuk segitiga dengan beberapa rumus listrik. Segitiga daya adalah representasi yang memperlihatkan Hubungan antara daya aktif (kW), daya reaktif (kVAR) dan daya semu (kVA) pada sistem tenaga listrik. Daya aktif (kW) adalah jenis daya yang sebenarnya digunakan untuk melakukan kerja, misalnya menggerakkan mesin. Daya reaktif (kVAR) adalah daya yang dibutuhkan oleh suatu komponen listrik, seperti motor induksi tanpa beban, untuk menghasilkan medan magnet. Daya semu (kVA) adalah total daya yang digunakan, yang merupakan kombinasi dari daya aktif dan daya reaktif.

3. Konsep Rugi-Rugi Daya

Rugi-rugi daya merupakan aspek krusial dalam dunia sistem tenaga listrik yang mempengaruhi efisiensi dan kehandalan sistem tersebut. Fenomena ini melibatkan pemborosan energi akibat resistansi pada kabel, konduktor, dan komponen lainnya dalam sistem. Semakin jauh energi listrik harus bergerak melalui jaringan transmisi, semakin besar pula potensi terjadinya rugi-rugi daya [4]. Pemahaman mendalam tentang konsep ini menjadi kunci dalam merancang sistem tenaga listrik yang efisien dan handal. Upaya untuk mengatasi rugi-rugi daya mencakup pemilihan material yang optimal, penggunaan transformator yang efisien, dan perawatan berkala untuk menjaga kinerja sistem secara optimal. Dengan memahami dan mengimplementasikan konsep dasar ini, dapat dihasilkan sistem tenaga listrik yang lebih efisien, dan ramah lingkungan. dan berkelanjutan.

Pada standar PLN sendiri terdapat batas aman ketika ada rugi rugi daya ataupun rugi tegangan, yakni 5% untuk rugi tegangan dan 10% untuk rugi daya. Berbagai strategi dapat diterapkan untuk mengurangi rugi-rugi daya dalam sistem distribusi energi listrik. Seperti merancang ulang konfigurasi jaringan distribusi, untuk mengurangi pemborosan energi yang disebabkan oleh jarak dan beban yang terlalu tinggi, atau menempatkan pembangkit tersebar seperti PLTS di lokasi yang strategis, pemilihan jenis kabel dengan isolasi yang tepat juga dapat mengurangi kerugian daya pada saluran tegangan tinggi. Dengan melakukan langkah-langkah yang ada, kita dapat mengoptimalkan kinerja sistem distribusi energi listrik, menciptakan efisiensi yang lebih besar, dan mengurangi biaya operasional [5].

4. Aplikasi ETAP dalam Analisis Daya

ETAP (ELECTRICAL TRANSIENT ANALYZER PROGRAM) merupakan sebuah aplikasi inovatif yang didesain untuk mendukung infrastruktur tenaga listrik. Perangkat lunak ini juga tidak hanya mampu menjalankan simulasi tenaga listrik secara offline, tetapi juga dapat mengelola data real-time saat terhubung online. Software ETAP ini punya beberapa fitur yang beragam, contohnya seperti analisis mendalam terhadap proses pembangkitan, transmisi, dan distribusi tenaga listrik [6].

Gambar 4.1 Logo Software ETAP

Sumber : etap.com

Melalui kemampuan software ETAP ini dapat memberikan kesempatan kepada penggunaannya untuk melakukan analisis yang

sangat mendalam terhadap berbagai aspek dari sistem tenaga listrik. Berbagai fitur seperti analisis pembangkitan, transmisi, dan distribusi tenaga listrik memberikan fleksibilitas yang sangat luas bagi para profesional dalam bidang kelistrikan dalam upaya mereka memahami dan mengoptimalkan kinerja dari sistem yang mereka kelola [7]. ETAP juga memberikan kemungkinan bagi pengguna untuk mengembangkan proyek sistem tenaga menggunakan diagram satu garis dan pengkabelan sistem ground untuk melakukan berbagai jenis analisis yang diperlukan, termasuk aliran daya, hubung singkat, start motor, dan stabilitas transien. Hal ini menjadikan ETAP bukan sekadar sebagai alat bantu biasa, melainkan sebagai solusi utama dalam industri kelistrikan yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap aspek dari sistem tenaga listrik dapat berjalan dengan efisien dan aman [8].

Dengan pemanfaatan ETAP, insinyur listrik dapat mengidentifikasi titik lemah pada suatu rangkaian, seperti dalam jaringan distribusi, mengevaluasi transien saat motor dihidupkan, atau bahkan memperkirakan stabilitas sistem dalam situasi yang fluktuatif. Semua ini dapat diselesaikan secara tepat dan efisien dengan memanfaatkan fitur-fitur yang ada dalam software ini [9].

Selain itu, ETAP juga memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi terhadap berbagai skenario yang mungkin terjadi sehari-hari. Ini memungkinkan para profesional untuk menguji strategi perbaikan atau peningkatan sistem tanpa memengaruhi operasi sebenarnya. Hal ini memberikan kesempatan bagi mereka untuk mengoptimalkan kinerja sistem tenaga listrik mereka tanpa risiko yang signifikan. Dengan kapabilitas yang beragam dan luas, ETAP tidak hanya menjadi alat analisis biasa, tetapi juga dapat digunakan untuk inovasi dalam industry kelistrikan. Pengguna dapat terus mengembangkan dan meningkatkan sistem mereka [10].

III. METODOLOGI

A. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT PLN (Persero) UP3, khususnya pada jaringan penyulang Sukamulya.

B. Data dan Alat yang Digunakan

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Data teknis penyulang Sukamulya, seperti konfigurasi jaringan, kapasitas gardu, dan parameter beban.
- Data pengukuran lapangan, seperti tegangan, arus, dan faktor daya.

Alat utama yang digunakan adalah perangkat lunak ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) versi terbaru, yang mendukung simulasi aliran daya, analisis kehilangan daya, dan evaluasi kinerja sistem.

C. Tahapan Penelitian

Terdapat beberapa tahapan pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data: Pengumpulan Data: Data operasional dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan, wawancara dengan teknisi, dan dokumentasi resmi dari PT PLN (Persero) UP3 Purwakarta. Data ini mencakup informasi tentang kapasitas gardu, panjang saluran, serta karakteristik beban pada penyulang Sukamulya.
2. Pembuatan Single Line Diagram (SLD): Data yang telah dikumpulkan digunakan untuk membuat diagram satu garis (SLD) pada software ETAP. Diagram ini mencakup seluruh komponen utama dalam sistem distribusi, seperti gardu induk, saluran penyulang, transformator, dan beban. SLD ini merupakan model dasar yang digunakan untuk simulasi aliran daya dan analisis sistem.
3. Simulasi Aliran Daya: Penggunaan ETAP untuk simulasi aliran daya untuk menghitung rugi-rugi tegangan, rugi-rugi daya aktif dan rugi-rugi daya reaktif pada jaringan penyulang Sukamulya. Simulasi ini mencakup berbagai skenario beban, termasuk kondisi beban penuh dan beban parsial, untuk mengevaluasi kinerja sistem secara menyeluruh.
4. Analisis Hasil Simulasi: Hasil simulasi dianalisis untuk mengidentifikasi lokasi dan besaran rugi-rugi daya pada jaringan. Data yang dihasilkan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh PLN untuk menentukan

apakah efisiensi sistem berada dalam batas toleransi.

5. Rekomendasi Optimalisasi: Berdasarkan hasil analisis, disusun rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi sistem distribusi. Langkah-langkah optimalisasi meliputi pemasangan kapasitor bank untuk mengurangi daya reaktif, perbaikan konfigurasi jaringan, dan pemilihan kabel dengan resistansi rendah.
6. Validasi Hasil: Validasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi ETAP dengan data operasional aktual yang diperoleh dari pengukuran lapangan. Hal ini memastikan akurasi model dan simulasi yang digunakan dalam penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data, hal ini dilakukan dengan menganalisa data yang diberikan dari pihak PT.PLN UP3 Purwakarta. Analisa ini dilakukan pada jaringan penyulang Sukamulya yang di naungi oleh Unit Layanan Pengguna (ULP) Purwakarta. Proses dimulai dengan pengambilan data, kemudian pembuatan Diagram alur satu garis (Single Line Diagram) pada software ETAP kemudian melakukan analisa pada aspek yang akan dibahas.

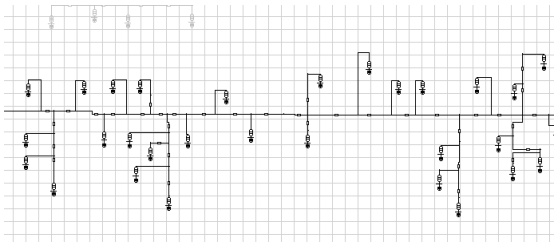
4.2 Pembuatan Single Line Diagram

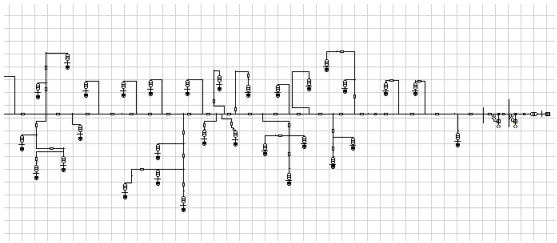
Sebelum membuat Single Line Diagram (SLD) perlu memasukan beberapa parameter agar analisa ini berjalan dengan lancar. Dibawah ini merupakan table berisikan data gardu yang ada pada penyulang Sukamulya ULP Kota PT. PLN (Persero) UP3 Purwakarta. Dibawah ini merupakan hasil data yang di dapat untuk penyulang Sukamulya PT. PLN UP3 Purwakarta. Terdapat kode nama GC dan GP, yang artinya Gardu Portal (GP) dan Gardu Cantol (GC).

Nama	Phase	Kapasitas (MVA)
GC GBU	3-Phase	0.100
GC AMR	3-Phase	0.250
GC BMJ	3-Phase	0.100
GC DAB	3-Phase	0.250
GC DGRH	3-Phase	0.100
GC GUK	3-Phase	0.160
GC KYN	3-Phase	0.100
GC MJC	3-Phase	0.100
GC MJJ	3-Phase	0.100
GC MJT	3-Phase	0.100
GC MJUL	3-Phase	0.100
GC MSK	3-Phase	0.100
GC PBM	3-Phase	0.100
GC PMJJ	3-Phase	0.100
GC PPSC	3-Phase	0.250
GC RMKA	3-Phase	0.100
GC RMKB	3-Phase	0.100
GC RWS	3-Phase	0.100
GC SGUK	3-Phase	0.100
GC SKY	3-Phase	0.160
GC SMA	3-Phase	0.160
GC SPSC	3-Phase	0.200
GC SSKY	3-Phase	0.100
GC STGJ	3-Phase	0.100
GC STGM	3-Phase	0.160
GC TGJ	3-Phase	0.160
GC TML	3-Phase	0.160
GC TMU	3-Phase	0.100
GP AMM	3-Phase	0.100
GP AMRA	3-Phase	0.400
GP DAC	3-Phase	0.315
GP DAP	3-Phase	0.100
GP DAY	3-Phase	0.100
GP KID	3-Phase	0.200

Tabel 4.1 Data Kapasitas Gardu Penyulang Sukamulya

Setelah mengetahui data yang akan dimasukan, barulah membuat single line diagram pada software ETAP seperti yang ada dibawah ini.



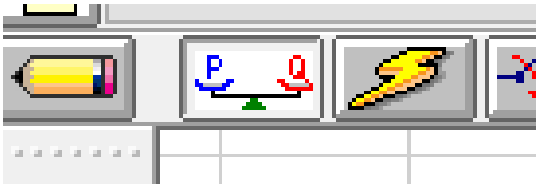


Gambar 4.1 Single Line Diagram Penyulang Sukamulya

Diagram ini dibuat berdasarkan data yang ada pada tabel diatas, diagram dibuat sejelas dan rapih agar saat proses simulasi tidak mengalami kesulitan untuk dibaca.

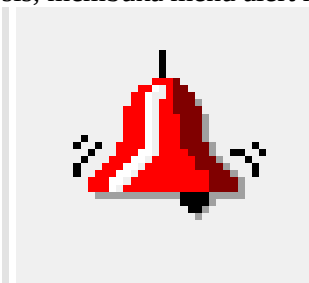
4.3 Running Hasil ETAP

Setelah rangkaian ETAP dibuat, kemudian membuka menu load flow analysis seperti dibawah ini.



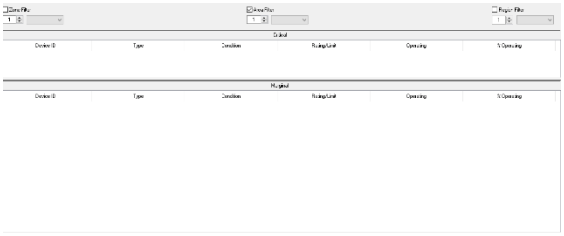
Gambar 4.2 Tombol Load Flow Analysis

Menu Load Flow Analysis pada software ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) berfungsi untuk melakukan analisis aliran daya, seperti Menghitung aliran daya pada setiap bus dan saluran transmisi, menghitung rugi-rugi daya aktif dan reaktif pada saluran transmisi/distribusi dan trafo, dan masih banyak fungsi lainnya. Setelah masuk ke menu load flow analysis, membuka menu alert review.



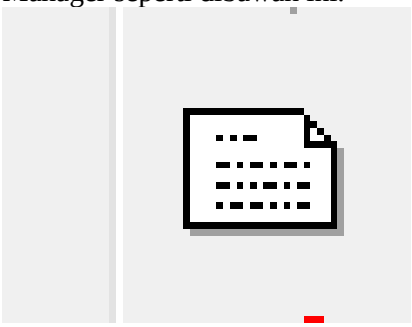
Gambar 4.3 Alert Review

Menu Alert Review pada software ETAP memungkinkan pengguna untuk melihat perangkat yang melebihi batas kemampuannya dalam studi arus hubung singkat. Setelah menjalankan studi, perangkat yang melebihi rating akan ditandai dengan warna magenta pada diagram satu garis. Fitur ini memudahkan pengguna ETAP untuk mengidentifikasi perangkat yang memerlukan tindakan perbaikan terkait ukuran pengaman yang sesuai di fasilitas mereka. Setelah menu alert review dibuka maka akan tampil seperti gambar dibawah ini.



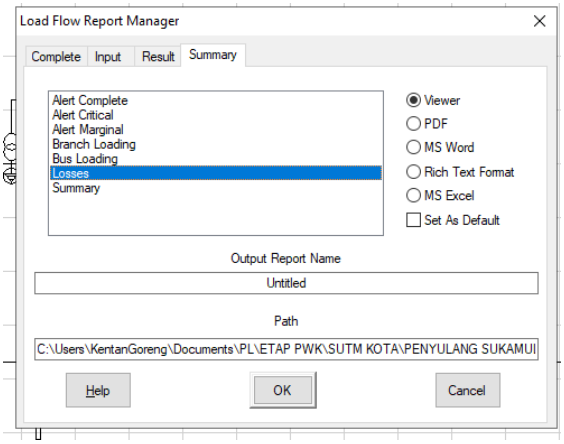
Gambar 4.4 Menu Alert Review Setelah Simulasi Dijalankan

Hasil simulasi diatas menunjukkan alert review memberikan informasi tentang seperti kondisi, limit, operasi. Sistem dianggap dalam kondisi kritis jika terjadi overvoltage dan jika terjadi undervoltage. Berdasarkan diagram di atas, tidak ada peringatan yang tercantum, yang menunjukkan bahwa sistem dalam keadaan aman dan jatuh tegangan serta rugi-rugi daya masih dalam kisaran yang dapat ditoleransi. Setelah melihat data pada menu alert review, dapat melanjutkan pengamatan pada menu Report Manager seperti dibawah ini.



Gambar 4.5 Menu Report Manager

Menu ini berisikan data data yang ada pada diagram yang dibuat. Kemudian akan muncul tab Bernama Load Flow Manager Report. Lalu pilih menu summary dan pilih losses kemdian tekan ok.



Gambar 4.6 Tab Load Flow Manager Report

Setelah menekan tombol “OK”, Maka akan tampil hasil rugi daya dari penyulang sukamulya yang telah dibuat.

NO.	Nama	Rugi Daya (kW)	Rugi Daya (kVAR)	Rugi Tegangan (%)
1	GC GBU	1.9	2.8	3.36
2	GC AMR	0.4	0.6	0.95
3	GC BMJ	0.1	0.2	0.88
4	GC DAB	2.3	3.4	2.32
5	GC DGRH	0.1	0.1	0.66
6	GC GUK	0.7	1.1	1.64
7	GC KYN	0.6	1	1.97
8	GC MJC	1.2	1.8	2.67
9	GC MJJ	0.3	0.4	1.28
10	GC MJT	1.1	1.6	2.56
11	GC MJUL	0.5	0.7	1.64
12	GC MSK	1	1.5	2.48
13	GC PBM	0.9	1.3	2.27
14	GC PMJJ	1.2	1.8	2.71
15	GC PPSC	1	1.5	1.57
16	GC RMKA	0.7	1.1	2.08
17	GC RMKB	1.4	2.1	2.92
18	GC RWS	0.7	1	2.01
19	GC SGUK	0.1	0.1	0.77
20	GC SKY	1.6	2.3	2.41
21	GC SMA	0.5	0.8	1.42
22	GC SPSC	1.1	1.7	1.83
23	GC SSKY	0.1	0.2	0.91
24	GC STGJ	1.5	2.3	3.03
25	GC STGM	2.3	3.5	2.96
26	GC TGJ	4.8	7.2	4.25
27	GC TML	2.1	3.2	2.81
28	GC TMU	2.1	3.1	3.55
29	GP AMM	0.1	0.2	0.84
30	GP AMRA	3.8	5.6	2.38
31	GP DAC	3.7	5.6	2.67
32	GP DAP	0.5	0.8	1.79
33	GP DAY	1.1	1.6	2.55
34	GP KID	0.5	0.5	0.26

Terlihat pada tabel diatas terdapat beberapa parameter yaitu rugi-rugi daya dalam satuan kW dan rugi-rugi daya serta rugi tegangan dalam satuan kVAR. Kehilangan daya (kW) mengacu pada kehilangan daya aktif. Sementara itu, rugi daya dalam bentuk kVAR merujuk pada rugi-rugi daya reaktif. Dari tabel diatas, terdapat beberapa tabel yang berisikan rugi daya dan rugi tegangan.

1. Dari hasil rugi tegangan pada penyulang sukamulya didapat hasil rata-rata sebesar 2,07% dari tegangan 20kV yang artinya rugi tegangan penyulang ini sebesar 0,414kV atau 414 Volt.
2. Kemudian dari hasil rugi daya dapat dihitung totalnya yakni 42 kW + 62,7 kVAR, kemudian dapat diubah menjadi kVA dengan menggunakan rumus:

$$\text{kVA} = \sqrt{\{(\text{kW})^2 + (\text{kVAR})^2\}}$$

Dengan hasil perhitungan yang diberikan

$$\text{kVA} = \sqrt{\{(42\ \text{kW})^2 + (62{,}7\ \text{kVAR})^2\}}$$

$$\text{kVA} = \sqrt{(1764) + (3932{,}29)}$$

$$\text{kVA} = \sqrt{5696{,}29}$$

$$\text{kVA} \approx 75{,}46\ \text{kVA}$$

Jadi, hasil akhir dari perhitungan adalah sekitar 75,46 kVA atau 1,54% dari Gardu Induk Cikumpay yang besarnya 4,9 MVA.

V. PENUTUP

Penelitian ini menganalisis rugi-rugi daya pada penyulang Sukamulya menggunakan software ETAP untuk memahami efisiensi sistem distribusi. Kajian ini menunjukkan bahwa rugi-rugi tegangan dan rugi-rugi daya masih dalam batas toleransi standar PLN, optimalisasi tetap diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem distribusi. Dengan pendekatan berbasis simulasi, penelitian ini menunjukkan bagaimana ETAP dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik-titik kritis dalam jaringan distribusi serta memberikan rekomendasi berbasis data guna meningkatkan kinerja sistem.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah pemanfaatan metode simulasi untuk mengevaluasi kondisi jaringan distribusi secara komprehensif. Temuan ini dapat menjadi referensi bagi pengelola sistem tenaga listrik dalam merancang strategi pengurangan rugi-rugi daya, seperti melalui optimalisasi konfigurasi jaringan, pemasangan kapasitor bank, serta pemilihan peralatan yang lebih efisien. Selain itu, Metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat diterapkan pada penelitian serupa di tempat lain untuk meningkatkan efisiensi seluruh jaringan distribusi.

Untuk pengembangan lebih lanjut, penelitian ini dapat diperluas dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti perubahan beban dinamis, integrasi pembangkit

energi terbarukan, serta penerapan teknologi smart grid. Dengan demikian, penelitian di masa depan diharapkan dapat memberikan solusi yang lebih inovatif dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan sistem distribusi tenaga listrik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] M. Putri, Cholish, Abdullah, A. Ramadhan, And M. Hasanah, "Utilization Of An Electrical Transient Analyzer Program (Etap) In Calculating Power Optimization For Fuel Cost Efficiency," *International Journal Of Engineering Trends And Technology*, Vol. 71, No. 7, Pp. 85–93, Jul. 2023, Doi: 10.14445/22315381/Ijett-V71i7p209.

[2] S. Anto And M. F. Siregar, "Analisis Efisiensi Pada Komponen Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya," 2020. [Online]. Available: Https://Api.Semanticscholar.Org/Corpusid:225262871

[3] I. N. Haq, J. Pradipta, M. R. S. Sheba, A. W. D. Persada, F. X. N. Soelami, And E. Leksono, "Simulasi Energi Dan Keekonomian Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Untuk Fungsi Peak Load Shaving Pada Bangunan Di Lingkungan Kampus Itb," *Journal Of Science And Applicative Technology*, Vol. 5, No. 1, P. 179, May 2021, Doi: 10.35472/Jsat.V5i1.449.

[4] D. S. Elysia, "Studi Penempatan Plts Optimal Untuk Mengurangi Rugi-Rugi Daya Dan Memperbaiki Tegangan Pada Sistem Jaringan Distribusi Menggunakan Metode K-Means Clustering," 2019. [Online]. Available: Https://Api.Semanticscholar.Org/Corpusid:213267199

[5] R. N. Hasanah, R. Nugraha, And H. Suyono, "Analisis Rugi-Rugi Daya Sistem Distribusi Dengan Peningkatan Injeksi Jumlah Pembangkit Tersebar," 2014. [Online]. Available: Https://Api.Semanticscholar.Org/Corpusid:191098865

[6] I. Darmawan, F. Abdurrahman Rafif, And A. Wahyu Wiratama, "Simulasi Aliran Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas (Pltmg) Badas Untuk Sistem Kelistrikan Sumbawa Besar Menggunakan Software Etap 16," *Jurnal Informatika, Teknologi Dan Sains*, Vol. 1, No. 2, Pp. 111–116, Nov. 2019, Doi: 10.51401/Jinteks.V1i2.416.

[7] B. K. Juandika And B. Suprianto, "Analisis Sitem Proteksi Hubung Singkat Pada Jaringan Tegangan Menengah 20kv Menggunakan Aplikasi Electrical Transient Analyzer Program (Etap) Di Pt. Pln (Persero) Ulp Ngunut," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 12, No. 2, Pp. 33–42, Jul. 2023, Doi: 10.26740/Jte.V12n2.P33-42.

[8] A. Hasibuan, A. Afrizal, M. Jannah, S. Nisworo, F. S. Lukman, And I. M. A. Nrartha, "Optimizing Technical Losses Of The Pln Distribution Network With Changes In Operational Patterns In 2023 At Pln Ulp Lhokseumawe," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, Vol. 19, No. 4, Dec. 2023, Doi: 10.17529/Jre.V19i4.33838.

[9] N. R. Yuliansyah, F. Achmad, And S. I. Haryudo, "Analisis Perbaikan Rugi Daya Melalui Pemasangan Kapasitor Bank Dengan Metode Newton Rapshon Simulasi Software Etap 12.6.0 Di Cv Praya Karya Lingkar Timur Sidoarjo," *Jurnal Teknik Elektro*, Vol. 11, No. 1, Pp. 23–29, Dec. 2021, Doi: 10.26740/Jte.V11n1.P23-29.

[10] E. Pradana, R. Muhammad, And I. Arif Raharjo, "Simulasi Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Di Gardu

Induk Gandul Pt. Pln (Persero) Menggunakan Software Matlab Power System Analysis Toolbox (Psat) 2.1.7 Dengan Metode Newton Raphson," *Journal Of Electrical Vocational Education And Technology*, Vol. 5, No. 1, Pp. 14–20, May 2020, Doi: 10.21009/Jevet.0051.03.