SainETIn (Jurnal Sain, Energi, Teknologi & Industri), Vol. 10 No. 2, Juni 2026, pp. 71 – 76
ISSN 2548-6888 print, ISSN 2548-9445 online

Analisis Aliran daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Gauss Seidel

Zulfahri[1], Monice[2]
[1,2] Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning
Koresponden Author : monice@unilak.ac.id

Abstrak

Untuk menunjang bertambahnya permintaan energi listrik harus diimbangi dengan peningkatan kualitas energi listrik yang disalurkan. Dengan melakukan suatu analisa terhadap sistem tenaga merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas energi listrik, dikarenakan analisa sistem tenaga mencakup beberapa permasalahan utama dalam sistem tenaga yaitu aliran beban, hubung singkat, stabilitas dan pengaman. Tujuan penelitian untuk melakukan analisa aliran daya pada Feeder Gemini GI Perawang PT. PLN (Persero) ULP Perawang. Metode penelitian menggunakan aliran daya Gauss Seidel diaplikasikan untuk menghitung Aliran Daya menggunakan Program Matlab R16a pada Feeder Gemini GI Perawang PT. PLN (Persero) ULP Perawang diperoleh konvergensi pada 0,00913068 pada iterasi ke-101. Tegangan dan sudut tegangan di dapati. berkisar antara 1,050 sampai 0,995. Pada bus 1 kondisi sistem dengan tegangan tertinggi sebesar 1,050 sedangkan pada bus yang lain pada masih kondisi normal , dan tegangan minimum terjadi di bus 79 dan bus 80 sebesar 0,995 pu. Sedangkan jumlah daya aktif dan reaktif yang dimiliki oleh sistem adalah sebesar 2,406 MW dan 1,019 MVAR untuk memenuhi kebutuhan beban dan rugi yang dialami saluran sebesar 0,124 kW dan 0,186 kVAR

Kata Kunci: Analisa Aliran Daya, Metode Gauss Seidel, Matlab

Abstrak

To support the growing demand for electrical energy, the quality of the electrical energy supplied must be improved. Conducting an analysis of the power system is one way to improve the quality of electrical energy, as such an analysis addresses several key issues in the power system, namely load flow, short circuits, stability, and protection. The objective of this study is to analyze power flow in the Gemini GI Perawang Feeder at PT. PLN (Persero) ULP Perawang. The research method employed the Gauss-Seidel power flow algorithm, applied to calculate power flow using MATLAB R16a on the Gemini GI Perawang Feeder at PT. PLN (Persero) ULP Perawang; convergence was achieved at 0.00913068 on the 101st iteration. The voltage and voltage angles were found to range from 1.050 to 0.995. At bus 1, the system exhibited the highest voltage of 1.050, while the other buses remained in normal conditions; the minimum voltage occurred at buses 79 and 80, both at 0.995 pu. Meanwhile, the system's active and reactive power amounts to 2.406 MW and 1.019 MVAR, respectively, to meet load demand, with line losses of 0.124 kW and 0.186 kVAR.

Translated with DeepL.com (free version)

Keywords: *Power Flow Analysis, Gauss Seidel Method, Matlab*

1. PENDAHULUAN

Evaluasi jaringan, baik perencanaan maupun desain, umumnya akan meningkat sesuai dengan kebutuhan konsumen, peningkatan kebutuhan listrik harus diimbangi dengan peningkatan kualitas daya listrik yang dipasok oleh perusahaan listrik [1]. Tuntutan daya dan kepadatan beban yang lebih tinggi membuat pengoperasian sistem tenaga menjadi lebih rumit. Dengan penyaluran energi listrik ke konsumen yang jauh, menimbulkan peningkatan rugi-rugi daya dan penurunan tegangan yang

cukup besar sehingga mengakibatkan kinerja sistem yang buruk [2].

Dalam proses pengiriman energi listrik mulai dari pusat listrik sampai Distribusi atau Tegangan Rendah (TR) terjadi kehilangan energi listrik atau sering disebut rugi-rugi daya (losses)) bisa diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain yaitu kebocoran isolator akibat penurunan tegangan, saluran yang terlalu panjang, penyambungan kabel dan lain lain. Peningkatan permintaan daya dan kepadatan beban yang tinggi membuat operasi sistem tenaga semakin rumit [3]. Dalam penyaluran tenaga listrik ke konsumen yang letaknya berjauhan, maka sistem mengalami kenaikan rugi-rugi daya dan jatuh tegangan yang cukup besar yang mengakibatkan rendahnya kinerja sistem tersebut. [4]

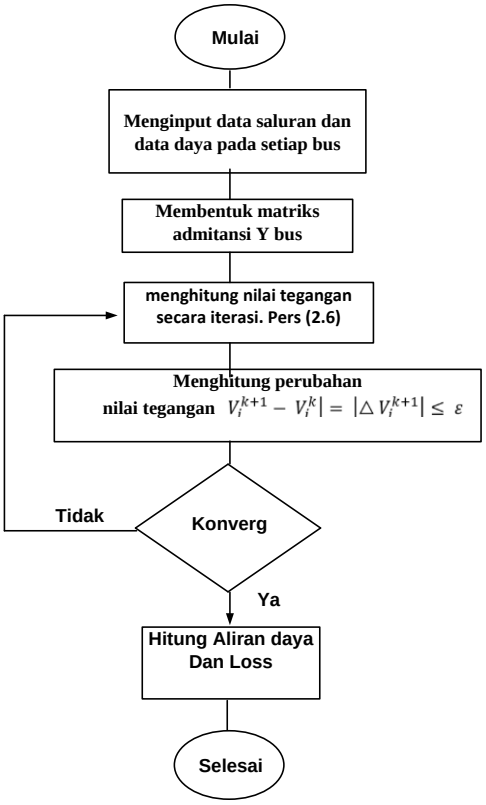
Disamping itu untuk menunjang bertambahnya permintaan energi listrik harus diimbangi dengan peningkatan kualitas energi listrik yang disalurkan. Dengan melakukan suatu analisa terhadap sistem tenaga merupakan salah satu cara untuk meningkatkan kualitas energi listrik, dikarenakan analisa sistem tenaga mencakup beberapa permasalahan utama dalam sistem tenaga [5].

Analisis sistem tenaga listrik adalah suatu cara untuk meningkatkan kualitas daya listrik, meliputi analisa parameter aliran beban, kondisi keseluruhan suatu sistem tenaga listrik, apakah masih memenuhi batas yang telah ditentukan, dan untuk menentukan rugi-rugi daya. [6][7]

Perhitungan aliran daya saat ini telah banyak menggunakan aplikasi komputer, tujuannya untuk mempermudah dan mendapatkan hasil yang lebih akurat, melalui penelitian ini, dilakukan melalui simulasi dan analisis aliran daya pada Feeder Gemini GI Perawang PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan Perawang, bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem tenaga listrik, yaitu aliran daya aktif maupun reaktif serta profil tegangan setiap bus dalam sistem. Simulasi aliran daya dilakukan menggunakan aplikasi Gauss Seidel melalui program Matlab versi R2016a.

2. METODE PENELITIAN

Tujuan dari Penelitian ini adalah Menerapkan metode Gauss Seidel dalam menyelesaikan analisis aliran daya pada sistem tenaga listrik serta mengetahui kondisi tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif pada sistem tenaga listrik penyulang Feeder Gemini GI Perawang PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan Perawang pada kondisi operasi normal. melalui metode Gauss Seidel dan disimulasikan pada Feeder Gemini Gardu Induk Perawang. Seperti ditunjukkan pada.



Gambar 1 Diagram Alir

Perhitungan aliran daya pada dasarnya adalah menghitung besaran tegangan |V| dan susdut fasa tegangan δ pada setiap G.I pada kondisi tunak dan kondisi fasa tidak seimbang. Hasil perhitungan ini digunakan untuk menghitung besar aliran daya aktif P dan daya reaktif Q di setiap peralatan transmisi, besaran daya aktif P dan daya reaktif Q yang harus dibangkitkan disetiap pusat pembangkitan serta jumlah rugi-rugi di sistem. [8][9]

Dalam analisis aliran daya pada sistem daya, biasanya rel atau busbar dibagi dalam tiga klasifikasi yaitu: rel atau bus pembangkitan (regulated bus, PV- bus), pada rel ini magnitude tegangan ⌈V⌉, dan daya aktif P telah ditetapkan sedangkan sudut fase tegangan ∅, dan daya reaktif (Q) diperoleh pada akhir program (Q harus dalam batas $Q_{min} \leq Q \leq Q_{max}$).

Aplikasi Hukum arus Kisrchoff pada bus dapat diberikan :

$$\boldsymbol{I_i = y_{i0}\, v_i + y_{i1}(v_i - v_1) + y_i2\,(-v2\,) + \ldots + y_in\,(vi - v_n\,)} = (y_{i0} + y_{i1} + y_{i2} + y_{in})V_i - y_{i1}\,V_1 - y_{i2}\,)\,V_2 - y_{in}\,V_n \quad (1)$$

Atau

$$I_1\,V_i\,\sum_j^n yij - \sum_{j=1}^n yij - yij\,V_j,\ j \neq i \quad (2)$$

Daya aktip dan daya reaktip pada bus i adalah:

$$P_i + j\,Q_i = V_i.I_i^* \quad (3)$$

Atau

$$I_1 = \frac{P_i + j\,Q_i}{V_i^*} \quad (4)$$

Dari persamaan (2) dan (4), diperoleh

$$\frac{P_i + j\,Q_i}{V_i^*} = V_i\,\sum_j^n yij - \sum_{j=1}^n yij\ \ V_j,\ j \neq i \quad (5)$$

Dari hubungan diatas formulasi perhitungan dari aliran daya dalam Sistem Tenaga harus diselesaikan dengan teknik iterasi.

Penyelesaian dengan Metode Gauss Seidel .

Dalam metode ini, besaran-besaran yang tidak diketahui mula-mula dimisalkan dan harga yang diperoleh dari persamaan pertama, misalnya V1 selanjutnya digunakan untuk memperoleh V2 dari persamaan kedua dan seterusnya. Persamaan (5) adalah persamaan nonlinier pada tiap-tiap bus dengan 2 variabel yang belum diketahui. Dengan metode Gauss – Seidel, untuk menyelesaikan Vi secara iterasi persamaan tersebut menjadi :

$$\mathbf{V_i^{(k+1)} = \frac{P_i^{sch} - j\,Q_i^{sch}}{V_i^{(k)}},\ j \neq i} \quad (6)$$

Dengan yij adalah admitansi sebenarnya per unit, $P_i^{sch} dan\ Q_i^{sch}$ adalah daya aktip dan daya reaktip dinyatakan per unit, arus yang memasuki bus I diasumsikan positip. Untuk bus berbeban, daya aktip dan daya reaktip mengalir menjauhi bus, $P_i^{sch} dan\ Q_i^{sch}$ bernilai negatip. Jika persamaan (5) diselesaikan untuk Pi dan Qi , maka:

$$P_i^{(k+1)} R\left\{V_i^{*(k)}\left[V_i^{(k)}\ \sum_j^n yij - \sum_{j=1}^n yij\,.\,V_j^{*(k)}\right]\right\} j \neq i \quad (7)$$

Dan

$$Q_i^{(k+1)} = -j_m\left\{V_i^{*(k)}\left[V_i^{(k)}\ \sum_{j=0}^n yij - \sum_{j=0}^n yij\,.\,V_j^{(k)}\right]\right\} j \neq i \quad (8)$$

Persamaan aliran daya biasanya dinyatakan dalam elemen matriks bus (Ybus), yang ditunjukkan dengan Yij = - yij, dan elemen-elemen diagonalnya Yij = sehingga :

$$V_i^{(k+1)} = \frac{V_i^{(k+1)} = \frac{P_i^{sch} - j\,Q_i^{sch}}{V_i^{(k)}} - \sum Y_{ij}\ V_i^{(k)}}{Y_{ii}},\ j \neq I \quad (9)$$

Dan

$$P_i^{(k+1)} = -R\left\{V_i^{*(k)}\left[V_i^{(k)} + Y_{ii} + \sum_{j=1}^n Yij - Vij\right]\right\} j \neq 1 \quad (10)$$

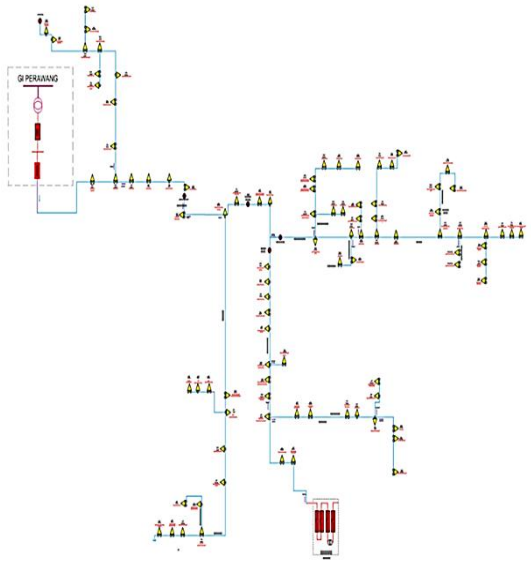
Subskript k + 1 menyatakan jumlah iterasi dimulai dari k = 0 bila, $\left|V_i^{k+1} - V_1^k\right| = \left|\triangle V_1^{k+1}\right| \leq \varepsilon$, untuk semua harga I, maka iterasi dianggap selesai, ε dinamakan indeks presisi. Kriteria untuk konvengasi bus PQ adalah : $\Delta V_1 < \varepsilon$.

Langkah-langkah perhitungan aliran daya menggunakan Metode Gauss Seidel dapat nyatakan sebagai berikut :

1. Mulai Menginput data saluran dan data daya pada setiap bus
2. Data beban (Daya aktif dan daya reaktif) diketahui pada setiap bus dan alokasi daya generator (daya aktif dan daya reaktif) dialokasikan untuk bus penadah
3. Membentuk matriks admitansi Y bus
4. Menyelesaikan persamaan 6 dengan menghitung nilai tegangan secara iterasi. Pada umumnya nilai tegangan awal sama dengan 1,0 + j0,0 pu untuk semua bus PQ sedangkan pada bus penadah nilai tegangan tetap.
5. menghitung perubahan nilai tegangan $\left|V_i^{k+1} - V_1^k\right| = \left|\triangle V_1^{k+1}\right| \leq \varepsilon$.
6. Apabila langkah no. 4 diatas benar maka perhitungan selesai tetapi bila tidak maka perhitungan diulangi mulai dari langkah no.3.
7. Menghitung nilai daya pada bus penadah dengan mensubsitusi hasil perhitungan tegangan ke dalam persamaan 3.

Data Sistem Feeder Gemini Gardu Induk Perawang

Data-data yang dikumpulkan adalah berupa diagram satu garis (*single line diagram*) dari penyulang Gemini pada 2



Gambar 2 Single Line Single Line Diagram Penyulang Gemini

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data dan Objek Pembahasan

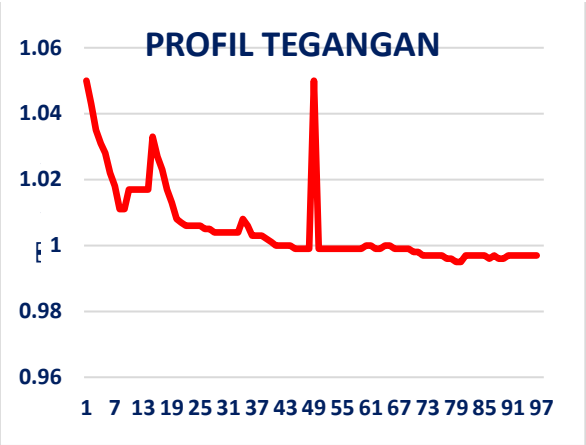
Penelitian yang dilakukan pada sistem tenaga listrik di Feeder Gemini GI Perawang sebagai informasi yang dapat dijadikan sebagai pedoman dalam pengoperasian, pengendalian, maupun pengembangan sistem. Salah satu informasi yang dibutuhkan adalah bagaimana aliran daya yang terjadi pada sistem untuk kondisi normal saat ini, gambaran mengenai kondisi tegangan, arus, daya aktif dan daya reaktif melalui aliran daya Gauss Seidel pada Feeder Gemini GI Perawang dapati sebagai berikut :

Analisis Hasil

Pada simulasi metode Gauss Seidel untuk menghitung aliran daya menggunakan matlab R2016a. Proses Aliran daya ditujukan untuk mendapatkan profil tegangan dan total kehilangan daya dalam sistem jaringan. Pembatasan yang perlu dipertimbangkan adalah:

1. Batasan tegangan pada bus Vmin = 0,95 pu dan Vmax = 1,05 pu.
2. Rugi-rugi daya Aktif dan Reaktif.

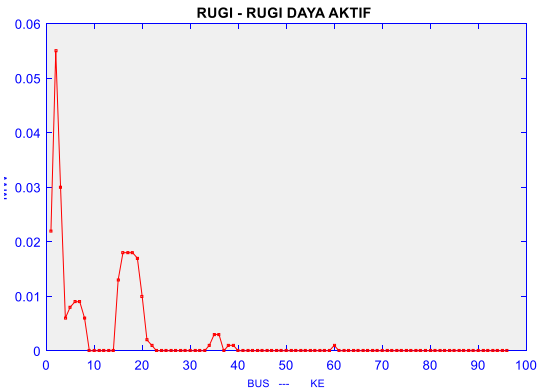
Berikut ini akan menampilkan hasil simulasi dengan Metode Gauss Seidel dalam Aliran daya Jaringan Listrik Feeder Gemini GI Perawang. Profil tegangan pada tiap bus sebagai berikut:



Gambar 3 Profil tegangan Feeder Gemini GI Perawang berdasarkanAliran daya Gauss Seidel

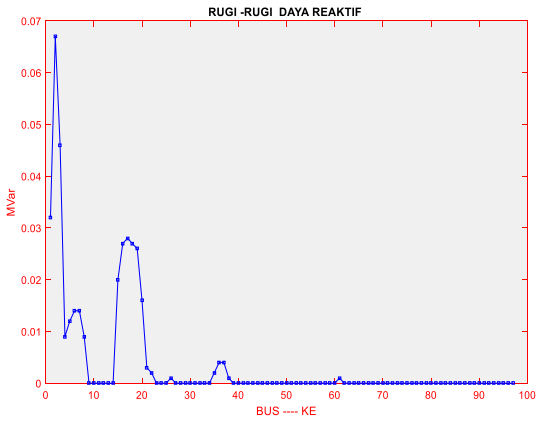
Grafik tegangan melalui aliran daya memperlihatkan kondisi tegangan pada tiap-tiap bus. Berkisar antara 1,050 sampai 0,995. Pada bus 1 kondisi sistem dengan tegangan tertinggi sebesar 1,050 sedangkan pada bus yang lain pada masih kondisi normal , sedangkan tegangan minimum terjadi di bus 79 dan bus 80 sebesar 0,995 pu

Perhitungan dengan metode Gauss Seidel memperlihatkan nilai loses yang semakin rendah seiring pertambahan iterasi. Proses penyelesaian persamaan aliran daya mencapai konvergensi pada 0,00913068 pada iterasi ke-101. Perhitungan dengan metode Gauss Seidel memperlihatkan nilai loses yang semakin rendah seiring pertambahan iterasi.

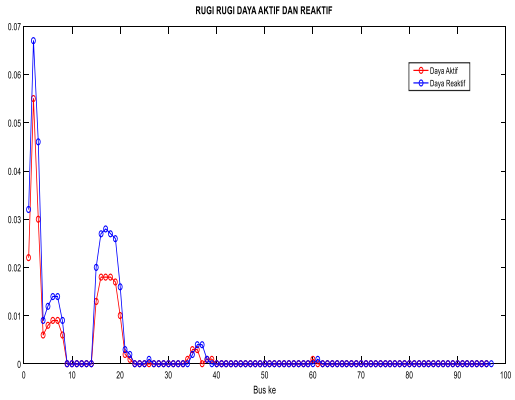


Gambar 4 Grafik rugi daya aktif Feeder Gemini GI PerawangMelalui Aliran daya Gauss Seidel

Gambar 4 merupakan hasil perhitungan menggunakan metode Gauss Seidel dan program Matlab R2016a . Jumlah daya aktif yang dimiliki oleh sistem adalah sebesar 2.406 MW untuk memenuhi kebutuhan beban dengan kerugian daya aktif sebesar 0.124 kW.



Gambar 5 Grafik rugi-rugi daya Reaktif Feeder Gemini GI Perawang Melalui Aliran daya Gauss Seidel



Gambar 6 Grafik rugi-rugi daya Aktif dan daya Reaktif Feeder Gemini GI Perawang Melalui Aliran daya Gauss Seidel

Sedangkan total daya reaktif tercatat adalah 1.019 MVAR, dengan rugi daya reaktif yang dialami saluran adalah sebasar sebesar 0.186 kVAR. Seperti gambar 5 dan gambar 6 Grafik Daya aktif dan rektif melalui Aliran daya Gauss Seidel.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan pada Feeder Gemini GI Perawang PT. PLN (Persero) Unit Pelayanan Pelanggan Perawang diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil perhitungan iteratif menggunakan metode Gauss Seidel mencapai konvergensi pada iterasi ke-101 dengan toleransi 0,00913068. Pada bus 1 mengalami kondisi tegangan tertinggi sebesar 1,050 sedangkan Tegangan minimum terjadi di bus 79 dan 80 sebesar 0,995 pu
2. Dari hasil analisis aliran daya Feeder Gemini GI Perawang menggunakan Metode Gauss Seidel didapati jumlah daya aktif dan reaktif yang dimiliki oleh sistem adalah sebesar 2,406 MW dan 1,019 MVAR untuk memenuhi kebutuhan beban dan rugi yang dialami saluran sebesar 0,124 kW dan 0,186 kVAR

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] Afroni, M Jasa, H M Taqijuddin Alawy, dan Bagus Wahyu Romadhon. 2018. “Analisa Perbandingan Energi Balance Pada Sistem Kelistrikan Menggunakan Software Matlab R2017a dan ETAP 12.6 di Pabrik Gula Kebon Agung Malang.” 3(2): 1–9.

[2] Amin, Nurhani. Perbandingan metode gauss-siedel dan metode newton-raphson dalam solusi aliran daya.

[3] Hasibuan, Arnawan, Muzamir Isa, Mohd Irwan Yusoff, dan Siti Rafidah Abdul Rahim. 2020. “Analisa Aliran Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Metode Fast Decoupled Menggunakan Software Etap.” RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi) : Jurnal Teknik Elektro 3(1): 37–45.

[4] Pu, Bingyuan 2019. “Gauss-Seidel Method for Calculation of Unbalanced Load Flow Gauss-Seidel Method for Calculation of Unbalanced Load Flow.”

[5] Saadat, H. 1999 Power System Analysis Series in Electrical and Computer Engineering Grainger McGraw-Hill

[6] Pu, Bingyuan et al. 2019. “Gauss-Seidel Method for Calculation of Unbalanced Load Flow Gauss-Seidel Method for Calculation of Unbalanced Load Flow.”

[7] Situmeang, Usaha, dan David Setiawan. 2022. “Aplikasi Metode Newton Rapshon Untuk Menghitung Aliran Daya Menggunakan Program Matlab R2016a.” 16(April): 109–15.

[8] Stevenson, William D.,Granger, John J., 1994., Power System Analysis., McGraw-Hill International Edition., New York.

[9] Zulfahri. 2020. "Implementasi Metode Newton Rafshon Dalam Rekonfigurasi Penyulang Sungkai Okura Di PT. PLN Unit Layanan Pelanggan (ULP) Rumbai." Foreign Affairs 3(2): 307–16