Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah
Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

Perbandingan Metode Gauss, Gauss Jordan, Iterasi Jacobi dan Gauss Seidel untuk Mendapatkan Arus pada Rangkaian Listrik

Davina Salmah An'nafri[1]; Al Khaafi Ridho Pratama[1]; Muthiara Shyafira Br Tampubolon[1]; Kiagus Alvin Iklas[1]; Jonathan Immanuel[1]; Kintan Juwita Sari[1]; Muhammad Bondan Setiawan[2,3]; Rika Agustina[4]; Miftahul Fikri [2*]; Christiono[2]; Syamsir Abduh[2]

1. Program Studi Teknik Tenaga Listrik, 2. Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi PLN, Menara PLN, Jl. Lingkar Luar Barat, RT.1/RW.1, Duri Kosambi, Cengkareng, Jakarta Barat, DKI Jakarta 11750, Indonesia
3. PLN Haleyora Power, Gedung 19 PT PLN (Persero) Pusertif, Jl. Laboratorium No.1, RW.1, Kel. Duren Tiga, Pancoran, Jakarta Selatan,12760, Indonesia
4. Tongwen School Jiaxing, No. 1599, Zuili Road, Jiaxing, Zhejiang Province, 314000 China

[*)]Email: miftahul@itpln.ac.id

Received: 9 Juli 2024 | Accepted: 12 September 2024 | Published: 12 September 2024

ABSTRACT

In electrical circuits getting a current value is important. As a first step in solving electrical circuit problems to obtain current values, Ohm's Law and Kirchoff's Law of current and Kirchoff's Law of voltage are used. Then, it is converted into the form of a Linear Equation System (SPL) and uses numerical methods to calculate. The purpose of this research is to use the equation of a 5-loop electrical circuit with 5 simultaneous linear equations of 5x5 order matrix, all of which will be solved especially using several methods in this research to determine the most accurate current value and the smallest error. Four methods are used in this study including the Gauss method, Gauss Jordan method, Jacobi iteration method and Gauss Seidel iteration method. Based on the results of the error of each method in this study using Root Mean Square Error (RMSE), the error obtained in the Gauss method is 0.02473, Gauss Jordan error is 0.02473, Jacobi iteration error is 0.00099 and Gauss Seidel error is 0.00153. It can be stated from the comparison that the Jacobi iteration method is the most accurate method with the smallest error results compared to the average error in other methods. So, in solving the problem of the most efficient current value is to use the Jacobi iteration method because of its superior accuracy compared to several numerical methods used in this study.

Keywords: *Electrical Circuit, Numerical Method, Linear Equation System, Root Mean Square Error*

ABSTRAK

Pada rangkaian listrik mendapatkan suatu nilai arus merupakan hal yang penting. Sebagai langkah awal dalam menyelesaikan masalah rangkaian listrik untuk mendapatkan nilai arus digunakan Hukum Ohm serta Hukum Kirchoff arus dan Hukum Khirchoff tegangan. Kemudian, diubah ke dalam bentuk Sistem Persamaan Linier (SPL) dan menggunakan metode numerik untuk dihitung. Tujuan penelitian ini menggunakan persamaan dari rangkaian listrik 5-loop dengan 5 persamaan linier simultan matriks ordo 5x5, yang seluruh persamaanya tersebut akan diselesaikan khususnya menggunakan beberapa metode yang ada pada penelitian ini untuk menentukan nilai arus paling akurat dan error paling kecil. Digunakan sebanyak empat metode pada penelitian ini diantaranya metode Gauss, metode Gauss Jordan, metode iterasi Jacobi dan metode iterasi Gauss Seidel. Berdasarkan hasil error masing-masing metode pada penelitian ini menggunakan Root Mean Square Error (RMSE) didapat error pada metode Gauss sebesar 0,02473, error Gauss Jordan 0,02473, error iterasi Jacobi 0,00099 dan error Gauss Seidel 0,00153. Dapat dinyatakan dari perbandingan tersebut bahwa metode iterasi Jacobi adalah metode yang paling akurat dengan hasil *error terkecil dibandingkan dengan rata-rata error pada metode lain. Sehingga, dalam menyelesaikan permasalahan nilai arus yang paling efisien ialah menggunakan metode iterasi Jacobi karena akurasinya yang lebih unggul dibandingkan dengan beberapa metode numerik yang digunakan pada penelitian ini.*

Kata kunci: *Rangkaian Listrik, Metode Numerik, Sistem Persamaan Linier, Root Mean Square Error*

Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

1. PENDAHULUAN

Dalam bidang elektronika, khususnya rangkaian listrik, tidak terlepas dari permasalahan untuk mendapatkan nilai arus [1]. Langkah pertama yang dilakukan untuk menyelesaikan masalah rangkaian listrik tersebut digunakan Hukum Ohm serta Hukum Kirchoff. Nilai yang diperoleh dapat diformulasikan ke dalam model matematika dan dapat dirumuskan secara numerik sebagai Sistem Persamaan Linier [2]. Selanjutnya, untuk menyelesaikan bentuk Sistem Persamaan Linear dapat digunakan metode Gauss, Gauss Jordan, Gauss Seidel, dan Jacobi.

Penerapan metode Gauss Jordan pada analisa rangkaian listrik dengan menggunakan aplikasi scilab menghasilkan perhitungan akurat dan tidak memerlukan banyak waktu tetapi, keakuratan hasilnya dapat dipengaruhi dari kesalahan dalam menganalisa rangkaian listrik [3]. Hasil iterasi metode Gauss-Seidel menunjukkan perhitungan yang lebih rendah dibandingkan iterasi Jacobi [4]. Analisis konvergensi menunjukkan bahwa metode iterasi Jacobi memerlukan iterasi yang lebih banyak untuk mendapatkan solusi yang akurat dalam menyelesaikan persamaan linier dibandingkan Gauss Seidel [5]. Kemudian, pada metode Gauss Jordan untuk mendapatkam nilai arus pada rangkaian jumlah iterasinya memerlukan n iterasi [1].

Namun, dari penelitian –penelitian tersebut hanya membahas perbandingan dari salah satu metode dan belum membandingkan berbagai metode secara bersamaan. Sehingga, pada penelitian ini digunakan perbandingan empat metode di antaranya metode Gauss, Gauss Jordan, Gauss Seidel, dan Jacobi dalam penyelesaian masalah rangkaian listrik untuk mengetahui metode mana yang memberikan hasil paling akurat, dengan nilai kesalahan paling kecil.

2. KAJIAN TEORI

Deskripsikan Dalam penyelesaian rangkaian Listrik untuk mendapatkan nilai arus maka digunakanlah hukum Ohm, hukum Kirchoff I serta Kirchoff II yang kemudian diformulasikan dalam model sistem persamaan linier. Selanjutnya dari bentuk sistem persamaan linier ini diselesaikan menggunakan beberapa metode numerik diantaranya Gauss, Gauss Jordan, iterasi Jacobi, dan iterasi Gauss Seidel.

2.1. Rangkaian Listrik

Rangkaian listrik adalah salah satu aplikasi di bidang kelistrikan [6] yang dapat dibedakan menjadi rangkaian seri dan paralel [7]. Umumnya, rangkaian listrik terdapat muatan yang mengalir apabila rangkaian dalam keadaan tertutup. Aliran muatan tersebut merupakan arus yang bergerak melalui suatu penghantar secara terus – menerus. Dalam rangkaian listrik terdapat sejumlah hambatan yang berfungsi untuk menghambat arus listrik [7].

2.2. Hukum Ohm

Dalam hukum Ohm memiliki keterkaitan dengan arus, tegangan, dan hambatan. Dimana arus mengalir pada hambatan akan sebanding dengan tegangan dan hambatannya berbanding terbalik dengan arus [8]. Jadi, dapat dikatakan, tegangan akan sebanding dengan arus dan hambatan. Secara sistematis dinyatakan sebagai berikut :

$$V = I \times R, \tag{1}$$

dimana V : tegangan
R : hambatan
I : arus

Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

2.3. Hukum Kirchoff I (KCL)

Pada hukum Kirchoff I umumnya dikenal dengan hukum arus Listrik atau *Kirchoff's Current Law* (KCL). Hukum ini hanya terdapat pada titik percabangan dalam suatu rangkaian listrik dimana arus mulai terbagi [9]. Dalam hal ini, arus yang memasuki titik percabangan akan bernilai sama dengan arus yang meninggalkan titik percabangan lainnya. Secara matematis hukum ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\Sigma I\ masuk = \Sigma I\ keluar \tag{2}$$

2.4. Hukum Kirchof II (KVL)

Selain hukum Kirchoff I terdapat hukum Kirchoff II yang dikenal sebagai hukum Kirchoff tegangan. Dimana beda potensial diantara 2 titik percabangan pada keadaan stabil adalah konstan atau dengan kata lain jumlah tegangan pada suatu rangkaian adalah nol [9]. Secara matematis :

$$\Sigma V = 0 \tag{3}$$

2.5. Sistem Persamaan Linier

Persamaan linier adalah suatu persamaan dengan setiap variabel tidak berisi eksponensial, trigonometri, perkalian, dan pembagian dengan variabel lain [10]. Jika terdapat sejumlah persamaan linier maka disebut dengan sistem persamaan linier. Sehingga sistem persamaan linier adalah sistem yang terdiri dari 2 atau lebih persamaan linier [11]. Salah satu contoh aplikasi dari sistem persamaan linier yaitu rangkaian listrik [10]. Sesuai dengan penyelesaiannya sistem persamaan liner dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian [10]: SPL memiliki solusi tunggal, SPL tidak memiliki penyelesaian, SPL mempunyai penyelesaian tak terhitung jumlahnya.

Dimana Bentuk dari suatu sistem persamaan linier dengan n direpresentasikan seperti berikut:

$$\begin{aligned}
&a_{11}I_1 + a_{12}I_2 + a_{13}I_3 + \cdots \cdots + a_{1n}I_n = b_1\\
&a_{21}I_1 + a_{22}I_2 + a_{23}I_3 + \cdots \ldots + a_{2n}I_n = b_2\\
&a_{31}I_1 + a_{32}I_2 + a_{33}I_3 + \cdots \ldots + a_{3n}I_n = b_3\\
&\vdots\\
&a_{n1}I_1 + a_{n2}I_2 + a_{n3}I_3 + \cdots \ldots + a_{nn}I_n = b_n,
\end{aligned} \tag{4}$$

dengan $a_{\mathrm{ij}}, b_{\mathrm{i}}$ merupakan konstanta dan I_j merupakan variable yang harus didapatkan, untuk $i = 1,2, \ldots, n$, dan $j = 1,2, \ldots, n$.

2.6. Metode Gauss

Dalam penyelesaian sistem persamaan linear banyak menggunakan metode eliminasi Gauss dengan menggunakan operasi matriks eselon-baris. Metode ini mengubah persamaan linier kedalam matriks augmentasi dan mengaplikasikan nilai-nilai yang menjadi lebih sederhana [12]. sistem persamaan linier mempunyai bentuk umum sebagai berikut :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ 0 & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ 0 & 0 & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ \cdots \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \cdots \\ b_n \end{bmatrix} \tag{5}$$

Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

dengan $a_{\mathrm{ij}}, b_{\mathrm{i}}$ merupakan konstanta dan I_j merupakan variable yang harus didapatkan, untuk $i = 1,2, \dots, n$, dan $j = 1,2, \dots, n$.

2.7. Metode Gauss Jordan

Metode Gauss Jordan telah dikenal cukup lama dalam penyelesaian sistem persamaan linier. Nama Gauss Jordan sendiri diambil dari nama matematikawan dan fisikawan besar yaitu Carl Friedrich Gauss dan Wilhelm Jordan sebagai bentuk penghormatan [13]. Metode Gauss Jordan merupakan bentuk tranformasi dari metode eliminasi Gauss [13], dimana tidak diperlukan lagi teknik substitusi mundur agar diperoleh solusi sistem persamaan linear [14]. Bentuk persamaan dari metode ini adalah :

$$\begin{bmatrix} a_{11} & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & a_{22} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & a_{33} & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ \cdots \\ I_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \cdots \\ b_n \end{bmatrix} \tag{6}$$

dengan $a_{\mathrm{ij}}, b_{\mathrm{i}}$ merupakan konstanta dan I_j merupakan variable yang harus didapatkan, untuk $i = 1,2, \dots, n$, dan $j = 1,2, \dots, n$.

2.8. Metode Iterasi Jacobi

Metode iterasi Jacobi merupakan metode yang biasa dipakai dalam menyelesaikan sistem persamaan linier dengan cara mengiterasikan persamaan yang terbentuk dari matriks tersebut. Metode iterasi Jacobi ini cukup sederhana dan membutuhkan banyak iterasi untuk mendapatkan nilai yang akurat [5]. Secara umum dituliskan dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{(b_1 - a_{12}I_2 - a_{13}I_3 - \ldots\ldots - a_{1n}I_n)}{a_{11}} \\ I_2 &= \frac{(b_2 - a_{21}I_2 - a_{23}I_3 - \ldots\ldots - a_{2n}I_n)}{a_{22}} \\ I_3 &= \frac{(b_3 - a_{31}I_1 - a_{32}I_2 - \ldots\ldots - a_{31}I_n)}{a_{33}} \\ &\vdots \\ I_n &= \frac{(b_n - a_{n1}I_1 + a_{n2}I_2 + \ldots\ldots + a_{nn-1}I_{n-1})}{a_{nn}} \end{aligned} \tag{7}$$

dengan $a_{\mathrm{ij}}, b_{\mathrm{i}}$ merupakan konstanta dan I_j merupakan variable yang harus didapatkan, untuk $i = 1,2, \dots, n$, dan $j = 1,2, \dots, n$.

2.9. Metode Gauss Seidel

Metode Gauss Seidel digunakan untuk menyelesaikan sistem persamaan linear yang lebih kompleks [15] dan metode ini adalah pembaharuan dari metode Jacobi [16]. Penyelesaian persamaan dengan metode ini melalui proses iterasi dengan menggunakan nilai yang diketahui sebelumnya untuk memperoleh nilai selanjutnya. Sehingga metode ini membutuhkan iterasi yang lebih sedikit untuk mendapatkan nilai akurat [17]. Bentuk persamaan yang digunakan dalam gauss seidel sebagai berikut [16]:

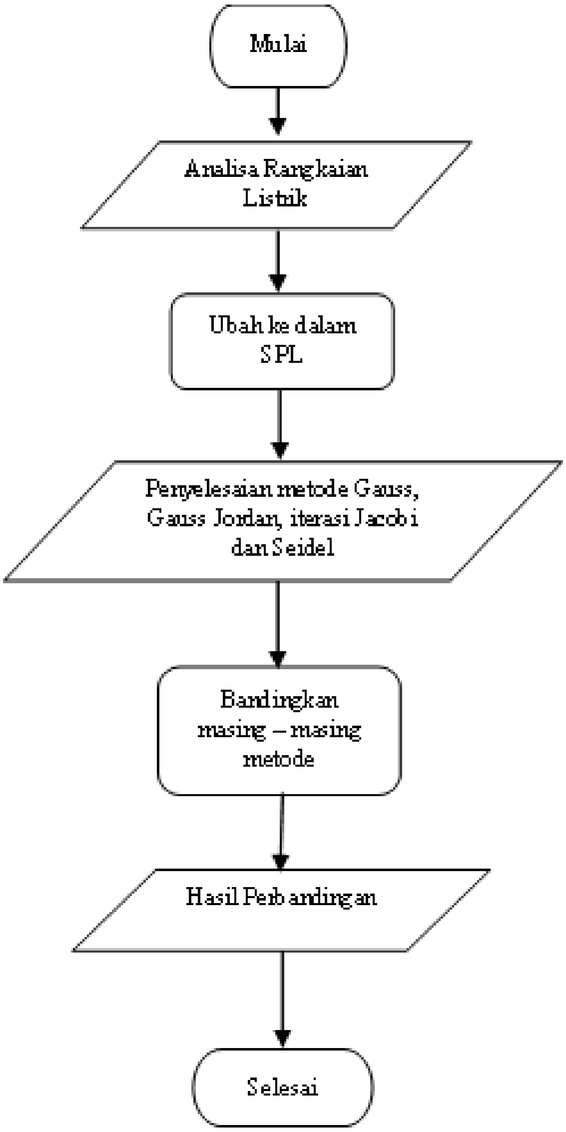
$$\begin{aligned} I_1{}^{m+1} &= \frac{(b_1 - a_{21}I_2^m - a_{13}I_3^m - \ldots\ldots - a_{1n}I_n^m)}{a_{11}} \\ I_2{}^{m+1} &= \frac{(b_2 - a_{21}I_1^{m+1} - a_{23}I_3^m - \ldots\ldots - a_{2n}I_n^m)}{a_{22}} \\ I_3{}^{m+1} &= \frac{(b_3 - a_{31}I_1^{m+1} - a_{32}I_2^{m+1} - \ldots\ldots - a_{31}I_n^m)}{a_{33}} \\ &\vdots \end{aligned} \tag{8}$$

$$I_n{}^{m+1} = \frac{(b_n - a_{n1}I_1^{m+1} - a_{n2}I_2^{m+1} - \ldots\ldots - a_{nn-1}I_{n-1}^{m+1})}{a_{nn}}$$

dengan $a_{\mathrm{ij}}, b_{\mathrm{i}}$ merupakan konstanta dan I_j merupakan variable yang harus didapatkan, untuk $i = 1,2,\ldots,n,$ dan $j = 1,2,\ldots,n,$ dan m merupakan iterasi ke$-m$.

3. METODOLOGI

Pada penelitian ini, dilakukan tahapan - tahapan untuk mendapatkan arus pada rangkaian listrik yang dapat dilihat pada diagram alir / *flowchart* pada Gambar 1. Gambar 1 menjelaskan tahapan-tahapan yang dilakukan pada penelitian ini. Di awali dengan menganalisa suatu rangkaian listrik lalu memodelkannya ke dalam bentuk sistem persamaan linear. Setelah itu, persamaan linear tersebut, dilakukan penyelesaian menggunakan empat metode yaitu metode Gauss, metode Gauss Jordan, metode iterasi Jacobi, dan yang terakhir menggunakan metode iterasi Gauss Seidel. Sehingga diharapkan memperoleh metode yang terbaik yaitu metode dengan nilai eror terkecil.

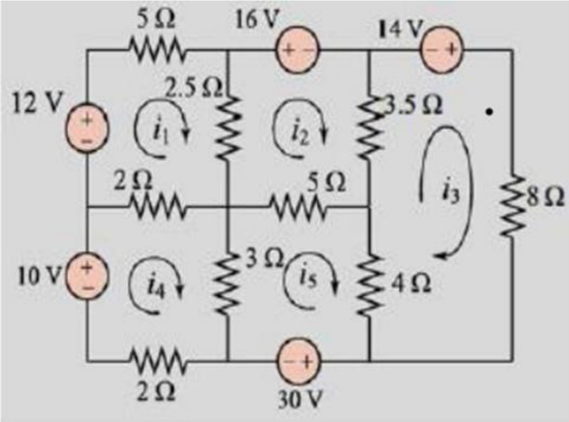


Gambar 1. Flowchart penyelesaian rangkaian listrik

Energi dan Kelistrikan: Jurnal Ilmiah
Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Data yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan rangkaian listrik yang mengacu dari penelitian sebelumnya. Data rangkaian listrik tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Rangkaian listrik [1]

Berdasarkan data yang ada pada Gambar 2 terdapat 5 buah loop, sehingga dengan menggunakan persamaan (1), (3), dan (4) akan diperoleh 5 persamaan sebagai berikut :

Loop 1 :
$$9{,}5I_1 - 2{,}5I_2 - 2I_4 = 12 \tag{9}$$

Loop 2 :
$$-2{,}5I_1 + 11I_2 - 3{,}5I_3 - 5I_5 = -16 \tag{10}$$

Loop 3 :
$$-3{,}5I_2 + 15{,}5I_3 - 4I_5 = 14 \tag{11}$$

Loop 4 :
$$-2I_1 + 7I_4 - 3I_5 = 10 \tag{12}$$

Loop 5 :
$$-5I_2 - 4I_3 - 3I_4 + 12I_5 = -30 \tag{13}$$

Dari seluruh persamaan (9)-(13) di atas selanjutnya akan diselesaikan menggunakan beberapa metode yaitu metode Gauss, Gauss Jordan, Iterasi Jaocobi, dan iterasi Gauss Seidel guna mencari nilai I_1, I_2, I_3, I_4, dan I_5.

4.1. Metode Gauss

Pada persamaan (9) - (13) diselesaikan dengan metode eliminasi Gauss merujuk persamaan (5). Sehingga diperoleh nilai arus masing-masing loop yaitu :

$I_1 = 0{,}116$
$I_2 = -3{,}928$
$I_3 = -1{,}188$
$I_4 = -0.538$
$I_5 = -4.667$

Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

4.2. Metode Gauss Jordan

Pada persamaan (6) metode Gauss Jordan digunakan untuk menyelesaikan persamaan (9) - (13) sehingga diperoleh hasil arus berikut :

$I_1 = 0{,}116$
$I_2 = -3{,}928$
$I_3 = -1{,}188$
$I_4 = -0{,}538$
$I_5 = -4{,}667$

4.3. Metode Iterasi Jacobi

Pada metode iterasi Jacobi persamaan (7), persamaan (9)-(13) diselesaikan sehingga didapatkan nilai arus masing-masing loop :

$I_1 = 0{,}116293$
$I_2 = -3{,}9275$
$I_3 = -1{,}188$
$I_4 = -0{,}5383$
$I_5 = -4.667$

4.4. Metode Iterasi Gauss Seidel

Persamaan (9) - (13) diselesaikan dengan metode iterasi Gauss Seidel merujuk pada persamaan (7), maka diperoleh nilai arus di masing- masing loop sebagai berikut :

$I_1 = 0{,}116308$
$I_2 = -3{,}92745$
$I_3 = -1{,}188$
$I_4 = -0{,}53833$
$I_5 = -4{,}66702$

Kemudian setelah mendapatkan nilai arus dari masing-masing metode, dilakukan substitusi nilai arus masing-masing metode ke persamaan loop. Sehingga dari perbedaan antara ruas kanan dan ruas kiri dapat dihasilkan nilai error. Lalu, dari nilai error tersebut dihitung RMSE (Root Mean Square Error) yang nilainya dapat dilihat pada tabel 1 :

Tabel I. Nilai RMSE Estimasi Nilai Arus pada RL menggunakan Metode Numerik

Metode	RMSE
Gauss	0,02473
Gauss Jordan	0,02473
Gauss Seidel	0,00153
Jacobi	0,00099

Dari tabel 1 dapat dilihat nilai RMSE dari tiap-tiap metode. Metode iterasi Jacobi ini memiliki nilai error yang paling kecil dibandingkan metode lainnya.

Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dari beberapa metode yang di pakai dalam penelitian ini untuk medapatkan nilai arus dengan nilai RMSE yang paling kecil menggunakan rangkain Listrik yang mempuyai 5 loop dan mempuyai 5 buah persamaan simultan yang memiliki ukuran 5x5 atau 5 buah variabel dapat di selesaikan dengan metode Jacobi karena Merupakan metode yang paling akurat sehingga dalam menyelesaikan masalah untuk mencari nilai arus dengan nilai RMSE yang paling kecil dapat menggunkan metode Jacobi Dimana metode tersebut memiliki nilai yang paling akurat yaitu 0,00099 dibandingkan metode-metode lainya seperti metode Gauss dengan nilai RMSE 0,02473, metode Gauss Jordan dengan nilai RMSE 0,02473 dan metode Gaus seidel dengan nilai RMSE 0,00153.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan output dari strategi pembelajaran 4-4-2 yang diterapkan di Institut Teknologi PLN. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Miftahul Fikri, S.Si., M.Si dan Prof. Ir. Syamsir Abduh, MM. PhD yang telah membimbing, arahan dan revisi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] P. Batarius et al., “ANALISIS METODE GAUSS-JORDAN DALAM PENENTUAN ARUS PADA RANGKAIAN LISTRIK,” Jurnal Ilmiah MATRIK, vol. 23, no. 3, 2021.
[2] Y. Rahayu, “PENERAPAN METODE NUMERIK PADA RANGKAIAN LISTRIK,” 2011.
[3] K. Anam and Y. Arnas, “Penerapan Metode Eliminasi Gauss Jordan pada Rangkaian Listrik Menggunakan Scilab,” Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru, vol. 12, 2019.
[4] S. Niyakka, “PERBANDINGAN METODE ITERASI JACOBI DAN ITERASI GAUSS SEIDEL DALAM PENYELESAIAN SISTEM PERSAMAAN LINIER DENGAN MENGGUNAKAN SIMULASI KOMPUTASI,” 2016.
[5] E. Wandalia and P. Matematika, “ANALISIS KONVERGENSI METODE ITERASI JACOBI DALAM MENYELESAIKAN PERSAMAAN SISTEM LINIER MATRIKS,” 2023.
[6] M. Mutoharoh, M. Sabrina, and D. Muliyati, “Pengembangan Bahan Ajar Metode Numerik Gauss Seidel pada Kasus Rangkaian Listrik,” Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, dan Terapan Teknologi, vol. 1, 2022, doi: 10.58797/pilar.
[7] B. H. Antoro, “ANALISIS PENYELESAIAN RANGKAIAN LISTRIK TERTUTUP DUA LOOP BERBANTUAN TABEL,” 2020.
[8] H. Sutiksno, F. H. Chandra, A. Savitri, and S. Ardhi, “MODEL ELEMEN RANGKAIAN LISTRIK DAN PENYELESAIANNYA UNTUK PROGRAM SIMULASI,” 2013.
[9] F. Syidiq, “Analisis Rangkaian,” Institut Teknologi Sumatera.
[10] SISTEM PERSAMAAN LINIER. 2019.
[11] S. Hidayati, “SISTEM PERSAMAAN LINEAR (SPL) UNTUK PENYELESAIAN MAGIC SQUARE,” 2015.
[12] D. F. Sr, E. Triono, and H. Anapranata, “IMPLEMENTASI METODE ELIMINASI GAUS PADA SISTEM INFORMASI INVESTASI EMAS MENGGUNAKAN OCTAVE,” Jurnal Informatika Polinema, vol. 5, 2019.
[13] A. Novia Rahma, R. Trisna Winti, and Rahmawati, “Menyelesaikan Sistem Kongruensi Linear Menggunakan Metode Eliminasi Gauss-Jordan,” SNTIKI UIN Syarif Kasim Riau, vol. 12, pp. 2579–5406, 2019.

Vol. 16, No. 1, Januari - Juni 2024, P-ISSN 1979-0783, E-ISSN 2655-5042
https://doi.org/10.33322/energi.v16i1.2506

[14] E. Lailatul Munawaroh, "IMPLEMENTASI METODE ELIMINASI GAUSS-JORDAN DAN DEKOMPOSISI CROUT DALAM MEMPREDIKSI VOLUME LALU LINTAS," UJM, vol. 10, no. 2, 2021, [Online]. Available: http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujm
[15] M. Abdi and dan Rahmat, "Perbandingan Metode Iterasi Jacobi dan Metode Iterasi Gauss-Seidel dalam Menyelesaikan Sistem Persamaan Linear Fuzzy."
[16] I. K. A. Atmika, "METODE NUMERIK," 2016.
[17] E. Rikarti, "PENYELESAIAN SISTEM PERSAMAAN LINIER KOMPLEKS MENGGUNAKAN METODE ITERASI GAUSS-SEIDEL," 2013.