

# **PERBANDINGAN ANALISA ALIRAN DAYA DENGAN MENGGUNAKAN METODE GAUSS-SEIDEL DAN METODE NEWTON-RAPHSON**

**Ir. Marada Sitompul, MSEE**

**Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas HKBP Nommensen-Medan  
Jl. Sutomo No. 4A-Medan**

## **Abstract**

Load flow analysis in electrical power system can be used to determine the power system parameters. The change on load increasing happen without gradually effect on increasing load of power plant, therefore need to increase capacity of power plant or power station include transmission. The proses of computation of load flow analysis conducted to system optimization. The method that used to calculate or determine system is solved by Gauss Seidel Iteration and Newton Raphson Methods. Both methods is used on analysis to calculate and simulate the three buses systems. To support the analysis, calculate been done by matlabs program. Finally got that Newton Raphson is faster compare Gauss Seidel Method.

Key Words : Load flow analysis, Gauss Seidel & Newton Raphson.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Ketutuhan energi listrik di Indoensia berkembang dengan sangat pesat. Semua kegiatan pembangunan sarana fisik pada berbagai sector menggunakan energi listrik salah satu penunjang kegiatannya.

Perkembangan demikian akan membawa pengaruh terhadap pengoperasian sistem tenaga listrik, antara lain stabilitas sistem dan koordinasi antara berbagai pusat tenaga listrik. Dalam hal initermasuk juga dalam proses analisis aliran daya karena semakin besar jaringan akan semakin terasa sulit untuk menganalisanya apabila hal itu dilakukan secara manual. Untuk mengetahui kondisi teknik sistem kelistrikan dilakukan analisis terhadap komponen sistem tenaga listrik yang meliputi pembangkit, saluran transmisi dan beban terpadang. Metode perhitungan aliran daya dapat digunakan untuk mengetahui besarnya nilai parameter-parameter di setiap Bus Sistem yang meliputi tegangan, daya, arus dan besarnya sudut fasa. Metoda yang dipakai dalam menyelesaikan perhitungan aliran daya antara lain adalah metoda Gauss-Seidel dan metoda Newton-Raphson.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Dalam analisis sistem tenaga listrik ada berbagai macam metoda untuk menganalisa aliran daya. Metoda-metoda tersebut akan dibandingkan (diuji), metoda mana yang memberikan hasil yang lebih cepat. Pada kesempatan ini akan diuji memperbandingkan metoda Gauss-Seidel dengan metoda Newton-Raphson.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan hal-hal diatas, peneliti akan melakukan pengujian perbandingan metoda Gauss-Seidel dengan metoda Newton-Raphson dalam analisis aliran daya pada Sistem tenaga Listrik dengan bantuan pemrograman MATLAB, untuk suatu sistem sederhana 3 Bus, dengan menganggap bus 1 sebagai bus referensi (slack bus) dan bus 2 dan 3 sebagai bus beban (load bus) Hasil pengujian ini dapat digunakan sebagai salah satu percobaan praktikum di Laboratorium Sistem Tenaga, Program Studi Teknik Elektro.

### 1.4. Kontribusi Penelitian

Informasi yang didapat dari hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pengetahuan tambahan bagi para mahasiswa peserta kuliah Analisis Sistem Tenaga di Program Studi Teknik Elektro dan juga sebagai bahan percobaan (praktikum) di Laboratorium Sistem Tenaga dengan menggunakan software yang telah ada dan mengubah-ubah datanya atau sistemnya.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1. Persamaan Aliran Daya

Dalam analisa aliran daya terdapat bus-bus yang menyusun sebuah sistem tenaga listrik, dan dikenal tiga tipe bus, yaitu bus P – Q atau bus beban, bus P – V disebut bus generator/ pembangkit, bus berayun (swing) atau bus penadah (slack).

Aplikasi Hukum arus Kirschhoff pada bus dapat diberikan :

$$I_i = y_{i0} V_i + y_{i1} (V_i - V_1) + y_{i2} (V_i - V_2) + \dots + y_{in} (V_i - V_n) \\ = (y_{i0} + y_{i1} + y_{i2} + \dots + y_{in}) V_i - y_{i1} V_1 - y_{i2} V_2 - y_{in} V_n \dots \dots \dots (1)$$

atau

$$I_i V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j, j \neq i \dots \dots \dots (2)$$

Daya aktif dan daya reaktif pada bus i adalah :

$$P_i + j Q_i = V_i \cdot I_i^* \dots \dots \dots (3)$$

atau

$$I_i = \frac{P_i - j Q_i}{V_i^*} \dots \dots \dots (4)$$

Dari persamaan (2) dan (4), diperoleh :

$$\frac{P_i - j Q_i}{V_i^*} = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j, j \neq i \dots \dots \dots (5)$$

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

## II.2. Penyelesaian dengan Metode Gauss – Seidel

Dalam metode ini, besaran-besaran yang tidak diketahui mula-mula dimisalkan dan harga yang diperoleh dari persamaan pertama, misalnya  $V_1$  selanjutnya digunakan untuk memperoleh  $V_2$  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  $V_i$  secara iterasi persamaan tersebut menjadi :

$$V_i^{(k+1)} = \frac{\frac{P_i^{sch} - j Q_i^{sch}}{V_i^{*(k)}} - \sum_{j \neq i} y_{ij} V_j^{(k)}}{\sum y_{ij}} \quad , j \neq i \dots\dots\dots(6)$$

Dengan  $y_{ij}$  adalah admitansi sebenarnya per unit,  $P_i^{sch}$  dan  $Q_i^{sch}$  adalah daya aktif dan daya reaktif dinyatakan per unit, arus yang memasuki bus  $i$  diasumsikan positif. Untuk bus berbeban, daya aktif dan daya reaktif mengalir menjauhi bus,  $P_i^{sch}$  dan  $Q_i^{sch}$  bernilai negatif. Jika persamaan (5) diselesaikan untuk  $P_i$  dan  $Q_i$ , maka :

$$P_i^{(k+1)} = R \left\{ V_i^{*(k)} \left[ V_i^{(k)} \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} \cdot V_j^{(k)} \right] \right\} \quad j \neq 1 \dots (7)$$

dan

$$Q_i^{(k+1)} = -I_m \left\{ v_i^{*(k)} \left[ v_i^{(k)} \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=0}^n y_{ij} \cdot v_j^{(k)} \right] \right\} \quad j \neq 1 (8)$$

Persamaan aliran daya biasanya dinyatakan dalam elemen matriks bus ( $Y_{bus}$ ), yang ditunjukkan dengan  $Y_{ij} = -y_{ij}$ , dan elemen-elemen diagonalnya  $Y_{ii} = \sum y_{ij}$  sehingga :

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

dan

$$P_i^{(k+1)} = R \left\{ v_i^{*(k)} \left[ v_i^{(k)} Y_{ii} + \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j^{(k)} \right] \right\} \quad j \neq 1 \dots\dots (10)$$

$$Q_i^{(k+1)} = -I_m \left\{ v_i^{*(k)} \left[ v_i^{(k)} Y_{ii} + \sum_{j=1}^n Y_{ij} V_j^{(k)} \right] \right\} \quad j \neq 1 \dots\dots(11)$$

Subskript  $k + 1$  menyatakan jumlah iterasi dimulai dari  $k = 0$

Bila

$$|V_1^{k+1} - V_1^k| = |\Delta V_1^{k+1}| \leq \epsilon, \text{ untuk semua harga } I, \text{ maka iterasi dianggap}$$

selesai, dinamakan indeks presisi. Kriteria untuk konvergensi bus PQ adalah :  $\Delta V_1 <$

### II.3. Penyelesaian dengan Metode Newton – Raphson.

Dalam metode ini persamaan aliran daya dirumuskan dalam bentuk polar. Arus yang masuk ke bus i dapat dituliskan dengan persamaan berikut (dalam bentuk polar) :

$$I_i = \sum_{j=1}^n |Y_{ij}| |V_j| \angle \theta_{ij} + \delta_j \dots\dots\dots(12)$$

Daya kompleks pada bus i adalah :

$$P_i - j Q_i = V_i^* I_i \dots\dots\dots(13)$$

Dari persamaan (12) dan (13) didapat persamaan :

$$P_i - j Q_i = |V_i| \cdot \delta_i \sum_{j=1}^n |Y_{ij}| |V_j| \angle \theta_{ij} + \delta_j \dots\dots\dots(14)$$

Atau kalau dipisahkan bagian real dan imajiner :

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \dots\dots\dots(15)$$

dan

$$Q_i = - \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \dots\dots\dots(16)$$

Persamaan (15) dan (16) membentuk persamaan aljabar non linier dengan variable sendiri. Besarnya setiap variable dinyatakan dalam satuan per unit dan untuk sudut fasa dinyatakan dalam satuan radial. Metode ini menerapkan deret Taylor, sebagai dasar perhitungan iterasinya dengan menggunakan Jacobian.

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |V| \end{bmatrix} \dots\dots\dots(17)$$

Banyaknya elemen matriks Jacobian dari persamaan (17) ditentukan dengan  $(2n - 2 - m) \times (2n - 2 - m)$  dengan n adalah banyaknya bus pada sistem, sedangkan m adalah banyaknya Voltage-Controlled Buses pada sistem.

Harga dari  $\Delta P_i^{(k)}$  dan  $\Delta Q_i^{(k)}$  berbeda antara yang terjadwal dengan nilai perhitungan, dan ini disebut sisa daya yang diberikan dengan :

$$\Delta P_i^{(k)} = P_i^{sch} - P_i^{(k)} \dots\dots\dots(18)$$

$$\Delta Q_i^{(k)} = Q_i^{sch} - Q_i^{(k)} \dots\dots\dots(19)$$

Perhitungan baru untuk sudut fasa dan tegangan bus adalah :

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \Delta \delta_i^{(k)} \dots\dots\dots(20)$$

$$|V_i^{(k+1)}| = |V_i^{(k)}| + \Delta |V_i^{(k)}| \dots\dots\dots(21)$$

Prosedur penyelesaian studi aliran daya dengan metoda Newton-Raphson adalah sebagai berikut :

1. Pada bus berbeda dimana  $P_i^{Sch}$  dan  $Q_i^{Sch}$  harganya ditentukan. Besarnya tegangan dan sudut fasa disamakan dengan nilai slack bus atau 1,0 dan 0,0 jadi  $|V_i^{(0)}| = 1,0$  dan  $\delta_i^{(0)} = 0,0$ . Untuk voltage regulated buses dimana  $|V_i|$  dan  $P_i^{Sch}$  diatur, sedangkan sudut fasa disamakan dengan sudut slack bus jadi  $\delta_i^{(0)} = 0$
2. Hitung  $P_i^{(k)}$  dan  $Q_i^{(k)}$  pada bus beban dan juga  $\Delta P_i^{(k)}$  dan  $\Delta Q_i^{(k)}$
3. Hitung  $P_i^{(k)}$  dan  $Q_i^{(k)}$  pada voltage controlled buses

4. Hitung elemen-elemen matriks jacobian  $J_1, J_2, J_3$  dan  $J_4$
5. Hitung harga-harga  $\Delta V_i^{(k)}$  dan  $\Delta |V_i^{(k)}|$
6. Hitung harga-harga baru dari sudut fasa dan tegangan  $\Delta \delta_i^{(k+1)}$  dan  $\Delta |V_i^{(k+1)}|$
7. Proses ini berlangsung sampai :  $|V_i^{(k+1)}| - |V_i^{(k)}|$

#### II.4. Besaran per Unit

Besaran per unit (p.u) didefinisikan sebagai perbandingan harga yang sebenarnya dengan harga dasar (base value) dengan persamaan :

$$p.u = \frac{\text{Besaran sebenarnya}}{\text{Besaran dasar yang berdimensi sama}} \dots\dots\dots(22)$$

Daya kompleks  $S_{ij}$  dari bus i sampai j dan  $S_{ji}$  dari bus j ke bus i adalah :

$$S_{ij} = V_i I_{ij}^* = V_i (V_i^* - V_j^*) y_{ij}^* + V_i V_i^* y_{io}^* \dots\dots\dots(23)$$

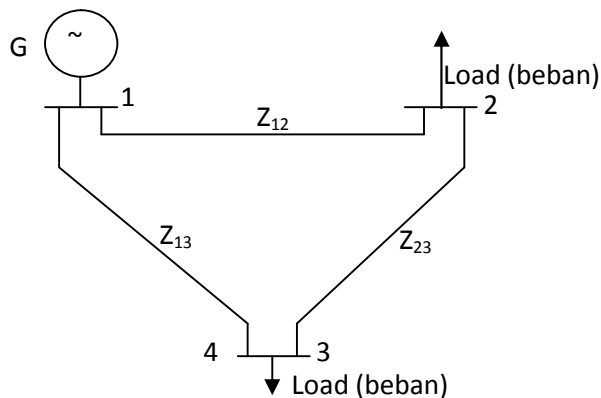
$$S_{ji} = V_j I_{ji}^* = V_j (V_j^* - V_i^*) y_{ji}^* + V_j V_j^* y_{jo}^* \dots\dots\dots(24)$$

Rugi-rugi daya pada saluran i-j merupakan penjumlahan aljabar dari aliran daya dari persamaan (23) dan (24)

$$S_{L ij} = S_{ij} + S_{ji} \dots\dots\dots(25)$$

### III. OBJECK PENELITIAN

Perhitungan aliran daya dilakukan terhadap sistem bus sederhana yang terdiri dari 3 bus seperti gambar (1) dengan dua macam besaran data. Data-data pertama table (1) dan table (2) dan data-data kedua sperti table (3) dan (4). Impedansi-impedansi dalam satuan per unit pada dasar 100 MVA.



Gambar (1). Diagram Satu Garis dengan 3 Bus

Tabel 1 : Data Kawat Jaringan Bagian Pertama

Saluran	Impedansi Saluran (pu)	Admitansi Shunt
1 – 2	$0,08 + j 0,24$	0
1 – 3	$0,02 + j 0,06$	0
2 - 3	$0,06 + j 0,18$	0

Tabel 2: Data Pembangkitan dan Beban dan Tegangan Bus Bagian Pertama

Bus	Tegangan (pu)	Daya Pembangkit		Daya Beban	
		Mw	MVAr	Mw	MVAr
1	$1,05 + j 0,0$	---	---	0	0
2	---	---	---	50	20
3	---	---	---	60	25

Tabel 3: Data Kawat jaringan Bagian Kedua

Saluran	Impedansi Saluran (pu)	Admitansi Shunt
1 – 2	$0,02 + j 0,04$	0
1 – 3	$0,01 + j 0,03$	0
2 - 3	$0,0125 + j 0,025$	0

Tabel 4: Data Pembangkit dan Beban dan Tegangan Bus Bagian Kedua

Bus	Tegangan (pu)	Daya Pembangkit		Daya Beban	
		Mw	MVAr	Mw	MVAr
1	$1,05 + j 0,0$	---	---	0	0
2	---	---	---	256,6	110,2
3	---	---	---	138,6	45,2

#### IV. Hasil Pengujian dan Analisis

Analisis terhadap object penelitian dilakukan dengan mengadakan pengujian melalui simulasi program dengan metode Gauss-Seidel dan metode Newton-Raphson, menggunakan software Matlab dan indeks presisi = 0,00001

### V.1. Metoda Gauss-Seidel

Perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya serta tegangan pada setiap bus dalam system 3 Bus seperti pada gambar (1) untuk kedua macam data sistem yang dianalisis dengan metode Gauss-Seidel menggunakan software Matlab. Dengan nilai indeks presisi = 0,00001 untuk system dengan data pertama setelah 5 kali iterasi dan untuk system dengan data kedua setelah 9 kali iterasi. Dan hasil pengujian yang diperoleh diberikan pada table 5, 6 dan table 7, 8 serta table 9 dan 10 berikut ini.

Tabel 5. Aliran Daya pada Saluran dengan Metode Gauss-Seidel dari Data Pertama

Iterasi ke	Daya pada Slack Bus (MW) (Bus 1)	Aliran Daya Pada Saluran MW					
	S1	S12	S21	S13	S31	S23	S32
1	99.75 - j60.75	26.25 - j20.25	-25.45 - j17.84	73.50 + j39.99	-72.23 - j36.13	-10.42 - j12.38	-10.58 - j12.86
2	111.75 - j52.73	32.91 - j15.87	-31.94 - j12.96	78.83 + j36.86	-77.46 - j32.74	-17.11 - j7.30	-17.32 - j7.93
3	112.51 - j52.69	33.35 - j15.78	-32.36 - j12.82	79.16 + j36.91	-77.77 - j32.76	-17.55 - j7.12	-17.77 - j7.77
4	112.58 - j52.77	33.38 - j15.81	-32.39 - j12.84	79.19 + j36.96	-77.81 - j32.80	-17.59 - j7.14	-17.81 - j7.80
5	112.59 - j52.79	33.39 - j15.82	-32.40 - j12.85	79.20 + j36.97	-77.81 - j32.80	-17.59 - j7.14	-17.81 - j7.80

Tabel 6 Rugi-rugi Daya pada Saluran dengan Metoda Gauss Seidel dari Data Pertama

Iterasi ke	Rugi-Rugi Daya pada Saluran (MW)		
	SL12	SL13	SL23
1	0.80 + j2.39	1,27 + j3.81	0.16 + j0.48
2	0.97 + j2.91	1,37 + j4.13	0.21 + j0.63
3	0.98 + j2.96	1,27 + j4.15	0.22 + j0.66
4	0.99 + j2.97	1,27 + j4.15	0.22 + j0.66
5	0.99 + j2.97	1,27 + j4.15	0.22 + j0.66

Tabel 7. Aliran Daya pada Saluran dengan Metode Gauss – Seidel dari Data Kedua

Iterasi ke	Daya pada Slack Bus (Mw) (Bus 1)	Aliran Daya					
	S1	S12	S21	S13	S31	S23	S32
1	298.34-j226.12	135.93+j109.12	-130.42-j98.10	162.51+j117.01	-158.87-j106.09	-17.74-j64.58	18.32+j65.74
2	377.42-j195.70	181.10+j88.98	-173.71-j74.21	196.45+j106.73	-191.92-j93.13	-51.98-j48.11	52.63+j49.40
3	399.94-j189.60	194.01+j84.68	-185.88-j68.42	206.07+j104.93	-201.22-j90.38	-61.58-j44.11	62.32+j45.60
4	406.53-j188.72	197.79+j83.94	-189.42-j67.19	208.88+j104.79	-203.92-j89.93	-64.33-j43.30	65.11+j44.86
5	408.53-j188.76	198.94+j83.90	-190.49-j66.98	209.73+j104.88	-204.75-j89.92	-65.16-j43.17	65.95+j44.76
6	409.17-j188.87	199.31+j83.94	-190.83-j66.97	210.01+j104.95	-205.50-j89.96	-65.41-j43.18	66.21+j44.77
7	409.46-j188.94	199.43+j83.97	-190.94-j66.98	210.10+j104.99	-205.09-j89.98	-65.50-j43.19	66.29+j44.78
8	409.46-j188.97	199.48+j83.99	-190.98-j66.99	210.13+j105.01	-205.12-j89.99	-65.52-j43.20	66.32+j44.79
9	409.48-j188.99	199.49+j83.99	-190.99-j67.00	210.14+j105.02	-205.13-j90.00	-65.53-j43.20	66.33+j44.80



Tabel 8. Aliran Daya pada Saluran dengan Metode Gauss – Seidel dari Data Kedua

Iterasi ke	Rugi-Rugi Daya pada Saluran (MW)		
	SL 12	SL 13	SL 23
1	5.51+j11.02	3.64+j10.91	0.58+j1.16
2	7.39+j14.77	4.53+j13.60	0.65+j1.30
3	8.13+j16.27	4.85+j14.55	0.74+j1.48
4	8.38+j16.76	4.95+j14.86	0.78+j1.56
5	8.46+j16.92	4.99+j14.96	0.79+j1.58
6	8.49+j16.98	5.00+j15.00	0.79+j1.59
7	8.50+j16.99	5.00+j15.00	0.79+j1.60
8	8.50+j17.00	5.00+j15.00	0.80+j1.60
9	8.50+j17.00	5.01+j15.02	0.80+j1.60

Tabel 9. Tegangan pada setiap bus dengan Metode Gauss-Seidel untuk data Pertama.

Iterasi ke	Tegangan pada setiap Bus (pu)		
	Bus 1 ( $V_1$ )	Bus 2 ( $V_2$ )	Bus 3 ( $V_3$ )
1	1,05	0,98-j0,04	1,01-j0,03
2	1,05	0,99-j0,06	1,01-j0,04
3	1,05	0,98-j0,06	1,01-j0,04
4	1,05	0,98-j0,06	1,01-j0,04
5	1,05	0,98-j0,06	1,01-j0,04

Tabel 10. Tegangan pada setiap bus dengan Metode Gauss-Seidel untuk data Kedua.

Iterasi ke	Tegangan pada setiap Bus (pu)		
	Bus 1 ( $V_1$ )	Bus 2 ( $V_2$ )	Bus 3 ( $V_3$ )
1	1,05	0,98-j0,03	1,00-j0,03
2	1,05	0,99-j0,05	1,00-j0,05
3	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05
4	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05
5	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05
6	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05
7	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05
8	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05
9	1,05	0,98-j0,06	1,00-j0,05

## V.2. Metode Newton-Raphson

Perhitungan aliran daya dan rugi-rugi daya pada saluran serta tegangan pada setiap bus dengan system 3 bus pada Gambar 1 untuk kedua data system yang dianalisis dengan metode Newton-Raphson menggunakan software matlab dan nilai indeks presisi = 0,00001 diperoleh setelah 3 iterasi, dan hasil pengujian yang diperoleh diberikan pada table 11 dan table 12, serta table 13 dan 14 dan tegangan pada setiap bus pada table 15 dan 16 seperti berikut ini.

Tabel 11. Aliran Daya pada Saluran dengan Metode Newton – Raphson dari Data Pertama

Iterasi ke	Daya pada Slack Bus (MW) (Bus 1)	Aliran Daya Pada Saluran MW					
	S1	S12	S21	S13	S31	S23	S32
1	25.35 – j76.06	33.15 + j14.92	-32.19 – j12.05	79.10 + j34.37	77.75 – j30.32	-17.35 – j6.87	17.84 + j7.87
2	9.28 – j52.61	33.39 + j15.82	-32.40 – j12.85	79.10 + j36.96	77.82 – j32.381	-17.59 – j7.15	17.82 + j7.81
3	8.68 – j52.79	33.39 + j15.82	-32.40 – j12.85	79.20 + j36.96	77.82 – j32.381	-17.59 – j7.15	17.82 + j7.81

Tabel 12 Rugi-rugi Daya pada Saluran dengan Metoda Newton – Raphson dari Data Pertama

Iterasi ke	Rugi-Rugi Daya pada Saluran (MW)		
	SL12	SL13	SL23
1	0.99 + j2.96	1.35+j4.06	0.22 + j0.65
2	0.99+ j2.97	1.39+j4.12	0.22 + j0.66
3	0.99 + j2.97	1.39+j4.12	0.22 + j0.66

Tabel 13. Aliran Daya pada Saluran dengan Metode Newton-Raphson dari data kedua

Iterasi ke	Daya pada Slack Bus (MW) (Bus 1)	Aliran Daya pada saluran (MW)					
	S1	S12	S21	S13	S31	S23	S32
1	118.25-j285.65	195.72+j79.58	-187.82-j63.39	207.28+j99.08	-202.49-j84.71	-63.76-j42.66	66.22+j44.14
2	406.89+j189.93	199.49+j83.99	-190.99-j66.99	209.99+j104.99	-204.99-j89.99	-65.59-43.20	66.40+j44.80
3	409.49+j189.00	199.50+j84.00	-191.00-j67.00	210.00+j105.00	-205.00-j90.00	-65.60-j43.20	66.40+j44.80

Tabel 14. Aliran Daya pada Saluran dengan Metode Newton-Raphson dari data kedua

Iterasi ke	Rugi-Rugi Daya pada Saluran (MW)		
	SL 12	SL 13	SL 23
1	8.25+j16.50	4.84+j14.53	0.79+j1.57
2	8.50+j17.00	5.00+j15.00	0.80+j1.60
3	8.50+j17.00	5.00+j15.00	0.80+j1.60

Tabel 15. Tegangan pada setiap bus dengan Metode Newton-Raphson untuk data Pertama.

Iterasi ke	Tegangan pada setiap Bus (pu)		
	Bus 1 ( $V_1$ )	Bus 2 ( $V_2$ )	Bus 3 ( $V_3$ )
1	1,0500	0,9925	1,0159
2	1,0500	0,9925	1,0145
3	1,0500	0,9925	1,0145



## VI. Kesimpulan

Kesimpulan dari penggunaan metode Gauss-Seidel maupun metode Newton-Raphson pada penelitian ini adalah :

1. Metoda iterasi Gauss-Seidel maupun metode Newton-Raphson dapat digunakan untuk menentukan nilai parameter bus dalam perhitungan aliran daya
2. Memeriksa kapasitas masing-masing saluran apakah cukup besar untuk menyalurkan daya yang diinginkan
3. Menentukan besar rugi-rugi daya pada saluran
4. Metoda Newton-Raphson dapat menyelesaikan perhitungan daya waktu komputasi yang lebih cepat dibandingkan dengan waktu komputasi pada metoda Gauss-Seidel untuk indeks presisi yang sama
5. Program yang digunakan pada perhitungan ini masih perlu dikembangkan dan dilanjutkan untuk jumlah bus yang lebih besar.

### **Daftar Pustaka**

- Cekdin, Cekmas, "Sistem Tenaga Listrik" contoh soal dan penyelesaiannya menggunakan Matlab, Penerbit Andi, Yogyakarta 2007
- Gonen, Turan "Modern Power System Analysis", John Wiley & Sons 1988
- Grainger, John J. Stevenson, William D. JR. "Power System Analysis, Mc Graw-Hill, 1994
- Gunaidi Abdia Away, "The Shortcut of MATLAB Programming", Penerbit Informatika, Bandung, 2012
- Pai, MA, "Computer Techniques in Power System Analysis", Tata MC Graw-Hill, Publishing Company Limited, New Delhi 1980
- PSR. Murty, "Power System Operation and Control", Tata MC Graw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1984
- Stagg and Elhabiad "Computer Methods in Power System Analysis", MC Graw-Hill 1968