

PERBANDINGAN MODEL KONSTAN DENGAN MODEL DAYA KONSTAN DALAM PENENTUAN TEGANGAN RIL ALIRAN DAYA SISTEM DISTRIBUSI RADIAL

Chrismondari

Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru Jalan Dirgantara No.4 Arengka Raya Pekanbaru

E-mail: chrismondari_pku@yahoo.com

Abstrak

Dalam pengiriman daya listrik pada sistem tenaga listrik sangatlah perlu memperhatikan aliran daya pada sistem tersebut. Persoalan aliran daya terdiri dari perhitungan aliran daya dan tegangan pada jaringan. Ada banyak metode perhitungan untuk menentukan tegangan pada suatu sistem tenaga listrik. Salah satunya adalah metode penyelesaian dengan Metode Newton Raphson. Dengan rumusan matematis yang lebih sederhana, perhitungan aliran daya dan tegangan pada sistem distribusi dapat diselesaikan dengan cara memodelkan beban sebagai daya konstan dan sebagai impedansi konstan. Metode ini menetapkan suatu persamaan beban dimana daya merupakan fungsi tegangan. Hasil perhitungan dalam penentuan tegangan ril dengan kedua model beban tersebut dibandingkan sehingga diketahui mana yang lebih mendekati hasilnya. Setelah melakukan pengukuran di laboratorium dan menghitung tegangan ril dengan metode Newton-Raphson, model beban daya konstan dan model impedansi konstan, persentase kesalahan realtif dengan model beban daya konstan lebih rendah dibandingkan dengan model beban impedansi konstan. Maka hasil penentuan tegangan ril dengan model beban daya konstan lebih mendekati hasilnya dan kedua model ini dapat digunakan untuk menentukan tegangan ril pada sistem distribusi radial.

Kata kunci : beban konstan, tegangan ril, aliran daya, sistem distribusi radial

1. Pendahuluan

Untuk menganalisa keadaan sekarang dari sistem dan guna perancangan pengembangan sistem selanjutnya maka perlu diketahui aliran daya pada sistem tersebut. Studi aliran daya pada sistem distribusi tergantung pada beban yang terhubung ke ril beban.

Sebuah beban dapat dimodelkan sebagai daya konstan dan sebagai impedansi konstan. Dengan menetapkan daya beban sebagai fungsi tegangan ril, maka perubahan tegangan dapat divariasikan dengan cara memodelkan beban, dengan kata lain tegangan ril ditentukan berdasarkan bagaimana sebuah beban dimodelkan. Sebuah beban dapat dimodelkan sebagai impedansi konstan, dimana metode penyelesaian aliran dayanya menggunakan persamaan listrik dan tanpa menggunakan

sudut phasa tegangan. Untuk mendapatkan hasil eksaknya, hanya digunakan nilai tegangan.

Tujuan dari tulisan ini adalah untuk menganalisa dan membandingkan model beban daya konstan dalam menentukan tegangan ril dan pengaruhnya terhadap hasil-hasil aliran daya. Perbandingan dilakukan dengan menghitung prosentase kesalahan relative tegangan ril pada kedua model beban dengan metode Newton Raphson sebagai acuan.

Pembahasan pada hasil-hasil aliran daya hanya dilakukan pada:

1. Perhitungan pada jaringan tiga phasa dalam keadaan seimbang.

2. Perhitungan dilakukan terpisah dengan membandingkan model beban dengan daya konstan dan model beban dengan impedansi konstan
3. Pembahasan dikhususkan untuk sistem distribusi jenis radial.

2. Metode Penelitian

Sistem tenaga listrik merupakan gabungan antara tiga bagian utama yaitu sistem pembangkit, sistem transmisi, serta beban. Dalam seluruh permasalahan, komponen-komponen suatu sistem tenaga listrik dinyatakan dalam bentuk rangkaian pengganti. Pernyataan itu bukan disebabkan hanya untuk mempermudah saja, tetapi model-model tersebut digunakan dalam praktek untuk mempermudah komunikasi. Pada umumnya rangkaian pengganti digunakan untuk menggambarkan komponen-komponen sistem tenaga listrik sebagai rangkaian pengganti fasa satu dengan nilai-nilai netralnya (hanya fasa satu dari sistem tenaga listrik fasa tiga yang dianalisa).

Ada dua kondisi yang harus diperhatikan agar kita dapat memakai rangkaian pengganti tersebut, yaitu :

- a. Sistem fasa tiga dalam keadaan seimbang
- b. Sistem tiga fasa dalam keadaan *steady state*/tetap

Jika terjadi ketidakseimbangan pada fasa-fasanya akibat adanya gangguan pada sistem tersebut, maka seluruh pernyataan fasanya dituliskan dan diselesaikan dengan menggunakan metode komponen simetris.

2.1 Model Beban

Umumnya metode aliran daya memodelkan beban sebagai daya aktif dan reaktif yang konstan. Hal ini dikenal sebagai model beban daya konstan sebuah beban dapat dimodelkan sebagai impedansi konstan. Pada model beban impedansi konstan dan daya reaktif berubah menurut kuadrat tegangan.

Pernyataan umum untuk daya aktif dan daya reaktif aktual pada suatu beban untuk model-model beban diatas adalah (MH. Hague, 1996)

$$P = P_o \cdot V^0 \quad (1)$$

$$Q = Q_o \cdot V^0 \quad (2)$$

Dimana :

P_o = daya aktif beban pada tegangan nominal 1 pu

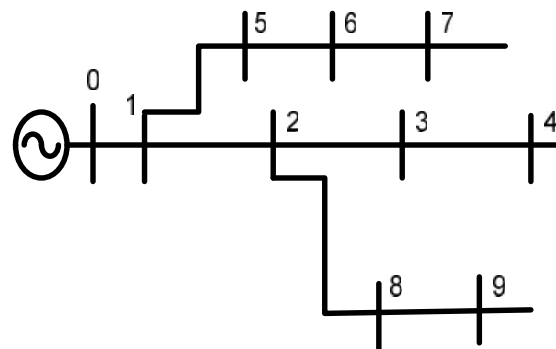
Q_o = daya reaktif beban pada tegangan nominal 1 pu

V = nilai tegangan aktual, pu

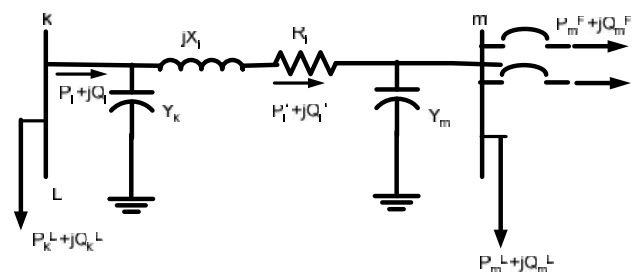
Untuk model beban daya konstan, $\gamma = 0$ dan untuk model beban impedansi konstan, $\gamma = 2$.

2.2. Persamaan Aliran Daya Dengan Memodelkan Beban

Pada tulisan ini dibahas persamaan aliran daya pada sistem distribusi radial dengan satu sumber, satu jaringan utama, beberapa saluran dan sub saluran.



Gambar 1. Diagram satu garis sistem Distribusi



Gambar 2. Model Rangkaian π saluran

Dari Gambar 2, saluran i pada sistem distribusi terhubung antara ril k dan m. Ril k adalah ril pada sumber/ril utama. Impedansi seri dan kapasitansi saluran masing-masing adalah $R_i + jX_i$ dan Y_i .

Persamaan daya aktif dan reaktif yang menuju ke ril m dari Gambar 3.2 adalah :

$$P_i' = P_m^L + P_m^F \quad (3)$$

$$Q_i' = Q_m^L + Q_m^F - V_m^2 Y_m \quad (4)$$

Dimana :

P_i' = daya aktif pada ril m, pu

Q_i' = daya reaktif pada ril m, pu

P_m^L = daya aktif beban pada ril m, pu
 Q_m^L = daya reaktif beban pada ril m, pu
 P_m^F = jumlah daya aktif yang terhubung ke ril m, pu
 Q_m^F = jumlah daya reaktif yang terhubung ke ril m, pu
 V_m = tegangan pada ril m, pu
 Y_m = kapasitansi saluran pada ril m, pu

Persamaan rugi daya aktif dan reaktif pada impedansi seri saluran adalah :

$$P_i^{Loss} = R_i \frac{P_i'^2 + Q_i'^2}{V_m^2} \quad (5)$$

$$Q_i^{Loss} = X_i \frac{P_i'^2 + Q_i'^2}{V_m^2} \quad (6)$$

Dimana :

P_i^{Loss} = rugi daya aktif pada ril m, pu
 Q_i^{Loss} = rugi daya reaktif pada ril m, pu
 R_i = resistansi saluran, pu
 X_i = reaktansi saluran, pu

Dari pers. (1) sampai dengan pers. (4), aliran daya aktif dan reaktif yang meninggalkan ril k menuju saluran i dinyatakan sebagai berikut :

$$P_i = P_i' + P_i^{Loss} \quad (7)$$

$$Q_i = Q_i' + Q_i^{Loss} - V_k^2 Y_k \quad (8)$$

Dimana :

P_i = daya aktif yang meninggalkan ril k, pu
 Q_i = daya reaktif yang meninggalkan ril k, pu
 V_k = tegangan pada ril k, pu
 Y_k = kapasitansi saluran pada ril k, pu

Nilai kompleks tegangan pada ril m dan ril k dinyatakan sebagai berikut :

$$V_m = V_k - I_i (R_i + jX_i) \\ = (V_k - \frac{P_i R_i + Q_i X_i}{V_k} + j(\frac{Q_i X_i - P_i X_i}{V_k})) \quad (9)$$

$$Q_i'' = Q_i + V_k^2 Y_k \quad (10)$$

Dimana :

Q_i'' = daya reaktif menuju saluran i, pu

Dari pers. (7), dengan menetapkan sudut tegangan ril k sama dengan nol, maka magnitude tegangan V_m pada ril m dapat dinyatakan sebagai berikut : Masalah aliran daya dari sistem distribusi dapat diselesaikan secara iterasi dengan menggunakan persamaan (2.7) dan (2.8), dimulai dari ril paling akhir menuju ril sumber. Setelah itu tegangan pada

ril m dapat ditentukan dengan menggunakan pers. (11) dimulai dari ril sumber hingga ril akhir.

$$V_m = (V_k^2 - 2(P_i R_i + Q_i X_i) + (P_i^2 + Q_i^2)(R_i^2 + X_i^2)/V_k^2)^{1/2} \quad (11)$$

1. Metode Newton Raphson

Metode yang umum dan banyak digunakan untuk penyelesaian aliran daya adalah dengan menggunakan metode Newton-Raphson. Metode ini mempunyai waktu yang lebih cepat dalam mencapai konvergensi.

Jika $f(x) = 0$ adalah suatu persamaan non linear, persamaan ini dapat dikembangkan dengan cara menetapkan nilai awal $x^{(0)}$ sehingga didapatkan persamaan :

$$f(x^{(0)}) + (x - x^{(0)})f'(x^{(0)}) + \frac{(x - x^{(0)})^2}{2} f''(x^{(0)}) + \dots = 0 \quad (12)$$

Dengan mengabaikan order yang lebih tinggi dan hanya memasukkan bentuk linear didapatkan :

$$f(x^{(0)}) + (x - x^{(0)})f'(x^{(0)}) = 0 \quad (13)$$

Dengan menyelesaikan persamaan diatas maka nilai x dapat ditentukan, sehingga nilai $x^{(1)}$ adalah :

$$x^{(1)} = x^{(0)} - \frac{f(x^{(0)})}{f'(x^{(0)})} \quad (14)$$

Sehingga persamaan untuk $x^{(2)}$ dapat ditentukan dengan cara yang sama. Iterasi umum untuk $x^{(k+1)}$ adalah :

$$x^{(k+1)} = x^{(k)} - \frac{f(x^{(k)})}{f'(x^{(k)})} \quad (15)$$

Persamaan non linier untuk n-dimensi diberikan oleh persamaan berikut :

$$F(X) = 0 \\ f_1(x_1, x_2, \dots, x_n) = 0 \quad i=1, 2, \dots, n \quad (16)$$

maka :

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} - [F'(X^{(k)})]^{-1} F(X^{(k)}) \quad (17)$$

Dimana $F'(X)$ merupakan Jacobian dari $F(X)$

Iterasi pada pers. (17) dapat dibagi ke dalam 2 bagian, bagian koreksi dan bagian yang terdiri dari persamaan linier.

Ditentukan $J^{(k)} = F'(X^{(k)})$ sehingga persamaan (17) ekuivalen dengan dua persamaan berikut ini :

$$F(X^{(k+1)}) = -J^{(k)} - \Delta X^{(k)} \quad (18)$$

$$X^{(k+1)} = X^{(k)} - \Delta X^{(k)} \quad (19)$$

2. Persamaan Aliran Beban

Arus yang menuju ke ril p dapat diberikan oleh persamaan berikut :

$$I_p = \sum_{q=1}^n Y_{pq} V_q \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (20)$$

Daya S_p pada ril p adalah :

$$S_p = V_p I_p^* = V_p \sum_{q=1}^n Y_{pq}^* V_q^* \quad (21)$$

Dengan memisahkan bagian real dan bagian imajiner maka :

$$P_p = \text{Re}[V_p \sum_{q=1}^n Y_{pq}^* V_q^*] \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (22)$$

$$P_p = \text{Im}[V_p \sum_{q=1}^n Y_{pq}^* V_q^*] \quad p = 1, 2, \dots, n \quad (23)$$

3. Besaran per-Unit atau Per-satuan

Pada satu sistem daya biasanya mempunyai tegangan yang berbeda-beda pada berbagai tempat, maka untuk memudahkan perhitungan dipakai nilai-nilai dalam per-unit atau persatuan. Nilai per-unit adalah nilai yang sebenarnya dibagi dengan suatu nilai dasar.

$$\text{ArusDasarA} = \frac{kVA1f}{\text{tegangandasarkV}_{L-N}}$$

$$\text{impedansiDasar, Ohm} = \frac{\text{tegangandasarkV}_{L-N}}{\text{Arusdasar, A}}$$

$$\text{impedansiDasar, Ohm} = \left(\frac{\text{tegangandasarkV}_{L-N}}{kV1\Phi\text{dasar}} \right)^2 \times 1000$$

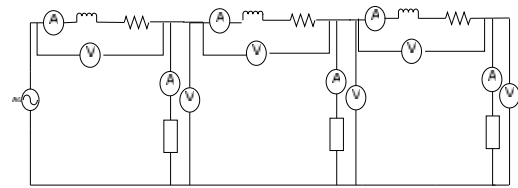
$$\text{impedansiDasar, Ohm} = \left(\frac{\text{tegangandasarkV}_{L-N}}{MV1\Phi\text{dasar}} \right)^2$$

$$\text{impedansi per - satuan} = \left(\frac{\text{impedansisesungguhnya}(\Omega)_{L-N}}{\text{impedasisaluran}} \right)^2$$

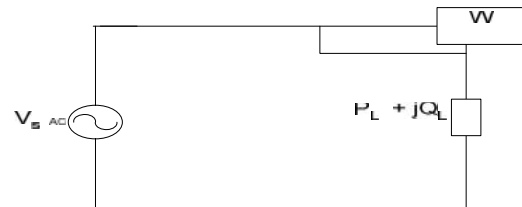
3. Hasil dan Pembahasan

Perhitungan aliran daya distribusi primer dilakukan pada PT. PLN cabang Pekanbaru. Dilakukan pada saluran distribusi radial yang di suplai dengan sumber AC. Objek dari pengukuran ini adalah mengukur tegangan ril beban untuk menentukan aliran daya pada tiap saluran. Saluran yang di ukur adalah sebanyak tiga saluran, tiga beban, tiga ril. Saluran-saluran tersebut adalah saluran fasa-1 yang mempresentasikan saluran fasa-3.

Berikut adalah rangkaian pengukuran tegangan ril pada tegangan dasar untuk saluran distribusi radial :



Gambar 3. Rangkaian Pengukuran Tegangan Ril pada Tegangan Dasar untuk Saluran Distribusi Radial



Gambar 4. Rangkaian Pengukuran Daya Tanpa Saluran Dengan Tegangan Dasar

3.1 Perhitungan per-unit

Dalam melakukan perhitungan maka dipakai harga-harga dalam satuan per-unit . Nilai yang dipilih sebagai dasar pada simulasi sistem distribusi yang diukur sebelumnya seperti terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Tegangan Dasar dan Daya Dasar

Tegangan dasar (V)	Daya dasar (VA)
103	200
150	350
180	566

Tegangan dasar (kV)	Daya dasar (MVA)
10.3	2.00
15.0	3.50
18.0	5.66

Perhitungan per-unit untuk data saluran dan beban adalah sebagai berikut : Untuk tegangan dasar 103 V dan daya dasar 20 VA adalah :

$$\text{impedansi dasar (ohm)} = \frac{(\text{tegangan dasar kV}_{LN})^2}{MVA1f \text{ dasar}}$$

$$\text{impedansi dasar (ohm)} = \frac{(10.3)^2}{2} = 53.045 \Omega$$

Impedansi saluran per-unit pada tabel 1 adalah :

$$Z (pu) = \frac{(3.8 + j3.14)}{53.045} = 0.0716 + j0.0592$$

Daya aktif dan daya reaktif per-unit adalah:

$$P_{03} = \frac{6.5}{20} = 0.325$$

$$Q_{03} = \frac{2}{20} = 0.1$$

Dengan cara yang sama nilai per-unit untuk data pada tabel 1 dapat dilihat pada tabel 2 berikut :

Tabel 2. Data saluran dan daya beban per-unit

Tegangan dasar (V)	Tegangan sumber(pu)	P ₀₁ (pu)	P ₀₂ (pu)	P ₀₃ (pu)	Q ₀₁ (pu)	Q ₀₂ (pu)	Q ₀₃ (pu)
103	1	0.325	0.325	0.325	0,1	0,1	0,1
150	1	0.286	0.286	0.286	0.229	0.229	0.229
180	1	0.283	0.283	0.283	0.177	0.177	0.177

R ₁ (pu)	R ₂ (pu)	R ₃ (pu)	X _{L1} (pu)	X _{L2} (pu)	X _{L3} (pu)
0.0716	0.0716	0.0716	0.0592	0.0592	0.0592
0.0591	0.0591	0.0591	0.0489	0.0489	0.0489
0.0664	0.0664	0.0664	0.0549	0.0549	0.0549

No Ril	Tegangan ril (pu) , teg dasar 103 V	Tegangan ril (pu) , teg dasar 150 V	Tegangan ril (pu) , teg dasar 180 V
0	1.00000	1.00000	1.00000
1	0.90291	0.90000	0.90556
2	0.82524	0.87693	0.83333
3	0.77670	0.85298	0.76667

3.2 Perhitungan dengan model beban daya konstan

Perhitungan daya aktif dan daya reaktif beban aktual, aliran daya dan rugi-rugi saluran ril 2 dapat ditentukan kemudian dilanjutkan dengan ril 1. Berikut adalah hasil perhitungan daya pada ril 2 dan ril 1 untuk iterasi ke-1 :

Perhitungan terus diulangi untuk beberapa iterasi sampai dicapai perbedaan tegangan antar iterasi ≈ 0.0001

Nilai-nilai tegangan akhir/tegangan konvergen, aliran daya, rugi-rugi daya tiap saluran untuk model beban daya konstan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Dengan Model Beban Daya Konstan

Tegangan sumber (V)	V ₁ (pu)	V ₂ (pu)	V ₃ (pu)	P ₃ ^L (pu)	P ₃ ['] (pu)	P ₃ ^{Loss} (pu)	P ₃ (pu)
103	0.8921	0.8182	0.7807	0.325	0.325	0.0135878	0.339
150	0.8997	0.8307	0.7955	0.286	0.286	0.0124979	0.298
180	0.8977	0.8273	0.7914	0.283	0.283	0.0117698	0.294

P ₂ ^L (pu)	P ₂ ['] (pu)	P ₂ ^{Loss} (pu)	P ₂ (pu)	P ₁ ^L (pu)	P ₁ ['] (pu)	P ₁ ^{Loss} (pu)	P ₁ (pu)
0.325	0.664	0.0518819	0.715	0.325	1.04	0.1087202	1.149
0.286	0.584	0.0478952	0.632	0.286	0.918	0.1009437	1.118
0.283	0.577	0.0450579	0.622	0.283	0.905	0.0948236	1.000

Q_3^L (pu)	Q_3' (pu)	Q_3^{Loss} (pu)	Q_3 (pu)	Q_2^L (pu)	Q_2' (pu)	Q_2^{Loss} (pu)	Q_2 (pu)
0.1	0.1	0.011228	0.111	0.1	0.211	0.042871	0.254
0.229	0.229	0.010327	0.239	0.229	0.467	0.039577	0.507
0.177	0.177	0.009726	0.186	0.177	0.363	0.037232	0.400

Q_1^L (pu)	Q_1' (pu)	Q_1^{Loss} (pu)	Q_1 (pu)
0.100	0.354	0.089837	0.444
0.229	0.736	0.083411	0.819
0.177	0.577	0.078350	0.655

3.3 Perhitungan dengan model beban impedansi konstan

Perhitungan daya aktif dan daya reaktif beban aktual, aliran daya dan rugi-rugi saluran ril 2 dapat ditentukan kemudian dilanjutkan dengan ril 1.

Perhitungan terus diulangi untuk beberapa iterasi sampai dicapai perbedaan tegangan antar iterasi ≈ 0.0001

Nilai-nilai tegangan akhir/tegangan konvergen, aliran daya, rugi-rugi daya tiap saluran untuk model beban daya konstan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil perhitungan dengan model beban impedansi konstan

Tegangan sumber (V)	V_1 (pu)	V_2 (pu)	V_3 (pu)	P_3^L (pu)	P_3' (pu)	P_3^{Loss} (pu)	P_3 (pu)
103	0.9218	0.8713	0.8465	0.233	0.233	0.0059395	0.239
150	0.9254	0.8769	0.8529	0.208	0.208	0.005761	0.214
180	0.9244	0.8752	0.8510	0.205	0.205	0.0053457	0.210

P_2^L (pu)	P_2' (pu)	P_2^{Loss} (pu)	P_2 (pu)	P_1^L (pu)	P_1' (pu)	P_1^{Loss} (pu)	P_1 (pu)
0.247	0.486	0.0244578	0.510	0.276	0.787	0.0577410	0.844
0.220	0.434	0.0236952	0.457	0.245	0.702	0.0558299	0.758
0.217	0.427	0.0219957	0.449	0.242	0.690	0.0518601	0.742

Q_3^L (pu)	Q_3' (pu)	Q_3^{Loss} (pu)	Q_3 (pu)	Q_2^L (pu)	Q_2' (pu)	Q_2^{Loss} (pu)	Q_2 (pu)
0.072	0.072	0.0049079	0.077	0.076	0.153	0.002099	0.173
0.166	0.166	0.0047604	0.171	0.176	0.347	0.0195797	0.367
0.128	0.128	0.0044172	0.132	0.135	0.268	0.0181754	0.286

Q_1^L (pu)	Q_1' (pu)	Q_1^{Loss} (pu)	Q_1 (pu)
0.085	0.258	0.0477123	0.305
0.196	0.562	0.0461331	0.609
0.151	0.437	0.0428528	0.480

3.4 Perbandingan hasil perhitungan tegangan ril model beban daya konstan dengan model beban impedansi konstan terhadap hasil pengukuran.

Perbandingan hasil perhitungan tegangan ril model beban daya konstan dengan model beban impedansi konstan terhadap hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 5, tabel 6 dan tabel 7 masing untuk tiap tegangan dasar 103 V, 150 V dan 180 V dibawah ini.

Tabel 5. Perbandingan hasil perhitungan tegangan ril model beban daya konstan dengan model beban impedansi konstan terhadap hasil pengukuran, untuk tegangan dasar 103 V.

No ril	Daya konstan, Tegangan (pu)	Impedansi konstan, Tegangan (pu)	Hasil pengukuran, Tegangan (pu)
0	1.00000	1.00000	1.00000
1	0.89213	0.92186	0.90291
2	0.81827	0.87132	0.82524
3	0.78072	0.84653	0.77670

Tabel 6. Perbandingan hasil perhitungan tegangan ril model beban daya konstan dengan model beban impedansi konstan terhadap hasil pengukuran, untuk tegangan dasar 150 V.

No ril	Daya konstan, Tegangan (pu)	Impedansi konstan, Tegangan (pu)	Hasil pengukuran, Tegangan (pu)
0	1.00000	1.00000	1.00000
1	0.89979	0.92548	0.90000
2	0.83076	0.87693	0.83333
3	0.79550	0.85298	0.78000

Tabel 7. Perbandingan hasil perhitungan tegangan ril model beban daya konstan dengan model beban impedansi konstan terhadap hasil pengukuran, untuk tegangan dasar 180 V.

No ril	Daya konstan, Tegangan (pu)	Impedansi konstan, Tegangan (pu)	Hasil pengukuran, Tegangan (pu)
0	1.00000	1.00000	1.00000
1	0.89776	0.92444	0.90556
2	0.82734	0.87526	0.83333
3	0.79137	0.85102	0.76667

Perbandingan perhitungan persentase kesalahan relatif tegangan model beban daya konstan dan model beban impedansi konstan dengan menggunakan hasil pengukuran sebagai acuan. Persentase kesalahan relatif tegangan dirumuskan :

$$E = \left| \frac{A - B}{A} \right| \times 100\%$$

Dimana :

E = persentase kesalahan relatif (%)

A = hasil pengukuran

B = Hasil perhitungan model beban konstan atau impedansi konstan

Hasil perhitungan persentase kesalahan relatif terdapat pada tabel 8, tabel 9 dan tabel 10 berikut :

Tabel 8. Hasil perhitungan persentase kesalahan relatif tegangan ril tegangan dasar 103 V

Daya konstan	Impedansi konstan
1.19	2.10
0.85	5.60
0.52	8.90

Tabel 9. Hasil perhitungan persentase kesalahan relatif tegangan ril tegangan dasar 150 V

daya konstan	Impedansi konstan
0.02	2.83
0.31	5.23
1.99	9.36

Tabel 10. Hasil perhitungan persentase kesalahan relatif tegangan ril tegangan dasar 180 V

daya konstan	Impedansi konstan
0.86	2.09
0.72	5.04
3.2	11.0

Dari Tabel 8, tabel 9 dan tabel 10 diatas diperoleh hasil perhitungan tegangan ril dengan model beban daya konstan mempunyai persentase kesalahan relatif lebih kecil dari model beban impedansi konstan atau hasil perhitungan dengan model beban daya konstan lebih mendekati hasilnya dengan hasil pengukuran.

4. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- a. *Magnitude* tegangan dengan model beban daya konstan didapat 0,8997 (pu) sedangkan model beban impedansi konstan didapat 0,9254 (pu).
- b. Model beban daya konstan dan model beban impedansi konstan dapat dipakai untuk menentukan aliran daya pada sistem distribusi radial.
- c. Perhitungan tegangan ril dengan tegangan dasar 150 V dengan model beban daya konstan mempunyai persentase kesalahan daya konstan 0.31 %, lebih kecil dari model beban impedansi konstan yaitu 5.23% dimana hasil perhitungan dengan model beban daya konstan lebih mendekati hasilnya dengan hasil pengukuran.

Saran

Setelah melakukan penulisan dan menganalisa serta menarik kesimpulan ini maka adapun saran yang diberikan adalah perhitungan tegangan ril dengan model beban daya konstan dan model beban impedansi konstan dapat digunakan selain menggunakan metode Newton-Raphson terutama untuk sistem distribusi radial dengan jumlah ril yang sedikit.

Daftar Acuan

- [1] M.A, Pai, (1979), *Computer Techniques in Power System*, New Delhi, Tata Mc Graw Hill
- [2] M.H Hague,(1996), *Load Flow Solution of Distribution System with Dependent Load Models*, Electric Power System Research
- [3] Theodore Wildi, (1997), *Electric Machines, Drives and Power System*,Third Edition, Prentice Hall Inc, International Edition, New Jersey
- [4] William, D Stevenson Jr, (1996), *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, Erlangga, Jakarta
- [5] Yusra S, Nurhidayat, Wike Handini, (1993), *Analisa Aliran Daya Jaringan Distribusi Radial Dengan Metode Teknik Topologi*,
- [6] Seminar Nasional III Teknik Tenaga Listrik, ITB Bandung