Solusi Aliran Daya Tak Seimbang Dengan Menggunakan Metode Sub Phase Decoupled Pada Sistem Sistribusi 20 KV Di Gi Blimbing

by Aan Auliq

Submission date: 17-Mar-2020 01:04PM (UTC+0700)
Submission ID: 1276909439
File name: 2_Solusi_Aliran_Daya_Tak_Seimbang.pdf (266.93K)
Word count: 2855
Character count: 14296

SOLUSI ALIRAN DAYA TAK SEIMBANG DENGAN MENGGUNAKAN METODE SUB PHASE DECOUPLED PADA SISTEM SISTRIBUSI 20 KV DI GI BLIMBING

(Muhammad A'an Auliq)

ABSTRAKSI

Jaringan distribusi terus berkembang terutama jaringan tipe radial, sehingga diperlukan suatu analisa yang handal. Sehingga permasalahan dapat diselesaikan ○dengan cepat dan tepat. Metode Sub Phase Decoupled merupakan metode baru untuk menyelesaikan sistem distribusi aliran daya tak seimbang yang mempunyai kecepatan perhitungan yang lebih cepat dibanding metode Newton Raphson maupun Phase Decoupled, karena pada Metode Sub Phase Decoupled faktor susebtansinya diabaikan.Sehingga secara analisis perhitungan lebih cepat, dan waktu perhitungan 1.8 kali lebih cepat dari Metode Phase Decoupled. Jadi Metode Sub Phase Decoupled lebih dalam penyajian data perhitungan dibanding Metode Phase Decoupled.

Kata Kunci : Sistem distribusi tidak seimbang, aliran daya Sub Phase Decoupled

PENDAHULUAN

Sistem distribusi merupakan bagian dari sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga listrik ke pusat pusat beban atau konsumen. Permasalahan yang dihadapai jaringan distribusi adalah bagaimana menyalurkan daya dengan baik disaat tertentu atau dimasa yang akan datang. Disamping tersedianya tenaga listrik yang mencukupi, konsumen juga menuntut peningkatan kwalitas energi listrik. Untuk meningkatkan kwalitas maka perlu dilakukan analisa yang tepat, yaitu analisa aliran daya. Hasil analisa memberikan informasi mengenai besarnya tegengan, arus, aliran daya, dan rugi rugi daya pada pengoperasian normal.

Maka dari itu di dalam penelitian ini akan dijelaskan perhitungan pada saluran distribusi type radial yang mempunyai beban tidak seimbang, sehingga perbedaan tegangan dan arus antar fasa dapat diketahui dan hasilnya dapat kita terapkan untuk perhitungan yang lainya, seperti rugi-rugi daya.

Mengingat pentingnya studi aliran daya dalam merencanakan perluasan sistem tenaga dan dalam menentukan operasi terbaik dalam sistem maka perlu dilakukan analisa pada saluran radial adalah :

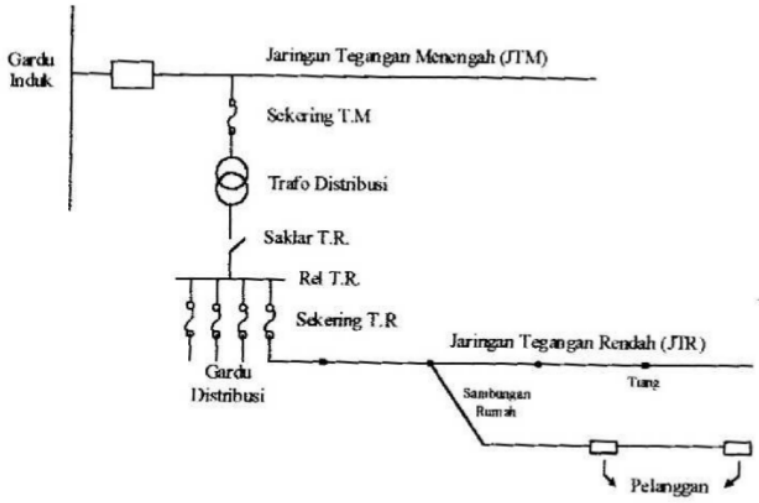
- Besarnya tegangan pada setiap node (bus)
- Besarnya arus pada setiap saluran
- Berapa rugi rugi daya di penyulang
- Berapa aliran daya tiap tiap saluran

Untuk menganalisa permasalahan tersebut maka penelitian ini mengambil suatu alternatif metode untuk memberikan perhitungan yang lebih cepat pada sistem distribusi radial tidak seimbang menggunakan metode aliran daya "**metode sub phase Decoupled".**

TINJAUAN PUSTAKA

1. Sistim Distribusi Tenaga Listrik

Jaringan keluaran dari Gardu Induk disebut jaringan tegangan menengah atau disebut dengan jaringan distribusi.Setelah tegangan listrik disalurkan melalui jaringan distribusi primer maka kemudian diturunkan tegangan dalam Gardu distribusi menjadi tegangan rendah dan untuk selanjutnya disalurkan ke rumah tangga melalui jaringan tegangan rendah.



Jaringan Distribusi Tegangan Menengah (JTM), Jaringan Tegangan Rendah (JTR), dan sambungan rumahtangga.
Sumber : djiteng maessudi 1990, "**OPERASI SISTEM TENAGA LISTRIK",**Balai penerbit dan humas ISPTN

Dalam pendistribusian tegangan listrik ke konsumen, teganga yang digunakan bervariasi tergantung jenis konsumen yang membutukkan. Untuk konsumen industri biasanya memakai tegangan menengah 20 KV sedangkan untuk konsumen perumahan digunkan tegangan 220/380 Volt. Dengan demikiam sistem distribusi tenaga listrik dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian sistem yaitu:

1. Sistim distribusi primer
   Sistim distribusi ini tingkat tegangn yang digunakan adalah meliputi tegangan menengah 20 KV, oleh karena itu sistem distribusi ini disebut sistem distribusi tegangan menengah.
2. Sistem distribusi sekunder
   Tingkat tegangan yang digunakan pada sistem distribusi sekunder adalah tegangan rendah 127/220 Volt atau 220/380 Volt, oleh karena itu sistem distribusi ini sering disebut dengan sistem distribusi tegangan rendah.sistim penyalurannya bisa menggunakan sistim satu fasa atau sistim tiga fasa.

Dalam sistem jaringan distribusi pasti banyak rugi rugi yang menyertainya diataranya rugi daya. Rugi daya merupakan besaran daya yang hilang dalam penyaluran daya elektrik. Rugi daya ini terdiri dari rugi daya aktif dan reaktif. Rugi daya ini dapat terjadi pada komponen komponen umum pada sistem tegangan listrik seperti :

- Rugi pada penyulang utama dan peralatan penyaluran
- Rugi pada trafo distribusi

Dalam menganalisa rugi rugi yang ada dalam sistem jaringan maka kita harus memperhitungkan rugi daya aktif dan reaktif dapat dihitung dengan mengunakan rumusan

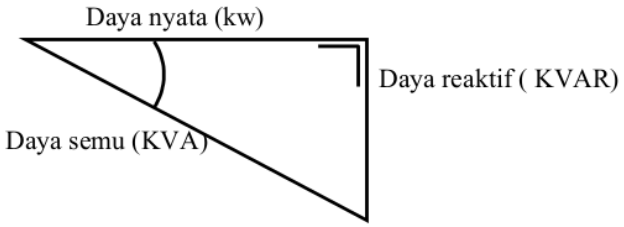
$$P + \mathrm{JQ} = [\mathrm{Z}]\left[|I|^2\right] \quad \text{.....} \quad (1)$$

Untuk aliran daya aktif- reaktif dapat dihitung melalui persamaan

$$P_\alpha = \text{Real}\left(V_i \,.\, I_\alpha^{\,*}\right) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

$$Q_\alpha = \text{Im}\left(V_i \,.\, I_\alpha^{\,*}\right)$$

Dalam studi aliran daya tidak terlepas dengan perhitungan faktor daya. Dimana faktor daya merupakan perbandingan antara komponen daya KW terhadap KVA seperti terlihat pada gambar:



Sumber. Turan Gonen **"ELEKTRIKPOWER DISTRIBUTION ENGINERING"** universitas of Missouri at colombia

Faktor daya :

$$\cos\theta = \frac{\text{KW}}{\text{KVA}}$$

$$(KVA)^2 = (KW)^2 + (\text{KVAR})^2$$

$$KW = \text{KVA}\cos\theta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

$$KVAR = \text{KVA}\sin\theta = \text{KW}\tan\theta$$

$$\tan\theta = \frac{\text{KVAR}}{\text{KW}}$$

Faktor daya akan mendahului (leading) apabila arus mendahului tegangan dan akan tertinggal lagging bila arus terbelakang terhadap tegangan.

2. Sistem Per-Unit

Untuk mempermudah perhiyungan dalam sistem tenaga listrik digunakan sisten P.U (per unit) yang didefinisikan sebagai perbandingan harga yang sebenarnya dengan harga dasar (base value), sehingga dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{besaran per - unit} = \frac{\text{besaran sesungguhnya}}{\text{besaran dasar dengan dimensi yang sama}}$$

Rumus-rumus yang digunakan untuk penentuan arus dasar dan impedansi dasar adalah…

- Untuk data 1 fasa

  Arus dasar

$$I_d = \frac{kVA\ \text{dasar 1 fasa}}{kV\ \text{dasar L - N}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

  Impedansi dasar

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - N})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 1 fasa}}$$

$$= \frac{(\text{kVdasar L - N})^2}{\text{MVA dasar 1 fasa}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

- Untuk data 3 fasa

$$I_d = \frac{\text{kVA dasar 3 fasa}}{\sqrt{3}\ \text{kV dasar L - L}}$$

$$Z_d = \frac{(\text{kV dasar L - L})^2 \times 1000}{\text{kVA dasar 3 fasa}}$$

$$= \frac{(\text{kV dasar L - L})^2}{\text{MVA dasar 3 fasa}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

3. Metode Penyelesaian Study Aliran Daya

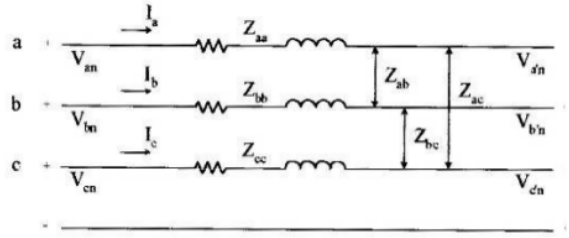
Tujuan study aliran daya yaitu untuk mengatasi problem di dalam sistem sistem tenaga listrik, sebagai akibat dari meningkatnya pembebanan pada konsumen. Dan juga bertambahnya jumlah saluran transmisi dan distribusi,studi alirandaya ini dilakukan untuk menentukan :

1. daya aktif dan reaktif pada percabangan rangkaian.
2. tidak adanya rangkaian yang mempunyai beban lebih dari teganga busbar dalam batas yang diterima.
3. pengaruh penambahan atau perubahan pada suatu sistem.
4. pengaruh hilangnya hubungan dalam keadaan darurat.
5. kondisi optimum pembebanan sistem
6. kehilangan daya optimum sistem.

4. Pendekatan Study Aliran daya

Didalam pengoperasian sistem tenaga listrik, parameter yang perlu diperhatikan sehubungan dengan analisa aliran daya adalah besarnya magnetude tegangan $|V|$, sudut fasa tegangan θ, Daya nyata P, dan daya reaktif Q . daya nyata mempunyai ketergantungan pada sudut fasa tegangan dan daya reaktif ketergantungan pada besarnya tegangan . apabila P dan Q beruban maka θ dan V berubah pula dan sebaliknya.

5. Sistem saluran tiga fasa



Model rangkaian ekivalen tiga fasa

Sb: WH kersting and WH philips " **Distribusi Feeder Line Model**" IEEE Trans Cn Industrial Aplication,31 ,pp715-720 1995

Impedansi Z_{abc} akan ditunjukkan sebagai matrik impedansi fasa. Elemen dari matrik ditunjukkan oleh persamaan Carson's dan dilanjutkan dengan reduksi kron's Persamaan carson's adalah:

$Z_{ii} = r_i + 0{,}0953 + j0{,}12134 \times [\ \ln(1/GMR_i) + 7{,}934\ ]$ / mile……...(7)

$Z_{ij} = 0{,}0953 + j0{,}12134 \times [\ \ln(1/D_{ij}) + 7{,}934\ ]$ / mile……..(8)

Dimana : r_i adalah resistansi konduktor (omh/mile)

GMR adalah Geometrik Mean Radius Konduktor (ft)
D_{ij} adalah jarak antar konduktor I dan j (ft)
Dari persamaan Carson's akan menghasilkan matrik impedansi primitive 4x4

$$[Zprim] = \begin{bmatrix} z_{aa} z_{ab} z_{ac} z_{an} \\ z_{ba} z_{bb} z_{bc} z_{bn} \\ z_{ca} z_{cb} z_{cc} z_{cn} \\ z_{an} z_{bn} z_{cn} z_{nn} \end{bmatrix} \quad \text{.....(9)}$$

Maka matrik ini dirediksi menjadi matrik 3x3 menggunakan reduksi kron's

$$[z_{abc}] = [z_{abc}] - [z_{an}].[z_{nn}]^{-1}[z_{na}] \quad \text{.....(10)}$$

Impedansi saluran ditunjukkan oleh matrik impedansi 3x3 sbb:

$$Z = \begin{bmatrix} (R_{aa} + jx_{aa})(R_{ab} + jx_{ab})(R_{ac} + jx_{ac}) \\ (R_{ba} + jx_{ba})(R_{bb} + jx_{bb})(R_{bc} + jx_{bc}) \\ (R_{ca} + jx_{ca})(R_{cb} + jx_{cb})\ (R_{cc} + jx_{cc}) \end{bmatrix} \quad \text{.....(11)}$$

6. Model peralatan

Transformator 3fasa dibentuk dengan matrik admitansi ekivalan dan blok bebas merupakan fungsi pada sisi sekunder transformator, dinggap Y_T^{abc} model transformator yang digunakan

$$Y_T^{abc} = \begin{bmatrix} Y_P^{abc} Y_{P-S}^{abc} \\ Y_{S-P}^{abc} Y_S^{abc} \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} y_t & 0 & 0 & \frac{-1}{\sqrt{3}} y_t & \frac{1}{\sqrt{3}} y_t & 0 \\ 0 & y_t & 0 & 0 & \frac{-1}{\sqrt{3}} y_t & \frac{1}{\sqrt{3}} y_t \\ 0 & 0 & y_t & \frac{1}{\sqrt{3}} y_t & 0 & \frac{-1}{\sqrt{3}} y_t \\ \frac{-1}{\sqrt{3}} y_t & 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} y_t & \frac{2}{3} y_t & \frac{-1}{3} y_t & \frac{-1}{3} y_t \\ \frac{1}{\sqrt{3}} y_t & \frac{-1}{\sqrt{3}} y_t & 0 & \frac{-1}{3} y_t & \frac{2}{3} y_t & \frac{-1}{3} y_t \\ 0 & \frac{1}{\sqrt{3}} y_t & \frac{-1}{\sqrt{3}} y_t & \frac{-1}{3} y_t & \frac{-1}{3} y_t & \frac{2}{3} y_t \end{bmatrix} \quad \text{.....(12)}$$

Dimana : P = sisi primer, S = sisi sekunder

Kita bisa mendapatkan matrik jacobianyang serupa dengan persamaan yaitu:

$$Y_t = \begin{bmatrix} g_t & -b_t \\ b_t & g_t \end{bmatrix}, \Delta V = \begin{bmatrix} \Delta e_t \\ \Delta f_t \end{bmatrix} \text{ dan } \Delta I_t = \begin{bmatrix} \Delta I_t^r \\ \Delta I_t^i \end{bmatrix}$$

7. Model Capasitor

Capasitor dibentuk sebagai admitansi hubungan delta. Injeksi arus untuk capasitor hubungan Wye gron merupakan fungsi dari tegangan bus seperti ditunjukkan dalam pesamaan:

$I_c^{K,Q} = Y_c^Q = Y_i^{LQ}, Q = a,b,c$ k = itersi ke k

$\mathrm{I}^{\mathrm{r}} = \mathrm{Re}(I^{K,Q}), \mathrm{I}^{\mathrm{i}} = \mathrm{Im}\left(I^{K,Q}\right)$

8. Model Cogenerator

Terdapat model cogenerator dalam sistem distribusi:

1. Membentuk cogenerator sebagai alat daya hubungan Wye atau konstanta hubungan delta serta injeksi arus.
2. Dengan membetuk ketidak seimbangan fasa generator yang ada pada ketidakak seimbangan sistem distribusi untuk membentuk cogenerator yang sesuai.

9. Model Beban

Beban ditentukan dengan daya konstan hubungan Wye atau hungan delta dan atau impedansi untuk daya konstan dapat dikonfersikan kedalam injeksi arus .

Impedansi konstan bisa didapatkan dengan persamaan:

$$I_i^k = \frac{V_i^k}{Z_i}$$

10. Model Pengaturan tegangan

Pengaturan tegangan digunakan untuk mengontrol tegangan dalam kisaran jumlah 5 sampai 10%. Pengaturan tegangan dibentuk dengan rangkaian impedansi dan transformer dengan tap pengaturan sekender. Yakni pengatur tegangan berfungsi sebagai transformator 3 fasa.

11. Metode Penyelesaian Study Aliran daya

Dalam study aliran daya teknik metode alternatif yang bisa dipakai dalam penyelesaian persoalan aliran daya 3 fasa adalah metode Sub Phase Decaupled yang merupakan lanjutan dari metode fats Decaupled.

Dalam metode Sub Phase Decaupled menggunakan matrik admitansi yang merupakan inves dari matrik impedansi. Matrik mpedansi yang fasa Z_{abc} yang elemen matrik ditentukan oleh persamaan carson's dan dilanjutkan dengan reduksi kron's, untuk saluran tiga fasa dengan netral akan menghasilkan primitifitas 4x4 untuk mencari nilai admitansi (Y) maka impedansi saluran di inveskan dengan persamaan:

$$Y = [Z]^{-1}$$

Maka didapat admitansi saluran

$$Y = \begin{bmatrix} Y_{aa} Y_{ab} Y_{ac} \\ Y_{ba} Y_{bb} Y_{ca} \\ Y_{ca} Y_{cb} Y_{cc} \end{bmatrix} \quad \text{.....(13)}$$

Dari sistim saluran feeder 3 fasa dapat dihitung asus I^{cal} dengan persamaan

$$\begin{bmatrix} I_a^{cal} \\ I_b^{cal} \\ I_c^{cal} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{aa} Y_{ab} Y_{ac} \\ Y_{ba} Y_{bb} Y_{ca} \\ Y_{ca} Y_{cb} Y_{cc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathrm{V_a} - V_{a^1} \\ \mathrm{V_b} - V_{b^1} \\ \mathrm{V_c} - V_{c^1} \end{bmatrix} \quad \text{.....(14)}$$

Dengan :

$$I_a^{cal} = y_{aa}\left(V_a - V_{a^1}\right) + y_{ab}\left(V_b - V_{b^1}\right) + y_{ac}\left(V_c - V_{c^1}\right)$$
$$= \mathrm{R_e}\left(I_a^{cal}\right) + jI_m\left(I_a^{cal}\right)$$

Dengan berdasarkan rangkain ekivalen 3 fasa

$$I_a^r = \left[g_{aa}\left(e_a - e_{a^1}\right) - b_{aa}\left(f_a - f_{a^1}\right) + g_{ab}\left(e_b - e_{b^1}\right) - b_{ab}\left(f_b - f_{b^1}\right) + g_{ac}\left(e_c - e_{c^1}\right) - b_{ac}\left(f_c - f_{c^1}\right)\right]$$
$$I_a^i = \left[g_{aa}\left(f_a - f_{a^1}\right) - b_{aa}\left(e_a - e_{a^1}\right) + g_{ab}\left(f_b - f_{b^1}\right) - b_{ab}\left(e_b - e_{b^1}\right) + g_{ac}\left(f_c - f_{c^1}\right) - b_{ac}\left(e_c - e_{c^1}\right)\right]$$

Line impedansi dari k ke m dapat dituliskan dengan $y_{km} = g_{km} + jb_{km}$ dengan algoritma Newton Rephson dapat ditulis dengan persamaan segi empat dimana arus dan tegangan dibedakan menjadi komponen riel dan imajiner

$$\begin{bmatrix} \Delta I^r \\ \Delta I^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial I^r}{\partial e} & \dfrac{\partial I^r}{\partial f} \\ \dfrac{\partial I^i}{\partial e} & \dfrac{\partial I^i}{\partial f} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta f \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(15)$$

Dengan

$$\Delta I = I^{sp-egv} - I^{cal} = \Delta I^r + j\Delta I^i$$
$$\Delta I = \Delta e + j\Delta f$$

Sedangkan turunan

$$\frac{\partial I_a^r}{\partial e_a} = g_{aa},\ \frac{\partial I_a^r}{\partial e_a} = b_{aa}, dan\ seterusnya$$

Sehingga untuk fungsi kesesuaian arus dapat dibentuk dengan sebuah matrik 6x6 dengan struktur blok 2x2 kita dapatkan persamaan :

$$\begin{bmatrix} g_{aa} & -b_{aa} & g_{ab} & -b_{ab} & g_{ac} & -b_{ac} \\ b_{aa} & \mathrm{g_{aa}} & b_{ab} & \mathrm{g_{ab}} & b_{ac} & \mathrm{g_{ac}} \\ g_{ba} & -b_{ba} & g_{bb} & -b_{bb} & g_{bc} & -b_{bc} \\ b_{ba} & \mathrm{g_{ba}} & b_{bb} & \mathrm{g_{bb}} & b_{bc} & \mathrm{g_{bc}} \\ g_{ca} & -b_{cb} & g_{cb} & -b_{cb} & g_{cc} & -b_{cc} \\ b_{ca} & \mathrm{g_{cb}} & b_{cb} & \mathrm{g_{cb}} & b_{cc} & \mathrm{g_{cc}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta ea \\ \Delta fa \\ \Delta eb \\ \Delta fb \\ \Delta ec \\ \Delta fc \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta I_a^r \\ \Delta I_a^i \\ \Delta I_b^r \\ \Delta I_b^i \\ \Delta I_c^r \\ \Delta I_c^i \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(16)$$

Dalam metode fast decoupled matrik jacobian merupakan matrik konstanta tidak simetris sehingga perlu disusun ulang sehingga persamaannya menjadi:

$$\begin{bmatrix} y_{aa} y_{ab} y_{ac} \\ y_{ba} y_{bb} y_{bc} \\ y_{ca} y_{cb} y_{cc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V_a \\ \Delta V_b \\ \Delta V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta I_a \\ \Delta I_b \\ \Delta I_c \end{bmatrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(17)$$

Dengan

$$y_{aa} = \begin{bmatrix} -b_{aa}\ g_{aa} \\ g_{aa}\ \mathrm{b_{aa}} \end{bmatrix},\ y_{ab} = \begin{bmatrix} -b_{ab}\ g_{ab} \\ g_{ab}\ \mathrm{b_{ab}} \end{bmatrix},\ y_{ac} = \begin{bmatrix} -b_{ac}\ g_{ac} \\ g_{ac}\ \mathrm{b_{ac}} \end{bmatrix}$$

$$\Delta \mathrm{v_a} = \begin{bmatrix} \Delta f_a \\ \Delta e_a \end{bmatrix} \text{ dan } \Delta \mathrm{Ia} = \begin{bmatrix} \Delta \mathrm{I_a^i} \\ \Delta I_a^r \end{bmatrix}$$

Persamaan yang lain dapat dicari dengan cara yang sama, penyusunan ini menghasilkan simetris line 2 fasa dan 1 fasa untuk penurunan persamaan diprases dengan cara yang sama untuk menghasilkan matrik jacoboan. Matrik jacobian untuk feeder tak seimbang 3 fasa bisa didapatkan dengan bentuk seperti :

$$\begin{bmatrix} Y_{aa} Y_{ab} Y_{ac} \\ Y_{ba} Y_{bb} Y_{ca} \\ Y_{ca} Y_{cb} Y_{cc} \end{bmatrix} \quad \text{.....(18)}$$

Dengan

$$Y_{aa} = \begin{bmatrix} -B_{aa} G_{aa} \\ G_{aa} B_{aa} \end{bmatrix}, \quad Y_{ab} = \begin{bmatrix} -B_{ab} G_{ab} \\ G_{ab} B_{ab} \end{bmatrix}, \quad Y_{ac} = \begin{bmatrix} -B_{ac} G_{ac} \\ G_{ac} B_{ac} \end{bmatrix}$$

Didalam metode phase decoupel bisa dikembangkan dengan mutual coupling karena pada kenyataannya self impedansi jauh lebih besar dari mutual coupling, sehingga persamaannya menjadi:

$$\begin{bmatrix} Y_{aa} & 0 & 0 \\ 0 & Y_{bb} & 0 \\ 0 & 0 & Y_{cc} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta V_a \\ \Delta V_b \\ \Delta V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Delta I_a \\ \Delta I_b \\ \Delta I_c \end{bmatrix} \quad \text{.....(19)}$$

Pada decoupel lanjut fator suseptansi dari Y_{aa} dihilangkan sehingga perhitungan lebih cepat, persamaan menjadi

$$Y_{aa} \Delta V_a = \begin{bmatrix} 0 & G_{aa} \\ G_{aa} & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta f \\ \Delta e \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta I_a^i \\ \Delta I_a^r \end{bmatrix} \quad \text{.....(20)}$$

Untuk bus beban yang konstan P^{sp} dan Q^{sp} dapat dikonfersikan dengan ECI ($I^{sp\text{-}eqv}$) sebagai contoh ECI untuk bus K iterasi ke I diberikan dengan persamaan:

$$I_k^{sp-eqv} = \left(\frac{(P + jQ_k)^{sp}}{V_k^i} \right)^* \quad \text{.....(21)}$$

$$= \mathrm{Re}\left(I_k^{sp-eqv}\right) + j\,\mathrm{Im}\left(I_k^{sp-eqv}\right)$$

Untuk fasa fasa yang lain dapat dicari dengan fasa yang sama, selanjutnya algoritma dari metode Sub Phase Decaoupled sebagai berikut :

1. Inputan data
2. mengunakan persamaan 17 dan 20 untuk membentuk matrik sub jacobian
3. mengolah matrik sub jacoboan
4. mengunkan persamaan 21 untuk mencari ECI
5. membentuk ketidak seimbngan arus
6. mengunakan persamaan 20 untuk Δe,Δf dan ef
7. jika |e,f| >ε,kembali ke 4
8. stop

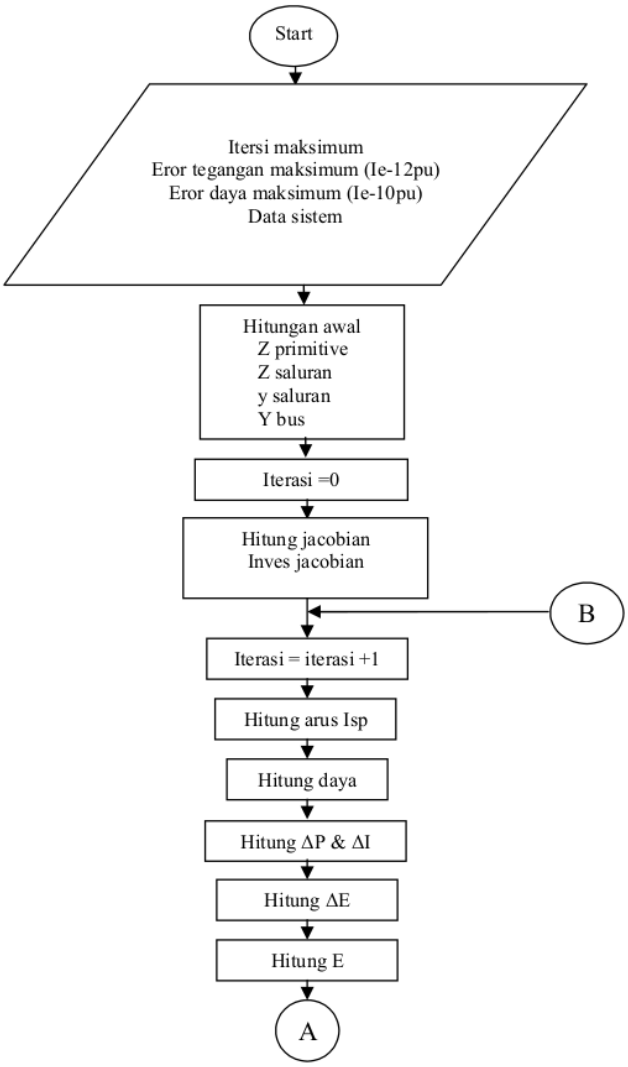
METODOLOGI

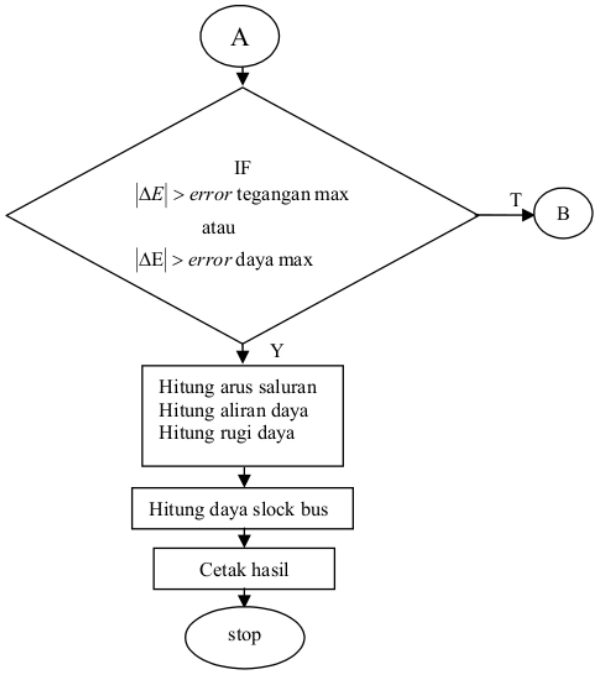
Analisa Aliran Daya Metode Sub Phase Decaupled pada JTM 20 KV dengan menggunakan sistem distribuasi radial tak seimbang penyulang Glinting

Perhitungan arus beban banyak dilakukan dalam perencanaan sistem,perencanaan operasional dan kontrol. Dalam perhitungan analisa aliran daya bisa dilakukan dengan manual dan menggunakan program komputer. Perhitungan secara manual dilakukan dengan beberapa itersi dengan cara manual tetapi apabila kita menggunakan program komputar maka perhitungan dapat dilakukan dengan banyak itersi dan dapat dilakukan secara otomatis sehinga tidak memerlukan waktu

yang lama.pada prinsipnya penggunaan program komputer dapat menganalisa sebuah distribusi radial dengan jumlah cabang dan bus yang tidak terbatas tergantung dari tersedianya memori yang tersedia pada komputer.

Flowchart Penyelesaian masalah





HASIL PENELITIAN

Data perhitungan

Perhitunganini mengambil data dari GI Blimbing malang yang melayani 9 buah penyulang dengan tiga buah trefo masing masing 150/20KV-30 MVA dan 150/20 KV-15 MVA.

Berdasarkan singgle line disgram dari penyulang Glintung,pada penyulang ini jumlah bus dan jumlah saluran masing masing adalah:

- Slack bus = 1
- Load bus = 55
- Jumlah saluran = 55
- Stuktur dan jarakkonduktor:

$D_{12} = D_{21}$	= 0,90 m	= 2,9528 ft
$D_{13} = D_{31}$	= 1,65 m	= 5,9528 ft
$D_{23} = D_{32}$	= 0,75 m	= 2,4606 ft
$D_{14} = D_{41}$	= 1,90 m	= 3,5978 ft
$D_{24} = D_{42}$	= 1,90 m	= 3,5978 ft
$D_{34} = D_{43}$	= 1,56 m	= 5,1247 ft

Sistim distribusi radial Gi Blimbing memakai tegangan Distribusi 20 KV.untuk menyelesaikan perhitungan aliran daya telebih dahulu ditetapkan single line diagram yang akan dianalisa. Agar perhitungan lebih mudah digunakan sistem per-unit (pu) dimana dasar yang digunakan :

- Tegangan dasar : 20 KV
- Daya dasar : 100 KVA
- Harga faktor dayayang diambil 0,86

Selanjutnya node node yang ada diklarifikasi, yaitu bas bar GI blimbing di asumsikan sebagai slack bus, sedangkan node node yang lain sepanjang saluran radial

dipandang sebagai load bus. Dalam halini tidak ada bus generator karena sepanjang saluran tidak terdapat pembangkit.

Data Saluran

Jaringan distribusi primer GI Blimbing menggunakan saluran kabel udara dengan spesifikasi seperti tabel dibawah ini:

Tabel. 1
Data penyulang sistem 20 KV GI Blimbing

Jenis konduktor	Penampang Nominal $(mm)^2$	Resistensi Konduktor (ohm) (Ω/km)	GMR (mm)	Keat hantar Arus (A)
AAAC	150	0,2162	5,2365	425
AAAC	120	0,2688	4,6837	365

Tabel. 2
Data Saluran Penyulang Glitung

No Saluran	Dari Node	Ke Node	Panjang (m)
1	0	1	303
2	1	2	412
3	2	3	19
4	3	4	252
5	4	5	148

Data Pembebanan

Data pembebanan diperoleh dengan mengambil data pada mesing masing trafo distribusi, dimana besarnya beban pada masing masing fasa tidak seimbang. Pada tahapan ini rugi rugi yang terjadi pada trafo distribusi diabaikan, adapun data pembebanan seperti pada tabel 3

Tabel 3
Data pembebanan penyulang Glintung

No Node	Tegangan awal		Pembebana						Tipe Bus
			R		S		T		
	V (pu)	Θ (^{0})	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	P (KW)	Q (KVAR)	
0	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Slack
1	1,0000	0,0000	46,1648	27,3926	31,0288	18,4114	34,2452	20,3199	Load
2	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	Load
3	1,0000	0,0000	10,9736	6,5114	10,0276	5,9500	13,2440	7,8585	Load
4	1,0000	0,0000	38,2184	22,6775	43,8944	26,0453	45,4080	26,9435	Load
5	1,0000	0,0000	21,904	12,5736	12,5736	14,1454	26,6772	15,8293	Load

Data yang ditampilkan pada tabel 3 hanya sebagian

Hasil Analisa

Dengan menggunakan bantian program komputer untuk analisa aliran daya metode Sub Phase Decoupled dengan flocarht penyelesaian masalah disini dapat dilihat hasil perhitungan tiap tiap node nilainya mengalami penurunan dari asumsi tegangan awal yang digunakan 20 KV. Tegangan terrendah terjaji pada node ke 29

Tabel 3
Node Tegangan Paling Rendah Penyulang Glintung

No Node	Fasa	Asumsi Tegangan awal	Tegangan yang terjadi		Sudut fasa yang terjadi	Penurunan tegangan (%)
			(pu)	(kV)		
29	R	1.0000	0.99269	19.9414	-0.0313	0.731
	S	1.0000	0.99213	19.9346	119.651	0.787
	T	1.0000	0.99217	19.9353	239.655	0.787

Tabel 4
Aliran Daya, toata Pembebanan dan Rugi-rugi
Daya Penyuling Glintung Metode Sub Phase Decoupled

Rekapitulasi Daya Aktif dan Reaktif						
Item Daya	P(kW)	Q(kVar)	P(kW)	Q(kVar)	P(kW)	Q(kVar)
Daya Beban Total	975.1375	578.6101	1061.224	593.878	1052.899	624.7513
Rugi Daya Total	6.5846	4.2898	8.171	5.3265	9.9428	5.4911
Aliran Daya Total	977.3116	578.6117	1063.947	629.693	1063.947	629.693
Daya Slack Bus	981.7222	582.8999	1069.395	599.2045	1060.842	630.2424

Tabel 5
Aliran Daya, toata Pembebanan dan Rugi-rugi
Daya Penyuling Glintung Metode Phase Decoupled

Rekapitulasi Daya Aktif dan Reaktif						
Item Daya	P(kW)	Q(kVar)	P(kW)	Q(kVar)	P(kW)	Q(kVar)
Daya Beban Total	975.1375	578.6101	1061.224	593.878	1052.899	624.7513
Rugi Daya Total	6.5846	4.2898	8.171	5.3265	9.9428	5.4911
Aliran Daya Total	977.3116	578.6117	1063.947	629.693	1063.947	629.693
Daya Slack Bus	981.7222	582.8999	1069.395	599.2045	1060.842	630.2424

Tabel 6
Error Tegangan dan Arus Metode Sub Phase Decoupled

Erroe Tegangan Node	
Iterasi	Error (pu)
1	1.50E-02
2	3.26E-05
3	1.28E-07
4	2.67E-10
5	1.98E-12
6	1.32E-12
7	1.32E-12
8	1.32E-12
9	1.32E-12
10	1.32E-12

Error Daya Node	
Iterasi	Error (pu)
1	1.96E-03
2	3.23E-06
3	1.20E-08
4	1.17E-09
5	1.06E-09
6	1.06E-09
7	1.06E-09
8	1.06E-09
9	1.06E-09
10	1.06E-09

Waktu perhitungan : 1275 miliseconds

Tabel 6
Error Tegangan dan Arus Metode Phase Decoupled

Error Daya Node	
Iterasi	Error (pu)
1	1.96E-04
2	6.46E-07
3	3.60E-09
4	4.69E-10
5	5.28E-10

Error Tegangan Node	
Iterasi	Error (pu)
1	1.50E-03
2	6.51E-06
3	3.83E-08
4	1.07E-10
5	9.90E-13

Waktu perhitungan : 2390 miliseconds

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisa perhitungan pada jaringan 20 kV sistem distribusi radial, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Di dalam analisis aliran daya, perhitungan Metode Sub Phase Decoupled merupakan hasil decoupled dari Metode Phase decoupled dengan mengabaikan mutual coupling. Karena pada kenyataannya self impedansi jauh lebih besar dari mutual coupling. Pada decoupled lanjut faktor substansi dari Y_{aa} dihilangkan sehingga perhitungan lebih cepat.
2. Pada Metode Sub Phase Decoupled dapat mencapai error tegangan 1.32E-12 dan error daya 1.06E-09 pada iterasi ke 10, sedangkan Metode Phase Decoupled error tegangan 9.90E-09 dan error daya5.28E-10 pada iterasi ke 5. Waktu yang dibutuhkan untuk perhitungan 1275 mili seconds pada Metode Sub Phase Decoupled dan 2390 mili secinds untuk Metode Phase Decoupled
3. Dari hasil perhitungan penyulang Glintung, tegangan paling rendah terjadi pada node ke-29, yang besarnya untuk fasa R adalah 19.9414 kV atau 0.99269 pu mengalami penurunan 0.713%. Fasa S adalah 19.9346 kV atau 0.99213 pu mengalami penurunan 0.787 % dan fasa T adalah 19.9353 kV atau 0.99217 pu mengalami penurunan 0.783 %, tetapi nilainya masih dalam batas atas yang diijinkan yaitu antara -10 % sampai 5 %.
4. Arus paling besar terjadi pada saluran 1, yang besarnya pasa fasa R adalah 48.8885 A, fasa S adalah 53.2246 A dan fasa T adalah 52.8038 A, sehingga arus yang mengalir pada penyulang Glintung lebih kecil dari kapasitas hantar yaitu 425 A untuk penghantar AAAC 150 dan 365 A untuk penghantar AAAC 120.
5. Besarnya rugi daya aktif dan reaktif pada fasa R adalah 6.5846 kW dan 4.2898 kVAR, pada fasa S adalah 8.171 kW dan 5.3265 kVAR, pada fasa T adalah 7.9428 kW dan 5.4911 kVAR.
6. Besarnya aliran daya aktif dan reaktif pada fasa R yaitu 1135.756 kVA, pada fasa S yaitu 1236.3238 kVA dan pada fasa T yaitu 1236.3238 kVA, sehingga alirean daya total pada penyulang Glintung 3608.3982 kVA sedangkan kapasitas trafo II pada GI Blimbing ayng terdiri dari 4 penyulang adalah 30 MVA, maka daya penyulang Glintung 12.0279 % dari kapasitas trafo II.

DAFTAR PUSTAKA

Carson John R,"Wave Propagation In Overhead Wires With Ground Return" Bell System Technical Journal,New York, Vol.5,1996

Ray D. Zimmerman H.D Chiang, 1995. "Fast Decoule Power Unbalanced Radial Distribusi Sistems. IEEE Trans on Power Sistems, Vol.10.No.4, Novenber, PP 2045-2052

SPLN-64,"Petunjuk Pemeliharaan Dan Penggunaan Pelebur Pada Sistem Distribusi Tegangan Menengah", Perusahaan Umum Listrik Negara.

Turan Gonen, "Elektrik Power Distribusi System Engineering", University of Missouri at Colombia

Yusra Basri,"Analisis Topologi Jaringan Radial",Tim Pelaksana Pendidikan dan Penataran Sarjana Teknik PLN, Kerjasama PLN dan ITB Bandung

William D. Stevensen, Jr,1996,"Analisis Sistem Tenaga Listrik",edisi ke empat, Erlangga, Jakarta

W.H. Kerting and W.H Philips,1995,"Distribution Fider Line Models",IEEE Tans, on Industrial Aplications 31 , PP, 715-720

Whei-Min Lin, Yuh-Shen Su, Hong-Chan Chin, Jen-Hao Teng,"Three-Phase Unbalanced Distribution Power Flow Solution With Minimum Data Preparation", IEEE Transactions on Power System, Vol 14,No.3,Agustus 1999

Solusi Aliran Daya Tak Seimbang Dengan Menggunakan Metode Sub Phase Decoupled Pada Sistem Sistribusi 20 KV Di Gi Blimbing

ORIGINALITY REPORT

1%	1%	0%	1%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	link.springer.com Internet Source	1%

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		