

tak pada bus-nya.

Impul/Bus kontrol PV \rightarrow Polarisasi \rightarrow δ dan $\dot{\delta}$ telah diketahui

(ii) Bus-PV adalah satu dimana seluruh ^{daya} tenaga aktif yang ~~di~~ ^{seluruh/disuntikkan} telah ditentukan dan besar tegangannya dijaga agar tetap konstan pada harga yang telah ditentukan dengan ^{besaran daya} ~~sunikan tenaga~~ reaktif.

(iii) Satu dari bus-bus didalam sistem, untuk generator-generator yang telah dihubungkan, dipilih sebagai slack ^{bus} (=kekenduran) atau bus ayun (= swing bus). Pada bus ini, besar sudut tegangan dan sudut fase tegangan ditentukan. ^{Daya} Tenaga aktif pada bus tidak diketahui. Bus ayun adalah suatu konsep yang imajiner dalam studi

^{aliran} beban-~~arus~~ dan timbul karena kerugian sistem I^2R harganya tidak diketahui sebelum penghitungan-penghitungan ^{arus} beban-~~arusnya~~. Oleh karena itu, total ^{daya} tenaga yang ^{disalurkan} ~~disuntikkan~~ tidak dapat ditentukan pada setiap bus tunggalnya. Pada bus ayun, sudah biasa untuk menganggap ^{daya} tenaga aktifnya sebagai suatu yang tak diketahui.

Perbedaan antara baik ^{keluaran} output (megawatt) yang tak terduga maupun yang terpecahkan menggambarkan kesalahan didalam perkiraan yang sebelumnya pada kerugian-kerugian sistem I^2R . Generator-generator pada persediaan bus ayun, perbedaan ^{daya} antara ~~tenaga~~ riil yang ditentukan ^{disalurkan} ~~disuntikkan~~ pada sistem yang berada pada bus-bus yang lain dengan total output sistemnya plus kerugian-kerugiannya.

4.4 Data untuk Studi ^{aliran (aliran daya)} Beban-~~Arus~~

Langkah-langkah dalam pengumpulan sistem data adalah:

(i) Gambarkan suatu diagram saluran tunggal dari suatu

sistem.

- (ii) Asumsikan suatu sistem tiga fase yang seimbang, sistem transmisi digambarkan dengan jaringan rangkaian-fase-positif dari cabang-cabang sekelompok rangkaian seri linear dan cabang-cabang shunt. Impedansi-impedansi salurannya dan admitansi...shunt.. di dalam harga per-unit kemudian didapatkan, termasuk impedansi-impedansi trafo, ^{Rating} ~~tingkat~~ kapasitor ~~jenis~~ shunt dan tapping...trafo. Y_{11}, Y_{22} dsl Y_{12}, Y_{21}
- (iii) admitansi node $\sqrt{\quad}$ itu sendiri dan admitansi bersama $\sqrt{\quad}$ didapatkan dengan menggunakan analisa nodal.
- (iv) Kapasitansi Shunt dan resistansi per-unit dan reaktansi antara bus-bus penghenti pada saluran akan ditentukan.
- (v) Kondisi-kondisi pengoperasian diseleksi. Keadaan pengoperasian yang statis pada sistem kemudian akan ditentukan dengan pembatas-pembatas pada ^{daya} tenaga dan atau tegangan pada network bus-busnya.

Setelah mendapatkan tipe diatas dari data, kemudian dibentuk model matematika yang sesuai untuk sistemnya, cukup untuk menggambarkan hubungan antara tegangan-tegangan dan ^{daya} tenaga didalam sistem yang saling berhubungan. Pembatas ^{daya} tenaga dan pembatas tegangan pada bus-bus yang beragam didalam network kemudian akan ditentukan dan persamaan arus beban dipecahkan secara numerik. Ketika tegangan-tegangan bus yang beragam ditentukan, ^{arus} beban arus aktualnya yang terdapat di dalam semua saluran transmisi dihitung.

Contoh 4.2 :

Gambar 4.4 menunjukkan sistem tiga-bus. Besar tegangan-tegangan bus pada bus 1,2,3 adalah masing-masing 1 per-unit (1 pu). Daya-daya bus pada sistem tiga-bus ditunjukkan dalam tabel 4.2. Hitung ^{aliran} beban-beban didalam masing-masing saluran transmisi didalam networknya. ^{Admittansi jaringan} Aliran masuk dari saluran antar bus ke bus ditunjukkan di dalam tabel 4.3 sebagai pemecahan impedansi yang diberikan.

Tabel 4.2

Table 4.2

| Bus | Real power demand | Reactive power demand | Real power generation | Reactive power generation | |
|-----|-------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------|
| 1 | $P_{D1} = 0.5$ | $Q_{D1} = 0.3$ | $P_{G1} = 0.3$ | Q_{G1} | } Not specified |
| 2 | $P_{D2} = 0$ | $Q_{D2} = 0$ | $P_{G2} = 1.0$ | Q_{G2} | |
| 3 | $P_{D3} = 0.8$ | $Q_{D3} = 0.8$ | $P_{G3} = 0$ | Q_{G3} | |

Tabel 4.3

Table 4.3

| Line connecting bus-to-bus | Reactance X per unit | Susceptance B per unit |
|----------------------------|------------------------|--------------------------|
| Y_{12} 1-2 | 0.05 | $-j20$ |
| Y_{13} 1-3 | 0.05 | $-j20$ |
| Y_{23} 2-3 | 0.05 | $-j20$ |

$$B = \frac{1}{jX} = \frac{1}{j0.05} \cdot \frac{j0.05}{j0.05} = -j20$$

$$B = \frac{1}{jX} = \frac{1}{j0.05} = -j20$$

Gambar 4.4 sistem 3 bus untuk contoh 4.2

$$S_1 = P_{G1} - P_{D1} + j(P_{G1} - P_{D1})$$

$$= 0.3 - 0.5 + j\varphi_1$$

$$= -0.2 + j\varphi_1$$

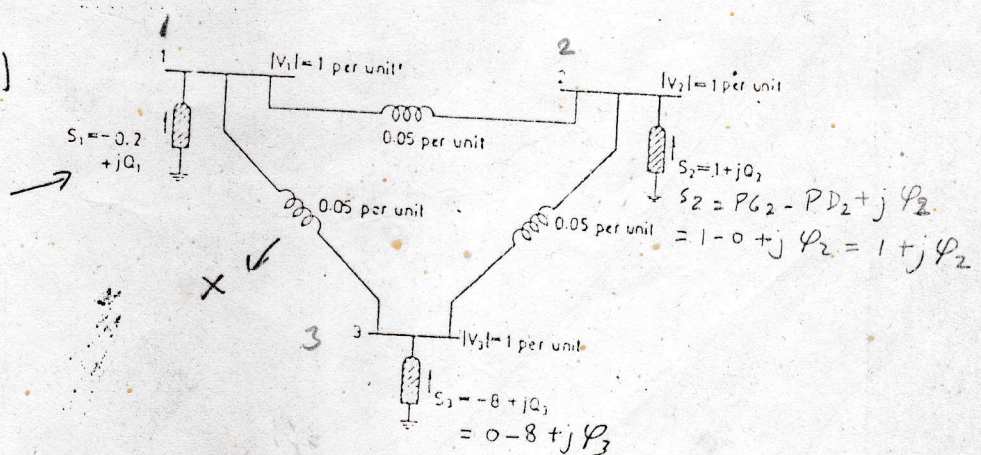


Fig. 4.4 Three-bus system for Example 4.2

Y_{bas}

Bentuklah bus penerima ~~arus masuk~~ (admitansi) \checkmark Penerima bus admitansi. ~~arus masuk~~ itu sendiri dari masing-masing bus di tunjukkan dengan Y_{11} , Y_{22} dan Y_{33} . Penerima ~~arus masuk~~ bersama antara bus-bus tersebut ditunjukkan dengan Y_{12} , Y_{13} , Y_{23} .

Dengan menuliskan persamaan untuk arus yang terletak pada node-node dalam hubungannya dengan ~~admitansi~~ ~~penerima arus masuk~~ dan tegangan pada node-node dan membentuk bus-Y, harga baik ~~admitansi sendiri (self admittance) dan~~ ~~admitansi gabungan antara bus-bus~~ dapat di cari.

Dari data pada tabel 4.3

$Y_{12}, Y_{21}, Y_{13}, Y_{31}, Y_{23}, Y_{32} =$
admitansi gabungan

(mutual admittance)

$$Y_{11} = Y_{22} = Y_{33} = -j20 - j20 = -j40$$

$$Y_{12} = Y_{21} = -Y_{12} = j20$$

$$Y_{bus} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} \\ Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} \\ Y_{31} & Y_{32} & Y_{33} \end{bmatrix}$$

Y_{mutual}

$$= \begin{bmatrix} -j40 & j20 & j20 \\ j20 & -j40 & j20 \\ j20 & j20 & -j40 \end{bmatrix}$$

$Y_{11}, Y_{22}, Y_{33} =$ admitansi diri sendiri (self admittance)

$$Y_{11} = Y_{12} + Y_{13}$$

$$Y_{12} = -Y_{12}$$

$$Y_{21} = -Y_{12}$$

$$Y_{22} = Y_{21} + Y_{23}$$

$$Y_{33} = Y_{31} + Y_{32}$$

Daya-daya

Tenaga-tenaga bus S_1 , S_2 , dan S_3 , dirumuskan :

The bus powers S_1 , S_2 and S_3 are given by,

$$S_1 = P_1 + jQ_1 = (P_{G1} - P_{D1}) + j(Q_{G1} - Q_{D1})$$

$$= (0.3 - 0.5) + j(Q_{G1} - 0.3)$$

$$S_1 = -0.2 + jQ_1$$

$$S_2 = P_2 + jQ_2 = (P_{G2} - P_{D2}) + j(Q_{G2} - Q_{D2})$$

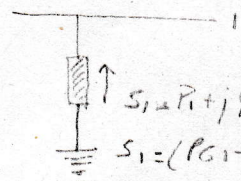
$$= (1.0 - 0) + j(Q_{G2} - 0)$$

$$S_2 = 1.0 + jQ_2$$

$$S_3 = P_3 + jQ_3 = (P_{G3} - P_{D3}) + j(Q_{G3} - Q_{D3})$$

$$= (0 - 0.8) + j(Q_{G3} - 0.8)$$

$$S_3 = -0.8 + jQ_3$$



$S_1 = \text{daya bus}$

Bentuk umum SLFE dirumuskan dengan

(Kakal load flow equation)

$$S_1 \rightarrow P_1 - jQ_1 = Y_{11}V_1V_1^* - Y_{12}V_2V_1^* - Y_{13}V_3V_1^* \quad S_2 \rightarrow P_2 - jQ_2 = Y_{21}V_1V_2^* - Y_{22}V_2V_2^* - Y_{23}V_3V_2^*$$

$$P_i - jQ_i = Y_{i1}V_1V_i^* - Y_{i2}V_2V_i^* - \dots - Y_{in}V_nV_i^* \quad \dots \quad (4-17)$$

$$Y_{i1}V_1V_i^* \quad Y_{i2}V_2V_i^*$$

$$S_3 \rightarrow P_3 - jQ_3 = Y_{31}V_1V_3^* - Y_{32}V_2V_3^*$$

untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$

Dari data-data persamaan diatas :

* = konjugate

$$\begin{aligned} S_1 \rightarrow & -0.2 - jQ_1 = j40V_1V_1^* + j20V_2V_1^* + j20V_3V_1^* \\ S_2 \rightarrow & 1.0 - jQ_2 = j20V_1V_2^* - j40V_2V_2^* + j20V_3V_2^* \\ S_3 \rightarrow & -0.8 - jQ_3 = j20V_1V_3^* - j20V_2V_3^* - j40V_3V_3^* \end{aligned} \quad (4.18)$$

$$\begin{aligned} V_1 &= |V_1| = 1.0 \text{ per unit} \\ V_2 &= |V_2| e^{j\delta_2} = \cos \delta_2 + j \sin \delta_2 \text{ per unit} \\ V_3 &= |V_3| e^{j\delta_3} = \cos \delta_3 + j \sin \delta_3 \text{ per unit} \end{aligned} \quad (4.19)$$

$$\begin{aligned} V_1 &= |V_1| = 1 \text{ pu} \rightarrow \delta_1 = 0 \\ V_2 &= \cos \delta_2 + j \sin \delta_2 \text{ pu} \\ V_3 &= \cos \delta_3 + j \sin \delta_3 \text{ pu} \end{aligned}$$

Admisi nilai $\rightarrow \frac{1}{2}$

$$\begin{aligned} Y_{12} &= -j20 \\ Y_{13} &= -j20 \\ Y_{23} &= -j20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Y_{11} &= j40 \\ Y_{12} &= j20 \\ Y_{13} &= j20 \\ Y_{21} &= j20 \\ Y_{22} &= -j40 \\ Y_{23} &= j20 \\ Y_{31} &= j20 \\ Y_{32} &= j20 \\ Y_{33} &= -j40 \end{aligned} \quad \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \end{matrix}$$

Gunakan bus nomor 1 sebagai slack bus (bus yang kendur) atau referensikan bus; asumsikan $\delta_1 = 0$

Persamaan (4.18) dapat ditulis dengan mensubstitusikan

harga-harga pada hubungan-hubungan tegangannya,

$$V_1^* = 1, V_1 = 1$$

$$S_1 \rightarrow -0.2 - jQ_1 = -j40 + j20(\cos \delta_2 + j \sin \delta_2) + j20(\cos \delta_3 + j \sin \delta_3)$$

$$S_2 \rightarrow 1.0 - jQ_2 = j20(\cos \delta_2 - j \sin \delta_2) - j40 + j20[\cos(\delta_3 - \delta_2) + j \sin(\delta_3 - \delta_2)]$$

$$S_3 \rightarrow -0.8 - jQ_3 = j20(\cos \delta_3 - j \sin \delta_3) + j20[\cos(\delta_2 - \delta_3) + j \sin(\delta_2 - \delta_3)] - j40$$

$$(j20)(j \sin \delta_2) = -20 \sin \delta_2 \quad V_2 = \cos \delta_2 + j \sin \delta_2 \rightarrow V_2^* = \cos \delta_2 - j \sin \delta_2$$

Pemisahan komponen riil dan komponen imajiner dari persamaan-persamaannya adalah :

$$\begin{aligned} -0.2 &= -20 \sin \delta_2 - 20 \sin \delta_3 \\ 1.0 &= 20 \sin \delta_2 - 20 \sin(\delta_3 - \delta_2) \\ -0.8 &= 20 \sin \delta_3 - 20 \sin(\delta_2 - \delta_3) \\ -Q_1 &= -40 + 20 \cos \delta_2 + 20 \cos \delta_3 \\ -Q_2 &= 20 \cos \delta_2 - 40 + 20 \cos(\delta_3 - \delta_2) \\ -Q_3 &= 20 \cos \delta_3 + 20 \cos(\delta_2 - \delta_3) - 40 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_2 \cdot V_3^* &= (\cos \delta_2 + j \sin \delta_2)(\cos \delta_3 - j \sin \delta_3) \\ &= \cos(\delta_3 - \delta_2) + j \sin(\delta_3 - \delta_2) \end{aligned}$$