

## DAYA SISTEM 3 FASA SEIMBANG

Daya total yang disupply generatot 3 fasa atau yang diserap beban 3 fasa di hitung dengan menjumlahkan daya pada masing-masing fasa. Dalam sistem 3 fasa seimbang, daya sama dengan daya 1 fasa manapun.

### 1. Beban terhubung Y

- Jika tegangan fasa ke netral adalah  $V_p$  maka :  $|V_p| = |V_{an}| = |V_{bn}| = |V_{cn}|$  , dengan  $V_p \rightarrow$  tegangan fasa.

$$V_{an} = V_{bn} = V_{cn} \rightarrow \text{tegangan fasa ke netral.}$$

- Jika arus fasa  $I_p$  , maka  $|I_p| = |I_{an}| = |I_{bn}| = |I_{cn}|$  , dengan  $I_p \rightarrow$  arus fasa ke netral.

$$I_{an} = I_{bn} = I_{cn} \rightarrow \text{arus fasa.}$$

- Daya  $P = V \cdot I$

$$\text{Daya } 3\phi , P_{3\phi} = 3 |V_p| |I_p| \cos \theta , \text{ dengan}$$

$$\theta \rightarrow \text{sudut dimana } I_p \text{ tertinggal dari } V_p (I_p \text{ leagging}).$$

- Jika  $V_L$  dan  $I_L$  adalah magnitud tegangan antar fasa dan arus saluran , maka

$$|V_P| = \frac{|V_L|}{\sqrt{3}}$$

$$|I_L| = |I_P|$$

$$\text{Jadi, } P_{3\phi} = 3 \frac{|V_L|}{\sqrt{3}} |I_P| \cos \theta$$

$$= \sqrt{3} |V_L| |I_L| \cos \theta$$

$$Q_{3\phi} = \sqrt{3} |V_L| |I_L| \sin \theta$$

Dengan  $Q_{3\phi}$  adalah daya reaktif atau daya semu.

## 2. Beban Terhubung $\Delta$

Tegangan pada masing-masing impedansi beban adalah  $|V_p| = |V_L|$

Arus pada masing-masing impedansi adalah  $\frac{|I_L|}{\sqrt{3}}$ , sehingga daya 3 fasanya adalah

$$P_{3\phi} = 3 |V_L| |I_L| \cos \theta$$

$$= 3 |V_L| \frac{|I_L|}{\sqrt{3}} \cos \theta$$

$$= \sqrt{3} |V_L| |I_L| \cos \theta$$

Jadi, besar daya 3 $\Phi$  terhubung  $\Delta$  sama dengan besar daya 3 $\Phi$  terhubung Y.

## 3. Perhitungan per unit

Per unit value di definisikan sebagai perbandingan besar satuan listrik terhadap harga referensinya (BASE), dinyatakan dalam desimal atau persentase.

Misal dipilih "base" tegangan 120 KV maka tegangan 108, 120, dan 126 KV dinyatakan sebagai 0.9; 1.0; dan 1.05 PU (per unit).

- ❖ Tegangan , arus , impedansi , dan daya saling berhubungan sehingga pemilihan “ base “ dua besaran tersebut akan mempengaruhi harga “ base “ dua besaran sisanya.
- ❖ Umumnya daya (MVA) dan tegangan (KV) dipilih sebagai “ base “ dalam analisis sistem tenaga listrik.
- ❖ Jika tegangan kurang dari 1 PU maka perlu ditambah kapasitor ( di ujung jaringan )
- ❖ Jika suatu jaringan terlalu banyak beban induktor sehingga akan terjadi perbedaan perbandingan besar satuan listrik yang cukup besar ( kurang dari tegangan awal ) atau referensi base-nya kurang dari 1 PU dan untuk menormalkan perlu dipasang kapasitor pada ujung jaringan .

➤ Base di bagi menjadi dua yaitu 1Φ dan 3Φ :

#### 1) Sistem 1Φ

Untuk sistem 1Φ dimana arus adalah “  *arus saluran*  “ tegangan adalah “  *tegangan ke netral*  “ dan daya adalah “  *daya per fase*  .

Maka:

$$\text{Base current , A} = \frac{\text{base KVA ,1}\Phi}{\text{base tegangan ,(KV}_{1\Phi}=\text{KV}_{LN})}$$

$$\text{Base impedansi , } \Omega = \frac{\text{base tegangan } V_{LN}}{\text{base current } A}$$

$$= \frac{(base\ tegangan\ ,KV_{LN})^2 \times 1000}{base\ KVA_{1\phi}}$$

$$= \frac{(base\ tegangan\ ,KV_{LN})^2}{base\ MVA_{1\phi}}$$

$$Base\ power\ ,\ KW_{1\phi} = Base\ KVA_{1\phi}$$

$$Base\ power\ ,\ MW_{1\phi} = Base\ MVA_{1\phi}$$

$$PU\ impedance\ element\ system = \frac{actual\ impedance\ \Omega}{Base\ impedance\ \Omega}$$

Contoh:

$$Base\ KVA_{3\phi} = 30000\ KVA$$

$$Base\ KV_{LL} = 120\ KV$$

Subscript 3 $\phi$  dan LL menunjukkan 3 $\phi$  dan line to line. Jika terdapat tegangan aktual 108 KV dalam sistem 3 $\phi$  seimbang maka tegangan fase ke netral. Misal beban terhubung Y adalah

$$\frac{108KV}{\sqrt{3}} = 62.3KV$$

Maka PU tegangan :

$$\frac{KV_{LL} \text{ aktual}}{BaseKV_{LL}} = \frac{KV_{LN} \text{ aktual}}{BaseKV_{LN}}$$

$$\frac{108KV}{120KV} = \frac{62.3KV}{\left(\frac{120}{\sqrt{3}}\right)KV}$$

2). Sistem 3Φ

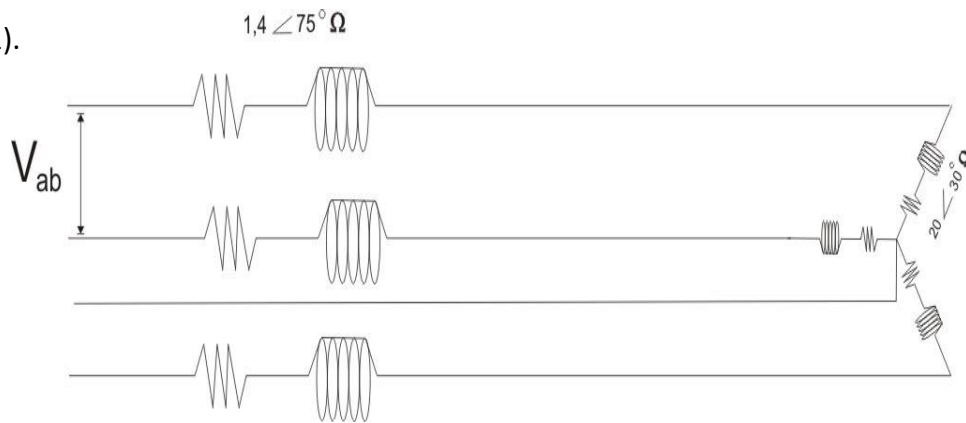
$$\text{Base current , A} = \frac{\text{base KVA}_{3\Phi}}{\sqrt{3} \times \text{base voltage , KV}_{LL}}$$

$$\text{Base impedance , } \Omega = \frac{\left(\text{base voltage , } \frac{KV_{LL}}{\sqrt{3}}\right)^2}{\text{base } \left(\frac{KVA_{3\Phi}}{\sqrt{3}}\right)} \times 1000$$

$$= \frac{(\text{base voltage , } KV_{LL})^2}{\text{base } (KVA_{3\Phi})} \times 1000$$

contoh :

1).



Misal dipilih base tegangan 4.4 KV

dan base arus 127 A

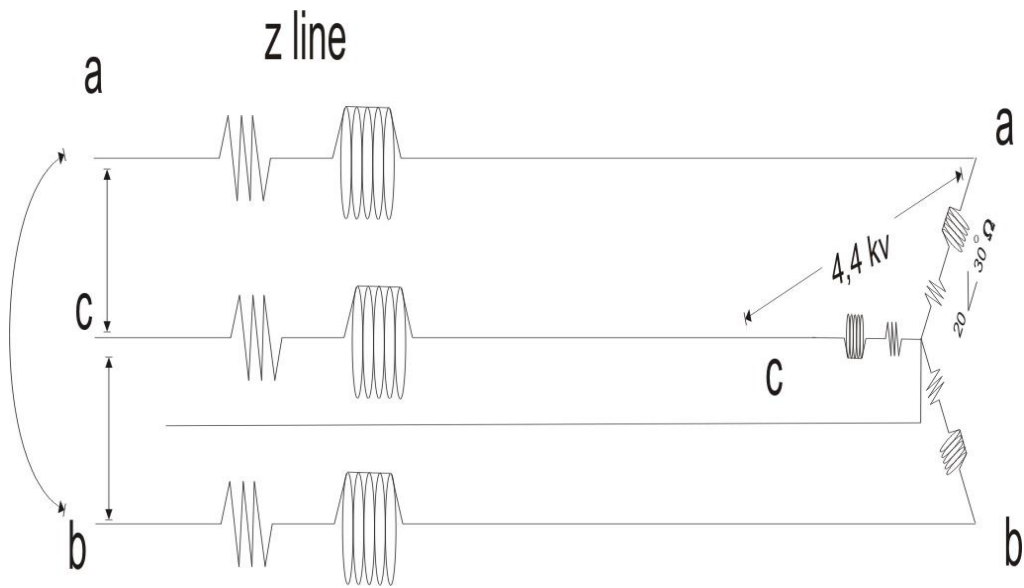
dalam perhitungan per fase :

- Base impedansi  $= \frac{4400/\sqrt{3}}{127} = 20 \Omega$

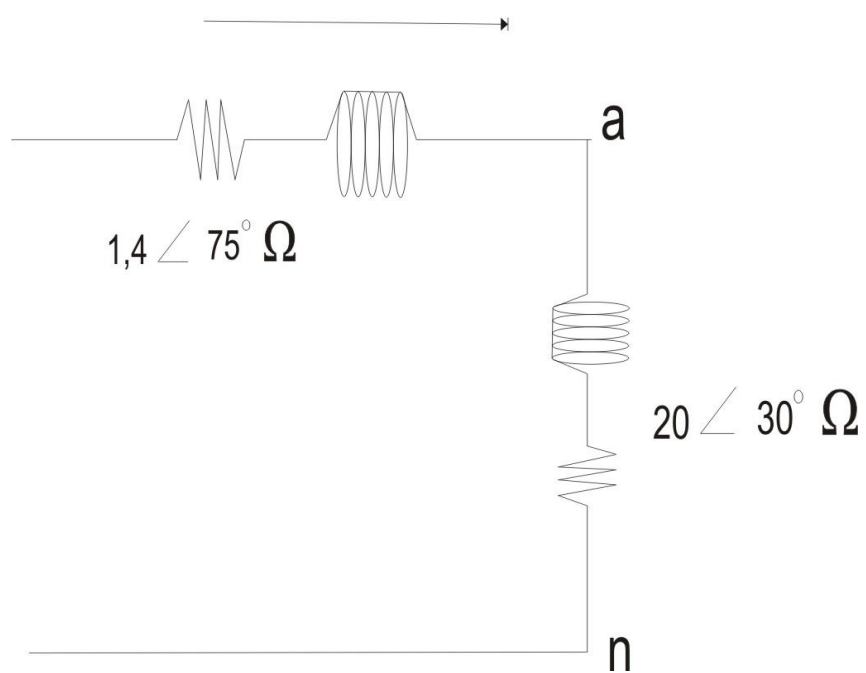
- |impedansi saluran|  $= \frac{1.4}{20} \text{ PU}$

- Impedansi saluran  $= \frac{1.4}{20} \angle 75^\circ \text{ PU}$

2). Beban 3Φ hubungan Y urutan fase abc dalam sistem 3Φ seimbang. Impedansi per fase  $20 \angle 30^\circ \Omega$  dengan tegangan antar fase 4.4 KV . Beban terhubung ke sumber 3Φ melalui saluran dengan impedansi masing-masing saluran  $1.4 \angle 75^\circ \Omega$



$$127 \angle -30^\circ \text{ A}$$



Maka :

$$\begin{aligned} \blacksquare V_{an} &= \frac{4.4 \text{ kV}}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ \text{ volt} \\ &= 2540 \angle 0^\circ \text{ volt} \end{aligned}$$

$$I_{an} = \frac{V_{an}}{Z_{an}} = \frac{2540 \angle 0^\circ}{20 \angle 30^\circ} \text{ A}$$

$$= 127 \angle -30^\circ \text{ A}$$

Konversikan ke PU (per unit):

$$V_{an \text{ sumber}} = \frac{2540}{4.4KV/\sqrt{3}} \angle 0^\circ + \left( \frac{127}{127} \angle -30^\circ \times \frac{1.4}{20} \angle 75^\circ \right)$$

$$= 1 \angle 0^\circ + (1 \angle -30^\circ \times 0.07 \angle 75^\circ)$$

$$= 1 \angle 0^\circ + 0.07 \angle 45^\circ$$

$$= 1 \cos 0^\circ + 1 \sin 0^\circ + 0.07 \cos 45^\circ + 0.07 \sin 45^\circ$$

$$= 1 + j0 + 0.049 + j0.049$$

$$= 1.049 + j0.045$$

$$= \sqrt{(1.049)^2 + (0.045)^2} \angle \tan^{-1} \frac{0.045}{1.049}$$

$$= 1.051 \angle 2.7^\circ \text{ PU}$$



$$V_{LN \text{ sumber}} = V_{an \text{ sumber}} = 1.051 \angle 27^\circ \times \frac{4.4KV}{\sqrt{3}}$$

$$V_{LL \text{ sumber}} = V_{ab \text{ sumber}} = 1.051 \angle 2.7^\circ + 30^\circ \times 4.4KV$$