

BAB IV

ANALISA DATA

4.1 Analisa Perhitungan Pengawatan kWh Meter 3 Fasa 4 Kawat

4.1.1 Pengawatan Normal

Pada pengawatan kWh meter yang dilakukan secara benar sesuai dengan Gambar 2.17, secara perhitungan dan diagram fasor dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Pengawatan Normal

Pengawatan kWh Meter 3 Fasa 4 Kawat	R	S	T
Tegangan (V) Volt	220	220	220
Arus (I) Ampere	5	5	5
Daya (P) Watt	3300		
Waktu 1 putaran piringan (s)	2 detik		
Putaran Piringan	Berputar normal		

Langkah 1 :

Membuat diagram Fasor normal dengan skala yang disesuaikan.

Untuk arus (I) : 0,5 cm = 1 Ampere ; 5 A = 2,5 cm

Untuk tegangan (V) : 0,5 cm = 22 Volt ; 220 V = 5 cm

Langkah 2 :

Diketahui :

Beda sudut antara masing-masing arus terhadap tegangan V_R .

$$I_R = 5 \angle 0^\circ$$

$$I_T = 5 \angle 120^\circ$$

$$I_S = 5 \angle -120^\circ$$

Langkah 3 :

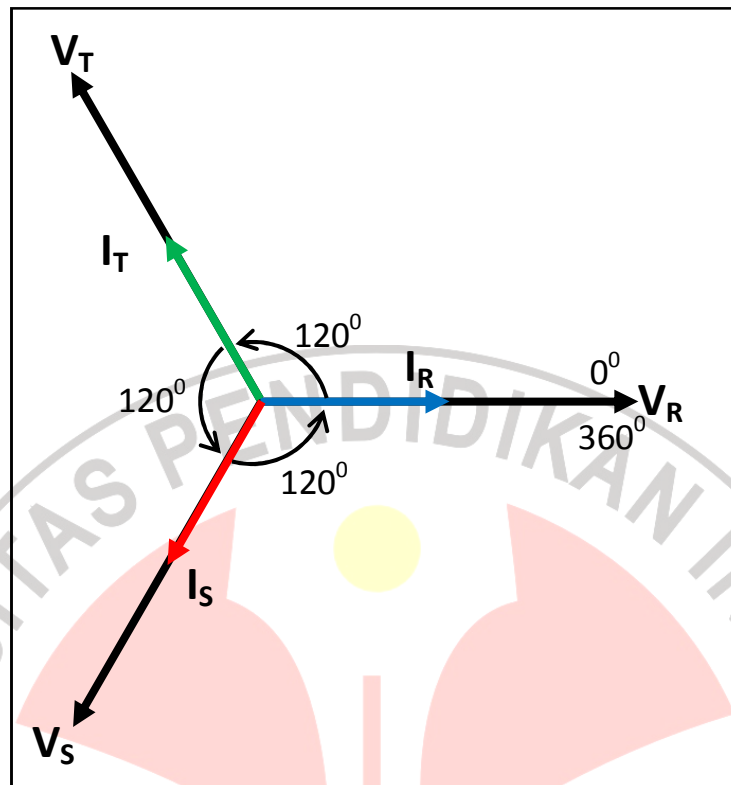
Setiap dua fasor arus saling dijumlahkan (sudut fase yang mendahului V_R).

$$\begin{aligned}
 \phi_I = I_R + I_T &= 5\angle 0^\circ + 5\angle 120^\circ \\
 &= 5(\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) + 5(\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ) \\
 &= 5(\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) + 5(-\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ) \\
 &= 5(1 + j0) + 5\left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= (5 + j0) + \left(-\frac{5}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= \frac{5}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2} \\
 &= \left(\sqrt{\left(\frac{5}{2}\right)^2 + \left(\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)^2}\right) \angle \tan^{-1}\left(\tan\left(\tan^{-1}\frac{5\sqrt{3}}{5/2}\right)\right) \\
 &= 5\angle 60^\circ
 \end{aligned}$$

Langkah 4 :

Jumlahkan fasor I_S dengan fasor $(\phi_I = I_R + I_T)$ untuk mendapatkan fase arus netral (I_N).

$$\begin{aligned}
 \phi_{I_N} = \phi_I + I_S &= 5\angle 60^\circ + 5\angle -120^\circ = 0\angle 0^\circ \\
 &= 5(\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ) + 5(-\cos 120^\circ - j \sin 120^\circ) \\
 &= 5(\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ) + 5(-\cos 60^\circ - j \sin 60^\circ) \\
 &= 5\left(\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) + 5\left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= \left(\frac{5}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) + \left(-\frac{5}{2} - j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) \\
 &= 0 + j0 \\
 &= \left(\sqrt{(0)^2 + (0)^2}\right) \angle \tan^{-1}\left(\tan\left(\tan^{-1}\frac{0}{0}\right)\right) \\
 &= 0\angle 0^\circ
 \end{aligned}$$



Gambar 4.1 Diagram Fasor Pengawatan Normal

Langkah 5 :

Komponen horizontal dan vertikal dari masing-masing ketiga arus garis ditentukan sebagai berikut:

- Untuk I_R
 Komponen horizontal = $I_R \cdot \cos \varphi = 5 \cdot \cos 0^\circ = 5(1) = 5 \text{ A}$
 Komponen vertikal = $I_R \cdot \sin \varphi = 5 \cdot \sin 0^\circ = 5(0) = 0 \text{ A}$
- Untuk I_S
 Komponen horizontal = $I_S \cdot \cos \varphi = 5 \cdot \cos(-120^\circ) = 5 \left(-\frac{1}{2}\right) = -2,5 \text{ A}$
 Komponen vertikal = $I_S \cdot \sin \varphi = 5 \cdot \sin(-120^\circ) = 5 \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -4,33 \text{ A}$
- Untuk I_T
 Komponen horizontal = $I_T \cdot \cos \varphi = 5 \cdot \cos(120^\circ) = 5 \left(-\frac{1}{2}\right) = -2,5 \text{ A}$
 Komponen vertikal = $I_T \cdot \sin \varphi = 5 \cdot \sin(120^\circ) = 5 \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = 4,33 \text{ A}$

Komponen horizontal dan vertikal dari I_N dihitung sebagai berikut:

- Komponen horizontal = Jumlah komponen horizontal dari I_R , I_S dan I_T

$$= 5 + (-2,5) + (-2,5) = 0 \text{ A}$$
- Komponen vertikal = Jumlah komponen vertikal dari I_R , I_S dan I_T

$$= 0 + (-4,33) + (-4,33) = 0 \text{ A}$$

Karena itu besarnya I_N adalah:

$$I_N = \sqrt{(\text{komponen horizontal})^2 + (\text{komponen vertikal})^2}$$

$$I_N = \sqrt{(0)^2 + (0)^2}$$

$$I_N = 0 \text{ A}$$

Dari data $\phi_{I_N} = 0 \angle 0^\circ$ menunjukkan bahwa $I_N = 0 \text{ Amp}$; $\phi = 0^\circ$

Sehingga:

$$P_{I_N} = V \cdot I_N \cdot \cos \phi = 220 \times 0 \times \cos 0^\circ = 0 \text{ kWatt}$$

Langkah 6 :

Menghitung nilai daya tiga fasa dari masing-masing R, S, T, yaitu :

Karena daya seimbang dan normal maka: $I_R, I_S, I_T = 5 \angle 0^\circ$ terhadap masing-masing fasanya. Didapat $I_R, I_S, I_T = 5 \text{ Amp}$; $\phi_R, \phi_S, \phi_T = 0^\circ$ Sehingga:

$$P \text{ fasa R} = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 5 \times \cos 0^\circ = 1,1 \text{ kWatt}$$

$$P \text{ fasa S} = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 5 \times \cos 0^\circ = 1,1 \text{ kWatt}$$

$$P \text{ fasa T} = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 5 \times \cos 0^\circ = 1,1 \text{ kWatt}$$

$$\text{Jumlah daya aktif } (P_{3\phi}) \text{ keseluruhan} = 3,3 \text{ kWatt}$$

Langkah 7 :

Menentukan daya yang terukur (P_T) :

$$P_T = P_{3\phi} + P_{I_N} = (3,3 + 0) \text{ kWatt} = 3,3 \text{ kWatt}$$

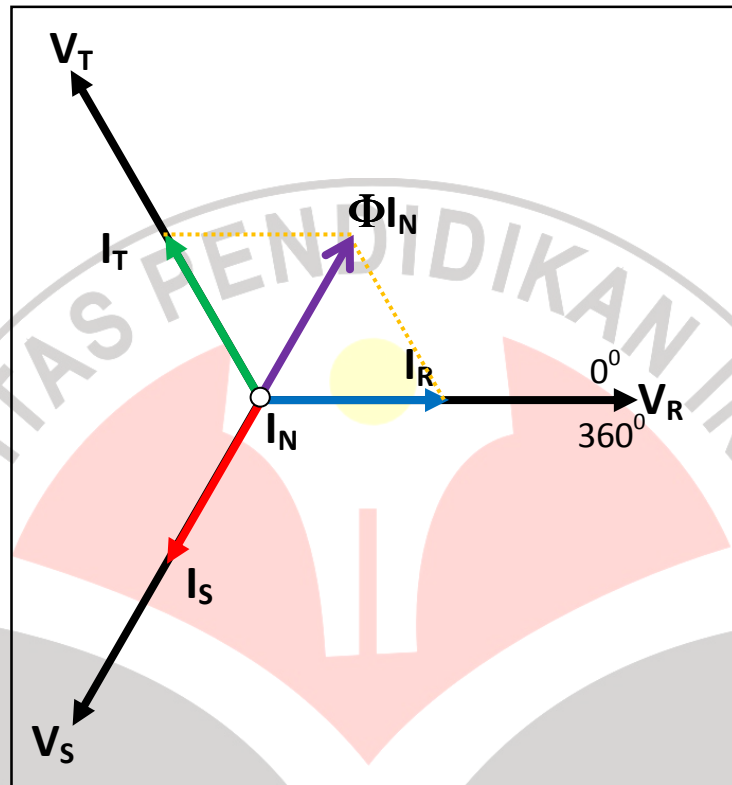
Langkah 8 :

Menentukan prosentase energi listrik daya aktif yang terukur:

$$\eta = \frac{P_{kesalahan}}{P_{sebenarnya}} \times 100\% = \frac{3300}{3300} \times 100\% = 100\%$$

Sehingga daya yang terukur oleh kWh meter sebesar 3,3 kWatt atau 100% terukur dan piringan kWh meter nya berputar normal.

Diagram fasor hasil akhirnya adalah sebagai berikut:



Gambar 4.2 Diagram Fasor I_N Pengawatan Normal

4.1.2 Arus Satu Fasa Terbalik

Pada pengawatan kWh meter yang dilakukan dengan kesalahan pengawatan sesuai dengan gambar 3.3, secara perhitungan dan diagram fasor dapat diketahui sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Pengawatan Arus Satu Fasa Terbalik

Pengawatan kWh Meter 3 Fasa 4 Kawat	R	S	T
Tegangan (V) Volt	220	220	220
Arus (I) Ampere	5	5	5
Daya (P) Watt	3300		
Waktu 1 putaran piringan (s)	5 detik		
Putaran Piringan	Berputar normal tetapi lambat		

Langkah 1 :

Membuat diagram fasor arus dua fasa terbalik dengan skala yang disesuaikan.

Untuk arus (I) : 0,5 cm = 1 Ampere ; 5 A = 2,5 cm

Untuk tegangan (V) : 0,5 cm = 22 Volt ; 220 V = 5 cm

Langkah 2 :

Diketahui :

Beda sudut antara masing-masing arus terhadap tegangan V_R .

$$I_R = 5 \angle 180^\circ$$

$$I_T = 5 \angle 120^\circ$$

$$I_S = 5 \angle -120^\circ$$

Langkah 3:

Setiap dua fasor arus saling dijumlahkan (sudut fase yang mendahului V_R).

$$\phi_I = I_R + I_T = 5 \angle 180^\circ + 5 \angle 120^\circ$$

$$= 5(\cos 180^\circ + j \sin 180^\circ) + 5(\cos 120^\circ + j \sin 120^\circ)$$

$$= 5(-\cos 0^\circ + j \sin 0^\circ) + 5(-\cos 60^\circ + j \sin 60^\circ)$$

$$= 5(-1 + j0) + 5\left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$= (-5 + j0) + \left(-\frac{5}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$= -\frac{15}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2}$$

$$= \left(\sqrt{\left(-\frac{15}{2}\right)^2 + \left(\frac{5\sqrt{3}}{2}\right)^2} \right) \angle \tan^{-1} \left(\tan \left(\tan^{-1} \frac{5\sqrt{3}}{15/2} \right) \right)$$

$$= 5\sqrt{3} \angle -30^\circ \quad \text{atau} \quad 5\sqrt{3} \angle 150^\circ$$

Langkah 4 :

Jumlahkan fasor I_S dengan fasor ($\phi_I = I_R + I_T$) untuk mendapatkan fase arus netral (I_N).

$$\phi_{I_N} = \phi_I + I_S = 5\sqrt{3} \angle 150^\circ + 5 \angle -120^\circ$$

$$\begin{aligned}
&= 5\sqrt{3}(\cos 150^\circ + j \sin 150^\circ) + 5(-\cos 120^\circ - j \sin 120^\circ) \\
&= 5\sqrt{3}(-\cos 30^\circ + j \sin 30^\circ) + 5(-\cos 60^\circ - j \sin 60^\circ) \\
&= 5\sqrt{3}\left(-\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2}\right) + 5\left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \\
&= \left(-\frac{15}{2} + j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) + \left(-\frac{5}{2} - j\frac{5\sqrt{3}}{2}\right) \\
&= -10 + j0 \\
&= \left(\sqrt{(-10)^2 + (0)^2}\right) \angle \tan^{-1}\left(\tan\left(\tan^{-1}\frac{0}{-10}\right)\right) \\
&= 10\angle 0^\circ \quad \text{atau} \quad 10\angle -180^\circ
\end{aligned}$$

Langkah 5 :

Mencari nilai daya yang keluar pada I_N , yaitu :

Dari data $\phi_{I_N} = 10\angle 0^\circ$ menunjukkan bahwa $I_N = 10 \text{ Amp}$; $\phi = 0^\circ$

$$P_{I_N} = V \cdot I_N \cdot \cos \phi = 220 \times (10) \times \cos 0^\circ = 2,2 \text{ kWatt}$$

Langkah 6 :

Menghitung nilai daya tiga fasa dari masing-masing R, S, T, yaitu :

Karena daya seimbang dan tetapi terjadi kesalahan pengawatan arus fasa R terbalik maka: $I_R = 5\angle 180^\circ, I_S = 5\angle 0^\circ, I_T = 5\angle 0^\circ$ terhadap masing-masing fasanya. Didapat $I_R, I_S, I_T = 5 \text{ Amp}$; $\phi_R = 180^\circ, \phi_S \text{ dan } \phi_T = 0^\circ$ Sehingga:

$$P_{\text{fasa R}} = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 5 \times \cos 180^\circ = -1,1 \text{ kWatt}$$

$$P_{\text{fasa S}} = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 5 \times \cos 0^\circ = 1,1 \text{ kWatt}$$

$$P_{\text{fasa T}} = V \times I \times \cos \phi = 220 \times 5 \times \cos 0^\circ = 1,1 \text{ kWatt}$$

$$\text{Jumlah daya aktif } (P_{3\phi}) \text{ keseluruhan} = 1,1 \text{ kWatt}$$

Langkah 6 :

Menentukan daya yang terukur (P_T) :

$$P_T = P_{3\phi} + P_{I_N} = (-1,1 + 2,2) \text{ kWatt} = 1,1 \text{ kWatt}$$

Langkah 7 :