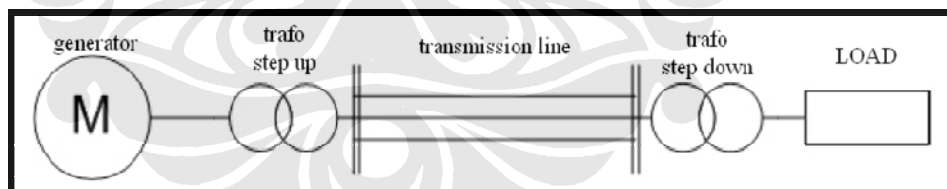


BAB II
SISTEM DAYA LISTRIK
TIGA FASA

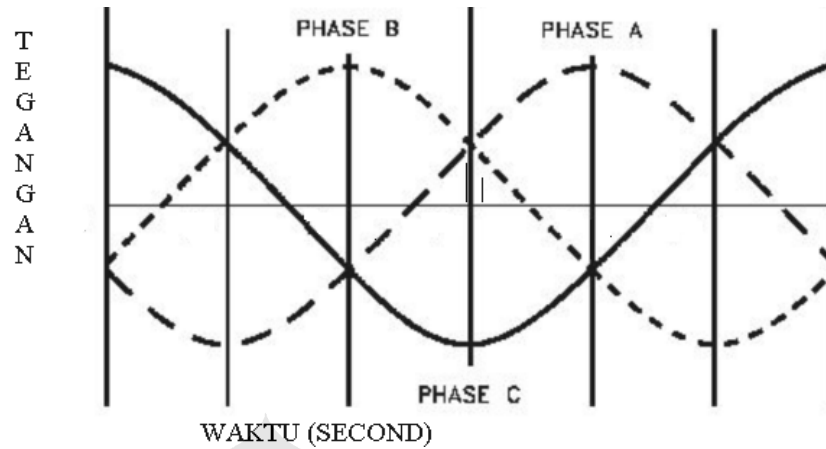
Jaringan listrik yang disalurkan oleh PLN ke konsumen, merupakan bagian dari sistem tenaga listrik secara keseluruhan. Secara umum, sistem tenaga listrik terdiri dari komponen pembangkit (generator), komponen saluran transmisi dan komponen beban. Daya listrik dibangkitkan oleh generator yang digerakkan oleh *prime mover* (dapat berasal dari energi uap, diesel, air, panas bumi, angin, dan sebagainya). Untuk mengurangi kerugian daya pada saluran transmisi, tegangan listrik tersebut dinaikkan sampai tegangan tinggi atau tegangan ekstra tinggi dengan transformator *step-up*, baru kemudian dihubungkan dengan saluran transmisi. Pada sisi penerima, tegangan listrik ini diturunkan sampai 220 atau 380 Volt sesuai kebutuhan. Sistem daya listrik yang digunakan adalah sistem daya listrik arus bolak-balik tiga fasa. Berikut skema suatu sistem tenaga listrik mulai dari pembangkit hingga beban.



Gambar 2.1 Skema sistem tenaga listrik

2.1 Rangkaian Listrik Tiga Fasa

Keluaran (output) 3 fasa listrik bolak-balik (AC) dari generator memiliki perbedaan fasa sebesar 120° untuk tiap-tiap fasanya. Gambar di bawah menunjukkan hubungan tegangan masing-masing fasa.

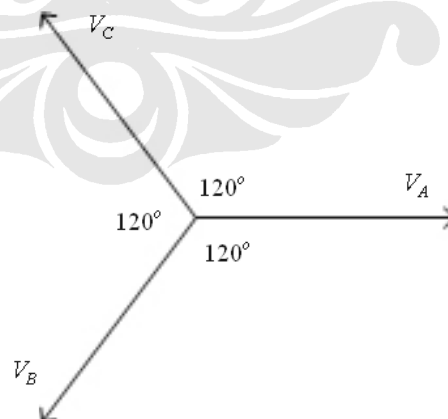


Gambar 2.2 Kurva hubungan tegangan pada sistem listrik 3 fasa

Perbedaan fasa pada tiap-tiap fasanya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V_a &= V_m \angle 0^\circ \\ V_b &= V_m \angle -120^\circ \\ V_c &= V_m \angle -240^\circ \end{aligned} \quad (2.1)$$

dan memiliki diagram fasor sebagai berikut :



Gambar 2.3 Diagram fasor tegangan

Arus yang mengalir pada setiap beban dinyatakan sebagai :

$$I = \frac{V}{Z} \quad (2.2)$$

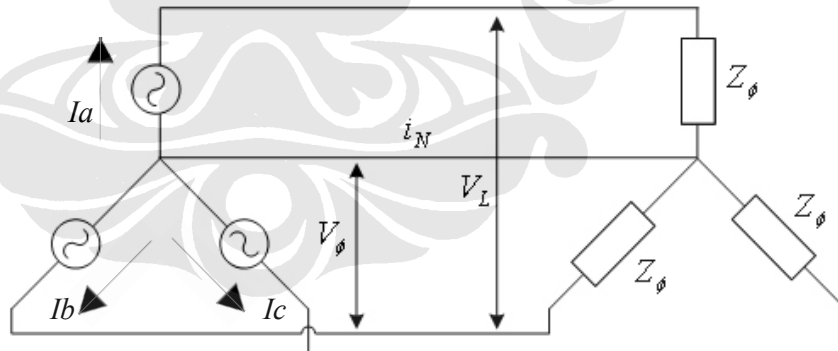
yang pada ketiga fasanya dapat dituliskan :

$$I_A = \frac{V \angle 0^\circ}{Z \angle \theta} = I_m \angle -\theta$$

$$I_B = \frac{V \angle -120^\circ}{Z \angle \theta} = I_m \angle (-120^\circ - \theta) \quad (2.3)$$

$$I_C = \frac{V \angle -240^\circ}{Z \angle \theta} = I_m \angle (-240^\circ - \theta)$$

Rangkaian hubung memiliki sebuah titik hubung ketiga fasanya yang disebut titik netral seperti pada gambar 2.5 berikut :



Gambar 2.4 Rangkaian hubung bintang-bintang (Y-Y)

Arus netral (I_N) merupakan penjumlahan arus ketiga fasanya karena jalur netral tersebut dilalui oleh ketiga fasa yang ada, menurut persamaan berikut :

$$I_N = I_A + I_B + I_C = 0 \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) di atas menunjukkan jika beban yang diaplikasikan dalam suatu tegangan tiga fasa seimbang, maka arus netralnya sama dengan nol karena simetris dan saling meniadakan. Arus netral muncul akibat pembebanan yang tidak seimbang.

2.2 Daya pada Rangkaian Listrik Tiga Fasa

Daya yang disalurkan pada rangkaian tiga fasa sama dengan jumlah daya pada ketiga fasanya. Daya masing-masing fasa terdiri dari komponen konstan dan komponen pulsa (yang berosilasi). Komponen pulsa masing-masing fasa berbeda 120° (simetris), sehingga penjumlahan daya ketiga fasa ini akan menghilangkan komponen pulsa dan didapat penjumlahan ketiga komponen konstan yang identik :

$$P_{total}(t) = p_a(t) + p_b(t) + p_c(t) = 3VI \cos \theta \quad (2.5)$$

Persamaan daya ini dapat ditulis [1] :

$$S = 3V_\phi I_\phi = 3I_\phi^2 Z \quad (2.6)$$

$$P = 3V_\phi I_\phi \cos \theta = 3I_\phi^2 Z \cos \theta \quad (2.7)$$

$$Q = 3V_\phi I_\phi \sin \theta = 3I_\phi^2 Z \sin \theta \quad (2.8)$$

Dalam hubungan :

$$\begin{aligned} S &= P + jQ \\ P &= S \cos \theta \\ Q &= S \sin \theta \end{aligned} \quad (2.9)$$

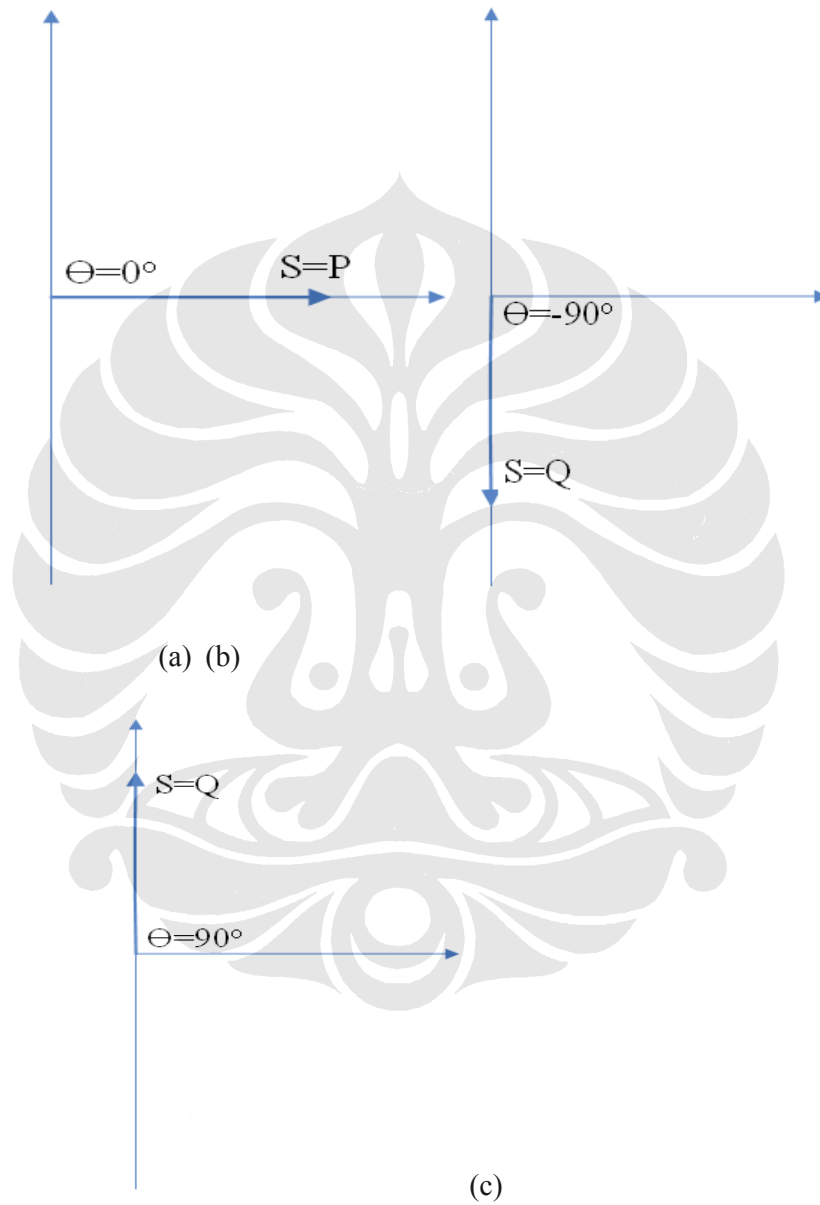
Dengan :

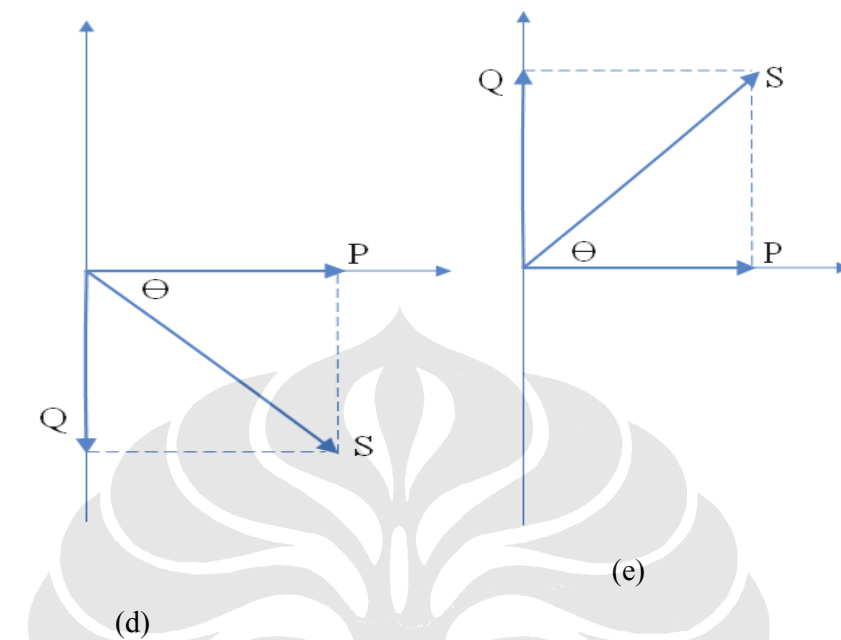
S = Daya total (satuan VA)

P = Daya nyata (satuan Watt)

Q = Daya reaktif (satuan VAR)

Menurut diagram fasor yang tergantung beban totalnya :





Gambar 2.5 Diagram fasor dalam grafik V~I untuk

- a. Beban resistif murni
- b. Beban induktif murni
- c. Beban kapasitif murni
- d. Beban induktif tidak murni
- e. Beban kapasitif tidak murni

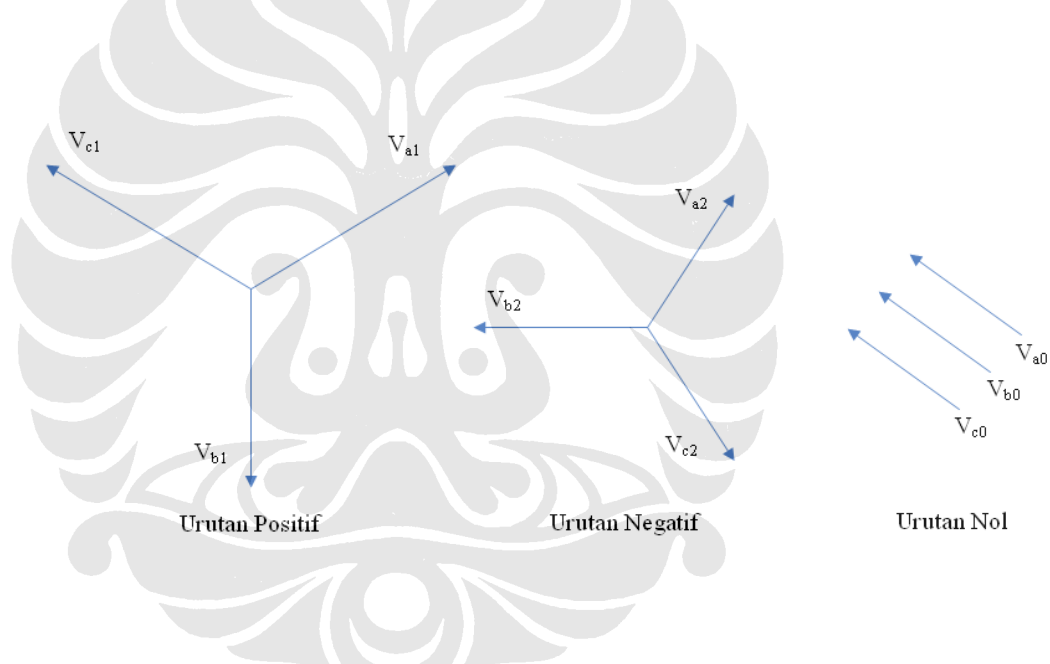
2.3 Komponen Simetris [2]

Suatu sistem tiga fasa pada kenyataannya, diberikan beban tidak seimbang. Sistem tiga fasa yang tidak seimbang ini dapat diuraikan menjadi tiga buah komponen simetris untuk memudahkan analisis, yaitu :

1. Komponen urutan positif (*positive sequence*), yang fasornya sama besar dan mempunyai beda fasa 120° , serta urutan fasanya sama dengan urutan fasa aslinya.

2. Komponen urutan negative (*negative sequence*), yang sama seperti urutan positif, hanya urutan fasanya berlawanan dengan urutan fasa aslinya.
3. Komponen urutan nol (*zero sequence*) yang fasornya sama besar dan dengan pergeseran fasa nol antara fasor yang satu dengan yang lain.

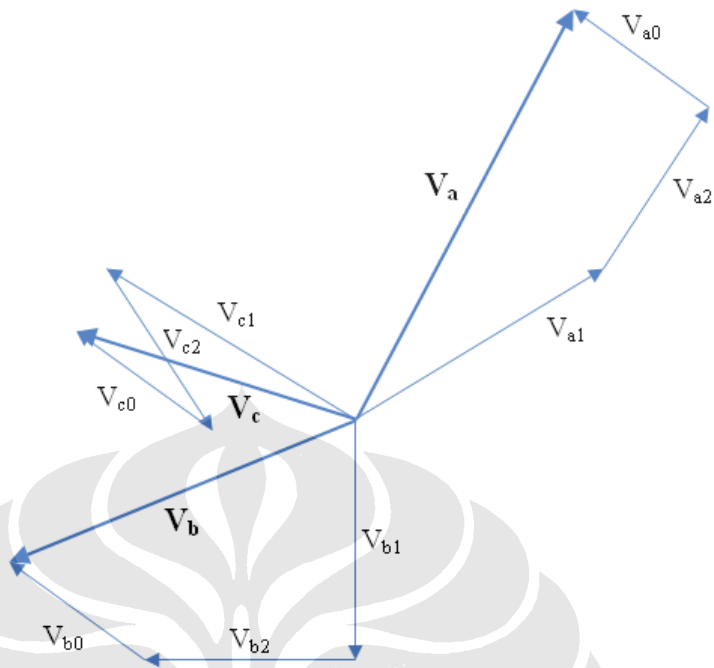
Notasi yang digunakan untuk komponen urutan tersebut biasanya diberikan subskrip 1, 2 dan 0 pada komponen arus dan tegangannya. Jadi, komponen urutan positif dari tegangan V_a , V_b dan V_c adalah V_{a1} , V_{b1} dan V_{c1} ; komponen urutan negatifnya V_{a2} , V_{b2} dan V_{c2} ; serta komponen urutan nolnya V_{a0} , V_{b0} dan V_{c0} . Komponen simetris tegangannya dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.6 Komponen simetris tegangan dari sistem yang tidak seimbang

Persamaan tegangan sistemnya dapat dituliskan dalam penjumlahan dari masing-masing komponen simetrisnya, yaitu :

$$\begin{aligned}
 V_a &= V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} \\
 V_b &= V_{b1} + V_{b2} + V_{b0} \\
 V_c &= V_{c1} + V_{c2} + V_{c0}
 \end{aligned}
 \tag{2.10}$$



Gambar 2.7 Tegangan sistem sebagai penjumlahan dari komponen simetris

Seperti pada gambar 2.9 di atas, terdapat hubungan antara komponen-komponen simetrisnya, yaitu :

$$\begin{aligned}
 V_{b1} &= a^2 V_{a1} & V_{c1} &= a V_{a1} \\
 V_{b2} &= a V_{a2} & V_{c2} &= a^2 V_{a2} \\
 V_{b0} &= V_{a0} & V_{c0} &= V_{a0}
 \end{aligned}
 \tag{2.11}$$

dengan : $a = 1 \angle 120^\circ = -0,5 + j0,866$
 $a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0,5 - j0,866$

Berdasarkan persamaan (2.17) di atas, maka persamaan (2.16) menjadi :

$$\begin{aligned}
 V_a &= V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} \\
 V_b &= a^2 V_{a1} + a V_{a2} + V_{a0} \\
 V_c &= a V_{a1} + a^2 V_{a2} + V_{a0}
 \end{aligned}
 \tag{2.12}$$

yang dapat dinyatakan dalam bentuk matriks :

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \underbrace{\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}}_A \begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix}
 \tag{2.13}$$

Dengan mengalikan matriks tersebut dengan matriks *invers*-nya (A^{-1}) diperoleh :

$$\begin{bmatrix} V_{a0} \\ V_{a1} \\ V_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}
 \tag{2.14}$$

Dari persamaan di atas, hubungan antara komponen-komponen simetrisnya dan tegangan sistemnya dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 V_{a0} &= \frac{1}{3}(V_a + V_b + V_c) \\
 V_{a1} &= \frac{1}{3}(V_a + aV_b + a^2V_c) \\
 V_{a2} &= \frac{1}{3}(V_a + a^2V_b + aV_c)
 \end{aligned}
 \tag{2.15}$$

Komponen urutan nol tidak terdapat dalam sistem tenaga listrik apabila jumlah tegangan sistem tersebut sama dengan nol atau sistemnya seimbang. Dengan kata lain, sistem tiga fasa yang tidak seimbang, pada kabel netralnya

dapat mengandung komponen urutan nol. Persamaan-persamaan tegangan tersebut berlaku juga pada persamaan untuk arusnya yang dinyatakan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 I_a &= I_{a1} + I_{a2} + I_{a0} \\
 I_b &= a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0} \\
 I_c &= a I_{a1} + a^2 I_{a2} + I_{a0} \\
 I_{a0} &= \frac{1}{3}(I_a + I_b + I_c) \\
 I_{a1} &= \frac{1}{3}(I_a + a I_b + a^2 I_c) \\
 I_{a2} &= \frac{1}{3}(I_a + a^2 I_b + a I_c)
 \end{aligned} \tag{2.16}$$

Arus netral yang mengalir adalah jumlah arus yang mengalir pada tiap fasanya. Jadi, berdasarkan persamaan (2.16), maka persamaan arus netralnya dapat dituliskan menjadi :

$$I_n = I_a + I_b + I_c = 3I_{a0} \tag{2.17}$$

2.4 Transformator

Secara umum, transformator adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan dipilihnya tegangan yang sesuai dengan kebutuhan dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya, kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban; untuk memisahkan satu rangkain

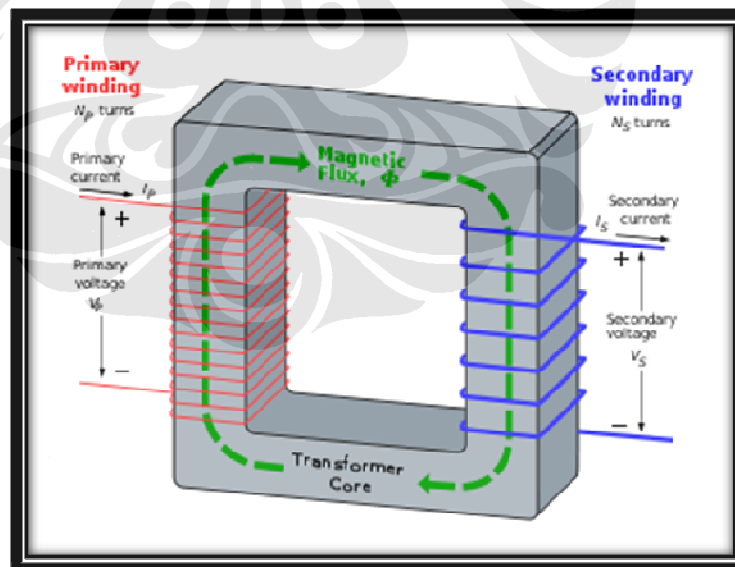
dari rangkaian yang lain; dan untuk menghambat arus searah sambil tetap melakukan atau mengalirkan arus bolak-balik antara rangkaian. Berdasarkan frekuensi, transformator dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- (1) frekuensi daya, 50 – 60 c/s;
- (2) frekuensi pendengaran, 50 c/s – 20 kc/s;
- (3) frekuensi radio, diatas 30 kc/s.

Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi :

- (1) transformator daya;
- (2) transformator distribusi;
- (3) transformator pengukuran, yang terdiri dari atas transformator arus dan transformator tegangan.

Kerja transformator yang berdasarkan induksi-elektromagnetik, menghendaki adanya gandingan magnet antara rangkaian primer dan sekunder. Gandingan magnet ini berupa *inti besi* tempat melakukan fluks bersama.



Gambar2.8 Lilitan pada transformator

Bila kumparan primer suatu transformator dihubungkan dengan sumber tegangan V_1 yang sinusoid, akan mengalir arus primer I_0 yang juga sinusoid. Arus primer I_0 menimbulkan fluks (ϕ) yang sefasa dan juga berbentuk sinusoidal.

$$\mathbf{f = f_{maks} \sin \omega t}$$

Fluks yang sinusoidal ini akan menghasilkan tegangan induksi e_1 (Hukum Faraday).

$$e_1 = -N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

$$e_1 = -N_1 \frac{d(\phi_{maks} \sin \omega t)}{dt} = -N_1 \omega \phi_{maks} \cos \omega t$$

Harga efektifnya

$$E_1 = \frac{N_1 2\pi f \phi_{maks}}{\sqrt{2}} = 4,44 N_1 f \phi_{maks}$$

Pada rangkaian sekunder, fluks (ϕ) bersama tadi menimbulkan

$$e_2 = -N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

$$e_2 = -N_2 \omega \phi_m \cos \omega t$$

$$E_2 = 4,44 N_2 f \phi_{maks}$$

Dimana :

- ❖ E adalah nilai tegangan sinusoidal rms (volt)
- ❖ f adalah frekuensi (hertz)
- ❖ N adalah jumlah lilitan
- ❖ B adalah besar nilai medan magnetik (tesla)

sehingga

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

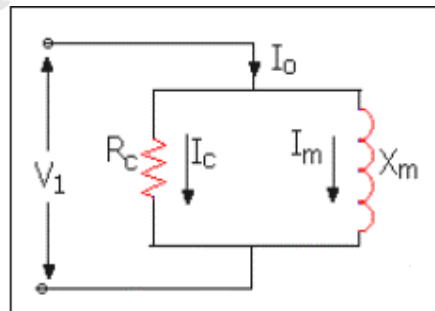
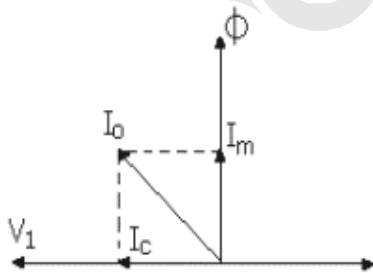
Dengan mengabaikan rugi tahanan dan adanya fluks bocor,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1}{N_2} = a$$

2.4.1 Arus Penguat

Arus primer I_0 yang mengalir disebut arus penguat. Dalam kenyataannya arus primer I_0 bukanlah merupakan arus induktif murni, hingga ia terdiri atas dua komponen :

- (1) Komponen arus pemagnetan I_M , yang menghasilkan fluks (ϕ).
- (2) Komponen arus rugi tembaga I_C , menyatakan daya yang hilang akibat adanya rugi histeris dan ‘arus eddy’. I_C sefasa dengan V_1 , dnegan demikian hasil perkaliannya ($I_C \times V_1$) merupakan daya (watt) yang hilang.



2.4.2 Rugi-rugi

Transformator ideal tidak mempunyai kerugian (efisiensi = 100%). Tetapi dalam kenyataannya hal tersebut sangatlah tidak mungkin terjadi. Berikut adalah beberapa hal yang dapat menyebabkan rugi-rugi pada transformator:

- ❖ Rugi-Rugi yang diakibatkan oleh nilai tahanan resistif yang disebabkan karena pemanasan dari sifat konduktif bahan. Rugi – rugi ini biasa dihitung dengan ($I^2 R$ loss).
- ❖ Arus Eddy. Arus Eddy yang dalam kelistrikan sering juga disebut dengan Arus Foucault (Foucault current) karena yang menemukan fenomena ini dalam elektromagnet adalah orang Perancis bernama Foucault. Fenomena arus eddy dapat timbul apabila sebuah konduktor digerakkan memotong medan magnet, yang berarti ada perubahan medan melingkar konduktor yang terjadi karena posisi konduktor berubah relative terhadap arah medan magnet yang tetap. Sebaliknya, fenomena arus eddy ini juga bisa terjadi jika medan magnet itu sendiri besarnya berubah² dan memotong konduktor yang tetap. Hal inilah yang terjadi pada sebuah Transformator. Dalam fenomena ini akan muncul medan induksi pada sekitar konduktor yang arahnya tidak sama dengan medan penyebabnya yang akan menghasilkan medan pusaran. Dan jika bahan inti yang dijadikan jalur medan magnet ini bersifat konduktif (dapat melewatkan arus), maka medan pusar ini akan menghasilkan arus pusar pada inti. Jika pada konduktor itu ada sifat resistif maka akan muncul $I^2 R$ dan sejalan dengan lamanya, maka ini akan menjadi $I^2 R t$ menyebabkan panas.
- ❖ Rugi-rugi Hysteresis. Rugi-rugi hysteresis adalah rugi-rugi oleh karena panas berlebih yang disebabkan oleh karena sifat bahan.

2.5 Pengaruh Harmonik

2.5.1 Distorsi harmonik

Distorsi gelombang adalah perubahan bentuk sebuah sinyal yang tidak disengaja dan umumnya tidak disadari dengan referensi sinyal fundamental 50/60 hz. Distorsi gelombang yang utama antara lain harmonik, interharmonik dan komponen DC.

Komponen Harmonik atau biasa disebut harmonik adalah gelombang yang mempunyai frekuensi kelipatan bilangan asli terhadap frekuensi dasar. Persamaan frekuensi harmonik adalah :

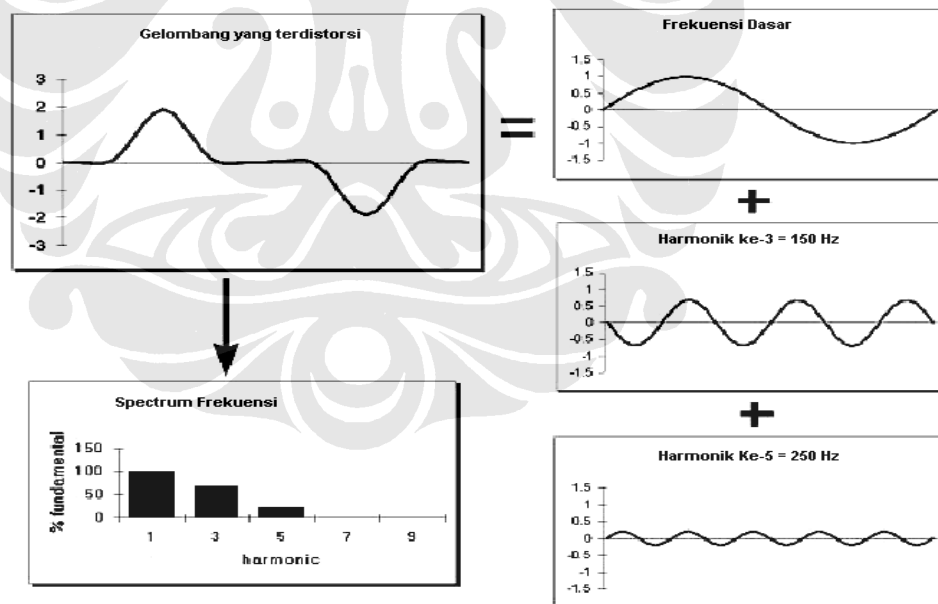
$$h = n \times F \text{ Hz} \dots\dots\dots(2.18)$$

dengan :

h : frekuensi harmonik orde ke-n

F : frekuensi fundamental sistem (50 Hz atau 60 Hz)

n : orde harmonik



Gambar 2.9 Pembentukan gelombang terdistorsi harmonik

Spektrum gelombang harmonik dapat dijelaskan dengan analisa Fourier. Spektrum harmonik adalah distribusi semua amplitudo komponen harmonik

sebagai fungsi dari orde harmoniknya dan diilustrasikan menggunakan histogram. Gambar di bawah merupakan contoh spektrum harmonik. Dari gambar tersebut dapat dikatakan bahwa spektrum merupakan perbandingan arus atau tegangan frekuensi harmonik terhadap arus atau tegangan frekuensi dasar.

Parameter dalam pengukuran harmonik yang paling umum digunakan adalah Total harmonic Distortion (THD), yang dapat dinyatakan sebagai berikut ;

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h>1}^{h \rightarrow \infty} M_h^2}}{M_1} \dots\dots\dots(2.19)$$

Dengan M dapat berupa arus atau tegangan.

Nilai RMS besaran yang terdistorsi dapat dinyatakan dengan

$$RMS = \sqrt{\sum_{h>1}^{h \rightarrow \infty} M_h^2} = M_1 \sqrt{1 + THD^2} \dots\dots\dots(2.20)$$

2.5.2 Pengaruh harmonik pada pembacaan KWh meter

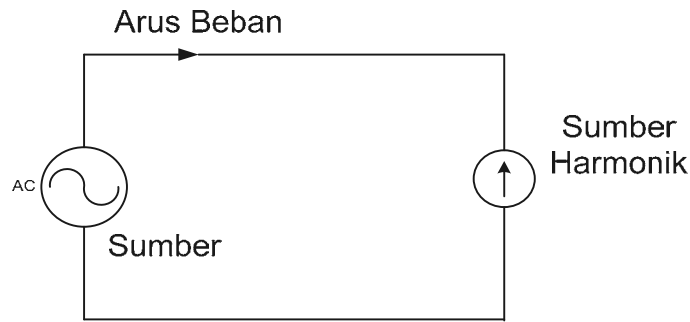
Gelombang harmonik yang muncul berlawanan arah dengan gelombang arus yang disuplai oleh sumber. Sehingga secara vektor arus yang melewati KWh meter akan semakin kecil, mengikuti hukum kirchoff,

$$\vec{I} = \vec{I}_1 + \left(\sum_{n=2} \vec{I}_n \right) \dots\dots\dots(2.21)$$

Dimana, \vec{I} = arus yang dibaca oleh KWh meter (Irms)

\vec{I}_1 = arus dengan frekuensi dasar (arus fundamental)

\vec{I}_n = arus harmonik



Gambar 2.10 Ilustrasi ketika ada sumber harmonik

Jadi, secara teoritis, dengan adanya pengurangan nilai arus tersebut maka pencatatan yang dilakukan oleh KWh meter akan menjadi lebih kecil, padahal nilai energi yang diserap adalah tidak demikian.

2.6 Pengukuran Besaran Listrik

Dalam suatu rangkaian listrik, terdapat berbagai komponen listrik dengan besar dan satuannya masing-masing. Untuk mendapatkan besar nilai-nilai tersebut, diperlukan pengukuran besaran listrik.

Pengukuran besaran listrik ini tidak memerlukan ketrampilan khusus, tetapi diperlukan suatu prosedur kerja yang diikuti dalam pelaksanaan pengukuran. Prosedur ini antara lain :

1. Prosedur keselamatan kerja, dengan mengenakan pakaian yang melindungi selama dilakukan proses pengukuran.
2. Merangkai alat pengukuran dengan benar, misalnya alat ukur arus (Amperemeter) secara seri, alat ukur tegangan (Voltmeter) secara parallel dan alat ukur daya (Wattmeter) secara seri (representasi komponen arus pada wattmeter) dan parallel (representasi komponen tegangan pada wattmeter).
3. Melakukan pembacaan dengan baik, yaitu membaca alat dengan sudut pandangan yang tepat (pandangan mata tegak lurus antara jarum penunjuk juga dengan angka), serta membaca angka yang tertera setelah kondisi berhenti beresilasi (*steady*).

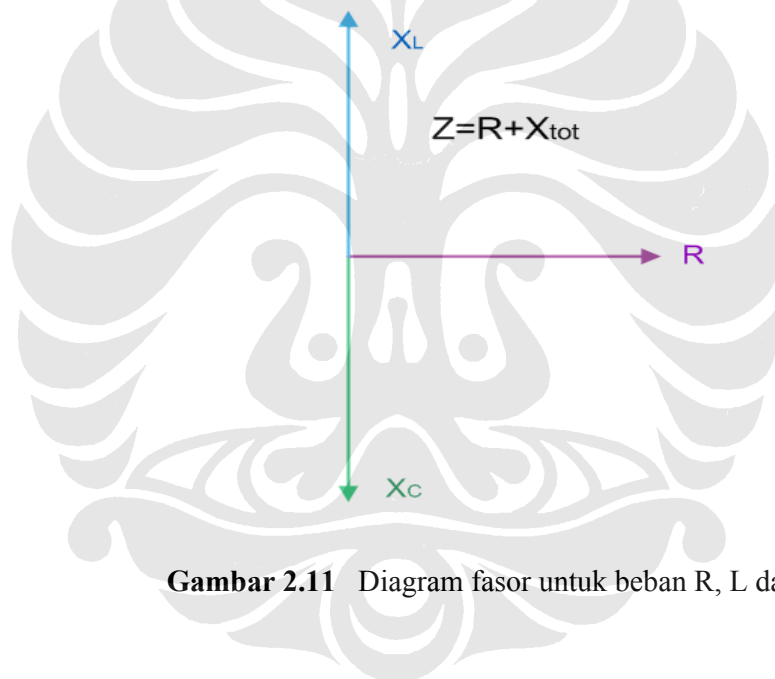
4. Mengalikan angka yang dibaca dengan pengali yang sesuai (bila ada) dan memberi satuan yang sesuai dengan petunjuk penggunaan alat ukur.

Pada skripsi ini, pengujian membutuhkan nilai-nilai dari besaran arus, tegangan, daya, faktor daya dan energi listrik. Maka, alat yang digunakan adalah Amperemeter, Voltmeter, Wattmeter, pf-meter dan kWh-meter.

1. Amperemeter, merupakan alat ukur arus listrik. Amperemeter ini harus dipasang seri sebelum rangkaian listrik dihidupkan.
2. Voltmeter, merupakan alat ukur tegangan listrik antar dua buah titik. Voltmeter dirangkai secara paralel dengan menghubungkan kedua terminal Voltmeter dengan dua buah titik yang akan diukur tegangannya.
3. Wattmeter, merupakan alat ukur daya. Rumus perhitungan daya adalah $P = VI$, yaitu merupakan perkalian nilai tegangan yang ada dengan arus. Dengan demikian, maka Wattmeter terdiri dari komponen pengukur arus (Amperemeter) yang dirangkai seri dan komponen pengukur tegangan (Voltmeter) yang dirangkai paralel, sehingga Wattmeter dirangkai secara seri-paralel dengan rangkaian seri pada jalur yang diukur arusnya dan kutub alat ukur lain dihubungkan dengan kutub tegangan yang lain yang akan diukur tegangannya dengan jalur yang pertama.
4. Pf-meter, merupakan alat ukur faktor daya ($\text{pf} / \cos \varphi$). Alat ukur ini membandingkan nilai daya nyata dengan nilai daya kompleks. Seperti Wattmeter, alat ukur ini juga dirangkai secara seri-paralel.

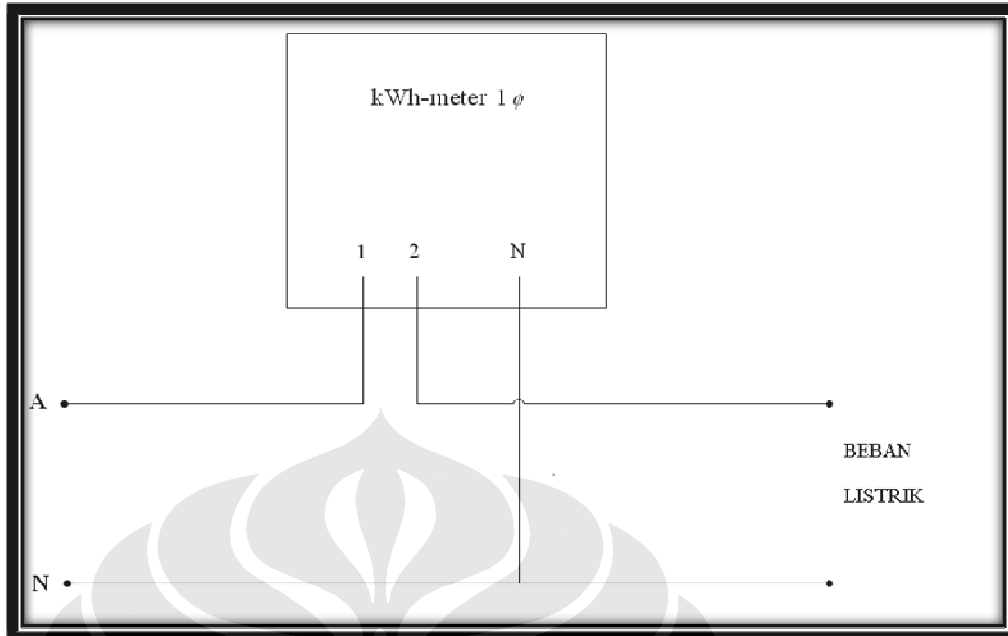
Sesuai persamaan (2.9), daya kompleks terdiri dari komponen daya nyata dan daya reaktif. Daya nyata dan daya reaktif dihasilkan dari beban nyata dan beban reaktif. Beban nyata atau beban linier adalah hambatan/ tahanan/ resistor, yang besar nilai bebannya dinyatakan dalam satuan Ω (ohm). Jenis beban lain selain beban nyata adalah beban reaktif. Beban reaktif memiliki diagram fasor tegak lurus dengan fasor beban nyata. Beban reaktif dibagi dua

yaitu induktor dan kapasitor. Satuan induktor adalah Henry dan besar reaktansi induktif adalah $X_L = j\omega L$ (ohm) dengan j adalah bilangan kompleks yang menyatakan sudut fasor 90° terhadap beban bersifat resistif. Sedangkan kapasitor memiliki satuan Farad dengan besar reaktansi kapasitif adalah $X_C = \frac{1}{j\omega C}$ (ohm). Reaktansi kapasitif memiliki komponen pengali $\frac{1}{j}$ yang menunjukkan sudut fasor -90° terhadap beban bersifat resistif. Reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif saling meniadakan dengan nilai selisih merupakan komponen reaktif dari beban total menurut diagram fasor di bawah ini :



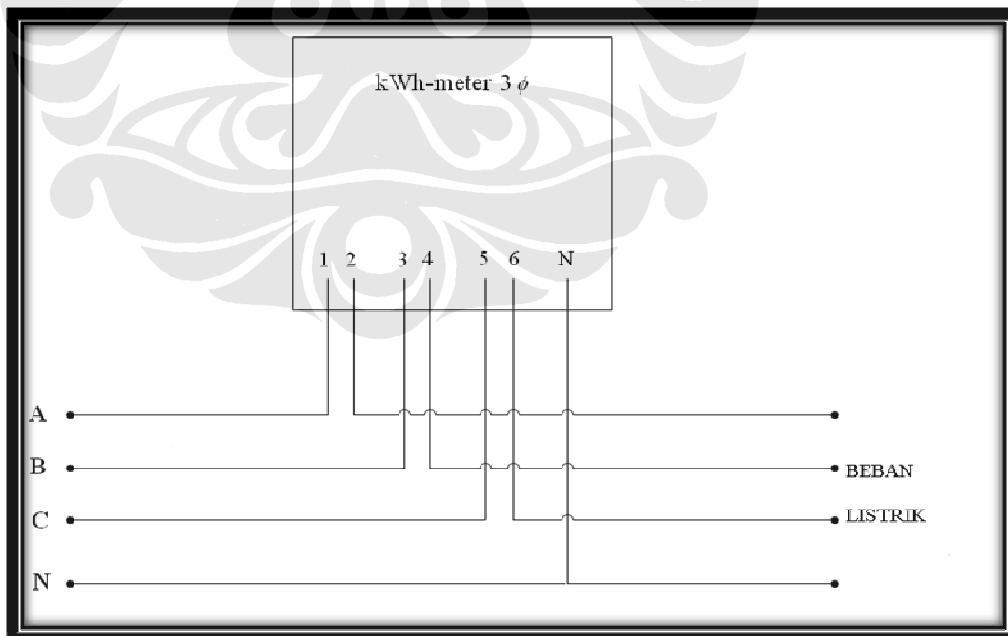
Gambar 2.11 Diagram fasor untuk beban R, L dan C [3]

5. KWh-meter, merupakan alat ukur energi listrik dalam satuan kWh (*kilowatt-hour*). Alat ini memiliki komponen pengukuran daya seperti Wattmeter, sehingga juga memiliki komponen pengukur arus (dihubung seri) dan komponen pengukur tegangan (dihubung paralel), yang terlihat pada rangkaian di bawah :



Gambar 2.12 Rangkaian kWh-meter satu fasa

Dan rangkaian untuk kWh-meter tiga fasa :



Gambar 2.13 Rangkaian kWh-meter tiga fasa

Penghitungan waktu pada pengukuran energi ini dinyatakan oleh durasi penggunaan kWh-meter. kWh-meter bekerja memanfaatkan arus yang mengalir untuk menggerakkan lempengan logam *ferromagnetic* bundar sehingga berputar. Perputaran lempengan ini diteruskan dengan hubungan roda gigi ke penghitung (*counter*). *Counter* merupakan tampilan angka yang dikalibrasi sedemikian rupa sehingga penggunaan daya listrik sebesar 1(satu) kilowatt selama satu jam akan tepat memutar *counter* sebesar 1(satu) kWh atau 10(sepuluh) skala persepuluh kWh.

kWh-meter satu fasa digunakan untuk mencatat pemakaian listrik pada konsumen perumahan dengan tegangan 220 Volt, sedangkan kWh-meter tiga fasa digunakan pada konsumen industri yang menggunakan jaringan listrik tiga fasa. kWh-meter tiga fasa mencatat seluruh penggunaan energi listrik pada jaringan tiga fasa yang diukur. Berdasarkan persamaan (2.5), kWh-meter tiga fasa mencatat jumlah penggunaan pada ketiga fasanya. Pada konstruksinya, lempengan bundar pada kWh-meter tiga fasa dihubungkan ketiga fasa yang ada. Penggunaan hanya salah satu atau dua buah fasa tetap memutar lempengan bundar pada alat ini, sehingga penggunaannya tetap tercatat.