

ANALISIS RATING PEMUTUS HUBUNG SINGKAT SIMETRIS SISTEM TENAGA LISTRIK BERBASIS KOMPUTER

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Ujian Sarjana**

Oleh:

SAROHA DENNY M. AMBARITA

08. 812. 0040



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2011**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 25/8/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (Repository.uma.ac.id)25/8/23

ANALISIS RATING PEMUTUS HUBUNG SINGKAT SIMETRIS SISTEM TENAGA LISTRIK BERBASIS KOMPUTER

TUGAS AKHIR

Oleh:

SAROHA DENNY M. AMBARITA

08. 812. 0040

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,



(IR. YANCE SYARIF)

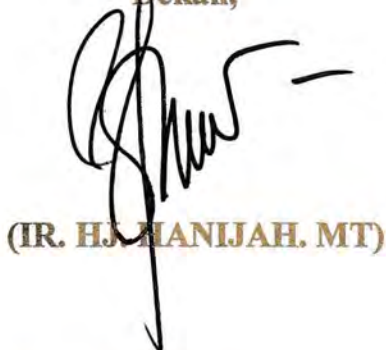


(AGUS JUNAIDI, ST. MT)

Mengetahui :

Dekan,

Ka. Program Studi,



(IR. HJ. HANIJAH, MT)



(IR. YANCE SYARIF)

Tanggal Lulus :

ABSTRAK

Sistem tenaga listrik yang memiliki banyak mesin terhubung dengan beberapa bus melalui saluran transmisi untuk melayani beban memiliki sifat rentan terhadap gangguan hubung singkat (short Circuit). Analisa gangguan hubung singkat simetris dilakukan untuk mengetahui besar arus gangguan hubung singkat. Sistem tenaga listrik dari mulai pembangkit, saluran, dan beban diilustrasikan dalam sebuah one line diagram untuk mempermudah analisis. One line diagram dibentuk ke diagram urutan kemudian dilakukan analisis besar Impedansi hubung singkat simetris berdasarkan letak titik gangguan yakni di asumsikan terjadi pada bus 3. Sistem tenaga listrik yang terdiri dari 6 bus, 2 unit pembangkit dijadikan sebagai studi kasus untuk menentukan besar arus gangguan hubung singkat simetris yang terjadi pada bus 3. analisis secara Z_{BUS} yang diverifikasi kebenarannya dengan sarana software Matlab 6.1 menunjukkan bahwa arus hubung singkat simetris yang diputuskan sebesar 2197,8 A, atau hampir 3 kali lebih besar dari arus nominalnya.

Kata Kunci: *Short Circuit, Z_{BUS} , Matlab 6.1*

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Sistematika Pembahasan.....	3
BAB II GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SISTEM TENAGA LISTRIK.....	5
2.1. Sistem Satuan PerUnit.....	5
2.2. Sintesis Fasor Tak Simetris dari Komponen Simetris.....	6
2.3. Komponen Simetris Fasor Tak Simetris.....	10
2.4. Gangguan Hubung Singkat Tak Simetris.....	13
2.4.1. Gangguan Satu Fasa Ketanah.....	13
2.4.2. Gangguan Dua Fasa.....	16
2.4.3. Gangguan Dua Fasa Ke Tanah.....	19
2.5. Gangguan Simetris Tiga Fasa.....	23

BAB III	MODEL Z_{BUS} DAN TEORI MATLAB.....	26
3.1.	Model Matriks Admitansi Bus.....	26
3.2.	Persamaan Node Voltage Diagram Admitansi.....	27
3.3.	Perangkat Lunak Matlab 6.1.....	29
3.4.	Sistem Matlab.....	30
3.5.	Memulai Matlab.....	31
3.6.	Fungsi-fungsi pada Matlab.....	32
3.6.1.	Fungsi Matematika.....	33
3.6.2.	Fungsi-Fungsi Trigonometri.....	33
3.6.3.	Fungsi Eksponensial.....	34
3.6.4.	Fungsi fungsi Kompleks.....	34
3.6.5.	Fungsi-fungsi Rounding dan Reminder.....	35
3.6.6.	Fungsi-fungsi Discrete.....	35
3.7.	Pengolahan File.....	36
3.7.1.	Menyimpan data ke File.....	36
3.7.2.	Memanggil data dari File.....	36
3.7.3.	M.File.....	37
3.8.	Mengakhiri Matlab.....	38
BAB IV	ANALISA HUBUNG SINGKAT 3Φ TENAGA LISTRIK.....	39
4.1.	One Line Diagram.....	39
4.2.	Analisis Gangguan hubung Singkat.....	42
BAB V	KESIMPULAN.....	45
DAFTAR PUSTAKA.....		46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sistem tenaga listrik yang secara umum terdiri dari generator saluran dan beban merupakan satu sistem yang memproses pemberdayaan dan penggunaan energi listrik. Kebutuhan energi listrik merupakan prioritas primer dalam menunjang kegiatan pembangunan dalam berbagai aspek kehidupan. Sehingga dilakukan beberapa studi dan penelitian yang dianalisa untuk meningkatkan kehandalan dalam proses pemberdayaan dan penggunaan energi listrik. Dalam pengoperasiannya, sistem tenaga listrik tidak lepas dari gangguan, baik itu gangguan yang sifatnya sementara atau gangguan tetap. Gangguan pada sistem tenaga terdiri atas gangguan simetris, gangguan tidak simetris. Koordinasi rele pengaman juga dibutuhkan untuk meningkatkan kehandalan sistem akibat gangguan sistem tenaga listrik. Penentuan Arus Hubung singkat simetris sistem tenaga listrik dijadikan sebagai cara untuk memilih arus pemutus rangkaian.

Sistem tenaga listrik yang kompleks mengandung pengertian bahwa sistem tersebut memiliki banyak pembangkit (*multi machine*) dalam melayani beban, sehingga dibutuhkan penanganan yang khusus dalam memberikan kontinuitas pelayanan terhadap konsumen dengan melakukan pemeliharaan, penanggulangan secara efektif kondisi gangguan sehingga distribusi energi listrik tidak mengalami kendala yang signifikan. Dari hal tersebut maka perlu dilakukan serangkaian analisis

terhadap sistem tenaga listrik, satu di antaranya adalah analisis gangguan hubung singkat secara praktis menggunakan komputer. Pemulihan Sistem tenaga listrik dilakukan dengan cara pemilihan rating arus pemutus akibat hubung singkat untuk menetralsir gangguan, sehingga dilakukan penelitian tentang "*Analisis Rating Pemutus Hubung Singkat Simetris Sistem Tenaga Listrik Berbasis Komputer*"

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menentukan Arus pemutus rangkaian hubung singkat simetris pada sistem tenaga listrik
2. Bagaimana menerapkan penggunaan komputer untuk menganalisis arus gangguan hubung singkat sehingga dapat dipilih rating pemutus arus hubung singkat secara praktis

1.3. Tujuan Penulisan

Studi gangguan hubung singkat merupakan hal yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik. Karena dampak gangguan hubung singkat dapat menyebabkan pelayanan terhadap konsumen dapat terhenti. Sehingga diharapkan dengan melakukan serangkaian percobaan analisis hubung singkat. Dapat diketahui besar ganggua hubung singkat. Nilai gangguan hubung singkat yang relatif sangat besar dapat merusak peralatan sehingga dengan mengetahui nilai arus hubung singkat dapat dilakukan langkah-langkah antisipasi kerusakan peralatan akibat gangguan tersebut. Sehingga penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

1. Dapat menganalisis Rating Pemutus Rangkaian Akibat Hubung singkat
2. Dapat menjelaskan metode penerapan komputer dalam menganalisis rating pemutus rangkaian

1.4. Batasan Masalah

Ruang lingkup studi pemilihan pemutus rangkaian dilakukan dengan cara menentukan nilai gangguan hubung singkat simetris dan penerapan program yang digunakan menggunakan Matlab 6.1

1.5. Sistematika Pembahasan

Uraian secara teoritis dan analisis penulisan tugas akhir dilakukan dengan bagian-bagaian yang disebut dengan BAB. Untuk membagi vorsi masing-masing pembahasan guna mempermudah penyelesaian penulisan, berikut ini secara sistematis dijabarkan isi masing-masing BAB sebagai berikut:

- ❖ BAB I membahas tentang latar belakang masalah, pembatasan masalah dan cara penyelesaian penelitian yang diuraikan secara keseluruhan dalam Pendahuluan
- ❖ Penjabaran tentang komponen simetris dan tak simetris, berbagai macam kondisi gangguan sistem tenaga melalui perumusan secara matematik dijabarkan dalam BAB II untuk memahami secara persamaan matematis komponen simetris fasor tak simetris

- ❖ Pada BAB III dilakukan analisis persamaan hubung singkat Simetris pada sistem tenaga listrik untuk menentukan nilai arus pemutus rangkaian
- ❖ BAB IV memuat tentang analisa hubung singkat simetris menggunakan program Matlab 6.1 untuk mengetahui besaran arus gangguan yang akan di putuskan
- ❖ BAB V memuat kesimpulan yang diperoleh dari analisis dan diverifikasi kebenarannya dengan sarana software MatLab 6.1.



BAB II

GANGGUAN HUBUNG SINGKAT SISTEM TENAGA LISTRIK

2.1. Sistem Satuan Perunit

Analisa jaringan dapat dilakukan dengan besaran tegangan, arus dan tahanan, namun untuk mempermudah perhitungan dipergunakan satuan perunit (P.U)

Cara perhitungan dengan menggunakan nilai perunit mempunyai keuntungan tertentu karena operasi matematik sistem perunit sangat sederhana, harga perunit (P.U) suatu besaran adalah perbandingan terhadap besaran dasar (base) yang dipilih

a. untuk sistem satu fasa :

$$\text{Base Current (A)} = \frac{\text{Base Daya (KVA)}_{1\phi}}{\text{Base Tegangan (KV)}_{L-N}} \quad \dots\dots(2-1)$$

$$\text{Base Impedance (ohm)} = \frac{\text{Base Tegangan (KV)}_{L-N}}{\text{Base Arus}} \quad \dots\dots(2-2)$$

$$\text{Base Impedance (ohm)} = \frac{(\text{Base KV}_{L-N})^2 \times 1000}{\text{Base KVA}_{1\phi}} \quad \dots\dots(2-3)$$

$$\text{Impedance Dalam Peruni (Pu)} \quad Z(Pu) = \frac{\text{Im pedance(Ohm)}}{\text{Im pedansi Dasar(Ohm)}}$$

b. Untuk Sistem Tiga Fasa :

$$\text{Base Current (A)} = \frac{\text{Base KVA}_{3\phi}}{\sqrt{\text{Base KV}_{L-L}}} \dots\dots\dots(2-4)$$

$$\text{Base Impedance (Ohm)} = \frac{(\text{Base KV}_{L-L} \cdot \sqrt{3})^2 \cdot 10^3}{\text{Base KV}_A 3\phi / 3} \dots\dots\dots(2-5)$$

$$= \frac{(\text{Base KVL} - L)^2 \cdot 10^2}{\text{Base KV}_A 3\phi}$$

$$\text{Impedansi (Per Unit)} = \frac{\text{Base KVA}_{3\phi}}{(\text{Base KV}_{L-L})^2 \cdot 10^3} \dots\dots\dots(2-6)$$

2.2. Sintesis Fasor Tak Simetris Dari Komponen Simetris

Karya Profescue membuktikan bahwa suatu sistem tak seimbang yang terdiri dari n phasor yang berhubungan (Related) dan dapat diuraikan menjadi n buah sistem dengan phasor seimbang yang dinamakan komponen – komponen simetris (Symmetrical Component) dari fasor aslinya n buah fasor pada setiap himpunannya sama panjang dan sudut diantara fasor yang bersebelahan dalam himpunan itu sama besarnya, menurut teorema fortescue, tiga fasor tak seimbang dari sistem fasor yang seimbang Himpunan Seimbang Komponen itu adalah :

a. Komponen urutan positif (Positive sequence components) yang terdiri dari tiga fasor yang sama besarnya terpisah satu dengan yang lain dalam

fasa sebesar 120° dan mempunyai urutan fasa yang sama seperti fasor aslinya.

- b. Komponen urutan negatif yang terdiri dari tiga fasor yang sama besarnya, terpisah satu dengan yang lain dalam fasa sebesar 120° dan mempunyai urutan fasa yang berlawanan dengan faso aslinya.
- c. Komponen urutan nol yang terdiri dari tiga fasor yang sama besarnya dan dengan pergeseran fasa nol antara fasor satu dengan yang lain.

Komponen simetris ketiga fasa dinyatakan dalam a, b, c, jika fasor aslinya adalah tegangan, maka tegangan tersebut dapat dinyatakan dengan V_a , V_b dan V_c , ketiga komponen himpunan simetris dinyatakan dengan tambahan subkrip 1 (satu) untuk komponen positif, 2 untuk komponen urutan negatif dan 0 untuk komponen urutan nol. Komponen urutan positif dari V_a , V_b , dan V_c yaitu V_{a1} , V_{a2} , dan V_{a3} , demikian urutan negatif adalah V_{a2} , V_{b2} , dan V_{c2} sedangkan untuk urutan nol yaitu V_{a0} , V_{b0} dan V_{c0} .

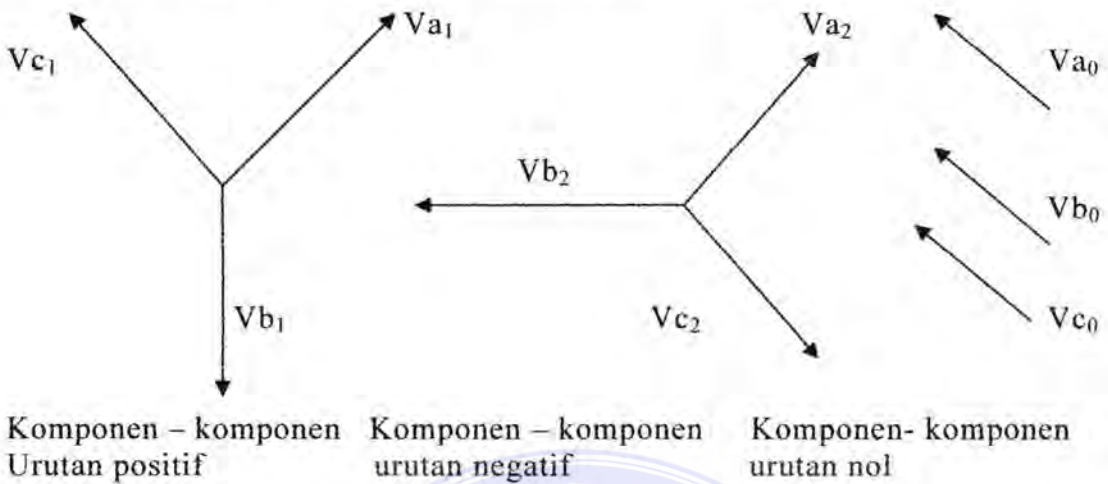
Karena setiap fasor tak seimbang, yang aslinya adalah jumlah komponen, fasor asli yang dinyatakan dalam suku – suku komponen adalah :

$$V_a = V_{a1} + V_{a2} + V_{a0} \quad \dots\dots\dots 2-7)$$

$$V_b = V_{b1} + V_{b2} + V_{b0} \quad \dots\dots\dots 2-8)$$

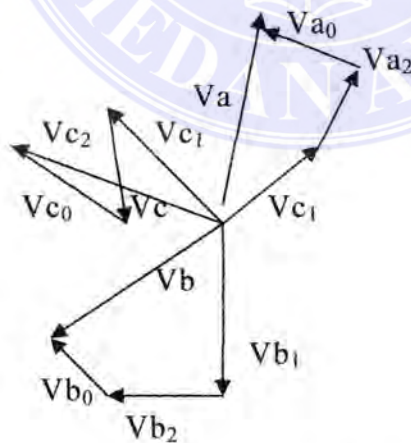
$$V_c = V_{c1} + V_{c2} + V_{c0} \quad \dots\dots\dots 2-9)$$

Gambar berikut ini menunjukkan tiga himpunan komponen simetris :



Gambar 2.1. Tiga Himpunan Fasor Seimbang

Tiga himpunan fasor seimbang yang merupakan komponen simetris dari tiga fasor tak seimbang. Sintesis himpunan tiga fasor tak seimbang dari ketiga komponen simetris dari gambar diatas diperlihatkan pada gambar berikut ini :



Gambar 2.2. Penjumlahan secara Grafis Komponen - komponen

Karena adanya pergeseran fasa pada komponen simetris tegangan dan arus pada sistem tiga fasa, akan sangat memudahkan kita mempunyai metode penulisan cepat untuk menunjukkan perputaran 120° . Bilangan kompleks dengan besar satu dan sudut θ merupakan operator yang memutar fasor yang dikenakannya melalui sudut θ , dengan operator j yang menyebabkan perputaran sebesar 90° dan operator -1 , yang menyebabkan perputaran sebesar 180° . Penggunaan operator j sebanyak dua kali berturut – turut menyebabkan perputaran melalui $90^\circ + 90^\circ$ yang membawa kita pada kesimpulan bahwa $j \times j$ menyebabkan perputaran sebesar 180° dengan karena itu ketentuan bahwa j^2 sama dengan -1 pangkat – pangkat yang lain dari operator j dapat diperoleh analisis yang serupa.

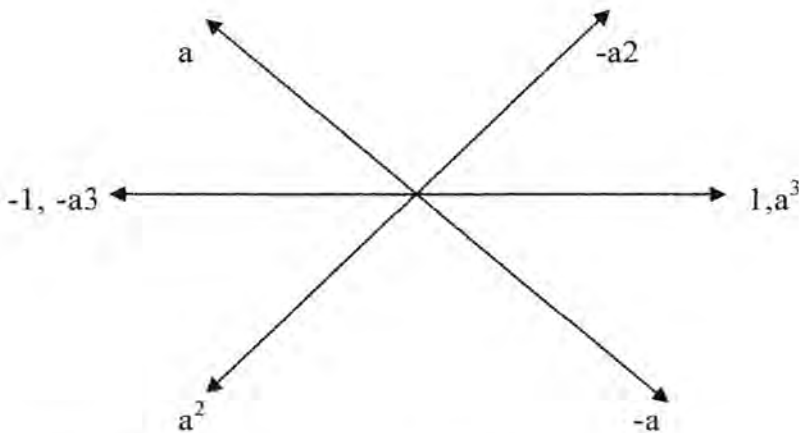
Huruf a biasanya digunakan untuk menunjukkan operator yang menyebabkan perputaran 120° dalam arah berlawanan dengan arah jarum jam, operator semacam adalah bilangan kompleks yang biasanya satu dan sudut 120° dan didefinisikan sebagai :

$$a = 1 \angle 120^\circ = -0.5 + j 0.866$$

jika operator a dikenakan pada fasor dua kali berturut – turut maka fasor itu akan diputar dengan sudut sebesar 240° untuk pergeseran tiga kali berturut – turut fasor akan diputar 360° .

$$a^2 = 1 \angle 240^\circ = -0.5 - j 0.866$$

$$a^3 = 1 \angle 360^\circ = 1 \angle 0 = 1$$



Gambar 2.3. Diagram fasor berbagai pangkat dari operator a

2.3. Komponen Simetris Fasor Tak Simetris

Sintetis tiga fasor tak simetris dari tiga himpunan fasor simetris, sintetis ini telah dilakukan sesuai dengan persamaan 2-7, 2-8 dan 2-9, untuk menguraikan ketiga fasor tak simetris itu menjadi komponen simetris, perhatikan bahwa banyaknya kuantitas yang diketahui dapat dikurangi dengan menyatakan masing – masing komponen V_b dan V_c sebagai hasil kali fungsi operator a dan komponen V_a dengan berpedoman pada gambar (2-1) diperoleh :

$$V_{b1} = a^2 V_{a1}$$

$$V_{c1} = a V_{a1}$$

$$V_{b2} = a V_{a2}$$

$$V_{c2} = a^2 V_{a2}$$

$$V_{b0} = V_{a0}$$

$$V_{c0} = V_{a0}$$

Dengan mensubsitusikan persamaan diatas kepada persamaan 2-7, 2.8 dan 2-9 diperoleh :

$$V_a = V_{a_1} + V_{a_2} + V_{a_0} \quad \dots\dots\dots 2-10)$$

$$V_b = a^2 V_{a_1} + a V_{a_2} + V_{a_0} \quad \dots\dots\dots 2-11)$$

$$V_c = a V_{a_1} + a^2 V_{a_2} + V_{a_0} \quad \dots\dots\dots 2-12)$$

Dalam bentuk matriks diperoleh :

$$\begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{a_0} \\ V_{a_1} \\ V_{a_2} \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots 2-13)$$

Jadi Matrik A = $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a^2 & a \\ 1 & a & a^2 \end{bmatrix}$

Maka invers matrik A (A^{-1}) dapat diperoleh :

$$A^{-1} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix}$$

Sehingga persamaan 2-13) dapat dinyatakan dengan :

$$\begin{bmatrix} V_{a_0} \\ V_{a_1} \\ V_{a_2} \end{bmatrix} = A^{-1} \begin{bmatrix} V_a \\ V_b \\ V_c \end{bmatrix}$$

Dengan mensubsitusikan harga Invers Matriks kepersamaan diatas akan diperoleh :

$$\begin{bmatrix} Va_0 \\ Va_1 \\ Va_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & a & a^2 \\ 1 & a^2 & a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Va \\ Vb \\ Vc \end{bmatrix} \quad \dots\dots\dots 2-14)$$

Penguraian tiga fasor tak simetris menjadi komponen simetrisnya hubungan ini sangat penting sehingga dapat dituliskan persamaan kedalam bentuk persamaan biasa dari persamaan 10 diperoleh :

$$Va_0 = 1/3 (Va + Vb + Vc) \quad \dots\dots\dots 2-15)$$

$$Va_1 = 1/3 (Va + a Vb + a^2 Vc) \quad \dots\dots\dots 2-16)$$

$$Va_2 = 1/3 (Va + a^2 Vb + a Vc) \quad \dots\dots\dots 2-15)$$

Persamaan (II) menunjukkan bagaimana menguraikan tiga fasor tak simetris menjadi simetris. Dengan cara yang sama dapat ditulis persamaan arus sebagai ganti dari tegangan yaitu :

$$Ia = Ia_1 + Ia_2 + Ia_0 \quad \dots\dots\dots 2-18)$$

$$Ib = a^2 Ia_1 + a Ia_2 + Ia_0 \quad \dots\dots\dots 2-19)$$

$$Ic = a Ia_1 + a^2 Ia_2 + Ia_0 \quad \dots\dots\dots 2-20)$$

$$Ia_0 = 1/3 (Ia + Ib + Ic) \quad \dots\dots\dots 2-21)$$

$$Ia_1 = 1/3 (Ia_1 + a Ib + a^2 Ic) \quad \dots\dots\dots 2-22)$$

$$Ia_2 = 1/3 (Ia + a^2 Ib + a Ic) \quad \dots\dots\dots 2-23)$$

Dalam sistem tiga fasa jumlah arus saluran sama dengan arus In dalam jalur kembali lewat netral jadi :

$$Ia + Ib + Ic = In \quad \dots\dots\dots 2-24)$$

Dengan membandingkan persamaan 2-21 dengan persamaan 2-24 diperoleh :

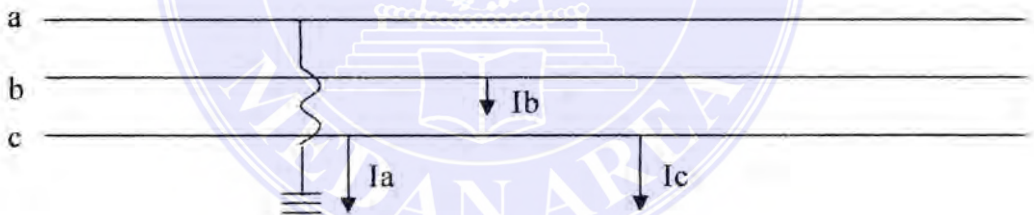
$$I_n = 3 I_{a_0}$$

Jika tidak ada jalur yang melalui netral dari sistem tiga fasa I_n adalah 0 dan arus saluran tidak mengandung komponen muatan nol, suatu beban dengan hubungan delta tidak menyediakan jalur netral, dan karena itu arus saluran yang mengalir ke beban yang dihubungkan delta tidak mengandung komponen urutan nol.

2.4. Gangguan Hubung Singkat Tak Simetris

Gangguan tak simetris terdiri dari :

- 2.4.1. Gangguan satu fasa ketanah, pada suatu sistem adalah apabila salah satu konduktor terhubung ketanah.



Gambar 2.4. Hubungan singkat Satu Fasa ketanah

Dari gambar diatas diperoleh untuk persamaan untuk kondisi

$$I_b = 0$$

$$I_c = 0$$

$$V_a = 0$$

Dengan mensubsitusikan persamaan (2-21, 2-22 dan 2-23) kepersamaan dalam kondisi dimana :

$I_b = 0$ dan $I_c = 0$, maka :

$$I_{a_0} = 1/3 (I_a + I_b + I_c) = I_a/3$$

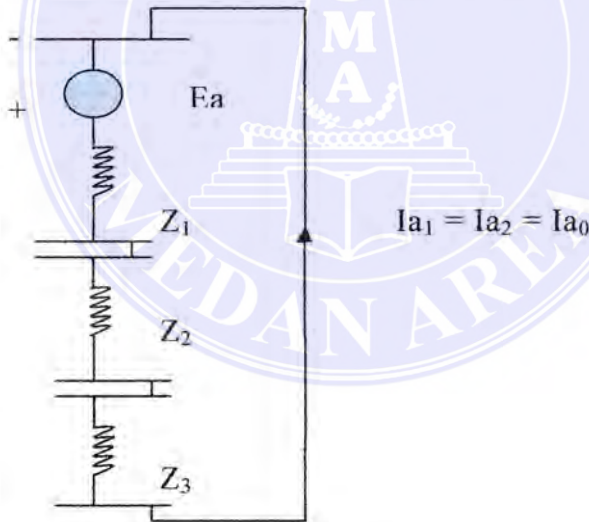
$$I_{a_1} = 1/3 (I_a + a I_b + a^2 I_c) = I_a/3$$

$$I_{a_2} = 1/3 (I_a + a^2 I_b + a I_c) = I_a/3$$

Atau :

$$I_{a_0} = I_{a_1} = I_{a_2} = I_a/3 \quad \dots\dots\dots 2.25)$$

Dari persamaan diatas maka untuk menganalisanya digunakan ketiga urutan yaitu urutan positif, urutan negatif dan urutan nol yang dihubungkan secara seri.



Gambar 2.5. Diagram sambungan jala-jala urutan gangguan satu fasa ketanah

Dari Persamaan :

$$V_a = V_{a_1} + V_{a_2} + V_{a_0}$$

$$0 = V_{a_1} + V_{a_2} + V_{a_0}$$

$$V_{a_1} = -(V_{a_2} + V_{a_0})$$

Persamaan umum untuk komponen jatuh tegangan yang ditentukan oleh jaringan urutan adalah :

$$V_{a_1} = E_a - I_{a_1} \cdot Z_1$$

$$V_{a_2} = -I_{a_2} \cdot Z_2$$

$$V_{a_0} = -I_{a_0} \cdot Z_0$$

Maka : $V_{a_1} = -(V_{a_2} + V_{a_0})$

$$E_a - I_{a_1} \cdot Z_1 = I_{a_2} \cdot Z_2 + I_{a_0} \cdot Z_0$$

$$E_a = I_{a_1} \cdot Z_1 + I_{a_2} \cdot Z_2 + I_{a_0} \cdot Z_0$$

Dimana : $I_{a_1} = I_{a_2} = I_{a_0}$

Maka : $E_a = I_{a_1} (Z_1 + Z_2 + Z_0)$

$$\text{Atau : } I_{a_1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2 + Z_0}$$

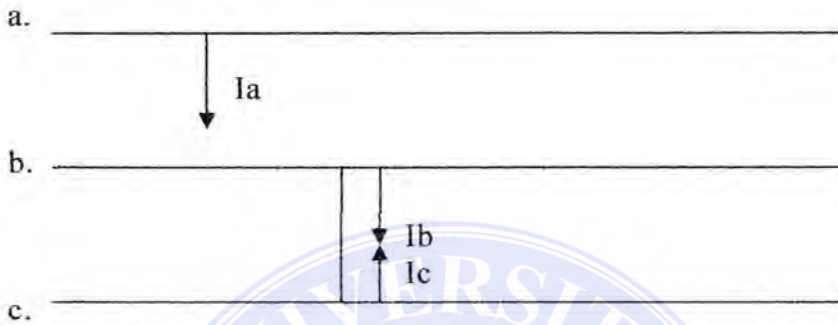
Dari persamaan : $I_{a_1} = I_{a_2} = I_{a_0} = I_a/3$

Maka besar arus gangguan (I_f) untuk gangguan satu fasa ketanah :

$$I_f = I_a = 3I_{a_1} \quad \dots\dots\dots 2-26)$$

2.4.2. Gangguan Dua Fasa

Gangguan dua fasa atau gangguan antara saluran suatu sistem adalah bila terjadi antara satu konduktor terhubung dengan konduktor lain.



Gambar 2.6. Hubungan gangguan dua fasa ketanah

Dari gambar diatas diperoleh kondisi sebagai berikut :

$$V_b = V_c$$

$$V_a = 0$$

$$I_b = -I_c$$

Dengan mensubsitusikan persamaan 2-21, 2-22 dan 2-23 kepersamaan diatas diperoleh :

$$I_{a0} = 1/3 (I_a + I_b + I_c) = 0$$

$$I_{a1} = 1/3 (I_a - I_b + a^2 I_c)$$

$$= 1/3 (0 - a I_c + a^2 I_c)$$

$$= \frac{-a + a^2}{3} I_c = j \frac{1,732}{3} I_c$$

$$I_{a2} = 1/3 (0 - a^2 I_c + a I_c)$$

$$= \frac{-a + a I_c}{3} = \frac{-j 1,732 I_c}{3}$$

dengan demikian : $I_{a0} = 0$

$$I_{a1} = I_{a2}$$

Dengan persamaan 2-10, 2-11 dan 2-12 disubsitusikan dengan persamaan diatas ($V_b = V_c$) akan diperoleh :

$$V_b = V_c$$

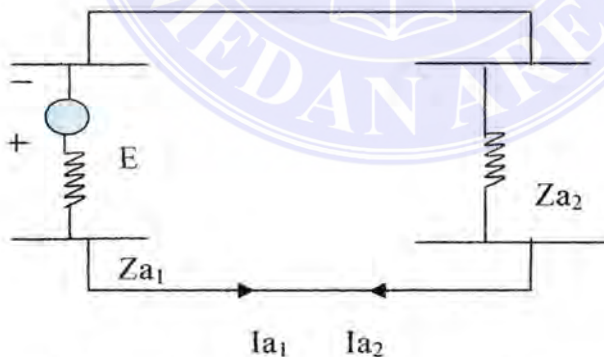
$$a^2 V_{a1} + a V_{a2} + V_{a0} = a V_{a1} + a^2 V_{a2} + V_{a0}$$

$$a^2 V_{a1} - a V_{a2} - V_{a0} = a^2 V_{a1} - a V_{a2} - V_{a0}$$

$$(a^2 - a) V_{a1} = (a^2 - a) V_{a2}$$

$$V_{a1} = V_{a2}$$

Dari analisa diatas maka analisa untuk gangguan dua fasa adalah hanya urutan positif dan urutan negatif yang dihubungkan secara paralel.



Gambar 2.7. sambungan jala-jala urutan gangguan dua fasa

$$\begin{aligned} \text{Dari persamaan} & : V_{a_1} = V_{a_2} \\ & E_a - I_{a_1} Z_1 = -I_{a_2} Z_2 \end{aligned}$$

$$\text{Dimana} : I_{a_1} = -I_{a_2}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka} & : E_a - I_{a_1} Z_1 = I_{a_1} Z_2 \\ E_a & = \{ (I_{a_1}) (Z_1) \} + I_{a_1} Z_2 \\ & = I_{a_1} (Z_1 + Z_2) \end{aligned}$$

$$\text{Dengan demikian : } I_{a_1} = \frac{E_a}{Z_1 + Z_2} \quad \text{.....2-27)}$$

Dengan mensubsitusikan persamaan 2-18, 2-19 dan 2-20 ke persamaan $I_a = 0$ dan $I_{a_1} = -I_{a_2}$ didapat :

$$I_a = I_{a_1} + I_{a_2} + I_{a_0} = 0$$

$$I_b = a^2 I_{a_1} + a I_{a_2} + I_{a_0}$$

$$I_c = a I_{a_1} + a^2 I_{a_2} + I_{a_0}$$

Besar gangguan hubung singkat (I_f) dua fasa adalah :

$$\begin{aligned} I_f = I_b = -I_c \\ = - (a I_{a_1} + a^2 I_{a_2} + I_{a_0}) \end{aligned}$$

$$\text{atau : } I_f = I_b = a^2 I_{a_1} + a I_{a_2} + I_{a_0}$$

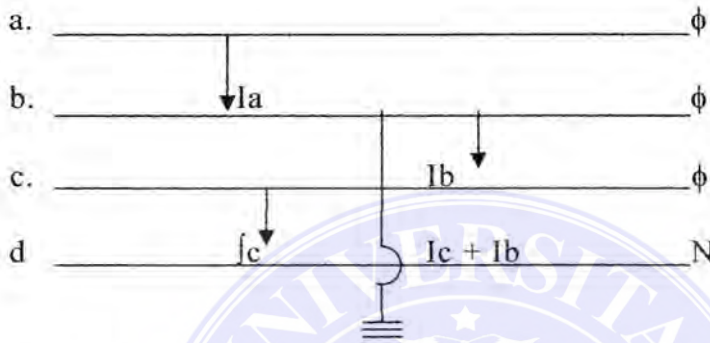
karena $I_{a_1} = -I_{a_2}$

$$\text{maka : } I_f = a^2 I_{a_1} - a I_{a_1} + 0$$

$$I_f = a^2 I_{a_1} - a I_{a_1}$$

2.4.3. Gangguan Dua Fasa Ketanah

Gangguan dua fasa ketanah pada suatu sistem adalah apabila terjadi dua konduktornya terhubung ketanah atau kawat netral.



Gambar 2.8. Hubungan gangguan dua fasa ketanah

Dari gambar diatas diperoleh persamaan kondisi :

$$I_a = 0 : V_b = ; V_c = 0$$

Mensubsitusikan persamaan 2-15, 2-16 dan 2-17 ke persamaan kondisi diatas

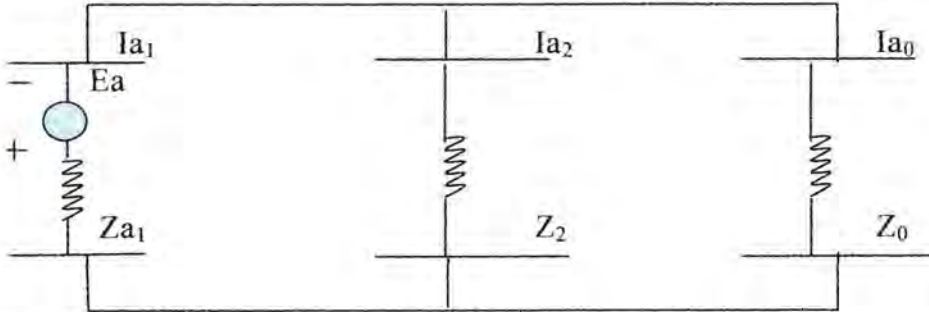
$$V_{a_0} = 1/3 (V_a + V_b + V_c) = \frac{V_a}{3}$$

$$V_{a_1} = 1/3 (V_a + a^2 V_b + a^2 V_c) = \frac{V_a}{3}$$

$$V_{a_2} = 1/3 (V_a + a^2 V_b + a V_c) = \frac{V_a}{3}$$

$$\text{maka } V_{a_0} = V_{a_1} = V_{a_2} = \frac{V_a}{3} \quad \text{.....2-29)}$$

Dari hasil diatas maka analisa untuk gangguan dua fasa ketanah adalah urutan positif, urutan negatif dan urutan nol yang dihubungkan secara paralel :



Gambar 2.9. Sambungan jala – jala urutan gangguan dua fasa ke tanah

Untuk : $I_a = 0$ maka :

$$I_a = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

$$0 = I_{a1} + I_{a2} + I_{a0}$$

Dimana : $V_{a2} = -I_{a2} Z_2 \rightarrow I_{a2} = \frac{-V_{a2}}{Z_2}$

: $V_{a0} = -I_{a0} Z_0 \rightarrow I_{a0} = \frac{-V_{a0}}{Z_0}$

Maka : $I_{a1} = -(I_{a2} + I_{a0})$

$$= \left[\frac{-V_{a2}}{Z_2} - \frac{V_{a0}}{Z_0} \right]$$

Dimana : $V_{a1} = V_{a2} = V_{a0}$

Maka : $I_{a1} = \frac{V_{a1}}{Z_2} + \frac{V_{a1}}{Z_0}$

$$= \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} V_{a1}$$



Karena $V_{a1} = E_a - I_{a1} Z_1$

Maka : $I_{a1} = \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} (E_a - I_{a1} Z_a)$

$$I_{a1} = \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} (E_a - I_{a1} Z_1)$$

$$I_{a1} + I_{a1} Z_1 = \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} = \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} E_a$$

$$I_{a1} \left[1 + \frac{Z_1 (Z_2 + Z_0)}{Z_2 \cdot Z_0} \right] = \left[\frac{Z_1 (Z_2 + Z_0)}{Z_2 \cdot Z_0} \right] E_a$$

$$I_{a1} \left[\frac{Z_2 \cdot Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} + \frac{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} \right] = \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 \cdot Z_0} E_a$$

Maka : $I_{a1} (Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_2 Z_0) = E_a (Z_2 + Z_0)$

$$\begin{aligned} \rightarrow : I_{a1} &= \frac{Z_2 + Z_0}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_2 Z_0} \times E_a \\ &= \frac{Z_2 + Z_0}{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0} \dots\dots\dots 2-30) \end{aligned}$$

Dari $V_{a1} = E_a - I_{a1} Z_1$

$$= E_a - \frac{Z_2 + Z_0}{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0} Z_1$$

$$= E_a \left[1 - \frac{Z_1 \cdot 0}{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0} \right]$$

$$= E_a \left[\frac{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0}{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0} - \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0} \right]$$

$$\begin{aligned}
 &= Ea \left[\frac{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0}{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0} \right] \\
 &= Ea \left[\frac{Z_1 + Z_2 \cdot Z_0 / Z_2 + Z_0}{Z_1 \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 + Z_0} + \frac{Z_2 + Z_0}{Z_2 + Z_0}} \right] \\
 &= Ea \frac{Z_2 \cdot Z_0}{Z_1 (Z_2 + Z_0) + Z_2 \cdot Z_0} \\
 &= Ea \frac{Z_2 \cdot Z_0}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_1 Z_0} \quad \text{.....2-31) }
 \end{aligned}$$

Karena : $V_{a1} = V_{a2} = V_{a0}$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka} \quad : \quad I_{a2} &= -\frac{V_{a2}}{Z_2} = -\frac{V_{a1}}{Z_2} \\
 &= \frac{Z_0}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_1 Z_0} \times Ea \quad \text{.....2-32) }
 \end{aligned}$$

atau : $I_{a2} = -\left[\frac{Z_0}{Z_w + Z_0} \right] I_{a1}$

$$I_{a0} = -\left[\frac{V_{a0}}{Z_0} \right] = -\frac{V_{a1}}{Z_0}$$

$$I_{a0} = \frac{Z_2}{Z_1 Z_2 + Z_1 Z_0 + Z_1 Z_0} \times Ea$$

Atau $I_{a0} = \left[\frac{Z_2}{Z_2 + Z_0} \right] \times I_{a1}$ 2-33)

Besar arus hubung singkat (If) gangguan dua fasa ketanah :

$$I_f = I_n = I_b + I_c \dots\dots\dots 2-34)$$

Dimana : $I_b = a^2 I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0}$

$$I_c = a I_{a1} + a I_{a2} + I_{a0}$$

2.5. Gangguan Simetris Tiga Fasa

Gangguan tiga fasa pada suatu sistem adalah gangguan yang seimbang, analisisnya dapat dilakukan dengan menggunakan analisa komponen simetris gangguan terjadi karena ketiga fasa saling berhubungan.



Gambar 2.10.Hubungan gangguan tiga fasa

Analisa gangguan tiga fasa dinyatakan oleh persamaan – persamaan berikut :

$$V_a = V_b = V_c = 0$$

$$V_{a1} = 1/3 (V_a + a V_b + a^2 V_c) = 0$$

$$V_{a2} = 1/3 (V_a + a V_b + a^2 V_c) = 0$$

$$V_{a0} = 0$$

Dari : $V_{a1} = E_a - I_{a1} Z_1$

$$0 = E_a - I_{a1} Z_1 \text{ maka : } I_{a1} = \frac{E_a}{Z_1}$$

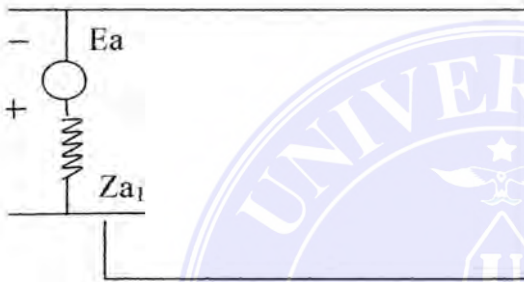
$$V_{a_2} = -I_{a_2} Z_2$$

$$I_{a_2} = 0$$

$$V_{a_0} = -I_{a_0} Z_0$$

$$I_{a_0} = 0$$

Dari persamaan diatas, maka dapat dibuat rangkaian Equivalent urutan positif saja.



Gambar 2.11. Sambungan jala – jala urutan tiga fasa

Dari gambar diatas :

$$I_{a_1} = \frac{Ea}{Z_1} \dots\dots\dots(2-35)$$

dari persamaan 2-15,2-16 dan 2-17 dimana $I_{a_0} =$ dan $I_{a_2} = 0$

$$\text{Maka : } I_a = I_{a_1} = \frac{Ea}{Z_1} = \frac{1,0 \angle 0^\circ}{Z_1}$$

$$I_b = a^2 I_{a_1} = \frac{Ea}{Z_1} = \frac{1,0 \angle 240^\circ}{Z_1}$$

$$I_c = a^2 I_{a1} = \frac{Ea}{Z_1} = \frac{1,0 < 120^a}{Z_1}$$

Jadi besar arus hubung singkat (I_f) untuk gangguan tiga fasa adalah :

$$I_f = I_{a1} = \frac{Ea}{Z_1} \dots\dots\dots 2-36)$$

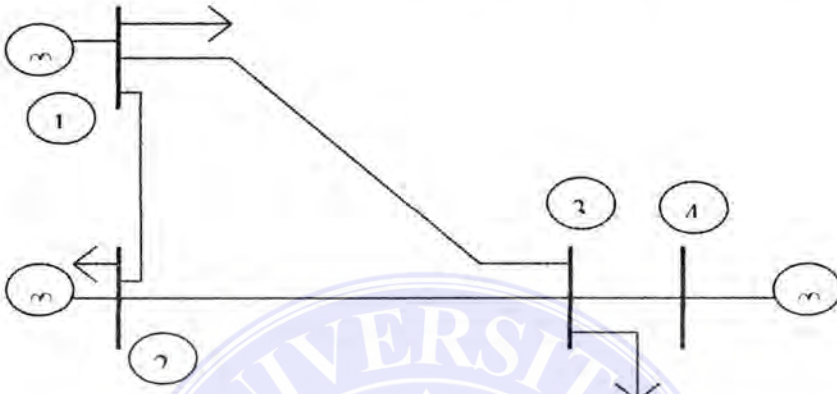


BAB III

MODEL Z BUS DAN TEORI MATLAB

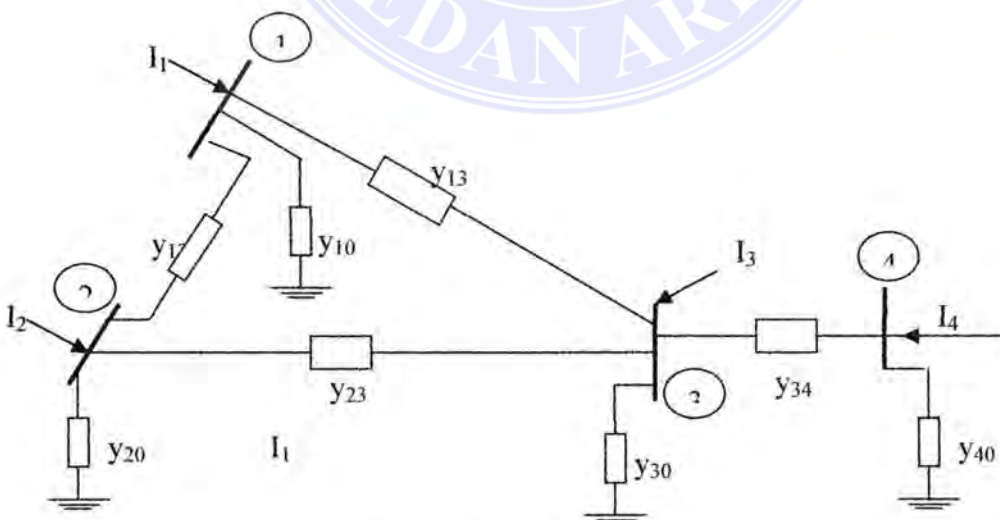
3.1. Model Matriks Admitansi Bus (Y_{BUS})

Gambar 3.1. berikut merupakan diagram segaris sistem tenaga listrik:



Gambar 3.1. One diagram sistem tenaga listrik

Diagram segaris gambar no 3.1. dapat diubah dalam bentuk diagram admitansi seperti ditunjukkan pada gambar 3.2. berikut :



Gambar 3.2. Diagram admitansi

3.2. Persamaan Node Volatge Diagram Admitansi

$$I_1 = V_1 y_{10} + (V_1 - V_2)y_{12} + (V_1 - V_3)y_{13} \dots\dots\dots 3-1)$$

$$I_2 = V_2 y_{20} + (V_2 - V_1)y_{12} + (V_2 - V_3)y_{23} \dots\dots\dots 3-2)$$

$$I_3 = V_3 y_{30} + (V_3 - V_1)y_{13} + (V_3 - V_4)y_{34} + (V_3 - V_2)y_{23} \dots\dots\dots 3-2)$$

$$I_4 = V_4 y_{40} + (V_4 - V_3)y_{34} \dots\dots\dots 3-4)$$

Persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi:

$$I_1 = (y_{10} + y_{12} + y_{13}) V_1 - y_{12} V_2 + y_{13} V_3 + 0,0 V_4 \dots\dots 3-5)$$

$$I_2 = -y_{12} V_1 + (y_{20} + y_{12} + y_{13}) V_2 + y_{23} V_3 + 0,0 V_4 \dots\dots 3-6)$$

$$I_3 = -y_{13} V_1 - y_{12} V_2 + (y_{30} + y_{12} + y_{23} + y_{34}) V_3 + y_{34} V_4 \dots\dots 3-7)$$

$$I_4 = 0,0 V_1 + 0,0 V_2 + y_{34} V_3 + (y_{40} + y_{34}) V_4 \dots\dots 3-8)$$

Dalam bentuk Matriks Ditulis:

Elemen Diagonal: $Y_{11} = y_{10} + y_{12} + y_{13}$
 $Y_{22} = y_{20} + y_{12} + y_{23}$
 $Y_{33} = y_{30} + y_{12} + y_{23} + y_{34}$
 $Y_{44} = y_{40} + y_{34}$

Eleven Off Diagonal $Y_{12} = Y_{21} = -y_{12}$; $Y_{13} = Y_{31} = -y_{13}$
 $Y_{32} = Y_{23} = -y_{23}$; $Y_{34} = Y_{43} = -y_{34}$
 $Y_{14} = Y_{41} = 0$
 $Y_{24} = Y_{42} = 0$

Arus pada Bus:

$$I_{BUS} = Y_{BUS} V_{BUS}$$

$$I_{BUS} = \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{bmatrix} \text{ Arus masuk Bus3-9)}$$

$$V_{BUS} = \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \\ V_3 \\ V_4 \end{bmatrix} \text{ Tegangan bus terhadap tanah3-10)}$$

$$Y_{BUS} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} & Y_{13} & Y_{14} \\ Y_{21} & Y_{22} & Y_{23} & Y_{24} \\ Y_{31} & Y_{32} & Y_{33} & Y_{34} \\ Y_{41} & Y_{42} & Y_{43} & Y_{44} \end{bmatrix} \text{3-11)}$$

Persamaan 3-11) menunjukkan model rangkaian admitansi Bus (Y_{BUS}) yang menghubungkan I (Arus masuk bus) dan V (tegangan bus) terhadap tanah

Sedangkan Model Rangkaian Impedansi Bus (Z_{BUS}) ditentukan sebagai berikut:

$$Z_{BUS} = [Y_{BUS}]^{-1} \text{3-12)}$$

3.3. Perangkat Lunak MatLab 6.1

MatLab 6.1 adalah sebuah bahasa dengan unjuk kerja yang tinggi untuk komputasi teknik. MatLab merupakan integrasi dari komputasi, visualisasi dan pemrograman dalam perangkat yang mudah digunakan untuk permasalahan dan penyelesaian dinyatakan dalam notasi matematik yang sudah dikenal. Beberapa bagian yang penting di dalam MatLab:

1. Matematika dan komputasi
2. Pengembangan algoritma
3. Modeling, simulasi dan pembuatan prototipe
4. Analisa data, eksplorasi dan visualisasi
5. Pengetahuan dan grafik teknik
6. Pengembangan aplikasi, termasuk pembangunan GUI

MatLab 6.1 adalah sebuah sistem yang interaktif yang mempunyai elemen data dasar dalam array.. Hal ini memungkinkan untuk menyelesaikan banyak persoalan komputasi teknik, khususnya formulasi matrik dan vektor. Terdapat juga sebuah bagian memungkinkan untuk menuliskan program dalam bahasa yang tidak interaktif seperti C atau Fortran.

Nama MatLab berarti Matrik Laboratory. MatLab sebenarnya ditulis untuk mengelola program-program berbasis matrik seperti pada proyek LINPACK dan EISPACK.

MatLab telah digunakan selama beberapa tahun oleh banyak peneliti tingkat universitas. MatLab memiliki instruksional standard untuk mengenal dan mendalami

lebih lanjut materi-materi matematika, teknologi dan ilmu pengetahuan. Fitur-fitur MatLab adalah memiliki aplikasi khusus yang disebut *toolboxes*.

Bagi *user*, *toolboxes* digunakan untuk mempelajari dan menerapkan teknologi secara khusus. *Toolboxes* adalah koleksi komprehensif dari fungsi-fungsi MatLab (M- files) yang menambah fasilitas MatLab untuk menyelesaikan beberapa bagian permasalahan secara khusus. Bagian-bagian di dalam *toolboxes* terdiri dari signal processing, control systems, neural networks, fuzzy logic, wavelets, simulation, power System Block Sheet dan banyak lagi yang lainnya.

3. 4. Sistem MatLab

Sistem MatLab terdiri dari beberapa bagian utama yaitu:

- (1) Fasilitas Pengembangan. Ini adalah sekumpulan perangkat dan fasilitas yang membantu pemakai untuk menggunakan fungsi-fungsi dan file dalam MatLab. Terdiri dari perangkat GUI, termasuk MatLab desktop dan Command Window, *History*, dan *browsers* untuk menampilkan *help*, *the workspace*, *files*.
- (2) Library MatLab untuk Fungsi-fungsi Matematika. Ini adalah koleksi algoritma komputasi yang diatur dalam fungsi-fungsi dasar seperti sum, sine, cosine, and complex arithmetic, dan yang lebih kompleks seperti invers matrik, eigen values, fungsi Bessel dan FFT (Fast Fourier transforms).
- (3) Bahasa MatLab. adalah bahasa tingkat tinggi berbasis matriks dan array dengan pernyataan kendali aliran, fungsi, struktur data, input/output dan fitur OOP (object-oriented programming). Hal ini membuat program kelihatan kecil untuk

secara cepat mengelola keseluruhan proses dan membuat program kelihatan besar untuk persoalan yang benar-benar kompleks dan besar.

- (4) Penanganan Grafik pada MatLab Di dalamnya terdapat perintah-perintah tingkat tinggi untuk mengelola grafik 2D dan 3D baik untuk visualisasi, *image processing*, animasi, and presentasi grafis. Juga terdiri dari perintah-perintah tingkat rendah yang memungkinkan pemakai secara full membuat sendiri grafik-grafik yang menarik dan membangun GUI yang kompleks untuk program aplikasinya sendiri.

3. 5. Memulai MatLab

Pada platform Microsoft Windows, untuk memulai MatLab dapat dilakukan dengan double-click pada shortcut icon MatLab pada desktop Windows. Pada platform UNIX, untuk memulai MatLab, tuliskan matlab pada prompt.

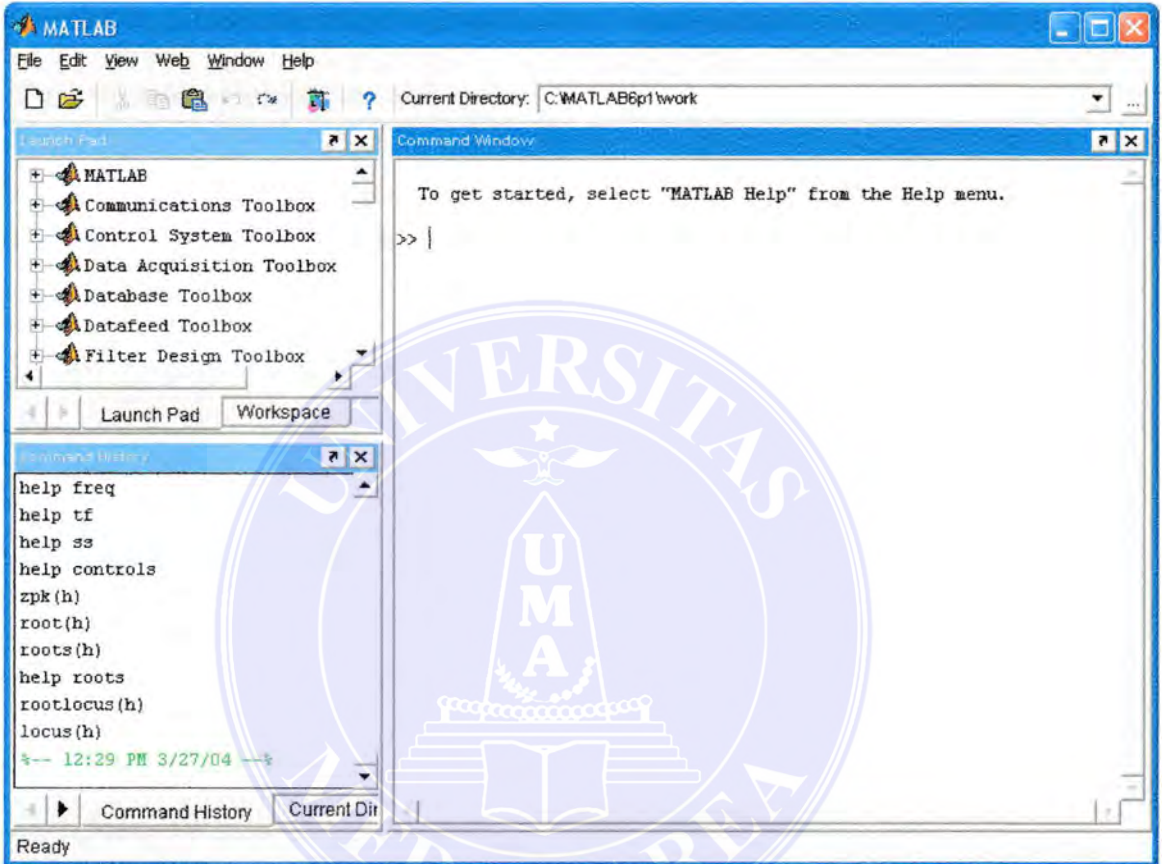
Setelah memulai MatLab, akan terbuka desktop dari MatLab. Kemudian pemakai mengubah direktory (folder) aktif dimana file-file kerja yang akan/sudah dilakukan ditempatkan.

Untuk menuliskan program atau perintah interaktif dilakukan pada jendela perintah (Command Windows).

Untuk mengganti direktory dapat dilakukan pada text-box Current Direktory

Untuk melihat perintah-perintah apa yang sudah dilakukan dapat digunakan History Windows.

Untuk mengetahui toolboxes apa saja yang ada di MatLab dan menggunakannya, dapat dilakukan pada jendela Launch Pad.



Gambar 3.3. Desktop MatLab (commond windows)

3.6. Fungsi-Fungsi Pada Matlab

MatLab tidak hanya menyediakan fungsi-fungsi untuk matrik saja, tetapi juga menyediakan fungsi-fungsi matematika, grafik, statistik dan lain-lain. Untuk fungsi matematik, logika dan statistik, hampir semua fungsi sudah disediakan oleh MatLab, hanya tinggal menggunakan saja.

3.6.1. Fungsi-Fungsi Matematika

Fungsi matematika secara umum, dibagi menjadi beberapa bagian yaitu:

- (1) Trigonometric
- (2) Exponensial
- (3) Complex
- (4) Rounding and Remainder
- (5) Discrete Math (e.g., Prime Factors)

3.6.2. Fungsi-Fungsi Trigonometrik

- acos, acosh : Invers dari cosinus dan invers cosinus hiperbolik
- acot, acoth : Invers dari cotangent dan invers cotangent hiperbolik
- acsc, acsch : Invers dari cosecant dan invers cosecant hiperbolik
- asec, asech : Invers dari secant dan invers secant hiperbolik
- asin, asinh : Invers dari sinus dan invers sinus hiperbolik
- atan, atanh : Invers dari tangen dan invers tangen hiperbolik
- atan2 : Invers tangen pada kuadran 4

cos, cosh	: Cosinus dan cosinus hiperbolik
cot, coth	: Cotangent dan cotangent hiperbolik
csc, csch	: Cosecant dan cosecant hiperbolik
sec, sech	: Secant dan secant hiperbolik
sin, sinh	: Sinus dan sinus hiperbolik
tan, tanh	: Tangent dan tangent hiperbolik

3.6.3. Fungsi-Fungsi Exponensial

exp	: Exponensial
log	: Logaritma alam
log2	: Logaritma dengan bilangan dasar 2
log10	: Logaritma dengan bilangan dasar 10
nextpow2	: Pangkat 2 berikutnya yang lebih tinggi
pow2	: Exponensial dengan bilangan dasar 2
sqrt	: Akar

3.6.4. Fungsi-Fungsi Complex

abs	: Nilai absolute
angle	: sudut phase
complex	: membangun bilangan komplek yang terdiri real dan imajiner
conj	: Conjugate
imag	: Bagian imajiner

isreal : Cek untuk bagian real
 real : Bagian real

3.6.5. Fungsi-Fungsi Rounding dan Remainder

fix : Membulatkan ke arah nol
 floor : Membulatkan ke bawah
 ceil : Membulatkan ke atas
 round : Membulatkan ke bilangan bulat terdekat
 mod : Sisa pembagian
 sign : Tanda negatif/positif

3.6.6. Fungsi-Fungsi Discrete Math (e.g., Prime Factors)

factor : Faktor bilangan prima
 factorial : Fungsi faktorial
 gcd : Faktor pembagian terbesar
 isprime : cek bilangan prima
 lcm : Faktor persekutuan terkecil
 nchoosek : Kombinasi (n,k)
 perms : Permutasi
 primes : Menampilkan bilangan prima

3.7. Membuat Program Sederhana Dan Pengolahan File

3.7.1. Menyimpan Data Ke File

Untuk menyimpan data matrik ke file dapat dilakukan dengan menggunakan perintah `save nama_file nama_variabel`. Syaratnya adalah ukuran matrik harus sama. Misalkan menyimpan matrik :

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & -1 & 2 \\ 3 & 1 & 0 & 3 \\ 1 & 2 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Perintahnya adalah:

```
A=[2 1 -1 2;3 1 0 3;1 2 1 0];
save data1 A
```

Perhatikan pada folder aktif, terdapat file data1.

3.7. 2. Memanggil Data Dari File

Untuk memanggil data dari file dapat dilakukan dengan menggunakan perintah `load nama_file`. Variabelnya akan mengikuti variabel yang digunakan pada waktu penyimpanan.

```
load data1
```

Untuk melihat variabel yang aktif gunakan perintah `whos`:

```
whos
```


Hasilnya adalah:

```
Name      Size      Bytes  Class
A         3x4         96  double array
```

Grand total is 12 elements using 96 bytes

Terdapat 1 variabel A yang berupa matrik berukuran 3x4.

Ketikkan A

Hasilnya adalah:

```
A =
     2     1    -1     2
     3     1     0     3
     1     2     1     0
```

3.7.3. M-File

Salah satu file penting di dalam MatLab adalah M-File, file ini adalah file program yang dapat dijalankan dalam lingkungan MatLab, dan dinamakan dengan M-File karena nama ekstensinya adalah M.

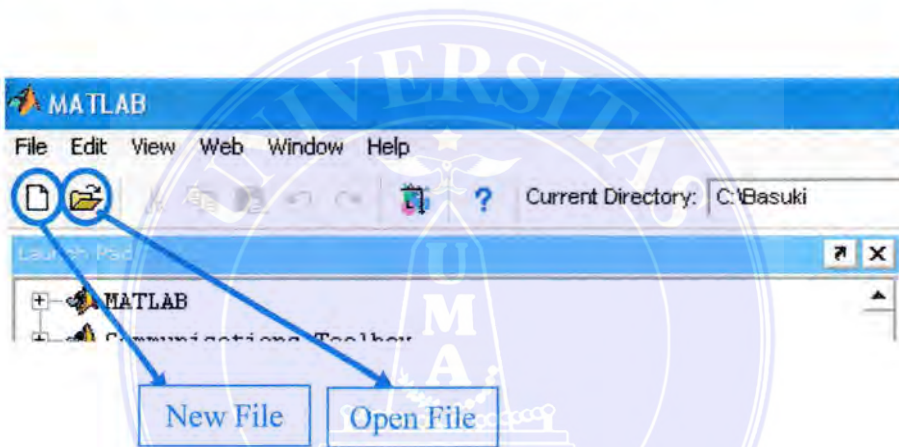
Program adalah sekumpulan perintah yang disusun sedemikian hingga dapat menjalankan suatu tugas tertentu. Karena itulah dalam M-File, terisi perintah-perintah MatLab yang secara kesatuan menjalankan suatu tugas tertentu.

Sebagai contoh:

```
x=0:10
y=x.^2-2.*x+1;
plot(x,y)
```

Program ini berfungsi untuk menggambar fungsi kuadrat $y=x^2-2x+1$ untuk $x=0,1,2,\dots,10$, program ini disimpan dalam M-File misalkan dengan nama kuadrat.m, untuk menjalankan program M-File cukup dituliskan nama filenya, jadi untuk contoh diatas tinggal menuliskan kuadrat pada command windows, akan dapat menjalankan program.

Langkah-langkah untuk membuat M-File baru: Pilihlah new file dengan memilih icon new pada menu yang ada di bagian kiri atas layar.



Gambar 3.4. Tampilan menu pada desktop MatLab

Untuk membuka M-file dapat dipilih menu Open File pada menu desktop MATLAB di sudut kiri atas layar.

3.7.4 Mengakhiri MatLab

Untuk mengakhiri sesi MatLab, pilih Exit MatLab pada menu File dalam desktop, atau dengan menuliskan quit pada Command Window.

BAB V

KESIMPULAN

Dari hasil analisa hubung singkat simetris yang telah dianalisis, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Diagonal Utama matrix Z_{BUS} merupakan nilai Impedansi hubung singkat pada bus yang dianalisis, pada kasus yang disampaikan pada BAB IV sistem memiliki 6 bus dan matrix Z_{BUS} yang diperoleh berorde 6, hal ini mengindikasikan bahwa jumlah bus sistem yang dianalisis terwakili oleh orde matrix Z_{BUS} .
2. Hasil Analisa menggunakan metode Z_{BUS} diverifikasi kebenarannya dengan menggunakan sarana Matlab 6.1 sebagai *Tool* dalam proses eksekusi data. Dengan menggunakan program matlab yang telah tersedia. Proses perhitungan hubung singkat lebih praktis dengan nilai akurasi kebenaran yang presisi, sehingga diharapkan untuk sistem yang lebih kompleks dapat dengan mudah dianalisis.
3. Arus Gangguan simetris yang akan diputuskan oleh CB A adalah sebesar j 5,71 pu Base Daya sebesar 100 MVA, dan tegangan gdi sisi sekunder (sisi tegangan

tinggi sebesar 150 KV, maka
$$I = \frac{Base\ MVA}{\sqrt{3}\ BaseKV} = \frac{100 \times 10^6 VA}{\sqrt{3} \ 150 \times 10^3 V} = 2197,8 A,$$

sehingga arus hubung singkat simetris yang akan diputuskan CB sebesar:

$$I_{HS} = 384,91 A \times 2,1857 = 2197,8 \text{ Ampere.}$$

DAFTAR PUSTAKA

1. Williem D. Stevenson, Jr, "*Analisis Sistem Tenaga Listrik*" Edisi Ke empat, Penerbit Erlangga 1990
2. Stevenson, W.D., dan Idris,K.,1990, *Analisis Sistem Tenaga Listrik*, pp. 349 351, Erlangga, Jakarta.
3. Kundur P. "Power System Stability and Control", McGraw-Hill, 1994
4. Padiyar, K.R., 1996, *Power System Dynamis Stability and Control*, pp. 191 – 268, John Wiley & Sons , Singapore.
5. Katsuhiko Ogata, *Designing Liniar Control Systems With matlab*" Prentice hall, ltd. © 1994
6. H.F Wang "*A Unified Model for the Analysis of FACTS devices in Damping Power Oscilations-PART I : Single Machnie Infinite Bus Powers Systems*," IEEE Transaction On Power Delivery, Vol 12 No. 2 pp 941-946, April 1997
7. Moh. E El Hawary "*Electrical Power System* " IEEE Press. 1983
8. Hadi Saadat "*Power System Analysis*" Mc Graw Hill 1999.