

# SKRIPSI

## **ANALISIS KUALITAS TEGANGAN PADA SYSTEM MOTOR INDUKSI AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG* MENGUNAKAN *MATLAB SIMULINK***



Disusun oleh :

**BAMBANG SETIAWAN**

**02.12.034**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**SEPTEMBER 2008**

1891722

METRO AGENT MAHARAJA GATLIANUS MELIAMA  
DAN BROS BROS ANIAMA YAMINA ISOLUKE METRO  
KALAMAL MELIAMA MAHARAJA

1891722  
1891722  
1891722

1891722 MAHARAJA MAHARAJA  
MAHARAJA MAHARAJA MAHARAJA  
MAHARAJA MAHARAJA MAHARAJA  
MAHARAJA MAHARAJA MAHARAJA

1891722

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM MOTOR INDUKSI  
AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG* MENGGUNAKAN *MATLAB*  
*SIMULINK*

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan  
Memenuhi Syarat-Syarat Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik*

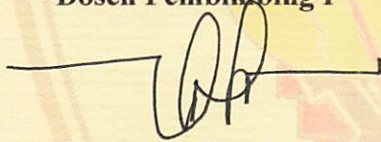
Disusun Oleh :

**BAMBANG SETIAWAN**

02.12.034

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I



( Ir. M. Abdul Hamid, MT )

NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II



( Irrine Budi S. ST, MT )

NIP. 132314400

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1



( Ir. F. Yudi Limpraptono, MT )

NIP : Y. 1039500274

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1  
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
2008**

## **ABSTRAK**

### **ANALISA KUALITAS TEGANGAN PADA SYSTEM MOTOR INDUKSI AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG* MENGGUNAKAN *MATLAB SIMULINK***

Bambang Setiawan  
Ir. M. Abdul Hamid, MT  
Irrine Budi S. ST, MT

Pada sistem motor induksi banyak sekali gangguan – gangguan yang sering terjadi sehingga menyebabkan kualitas tegangan menurun. Salah satunya akibat adanya *voltage sag*. Dimana *voltage sag* sering terjadi secara tiba-tiba sehingga dapat merusak alat – alat elektronik karena tegangan yang mengalir tidak stabil. Seperti halnya pada kasus motor *starting* motor induksi, *voltage sag* terjadi karena *starting* motor induksi dapat mencapai 5-7 kali arus nominal, dan hal ini sangat berpengaruh terhadap kualitas tegangan.

Untuk memperkecil nilai penurunan tegangan akibat adanya *voltage sag* dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor pada sistem motor induksi tersebut dengan menggunakan *matlab simulink*. Untuk menentukan nilai kapasitor maka perlu dilakukan terlebih dahulu langkah – langkah sebagai berikut : langkah pertama yang dapat dilakukan adalah melakukan pengujian motor induksi yang digunakan sebagai inputan pada program simulasi matlab. Pengujian tersebut antara lain pengujian *DC Test*, *No Load Test* dan *Blocked Rotor Test*. Setelah itu nilai – nilai parameter dapat dimasukkan kedalam program simulasi. Setelah semua selesai simulasi gangguan dapat dilakukan dan nilai kapasitor dapat disesuaikan / diubah sesuai berdasarkan durasi gangguan agar hasilnya maksimal.

Jika durasi gangguan berubah, maka nilai kapasitor juga harus diubah juga. Jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,02 second maka nilai kapasitor yang sesuai adalah 1000 Var sehingga tegangan hanya mengalami penurunan sebesar 0,045%. Dengan lebih kecilnya penurunan tegangan pada saat gangguan, maka kualitas tegangan akan meningkat dan untuk nilai kapasitor yang melebihi daya reaktif, tegangan yang stabil juga akan mengalami penurunan kecepatan, diikuti dengan kelebihan tegangan yang tinggi sebelum tegangan stabil.

**Kata kunci :** *Voltage Sag*, *Kapasitor*, *Motor Induksi*

## **KATA PENGANTAR**

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana teknik elektro di Institut Teknologi Nasional Malang. Penyusun menyadari bahwa penyusunan skripsi ini mungkin masih jauh dari kesempurnaan, sehingga sangat diharapkan adanya saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak untuk membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Atas segala bimbingan, pengarahan dan bantuan yang diberikan, sehingga tersusunnya skripsi ini, maka penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
3. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku Dosen Pembimbing Utama
4. Ibu Irrine Budi S. ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Kedua
5. Orang Tua yang tercinta yang selalu memberikan semangat, motivasi dan do'anya serta istriku tercinta (**Roro**) yang selalu memberikan dukungan, thank's juga buat kakakku atas do'anya.
6. Rekan-rekan elektro energi listrik yang saling membantu dan saling mengisi dalam pengerjaan skripsi ini.

**Akhirnya penulis mengharapkan skripsi dapat berguna dan bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa khususnya pada jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik.**

**Malang, September 2008**

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>x</b>
<b>BAB I Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Pembahasan .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.6. Relevansi.....	4
<b>BAB II Landasan Teori .....</b>	<b>5</b>
2.1. Teori Dasar Motor Induksi.....	5
2.2. Konstruksi Motor Induksi .....	5
2.2.1. Stator .....	6
2.2.2. Rotor.....	7
2.3. Medan Magnit Putar .....	7
2.3.1. Prinsip Kerja Motor Induksi.....	9
2.3.2. Slip .....	10
2.4. Rangkaian Ekuivalen .....	11
2.4.1. Rangkaian Ekuivalen Stator dan Rotor.....	12
2.4.2. Rangkaian Ekuivalen Rotor.....	13
2.5 Model Rangkaian DQ .....	16

2.6. Operasional Motor Induksi .....	19
2.6.1 Performa Steady State.....	19
2.7 Pengujian Motor Induksi tiga Fasa .....	19
2.7.1. Pengujian Arus Searah .....	19
2.7.2 Pengujian Tanpa Beban.....	20
2.7.3 Pengujian Rotor Tertahan .....	20
2.8. Voltage Sag / Dip dan Voltage Swell .....	24
2.8.1. Voltage Sag/Dip.....	24
2.8.2. Voltage Swell .....	25
<b>BAB III Pemodelan Motor Induksi Tiga Fasa dan Voltage Sag .....</b>	<b>27</b>
3.1 Matlab Simulink.....	27
3.2. Pemodelan Gangguan .....	29
3.3. Algoritma Pemrograman .....	34
3.3.1 Algoritma Pemecahan Program Secara Umum.....	34
3.4. Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum.....	35
3.4.1 Simulasi.....	35
<b>BAB IV Analisa Parameter Motor Dan Analisa Hasil Simulasi .....</b>	<b>36</b>
4.1. Pengujian Parameter Motor Induksi .....	36
4.1.1. Alat-alat Yang Digunakan .....	36
4.1.2. Hasil Pengujian Arus Searah ( <i>DC Test</i> ).....	37
4.1.3. Hasil Pengujian Tanpa Beban ( <i>No-Load Test</i> ).....	37
4.1.4. Hasil Rotor Tertahan ( <i>Blocked-Rotor Test</i> ) .....	38
4.2. Analisa Parameter Motor Induksi .....	38
4.3. Simulasi Motor Induksi.....	41
4.3.1 Tampilan Parameter .....	41
4.3.2 Hasil Simulasi Percobaan Saat Terjadinya Voltage Sag Tanpa Kapasitor dan Terhubung dengan Kapasitor .....	46
<b>BAB V Penutup .....</b>	<b>54</b>
5.1 Kesimpulan .....	54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Motor Induksi .....	6
Gambar 2.2	Stator Motor Induksi Tiga Phasa .....	6
Gambar 2.3	Rotor Sangkar Dan Rotor Belitan .....	7
Gambar 2.4	Medan Putar Pada Motor Induksi .....	8
Gambar 2.5	Rangkaian Ekivalen Stator.....	12
Gambar 2.6	Rangkaian Ekivalen Rotor .....	14
Gambar 2.7	Rangkaian Ekivalen Motor Induksi .....	15
Gambar 2.8	Rangkaian Ekivalen DQ Motor Induksi.....	16
Gambar 2.9	Keadaan Steady State Motor Induksi.....	19
Gambar 2.10	Pengujian Arus Searah ( <i>DC Test</i> ) .....	20
Gambar 2.11	Rangkaian Pengujian Tanpa Beban ( <i>No-Load Test</i> ) .....	21
Gambar 2.12	Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan ( <i>Blocked-Rotor Test</i> ).....	23
Gambar 3.1	Simulink Library Pada Matlab .....	27
Gambar 3.2	Contoh Penggunaan Simulink.....	28
Gambar 3.3.	Contoh Motor Induksi Tiga Phasa .....	29
Gambar 3.4.	Tampilan Blok Parameter Kontaktor .....	30
Gambar 3.5	Tampilan Model Fisik Kontaktor Yang Ada didalam Blok Simulink .....	31
Gambar 3.6	Rangkaian di Dalam Blok Kontaktor.....	31
Gambar 3.7	Tampilan Model Fisik Kapasitor Yang Ada didalam Blok Simulink .....	32
Gambar 3.8	Tampilan Blok Parameter Kapasitor.....	32
Gambar 3.9	Blok Simulink Secara Keseluruhan .....	33
Gambar 4.1	Parameter Motor Induksi Tiga Phasa.....	42
Gambar 4.2	Parameter Kontaktor .....	43
Gambar 4.3.	Parameter Kapasitor .....	44

Gambar 4.4.	Parameter Power Supply .....	45
Gambar 4.5	Gambar Gelombang Tegangan Saat Terjadi Voltage Sag Tanpa Kapasitor .....	46
Gambar 4.6	Gambar Gelombang Tegangan Saat Terjadi Voltage Sag Dan Terhubung Kapasitor.....	46
Gambar 4.7	Gambar Gelombang Tegangan Saat Terjadi Voltage Sag $t= 0,03$ second .....	47
Gambar 4.8	Gambar Arus terhadap Waktu Tanpa Kapasitor .....	49
Gambar 4.9	Gambar Putaran terhadap Waktu Tanpa Kapasitor.....	50
Gambar 4.10	Gambar Torsi terhadap Waktu Tanpa Kapasitor.....	51
Gambar 4.11	Gambar Arus terhadap Waktu Dengan Kapasitor.....	52
Gambar 4.12	Gambar Putaran terhadap Waktu Dengan Kapasitor .....	53
Gambar 4.13	Gambar Torsi terhadap Waktu Dengan Kapasitor .....	54

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel Blok Transfer Function .....	29
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian Arus Searah .....	37
Tabel 4.2	Data Hasil Pengujian Beban Nol.....	37
Tabel 4.3	Data Hasil Percobaan Rotor Tertahan.....	38
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Pengujian Parameter MotorInduksi Tiga Phasa .....	41
Tabel 4.5	Data Tabel Hasil Simulasi Tanpa Kapasitor .....	47
Tabel 4.6	Data Tabel Hasil Simulasi Saat Terhubung Dengan Kapasitor ..	48

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1. Latar Belakang

Penggunaan kapasitor untuk perbaikan faktor daya, baik dalam bentuk unit-unit terdistribusi maupun unit-unit terkonsentrasi membentuk kumpulan-kumpulan daya khusus, yang dipraktekkan secara luas dalam bidang industri.<sup>(2)</sup>

Pada saat motor induksi running maka ada saatnya akan terjadi *voltage sag (dip)* / penurunan tegangan dengan besaran antara 10 hingga 90% dan dengan durasi siklus  $\frac{1}{2}$  hingga 1 menit. *Voltage sag (dip)* / penurunan tegangan tersebut merupakan gangguan-gangguan suplai yang ada pada saat gangguan yang lebih besar dari proses-proses produktif. Pada kasus motor *starting* motor induksi, *voltage sag (dip)* terjadi karena *starting* motor induksi dapat mencapai 5-7 kali arus nominal, dan hal ini sangat berpengaruh terhadap kualitas tegangan dimana pengaruhnya bisa berkisar dari gangguan awal hingga gangguan sedang <sup>(3)</sup>

Rencana ini mempertimbangkan studi keadaan/kondisi dimana besarnya pengaruh *voltage sag (dip)* terhadap kualitas tegangan pada system motor induksi dengan menggunakan kapasitor.<sup>(3)</sup>

Penelitian ini dilangsungkan dalam bentuk analitis dengan menggunakan *Matlab Simulink* dan secara eksperimen dilakukan di laboratorium Konversi Energi Listrik Institut Teknologi Nasional Malang.

## 2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang timbul adalah meningkatkan kualitas tegangan yang menurun akibat adanya *voltage sag* pada sistem motor induksi tiga phase dengan pemasangan kapasitor menggunakan *software* Matlab Simulink dengan membentuk blok – blok *transfer function*

## 3. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa besarnya peningkatan kualitas tegangan sebelum dan sesudah dipasang kapasitor pada system motor induksi tiga phase akibat adanya *voltage sag*.

## 4. Batasan Masalah

Agar pembahasan dalam skripsi akan lebih terarah sesuai dengan tujuan dan judul yang ada maka permasalahan dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

- a. Analisis dilakukan pada Motor Induksi Tiga Phase Rotor Sangkar DE LORENZO/DL1022, 1,1 kW, 220/380 ( $\Delta/Y$ ) Volt, 4,3/2,5 ( $\Delta/Y$ ) Ampere,  $\cos \phi$  0,9, 50 Hz, 2820 rpm, 2 kutub.
- b. Simulasi menggunakan program Matlab versi 7.0
- c. Pembahasan lebih ditekankan pada perubahan besarnya *voltage sag* yang terjadi.
- d. Rangkaian DQ hanya digunakan untuk memodelkan motor induksi

- e. Rangkaian kontrol hanya untuk sebagai suatu sistem close loop
- f. Menunjukkan hasil simulasi yaitu bentuk gelombang tegangan.
- g. Tidak membahas sistem proteksi motor

## **5. Metodologi Penelitian**

Metode yang digunakan dalam pembahasan penelitian ini dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

### **1. Studi Literatur**

Yaitu kajian pustaka yang mempelajari teori – teori yang terkait melalui literature yang telah ada, yang berhubungan dengan permasalahan.

- 2. Melakukan analisa dari data untuk parameter parameter yang akan digunakan.
- 3. Melakukan simulasi dari data yang ada ke dalam blok simulink dengan bantuan MATLAB 7.0.
- 4. Menampilkan hasil simulasi
- 5. Menarik kesimpulan.

## 6. Relevansi

Dengan adanya analisa pada sistem motor induksi saat terjadi gangguan maka kualitas tegangan akan menurun/berkurang, maka untuk mengurangi besarnya prosentase penurunan tegangan dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor. Dengan terpasangnya kapasitor yang sesuai diharapkan prosentase penurunan tegangan lebih kecil dibandingkan sebelum dipasang kapasitor.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

### **2.1. Teori Dasar Motor Induksi.**

Motor arus bolak-balik ( Motor AC ) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik atau tenaga gerak, dimana tenaga gerak ini berupa perputaran pada poros motor. Salah satu jenis motor AC ini adalah motor induksi atau motor tak serempak.

Dinamakan motor tak serempak (*asynchrone*) karena putaran poros motor tidak sama dengan putaran medan fluks magnet stator. Dengan kata lain, bahwa antara putaran rotor dan putaran fluks magnet terdapat selisih putaran yang disebut slip.

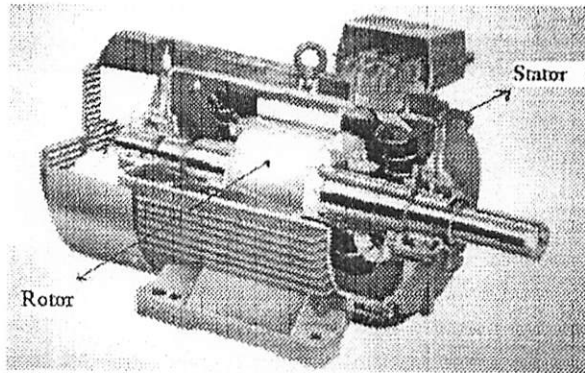
Motor induksi *polyphase* banyak dipakai dikalangan industri. Ini berkaitan dengan beberapa keuntungannya, yaitu

1. Sangat sederhana dan daya tahan kuat ( konstruksi hampir tak pernah mengalami kerusakan, khususnya tipe rotor sangkar bajing ).
2. Harga relatif murah dan perawatan mudah.
3. Efisiensi tinggi. Pada kondisi berputar normal, tidak dibutuhkan sikat dan karenanya rugi daya yang ditimbulkan dapat dikurangi (khususnya motor induksi rotor belitan).

### **2.2. Konstruksi Motor Induksi**

Konstruksi motor induksi terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2-1 di bawah ini :



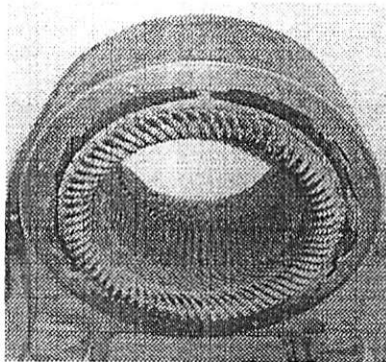


**Gambar 2-1**  
**Konstruksi Motor Induksi**

### 2.2.1. Stator

Pada dasarnya konstruksi stator pada motor induksi mempunyai bentuk fisik yang sama dengan mesin sinkron, yang terdiri dari :

- a. Rumah stator terbuat dari besi tuang.
- b. Inti stator dari besi atau baja silikon.
- c. Alur dan gigi materialnya sama dengan inti, alur tempat meletakkan belitan.
- d. Belitan stator dari tembaga.



**Gambar 2-2**  
**Stator Motor Induksi Tiga-Phasa**

### 2.2.2. Rotor

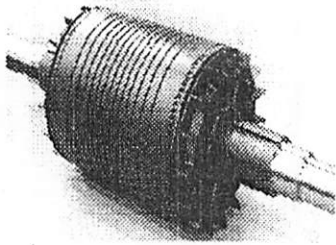
Konstruksi dari rotor motor induksi mempunyai dua bentuk, yaitu :

a. Rotor Belitan (*wound rotor/ rotor slip ring*).

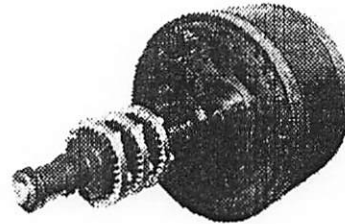
Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga-fasa sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama.

b. Rotor sangkar (*squirrel cage rotor*).

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai.



a)



b)

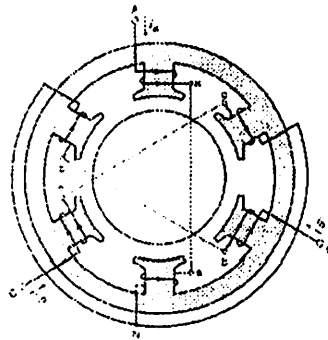
**Gambar 2-3**

a) Rotor Sangkar

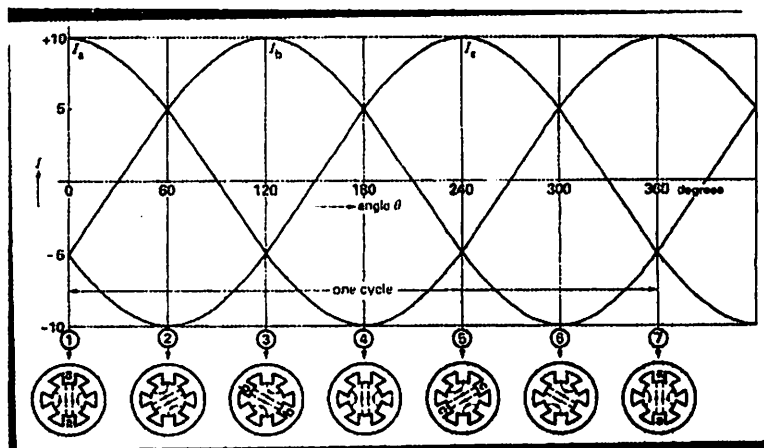
b) Rotor Belitan

### 2.3. Medan Magnet Putar

Perputaran motor pada mesin arus bolak-balik ditimbulkan oleh adanya medan putar (fluks yang berputar) yang dihasilkan dalam kumparan statornya. Medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam fasa banyak, umumnya tiga fasa. Hubungan dapat berupa hubungan bintang atau delta.



(a)



(b)

**Gambar 2-4 : Medan Putar Pada Motor Induksi [5]**

Medan putar terjadi apabila kumparan A-a, B-b, C-c dihubungkan tiga fasa dengan beda fasa masing-masing  $120^\circ$  (hubungan bintang, Y) dan dialiri arus sinusoida. Distribusi  $i_a$ ,  $i_b$ ,  $i_c$  sebagai fungsi waktu adalah seperti gambar 2-4b. Pada keadaan  $t_1$  fluks resultan mempunyai arah yang sama dengan arah yang dihasilkan oleh kumparan A-a, sedangkan pada  $t_3$ , fluks resultannya dihasilkan oleh kumparan B-b. Untuk  $t_4$ , fluks resultannya berlawanan arah dengan fluks resultan yang dihasilkan pada  $t_1$ . Dari gambar 2-4 b tersebut terlihat bahwa fluks resultan ini akan berputar satu kali.

### 2.3.1 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi tiga fasa dapat dibandingkan dengan transformator karena merupakan piranti yang melibatkan perubahan kebocoran fluks pada kumparan stator. Dalam hubungan ini diasumsikan bahwa rotor terdiri atas tipe lilitan dan hubungan bintang. Dengan lilitan rotor dalam keadaan rangkaian terbuka tidak ada torsi yang dibangkitkan. Dengan demikian pemberian tegangan tiga fasa pada kumparan stator tiga fasa menimbulkan medan magnet putar dan memotong kumparan rotor pada frekuensi  $f_1$ . Nilai rata-rata ggl induksi per fasa dari kumparan rotor dinyatakan dengan persamaan :

$$E_2 = 4,44 f_1 N_2 k_{w2} \Phi_m \dots \dots \dots (2.1)$$

Perlu diketahui bahwa frekuensi stator  $f_1$  digunakan disini karena rotor tersebut dalam keadaan diam / berhenti. Dengan demikian  $E_2$  merupakan ggl frekuensi saluran . Fluks ( $\Phi_m$ ) tentu merupakan tiap elektroda (pole) dari kumparan stator dan rotor.

Rumus yang serupa menyatakan nilai rata-rata ggl induksi tiap fasa yang terjadi dari kumparan stator, yaitu :

$$E_1 = 4,44 f_1 N_1 k_{w1} \Phi_m \dots \dots \dots (2.2)$$

Berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.2) dapat dirumuskan rasio :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1 K_{w1}}{N_2 K_{w2}} \dots \dots \dots$$

.....(2.3)

Pada dasarnya, motor induksi pada keadaan diam menyerupai karakteristik transformator dengan kumparan stator sebagai sisi primer dan kumparan rotor sebagai sisi sekundernya. Untuk menghasilkan torsi mula (dan torsi penggerak

berturut-turut) perlu arus yang mengalir dalam kumparan rotor. Mula-mula ggl induksi  $E_2$  mengakibatkan arus rotor  $I_2$  mengalir melalui rangkaian hubung-singkat, menghasilkan distribusi *ampereconductor* yang berkerja dengan medan fluks untuk menghasilkan torsi mula.

Pengaruh torsi ini selalu mengakibatkan rotor berputar dalam arah yang sama sebagaimana medan putar. Anggaphlah bahwa medan fluks putar searah jarum jam pada kecepatan tertentu yang bergantung pada frukuensi stator dan banyaknya kutub dari kumparan stator. Kecepatan ini disebut “kecepatan sinkron” dan dinyatakan :

$$n_s = \frac{120f}{p} \quad \text{rpm}$$

.....(2.4)

karena rotor meningkat kecepatannya, laju yang mengijinkan medan stator memotong kumparan rotor menurun. Hal ini mengurangi ggl induksi resultan per fasa, pada gilirannya menurun magnitude distribusi *amper-conductor* dan menghasilkan torsi yang lebih kecil. Pada kenyataan proses ini berlanjut hingga kecepatan rotor mampu untuk menghasilkan ggl yang cukup agar arus yang diperlukan untuk membangkitkan torsi yang setara dengan torsi lawan.

### 2.3.2 Slip

Slip diidentifikasikan sebagai bagian Dari kecepatan sinkron  $n_s$  dan kecepatan aktual rotor  $n_r$ . Slip dirumuskan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots\dots\dots(2.5)$$

5)

Pada keadaan diam medan magnet putar yang dihasilkan oleh stator mempunyai kecepatan relatif yang sama dengan kumparan rotor. Pada saat ini frekuensi dari arus rotor sama dengan frekuensi stator ( $f_r = f_s$ ). Frekuensi rotor  $f_r$  adalah nol ketika motor berputar pada kecepatan sinkron. Pada saat tersebut tidak terdapat gerakan (putaran) relatif antara medan putar dan rotor. Pada kecepatan yang lain, frekuensi rotor proporsional dengan slip ( $s$ ). Hubungan antara slip dan frekuensi dapat dilihat dari persamaan berikut ini<sup>[2]</sup> :

$$n_s = \frac{120f_s}{p} \text{ atau } f_s = \frac{p.n_s}{120} \dots\dots\dots$$

.....(2.6)

dimana :  $p$  = jumlah kutub

$f_s$  = frekuensi stator

Pada rotor berlaku hubungan :

$$f_r = \frac{(n_s - n_r)p}{120} = \frac{(n_s - n_r)n_s p}{n_s 120}$$

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \text{ dan } f_s = \frac{p.n_s}{120} \dots\dots\dots$$

.....(2.7)

Maka :

$$f_r = s.f_s \dots\dots\dots$$

.....(2.8)

## 2.4 Rangkaian Ekivalen

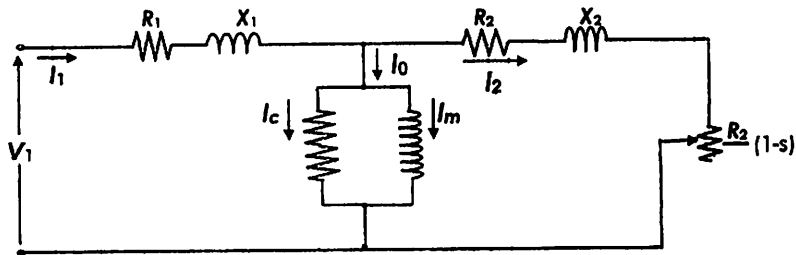
Suatu rangkaian ekivalen motor induksi tiga fasa diperlukan untuk membantu analisis operasi dan untuk memudahkan penghitungan kinerja. Rangkaian ekivalen tersebut mengasumsikan suatu bentuk yang identik rangkaian ekivalen transformator. Proses penurunannya serupa dengan model dengan modifikasi-modifikasi baru seperlunya untuk menghitung kumparan sekunder (rotor) dalam hal ini berputar dan menghasilkan daya mekanik. Kerja motor induksi seperti juga kerja pada transformator adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Oleh karena itu motor induksi dipandang sebagai transformator yang mempunyai ciri-ciri khusus, yaitu :

1. Stator sebagai sisi primer
2. Rotor sebagai sisi sekunder yang penghantar-penghantarnya dihubungkan singkat dan berputar
3. Kopling antara sisi primer dan sisi sekunder dipisahkan oleh celah udara (*air gap*).

### 2.4.1 Rangkaian Ekivalen Stator dan Stator

Apabila kumparan stator diberikan tegangan catu dari jala-jala sebesar  $V_L$ , maka akan mengalir arus putar tiga fasa pada kumparan stator yang membangkitkan medan magnet tiga fasa. Arus stator ( $I_1$ ) bercabang menjadi dua komponen arus yaitu :

1. Komponen arus beban ( $I_2$ )
2. Komponen arus eksitasi ( $I_0$ )



**Gambar 2-5**  
**Rangkaian Ekivalen Stator [4]**

Dimana :  $V_1$  = tegangan terminal per-fasa

$R_1$  = resistansi kumparan stator per-fasa

$X_1$  = reaktansi bocor kumparan stator per-fasa

$E_1$  = tegangan induksi (ggl) per-fasa di dalam kumparan stator

$G_c$  = konduktansi rugi-rugi inti stator per-fasa

$B_m$  = suseptansi magnetisasi stator per-fasa

#### 2.4.2 Rangkaian Ekivalen Rotor

Pada saat rotor diam, medan putar stator akan memotong batang konduktor rotor dengan kecepatan putar sinkron ( $n_s$ ), sehingga frekuensi arus rotor sama dengan frekuensi arus stator ( $f_s=f_r$ ) dan slip sama dengan satu ( $s=1$ ). Dengan mengetahui bahwa frekuensi arus / tegangan rotor adalah frekuensi slip, maka reaktansi bocor rotor (*leakage reactance*) per fasa adalah :

$$X_2' = sX_2 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$X_2 = 2\pi f_s L_2 \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana  $X_2$  merupakan reaktansi rotor pada start atau diam.



Tegangan induksi pada rotor :

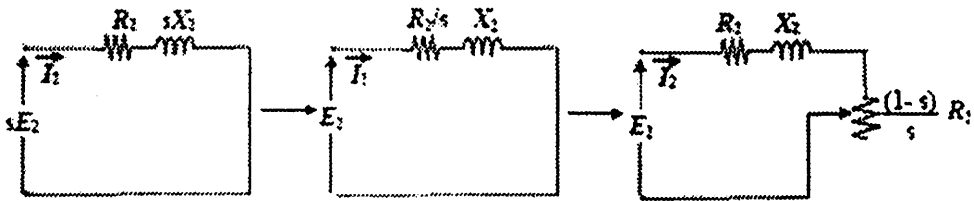
$$E_2 = 4,44 f_2 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2.11)$$

Pada slip, s, frekuensi rotor menjadi s f<sub>s</sub>, maka tegangan induksi pada rotor (E<sub>2</sub>' ) pada slip, s, adalah :

$$E_2' = 4,44 s f_1 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan memasukkan persamaan (2.12) ke (2.13) maka didapat persamaan :

$$E_2' = s E_2 \dots\dots\dots (2.13)$$



**Gambar 2-6**  
**Rangkaian Ekuivalen Rotor<sup>[1]</sup>**

Dimana :

S = Slip

E<sub>2</sub> = tegangan induksi per-fasa di dalam rotor pada keadaan diam

R<sub>2</sub>' = resistansi kumparan rotor per-fasa berpatokan pada stator

X<sub>2</sub>' = reaktansi bocor rotor per-fasa berpatokan pada stator

Berdasarkan persamaan (2.10) dan (2.14) maka diperoleh rangkaian ekuivalen rotor seperti pada gambar 2-6.

Besar arus rotor (I<sub>2</sub>) saat berputar adalah :

$$I_2 = \frac{s E_2}{\sqrt{R_2^2 + (s X_2)^2}} \dots\dots\dots (2.14)$$

Atau

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + X_2^2}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Sedangkan torsi untuk motor induksi dapat dihitung dengan menggunakan

rumus :

$$P_o = T_o \cdot \omega_r \dots\dots\dots(2.16)$$

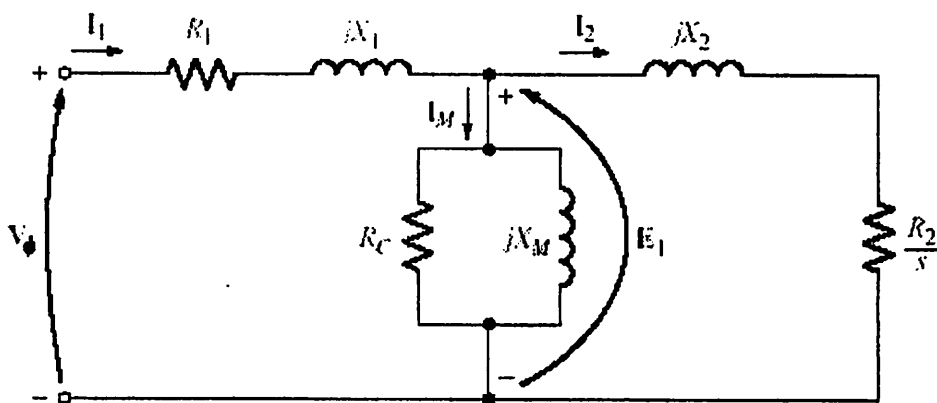
$$T_o = \frac{P_o}{\omega_r} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_r}{60} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V_l \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(2.19)$$

Jadi rangkaian ekivalen secara keseluruhan ketika motor berjalan adalah

sebagai berikut:



**Gambar 2-7**  
**Rangkaian Ekivalen Motor Induksi [4]**

Dimana

$V_l$  = tegangan terminal

$R_1$  = resistansi kumparan stator

$X_1$  = reaktansi kumparan stator

$X_m$  = reaktansi magnetik (ohm)

$I_1$  = Arus Input (amp)

$I_2$  = Arus Rotor (amp)

$I_m$  = Arus Magnetisasi (amp)

$E_1$  = tegangan induksi (ggl) di dalam kumparan stator (volt)

$S$  = slip

$R_2$  = resistansi kumparan rotor (ohm)

$X_2$  = reaktansi bocor rotor (ohm)

$R_c$  = Resistansi Rugi Inti (ohm)

$P_o$  = Daya Output (Watt)

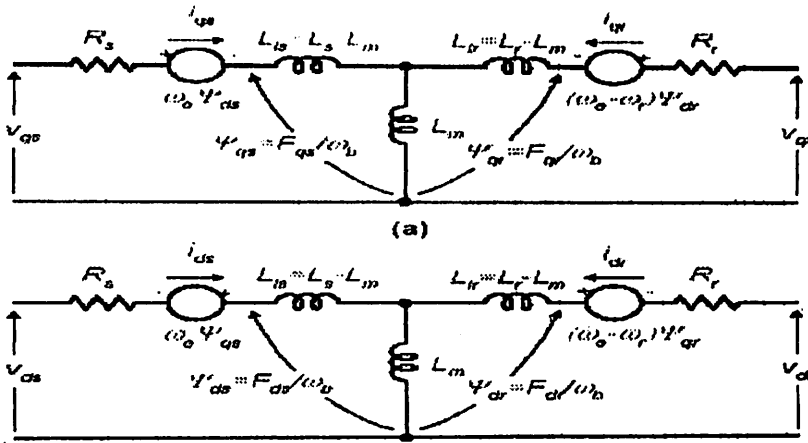
$P_{in}$  = Daya Input (Watt)

$T_o$  = Torsi Mekanik (Nm)

$\omega_r$  = Kecepatan sudut rotor (rad/sec)

## 2.5 Model Rangkaian DQ

Untuk dapat melakukan menganalisis respons transient pada motor induksi dengan perubahan torsi mekanik yang bervariasi maka rangkaian ekivalen harus dirubah dalam bentuk rangkaian DQ



**Gambar 2-8**  
**Rangkaian Ekuivalen DQ Motor Induksi [6]**

$$\frac{dF_{qs}}{dt} = \omega_b \left[ v_{qs} - \frac{\omega_e}{\omega_b} \cdot F'_{ds} + \frac{R_s}{X_{ls}} (F'_{mq} + F_{qs}) \right] \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\frac{dF_{ds}}{dt} = \omega_b \left[ v_{ds} + \frac{\omega_e}{\omega_b} \cdot F_{qds} + \frac{R_s}{X_{ls}} (F'_{md} + F_{ds}) \right] \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\frac{dF_{qr}}{dt} = \omega_b \left[ v_{qr} - \frac{(\omega_e - \omega_r)}{\omega_b} \cdot F'_{dr} + \frac{R_s}{X_{ls}} (F'_{mq} - F_{qr}) \right] \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\frac{dF_{dr}}{dt} = \omega_b \left[ v_{dr} + \frac{(\omega_e - \omega_r)}{\omega_b} \cdot F_{qr} + \frac{R_s}{X_{ls}} (F'_{mq} - F_{dr}) \right] \dots\dots\dots(2.23)$$

$$F_{mq} = X_{ml} \left[ \frac{F_{qs}}{X_{ls}} + \frac{F_{qr}}{X_{lr}} \right] \dots\dots\dots(2.24)$$

$$F_{md} = X_{ml} \left[ \frac{F'_{ds}}{X_{ls}} + \frac{F'_{dr}}{X_{lr}} \right] \dots\dots\dots(2.25)$$

$$X_{ml} = \frac{1}{\left( \frac{1}{X_m} + \frac{1}{X_{ls}} + \frac{1}{X_{lr}} \right)} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$i_{qs} = \frac{1}{X_{ls}} (F_{qs} - F_{mq}) \dots\dots\dots(2.27)$$

$$i_{ds} = \frac{1}{X_{ls}} (F_{ds} - F_{md}) \dots\dots\dots(2.28)$$

$$i_{qr} = \frac{1}{X_{lr}} (F_{qr} - F_{mq}) \dots\dots\dots(2.29)$$

$$i_{dr} = \frac{1}{X_{lr}} (F_{dr} - F_{md}) \dots\dots\dots(2.30)$$

$$T_e = \frac{3}{2} \left( \frac{P}{2} \right) \frac{1}{\omega_b} (F_{ds} \cdot I_{ds} - F_{qs} \cdot F_{ds}) \dots\dots\dots(2.31)$$

$$T_e - T_l = J \left( \frac{2}{P} \right) \frac{d\omega_r}{dt} \dots\dots\dots(2.32)$$

Dimana

$d$  : sumbu *direct*

$q$  : sumbu *quadrature*

$r$  : rotor variabel

$F_{ij}$  : fluks

$V_{qs}, V_{ds}$  : Tegangan stator sumbu  $q$  dan  $d$

$F_{mq}, F_{md}$  : Fluks Magnetic sumbu  $q$  dan  $d$

$R_r$  : Rotor Resistance

$R_s$  : Stator Resistance

$X_{ls}$  : Reaktansi Stator

$X_{lr}$  : Reaktansi Rotor

$I_{qs}, I_{ds}$  : Arus stator sumbu  $q$  dan  $d$

$I_{qr}, I_{dr}$  : Arus Rotor sumbu  $q$  dan  $d$

$P$  : Jumlah dari Kutub

$T_e$  : Torsi Output Elektrik

$T_l$  : Torsi Beban

$J$  : Moment Inertia

$\omega$  : Frekuensi elektrik sudut stator

$\omega_m$  : Frekuensi dasar elektrik sudut motor

Pada umumnya pada sebuah motor induksi telah terdapat informasi pada name plate dimana data informasi itu merupakan dasar dalam pengopersian motor tersebut.

Data tersebut berupa:

- Daya Output (Hp/KW)
- Tegangan Nominal  $V_{L-L}$  (Volt)
- Arus Nominal (Amp)
- Power Faktor
- Kecepatan (rpm)
- Jumlah Kutub

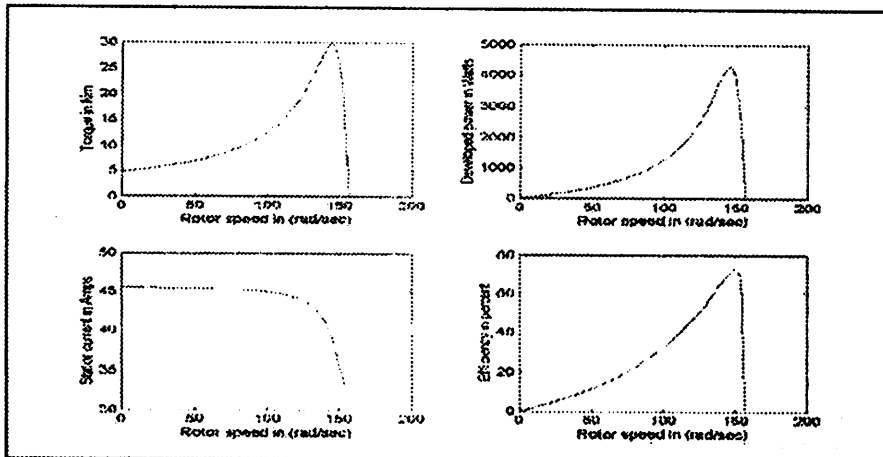
## 2.6 Operasional Motor Induksi

Menjalankan motor induksi 3 phasa akan mengalami dua keadaan atau kondisi yaitu keadaan *transient* (peralihan) dan keadaan *steady state* (mantap).

### 2.6.1 Performa *Steady State*

Kondisi motor dalam keadan *steady state* adalah kondisi dimana motor dalam keadaaan stabil mantap dimana hampir tidak ada perubahan arus, torsi maupun tegangan serta kecepatan sehingga motor dikatakan telah bekerja sesuai dengan name plate. Keadaan *steady state* ini merupakan gambaran

secara keseluruhan dari motor tersebut yang dapat dijadikan acuan untuk penggunaannya.



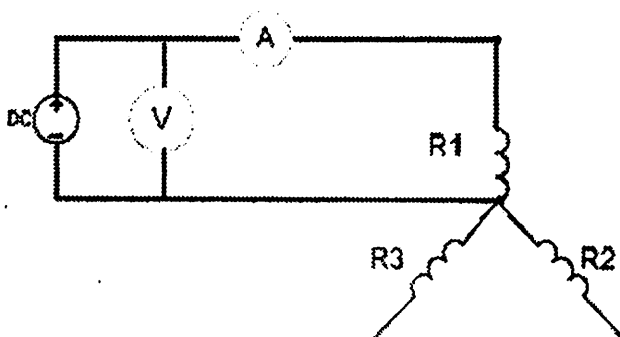
**Gambar 2-9**  
Keadaan Steady State Motor Induksi [6]

## 2.7 Pengujian Motor Induksi Tiga Phase

Untuk menganalisis motor diperlukan inputan parameter motor yang dapat diperoleh dengan melakukan pengujian.

### 2.7.1. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Tujuan dari pengujian arus searah (*DC Test*) adalah untuk menentukan nilai resistansi stator. Diagram pengukuran ditunjukkan pada gambar 2.10.



**Gambar 2-10**

### **Rangkaian Pengujian Arus Searah (*DC Test*)**

Kumparan stator terhubung bintang (Y) dan bila sumber DC disuplai melalui kumparan kumparan 1 , dengan kumparan ke tiga (kumparan c) dalam keadaan terbuka (*open circuit*), maka nilai dari resistansi ekivalen ( $R_{dc}$ ) :

untuk nilai resistansi kumparan a dan b :

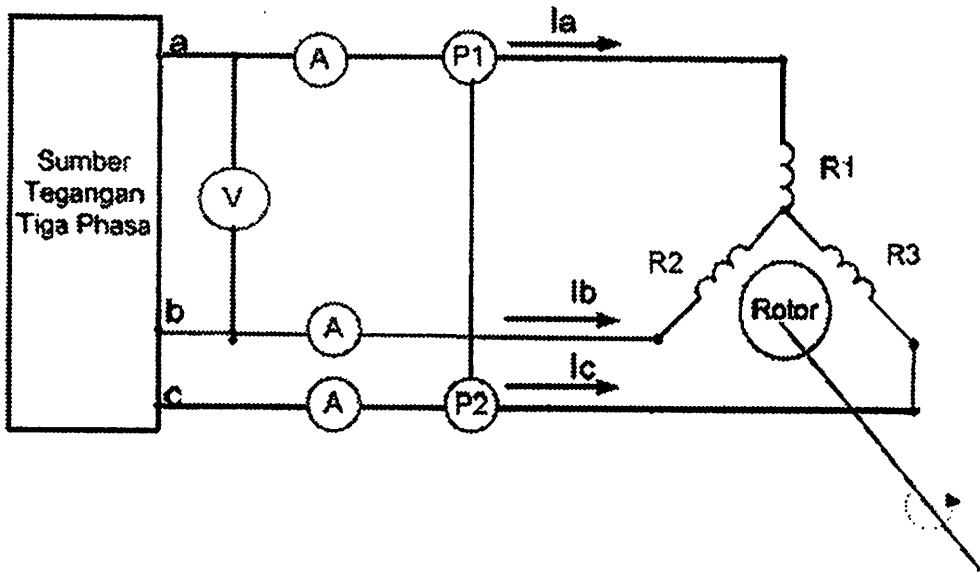
$$R_{ab} = R_1 = \frac{V_{dc}}{I_{dc}} \Omega \quad \dots\dots\dots(2.33)$$

Dalam pengujian arus searah dijaga agar arus DC ( $I_{dc}$ ) tidak melampaui nilai dari arus nominal motor induksi.

#### **2.7.2 Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*)**

Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*) bertujuan untuk menentukan nilai resistansi rugi-rugi inti ( $R_c$ ) dan reaktansi pemagnetan ( $X_m$ ). Pada pengujian ini motor induksi disuplai pada tegangan dan frekuensi nominalnya, serta rotor berputar tanpa terhubung dengan peralatan beban dimana harga slip sangat kecil (mendekati 0,0001 atau lebih kecil





**Gambar 2-11**  
**Rangkaian Pengujian Tanpa Beban (No Load Test)**

$P_{3-\phi}$ , daya total yang terukur dari P1 dan P2 :

$$P_{3-\phi} = P1 + P2 \text{ Watt}$$

$$P_{nl} \text{ daya per fasa } P_{nl} = \frac{P_{3-\phi}}{3} \text{ Watt/fasa}$$

Dengan asumsi bahwa tegangan antar fasa stator seimbang, maka tegangan fasa stator :

$$V_{nl} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} \text{ Volt/fasa} \dots\dots\dots(2.34)$$

Untuk arus pada no load

$$I_{nl} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \text{ Ampere} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$Z_{nl} = \frac{V_{nl}}{I_{nl}} \text{ Ohm} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$R_{nl} = \frac{P_{3\phi}}{3I_o} \text{ Ohm} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$X_{nl} = \sqrt{Z_{nl}^2 - R_{nl}^2} \text{ Ohm} \dots\dots\dots(2.38)$$

$R_c$ , resistansi rugi-rugi inti :

Rugi Rugi Stator

$$P_c = P_{nl} - P_{rs} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$R_c = \frac{E_a^2}{P_c} \text{ Ohm/p'hasa} \dots\dots\dots(2.40)$$

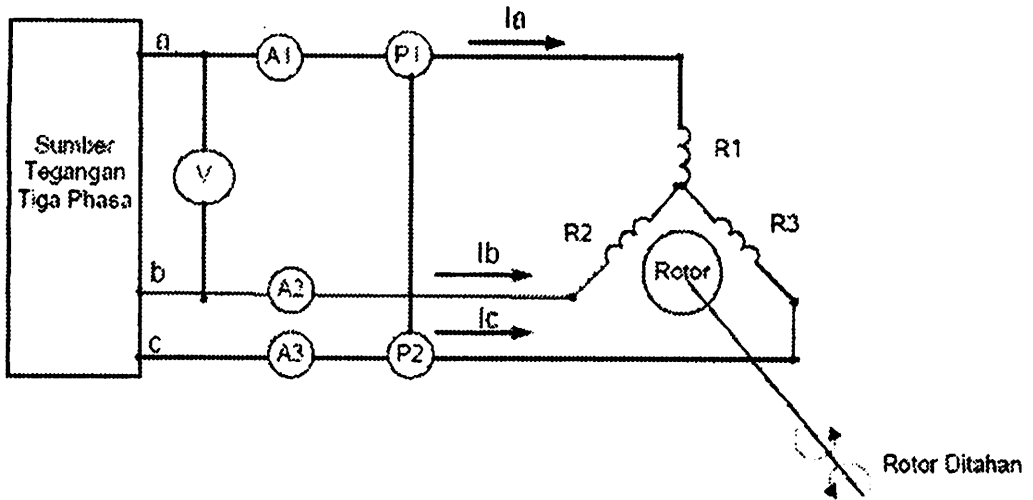
$$P_{rs} = I_{2nl} \cdot R_s \cdot 3 \text{ (Watt)} \dots\dots\dots(2.41)$$

Rugi Gesek, angin, rugi besi :

$$P_{we} = P_{nl} - P \text{ (Watt)} \dots\dots\dots(2.42)$$

### 2.7.3 Pengujian Rotor Ditahan (*Blocked Rotor Test*)

Tujuan pengujian rotor tertahan adalah untuk menentukan resistansi rotor pada motor induksi. Pada saat pengujian ini perputaran rotor motor induksi dikunci / diblok sehingga slip(s) sama dengan satu. Suplai tegangan tiga phasa motor induksi adalah tegangan yang nilainya di bawah tegangan nominalnya, yakni tegangan yang dapat menghasilkan arus nominalnya. Sebagai pendekatan, diasumsikan bahwa arus pemagnetan ( $I_m$ ) cukup kecil akibat penurunan suplai tegangan serta motor dalam keadaan tidak berputar ( $s=1$ ) sehingga rugi-rugi inti dapat diabaikan.



**Gambar 2-12**  
**Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor*)**

$P_{3-\phi}$  ,daya total yang terukur dari  $W_a$  dan  $W_b$  :

$$P_{3-\phi} = P_a + P_b \text{ watt} \dots\dots\dots(2.43)$$

Daya total tiga-fasa merupakan rugi-rugi tembaga stator dan rotor, karena motor tidak berputar maka rugi-rugi inti diabaikan.

$P_{br}$ , rugi-rugi daya per fasa :

$$P_{br} = \frac{P_{3\phi}}{3} \text{ Watt/fasa} \dots\dots\dots(2.44)$$

Dengan asumsi bahwa tegangan antar fasa stator seimbang, maka tegangan fasa stator:

$$V_{br} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} \text{ Volt/fasa} \dots\dots\dots(2.45)$$

$I_{br}$ , arus fasa stator :

$$I_{br} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \dots\dots\dots(2.46)$$

$R_{ek}$ , resistansi ekivalen :

$$R_{ek} = \frac{P_{br}}{I_{br}^2} \text{ Ohm/phase} \dots\dots\dots(2.47)$$

Untuk  $R_r$ , resistansi rotor berpatokan pada stator :

$$R_r = R_{ek} - R_s \text{ Ohm/phase} \dots\dots\dots(2.48)$$

$Z_{br}$ , Impedansi rotor tertahan :

$$Z_{br} = \frac{V_{br}}{I_{br}} \text{ Ohm/phase} \dots\dots\dots(2.49)$$

$X_{ek}$ , reaktansi ekivalen :

$$X_{ek} = \sqrt{(Z_{br}^2 + R_{ek}^2)} \dots\dots\dots(2.50)$$

Dimana Motor induksi yang dipakai adalah motor induksi dengan rotor sangkar tunggal. Secara umum  $X_s$  dan  $X_r$  diasumsikan sama, sehingga ;

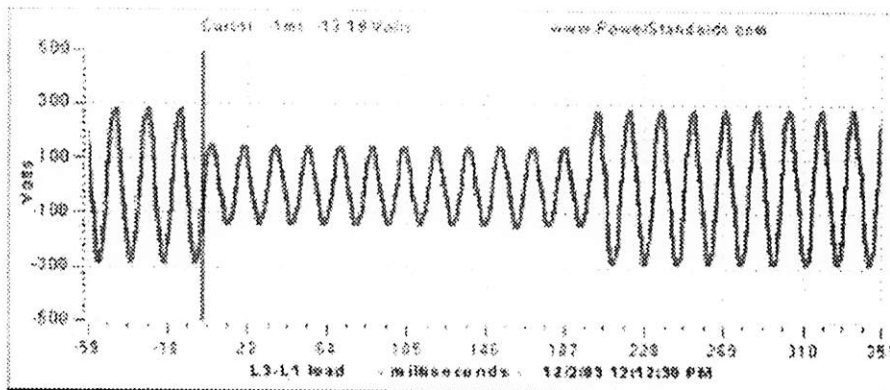
$$X_s = X_r = 0.5 X_{ek} \text{ ohm/phase.}$$

## 2.8. VOLTAGE SAG (DIP) dan VOLTAGE SWELL

### 2.8.1 VOLTAGE SAG (DIP)

*Voltage Sag (Dip)* merupakan penurunan tegangan *rms* atau arus pada frekuensi daya antara 0.1 dan 0.9 pu sedangkan durasinya adalah 0.5 cycles (10 rms) hingga 1 menit, yang merupakan interval waktu saat tegangan mengalami penurunan sampai dengan normal kembali. *Voltage sag (dip)* / penurunan tegangan pada system motor induksi sering terjadi akibat adanya gangguan – gangguan tertentu seperti gangguan hubung singkat, pengasutan motor, pengoperasian pemanas elektrik, atau gangguan kenaikan impedansi sumber, tapi umumnya karena adanya kehilangan koneksi.

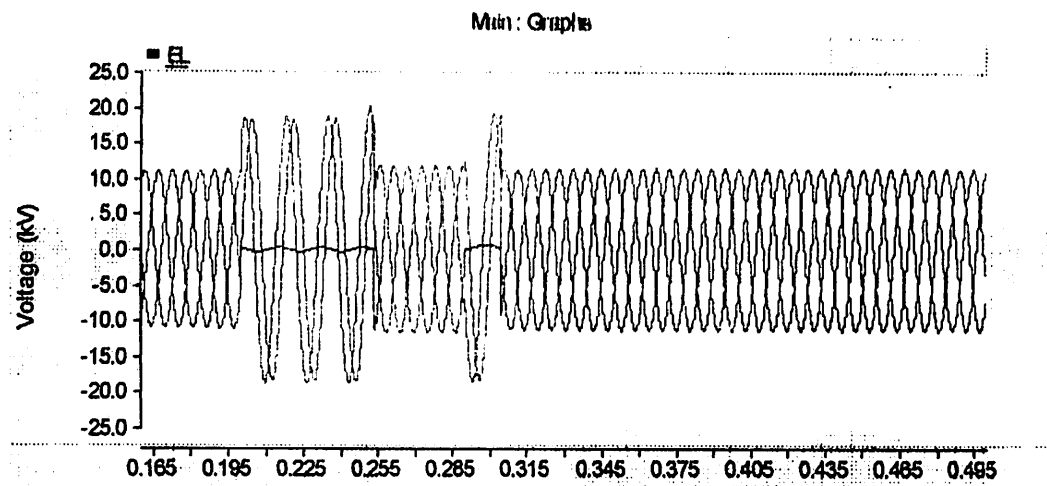
Penurunan tegangan disebabkan oleh arus (  $I$  ampere ) yang melalui impedansi (  $Z$  ohm ). Perubahan tegangan sebesar (  $\Delta V$  volt ) diakibatkan adanya tahanan dan reaktansi dalam suatu rangkaian. Bila hubungan antara tegangan dan arus sbb:  $V = I \cdot Z$  maka dengan perubahan tegangan dengan  $Z$  tetap akan terjadi perubahan besar arus dan hal ini akan mempengaruhi rugi-rugi daya pada motor induksi.



Grafik 1. Voltage Sag

### 2.8.2. VOLTAGE SWELL

*Voltage Swell* didefinisikan sebagai kenaikan tegangan *rms* atau arus pada frekuensi daya antara 1.1 dan 1.8 pu untuk durasi dari 0.5 cycle hingga 1 menit. *Voltage Swell* biasanya timbul bersama-sama dengan kondisi gangguan sistem dan dapat juga terjadi karena adanya kenaikan tegangan temporer

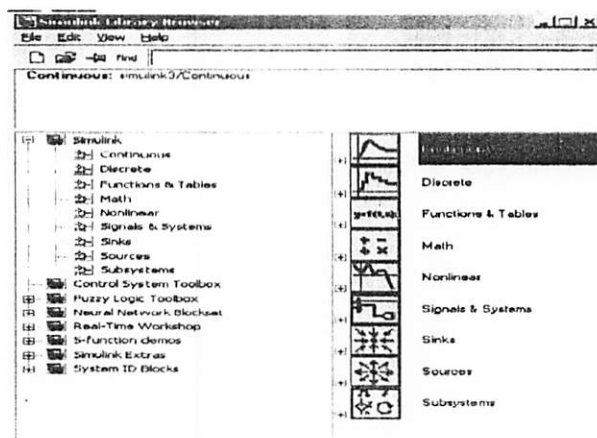


Grafik 2. Tegangan Swell

## BAB III PEMODELAN MOTOR INDUKSI 3 PHASA DAN *VOLTAGE SAG*

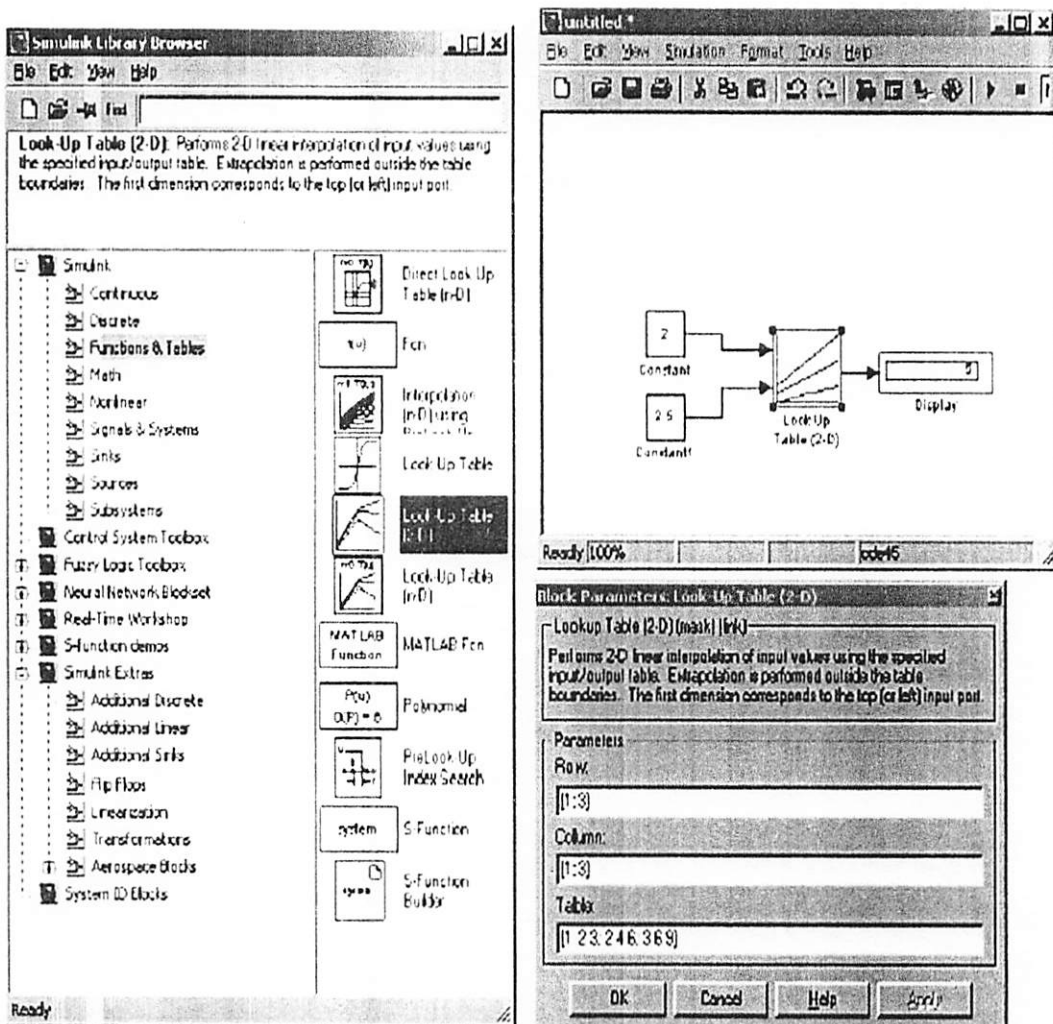
### 3.1 Matlab Simulink

MATLAB merupakan suatu software yang sangat baik untuk digunakan untuk menganalisa berbagai kebutuhan dalam bidang teknik. Didalam matlab terdapat dua bagian penting yaitu M-files yang berfungsi untuk menuliskan listing programnya dan Simulink yang digunakan untuk melakukan simulasi. Dengan menggunakan Simulink yang merupakan kesatuan dalam program tersebut kita dapat melakukan suatu pemodelan sistem kontrol atau suatu plant yang akan diatur. Hal itu dapat didesain dengan menggunakan blok-blok yang telah tersedia serta setting parameter-parameter akan menjadi lebih mudah. Blok-blok simulink dapat juga dibentuk dari persamaan matematika dengan menggunakan blok *transfer function* sehingga kita dapat menuliskan persamaan dalam blok tersebut sesuai dengan parameter yang akan kita cari.



**Gambar 3.1**  
**Simulink Library Pada MATLAB**

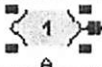
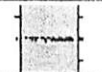



Dalam simulink tersebut terdapat beberapa blok yang dapat digunakan untuk pemodelan control atau analisa dalam dunia electric. Sebagai contoh penggunaan Blok Fuction dan Tables. Misalnya kita mempunyai soal  $2 * 2.5 = 5$  maka kita dapat menggunakan blok look up table (2-D) seperti dapat dilihat pada gambar di bawah ini



**Gambar 3-2**  
Contoh Penggunaan Simulink



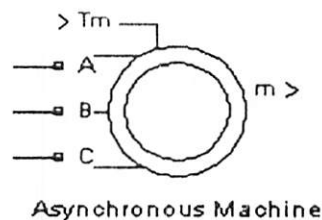
**Tabel 3-1**  
**Block Transfer Function**

No	Blok	Keterangan
1		Model fisik Port connector untuk suatu sistem
2		Model fisik komponen
3		Penerima sinyal
4		Pengirim sinyal
5		Menyediakan suatu keluaran dari subsistem atau model

### 3.2. Pemodelan Gangguan ( *Voltage Sag* )

Di dalam library matlab sudah tersedia blok motor induksi 3 fasa (*asynchron motors*), kita tinggal menginputkan parameter-parameter yang di butuhkan oleh blok tersebut.

Untuk mengontrol gangguan pada motor induksi 3 fasa dengan maka motor induksi harus dimodelkan dalam bentuk persamaan dynamics motor induksi 3 fasa. Untuk memodelkan motor induksi 3 fasa tersebut harus diubah dalam bentuk Dq [3].

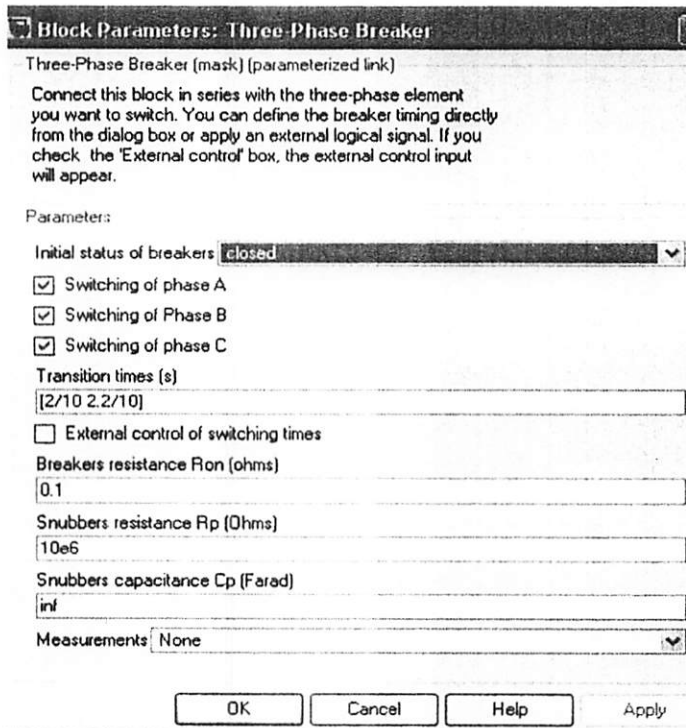


**Gambar 3-3**  
**Contoh Motor Induksi 3 Fasa**

Blok motor induksi ini dapat beroperasi sebagai motor ataupun generator,  $T_m$  pada gambar diatas adalah sebagai inputan untuk beban berupa nilai torsi mekanik. A,B,C, adalah inputan sumber tegangan 3 fasa, sedangkan untuk  $m$  di gunakan sebagai penghubung terhadap alat ukur untuk mengukur putaran, torsi motor.

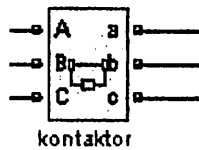
Blok motor induksi yang dibentuk berdasarkan rangkaian DQ terdiri dari beberapa bagian penting yaitu:

- Blok untuk Sumbu Q
- Blok untuk Sumbu D
- Blok Rotor
- Blok Zero Sequence



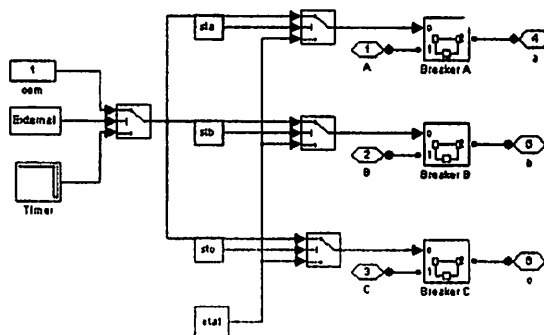
**Gambar 3-4**  
**Tampilan Blok Parameter Kontaktor**

Gambar di atas adalah merupakan tampilan blok parameter kontaktor yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen.



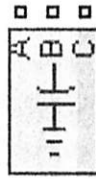
**Gambar 3-5**  
Tampilan Model Fisik Kontaktor Yang Ada Di Dalam Blok Simulink

Gambar di atas adalah merupakan tampilan blok kontaktor yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen



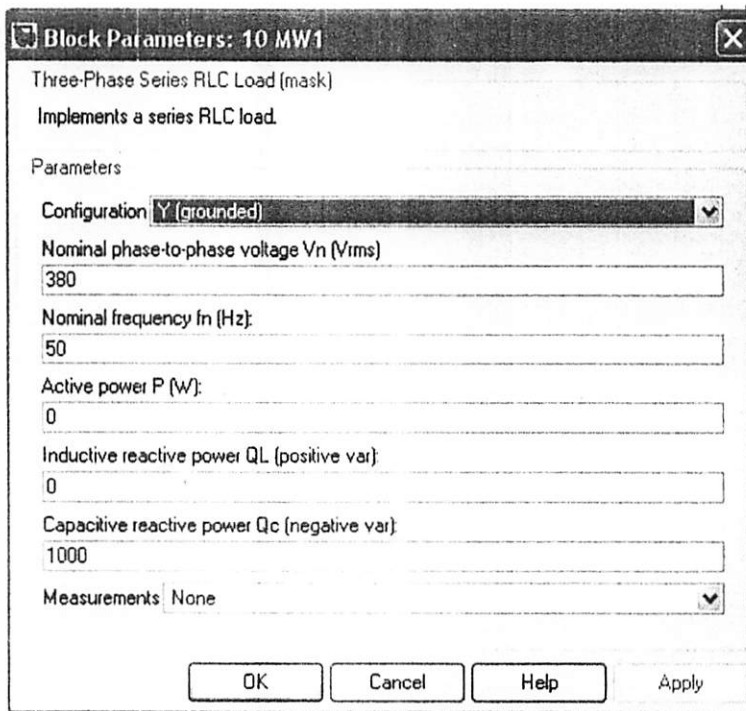
**Gambar 3-6**  
Rangkaian Di Dalam Blok Kontaktor

Rangkaian di atas adalah tampilan yang ada di dalam blok kontaktor. Di dalam blok kontaktor ini terdapat timer yang di gunakan sebagai inputan untuk menentukan waktu terjadinya *voltage sag*.



**Gambar 3-7**  
**Tampilan Model Fisik Kapasitor Yang Ada Di**  
**Dalam Blok Simulink**

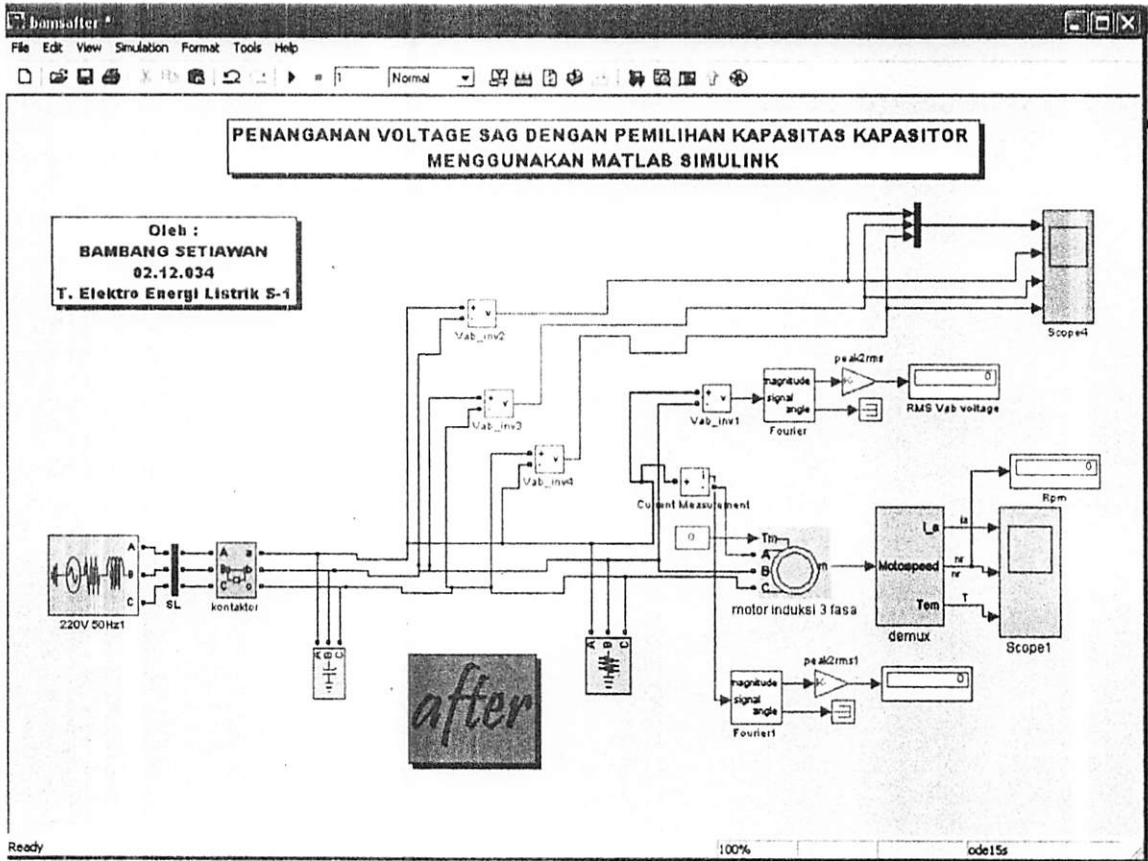
Gambar di atas adalah merupakan tampilan blok kapasitor yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen



**Gambar 3-8**  
**Tampilan Blok Parameter Kapasitor**

Gambar di atas adalah merupakan tampilan blok parameter kapasitor yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen.

Secara lengkap blok simulink dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3-9  
Blok Simulink Secara Keseluruhan

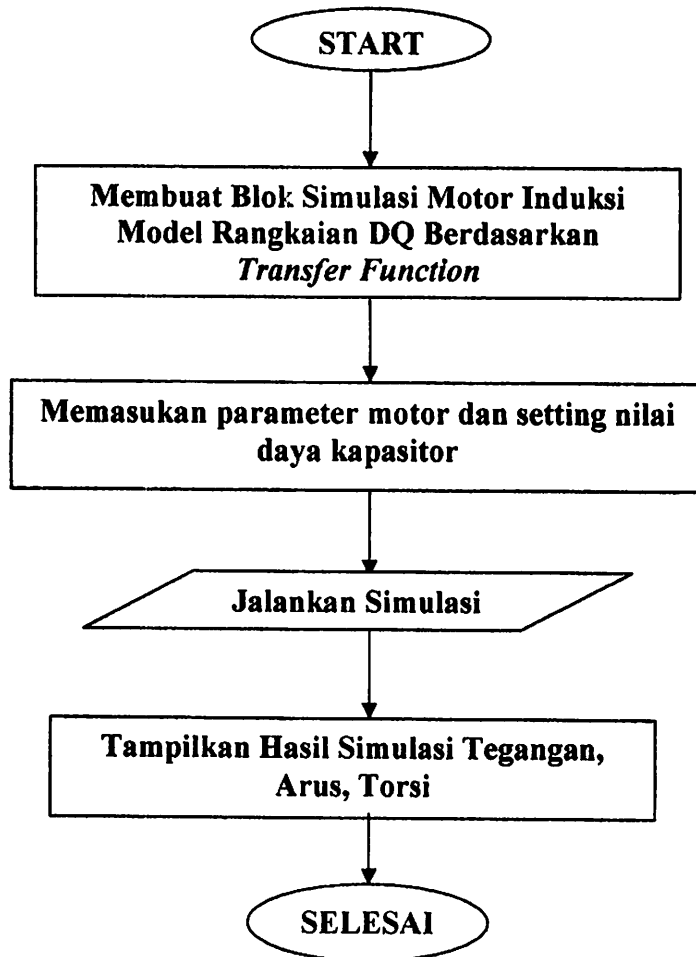
### **3.3. Algoritma Pemrograman**

#### **3.3.1. Algoritma Pemecahan Program Secara Umum**

1. Pengujian Parameter Motor Induksi
  - a. DC test
  - b. Tanpa Beban ( *No Load Test* )
  - c. Rotor Tertahan ( *Blocked Rotor Test* )
2. Memasukan parameter motor induksi.
3. Menjalankan simulasi motor induksi dengan parameter.
4. Menampilkan hasil simulasi tegangan, kecepatan dan torsi.

### 3.4. Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum

#### 3.4.1. Simulasi



## BAB IV ANALISA PARAMETER MOTOR DAN HASIL SIMULASI

Untuk menentukan parameter-parameter motor induksi yang akan dianalisa maka dapat dilakukan dengan mengambil parameter dengan melakukan pengujian.

### 4.1 Pengujian Parameter Motor Induksi

#### 4.1.1 Alat-alat yang digunakan

- a. Motor induksi Tiga Fasa DE LORENZO / DL 1022

Data papan (*Name-Plate*)

TEGANGAN	: 220/380 ( $\Delta/Y$ ) VOLT
ARUS	: 4.3/2.5 ( $\Delta/Y$ ) AMPERE
COS $\phi$	: 0.83
FREKUENSI	: 50 HZ
DAYA	: 1.1 KW
PUTARAN	: 2820 RPM
KUTUP	: 2 KUTUP
KELAS ISOLASI	: F

- b. Voltmeter DE LORENZO DL 1031
- c. Amperemeter DE LORENZO DL 1031
- d. Wattmeter 3 fasa DE LORENZO DL 1031
- e. Tachometer DE LORENZO 2026
- f. AC voltage Regulator dan DC Supply DE LORENZO 1013 M2
- g. Current Break DE LORENZO



#### 4.1.2 Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Tabel 4-1  
Data Hasil Pengujian Arus Searah

No	Vdc (Volt)	I (Ampere)
1	4	0,75
2	6	1,12
3	8	1,44
4	10	1,78
5	12	2,14

#### 4.1.3 Pengujian Tanpa Beban (*No Load Test*)

Tabel 4-2  
Data Hasil Pengujian Beban No Load Test

I <sub>motor</sub> (Ampere)			P <sub>3 Phasa</sub> (WATT)	V <sub>L-L</sub> (Volt)	Frekuensi (Hz)
a	b	c			
0,59	0,68	0,59	90	220	50

#### 4.1.4 Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)

Tabel 4-3  
Data Hasil Pengujian Motor Rotor Tertahan

I <sub>motor</sub> (Ampere)			P 3 Phasa (WATT)	V <sub>L-L</sub> (Volt)
a	b	c		
2,5	2,5	2,5	230	78

#### 4.2 Analisa Parameter Motor Induksi

A. Dari pengujian arus searah besarnya resistansi stator adalah:

Dengan menggunakan persamaan 2.52

$$R_s = R_{dc} = \frac{V_{dc}}{I_{dc}} = \Omega$$

$$\text{Maka } R_{dc(1)} = \frac{4}{0,75} = 5,33\Omega$$

$$R_{dc(2)} = \frac{6}{1,12} = 5,35\Omega$$

$$R_{dc(3)} = \frac{8}{1,44} = 5,55\Omega$$

$$R_{dc(4)} = \frac{10}{1,78} = 5,61\Omega$$

$$R_{dc(5)} = \frac{12}{2,14} = 5,61\Omega$$

$$R_s = \frac{5,33 + 5,35 + 5,55 + 5,61 + 5,61}{5} = 5,49 / \text{phasa}$$

B. Dari pengujian Tanpa Beban ( No-load Test)

$$I_{tb} = \frac{I_{ta} + I_{tb} + I_{tc}}{3}$$

$$I_{tb} = \frac{0,59 + 0,68 + 0,59}{3} = 0,62 A$$

$$Z_{tb} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{tb}} = \frac{220}{\sqrt{3} \times 0,62} = 205 \Omega$$

$$R_{tb} = \frac{P_{(3\Phi)}}{3I_{tb}^2} = \frac{90}{3 \cdot (0,62^2)} = 78 \Omega$$

$$X_{tb} = \sqrt{Z_{tb}^2 - R_{tb}^2}$$

$$= \sqrt{205^2 - 78^2} = 189,58 \Omega$$

C. Dari Rotor tertahan (Blocked Rotor Test)

$$I_{br} = \frac{I_{bra} + I_{brt} + I_{brc}}{3}$$

$$I_{br} = \frac{2,5 + 2,5 + 2,5}{3} = 2,5 A$$

$$Z_{br} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{br}} = \frac{78}{\sqrt{3} \times 2,5} = 18,01 \Omega$$

$$R_{rt} = \frac{P_{(3\Phi)}}{3I_{rt}^2} = \frac{230}{3 \cdot (2,5^2)} = 12,267 \Omega$$

$$X_{br} = \sqrt{Z_{br}^2 - R_{br}^2}$$

$$= \sqrt{18,01^2 - 12,267^2} = 13,08 \Omega$$

$$X_{rt} = X_s + X'_r$$

Motor induksi yang dipakai adalah motor induksi dengan rotor sangkar tunggal kelas A, maka secara umum  $X_s$  dan  $X'_r$  diasumsikan sama, sehingga :

$$X_s = X'_r = \frac{1}{2} X_{rr} = \frac{1}{2} \cdot 13,08 = 6,54 \Omega$$

Besarnya reaktansi yang diukur pada terminal stator pada keadaan tanpa beban ( $X_{tb}$ ) mendekati sama dengan  $X_s + X_m$  yang merupakan reaktansi diri stator sehingga:

$$X_{ss} = X_{tb} = X_s + X_m$$

$$X_m = X_{tb} - X_s$$

$$= 189,58 - 6,54$$

$$= 183,04 \Omega$$

Resistansi stator dapat dipandang sebagai harga DC-nya maka resistansi rotor dapat ditentukan sebagai berikut :

$$R = R_{rt} - R_s$$

$$= 12,267 - 5,49$$

$$= 6,78$$

$$X_{rr} = X'_r + X_m$$

$$X_{rr} = 6,54 + 183,04 = 189,58 \Omega$$

$$R'_r = R \left( \frac{X_{rr}}{X_m} \right)^2$$

$$= 6,78 \left( \frac{189,58}{183,04} \right)^2 = 7,02 \Omega$$

Tabel 4-4

**Hasil Perhitungan Pengujian Parameter Motor Induksi Tiga Phasa**

<b>rs</b>	<b>rr</b>	<b>xls</b>	<b>xlr</b>	<b>xm</b>
<b>5,49</b>	<b>7,02</b>	<b>6,54</b>	<b>6,54</b>	<b>183,04</b>

**4.3 Simulasi Motor Induksi****4.3.1 Tampilan Parameter**

Dengan menggunakan parameter yang telah dihitung melalui pengujian dan *name plate* motor maka kita dapat melakukan analisa untuk mendapatkan beberapa data dari simulasi motor induksi yang telah dihubungkan dengan kapasitor. Matlab yang di gunakan pada skripsi ini adalah matlab versi 7.0. Berikut adalah bentuk hasil tampilan parameter motor induksi 3 fasa.

**Block Parameters: motor induksi 3 fasa**

Asynchronous Machine (mask)

Implements a three-phase asynchronous machine (wound rotor or squirrel cage) modeled in the dq rotor reference frame. Stator and rotor windings are connected in wye to an internal neutral point. You can specify initial values for stator and rotor currents or for the stator current only.

Parameters

Preset model: **No**

..... Show detailed parameters .....

Rotor type: Squirrel-cage

Reference frame: Stationary

Nominal power, voltage (line-line) and frequency [ Pn(VA),Vn(Vrms),fn(Hz) ]:  
[1100,220,50]

Stator resistance and inductance [ Rs(ohm) Lls(H) ]:  
[5.49 2e-2]

Rotor resistance and inductance [ Rr'(ohm) Llr'(H) ]:  
[7.02 2e-2]

Mutual inductance Lm (H):  
0.582

Inertia, friction factor and pairs of poles [ J(kg.m<sup>2</sup>) F(N.m.s) p() ]:  
[0.0008,0.00,1]

Initial conditions  
[1,0,0,0,0,0,0]

OK Cancel Help Apply

**Gambar 4-1**  
**Parameter Motor Induksi 3 fasa**

Dari gambar di atas rugi-rugi gesekan diabaikan sehingga bisa memungkinkan terjadi suatu inputan data yang kurang sempurna, namun tidak berpengaruh besar terhadap hasil simulai.

**Block Parameters: Three-Phase Breaker**

Three-Phase Breaker (mask) (parameterized link)

Connect this block in series with the three-phase element you want to switch. You can define the breaker timing directly from the dialog box or apply an external logical signal. If you check the 'External control' box, the external control input will appear.

Parameters

Initial status of breakers: **closed**

Switching of phase A

Switching of Phase B

Switching of phase C

Transition times (s)

[2/10 2.2/10]

External control of switching times

Breakers resistance  $R_{on}$  (ohms)

0.1

Snubbers resistance  $R_p$  (Ohms)

10e6

Snubbers capacitance  $C_p$  (Farad)

inf

Measurements: **None**

OK Cancel Help Apply

**Gambar 4-2**  
**Tampilan Blok Parameter Kontaktor**

Dalam pemakaian blok kontaktor diharapkan mengisi parameter-parameter yang telah di sediakan sesuai dengan setting yang diperlukan. Untuk pengaturan waktu terjadinya gangguan diatur dengan setting waktu tidak boleh sama dengan nol.

**Block Parameters: 10 MW1**

Three-Phase Series RLC Load (mask)  
Implements a series RLC load.

Parameters

Configuration: **Y (grounded)**

Nominal phase-to-phase voltage  $V_n$  (Vrms):  
380

Nominal frequency  $f_n$  (Hz):  
50

Active power  $P$  (W):  
0

Inductive reactive power  $Q_L$  (positive var):  
0

Capacitive reactive power  $Q_C$  (negative var):  
1000

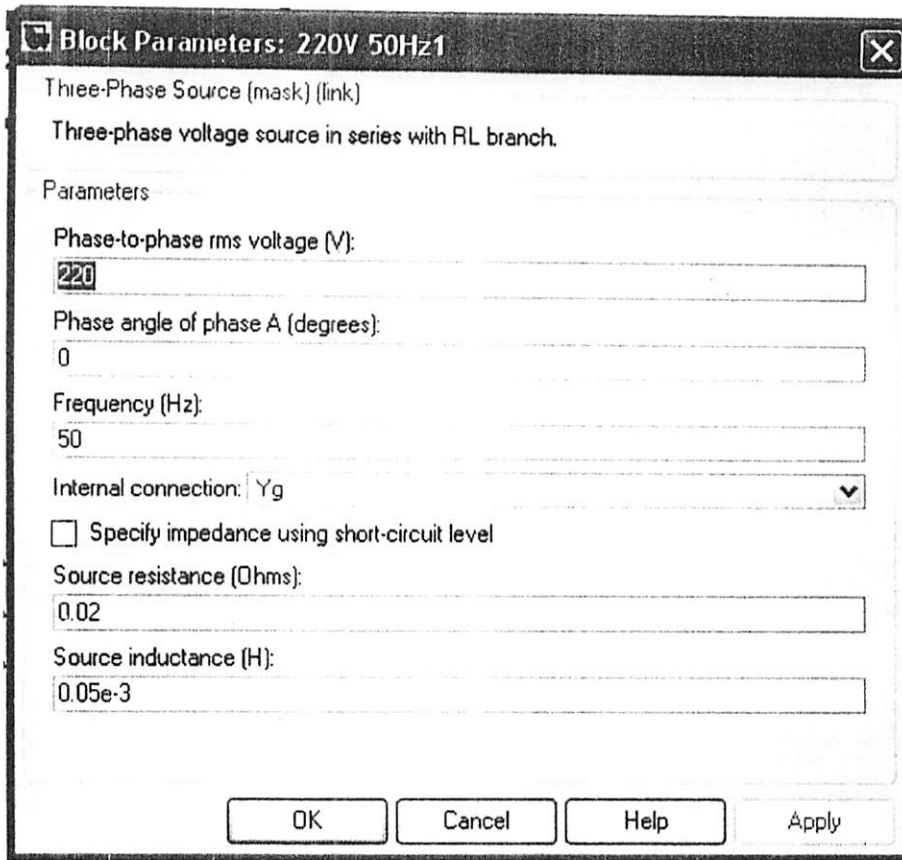
Measurements: **None**

OK Cancel Help Apply

**Gambar 4-3**  
**Tampilan Blok Parameter Kapasitor**

Dalam pemakaian blok kapasitor diharapkan mengisi parameter-parameter yang sesuai dengan komponen yang disediakan. Untuk nilai kapasitor dalam satuan var adalah nilai yang paling sesuai untuk mengurangi besarnya nilai tegangan yang terbuang..

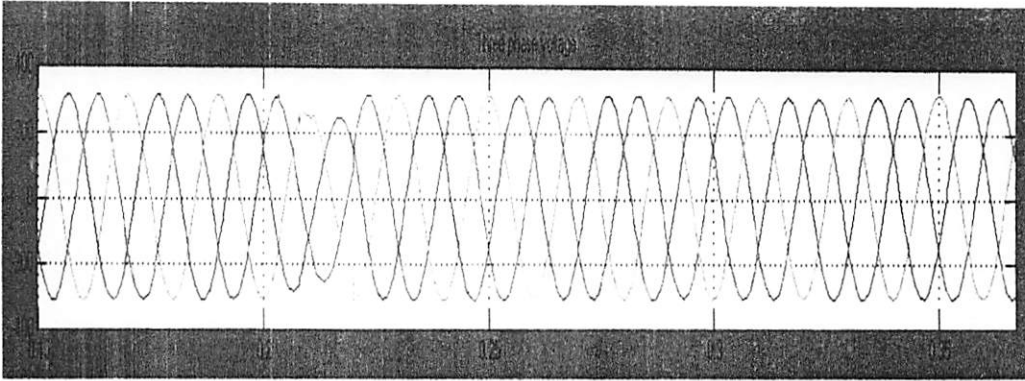




**Gambar 4-4**  
**Blok Parameter Power Supply**

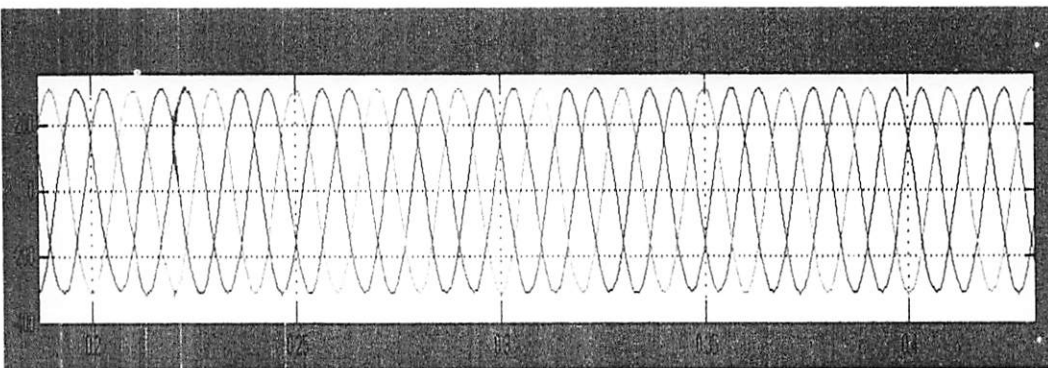
Sumber tegangan yang di gunakan pada percobaan ini adalah menggunakan sumber tegangan 3 fasa dengan hubungan bintang dan ground  $V=220$  Volt, dengan beda fase mulai dari nol, frekwensi = 50 Hz

#### 4.3.2 Hasil Simulasi Percobaan Saat Terjadinya Voltage Sag Tanpa Kapasitor dan Terhubung Dengan Kapasitor



**Gambar 4-5**  
**Gelombang Tegangan Saat Terjadi Voltage Sag Tanpa Kapasitor**

Gambar diatas menunjukkan plot gelombang pada system motor induksi 1,1 Kw saat terjadi gangguan pada detik 0,2 hingga detik 0,22 dan tegangan baru bisa stabil pada saat putaran motor sampai pada 2940 RPM dengan nilai Voutput (RMS) sebesar 197,7 Volt.



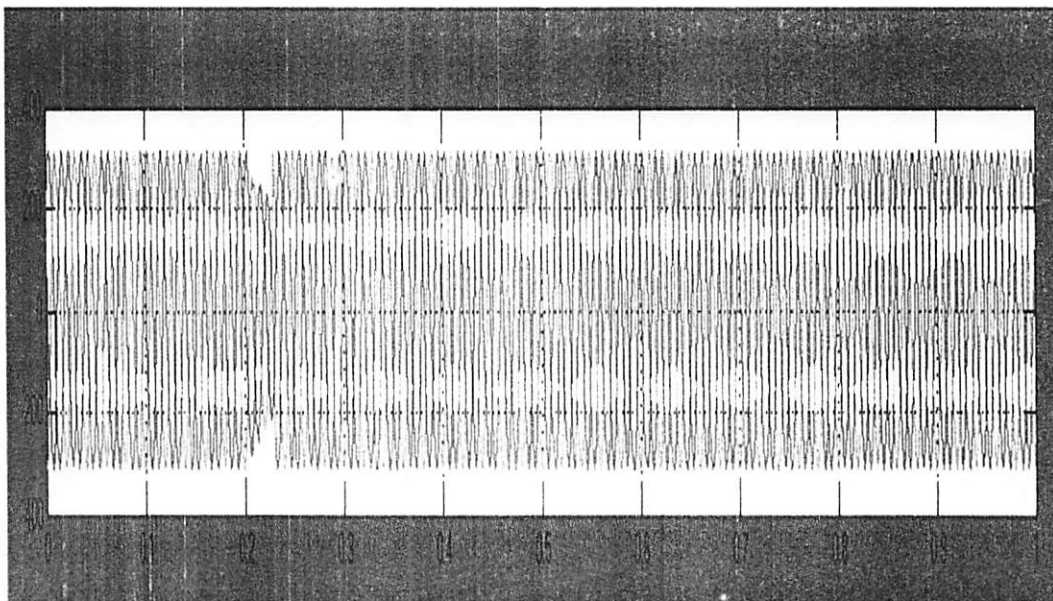
**Gambar 4-6**  
**Gelombang Tegangan Saat Terjadi Voltage Sag dan Terhubung Kapasitor**

Gambar diatas menunjukkan plot gelombang pada system motor induksi 1,1 Kw saat terjadi gangguan *voltage sag* pada detik 0,2 hingga detik 0,22 dan terhubung dengan kapasitor 1000 Var. Tegangan baru bisa stabil pada saat putaran motor sampai pada 2940 RPM dengan nilai Voutput (RMS) sebesar 219,9 Volt.

**Tabel 4-5 Data Hasil Analisa Tanpa Kapasitor**

Durasi Waktu Gangguan (s)	V output	Rpm	Prosentase penurunan tegangan (%)
0,01	203,3	2939	7,59
0,02	197,7	2940	10,14
0,03	235,8	2939	Over voltage

Tabel 4-5 diatas adalah data analisa dimana dalam system motor induksi mengalami gangguan *voltage sag* dengan durasi tertentu tanpa terhubung dengan kapasitor. Dapat dilihat pula bahwa jika gangguan yang terjadi melebihi 0,02 second maka Voutput akan mengalami peningkatan (*over voltage*) dapat dilihat pada Gambar 4-7 dibawah ini :



**Gambar 4-7  
Gelombang Tegangan Saat Terjadi Voltage Sag  $t = 0,03$  second**

Gambar diatas adalah bentuk gelombang saat terjadi *voltage sag* dengan durasi waktu 0,03 second. Dimana dapat dilihat bahwa dengan durasi gangguan selama

0,03 second penurunan tegangan sangat besar sekali sehingga besarnya nilai

Voutput melebihi Vinputan atau bias juga dikatakan *over voltage*.

**Tabel 4-6 Data Hasil Analisa Saat Terhubung Dengan Kapasitor**

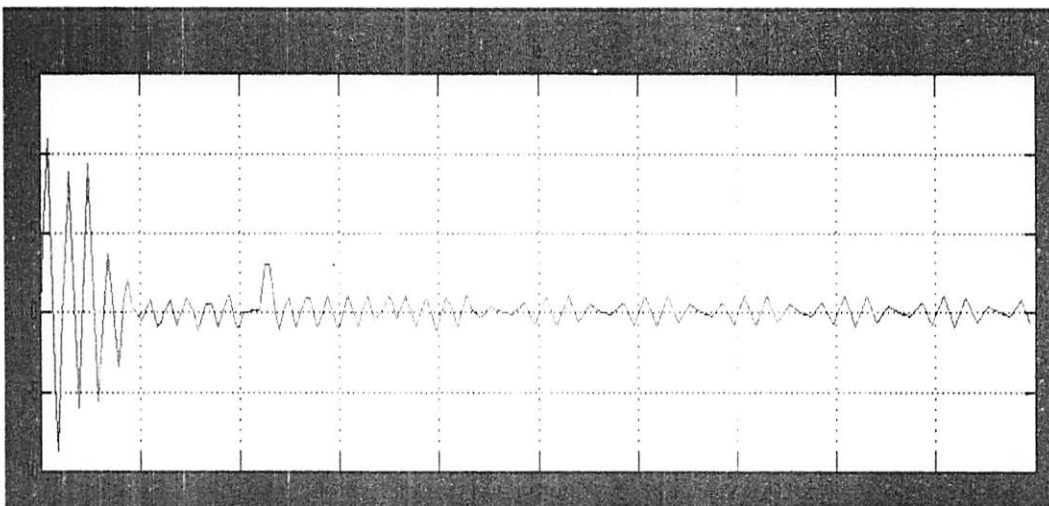
Durasi Waktu Gangguan (s)	Kapasitor (Var)	V output	Rpm	Prosentase penurunan tegangan (%)
0,01	800	219,1	2940	0,4
	900	220	2940	0
	1000	219,8	2940	0,09
	1100	218,5	2940	0,68
	1200	219,4	2940	0,27
0,02	800	218,9	2940	0,5
	900	218,7	2940	0,59
	1000	219,9	2940	0,045
	1100	218,9	2940	0,5
	1200	220,2	2940	Over voltage
0,03	800	219,3	2940	0,32
	900	218,9	2940	0,5
	1000	218,6	2940	0,64
	1100	219,1	2940	0,4
	1200	218,3	2940	0,77

Tabel 4-6 diatas adalah hasil data analisa dimana dalam system motor induksi mengalami gangguan *voltage sag* dengan durasi tertentu terhubung dengan kapasitor dengan nilai tertentu pula. Dapat dilihat bahwa saat terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi 0,01 second dan dipasang kapasitor 900 Var maka Voutput tidak mengalami penurunan, tetapi pada saat dipasang kapasitor 1100 Var Voutput mengalami penurunan sebesar 0,68%. Pada saat terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi 0,02 second dan dipasang kapasitor 1000 Var maka Voutput mengalami penurunan sebesar 0,45%, tetapi pada saat dipasang kapasitor 1200 Var Voutput mengalami kenaikan tegangan (*over voltage*). Pada

saat terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi 0,03 second dan dipasang kapasitor 800 Var maka  $V_{output}$  mengalami penurunan sebesar 0,32% dan pada saat dipasang kapasitor 1200 Var  $V_{output}$  mengalami penurunan sebesar 0,77%.

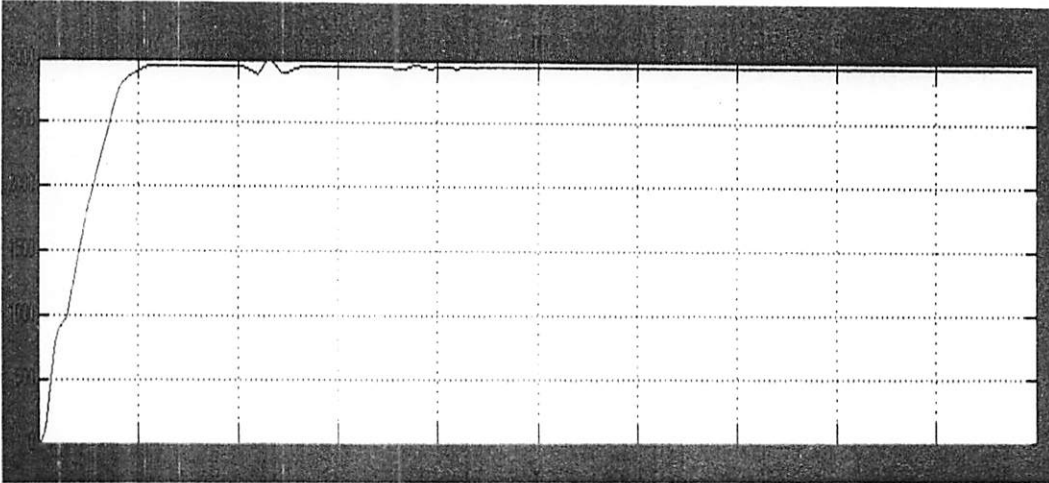
Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa :

- Jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,01 second, nilai kapasitor yang sesuai adalah 900 Var.
- Jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,02 second, nilai kapasitor yang sesuai adalah 1000 Var.
- Jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,03 second, nilai kapasitor yang sesuai adalah 800 Var.



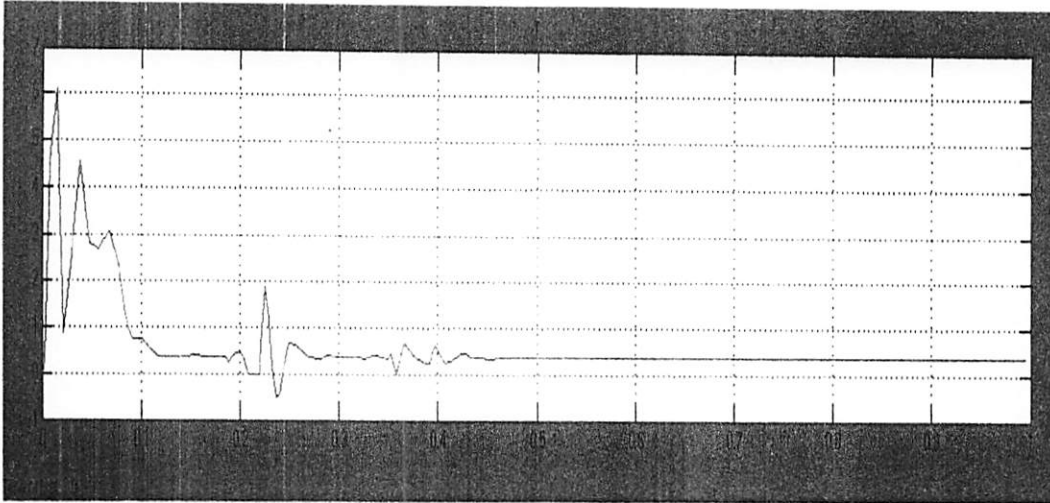
**Gambar 4-8**  
**Arus terhadap Waktu**

Gambar diatas adalah plot tampilan gelombang arus dimana pada system motor induksi tidak terhubung dengan kapasitor. Pada saat motor starting arus yang mengalir sangat besar, kemudian arus akan kembali turun kearah stabil. Dan berubah lagi saat terjadi gangguan *voltage sag* pada waktu antara 0,2 – 0,22 second, setelah itu akan kembali stabil pada putaran = 2940 RPM.



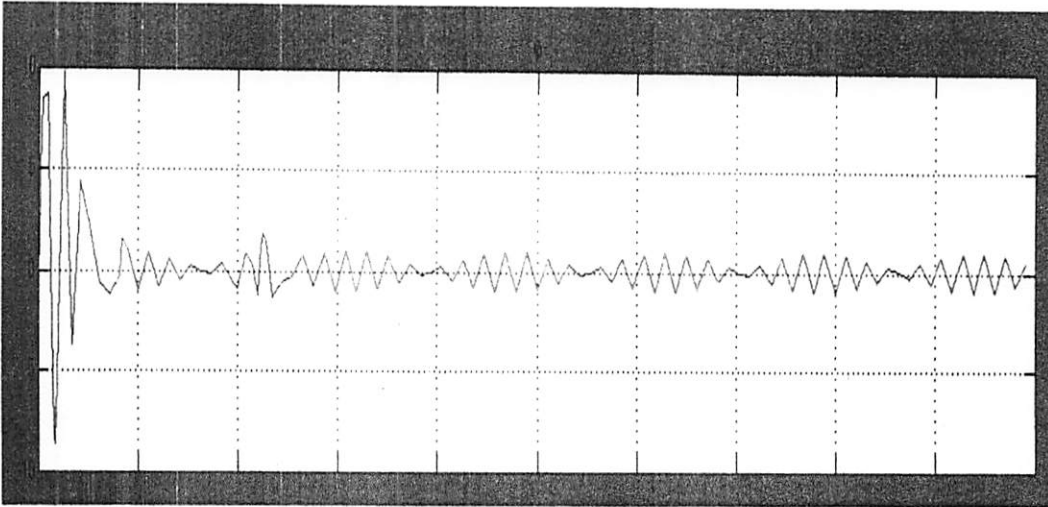
**Gambar 4-9**  
**Putaran terhadap Waktu**

Gambar diatas adalah plot tampilan putaran motor dimana pada system motor induksi tidak terhubung dengan kapasitor. Pada saat motor starting putaran motor berawal dari nol hingga putaran = 2940 baru stabil. Kemudian putaran mengalami perubahan saat terjadi gangguan *voltage sag* pada waktu antara 0,2 – 0,22 second, setelah itu stabil dan berubah lagi pada waktu 0,38 – 04 second tetapi perubahannya sangat kecil dan akan kembali stabil pada putaran = 2940 RPM.



**Gambar 4-10**  
**Torsi terhadap Waktu**

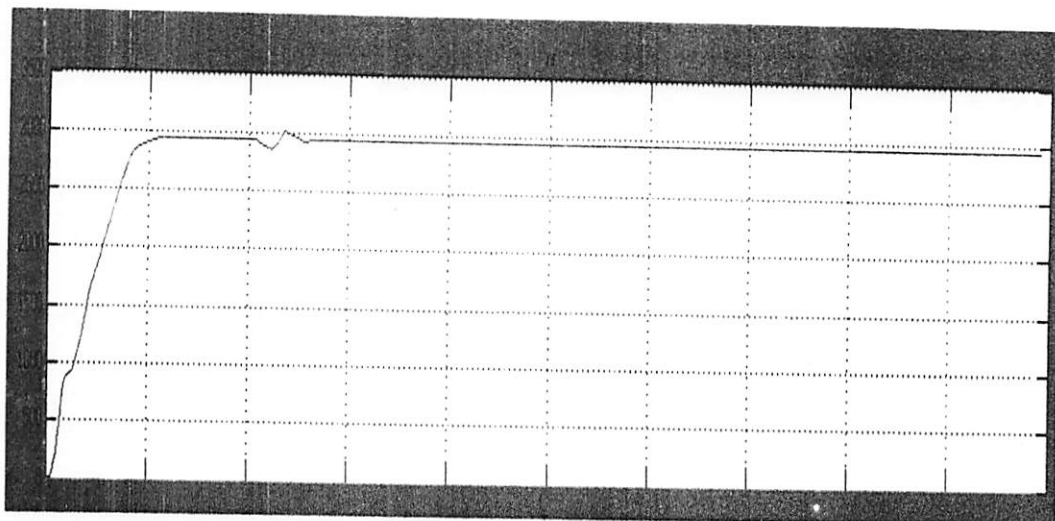
Gambar diatas adalah plot tampilan gelombang torsi dimana pada system motor induksi tidak terhubung dengan kapasitor. Pada saat terjadi gangguan *voltage sag* pada waktu antara 0,2 – 0,22 second torsi juga mengalami gangguan dan akan kembali stabil pada putaran = 2940 RPM. Setelah itu torsi mengalami gangguan lagi pada waktu antara 0,38 – 0,4 dan baru kembali stabil lagi.



**Gambar 4-11**  
**Arus terhadap Waktu**

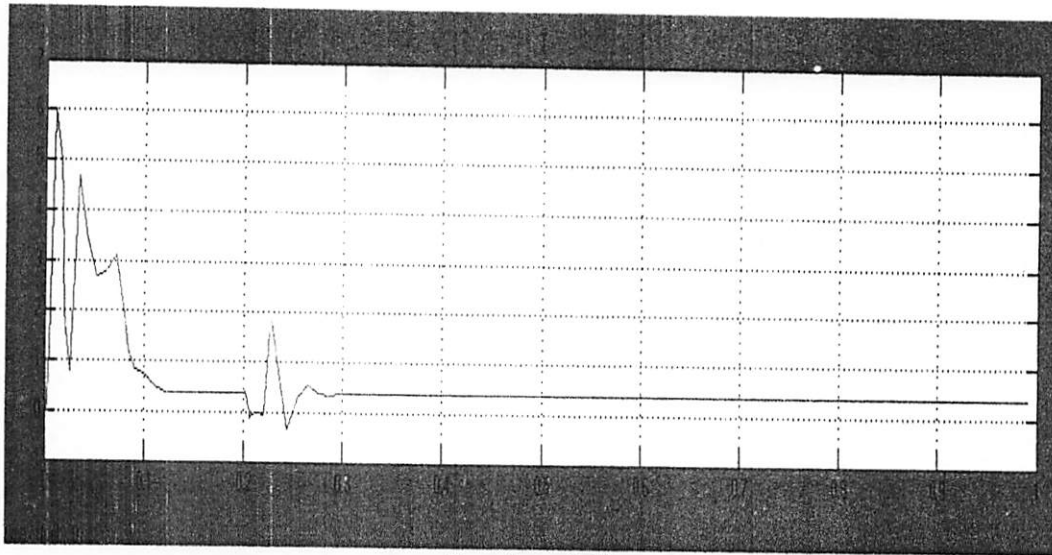
Gambar diatas adalah plot tampilan gelombang arus dimana pada system motor induksi sudah terhubung dengan kapasitor 1000 Var. Pada saat motor starting arus yang mengalir sangat besar, kemudian arus akan kembali turun kearah stabil. Dan berubah lagi saat terjadi gangguan *voltage sag* pada waktu antara 0,2 – 0,22 second tetapi perubahannya lebih kecil sebelum terhubung dengan kapasitor, setelah itu akan kembali stabil pada putaran = 2940 RPM.





**Gambar 4-12**  
**Putaran terhadap Waktu**

Gambar diatas adalah plot tampilan putaran motor dimana pada system motor induksi sudah terhubung dengan kapasitor 1000 Var. Pada saat motor starting putaran motor berawal dari nol hingga putaran = 2940 baru stabil. Kemudian putaran mengalami perubahan saat terjadi gangguan *voltage sag* pada waktu antara 0,2 – 0,22 second, setelah itu stabil dan tidak mengalami gangguan lagi seperti sebelum terhubung dengan kapasitor, dan akan kembali stabil pada putaran = 2940 RPM.



**Gambar 4-13**  
**Torsi terhadap Waktu**

Gambar diatas adalah plot tampilan gelombang torsi dimana pada system motor induksi sudah terhubung dengan kapasitor 1000 Var. Pada saat terjadi gangguan *voltage sag* pada waktu antara 0,2 – 0,22 second torsi juga mengalami gangguan dan akan kembali stabil pada putaran = 2940 RPM

Berdasarkan tampilan dari plot plot arus, putaran, dan torsi antara system yang sudah terhubung dengan kapasitor dan yang tidak terhubung dengan kapasitor dapat disimpulkan bahwa dengan dipasangnya kapasitor pada system motor induksi, arus, putaran, dan torsi beban juga lebih stabil..

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari percobaan analisis pemilihan kapasitor menggunakan software Matlab Versi 7.0 maka dapat ditarik beberapa kesimpulan.

1. Untuk memperkecil besarnya penurunan tegangan yang terjadi pada saat gangguan *voltage sag* dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor.
2. Jika durasi gangguan berubah, maka nilai kapasitor juga harus diubah juga. Jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,01 second maka nilai kapasitor yang sesuai adalah 900 Var, jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,02 second maka nilai kapasitor yang sesuai adalah 1000 Var dan jika terjadi gangguan *voltage sag* dengan durasi waktu 0,03 second maka nilai kapasitor yang sesuai adalah 800 Var.
3. Dengan lebih kecilnya penurunan tegangan pada saat gangguan, maka kualitas tegangan akan meningkat.
4. Untuk nilai kapasitor yang melebihi daya reaktif, tegangan yang stabil juga akan mengalami penurunan kecepatan, diikuti dengan kelebihan tegangan yang tinggi sebelum tegangan stabil.

Demikian diatas beberapa kesimpulan akhir yang bisa ditarik dari hasil penulisan laporan Skripsi ini.

## **5.2 Saran - saran**

Dalam penulisan Laporan Skripsi ini penulis memberikan saran – saran sebagai berikut :

1. Penulis mengharapkan hasil skripsi ini bisa diaplikasikan dan diterapkan pada sistem motor induksi yang sebenarnya.
2. Penulis berharap skripsi ini dapat menjadi referensi bagi penulis selanjutnya karena masih banyak permasalahan lain yang perlu dikaji.
3. Penulis merasa bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna dan berharap penulis selanjutnya bisa lebih menyempurnakannya lagi karena.

Tidak banyak yang penulis harapkan, sebagian diatas merupakan saran-saran yang bisa penulis berikan. Saran dan kritik yang bersifat membangun penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- 1) Ibi Weking. Antonius,” **Analisis Pengaruh Perubahan *Power Quality* Terhadap Efisiensi Motor Induksi** “, Vol. 1, no. 1, Januari/Juni 2002.
- 2) T.S. Key, “ ***Predicting behavior of induction motors during service faults and interruptions, IEEE Industry Applications Magazine***, Vol. 32, pp. 6 – 11, January/February 1995.
- 3) Utomo. Heru, “ **Studi Tentang Fenomena *Voltage Sag (Dip)* dan Dampaknya Terhadap Sosialisasi Industri di PT. Sasa Inti Gading Probolinggo**”, Skripsi, 2005.
- 4) Ngadiono,” **Analisis Pengereman Dinamik Pada Motor Induksi 3 Fasa** “, Skripsi, Maret 2007.
- 5) D. H. Tourn, J. C. Amatti, J. C. Gomez, *Senior Member*, and E. F. Florena, “ ***Behavior Of The Scheme Source – Capacitor – Induction Motor When Voltage Sags and Interruptions Take Place*** “, *IEEE PESTransmission and latin amerika*, Venezuela, 2006

# LAMPIRAN

*Puji Syukur Kuucapkan Alhamdulillah, terima kasih Ya Allah dengan rahmat dan berkahmu aku akhirnya LULUS.*

*Tak ada rintangan dan ujian yang tak bisa kulalui karena engkau selalu menuntunku*

*Maafkan aku atas semua kesalahan dan ketidakjujuranku pada diriku sendiri Ya Allah*

*Terima kasih Ya Allah atas kesabaranmu yang begitu besar hingga memaafkan dan melindungiku slalu slama ini.....*

*Tak ada kata yang mampu kuucapkan kepada keluargaku yang telah mendukungku slama mengerjakan skripsi ini :*

- Bapak, terima kasih atas kepercayaan yang telah diberikan padaku, maaf klo aku lama baru lulus, n nggak bisa bantu bantu kerja dirumah. Maaf juga klo slama ngerjakan skripsi ini banyak minta uang walopun sedikit maksa he.....he.....*
- Iboe, maafkan aku klo slama ini aku sering bikin ibu repot, n yang jelas banyak ngrepotinnya sama bantunya, trimakasih karna slama ini iboe tidak pernah mengeluh n slalu sabar serta slalu mendukungku hingga skripsi ini selesai. Aku sayang banget sama iboe, bapak n smua. Aku tau emang saat inilah yang iboe slama ini inginkan.*

*Thank's juga buat :*

- istriku tercinta n tersayang Roro\_koe, thank's banget atas smua dukungan n kasih sayang yang tlah diberikan slama ini, makasih juga atas kesabarannya slama ini n maaf klo slama ngerjakan skripsi ini kamu jadi kurang perhatian. Sorry yaa.....*
- bapak Ir. Abdul Hamid, MT selaku Ka. Lab Konversi Energi Elektrik ITN Malang yang telah banyak memberi bimbingan dan arahan slama ini.*
- Ibi irrine, terima kasih atas bimbingannya slama ini.*
- Thank's juga buat tmen2 kedung ombo 5 (depo) (roger, dampit n gino) sori banyak ngrepotin n makasih juga sudah dikasih tempat tinggal. Buat husen trimakasih sudah banyak bantu bikin program, temenku andre, dickj, hoyek irat n smua anak 2002 dan 2003 (robi) trmakasih atas dukungannya slama ini. Peace man.....*





INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

---

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Bambang Setiawan  
N.I.M : 02.12.034  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : Analisa Kualitas Tegangan Pada Sistem Motor  
Induksi Akibat Adanya Voltage Sag Menggunakan  
*Matlab Simulink*

Dipertahankan dihadapan team penguji skripsi jenjang sarjana (S-1) pada :

Hari : Selasa  
Tanggal : 23 September 2008  
Dengan hasil : 79,45 (B+) *fy*



**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

Ir. Mochtar Asroni, MSME.  
Ketua

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT.  
Sekretaris

**ANGGOTA PENGUJI**

Ir. H. Taufik Hidayat, MT  
Penguji Pertama

Bambang Priyo H, ST, MT  
Penguji Kedua



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

### LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Bambang Setiawan  
NIM : 02.12.034  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : Analisa Kualitas Tegangan Pada Sistem Motor  
Induksi Akibat Adanya Voltage Sag Menggunakan  
*Matlab Simulink*

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Flowchart kurang	
2.	Kesimpulan ditambah	

Telah Diperiksa dan Disetujui :

**Dosen Penguji**

**Ir. H. Taufik Hidayat, MT**  
NIP.Y. 1018700015

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing I**

**Ir. M. Abdul Hamid, MT**  
NIP.Y. 101 8800 188

**Dosen Pembimbing II**

**Irrine Budi S, ST, MT**  
NIP. 132 314 400



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa : Bambang Setiawan  
NIM : 02.12.034  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik  
Judul Skripsi : Analisa Kualitas Tegangan Pada Sistem Motor  
Induksi Akibat Adanya Voltage Sag Menggunakan  
*Matlab Simulink*

No.	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Hal 2 judul dihapus	

Telah Diperiksa dan Disetujui :

**Dosen Penguji**

**Bambang Priyo Hartono, ST. MT**  
NIP.Y. 1028400082

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing I**

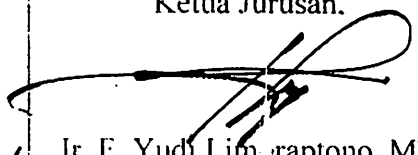
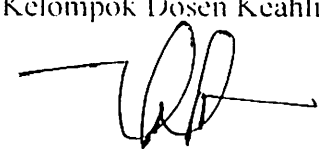
**Ir. M. Abdul Hamid, MT**  
NIP.Y. 101 8800 188

**Dosen Pembimbing II**

**Irrine Budi S, ST. MT**  
NIP. 132 314 400



**FORMULIR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI**  
 JURUSAN TEKNIK ELEKTRO/T. ENERGI LISTRIK S-1

1.	Nama Mahasiswa : <b>BAMBANG SETIAWAN</b>	Nim : <b>02.12.034</b>		
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal <b>30</b>	Bulan <b>Juni</b>	Tahun <b>2008</b>
Spesifikasi Judul *)				
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Mesin-Mesin Elektrik & Elda c. Sistem Pemb.Energi Elektrik	d. Sistem Kendali e. Teknik Tegangan Tinggi f. Lainnya .....		
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Kelompok Dosen Keahlian **)	Ketua Jurusan.  <u>Ir. F. Yudi Lim-raptono, MT</u> Nip. Y. 1039506274		
5.	Judul yang diajukan mahasiswa	<b>ANALISA UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI TIGA PHASA SAAT GANGGUAN SAG DAN HUBUNG SINGKAT DENGAN PEMILIHAN KAPASITAS KAPASITOR MENGUNAKAN MATLAB SIMULINK</b>		
6.	Perubahan Judul yang Diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	<b>PENINGKATAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM MOTOR INDUKSI AKIBAT ADANYA VOLTAGE SAG MENGUNAKAN MATLAB SIMULINK</b>		
7.	<b>Catatan :</b>			
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Kelompok Dosen Keahlian	Disetujui. Kelompok Dosen Keahlian  Tanggal :		

**Perhatian :**

1. Formulir Pengajuan ini harap dikembalikan ke Jurusan paling lambat *satu minggu* setelah disetujui Kelompok Dosen Keahlian dengan dilampirkan Proposal Skripsi beserta persyaratan Skripsi sesuai Form. S-1.
2. \*) dilingkari a, b, c, ... atau f, sesuai bidang Keahlian.
3. \*\*) diisi oleh Jurusan.

Lampiran :1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth.Bpk Ir.M. Abdul Hamid. MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bambang Setiawan  
Nim : 02.12.034  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

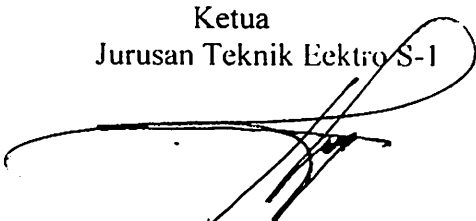
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama/ ~~Pendamping~~ dari 1 atau 2 dosen pembimbing\*). untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir):

**PENINGKATAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM  
MOTOR INDUKSI AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG*  
MENGUNAKAN MATLAB *SIMULINK***

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik  
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Malang. Juli 2008

Ketua  
Jurusan Teknik Eektro S-1

  
**Ir. F Yudi Limpraptono, MT**  
NIP.Y. 1039500274

Hormat kami,

  
**Bambang Setiawan**

) Coret yang tidak perlu

Form.S-3a

Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

Kepada : Yth.Ibu Irrine Budi S. ST, MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
MALANG

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bambang Setiawan  
Nim : 02.12.034  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

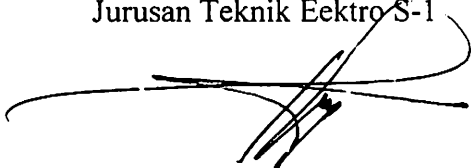
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ Pendamping dari 1 atau 2 dosen pembimbing\*). untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposol terlampir):

**PENINGKATAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM  
MOTOR INDUKSI AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG*  
MENGUNAKAN MATLAB *SIMULINK***

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik  
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Malang, Juli 2008

Ketua  
Jurusan Teknik Eektro S-1



**Ir. F Yudi Limpraptono, MT**  
NIP.Y. 1039506274

Hormat kami,



**Bambang Setiawan**

\*) Coret yang tidak perlu

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2  
MALANG

---

**PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI**

---

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Bambang Setiawan  
Nim : 02.12.034  
Semester : XII (Dua belas)  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / tidak bersedia \*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**PENINGKATAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM MOTOR  
INDUKSI AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG* MENGGUNAKAN *MATLAB  
SIMULINK***

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Juli 2008

**Kami yang Membuat pernyataan,**



**Ir .M. Abdul Hamid, MT**  
**NIP.Y. 101 8800 188**

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini  
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan  
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

\*) Coret yang tidak perlu

Form. S-3b

**PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI**

---

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Bambang Setiawan  
Nim : 02.12.034  
Semester : XII (Dua belas)  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

Dengan ini Menyatakan bersedia / tidak bersedia \*) Membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

**PENINGKATAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM MOTOR  
INDUKSI AKIBAT ADANYA *VOLTAGE SAG* MENGGUNAKAN MATLAB  
*SIMULINK***

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Juli 2008

**Kami yang Membuat pernyataan,**



**Irrine Budi S. ST, MT**  
NIP. 132 314 400

**Catatan :**

Setelah disetujui agar formulir ini  
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan  
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut.

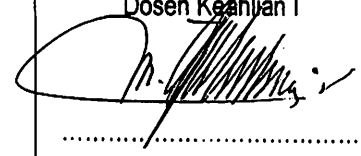
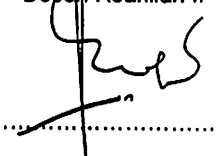
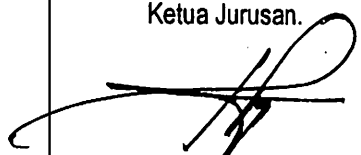
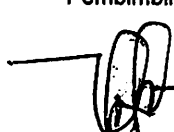
\*) Coret yang tidak perlu





## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika\*)

1.	Nama Mahasiswa: <b>BAMBANG SETIAWAN</b>	Nim: <b>02.12.034</b>		
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<b>26 Juli 2008</b>		Ruang:
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	<input checked="" type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri	<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya .....		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<b>PERINGKATAN... KUALITAS... TERAGIHAN... PARA... SISTEM...          MOTOR... INVEKSI... AKIBAT ADANYA... VOLTAGE SAG...          MENGGUNAKAN... MATLAB... SIMULINK...</b>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	.....		
6.	Catatan: .....			
Catatan: .....				
Persetujuan Judul Skripsi				
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
	 .....	 .....		
Mengetahui, Ketua Jurusan.		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
 <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274		Pembimbing I	Pembimbing II	
		 .....	.....	

Perhatian:

1. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu

\*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g sesuai bidang keahlian



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 04 Agt, 2008

Nomor : ITN-184/I.TA/2/08  
Lampiran : -  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr. **IR. M. ABDUL HAMID, MT**  
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

Dengan hormat  
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi  
Untuk Mahasiswa :

Nama : BAMBANG SETIAWAN  
Nim : 0212034  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya  
kepada Saudara/i selama masa waktu (enam ) 6 bulan, terhitung mulai  
tanggal :

26 Juli 2008 s/d 26 Januari 2009

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan  
terima kasih



Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
Nip. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
 BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
 Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 04 Agt, 2008

Nomor : ITN-185/I.TA/2/08  
 Lampiran : -  
 Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr. **IRRENE BUDI S, ST, MT**  
 Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing  
 Jurusan Teknik Elektro S-1  
 di  
 Malang

Dengan hormat  
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi  
 Untuk Mahasiswa :

Nama : BAMBANG SETIAWAN  
 Nim : 0212034  
 Fakultas : Teknologi Industri  
 Jurusan : Teknik Elektro S-1  
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu (enam ) 6 bulan, terhitung mulai tanggal :

26 Juli 2008 s/d 26 Januari 2009

Sebagai satu syarat untuk menempuh ujian Sarjana Teknik,  
 Jurusan Teknik Elektro S-1

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih



Ketua Jurusan  
 Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT  
 Nip. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip



**FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama : BAMBANG SETIAWAN  
 Nim : 02.12.034  
 Masa Bimbingan : 26 JULI 2008 s/d 26 JANUARI 2009  
 Judul Skripsi : **MENINGKATKAN KUALITAS TEGANGAN PADA SISTEM MOTOR INDUKSI AKIBAT ADANYA VOLTAGE SAG MENGGUNAKAN MATLAB SIMULINK**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	10 Sept 2008	Bab I Pendahuluan lainnya pd bagian nya! penulisan masalah yang dihadapi diperbaiki. Rumusan masalah & tujuan mengacu pd	
2.		nyawanya, kualitas tegangan seperti apa yg diinginkan? pd motor drsu sistem yg dibangun. Pdb 210 belum ada nama gbr.	
3.		Bab III & IV untuk skema simulink yg ditanyakan lebih baik diuraikan juga pers. matematika-nya.	
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Malang, Sept 2008  
 Dosen Pembimbing II,

**IRRINE BUDI S. ST, MT**  
 Nip. 132 314 400



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

## Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Bambang Setiawan  
NIM : 02.12.034  
Perbaikan meliputi :

*flowchart bagan .*  
*kemudian ditambahi*

Malang, 23 September 2008

*[Signature]*  
Dr H Taufik Hidayat, MT



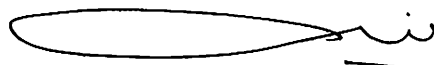
## Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Janjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi T. Energi Listrik / T. Elektronika / T. Infokom, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Bambang Setiawan  
NIM : 02.12.634  
Perbaikan meliputi :

hal 2 judul di hapus.

Malang, 23 Sept 2008

  
( Bambang Prio H ), ST., MT



## SURAT PERMOHONAN

Dengan Hormat,

Yang bertandatangan sebagai pemohon, saya mahasiswa dengan Identitas sebagai berikut :

Nama : **BAMBANG SETIAWAN**  
Nim : 02.12.034  
Jurusan : Teknik Elektro Energi Listrik S1  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Keperluan : Pengukuran Tegangan Motor Induksi  
Waktu : Tgl 07 s/d 10 Juli 2008

Mengajukan permohonan peminjaman dan penggunaan alat untuk keperluan sebagaimana yang tercantum dibawah ini .

### Daftar Peralatan Yang Dipinjam

No	Kode Alat	Nama Alat	Trade Mark
1	070107633	Clamp meter	Hioki 2007
2	DL 2026	Hand Tacometer	De Lorenzo
3	0171029	Tang Amperemeter	Kvoritsu
4	DT 9205 A	Voltmeter	Xiole
5	DL 1013 M2	Power Supply Turet	De Lorenzo
6	DL 1021	Motor AC Induksi	De Lorenzo

Catatan : 1. Apabila terjadi kerusakan pada alat yang digunakan saya sanggup mengganti.  
2. Bersedia mematuhi segala peraturan yang berlaku di Lab. Konversi Energi Elektrik

Demikian surat permohonan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggung jawabkan, Terima Kasih.

Asisten Pendamping

Husen Sufianto  
Nim. 02.12.010

Pemohon

Bambang Setiawan  
Nim . 02.12.034

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik

Ir. M.Abdul Hamid, MT  
Nip . 101 880 00188