

SKRIPSI

**ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA
MENGUNAKAN PENGENDALI THYISTOR ANTI-PARALEL
DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI
ELEKTRIK ITN MALANG**



**Disusun oleh :
HUSEN SUFIANTO
NIM 02.12.010**

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

APRIL 2008

NOTES

THESE NOTES CONTAIN THE RESULTS OF THE
RESEARCH CONDUCTED BY THE RESEARCHERS
AND ARE NOT TO BE USED FOR ANY OTHER
PURPOSES WITHOUT THE PERMISSION OF THE
AUTHORS.

THESE NOTES
CONTAIN THE RESULTS
OF THE RESEARCH

THESE NOTES CONTAIN THE RESULTS
OF THE RESEARCH CONDUCTED BY THE
RESEARCHERS AND ARE NOT TO BE
USED FOR ANY OTHER PURPOSES
WITHOUT THE PERMISSION OF THE
AUTHORS.

END OF NOTES

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN
PENGENDALI THYISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

SKRIPSI

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

**Disusun Oleh :
HUSEN SUFIANTO
02.12.010**

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)

NIP.Y. 101 880 0188

(Bambang Prio Hartono, ST.MT)

NIP. Y. 102 840 0082

**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
MARET 2008**

ABSTRAK

ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

Husen sufianto
M. Abdul Hamid
Bambang Prio Hartono

Salah satu cara pengendalian motor induksi tiga fase adalah mengatur tegangan terminal motor. Pengaturan tegangan tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan sepasang thyristor anti-paralel pada setiap fsenya. Berbagai model telah banyak digunakan untuk menganalisis unjuk kerja motor induksi dengan system pengendalian diatas.

Penulisan ini menganalisa hasil unjuk kerja *steady-state* motor induksi 3 fasa yang menggunakan pengendali thyristor anti-paralel kemudian di bandingkan dengan menggunakan autotrafo selanjutnya di simulasikan dengan menggunakan MATLAB versi 7.0.

Hasilnya menunjukkan bahwa pada saat pengendalian kecepatan dengan menggunakan pengendali thyristor anti-paralel menghasilkan arus starting 10.2 A. Nilai ini lebih kecil di bandingkan dengan menggunakan pengendali autotrafo yang menghasilkan arus 10.66 A.

Kata kunci : *thyristor anti-paralel, motor induksi, steady state.*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan karunia-NYA kami dapat menyelesaikan Penyusunan Skripsi ini yang merupakan syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro Konsentrasi Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak luput dari bantuan beberapa pihak yang terus memberi masukan dan dukungan. Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada

1. Bapak Prof. DR. Eng Ir. Abraham Lomi, MSEE selaku Rektor ITN Malang
2. Bapak Ir.FX Yudi Limpraptono,MT, selaku Ketua Jurusan Elektro.
3. Bapak. Ir. M. Abdul Hamid, MT Selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak. Bambang Prio Hartono,ST, MT Selaku Dosen Pembimbing II
5. Bapak. Ir. M. Abdul Hamid , MT Ka Lab Konversi Energi Elektrik Institut Teknologi Nasional Malang
6. Kedua Orang Tua untuk doa dan dukungannya selama ini
7. Seluruh Dosen Elektro Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang
8. Semua pihak yang telah mendukung skripsi ini.

Menyadari akan banyaknya kekurangan yang ada dalam penyusunan laporan maka kami menganggap bahwa laporan ini belumlah sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran sangat membantu guna mendapatkan hasil yang lebih baik.

Malang, 04 Maret 2008

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang.....	1
2. Rumusan Masalah.....	2
3. Tujuan	2
4. Batasan Masalah	3
5. Metodologi Penelitian.....	3
6. Relevansi.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Teori Dasar Motor Induksi.....	5
2.2. Konstruksi Motor Induksi.....	6
2.2.1 Stator.....	6
2.2.2 Rotor	7
2.3. Medan Magnet Putar.....	8
2.3.1 Prinsip Kerja Motor Induksi	9
2.3.3 Slip Dan Frekwensu Arus Rotor	11
2.4. Rangkaian Ekvivalen	12

2.4.1. Rangkaian Ekivalen Stator	13
2.4.2. Rangkaian Ekivalen Rotor	14
2.5. Model Rangkaian DQ	17
2.6 Operasioal Motor Induksi	19
2.6.1 Performa Steady State	20
2.7. Pengujian Motor Induksi 3 Phasa	20
2.7.1. Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>)	21
2.7.2. Pengujian Tanpa Beban (<i>No Load Test</i>)	21
2.7.3. Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked Rotor Test</i>) 24	23
2.8. Teori Dasar Thyristor	26
2.8.1 SCR Tunggal	26
2.8.2 SCR Ganda Yang Dihubungkan Secara Anti Paralel (TRIAC)	27

BAB III PEMODELAN MOTOR INDUKSI

3.1. Matlab Simuink	29
3.2. Pemodelan Motor Induksi 3 fasa	31
3.3. Model Thyristor Anti Paralel	36
3.4. Algoritma Pemrograman	40
3.4.1 Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum	40
3.5. Flowchart Pemecahan Secara Umum	41
3.5.1. Simulasi	41
3.5.2. Eksperimen	42

BAB IV ANALISA PRAMETER MOTOR DAN HASIL SIMULASI

4.1. Pengujian Parameter Motor Induksi	43
----------------------------------------------	----

4.1.1. Alat yang digunakan	43
4.1.2. Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>)	44
4.1.3. Pengujian Tanpa Beban (<i>No Load Test</i>)	44
4.1.4. Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked Rotor Test</i>)	45
4.2. Analisa Parameter Motor Induksi	45
4.3. Simulasi Motor Induksi.....	49
4.3.1 Tampilan Parameter.....	49
4.3.2. Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel Tanpa Beban.....	53
4.3.3. Gambar Berikut Menunjukkan Unjuk Kerja Motor Induksi 1,1 Kw Yang Di Kendalikan <i>Autotrafo</i>	56
4.3.4. Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel Berbeban.....	59
4.3.5. Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali <i>Autotrafo</i> Berbeban.....	61
4.3.6. Hasil Eksperimen Perbandingan Antara Pengendali Thyristor Dengan <i>Autotrafo</i>	63
4.3.7. Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel Dengan Beban 3.6 N.m	64
 BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	65
5.2. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	69

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Data Hasil Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>).....	44
Tabel 4.2. Data Hasil Pengujian Tanpa Beban (<i>No Load Test</i>)	44
Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked Rotor Test</i>).....	45
Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Parameter Motor Induksi	48
Tabel 4-5. Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Pengendali Thyristor dan Autotrafo	58
Tabel 4-6. Perbandingan Antara Pengendali Thyristor Dengan <i>Autotrafo</i>	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Motor Induksi	6
Gambar 2.2.	Stator 3 Phasa Motor Induksi.....	7
Gambar 2.3.	Motor Induksi Rotor Belitan Dan Sangkar Tupai.....	8
Gambar 2.4.	Medan Putar Pada Motor Induksi	9
Gambar 2.5.	Rangkaian Ekuivalen Stator Motor Induksi.....	13
Gambar 2.6	Rangkaian Ekuivalen Rotor Motor Induksi	15
Gambar 2.7	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi	16
Gambar 2.8.	Rangkaian DQ Motor Induksi.....	17
Gambar 2-9	Kondisi Steady State.....	20
Gambar 2.10	Pengujian Arus Searah (<i>DC Test</i>).....	21
Gambar 2.11.	Pengujian Tanpa Beban (<i>No Load Test</i>).....	22
Gambar 2.12	Pengujian Rotor Tertahan	24
Gambar 2.13	a). Simbol SCR	26
	b). Karakteristik SCR	26
Gambar 2.14	Jontrol Fasa Gelombang AC.....	27
Gambar 2.13	a). Simbol TRIAC.....	28
	b). Karakteristik TRIAC.....	28
Gambar 3.1	Tampilan Blok Simulink MATLAB 7.0	29
Gambar 3.2.	Contoh Penggunaan Simulink	30
Gambar 3.3.	Blok .Motor Induksi 3 Fasa	31
Gambar 3.4	Tampilan Model Fisik Blok Motor Induksi 3 Fasa.....	32

Gambar 3.5.	Tampilan Model Fisik Rotor dan Stator Dalam Model Fisik Blok Motor Induksi 3 Fasa.....	33
Gambar 3.6	Rangkaian Di Dalam Blok Rotor.....	33
Gambar 3.7	Rangkaian Di Dalam Blok Stator	34
Gambar 3.8	Tampilan pada Mutual Fluxes	34
Gambar 3.9	Rangkaian <i>abc to dq conversion</i>	35
Gambar 3.10	Rangkaian <i>dq to abc conversion</i>	36
Gambar 3.11	pengendalian motor induksi 3 fasa menggunakan pengendali thyristor anti paralel	37
Gambar 3.12	Blok Thyristor Yang Di Hubungkan Secara Anti Paralel.....	37
Gambar 3.13	Rangkaian Blok Simulink Thyristor	38
Gambar 3.14	Blok Simulink Secara keseluruhan.....	39
Gambar 4.1	Parameter Motor Induksi 3 fasa.....	49
Gambar 4.2	Blok Parameter Thyristor.....	50
Gambar 4.3	Blok Parameter Power Supply	51
Gambar 4.4	Blok Parameter Pembangkit Pulsa.....	52
Gambar 4.5	Gelombang Arus Motor Terhadap Waktu	53
Gambar 4-6	Bentuk Gelombang Tegangan terhadap waktu.....	54
Gambar 4-7	Putaran Dan Torsi Motor 1,1 Kw Yang Di Kendalikan <i>Thyristor</i> Anti Paralel Untuk Sudut Pemicuan 45°	55
Gambar 4-8	Arus Terhadap waktu.....	56
Gambar 4-9	Tegangan Terhadap waktu.....	57
Gambar 4-10	Putaran Dan Torsi Motor 1,1 Kw Yang Di Kendalikan <i>Autotrafo</i> Dengan $V_{rms} = 215$ Volt	58

Gambar 4-11	Arus, Putaran, Torsi, Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m	59
Gambar 4-12	Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m.....	60
Gambar 4-13	Arus, Putaran, Torsi, Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m	61
Gambar 4-14	Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m.....	62
Gambar 4-15	Arus Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 N.m.....	64
Gambar 4-16	Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 N.m.....	65
Gambar 4-17	Putaran Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 N.m.....	66
Gambar 4-18	Torsi Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 N.m	66

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Motor listrik sampai pada saat ini memiliki peranan yang sangat penting baik di dunia industri maupun di rumah tangga. Hal ini menyebabkan motor listrik menjadi suatu perhatian yang khusus untuk peralatan yang membutuhkan tenaga mekanik. Hal ini di karenakan motor induksi mempunyai banyak kelebihan-kelebihan diantaranya adalah selain harganya yang relatif lebih murah dibandingkan motor jenis lainya konstruksi motor induksi juga lebih kokoh dan lebih mudah untuk perawatanya.

Pengaturan tegangan pada motor induksi 3 fasa adalah merupakan salah satu cara pengaturan kecepatan^[4]. Namun cara ini hanya menghasilkan pengaturan yang terbatas. Salah satu cara Pengaturan tegangan tersebut dapat dilakukan dengan menambahkan sepasang thyristor anti-paralel pada setiap fasenya^[2]. Di dalam skripsi ini akan membahas lebih jelas tentang pengaruh pemasangan thyristor pada sumber tegangan motor induksi 3 fasa yang di pasang secara anti paralel. sehingga yang di analisis adalah kinerja (*performance*) motor. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Khater dan Novotny yaitu menganalisis unjuk kerja motor dengan memodelkan thyristor anti-paralel sebagai reaktansi seri, sedangkan motor induksi dimodelkan dengan rangkaian ekivalen satu fase.

Dengan bantuan program Matlab maka akan didapatkan hasil simulasi dari unjuk kerja motor induksi dengan cara membuat blok-blok simulink rangkaian secara langsung dan menginputkan parameter-parameter yang dibutuhkan.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka permasalahan yang timbul adalah :

1. Bagaimana cara membuat blok-blok rangkaian simulasi di dalam MATLAB.
2. Bagaimana cara menentukan sudut penyalan thyristor.
3. Sejauh mana pengaruh pengaturan sudut penyalan thyristor terhadap tegangan yang di gunakan oleh motor.
4. Dan sejauh mana pengaruhnya terhadap unjuk kerja motor (arus, torsi dan putaran motor).
5. Sejauh mana manfaat pengaturan sudut penyalan thyristor terhadap unjuk kerja motor.
6. Bagaimana hasil perbandingan antara penggunaan thyristor anti paralel yang di pasang pada masing-masing fase dengan yang menggunakan *autotrafo* yang dapat di atur tngangan outputnya.

3. Tujuan Pembahasan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis unjuk kerja motor induksi 3 fase yang menggunakan rangkaian pengendali thyristor anti-paralel yang di pasang pada tiap-tiap fasenya.

4. Batasan Masalah

1. Analisis dilakukan pada motor induksi tiga fasa jenis rotor sangkar DE LORENZO/DL 1021, 1,1 kW, 220/380(Δ /Y) Volt, 4,3/2,5(Δ /Y) Ampere, $\text{Cos } \phi$ 0,83, 50 Hz, 2820 rpm, 2 kutup.
2. Pembahasan ditekankan pada analisis ujuk kerja motor induksi 3 fasa jenis rotor sangkar menggunakan pengendali thyristor anti paralel.
3. Simulasi menggunakan program Matlab versi 7.0
4. Menunjukkan hasil simulasi yaitu : bentuk gelombang tegangan, arus, torsi, kecepatan, pada saat sudut penyulutan tertentu.
5. Tidak membahas sistem proteksi motor
6. *Autotrafo* hanya sebagai pembanding saja.
7. Rangkaian dq hanya digunakan sebagai pemodelan motor induksi saja.

5. Metode Penelitian

Dalam penulisan skripsi ini metodologi sebagai berikut :

1. Studi Literature

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan motor induksi serta penurunan rumus-rumus yang digunakan dalam skripsi ini.

2. Pengumpulan Data

Melakukan eksperimen dan pengambilan data dari motor induksi yang akan di analisa melalui percobaan dengan metode pengujian arus searah (

DC Test),Pengujian rotor tertahan (*Block Rotor Test*) dan pengujaia tanpa beban (*No Load Test*)

3. Melakukan analisa dari data untuk parameter-parameter yang akan digunakan.
4. Melakukan simulasi dari data yang ada kedalam Blok Simulink dengan bantuan MATLAB SIMULINK versi 7.0
5. Menampilkan hasil simulasi
6. Menarik kesimpulan.

6. Relevansi

Dengan adanya analisis pada motor induksi 3 fasa dengan menggunakan pengaturan tegangan melalui pemasangan thyristor yang di pasang secara anti paralel ini maka kita akan dapat mengetahui pengaruh unjuk kerja motor serta kita dapat menentukan kapan bahwa motor induksi memerlukan pengaturan tegangan atau tidak. Selain itu kita juga akan mengetahui dampak apa saja yang timbul pada motor tersebut.

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.

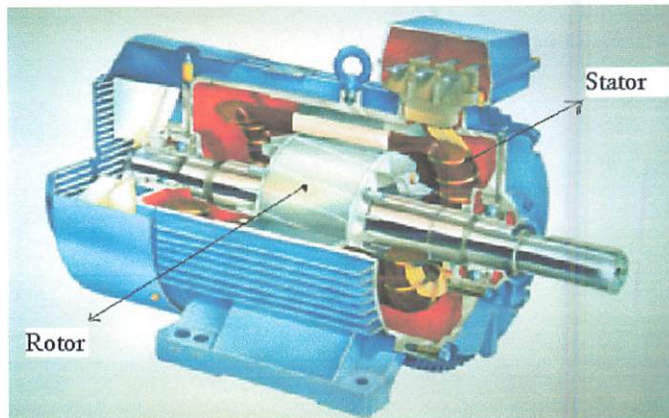
Motor induksi *polyphase* banyak dipakai dikalangan industri. Ini berkaitan dengan beberapa keuntungannya. yaitu

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 :

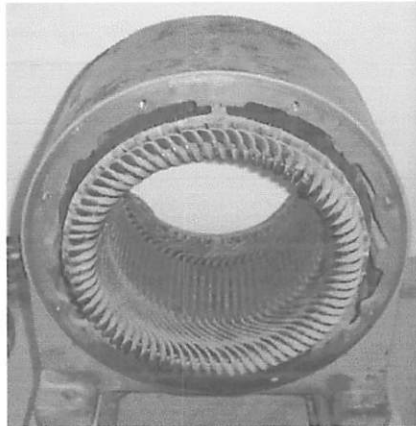


Gambar 2-1
Konstruksi Motor Induksi

2.2.1. Stator

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

- a. Rumahan 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

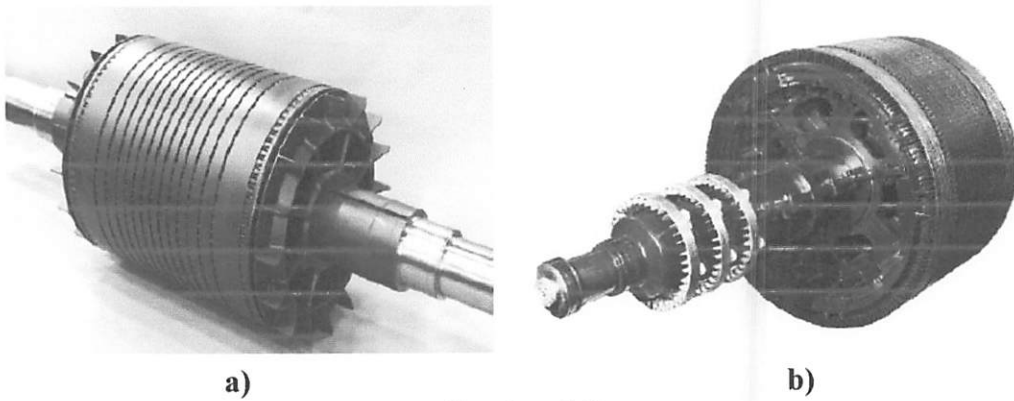
Konstruksi dari rotor motor induksi mempunyai dua bentuk, yaitu :

- 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*).

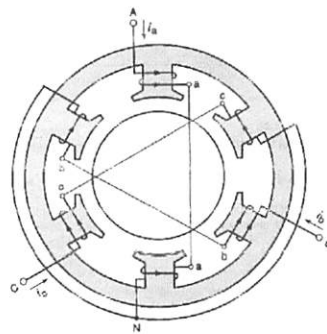
Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai.



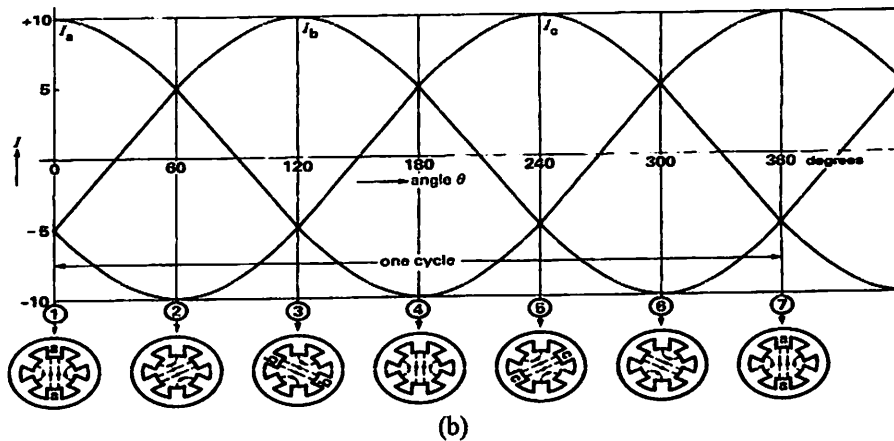
Gambar 2-3
a) Rotor Sangkar
b) Rotor Belitan

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 fase banyak, umumnya tiga fase. Hubungan dapat berupa hubungan bintang atau delta.



(a)



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° (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 meiibitkan 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 (Φ_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 *ampere-conductor* yang berkerja dengan medan fluks untuk menghasilkan torsi mula. Pengaruh torsi ini selalu mengakibatkan rotor berputar dalam arah yang sama sebagaimana medan putar. Anggaplah bahwa medan fluks putar searah jarum jam

pada kecepatan tertentu yang bergantung pada frekuensi stator dan banyaknya kutub dari kumparan stator. Kecepatan ini disebut “kecepatan sinkron” dan dinyatakan :

$$n_s = \frac{120f}{p} \text{ rpm} \dots\dots\dots (2.4)$$

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 dan Frekuensi Arus Rotor

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

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

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^[2] :

$$n_s = \frac{120f_s}{p} \text{ atau } f_s = \frac{p.n_s}{120} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana : p = jumlah kutub

f_s = frekuensi stator

Pada rotor berlaku hubungan :

$$f_r = \frac{(n_s - n_r)p}{120} = \frac{(n_s - n_r)n_s p}{n_s 120} \dots\dots\dots (2.7)$$

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

Maka :

$$f_r = s.f_s \dots\dots\dots (2.8)$$

2.4 Rangkaian Ekuivalen

Suatu rangkaian ekuivalen motor induksi tiga phasa diperlukan untuk membantu analisis operasi dan untuk memudahkan penghitungan kinerja. Rangkaian ekuivalen tersebut mengasumsikan suatu bentuk yang identik rangkaian ekuivalen 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 :

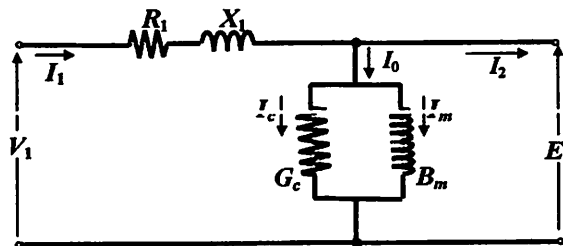
1. Stator sebagai sisi primer

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

2.4.1 Rangkaian Ekivalen 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 ^[1]

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 Ekuivalen 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 :

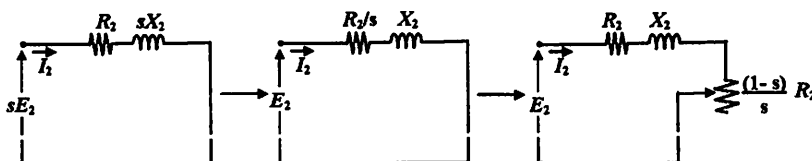
$$E_2 = 4,44f_2 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2.11)$$

Pada slip, s , frekuensi rotor menjadi $s f_s$, maka tegangan induksi pada rotor (E_2') pada slip, s , adalah :

$$E_2' = 4,44sf_1 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2.12)$$

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 Ekivalen Rotor^[1]

Dimana :

S = Slip

E_2 = tegangan induksi per-fasa di dalam rotor pada keadaan diam

R_2 = resistansi kumparan rotor per-fasa berpatokan pada stator

X_2' = reaktansi bocor rotor per-fasa berpatokan pada stator

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

Besar arus rotor (I_2) saat berputar adalah :

$$I_2 = \frac{sE_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2')^2}} \dots\dots\dots(2.14)$$

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 dihitng dengan menggunakan rumus:

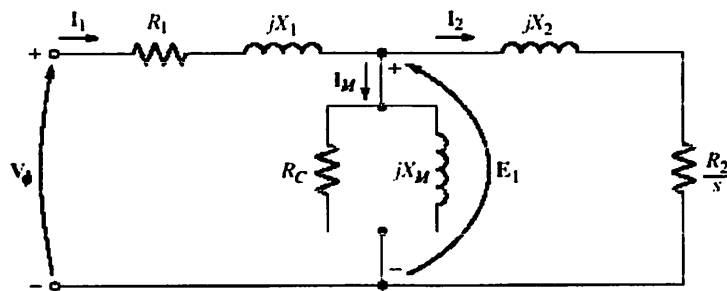
$$P_o = T_o \cdot \omega_r \dots\dots\dots(2.16)$$

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

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

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

Jadi rangkaian ekivalen secara keseluruhan ketika motor berjalan adalah sebagai berikut:



Gambar 2-7
Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi [4]

Dimana

V_1 = 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)

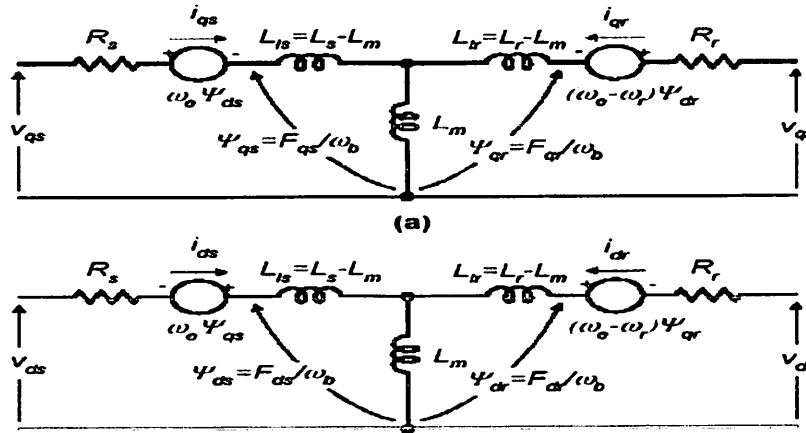
P_{in} = Daya Input (Watt)

T_o = Torsi Mekanik (Nm)

ω_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 ekuivalen harus dirubah dalam bentuk rangkaian DQ



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

$$\frac{dF_{qs}}{dt} = \omega_b \left[v_{qs} - \frac{\omega_e}{\omega_b} \cdot F_{ds} + \frac{Rs}{x_{ls}} (F_{mq} + F_{qs}) \right] \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\frac{dF_{ds}}{dt} = \omega_b \left[v_{ds} + \frac{\omega_e}{\omega_b} \cdot F_{qs} + \frac{Rs}{x_{ls}} (F_{md} + F_{ds}) \right] \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\frac{dF_{qr}}{dt} = \omega_b \left[v_{qr} - \frac{(\omega_e - \omega_r)}{\omega_b} \cdot F_{dr} + \frac{Rr}{x_{lr}} (F_{mq} - F_{qr}) \right] \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\frac{dF_{dr}}{dt} = \omega_b \left[v_{dr} + \frac{(\omega_e - \omega_r)}{\omega_b} \cdot F_{qr} + \frac{Rr}{x_{lr}} (F_{mq} - F_{dr}) \right] \dots\dots\dots(2.23)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$$T_e - T_L = J \cdot \left(\frac{2}{p}\right) \frac{d\omega_r}{dt} \dots\dots\dots(2.32)$$

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
 ω_e : Frekuensi elektrik sudut stator
 ω_b : Frekuensi dasar elektrik sudut motor

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

Data tersebut berupa:

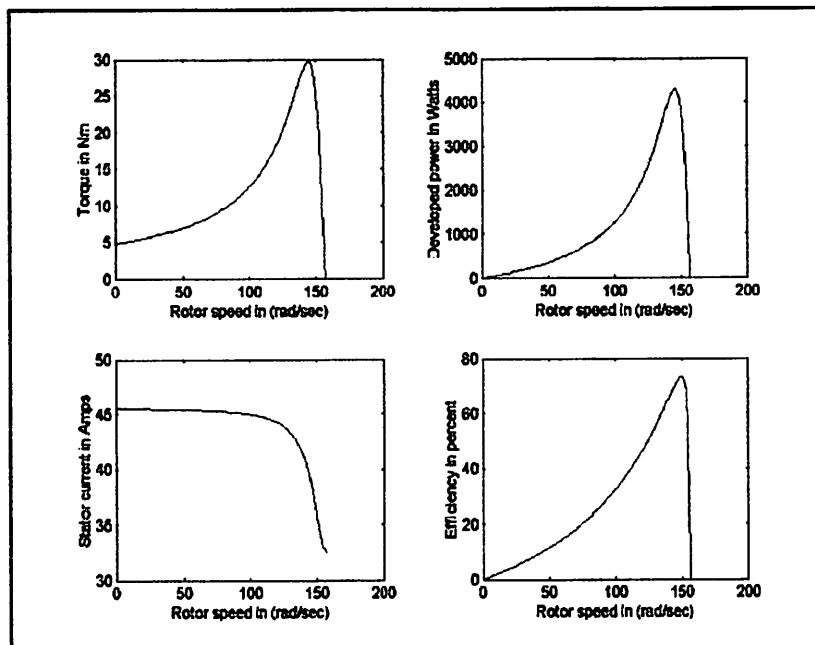
- Daya Output (Hp/KW)
- Tegangan Nominal V_{L-L} (Volt)
- Arus Nominal (Amp)
- Power Faktor
- Kecepatan (rpm)
- Jumlah Kutub

2.6 Operasional Motor Induksi

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

2.6.1 Performa *Steady State*

Kondisi motor dalam keadaan *steady state* adalah kondisi dimana motor dalam keadaan 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.



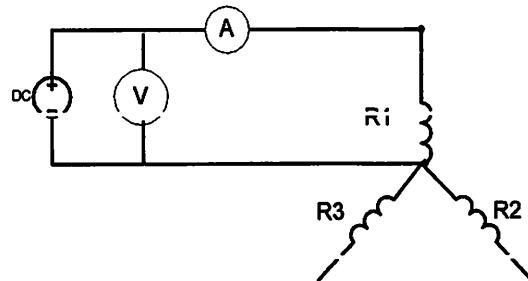
Gambar 2-9
Keadaan Steady State Motor Induksi ^[6]

2.7 Pengujian Motor Induksi Tiga Fasa

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
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 :

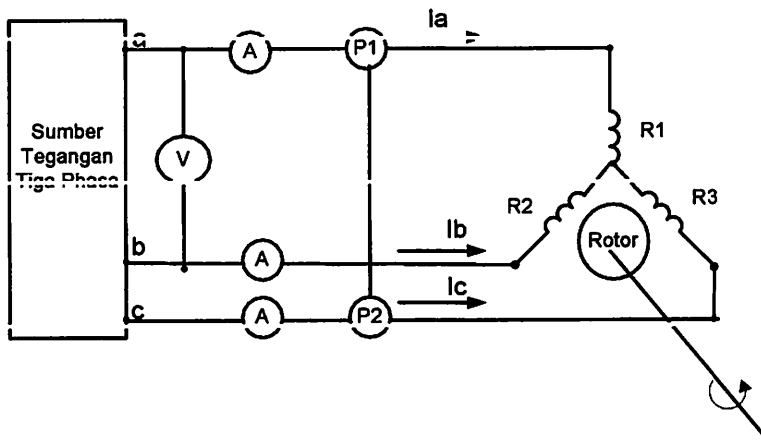
$$R_{ab} = R_1 = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} \Omega \dots \dots \dots (2.33)$$

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 :

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

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

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

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

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

$$R_{nl} = \frac{P_{3\phi}}{3I_0} \text{ ohm} \dots\dots\dots(2.37)$$

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

R_c , resistansi rugi-rugi inti :

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

$$R_c = \frac{E_a^2}{P_c} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.40)$$

Rugi Rugi Stator

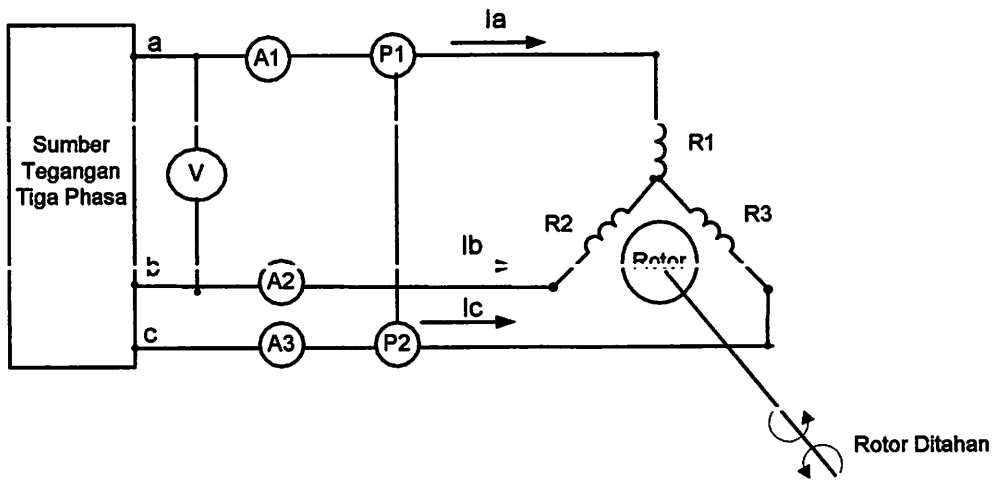
$$P_{rs} = 3I_{nl}^2 \cdot R_s \text{ (Watt)} \dots\dots\dots(2.41)$$

Rugi Gesek, angin, rugi besi :

$$P_{fwc} = P_{nl} - P_{rs} \text{ (Watt)} \dots\dots\dots(2.42)$$

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 fasa 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 :

$$P_{3-\phi} = P_u + P_v \text{ watt} \tag{2.43}$$

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 :

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

I_{br} , arus fasa stator :

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

R_{ek} , resistansi ekuivalen :

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

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 ekuivalen :

$$X_{ek} = \sqrt{(Z_{br}^2 - R_{ek}^2)} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.50)$$

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

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

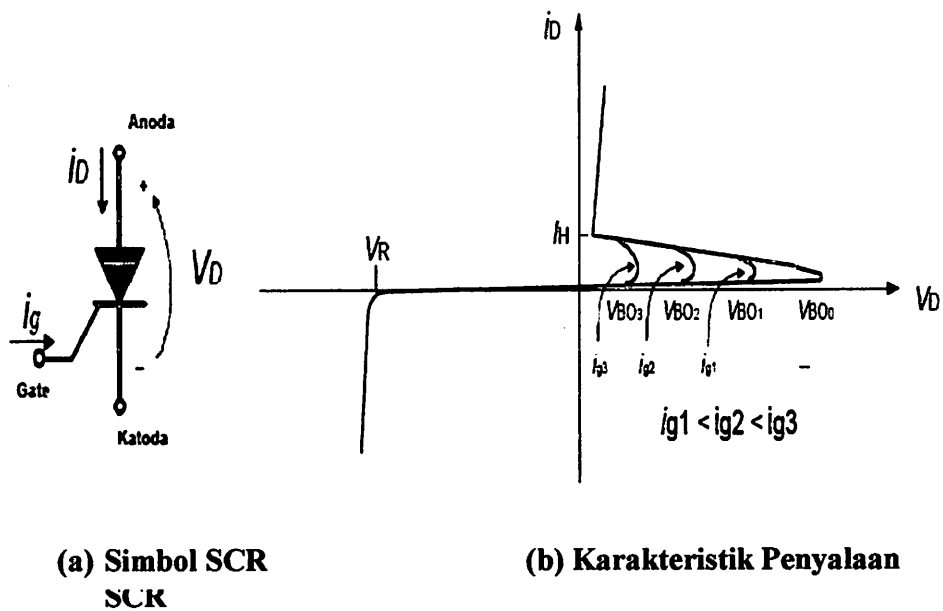
$$S_m = \frac{R_s}{\sqrt{(R_{ab})^2 + (X_{ab} + X_s)^2}} \dots\dots\dots(2.51)$$

$$T_m = \frac{3(V_{ab})^2 \cdot \frac{R_s}{S_m}}{\omega_s \left\{ \left(R_{ab} + \frac{R_s}{S_m} \right)^2 + (X_{ab} + X_s)^2 \right\}} \dots\dots\dots(2.52)$$

2.8 Teori Dasar Thyristor

2.8.1 SCR Tunggal

SCR (*Silicon controlled rectifier*) adalah komponen elektronika daya yang digunakan sebagai penyearah yang dapat dikontrol. Prinsip kerja dari SCR sama dengan dioda, tetapi bedanya pada SCR ketika SCR dibias maju arus tidak dapat mengalir jika pada gerbang (Gate) tidak dipicu atau ditrigger. Pengaturan besarnya arus yang masuk pada gate dengan mengatur sudut penyalan (firing) SCR berupa besarnya sudut α .

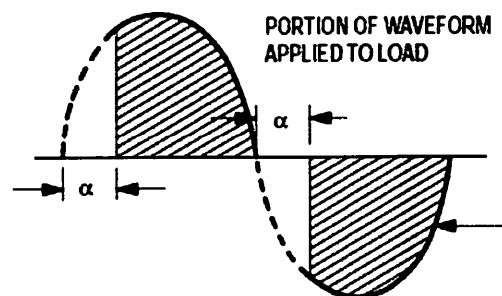


Gambar 3-13

Besarnya sudut sulut (α) akan mempengaruhi besarnya arus yang mengalir dari anoda ke katoda. Seperti dioda SCR dapat juga sebagai penyearah gelombang penuh dan penyearah setengah gelombang.

3.2 SCR Ganda Yang Dihubungkan Secara Anti Paralel (TRIAC)

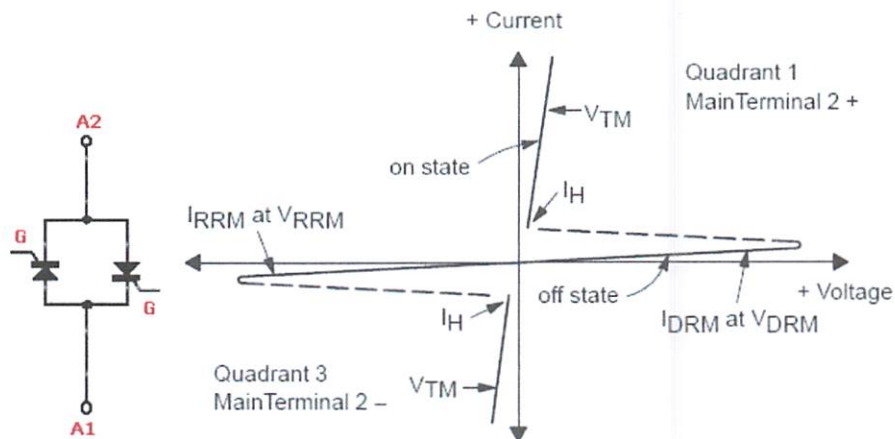
Jika dua buah SCR di hubungkan secara anti parallel dan terhubung pada sumber tegangan bolak-balik (*alternating current – ac*) maka SCR dapat berfungsi sebagai pengatur tegangan ac.



Gambar 3-14^[10]
Control Fasa Pada Gelombang AC

Pada umumnya pengaturan tegangan ac ini di aplikasikan pada : Sistem pemanasan pada industry (*Industrial Heating*), Pengaturan Tap Trafo berdasarkan beban, (*on-load transformer tap changing*), Pengaturan intensitas cahaya lampu (*light control*), Pengaturan kecepatan motor induksi fasa banyak (*speed control of polypahse induction motors*), dan Pengaturan magnet ac (*ac magnet controls*)^[7].

Dalam hal ini SCR yang di hubungkan secara anti paralel sama halnya dengan TRIAC. Dimana TRIAC adalah gabungan dua SCR yang di hubungkan secara anti paralel.



Gambar 3-15^[10]

(a). Simbol TRIAC

(b). Karakteristik Penyalan TRIAC.

TRIAC mempunyai tiga buah perioda, yaitu yaitu Main 1 (M_1), Main 2 (M_2), dan Gate (G). Pada kondisi terminal M_2 mendapat tegangan positif dan M_1 negatif sesaat setengah periode dari tegangan AC, maka kondisi ini tidak akan terjadi konduksi antara M_1 dan M_2 , kemudian baru terjadi konduksi bila suatu tegangan positif diberikan pada terminal gate (G). Demikian juga sebaliknya, sepanjang setengah belahan gelombang berikutnya yakni saat M_2 negatif, M_1 positif agar TRIAC konduksi maka pada terminal gate (G) harus di berikan tegangan negative. Variasi sudut penundaan dapat dihasilkan dengan jalan mengubah-ubah level dan polaritas dari tegangan gate.

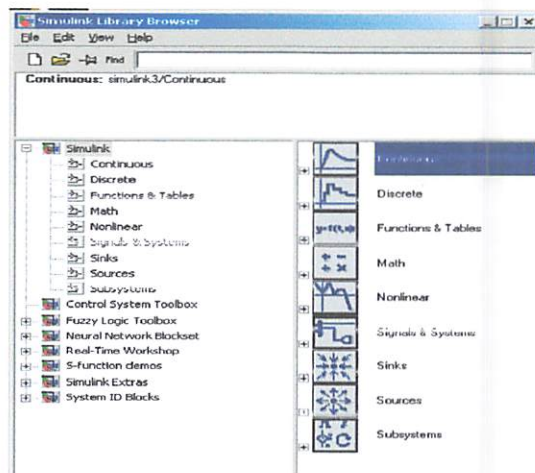
Keuntungan di gunakan komponen ini antara lain :

- ❖ Tegangan efektif pada beban dapat di atur dengan mengatur saat penyalan/penyulutan.
- ❖ Untuk mengendalikan komponen ini hanya di butuhkan daya yang kecil.

BAB III PEMODELAN MOTOR INDUKSI 3 PHASA DAN TYRISTOR ANTI PARALEL

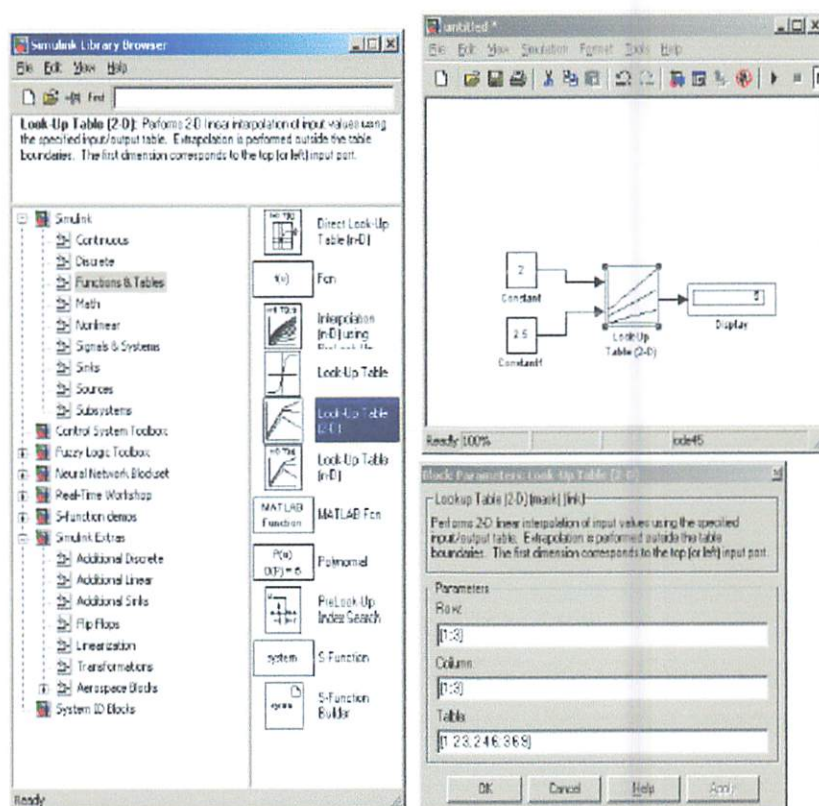
3.1 Matlab Simulink

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 $2 \times 2.5 = 5$ maka kita dapat menggunakan blok look up table (2-D) sepert dapat dilihat pada gambar di bawah ini

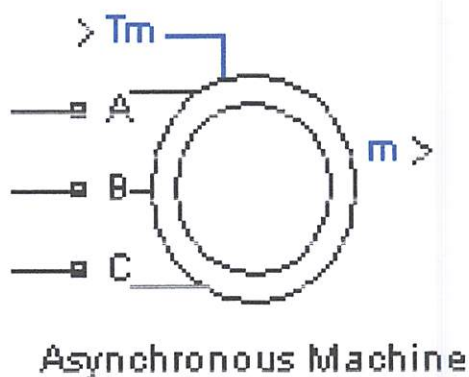


Gambar 3-2
Contoh Penggunaan Simulink

3.2. Pemodelan Motor Induksi 3 fasa

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

Untuk mengontrol motor induksi 3 fasa dengan pengendali thyristor anti paralel maka motor induksi harus dimodelkan dalam bentuk persamaan dynamics motor induksi 3 fasa. Untuk memodelkan motor induksi 3 fasa tersebut harus di ubah dalam bentuk Dq ^[3].

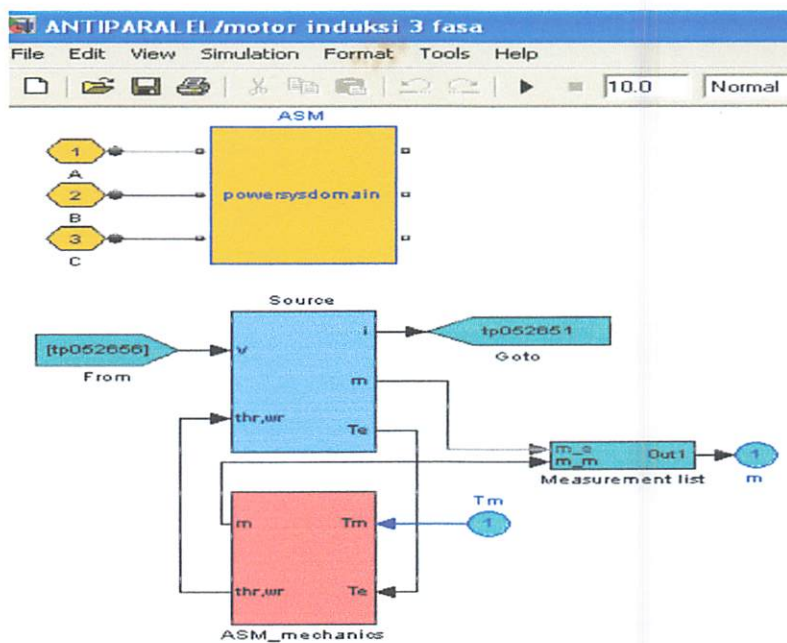


Gambar 3-3
Contoh Motor Induksi 3 Fasa^{[8] [9]}

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.

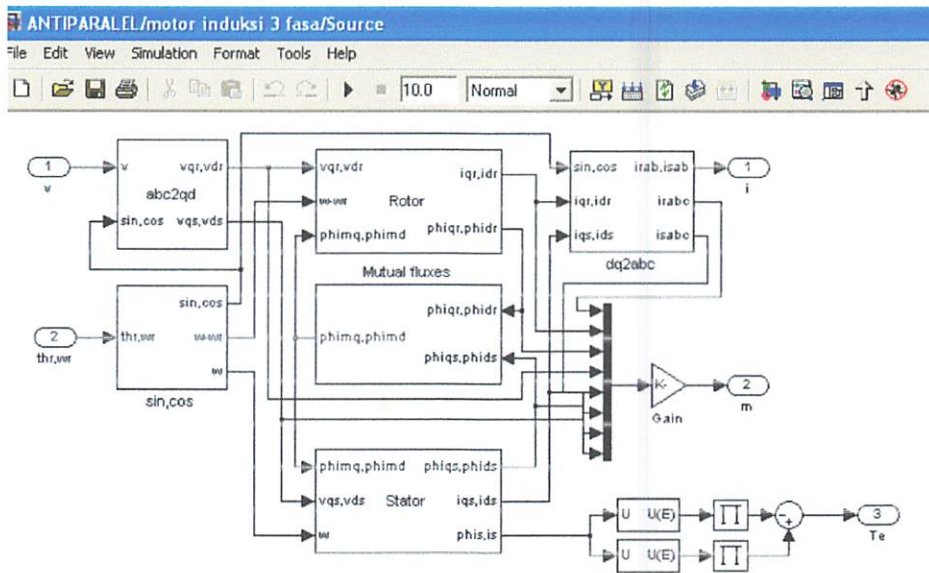
Blok motor induksi yang dibentuk berdasarkan rangkaian DQ terdiri dari beberapa bagian penting yaitu:

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



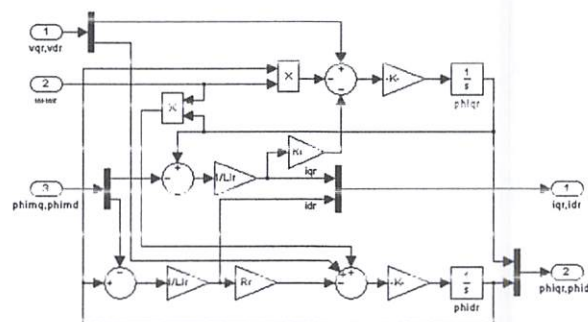
Gambar 3-4
Tampilan Model Fisik Yang Ada Di Dalam Blok Motor Induksi 3 Fasa^{[8] [9]}

Gambar di atas adalah merupakan tampilan blok motor induksi 3 fasa yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen.



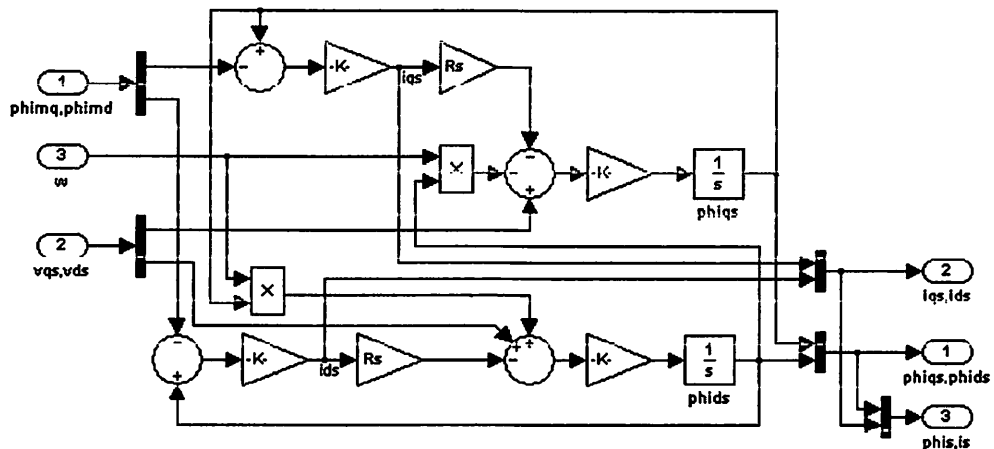
Gambar 3-5
Tampilan Model Fisik Rotor dan Stator Dalam Model Fisik Blok Motor Induksi 3 Fasa^{[8] [9]}

Gambar 3-5 di atas adalah merupakan bagian yang ada di dalam tampilan blok motor induksi 3 fasa yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen yang terdiri dari model rangkaian rotor, stator, abc to dq dan dq to abc.



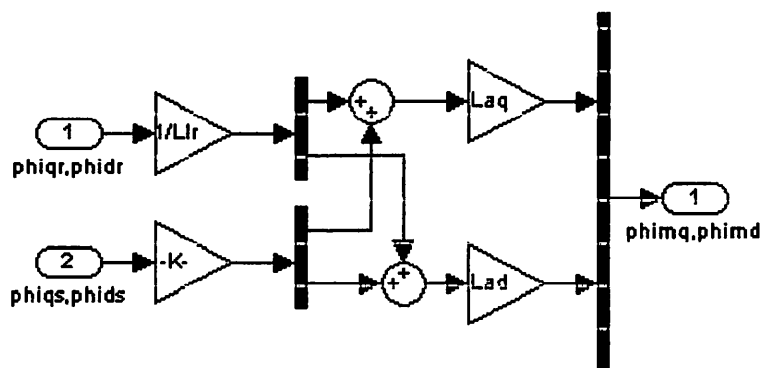
Gambar 3-6
Rangkaian Di Dalam Blok Rotor^{[8] [9]}

Rangkaian 3-6 di atas adalah tampilan yang ada di dalam blok rotor. Di dalam blok rotor ini terdapat V_q axis rotor, V_d axis rotor, yang di gunakan sebagai inputan untuk menghitung I_q axis rotor, I_d axis rotor dan fluks idr, fluks iqr.



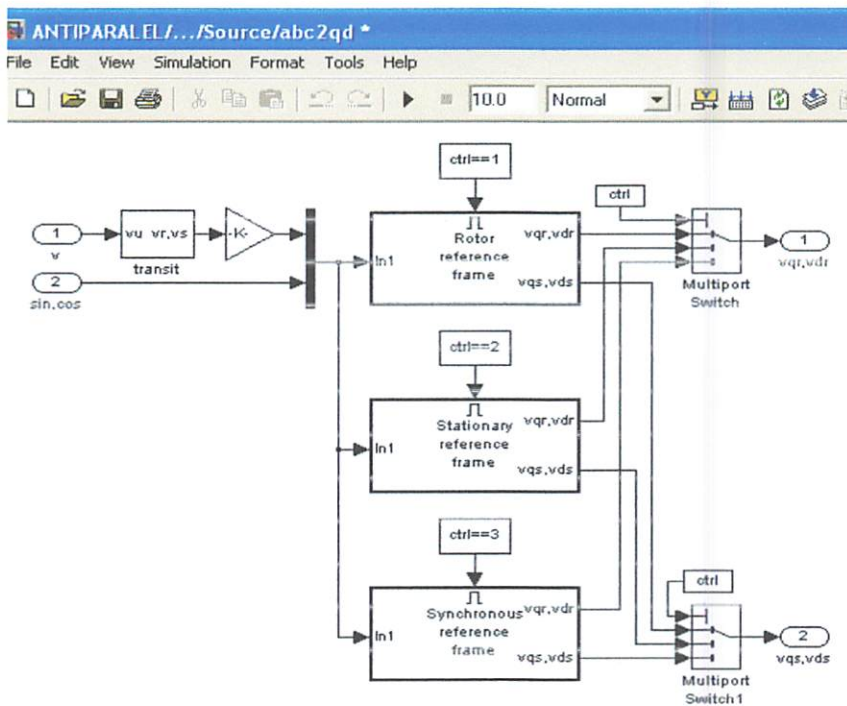
Gambar 3-7
Rangkaian Di Dalam Blok Stator^{[8] [9]}

Rangkaian 3-7 di atas adalah tampilan yang ada di dalam blok stator. Di dalam blok stator ini terdapat V_q axis stator, V_d axis stator, yang di gunakan sebagai inputan untuk menghitung I_q stator, I_d axis stator dan fluks ids, fluks iqs.



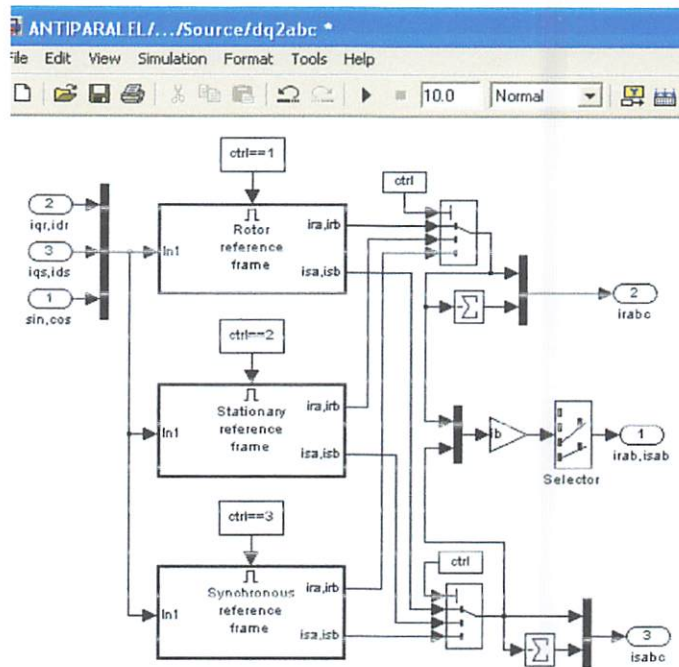
Gambar 3-8
Tampilan pada Mutual Fluxes^{[8] [9]}

Gambar 3-8 di atas adalah tampilan yang ada di dalam blok *Mutual Fluxes*. Di dalam blok *Mutual Fluxes* ini terdapat *Fluxes* i_{qr} , i_{dr} dan *Fluxes* i_{qs} , i_{ds} yang di gunakan sebagai inputan untuk menghitung *Mutual Fluxes* i_q dan *Mutual Fluxes* i_d .



Gambar 3-9
Rangkaian *abc to dq conversion*^{[8] [9]}

Rangkaian 3-9 di atas adalah tampilan yang ada di dalam blok *abc to dq conversion*. Di dalam blok *abc to dq conversion* ini terdapat sumber tegangan V yang masuk ke motor kemudian di konversikan ke bentuk dq sehingga menghasilkan tegangan v_{qr}, v_{dr} dan v_{qs}, v_{ds} .

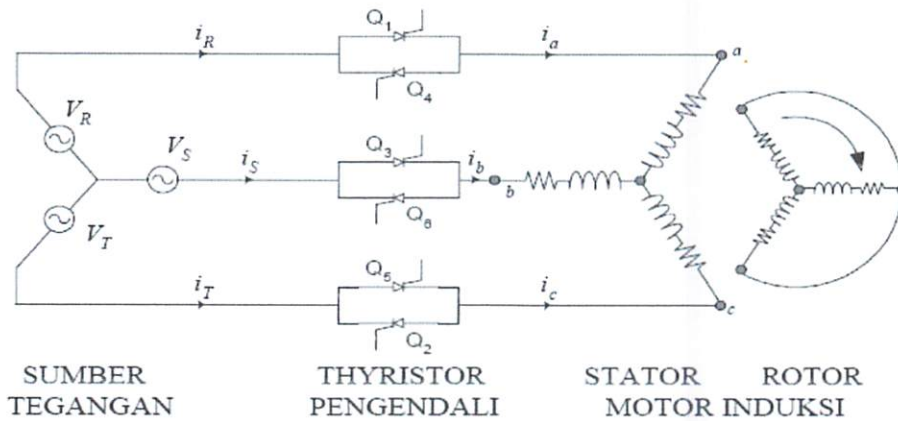


Gambar 3-10
Rangkaian *dq to abc conversion* [8] [9]

Rangkaian 3-10 di atas adalah tampilan yang ada di dalam blok *dq to abc conversion*. Di dalam blok *dq to abc conversion* ini terdapat *iqr, idr* dan *iqs, ids* bolak balik sebagai inputan kemudian di konversikan ke bentuk a,b,c sehingga menghasilkan *irabc, irab, isab, isabc*.

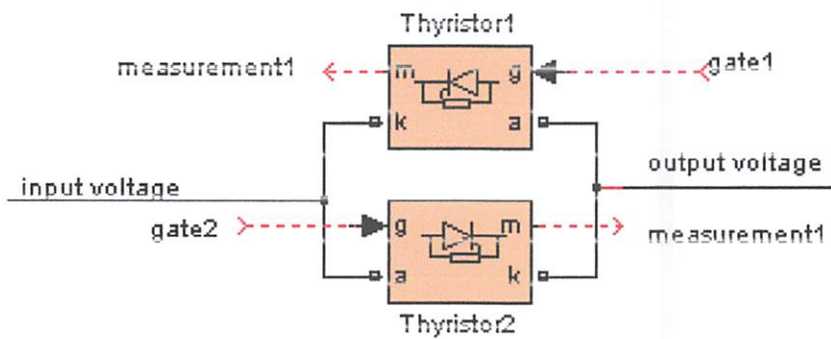
3.3. Pemodelan Thyristor Anti Paralel.

Secara umum pengendalian motor induksi 3fasa menggunakan pengendali thyristor anti parallel dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3-11
Pengendalian Motor Induksi 3fase Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel^[1]

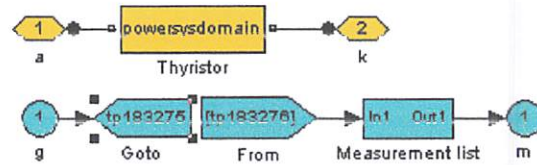
Pada matlab simulink model thyristor telah disediakan, blok thyristor, tinggal kita menginputkan parameter yang di butuhkan. Berikut gambar dua komponen thyristor yang di susun secara anti paralel



Gambar 3-12
Blok Thyristor Yang Di Hubungkan Secara Anti Paralel

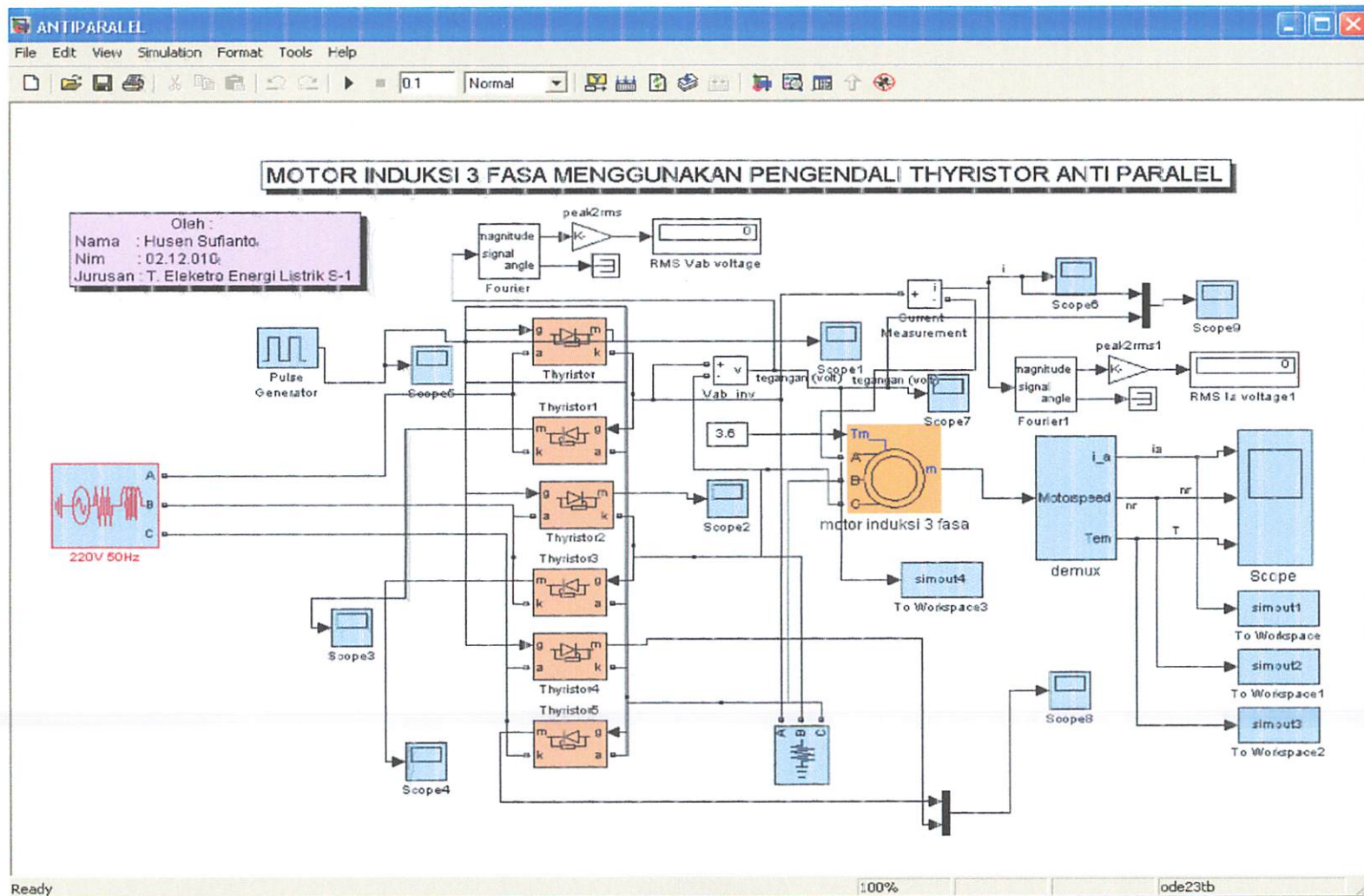
Gambar 3-12 di atas adalah dua buah blok thyristor yang di gunakan sebagai pengontrol tegangan bolak-balik. Yakni untuk Th1 untuk mengontrol tegangan positif dan untuk Th2 berfungsi untuk mengontrol tegangan negatif.

Model dari blok 3-12 di atas di dapat dari persamaan model sebagai berikut :



Gambar 3-13
Rangkaian Blok Simulink Thyristor

‘a’ adalah kaki anoda dan ‘k’ adalah kaki katoda, sedangkan ‘g’ adalah di modelkan sebagai gerbang thyristor, dan ‘m’ digunakan untuk mengukur besar kecilnya pulsa yang di inputkan kedalam gerbang thyristor.



Secara lengkap blok simulink dapat di lihat pada gambar berikut :

Gambar 3-14
Blok Simulink Secara Keseluruhan

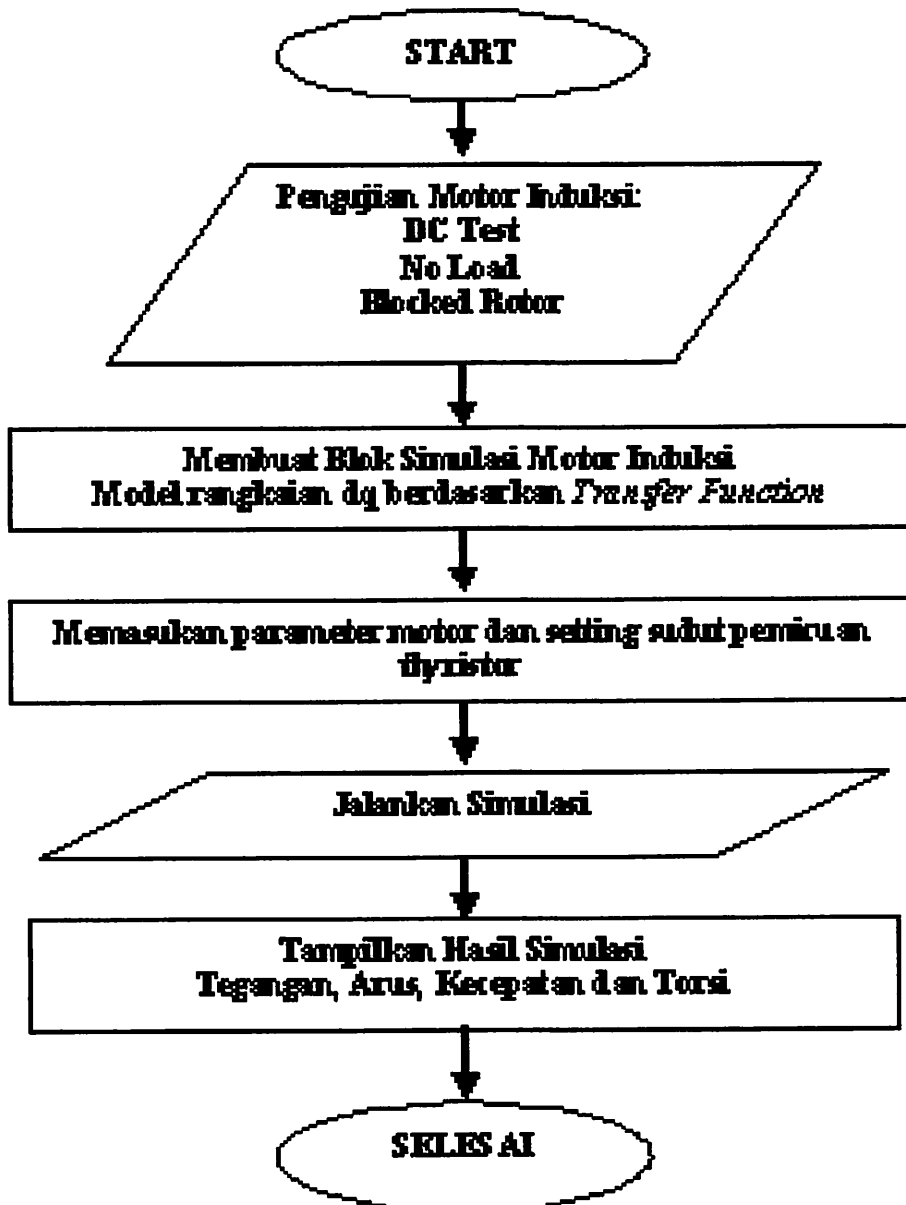
3.4. Algoritma Pemograman

3.4.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum

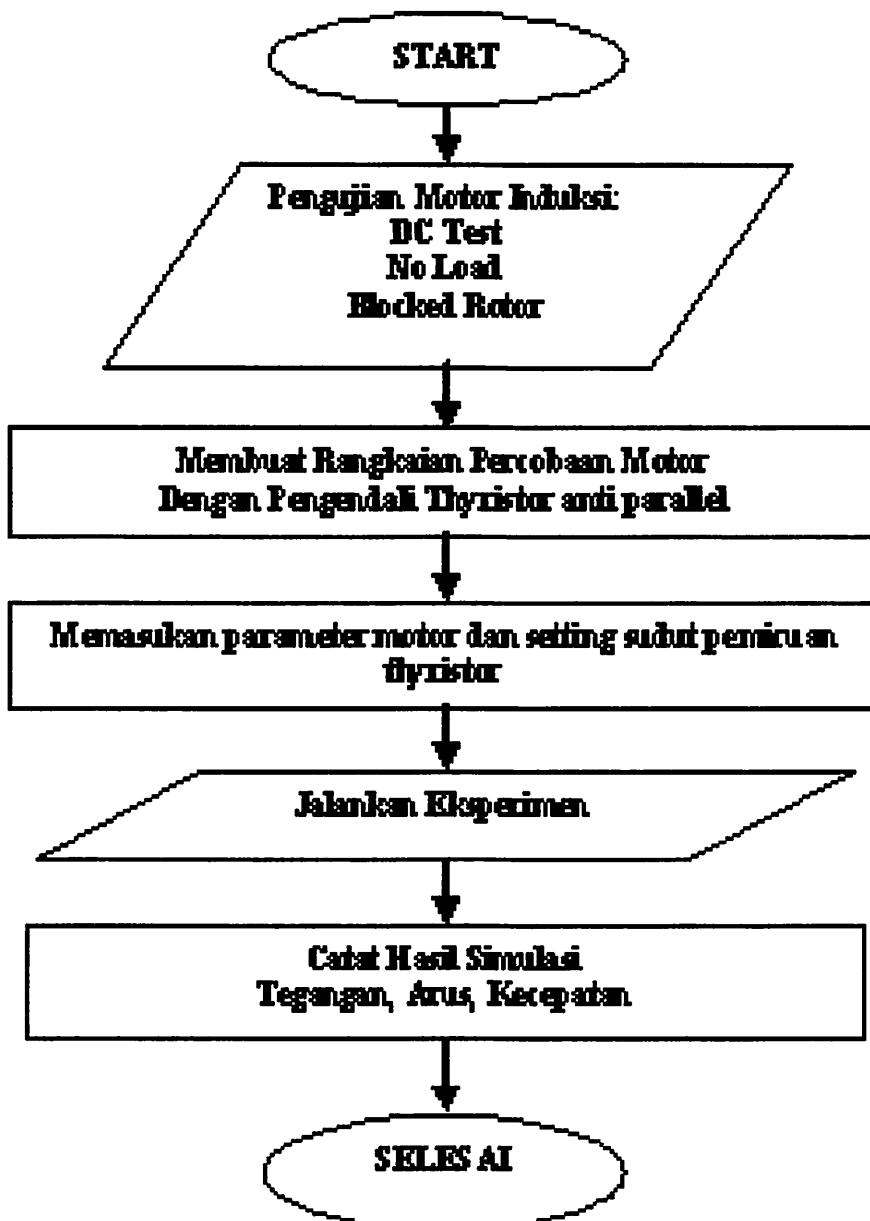
1. Pengujian Parameter Motor Induksi
 - a. DC test
 - b. Tanpa Beban (*No Load Test*)
 - c. Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)
2. Membentuk Block Simulink Motor Induksi Berdasarkan *Transfer Function*
3. Memasukan parameter-parameter.
4. Menjalankan simulasi motor induksi dengan parameter motor dan sudut penyulutan yang telah dimasukkan
5. Menampilkan hasil simulasi Tegangan, Arus, Kecepatan, Torsi.

3.5. Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum.

3.5.1. Simulasi



3.5.2. Eksperimen



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 Phasa DE LORENZO / DL 1022

Data papan (*Name-Plate*)

TEGANGAN	: 220/380 (Δ/Y) VOLT
ARUS	: 4.3/2.5 (Δ/Y) AMPERE
COS ϕ	: 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 phasa 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

I_{motor} (Ampere)			$P_{3 \text{ Phasa}}$	V_{L-L}	Frekuensi
a	b	c	(WATT)	(Volt)	(Hz)
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 _{motor} (Ampere)			P _{3 Phasa} (WATT)	V _{L-L} (Volt)
a	b	c		
2.5	2.5	2.5	230	78

4.2 Analisa Parameter Motor Induksi

- Dari pengujian arus searah besarnya resistansi stator adalah:

Dengan menggunakan persamaan 2.33

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

Maka $R_{dc(1)} = \frac{4}{0.75} = 5.33 \Omega$

$$R_{dc(2)} = \frac{6}{1.12} = 5.35 \Omega$$

$$R_{dc(3)} = \frac{8}{1.44} = 5.55 \Omega$$

$$R_{dc(4)} = \frac{10}{1.78} = 5.61 \Omega$$

$$R_{dc(5)} = \frac{12}{2.14} = 5.61 \Omega$$

$$R_s = \frac{5.33 + 5.35 + 5.55 + 5.61 + 5.61}{5} = 5.49 \Omega / \text{phasa}$$

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

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

$$I_{tb} = \frac{0.59 + 0.68 + 0.59}{3} = 0.62A$$

$$Z_{tb} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{tb}} = \frac{220}{\sqrt{3} \times 0.62} = 205\Omega$$

$$R_{tb} = \frac{P_{(3\Phi)}}{3I_{tb}^2} = \frac{90}{3 \cdot (0.62^2)} = 78\Omega$$

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

$$= \sqrt{205^2 - 78^2} = 189.58\Omega$$

C. Dari Rotor tertahan (Blocked Rotor Test)

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

$$I_{br} = \frac{2.5 + 2.5 + 2.5}{3} = 2.5A$$

$$Z_{br} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{br}} = \frac{78}{\sqrt{3} \times 2.5} = 18.01\Omega$$

$$R_{rt} = \frac{P_{(3\Phi)}}{3I_{rt}^2} = \frac{230}{3 \cdot (2.5^2)} = 12.267\Omega$$

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

$$= \sqrt{18.01^2 - 12.267^2} = 13.08\Omega$$

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

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

$$X_s = X'_r = \frac{1}{2} X_r = \frac{1}{2} \cdot 13.08 = 6.54 \Omega$$

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 :

$$R = R_r - R_s$$

$$= 12.267 - 5.49$$

$$= 6.78$$

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

$$X_{rr} = 6.54 + 183.04 = 189.58 \Omega$$

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

$$= 6.78 \cdot \left(\frac{189.58}{183.04} \right)^2 = 7.02 \Omega$$

Tabel 4-4
Hasil Perhitungan Pengujian Parameter Motor Induksi Tiga Fasa

Rs	Rr	Xs	Xr	Xm
5.49	7.02	6.54	6.54	183.04

Torsi maksimum di capai pada saat slip max. Dengan persamaan 2.51 maka didapatkan nilai Slip max:

$$S_m = \frac{R_s}{\sqrt{(R_{ab})^2 + (X_{ab} + X_s)^2}}$$

$$S_m = \frac{7.02}{\sqrt{(7.934)^2 + (2.225 + 6.54)^2}}$$

$$= 0.594 \%$$

dari persamaan 2.52 T maks juga dapat di peroleh:

$$T_m = \frac{3(V_{ab})^2 \cdot \frac{R_s}{S_m}}{\omega_s \left\{ \left(R_{ab} + \frac{R_s}{S_m} \right)^2 + (X_{ab} + X_s)^2 \right\}}$$

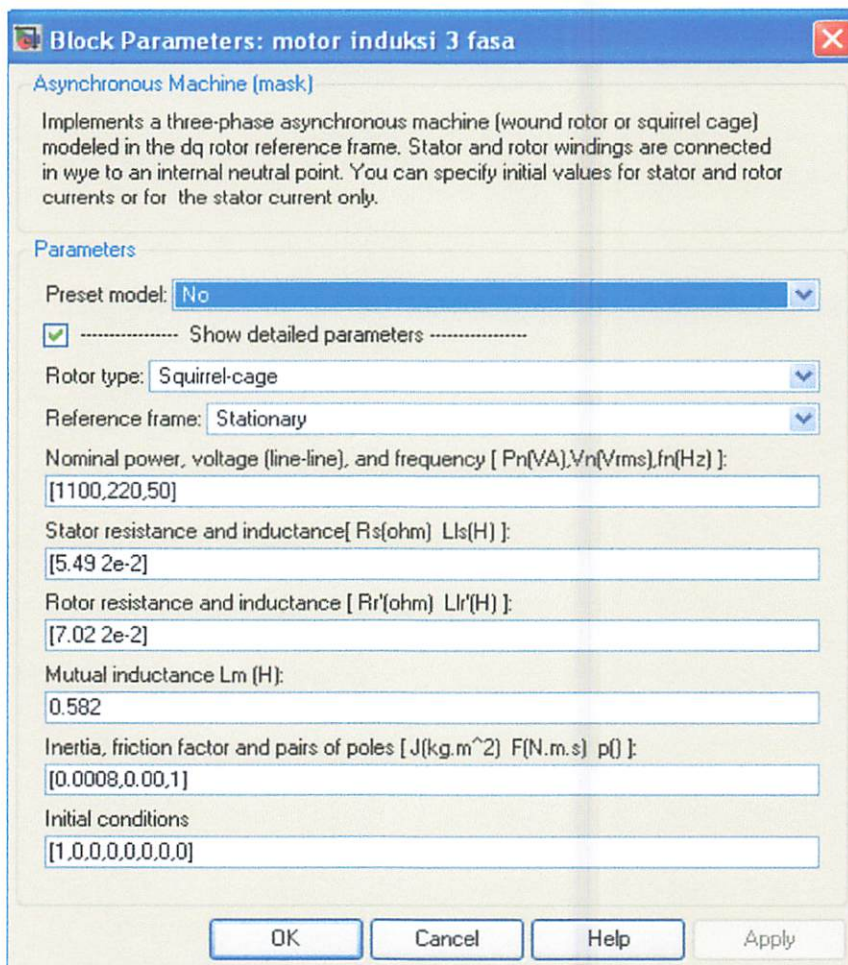
$$= \frac{3(122.5)^2 \cdot \frac{7.02}{0.594}}{2\pi \frac{3000}{60} \left\{ \left(R_{ab} 7.934 + \frac{7.02}{0.594} \right)^2 + (2.25 + 6.54)^2 \right\}}$$

$$= 3.63 \text{ N.m}$$

4.3 Simulasi Motor Induksi

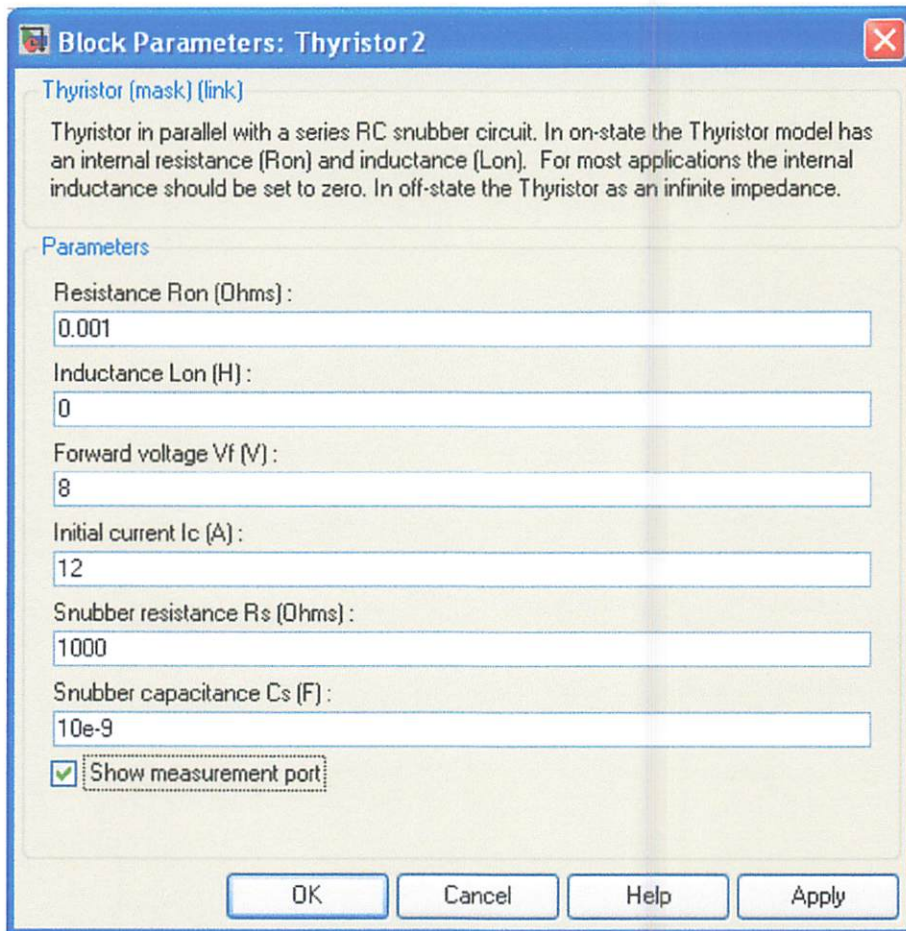
4.3.1 Tampilan Parameter

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 menggunakan pengendali thyristor anti paralel. Matlab yang di gunakan pada skripsi ini adalah matlab fersi 7.0. Berikut adalah bentuk hasil tampilan parameter motor induksi 3 fasa.



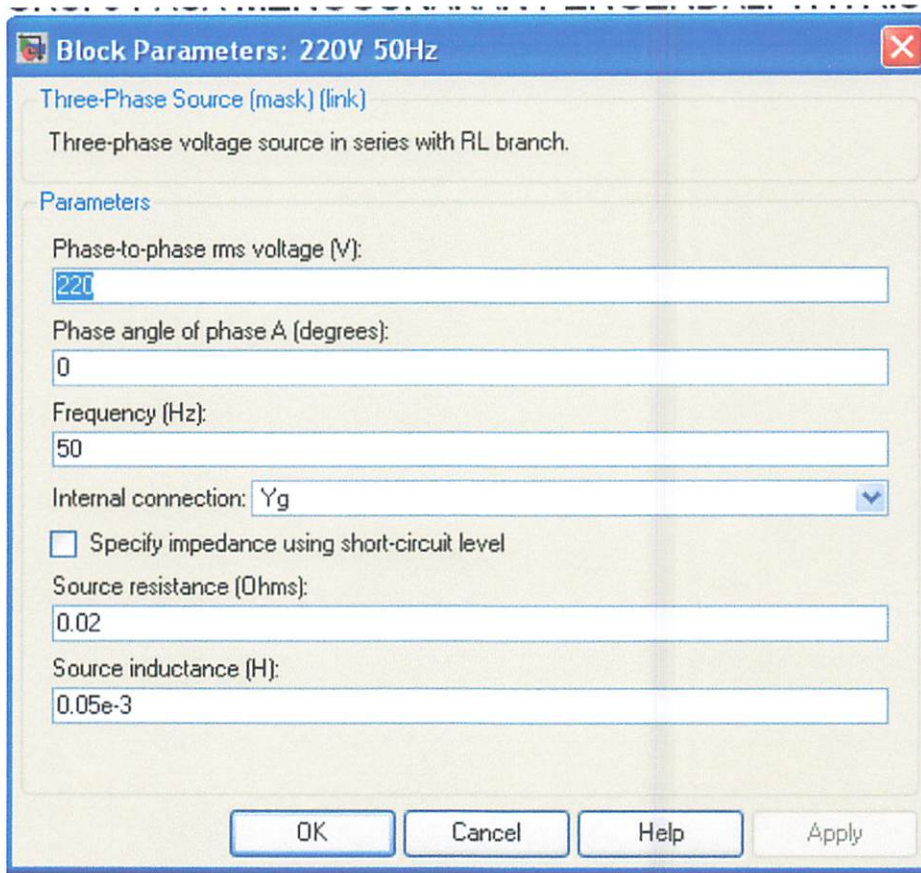
Gambar 4-1
Parameter Motor Induksi 3 fasa

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.



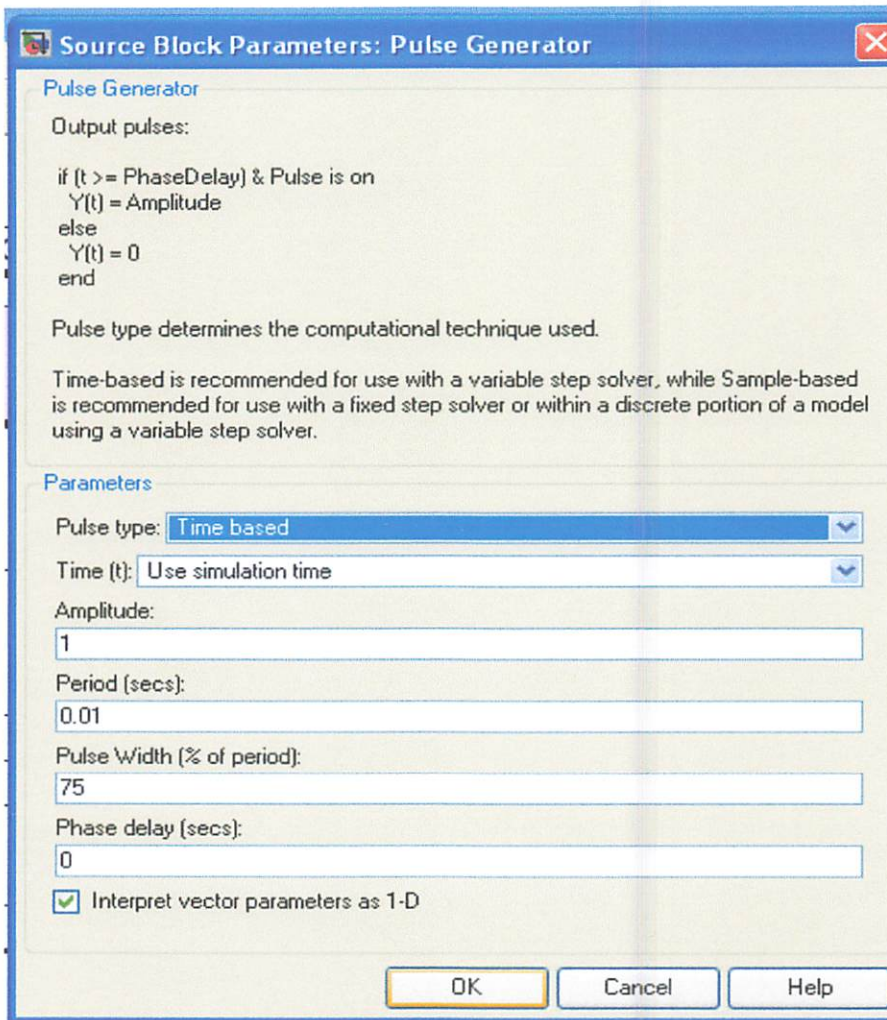
Gambar 4-2
Blok Parameter Thyristor

Dalam pemakaian blok thyristor di harapkan mengisikan parameter-parameter yang telah di sediakan sesuai komponen thyristor yang telah di gunakan. Untuk nilai induktansi L_{on} dalam satuan *Henry* tidak dapat bernilai nol jika R_{on} bernilai nol.



Gambar 4-3
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.



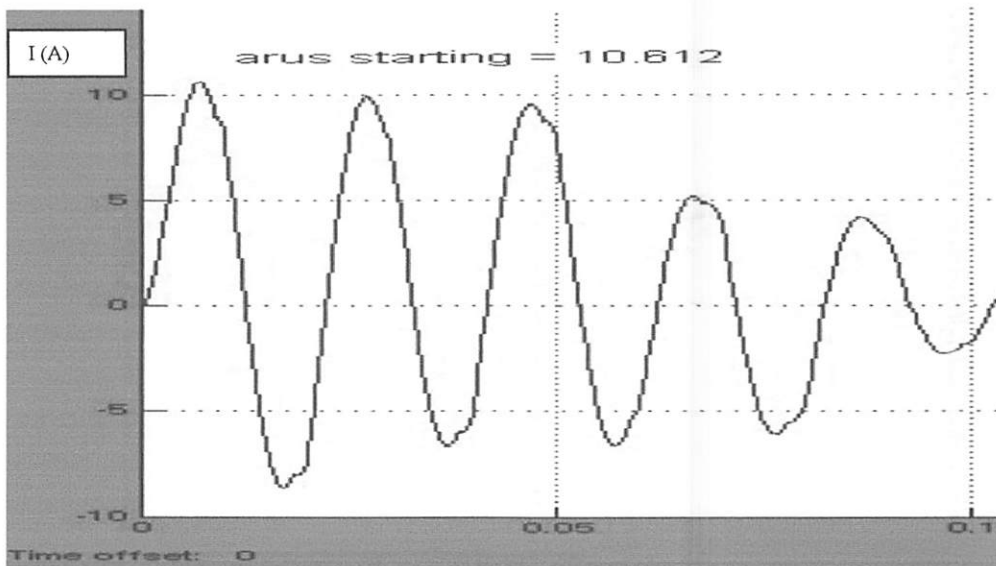
Gambar 4-4
Blok Parameter Pembangkit Pulsa

Amplitudo = 1, Periode = 0.01 per *sec*, yang di dapatkan dari :

$$T = 1/f/2$$

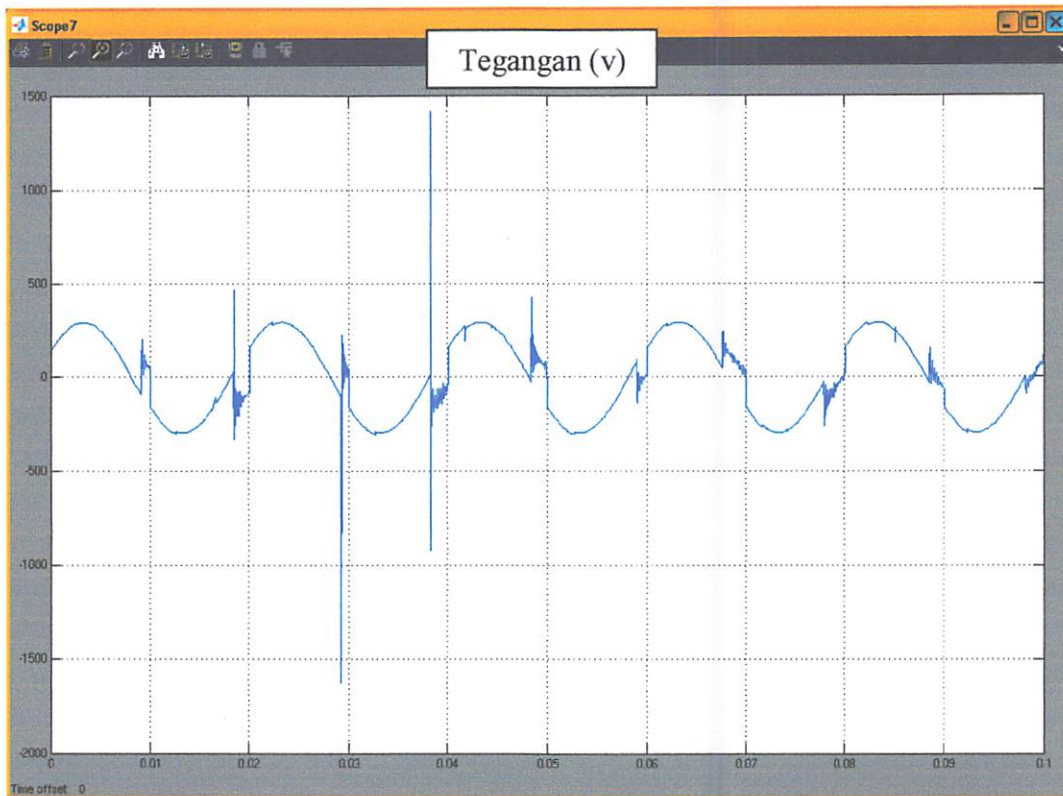
Nilai 2 di dapatkan dari hasil pembagian 360° di bagi 180° , karena setiap thyristor mengendalikan sudut sebesar 180° .

4.3.2 Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel Tanpa Beban.



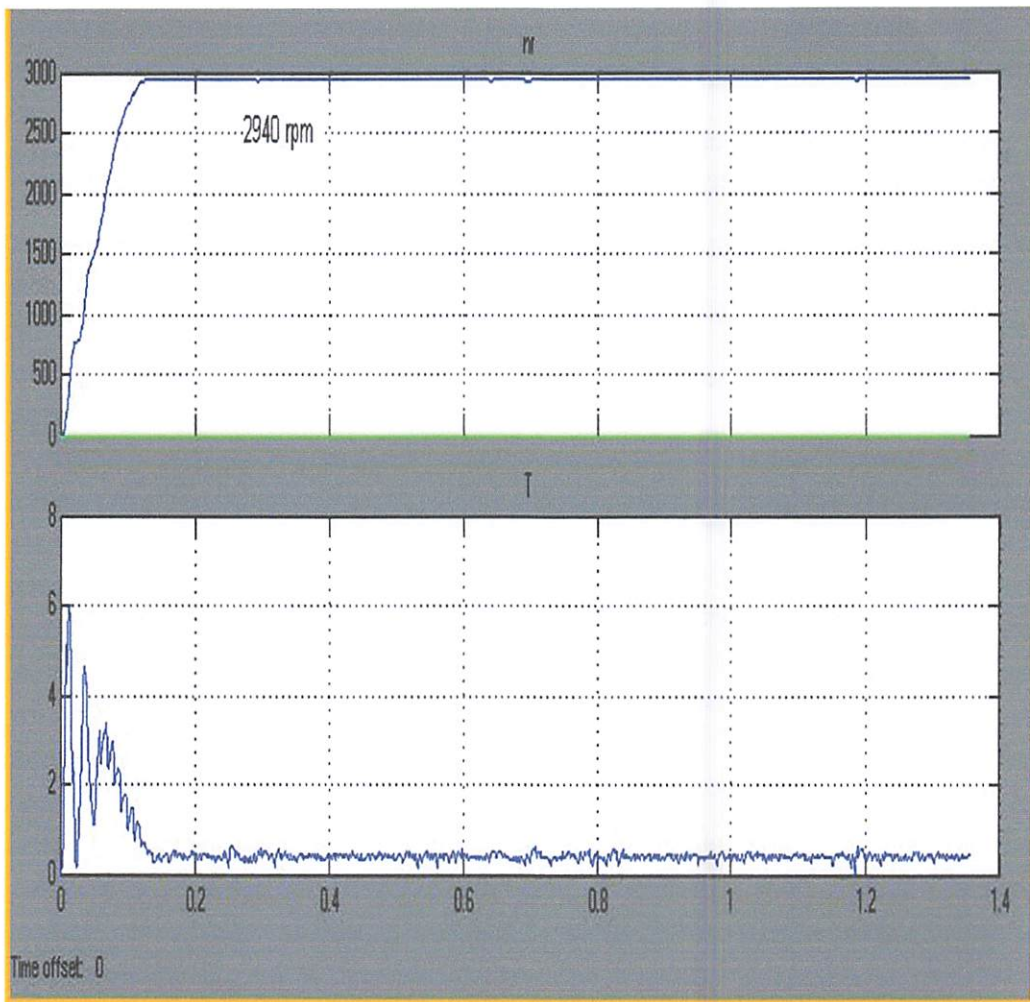
Gambar 4-5
Gelombang Arus Motor Terhadap Waktu

Gambar 4-5 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *thyristor* anti paralel untuk sudut pemicuan 45° , dengan arus starting 10,612 Amper, dan arus nominal 0.6 Amper.



Gambar 4-6
Bentuk Gelombang Tegangan terhadap waktu

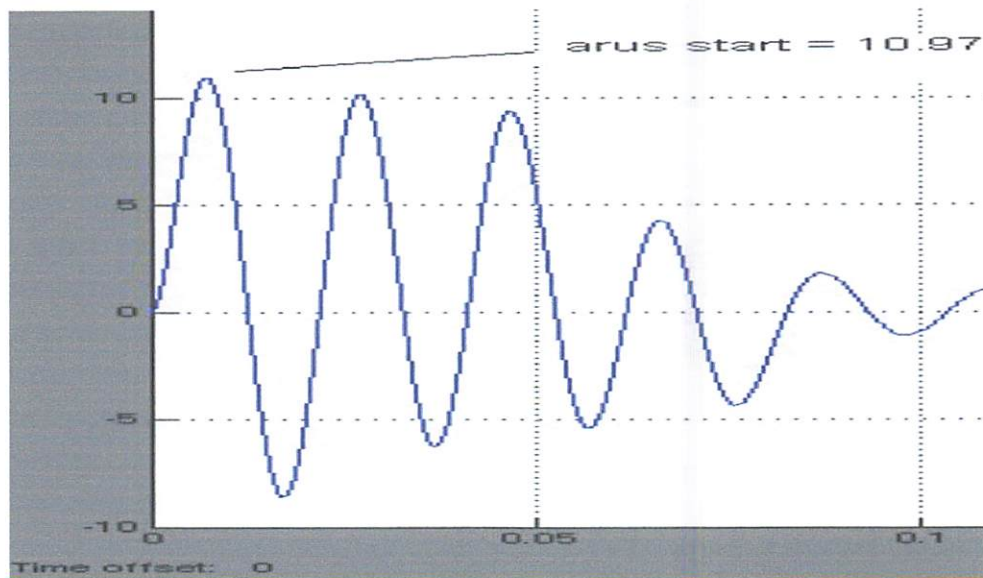
Gambar 4-6 di atas menunjukkan bentuk gelombang motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *thyristor* anti paralel untuk sudut pemucuan 45° . Terlihat bahwa gelombang tegangan terdapat cacat. Nilai tegangan yang tampak pada gambar diatas adalah, untuk $V_{\text{mak}} = 304.19$ Volt, sedangkan $V_{\text{rms}} = 215.1$ Volt.



Gambar 4-7
Putaran Dan Torsi Motor 1,1 Kw Yang Di Kendalikan *Thyristor* Anti Paralel
Untuk Sudut Pemicuan 45°

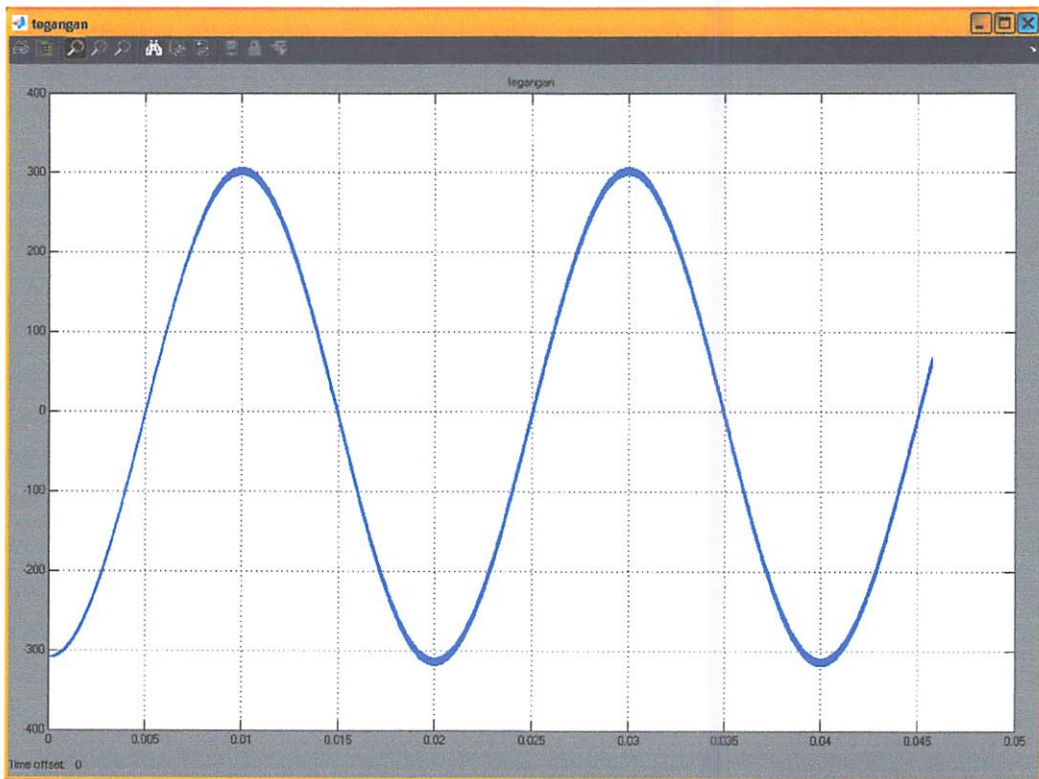
Dari gambar 4-7 di atas menampilkan hasil unjuk kerja motor induksi 3 fasa berupa putaran sebesar 2940 rpm dan torsi start 6 n.m.

4.3.3 Gambar Berikut Menunjukkan Unjuk Kerja Motor Induksi 1,1 Kw Yang Di Kendalikan *Autotrafo*.



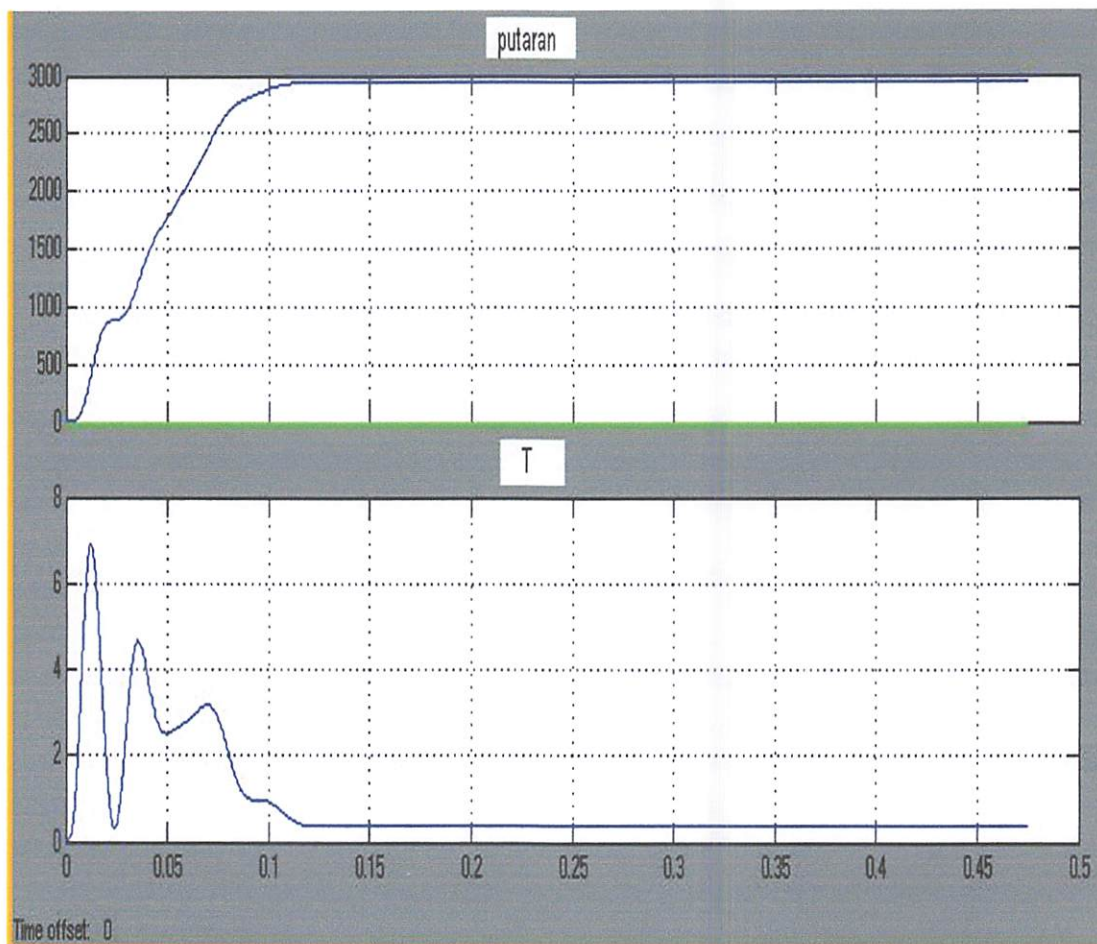
Gambar 4-8
Arus Terhadap waktu

Gambar diatas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *Autotrafo* , dengan arus starting yang di hasilkan 10,97 Amper, dan arus nominal 0.6 Amper.



Gambar 4-9
Tegangan Terhadap waktu

Hasil keluaran tegangan meskipun nilai rms-nya sama yakni 215.1 volt dengan $V_{\text{mak}} = 304.19$ Volt. Akan tetapi menghasilkan bentuk gelombang yang berbeda. Tegangan yang di hasilkan autotrafo lebih halus dan tidak ada cacat gelombang.

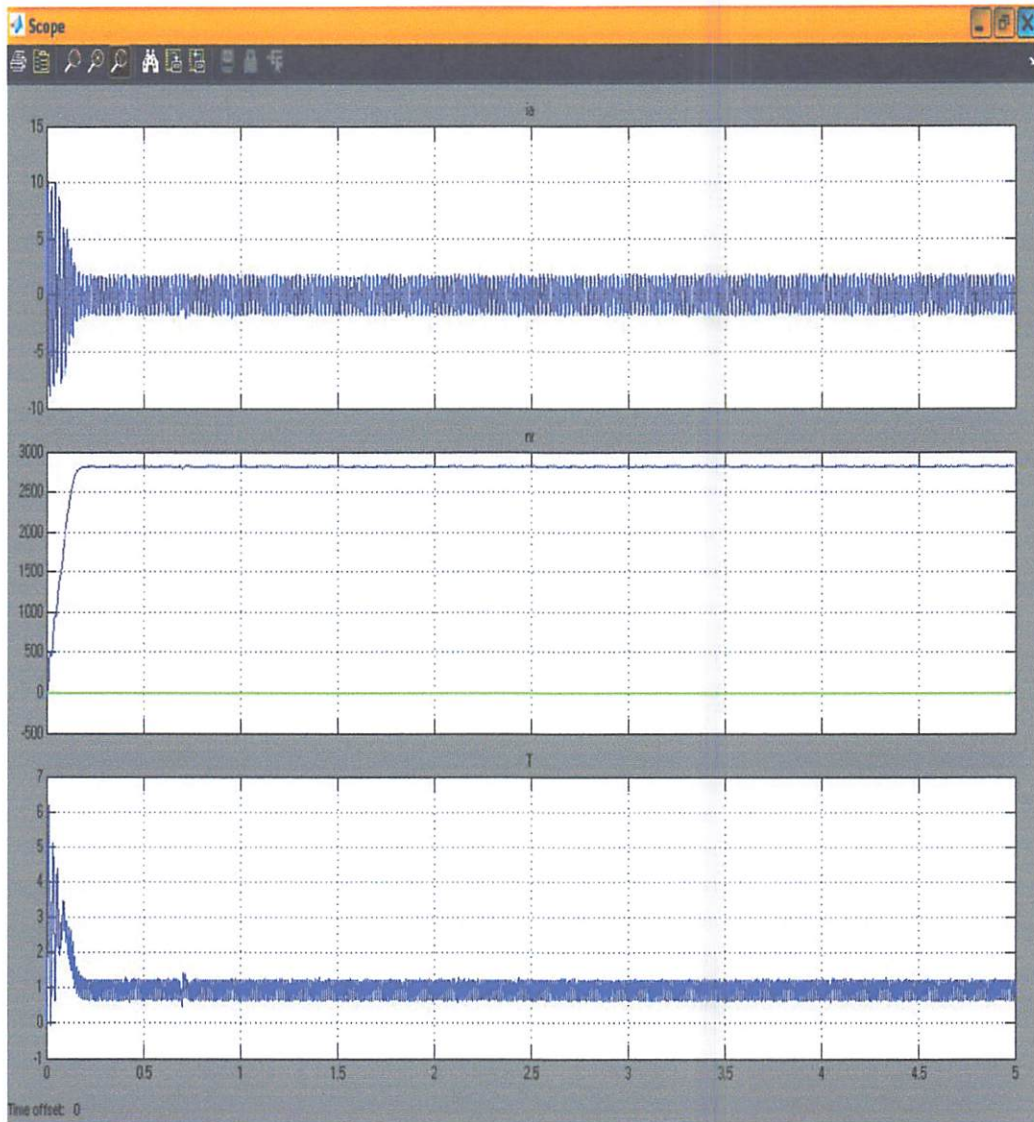


Gambar 4-10
Putaran Dan Torsi Motor 1,1 Kw Yang Di Kendalikan *Autotrafo* Dengan $V_{rms} = 215$ Volt.

Tabel 4-5
Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Pengendali Thyristor dan *Autotrafo*.

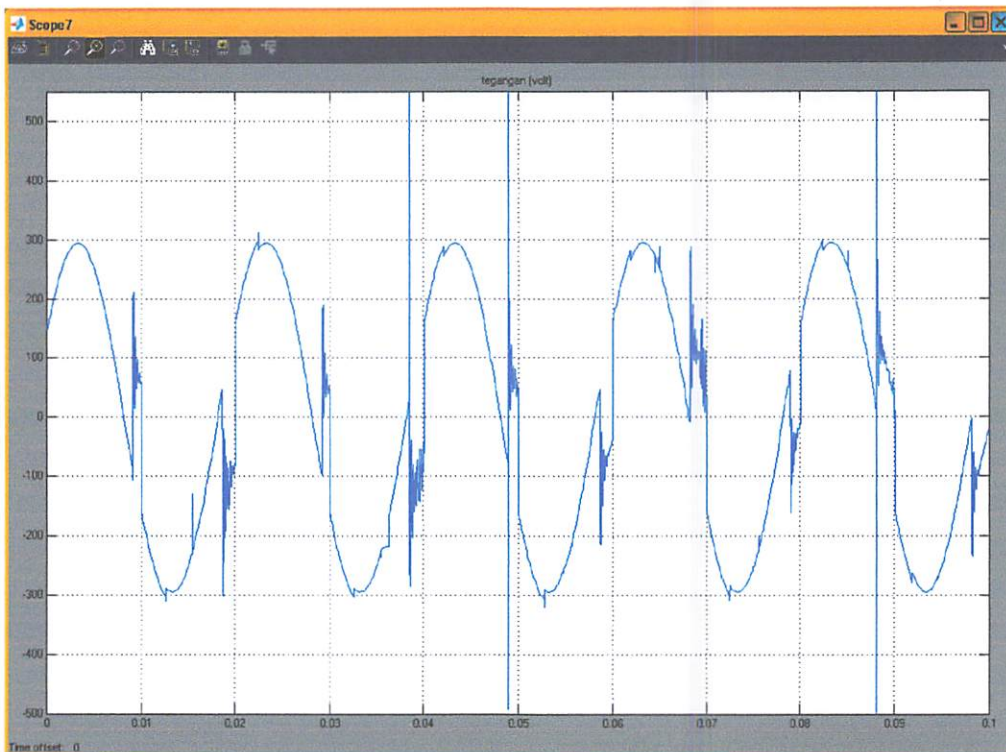
No	Sudut α°	V_{L-L} (Volt)		I_{start} (Amper)		Nr (rpm)	
		thyristor	<i>Autotrafo</i>	thyristor	<i>Autotrafo</i>	thyristor	<i>Autotrafo</i>
1	45°	215.1	215.1	10.61	10.97	2940	

4.3.4 Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel Berbeban.



Gambar 4-11
Arus, Putaran, Torsi, Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m

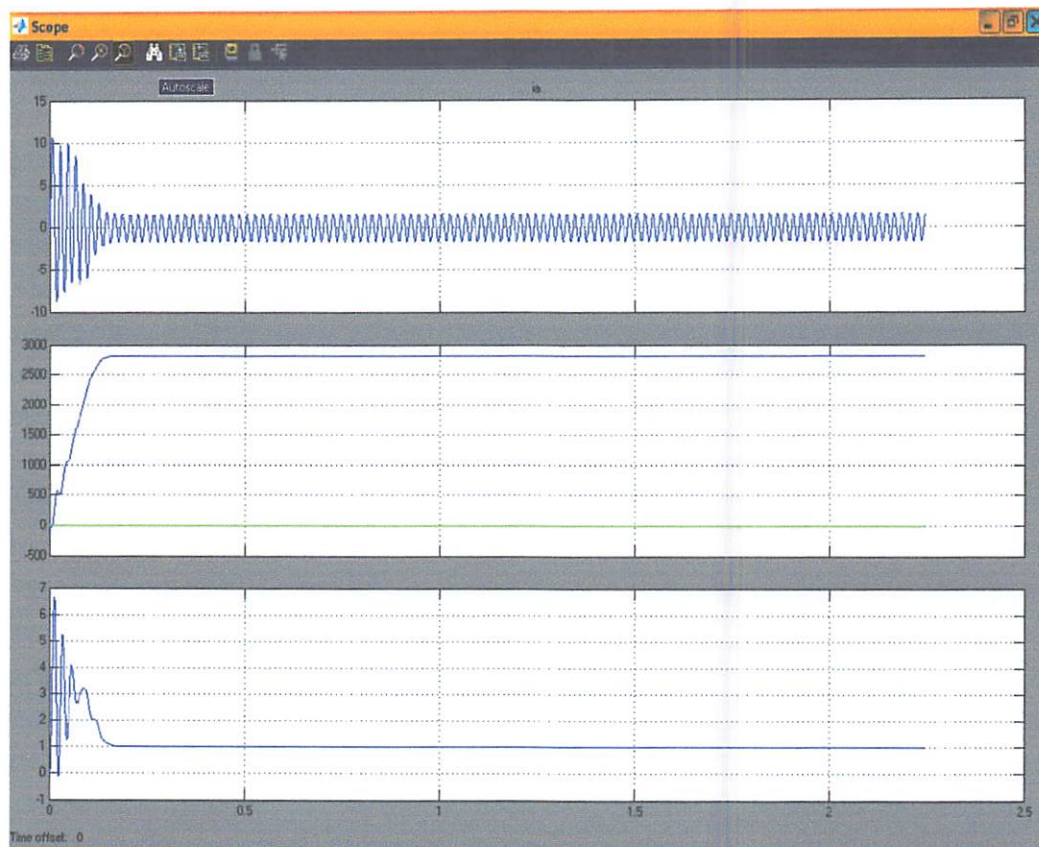
Dari percobaan simulasi berbeban di atas didapatkan $I_{\text{start}}=10.2$ A, $I=1,77$ A,
 $n_r=2820$ rpm, $T_{\text{maks}}=6.18$ N.m, $T=1,2$ N.m.



Gambar 4-12
Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m

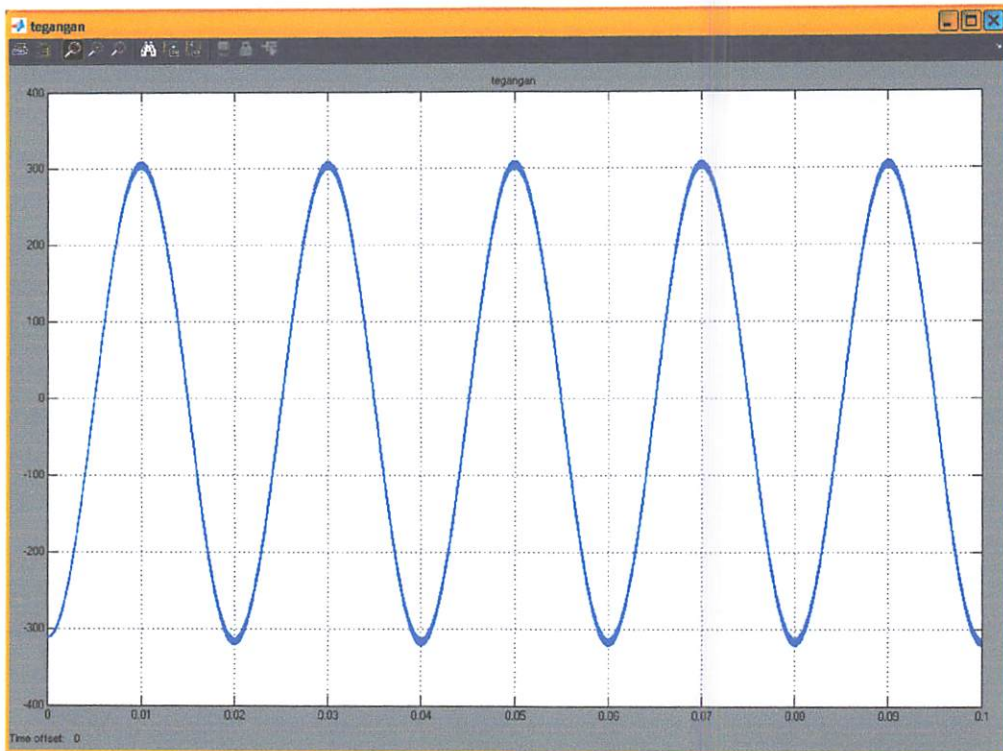
Gambar 4-12 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *thyristor* anti paralel untuk sudut pemicuan 45° dengan beban 1 N.m. Tegangan rms output thyristor yang dihasilkan adalah 207.4 volt. Dengan cacat gelombang.

4.3.5 Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali *Autotrafo* Berbeban.



Gambar 4-13
Arus, Putaran, Torsi, Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m

Gambar 4-13 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *Autotrafo* dengan beban 1 N.m. Dari percobaan simulasi berbeban di atas didapatkan $I_{start}=10.66$ A, $I=1,15$ A, $n_r=2818$ rpm, $T_{maks}=6.66$ N.m, $T=1$ N.m .



Gambar 4-14
Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 1 n.m

Gambar 4-14 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *Autotrafo* dengan beban 1 N.m. Dengan tegangan rms 207.4 volt bentuk gelombang tegangan tanpa cacat.

4.3.6 Hasil Eksperimen Perbandingan Antara Pengendali Thyristor Dengan *Autotrafo*

Tabel 4-6
Perbandingan Antara Pengendali Thyristor Dengan *Autotrafo*

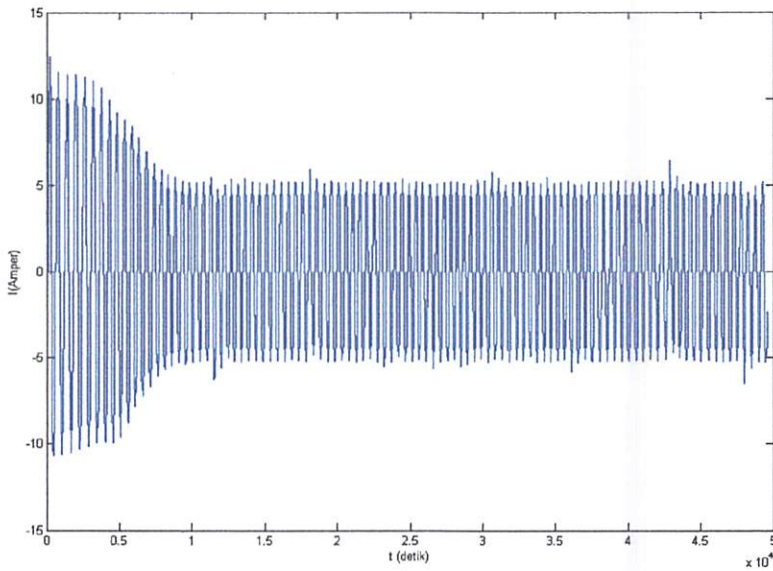
	Uc (Volt)	Sudut α°	V_{L-L} (v)		I (A)		Nr (rpm)	
			Vout thyristor	Autotrafo	Vout thyristor	Autotrafo	Vout thyristor	Autotrafo
1	4.1	106	100	100	0.7	0.4	2769	2901
2	4.2	104.4	102	102	0.7	0.4	2793	2906
3	4.26	103.32	104	104	0.6	0.4	2829	2908
4	4.31	102.42	106	106	0.6	0.4	2857	2918
5	4.36	101.52	108	108	0.6	0.4	2875	2928
6	4.37	101.34	110	110	0.5	0.4	2884	2932
7	4.38	101.16	112	112	0.5	0.4	2877	2934
8	4.4	100.8	114	114	0.5	0.4	2884	2936
9	4.42	100.44	116	116	0.5	0.4	2895	2939
10	4.46	99.72	118	118	0.5	0.4	2913	2941

Dimana :

Uc	=	Tegangan dc pada <i>pulse generator</i> (Volt)
Sudut α°	=	Sudut Pemicuan ($^\circ$)
V_{L-L}	=	Tegangan Line to line (Volt)
I	=	Arus (Amper)
Nr	=	Putaran Rotor

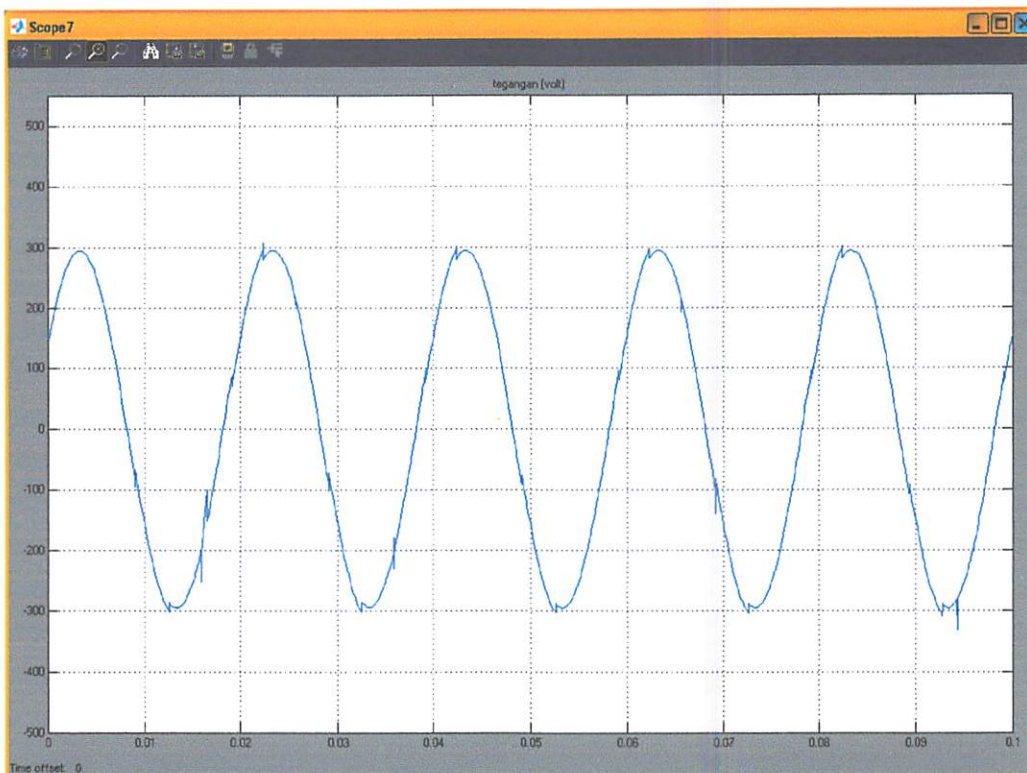
Dari table hasil eksperimen terlihat bahwa pengaturan tegangan hanya menghasilkan pengaturan yang terbatas dalam arti daerah pengaturan kecepatannya sempit ^[4]. Hal ini yang menyebabkan pengaturan tegangan jarang digunakan sebagai pengontrol kecepatan (Khususnya untuk motor induksi 3 fasa).

4.3.7 Hasil Simulasi Percobaan Menggunakan Pengendali Thyristor Anti Paralel dengan beban 3.6 Nm (T max)



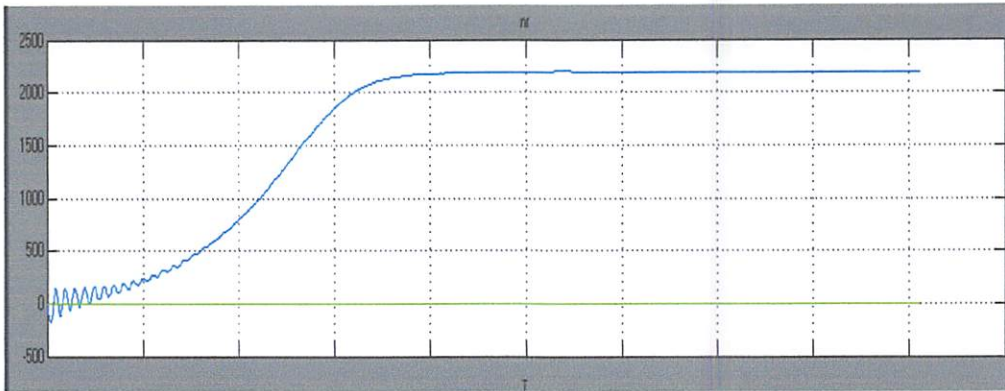
Gambar 4-15
Arus Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 n.m

Gambar 4-5 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *thyristor* anti paralel untuk sudut pemucuan 45° , dengan arus starting 12.43 Amper, dan arus nominal 0.6 Amper.



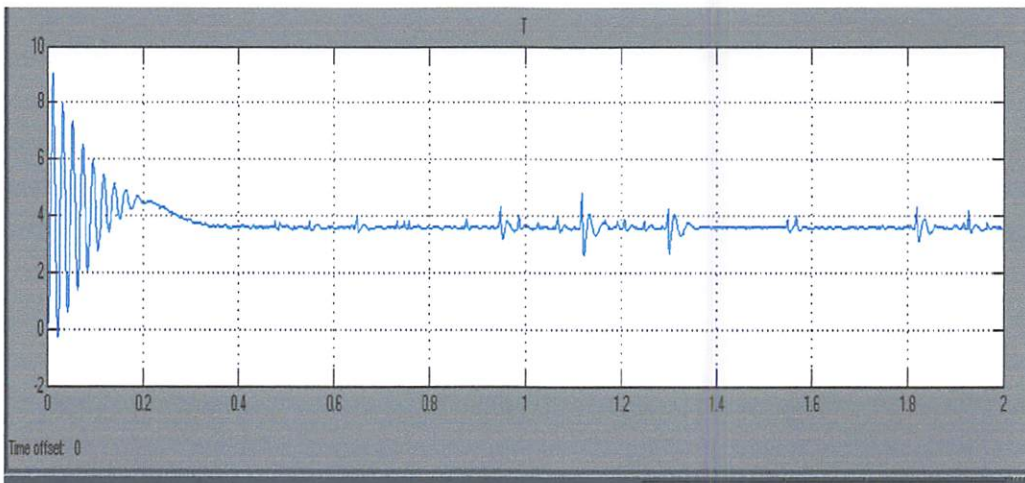
Gambar 4-16
Tegangan Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 n.m

Gambar 4-16 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *Thyristor anti paralel* dengan beban 3.6 N.m. Dengan tegangan rms 209 Volt bentuk gelombang terdapat cacat.



Gambar 4-17
Putaran Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 n.m

Gambar 4-17 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *Thyristor anti paralel* dengan beban 3.6 N.m. Dengan putaran 2180 rpm.



Gambar 4-17
Torsi Terhadap Waktu Pada Beban 3.6 n.m

Gambar 4-17 di atas menunjukkan unjuk kerja motor induksi 1,1 Kw yang di kendalikan *Thyristor anti paralel* dengan beban 3.6 N.m. Dengan torsi 3.6 n.m.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari percobaan analisis unjuk kerja motor induksi 3 fasa DE LORENZO DL 1022 rotor sangkar dengan pengendali thyristor anti paralel menggunakan simulasi software Matlab versi 7.0 maka dapat ditarik beberapa kesimpulan. Untuk simulasi dengan menggunakan MATLAB maka motor induksi harus di modelkan dengan rangkaian dq. Untuk pengaturan sudut penyulutan thyristor dapat menggunakan pengaturan arus yang masuk ke gerbang thyristor. Penggunaan rangkaian thyristor anti paralel berpengaruh pada tegangan AC. Semakin besar sudut penyulutan thyristor (106°) maka semakin kecil tegangan yang di hasilkan (100 Volt), Arus pada motor mengalami kenaikan (7 Amper), sedangkan putaran turun (2769 rpm). Semakin kecil sudut penyulutan thyristor (99.72°) maka semakin besar tegangan yang di hasilkan (118 Volt), Arus pada motor turun menjadi 5 Amper, sedangkan putaran naik menjadi 2941 rpm. pengendalian motor menggunakan pengendali thyristor anti paralel dapat digunakan sebagai pengasutan, mengingat arus startingnya lebih kecil dari pada menggunakan *Autotrafo*. Yaitu untuk beban 1 n.m arus starting 10.2 Amper, sedangkan menggunakan *Autotrafo* 10.66 Amper. Tegangan yang dihasilkan oleh thyristor terdapat harmonisa. Keuntungan dalam penggunaan komponen ini adalah cukup membutuhkan daya yang kecil untuk mengoperasikan motor berdaya besar. (untuk mengendalikan motor 1.1 Kw di perlukan sumber tegangan DC 10 Volt sebagai tegangan gatenya)

5.2 Saran

Setelah penyusunan skripsi ini kami mempunyai beberapa masukan untuk di kembangkan yaitu :

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan komponen thyristor, model rangkaianya dapat di fariasi sehingga komponen thyristor ini dapat digunakan sebagai pengatur kecepatan motor induksi contohnya seperti model rangkaian pengatur frekuwensi.
2. Didalam penggunaan komponen thyristor sebagai pengatur tegangan lebih bermanfaat bila di berikan suatu filter harmonisa.
3. Agar flidasi data lebih akurat, penginputan parameter dalam pembuatan program simulai hendaknya lebih teliti.
4. Untuk rangkaian thyristor anti parallel hendaknya lebih baik digunakan sebagai starting motor karena arus starting motor lebih kecil daripada mengguakan autotrafo
5. Untuk lebih bermanfaat lagi rangakaian ini dapat di aplikasikan pada Sistem pemanasan pada industry (*Industrial Heating*), Pengaturan Tap Trafo berdasarkan beban, (*on-load transformer tap changing*), Pengaturan intensitas cahaya lampu (*light control*)^[7].

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Arthur E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., and Stephen D. Umans, "*Electric machinery*".
- [2]. T.A. Lipo *University of Wisconsin Madison WI, U.S.A*
- [3]. Burak Ozpineci Leon M. Tobert, "*Simulink implementation of induction machine Model-Amodular Approach*", IEEE Transacton on Power Electronics 2003
- [4]. Zuhail." *Dasar Teknik Tenaga Listrik*" Penerbit ITB Bandung.
- [5]. Wildi Theodore "*Electrical Machines, Drives, And Power Systems*" Fifth Edition.
- [6]. Ong Chee-Mun "*Dynamic Simulation of Electric Machinery Using Matlab / Simulink*".
- [7]. M.H.Rasjid,"Power Elektronik : "*Circuit, Devices,and Aplications,*"Prentice Hall, 1993.
- [8]. Krause, P.C., O. Wasynczuk, and S.D. Sudhoff, "*Analysis of Electric Machinery*", IEEE Press, 1995.
- [9]. Mohan, N., T.M. Undeland, and W.P. Robbins, "*Power Electronics: Converters, Applications*", and Design, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1995, Section 8.4.1.
- [10]. DL137/D "*Thyristor Device Data, TRIACs, SCRs, Surge Suppressors, and Triggers On Semiconductors*". Rev.7, may-2000

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-kesalahan dan ketidakjujuranku pada diriku
Terima kasih Ya ALLAH atas kesabaranMu yang begitu besar hingga memaafkan dan melindungiku
slalu.....

Tak ada kata yang mampu kuucapkan pada Keluargaku yang telah mendukungku selama ini :

- ✚ Ayah, terima kasih atas kepercayaan yang telah diberikan padaku maaf kalo aku lama baru lulus hehehe.....jangan lupa jaga kesehatan ya!
- ✚ Ibum, maafin aku selama ini sering bohong n bantah tapi aku sayang sama ibue terima kasih karena selama ini slalu sayang ama aku, sing sabar....

Thank's juga buat :

- ✚ Yang terlinta dan terbayang Ai_Qoe "thank banget atas semua yang telah engkau berikan kepadaku, maafkan jika tidak bisa memberikan perhatian penuh..."
- ✚ Bapak Ir. M. Abul Hamid Sebagai Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik ITN Malang. Yang telah banyak memberi bimbingan dan arahan.
- ✚ Bpk. Ir. Yusuf Isma'il Nakhoda, terimakasih atas disnyasi waktu yang telah diberikan kepada saya dan yati.
- ✚ Bpk. Bambang Prio Prio Hartono, ST, MT. Sorry saya jarang konsultasi sama Bapak karena kesibukan saya tapi terimakasih atas kesabaran Bapak serta masukannya.
- ✚ Thanks juga buat Teman-teman Qoe angkatan 2002,2003. Yufri yang telah menopang perkonomian saya selama mengerjakan skripsi "sory Boz.. Ngrepotin".
- ✚ Kru Lab. Konversi Energi Elektrik ITN Malang terutama Ruth jangan kebanyakan friendster.....!!!
- ✚ Buat Para Penggemar beratko... Dicki, Antok, Pitoyo, Alfian, Bolot, Jepret buat semua temankoe salam dari One Piece...



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

1. Nama : Husen Sufianto
2. NIM : 02.12.010
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

Dipertahankan dihadapan Majelis Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Maret 2008
Dengan Nilai : 82 (A) *84*



Ir. Mochtar Asroni, MSME
Ketua

Panitia Ujian Skripsi

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Sekretaris

Anggota Penguji

Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Penguji Pertama

Irrine Budi S, ST, MT
Penguji Kedua



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian skripsi Jurusan Teknik Elektro jenjang strata satu (S-1) yang diselenggarakan pada :

Hari : Rabu
Tanggal : 19 Maret 2008
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Husen Sufianto
2. NIM : 02.12.010
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI PARALELL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Abstrak Tidak Ada	
2.	Kesimpulan Disesuaikan Dengan Tujuan	
3.	Daftar Pustaka Diperbaiki	
4.	Gambar blok simulasi Kurang Besar Sehingga Tidak Jelas	
5.	Perhitungan Beban Max /Torsi max tidak ada	
6.	Simulasi Pembebanan Tmax belum ada	
7.	Kenapa Hasil Simulasi tidak melalui dari $t=0$?	

Anggota Penguji

Irrine Budi S. ST,MT
Penguji Kedua

Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abdul Hamid, MT

Dosen Pembimbing II

Bambang Prio Hartono, ST, MT



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : HUSEN SUFIANTO
 NIM : 0212010
 Semester : 8
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : Teknik Elektronika / T. Energi Listrik
 Alamat : JL. SIMPANG MEGA MEVDUNG 1/86 MALANG

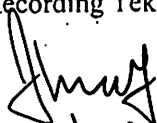
Dengan ini kami mengajukan permohonan untuk mendapatkan persetujuan untuk membuat *SKRIPSI Tingkat Sarjana*. Untuk melengkapi permohonan tersebut, bersama kami lampirkan persyaratan-persyaratan yang harus dipenuhi.

Adapun persyaratan-persyaratan pengambilan *SKRIPSI* adalah sebagai berikut :

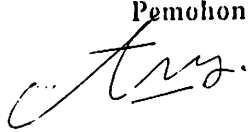
1. Telah melaksanakan semua praktikum sesuai dengan konsentrasinya (.....)
2. Telah lulus dan menyerahkan Laporan Praktek Kerja (.....)
3. Telah lulus seluruh mata kuliah keahlian (MKB) sesuai konsentrasinya (.....)
4. Telah menempuh mata kuliah ≥ 134 sks dengan IPK ≥ 2 dan tidak ada nilai 1: (.....)
5. Telah mengikuti secara aktif kegiatan seminar skripsi yang diadakan Jurusan (.....)
6. Memenuhi persyaratan administrasi (.....)

Demikian permohonan ini untuk mendapatkan penyelesaian lebih lanjut dan atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

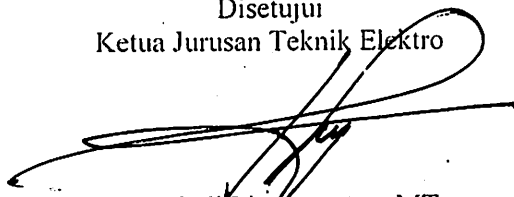
Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro


 (..... M. Handayani)

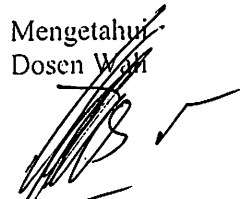
Malang,2007

Pemohon

 (..... HUSEN SUFIANTO)

Disetujui
 Ketua Jurusan Teknik Elektro


 Ir. F. Yudi Linspraptono, MT
 NIP. P. 1039500274

Mengetahui
 Dosen Wali


 (..... I.C. TEGUH HERBASUKI, MT)

Catatan :

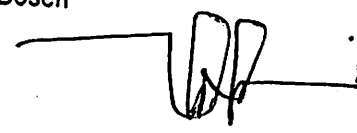
Bagi mahasiswa yang telah memenuhi persyaratan mengambil SKRIPSI agar membuat proposal dan mendapat persetujuan dari Ketua Jurusan/Sekretaris Jurusan T. Elektro S-1

1. IPK 92,5/129 = 2,33 ✓
2. - MK. KARTA SELEKTA (E) ✓
3.



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>HUSEN SUFIANTO</u>	Nim: <u>0212010</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: <u>4</u> Bulan: <u>Oktober</u> Tahun: <u>2007</u>
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)	
	a. Sistem Tenaga Elektrik <input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektronika Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. M. Abd. Hamid, MT</u>	Ketua Jurusan <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>ANALISIS UNTUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL DENGAN SIMULASI SOFTWARE MATLAB SIMULINK 7.0</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	<u>ANALISIS UNTUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM</u>
	Catatan: <u>KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG.</u>	
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui Dosen <u>30-10-2007</u> 

Perhatian:

1. Formulir pengajuan ini harap dikembalikan kepada jurusan paling lambat satu minggu setelah disetujui kelompok dosen keahlian dengan dilampirkan proposal skripsi beserta persyaratan skripsi sesuai form S-1
2. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak **Ir. Abdul Hamid, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Husen Sufianto
Nim : 02.12.010
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / ~~Pendamping~~ *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

“ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG”

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

Malang, 14 Desember 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Hormat kami,

Husen Sufianto
Nim. 02.12.010

*) corot yang tidak perlu



Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak **Bambang Prio Hartono, ST. MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Husen Sufianto
Nim : 02.12.010
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing ~~Utama~~ / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

“ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG”

Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, 14 Desember 2007

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

Hormat kami,

Husen Sufianto
Nim. 02.12.010

*) coret yang tidak perlu



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No.2
Kampus II: Jl. Raya Karang'o Km.2

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Husen Sufianto
Nim : 02.12.010
Semester : XI (sebelas)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

“ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG”

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 14 Desember 2007

Kami Yang Membuat Pernyataan,

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 1018700015

Catatan

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

*)coret yang tidak perlu



PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Husen Sufianto
Nim : 02.12.010
Semester : XI (sebelas)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia *) membimbing Skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

“ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG”

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 14 Desember 2007

Kami Yang Membuat Pernyataan,

Bambang Prio Hartono, ST.MT
NIP. Y. 1028400082

Catatan

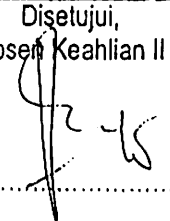
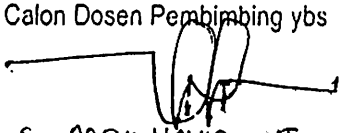
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut

*)coret yang tidak perlu



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/~~Teknik Elektronika~~*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>HUSEW SUFIANTO</u>	Nim: <u>0212010</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>12-08-2008</u>
Waktu		
Tempat		
Ruang:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISIS UJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI PARALEL DEWASAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITM MALANG</u>
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	 <u>Ir. ABUL HAMID, MT</u> NIP. X. 1018800188

Perhatian:

1. Keterangan: *) Coret yang tidak perlu
**) dilingkari a, b, c, atau g sesuai bidang keahlian

Form S-3c



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/~~Teknik Elektronika*~~)

1.	Nama Mahasiswa: <u>HUSEN SUFIANTO</u>	Nim: <u>0212010</u>
2.	Keterangan	Tanggal
	Pelaksanaan	<u>12-02-2008</u>
Waktu		
Tempat		
Ruang:		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponer.
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA MENGGUNAKAN PENBENDALI THYRISTOR ANTI PARALEL DENGAN BAWLAB 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG</u>
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	 <u>Bambang Prio Hartono, ST-MT</u> NIP. Y. 1028400082

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, 13 Februari 2008

Nomor : ITN-104/I.TA/2/2008
Lampiran : -
Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
Kepada : Yth. Sdr. Ir. M. ABDUL HAMID, MT

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

Dengan Hormat,
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
untuk Mahasiswa:

Nama : HUSEN SUFIANTO
Nim : 0212010
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

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

13 Februari 2008 s/d 13 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
Teknik Elektro-S1

Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik 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

Form S4a



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

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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
 BANK NIAGA MALANG

Malang, 13 Februari 2008

Nomor : ITN-105/I.TA/2/2008
 Lampiran : -
 Perihal : **BIMBINGAN SKRIPSI**
 Kepada : Yth. Sdr. **BAMBANG PRIO HARTONO, ST, MT**

Dosen Pembimbing
 Jurusan Teknik Elektro S-1
 di
 Malang

Dengan Hormat,
 Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi
 untuk Mahasiswa:

Nama : HUSEN SUFIANTO
 Nim : 0212010
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Kosentrasi : Teknik Energi Listrik S-1

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

13 Februari 2008 s/d 13 Agustus 2008

Sebagai satu syarat untuk menempuh Ujian Sarjana Teknik, Jurusan
 Teknik Elektro-S1
 Demikian atas perhatian serta kerjasamanya yang baik 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

Form S4a



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Husen Sufianto
Nim : 02.12.059
Masa Bimbingan : 13 Pebruari s/d 13 Agustus 2008
Judul Skripsi : ANALISIS UNJUK KERJA MOTOR INDUKSI 3 FASA
MENGUNAKAN PENGENDALI THYRISTOR ANTI-PARALEL
DENGAN MATLAB 7.0 DI LABORATORIUM ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	14 Feb2008	Revisi Bab I	
2.	16 Feb 2008	Penyempurnaan Bab I	
3.	19 Feb 2008	Revisi Bab II dan Bab III	
4.	25 Feb 2008	Penyempurnaan Bab II dan Bab III	
5.	27 Feb 2008	Revisi Flowchart Pemecahan Masalah	
6.	29 Feb 2008	Revisi Bab IV	
7.	3 Maret 2008	Penyempurnaan Bab IV	
8.	5 Maret 2008	Penyempurnaan Bab IV dan Bab V	
9.	8 Maret 2008	ACC Makalah Seminar Hasil	
10.	17 Maret 2008	ACC Makalah Skripsi	

Malang, Maret 2008
Dosen Pembimbing

Ir.M.Abdul Hamid,MT
NIP Y. 1018800188



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
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, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

NAMA : Hussein S
NIM : 02-12-010
Perbaikan meliputi :

- Abstrak tidak ada
- Kesimpulan semesta dan tipikal
- Daftar pustaka diperbaiki
- gbt penulisan kerangka besar dan kecil
- perhitungan beban max / korsi max tidak ada
- simulasi pembebanan Tmax tidak ada
- kerangka hasil simulasi tidak mulai dari $t=0$

Malang, 19 Januari 2008


(Irine Budi S, ST, MT



SURAT PERMOHONAN

Dengan Hormat,

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

Nama : Husen Sufianto
Nim : 02.12.010
Jurusan : Teknik Elektro Energi Listrik S1
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri
Keperluan : Pengambilan Data
Waktu : Tgl 23 s/d 13 Maret 2008

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

Daftar Peralatan Yang Dipinjam

NO	KODE ALAT	NAMA ALAT	TRADE MARK
1	DL 1021	Motor Induksi 3 Fasa, 1.1 Kw	DE LORENZO
2	DL 2613	DC Power Supply	DE LORENZO
3	DL 2614	Voltage Reference Generator	DE LORENZO
4	DL 2617	SCR	DE LORENZO
5	DL 2604	Six Pulse Control Unit	DE LORENZO
6	DL 2605	STACK	DE LORENZO
7	DL 10040L	Inductive	DE LORENZO
8	DL 1017C	Capacitive	DE LORENZO
9	DL 1013M2	Turet	DE LORENZO
10	DL 1009	AC Power Supply	DE LORENZO
11	3286-20	Clamp On Meter	HIOKI
12	ELC-132A	LCR Meter	ESCORT
13	DT9205A	MultiMeter	EXCEL
14	PL 1179	Autotrafo 3 Fasa	-

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

Yuri Firmansyah
Nim . 02.12.059

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik

Pemohon

Husen Sufianto
Nim. 02.12.010

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

LEMBAR DATA HASIL PENGUJIAN DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

1. Pengujian DC Test

Tabel
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

2. Pengujian Tanpa Beban (*No Load Test*)

Tabel
Data Hasil Pengujian Beban Nol

I _{motor} (Ampere)			P 3 Phasa (WATT)	V _{L-L} (Volt)	Frekuensi (Hz)
a	b	c			
0.59	0.68	0.59	90	220	50

3. Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)


Tabel
Data Hasil Pengujian Motor Rotor Tertahan

I _{motor} (Ampere)			P 3 Phasa (WATT)	V _{L-L} (Volt)
a	b	c		
2.5	2.5	2.5	230	78

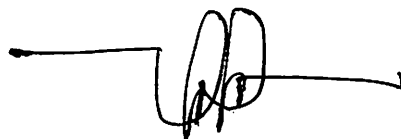
4. Pengukuran Parameter SCR Stack

Symbol	value	Unit
C	10	nf
R	1000	Ω

Asisten Pendamping


Yuri Firmasyah
Nim. 02.12.059

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik



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

Pemohon



Husen Sufianto
Nim . 02.12.010