

SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION
(SVPWM) DENGAN *SOFTWARE* MATLAB SIMULINK
DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**



Disusun oleh :

ANTONIO FERNANDES FILIPE

NIM : 06.12.917

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

MARET 2010



LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION
(SVPWM) DENGAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK
DILABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik Energi Listrik Strata Satu (S-1)*

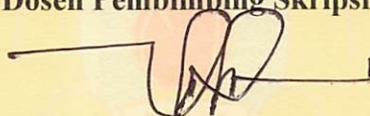
Disusun Oleh :

Antonio Fernandes Filipe

Nim : 06 . 12 . 917

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing Skripsi



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



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
2010**

**ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION
(SVPWM) DENGAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK
DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**

Antonio Fernandes Filipe

Institut Teknologi Nasional Malang, kampus 2

Jl. Raya Karanglo, km 2 Telp (0341) 417636. Fax (0341) 417634 Malang

E-mail : Jeck_2012@yahoo.co.id

Dosen Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid, MT

ABSTRAK

Penggunaan motor induksi yang mencakup dunia luas baik dalam bidang industri maupun dalam kehidupan sehari-hari membuat motor jenis ini mendapat perhatian dari para pengguna serta pabrik pembuatannya untuk semakin meningkatkan mutu dari suatu motor induksi yang dihasilkan sehingga tidak mengecewakan para konsumennya. Motor induksi yang kecil digunakan untuk peralatan rumah tangga misalnya untuk mesin cuci, dan lemari es, sedangkan motor induksi dengan kapasitas yang besar digunakan pada dunia industri sebagai pompa, fan, kompresor dan banyak lainnya.

Pada umumnya motor induksi biasanya sering disimulasikan dan dianalisa dengan menggunakan kondisi *steady state*, tetapi untuk mempelajari pengendalian dalam bidang elektrik metode SVPWM juga sangat di butuhkan. Hal-hal yang berhubungan dengan metode SVPWM adalah untuk meningkatkan output daya dan juga dapat menurunkan faktor harmonisa pada motor induk 1fasa. Dimana hasil dari percobaan yang menggunakan kontrol SVPWM akan dibandingkan dengan penggunaan kontrol auto trafo dengan menggunakan software Matlab 7.04.

Analisa kinerja motor induksi 1 fasa menggunakan *Space Vector Pulse Width Modulation* didapatkan hasil yang lebih baik dari pada menggunakan autotrafo, dimana arus starting yang direduksi oleh SVPWM lebih kecil dibandingkan pengasutan arus dengan menggunakan Auto Trafo. yaitu sebesar 4,07% untuk SVPWM dan 4,84% untuk Auto trafo.

Kata kunci : *svpwm, auto trafo, motor induksi, matlab simulink.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

“ ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION (SVPWM) DENGAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK DILABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG ”.

Skripsi ini bertujuan untuk memenuhi kurikulum akademik yang harus ditempuh oleh setiap mahasiswa guna menyelesaikan pendidikan pada jenjang strata satu jurusan Teknik Elektro konsentrasi Teknik Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

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

1. Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE, selaku Rektor ITN Malang.
2. Ir. Sidik Noetjahjono, MT, selaku Dekan FTI ITN Malang.
3. Ir. F Yudi Limpraptono, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 ITN Malang.
4. Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku Dosen Pembimbing.
5. Ir. Choirul Saleh, MT dan Bambang Prio Hartono, ST, MT selaku dosen penguji
6. Kedua orang tua yang telah membesarkan, mendidik dan selalu memberikan doanya.
7. Kakakku Mario tercinta, terimakasih dukungan motivasinya dan yang selalu memberikan semangat serta menjadi inspirasi ku.

8. Kakakku Agus tercinta, terimakasih dukungan motivasinya dan yang selalu memberikan semangat serta menjadi inspirasi ku.
9. Semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan yang disebabkan keterbatasan ilmu yang penulis miliki, oleh karena itu perlu adanya saran dan kritik yang konstrutif dari seluruh pihak yang senantiasa penulis harapkan demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun pembaca pada umumnya dan dapat menjadi sumber informasi yang bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Maret 2010

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Relevansi	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Teori Dasar Motor Induksi 1 fasa.....	4
2.2. Medan Pulsasi Ganda pada Motor Induksi 1 fasa	6
2.3 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 1 fasa	8
2.4. Starting Motor Induksi 1 fasa.....	9
2.4.1. Motor Starting Kapasitor (Capasitor Start)	10

2.4.2. Motor Kapasitor Terpisah Tetap (Capasitor Run).....	11
2.4.3. Motor Starting-Running Kapasitor.....	12
2.5. Saklar Kapasitor	12
2.6 Parameter-parameter pada Motor Induksi 1 fasa	13
2.7. Pengujian untuk penentuan parameter Motor Induksi 1 Phasa	14
2.7.1. Pengujian Langsung	15
2.7.2. Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked Rotor Test</i>)	16
2.7.3. Pengujian Tanpa Beban.....	17
2.7.4. Pengujian nilai perbandingan	18
2.8. PWM Inverter.....	23
2.9. Inverter 1 Fasa Sebagai Suplai Tegangan Motor Induksi.....	24
2.9.1. Inverter 1 Fasa Gelombang Penuh.....	24

BAB III PEMODELAN MOTOR INDUKSI 1 FASA DAN

SPACE VEKTOR PULSE WIDTH MODULATION

3.1. Pemodelan Motor Induksi 1 fasa.....	26
3.2. Pengujian Parameter Motor.....	27
3.2.1. Pengujian Parameter Lilitan dan Kapasitor Secara Langsung	27
3.2.2. Pengujian Rotor Tertahan.....	28
3.2.3. Pengujian Tanpa Beban.....	28
3.2.4. Pengujian Perbandingan Kumparan	29
3.3. Analisa Data Pengujian Motor Induksi 1 Fasa	29

2.4.2. Motor Kapasitor Terpisah Tetap (Capasitor Run).....	11
2.4.3. Motor Starting-Running Kapasitor.....	12
2.5. Saklar Kapasitor	12
2.6 Parameter-parameter pada Motor Induksi 1 fasa	13
2.7. Pengujian untuk penentuan parameter Motor Induksi 1 Phasa	14
2.7.1. Pengujian Langsung	15
2.7.2. Pengujian Rotor Tertahan (<i>Blocked Rotor Test</i>)	16
2.7.3. Pengujian Tanpa Beban.....	17
2.7.4. Pengujian nilai perbandingan	18
2.8. PWM Inverter.....	23
2.9. Inverter 1 Fasa Sebagai Suplai Tenggangan Motor Induksi.....	24
2.9.1. Inverter 1 Fasa Gelombang Penuh.....	24

BAB III PEMODELAN MOTOR INDUKSI 1 FASA DAN

SPACE VEKTOR PULSE WIDTH MODULATION

3.1. Pemodelan Motor Induksi 1 fasa.....	26
3.2. Pengujian Parameter Motor.....	27
3.2.1. Pengujian Parameter Lilitan dan Kapasitor Secara Langsung	27
3.2.2. Pengujian Rotor Tertahan.....	28
3.2.3. Pengujian Tanpa Beban.....	28
3.2.4. Pengujian Perbandingan Kumparan	29
3.3. Analisa Data Pengujian Motor Induksi 1 Fasa	29

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1. Kemungkinan Kondisi Hubungan Komponen Daya.....	25
Tabel 3-1. Data Hasil Pengujian Rotor Tertahan	28
Tabel 3-2. Data Hasil Pengujian Tanpa Beban	28
Tabel 3-3. Data Hasil Pengujian Perbandingan Kumparan.....	29
Tabel 3-4. Parameter Motor Induksi 1 Fasa	34
Tabel 4-1. Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Pengendali SVPWM dan Autotrafo	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Motor Induksi 1 fasa	5
Gambar 2.2.	Pulsasi Terhadap Waktu	6
Gambar 2.3.	Torsi Pada Motor Induksi 1 fasa	7
Gambar 2.4.	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi 1 fasa	8
Gambar 2.5.	Motor Starting Kapasitor.....	10
Gambar 2.6	Motor Running Kapasitor.....	11
Gambar 2.7	Motor Starting-Running Kapasitor.....	12
Gambar 2.8.	Saklar Kapasitor	13
Gambar 2-9	Rangkaian Pengujian Langsung	15
Gambar 2.10	Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan Pada Kumparan Utama ...	16
Gambar 2.11.	Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan Pada Kumparan Bantu	16
Gambar 2.12	Rangkaian Pengujian Motor Tanpa beban	17
Gambar 2.13	Rangkaian Pengujian Nilai Perbandingan	18
Gambar 2.14	Rangkaian Utama Pengendali Motor Induksi 1 Fasa	24
Gambar 2.15	Inverter 1 Fasa Gelombang	25
Gambar 3.1	Contoh Motor Induksi 1 Fasa	26
Gambar 3.2.	Tampilan Model Fisik Rotor dan Stator Dalam Model Fisik Blok Motor Induksi 1Fasa	27
Gambar 3.3.	Contoh Blok Parameter Motor Induksi 1 fasa Pada Matlab.....	34
Gambar 3.4	Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum	36
Gambar 4.1	Model Blok Simulink SVPWM sebagai Pengendali	

	Motor Induksi 1 fasa.....	37
Gambar 4.2	Model Blok Simulink Autotrafo sebagai Pengendali	
	Motor Induksi 1 fasa.....	38
Gambar 4.3	Tegangan Input Dan Tegangan 220 V	38
Gambar 4.4	Putaran Motor Terhadap Waktu Yang Dikendalikan	
	Space Vektor Pulse Width Modulation.....	39
Gambar 4.5	Torsi Motor Terhadap Waktu.....	39
Gambar 4-6	Arus Motor Terhadap Waktu	40
Gambar 4-7	Tegangan Input Dan Tegangan Keluaran Pada Auto Trafo	40
Gambar 4-8	Arus Motor Terhadap Waktu	41
Gambar 4-9	Putaran Motor Terhadap Waktu	41
Gambar 4-10	Torsi Motor Terhadap Waktu	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan motor induksi yang mencakup dunia luas baik dalam bidang industri maupun dalam kehidupan sehari-hari membuat motor jenis ini mendapat perhatian dari para pengguna serta pabrik pembuatannya untuk semakin meningkatkan mutu dari suatu motor induksi yang dihasilkan sehingga tidak mengecewakan para konsumennya. Motor induksi yang kecil digunakan untuk peralatan rumah tangga misalnya untuk mesin cuci, dan lemari es, sedangkan motor induksi dengan kapasitas yang besar digunakan pada dunia industri sebagai pompa, fan, compresor dan banyak lainnya.

Pada umumnya motor induksi biasanya sering disimulasikan dan dianalisa dengan menggunakan kondisi *steady state*, tetapi untuk mempelajari pengendalian dalam bidang elektrik metode SVPWM juga sangat di butuhkan.

Hal-hal yang berhubungan dengan metode SVPWM adalah untuk meningkatkan output daya dan juga dapat menurunkan faktor harmonisa pada motor induksi 1 fasa.

Dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB versi 7.0 kita dapat menganalisa kecepatan motor dengan mengatur torsi dan membentuk blok-blok *transfer function* dari persamaan matematika motor yang telah diketahui.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan hal diatas maka timbul sebuah pokok permasalahan yaitu :
Bagaimana mengoptimalkan Arus Starting dengan menggunakan control *Space Vector Pulse Width Modulation*.

1.3. Tujuan Pembahasan

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan di atas, maka tujuan dari penulisan skripsi ini adalah bagaimana mengoptimalkan Arus penghasutan Starting motor dengan menggunakan control *Space Vector Pulse Width Modulation* dibandingkan dengan control Auto Trafo.

1.4. 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 1 Fasa Jenis Kapasitor *Run* FUJIKAWA / DB-123, 100 Watt, 220 Volt, 1,9 Ampere, $\text{Cos } \phi$ 0,83, 50 Hz, 2800 rpm.
- b. Analisa Menggunakan Simulink yang dibentuk menggunakan *transfer function* dari persamaan matematika.
- c. Sistem kontrol yang digunakan adalah *Space Vector Pulse Width Modulation (svpwm)* dan *Autotrafo*
- d. Pembahasan lebih ditekankan pada pengaruh torsi yang berubah terhadap motor induksi.
- e. Tidak membahas sistem proteksi motor.

1.5. Metodologi Penelitian

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini metodologi sebagai berikut:

a. Studi literatur

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan penggunaan Motor Induksi 1 fasa serta penurunan rumus – rumus yang digunakan dalam skripsi ini.

b. Pengumpulan Data

Melakukan percobaan dan pengambilan data dari penggunaan *Space Vector Pulse Width Modulation* , Autotrafo dan Motor Induksi 1 fasa yang akan dianalisa.

c. Melakukan analisa dari data untuk parameter-parameter yang akan digunakan.

d. Melakukan simulasi dari data yang ada ke dalam Blok Simulink Dengan Bantuan *Software* MATLAB versi 7.0

e. Menganalisa dan membahas hasil Simulasi

f. Menarik Kesimpulan.

1.6. Relevansi

Dengan adanya analisis pada motor induksi 1 fasa dengan menggunakan *Space Vector Pulse Width Modulation (svpwm)* dan Autotrafo maka kita akan dapat mengetahui pengaruhnya terhadap kinerja motor. Selain itu kita juga akan mengetahui dampak apa saja yang timbul pada motor tersebut.

BAB II

TEORI DASAR

2.1. Teori dasar Motor Induksi 1 fasa

Motor arus bolak-balik (Motor AC) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik arus bolak-balik menjadi tenaga mekanik atau tenaga gerak, dimana tenaga gerak ini berupa perputaran pada motor. Salah satu jenis motor AC ini adalah motor induksi atau motor asinkron . Disebut motor asinkron karena putaran riil motor yakni pada rotor tidak sama dengan putaran 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.^[2]

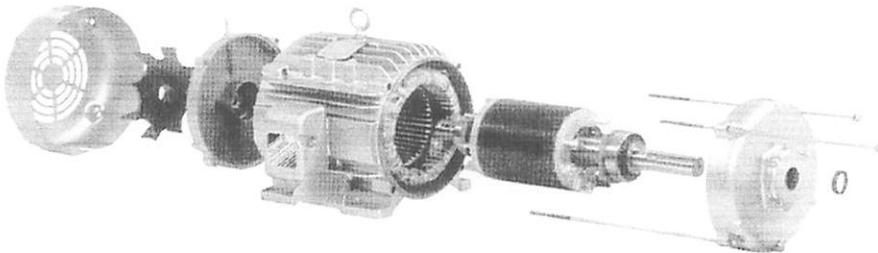
Keuntungan :

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).

Diantara semua jenis motor listrik, baik arus searah (DC) maupun arus bolak-balik (AC), maka motor induksi adalah jenis motor yang paling banyak di gunakan. Disebut motor induksi karena energi listrik tidak di salurkan secara langsung ke rotor motor induksi (kumparan rotor induksi tidak mempunyai

hubungan dengan sumber listrik). Rotor motor induksi tidak menerima energi listrik secara langsung, tetapi menerima energi listrik berdasarkan induksi magnet (imbas) dari kumparan stator.

Motor induksi satu fasa banyak digunakan terutama untuk aplikasi yang memerlukan daya keluaran yang rendah. Hal lain yang mendukung digunakannya motor induksi 1 fasa adalah karena bentuknya yang sederhana, ukuran yang kecil dan harga yang relative murah, ukuran stator motor induksi 1 fasa umumnya berkisar antara 1/20-1Hp. Masalah utama yang berhubungan dengan desain motor induksi 1 fasa adalah tidak adanya medan magnet putar seperti halnya pada motor induksi 3 fasa. Karena hanya ada 1 fasa pada belitan stator, medan magnet pada motor induksi 1 fasa tidak berputar, tetapi hanya menimbulkan medan pulsasi saja yang berada pada posisi yang tetap, bukan medan yang berputar terhadap ruang. Karena tidak ada medan magnet putar pada stator, motor induksi 1 fasa tidak mempunyai torsi awal.^[2]

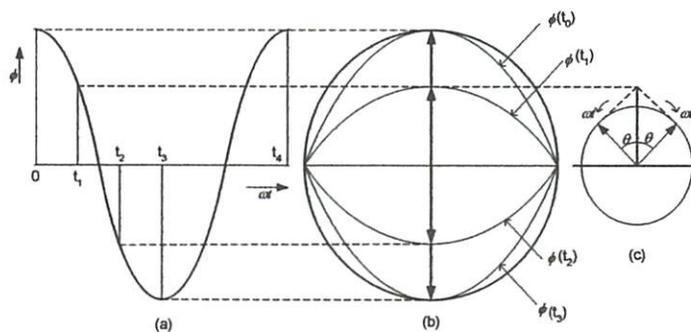


Gambar 2-1^[10]
Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa

2.2. Medan Pulsasi Ganda Pada Motor Induksi 1 Fasa

Struktur motor induksi 1 fasa sama dengan motor induksi 3 fasa jenis rotor sangkar, kecuali kumparan statornya yang hanya terdiri dari satu fasa. Seperti telah diketahui kumparan stator tiga fasa bila di hubungkan dengan sumber tegangan bolak-balik akan menghasilkan suatu medan magnet yang berputar terhadap ruang. Medan putar inilah yang pada dasarnya menjadi prinsip motor induksi. Tidak demikian halnya dengan motor induksi 1 fasa, karna belitan stator dari motor induksi satu fasa disupply oleh sumber tegangan bolak-balik yang sinusoidal.

Tegangan bolak-balik yang sinusoidal akan menghasilkan fluksi yang sinusoidal pula ($e = d\phi/dt$). Fluksi yang sinusoidal ini hanya menghasilkan fluksi (medan) pulsasi saja dan bukan fluksi yang berputar terhadap ruang.



Gambar 2-2^[10]
Pulsasi Terhadap Waktu

Dari gambar diatas dapat dilihat masing-masing keadaan fluksi terhadap ruang atau pulsasi (a), keadaan fluksi terhadap waktu (b) dan keadaan fluksi terhadap kedudukan vektornya di ruang.

Kedaaan fluksi sebagai fungsi waktu adalah:

$$\phi = \phi_m \cdot \cos \omega t \dots\dots\dots (2-1)$$

Fluksi sebagai fungsi ruang adalah:

$$\phi = \phi_m \cdot \cos \theta \dots\dots\dots (2-2)$$

Maka fluksi sebagai fungsi waktu dan ruang adalah:

$$\phi = \phi_m \cdot \cos \theta \cdot \cos \omega t \dots\dots\dots (2-3)$$

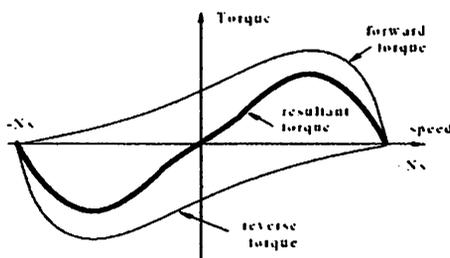
$$\phi = \frac{1}{2} \cdot \phi_m [\cos(\theta - \omega t) + \cos(\theta + \omega t)] \dots\dots\dots (2-4)$$

Dari rumus diatas dapat diketahui bahwa fluksi yang dihasilkan oleh kumparan satu fasa merupakan fluksi dengan dua komponen, yaitu komponen fluksi arah maju (ϕ_f), dan komponen fluksi arah mundur (ϕ_b) dimana:

$$\phi_f = \frac{1}{2} \cdot \phi_m \cdot \cos(\theta - \omega t) \dots\dots\dots (2-5)$$

$$\phi_b = \frac{1}{2} \cdot \phi_m \cdot \cos(\theta + \omega t) \dots\dots\dots (2-6)$$

Kedua komponen fluksi diatas bergerak berlawanan arah dengan kecepatan sudut (ωt) yang sama, sehingga kedudukannya terhadap ruang seolah-olah tetap. Kedua komponen fluksi yang berlawanan arah tersebut tentunya akan menghasilkan torsi yang sama besar dan berlawanan arah pula (arah maju dan arah mundur) seperti terlihat pada gambar 2-3 berikut.



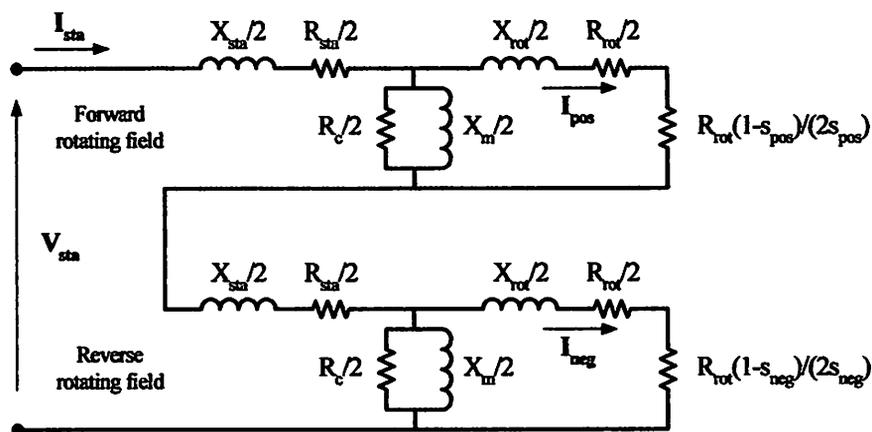
Gambar 2-3^[10] Torsi Pada Motor AC 1 Fasa

Torsi resultan yang dihasilkan oleh kedua komponen torsi tersebut pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk menggerakkan motor dengan arah maju dan mundur. Tetapi pada keadaan start kemampuan motor untuk maju sama besar dengan kemampuan gerak mundurnya, oleh sebab itu motor tetap diam saja.^[2]

Apabila dengan suatu alat bantu dapat diberikan sedikit torsi maju, maka motor akan berputar mengikuti torsi resultan maju dan demikian pula sebaliknya. Persoalan sekarang adalah bagaimana cara memberikan torsi mula pada motor induksi satu phasa.

2.3. Rangkaian Ekivalen Motor Induksi 1 Fasa.

Untuk membahas rangkaian ekivalen dari motor induksi 1 fasa, dapat di perhatikan pada saat motor diam. Pada saat itu motor seolah-olah trafo 1 fasa dengan sisi sekunder dihubung singkat. Rangkaian ekivalen dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2-4 ^[11]
Rangkaian Ekivalen Motor Induksi 1 Fasa

Dimana:

Vsta : Tegangan Input pada Motor (Volt)

Xsta : Reaktansi Stator (Ohm)

Rsta : Resistansi Stator (Ohm)

Rc : Resistansi Inti (Ohm)

Xm : Reaktansi Bersama Stator dan Rotor

Xrot : Reaktansi Rotor (Ohm)

Rrot : Resistansi Rotor (Ohm)

S : Slip

I pos : Arus pada putaran medan Maju (forward)

I neg : Arus pada putaran medan Mundur (Reversing)

Selanjutnya dari prinsip medan putar ganda, dimana gelombang magnet merupakan dua komponen medan putar yaitu, medan putar maju dan medan putar mundur, yang besarnya sama dan berlawanan arah. Keduanya mempunyai setengah amplitudo dari medan magnet yang berpulsasi, yang masing-masing menyatakan pengaruh medan maju dan medan mundur.

2.4. Starting Motor Induksi 1 Fasa.

Seperti dijelaskan di atas, motor induksi 1 fasa tidak mempunyai torsi awal. Untuk itu ada beberapa macam atau jenis motor induksi 1 fasa yang membedakan cara startingnya, yaitu:

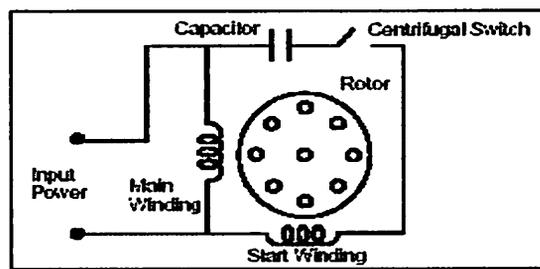
- a. Motor Fasa-Terpisah (Split-Phasa Motor)
- b. Motor Jenis-Kapasitor (Capacitor-type motor)
- c. Motor Kutub Terarsir (shaded-Pole Motor).

- d. Motor Reluktansi hidup sendiri (self-starting reluctance motor)
- e. Motor Histerisis

Sesuai dengan batasan masalah dari skripsi ini, maka hanya akan dibahas mengenai motor induksi 1 fasa jenis-kapasitor (capacitor-type motor) yang meliputi:

2.4.1. Motor Starting Kapasitor (*Capacitor-Start*)

Motor starting kapasitor juga merupakan motor fasa terpisah, tetapi perbedaan fasa waktu antara kedua arus diperoleh melalui kapasitor yang dipasang secara seri dengan kumparan tambahan, seperti tampak pada gambar 2-5 berikut :

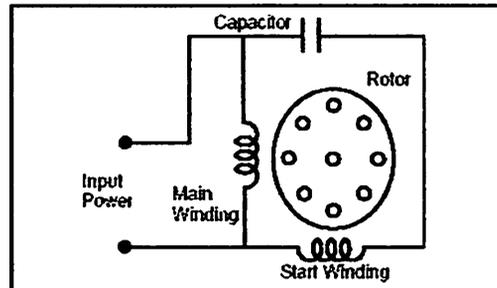


**Gambar 2-5^[11]
Motor Starting Kapasitor**

Kumparan tambahan diputuskan hubungannya setelah hidup, dan dengan demikian kumparan tambahan dan kapasitor dapat dirancang dengan minimum jika motor dihidupkan dan di matikan bergantian dalam selang waktu tertentu. Dengan menggunakan kapasitor saat dihidupkan yang besarnya tepat, arus kumparan-tambahan dalam keadaan dapat dibuat mendahului arus kumparan-utama sebesar 90° seperti yang terjadi pada motor 2 fasa setimbang.

2.4.2. Motor Kapasitor Terpisah Tetap (Capasitor-Run)

Pada motor kapasitor terpisah tetap (*Capasitor-Run*), kapasitor dan kumparan tambahan tidak diputuskan setelah motor hidup.



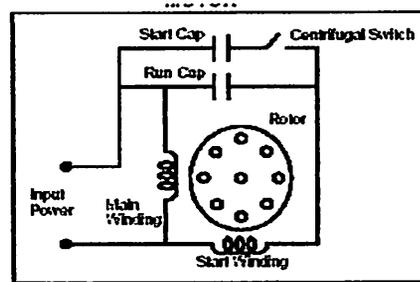
**Gambar 2-6 ^[11]
Motor Running Kapasitor**

Konstruksinya dapat di sederhanakan dengan meniadakan penyambungan arus (saklar sentrifugal) seperti terlihat pada gambar 2-6 .

Starting dengan menggunakan kapasitor terpisah tetap akan diperoleh perbaikan pada faktor daya, efisiensi, dan pembentukan pulsa torsi. Sebagai contoh kapasitor dan kumparan tambahan dapat dirancang untuk bekerja dengan sempurna pada 2-fasa pada sembarang beban yang diinginkan, dengan demikian medan mundur akan hilang, yang menyebabkan perbaikan efisiensinya. Disamping itu akan hilang juga pembentukan pulsa momen-kakas frekwensi stator ganda, kapasitor akan berlaku sebagai penampung penyimpanan tenaga untuk menghaluskan pembentukan pulsa pada masukan daya dari jala-jala satu fasa. Hasilnya merupakan suatu motor yang tidak berisik.

2.4.3. Motor Starting-Running Kapasitor

Motor kapasitor ganda menggunakan dua buah kapasitor, yang satu untuk menghidupkan dan yang satu dipergunakan pada saat jalan, secara teoritis kedua penampilan saat di hidupkan dan saat jalan yang optimal dapat diperoleh. Salah satu cara adalah dengan susunan rangkaian seperti pada gambar 2-7 berikut:

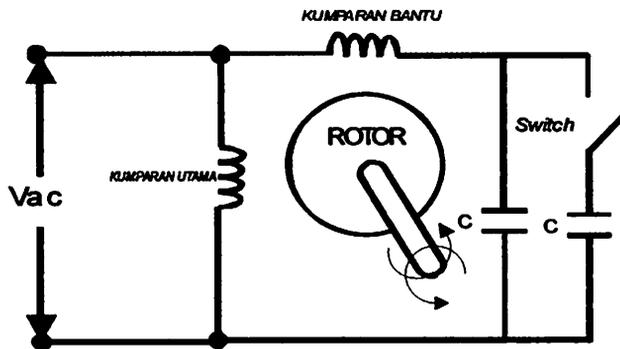


Gambar 2-7⁽¹¹⁾
Motor Starting-Running Kapasitor

Harga kapasitansi yang kecil (C_1) dipergunakan untuk mendapatkan keadaan kerja yang optimum secara tetap dihubungkan seri dengan kumparan tambahan, dan kapasitansi yang berharga lebih besar (C_2) Yang diperlukan pada saat start dipasang paralel dengan kapasitor pada saat bekerja. Kapasitor saat dihidupkan diputuskan hubungannya setelah motor berputar.

2.5. Saklar Kapasitor

Pada umumnya motor induksi 1 fasa jenis kapasitor terdiri atas kumparan utama (*main winding*), kumparan Bantu (*auxiliary winding*), running kapasitor, starting kapasitor dan saklar *sentrifugal*, seperti diperhatikan pada gambar 2-8.



**Gambar 2-8 ^[12]
Saklar Kapasitor**

Pada gambar diatas terlihat, sistem terdiri dari tiga elemen utama yaitu; Mesin induksi, starting kapasitor, dan (*AC switch*). Kumparan utama (*main winding*) dihubungkan langsung dengan sumber listrik utama (*Vs*) dan running kapasitor yang diparalel dengan *AC switch* diseri dengan kumparan tambahan (*auxiliary winding*).

2.6. Parameter-parameter pada motor induksi satu fasa ^[12]

Penurunan model dari parameter-parameter biasanya ditentukan berdasarkan atas unjuk kerja (*performance*) yang terukur dari motor. Beberapa parameter biasa diukur secara langsung seperti resistansi belitan utama dan belitan tambahan, serta impedansi eksternal belitan tambahan.

Parameter-parameter lainnya atau sisanya ditentukan dengan menyelesaikan persamaan non-linear yang diperoleh dari perhitungan hasil dari beberapa pengujian motor induksi satu fasa. Pendekatan yang digunakan disini adalah dengan mendapat parameter yang didapat dari pengukuran secara langsung, kemudian mencari beberapa nilai parameter sisanya yang merupakan harga yang terbaik dan sesuai dengan unjuk kerja dari motor itu sendiri.

- Parameter-parameter yang dapat diukur secara langsung
 - Resistansi kumparan utama (R_{1m})
 - Resistansi kumparan Bantu (R_{1s})
 - Induktansi kumparan Utama (L_{1m})
 - Induktansi kumparan Bantu (L_{1s})

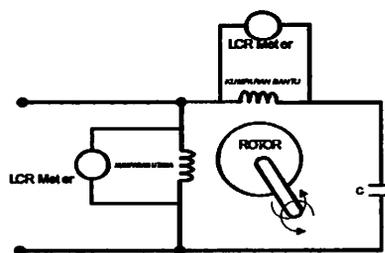
- Parameter unjuk kerja motor Induksi:
 - Power factor ($\cos \phi$)
 - Tegangan Supply (V_s).
 - Arus belitan utama (I_{main})
 - Arus belitan Bantu (I_{aux})
 - Kecepatan

2.7. Pengujian untuk penentuan parameter motor induksi 1 fasa.

Dengan mengaplikasikan beban pada motor induksi satu phasa, secara langsung dapat dibaca output, input, kecepatan dan arus. Dari bacaan ini efisiensi, rugi, torsi dan factor daya dapat diperoleh. Karena motor jenis kapasitor biasa memiliki rating yang kecil, maka bacaan langsung ini dari metode biasanya dapat diperoleh unjuk kerja dari motor. Bagaimanapun untuk tujuan pemeriksaan desain dan perhitungan dalam penyelidikan performa sangatlah penting untuk membuat berbagai macam pengujian untuk mempertimbangkan konstanta mesin / parameter. Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

2.7.1. Pengujian langsung

Pengujian langsung merupakan pengujian awal dari suatu motor induksi 1 fasa jenis kapasitor, dengan menggunakan *LCR Meters* untuk mengetahui nilai / ukuran dari impedansi pada masing-masing kumparan stator yang meliputi resistansi kumparan utama (R_{1m}), resistansi kumparan bantu (R_{1s}), induktansi kumparan utama (L_{1m}), induktansi kumparan bantu (L_{1s}). Besarnya nilai kapasitor yang digunakan oleh motor (starting kapasitor) juga dapat diukur dengan menggunakan *LCR Meters* ini.

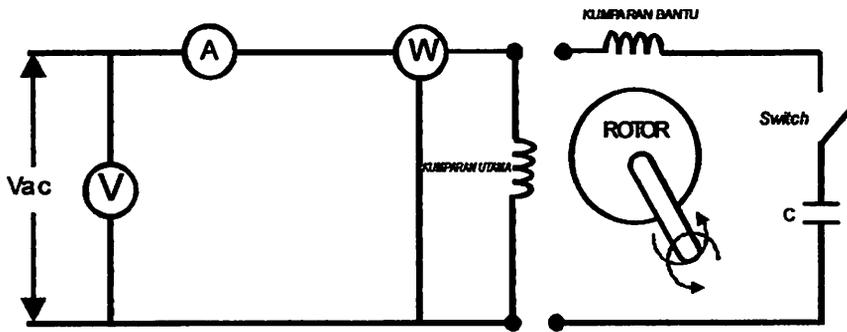


Gambar 2-9
Rangkaian Pengujian Langsung^[12]

2.7.2. Pengujian Rotor tertahan

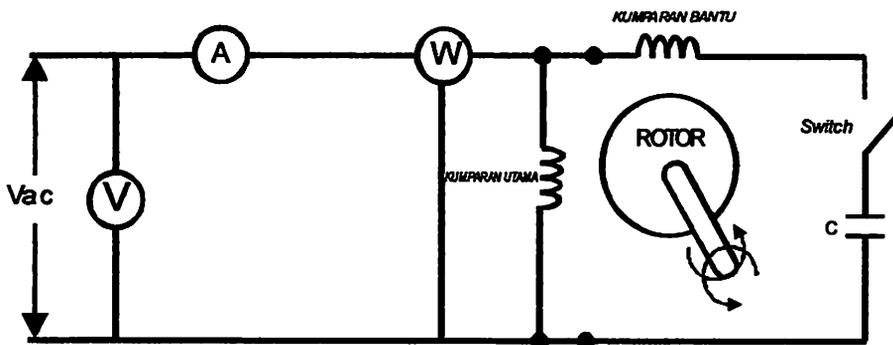
Pengujian rotor tertahan dipergunakan untuk memperoleh parameter tegangan input (volt) arus (amper) dan daya (watt) yang dilakukan dengan dua kali pengujian.

- a. Pengujian pertama, diukur pada kumparan utama, yang mana kumparan bantunya tidak dihubungkan dengan pengujian seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2-10^[12]
Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan Pada Kumparan Utama

- b. Pengujian kedua, diukur pada kumparan Bantu yang mana kumparan utamanya tidak dihubungkan dengan rangkaian pengujian sebagai berikut.



Gambar 2-11^[12]
Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan Pada Kumparan Bantu

Pengujian ini tidak diijinkan untuk menggunakan tegangan penuh, karena pada kondisi rotor tertahan arus singkat yang berlebihan dan akan menimbulkan efek panas, untuk itu disarankan tegangan yang digunakan sekitar 40% dari tegangan normal.

2.7.3. Pengujian tanpa beban

Pengujian ini dibuat untuk tingkat tegangan yang hanya dilakukan untuk membangkitkan kumparan utama daya input (watt), tegangan (volt) dan arus (ampere) diukur. Pengujian tanpa beban dilakukan dengan cara memberikan tegangan supply pada motor, dan rotornya dibiarkan berputar secara bebas. Pengujian ini menggunakan alat bantu ampere meter, watt meter dan volt meter.

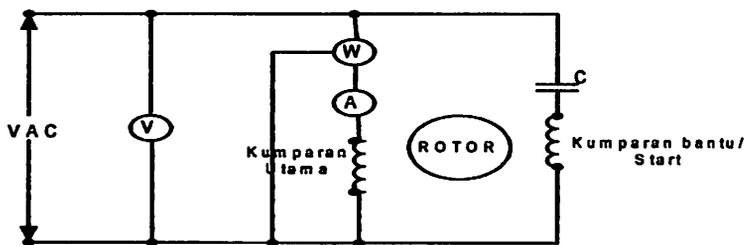
Pada kondisi tanpa beban, dimana torsi beban harus nol berlaku persamaan

$$\sqrt{1-S^2} = \frac{R_2}{X_0} \dots\dots\dots (2-7)$$

Dimana : S = Kecepatan Ideal

R_2 = Resistansi Rotor

X_0 = Reaktansi Magnetik Tanpa Beban



Gambar 2-12^[12]
Rangkaian Pengujian Motor Tanpa Beban

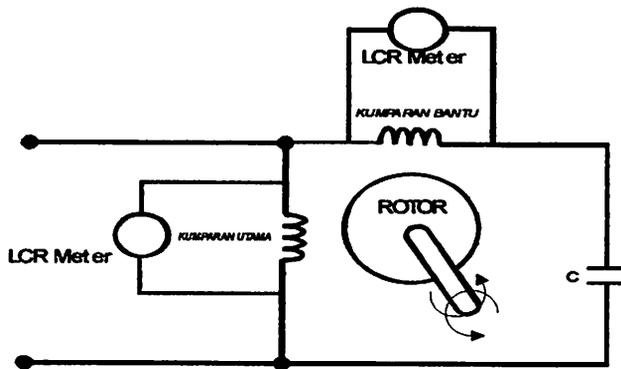
Ini menunjukkan fakta bahwa percobaan diketahui dengan baik, kecepatan tanpa beban dari motor induksi 1 fasa tidak mempunyai kecepatan sinkron sebagai mana kasus ideal untuk mesin phasa banyak sesungguhnya kecepatan tanpa beban dari motor 1 fasa lebih kecil dari apa yang sering dinyatakan dalam contoh teori karena efek perlambatan selanjutnya dari rugi sumbu start, demikian halnya dengan rugi gesekan dan angin.

Kecepatan ideal tanpa beban adalah :

$$S_0 = \sqrt{1 - \left(\frac{R_2}{X_0}\right)^2} \dots\dots\dots (2-8)$$

2.7.4. Pengujian nilai perbandingan.

Pengujian perbandingan kumparan hanya dilakukan untuk motor kapasitor apabila diinginkan untuk memperoleh nilai rugi, dengan rangkaian pengujian sebagai berikut.



**Gambar 2-13^[12]
Rangkaian Pengujian Nilai Perbandingan**

Apabila perbandingan kumparan sudah diketahui dari desain motor maka pengujian tidak perlu dilakukan. Pengujian ini dapat dilakukan dengan cara menjalankan motor dengan harga tegangan E_m yang hanya dinyatakan untuk kumparan utama dan pengukuran tegangan kumparan E_a (motor dalam keadaan tanpa beban).

Mengesetkan E_a' berubah ubah dipilih kurang lebih 18% lebih dari E_a (ide dibawah ini adalah untuk mengoperasikan motor pada fluksi normal), pada

kumparan bantu motor dibiarkan berjalan tanpa beban kemudian tegangan induksi pada kumparan utama yang mana kita sebut E_m' diukur.

Perbandingan kumparannya:

$$a = \sqrt{\frac{E_a' E_a}{E_m' E_m}} \dots\dots\dots (2-9)$$

Dari parameter pengujian diatas maka akan diperoleh paramter baru dari mesin motor untuk analisa berikutnya, dengan tahapan metode perhitungannya sebagai berikut:

- Langkah pertama

Untuk perkiraan awal, diasumsikan sebagai rangkaian ekivalen motor seri sederhana:

$$Z_e = \frac{V_L}{I_L} \dots\dots\dots (2-10)$$

$$R_e = \frac{W_L}{I_L^2} \dots\dots\dots (2-11)$$

$$R_2 \approx R_e - R_1 \dots\dots\dots (2-12)$$

$$X_e \approx \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \dots\dots\dots (2-13)$$

dimana: Z_e = Impedansi hubung singkat.

X_e = Reaktansi hubung singkat

R_e = Rresistansi hubung singkat

R_1 = Resistansi stator

R_2 = Resistansi rotor

$W_L =$ Daya input

$I_L =$ Arus line

$V_L =$ Tegangan line

Jika reaktansi magnetik diasumsikan sama untuk sumbu start dan sumbu utama maka:

$$X_0 = \frac{2V_n}{I_n} \dots\dots\dots(2-14)$$

Dimana: $X_0 =$ Reaktansi magnetik tanpa beban

$V_n =$ Tegangan tanpa beban

$I_n =$ Arus tanpa beban

• Langkah kedua

Untuk lebih akuratnya perhitungan,kehadiran dari cabang magnetic yang diparalel dengan rangkaian rotor,harus disertakan dalam perhitungan dengan perkiraan berturut-turut yang akan diperlukan.

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \dots\dots\dots(2-15)$$

Dimana: $K_r =$ Koefisien kopling nyata

Untuk arus magnetik tanpa beban diketahui :

$$I_{mag\ main} = \frac{I_n}{1 + \frac{K_r}{2 - K_r}} \dots\dots\dots(2-16)$$

Untuk komponen sumbu start kemudian seperti dibawah ini:

$$I_{mag\ cross} = \frac{K_r}{2 - K_r} \times I_{mag\ main} \dots\dots\dots(2-17)$$

Atau dengan pengurangan secara langsung

$$I_{mag\ cross} = I_n - I_{mag\ main} \dots\dots\dots(2-18)$$

Jika arus magnetic pada sumbu utama sudah diketahui,selanjutnya perhitungan lebih akurat untuk X_o akan menjadi:

$$X_o = \frac{V_n}{I_{mag\ main}} \dots\dots\dots(2-19)$$

Perkiraan yang kedua untuk K_r , adalah:

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \dots\dots\dots(2-20)$$

Resistansi rotor dalam stator secara lebih akurat adalah,

$$R_2 = \frac{R_e - R_1}{K_r} \dots\dots\dots(2-21)$$

Reaktansi ekivalin mungkin dibagi dalam komponen utama dan yang lain,dengan menggunakan hubungan perkiraan:

$$X_1 = X_2 \approx \frac{X_e}{2} \dots\dots\dots(2-22)$$

Dimana: X_1 = Reaktansi stator

X_2 = Reaktansi rotor

X_e = Reaktansi hubungan singkat

Tapi untuk membetulkan kehadiran reaktansi magnetic dalam pengujian adalah sebagai berikut, lebih tepat:

$$X_1 = X_2 = X_e \frac{1 - \sqrt{K_r}}{1 - K_r} \dots\dots\dots(2-23)$$

- Langkah ketiga.

Disarankan prosedur pengujian sebagai bagian dari masalah dari rugi-rugi terpisah .Skema dari prosedur berikut mempergunakan gambar pengujian diatas.Harga yang diberikan dengan metode ini akan menggunakan tambahan simbol utama pada persamaan dibawah ini.

$$R_2' = \frac{W_L}{I_L^2} - R_1 \dots\dots\dots(2-24)$$

Pendekatan pertama:

$$X_e = \sqrt{\left(\frac{V_L}{I_L}\right)^2 - \left(\frac{W_L}{I_L^2}\right)^2} \dots\dots\dots(2-25)$$

$$X_o = \frac{2V_n}{I_n} - X_e \dots\dots\dots(2-26)$$

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \dots\dots\dots(2-27)$$

Pendekatan kedua:

$$X_e = \frac{V_n}{I_n} - \sqrt{\left(\frac{V_n}{I_n} - X_e'\right)^2 + (R_2')^2} \dots\dots\dots(2-28)$$

$$K_r = \frac{X_o - X_e'}{X_o} \dots\dots\dots(2-29)$$

$$R_2 = \frac{R_2'}{K_r} \dots\dots\dots(2-30)$$

Sehingga dari analisa diatas akan diperoleh parameter baru berupa:

R_2 = Resistansi rotor

X_2 = Reaktansi rotor

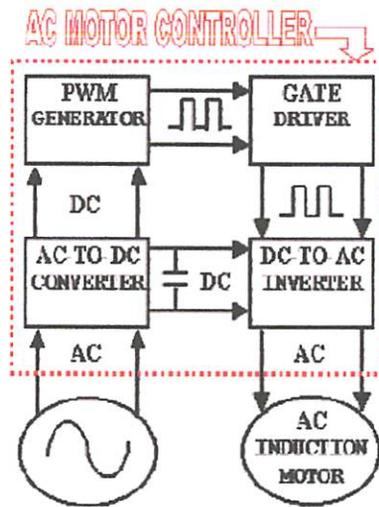
X_o = Reaktansi magnetik tanpa beban

X_e = Reaktansi hubungan singkat

K_r = Koefisien kopling nyata

2.8. PWM Inverter

Secara umum pengontrol kecepatan motor induksi 1 fasa yang menggunakan inverter 1fasa dapat dilihat pada gambar 2-14. Pada dasarnya system pengontrol ini merupakan kombinasi dari penyearah satu fasa (rectifier), inverter dan PWM generator. Dengan pengaturan pada PWM control unit, frekuensi dan tegangan output dari inverter dapat diatur untuk mengontrol motor induksi 1 fasa.



Gambar 2-14
Rangkaian utama pengendali motor induksi 1 fasa

2.9. Inverter 1 Fasa Sebagai Suplai Tegangan Motor Induksi.

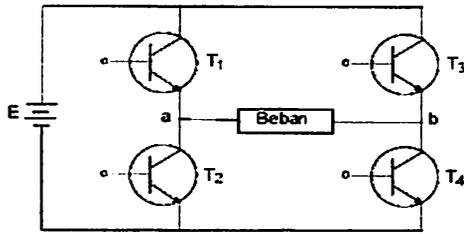
2.9.1. Inverter satu fasa gelombang penuh

Inverter ini lebih dikenal sebagai inverter jembatan . Dapat ditinjau sebagai dua buah inverter setengah gelombang, sehingga persamaan tegangan V_{ab} dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$V_{ab} = V_{a0} - V_{b0}$$

Dengan titik 0 adalah titik tengah teoritis pada sumber tegangan dan V_{a0} serta V_{b0} merupakan dua keadaan yang ada pada inverter jembatan setengah.

Menggunakan 4 buah komponen daya sehingga mempunyai $2^4 = 16$ kemungkinan kombinasi yang berbeda dari kondisi buka hubung masing-masing komponen daya. Hanya 4 kemungkinan dari kombinasi ini dapat menghasilkan tegangan bolak-balik pada beban karena kemungkinan yang lainnya akan mengakibatkan sumber tegangan terhubung singkat.



Gambar 2-15
Inverter 1 fasa gelombang penuh

Dari Tabel 1 terlihat bahwa 2 kemungkinan kondisi hubung buka komponen daya menghasilkan tegangan V_{ab} nol, sehingga praktisnya hanya ada 3 kemungkinan bagi tegangan beban V_{ab} , yaitu $+E$, $-E$, dan 0 .

Tabel 2-1

Kemungkinan kondisi hubung komponen daya.

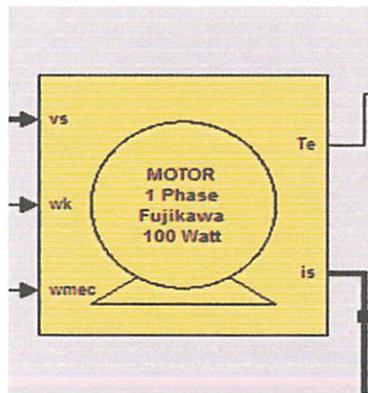
	Tegangan beban V_{ab}
T1, T4	$+E$
T2, T3	$-E$
T1, T3	0
T2, T4	0

BAB III

PEMODELAN MOTOR INDUKSI 1 FASA DAN SPACE VEKTOR PULSE WIDTH MODULATION

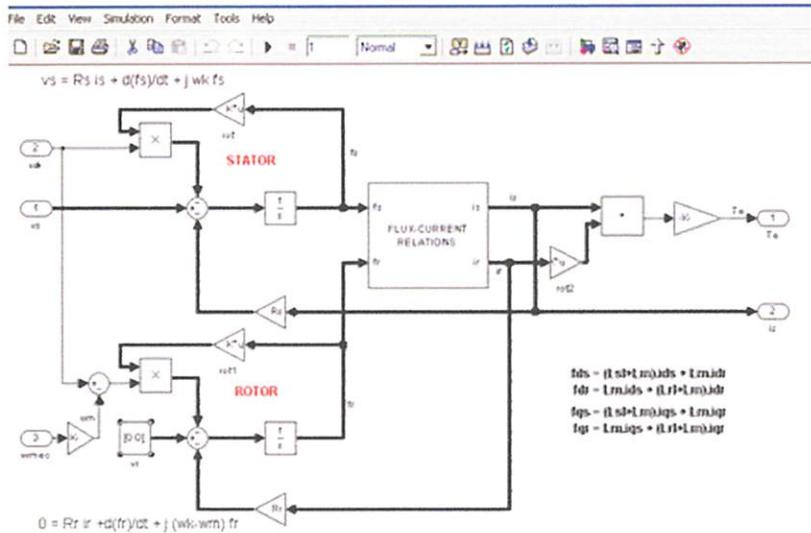
3.1. Pemodelan Motor Induksi 1 fasa

Di dalam library matlab sudah tersedia blok motor induksi 1 fasa (*asynchron motors*), kita tinggal menginputkan parameter-parameter yang di butuhkan oleh blok tersebut.



Gambar 3.1
Contoh Motor Induksi 1 Fasa

Blok motor induksi ini dapat beroperasi sebagai motor ataupun generator, T_e pada gambar diatas adalah sebagai outputan untuk beban berupa nilai torsi elektrik. V_s adalah inputan sumber tegangan 1 fasa, untuk W_k dan W_{mec} adalah daya kinetik dan daya mekanik, I_s adalah arus stator pada motor tersebut.



Gambar 3.2
Tampilan Model Fisik Rotor dan Stator Dalam Model Fisik
Blok Motor Induksi 1 Fasa

Gambar di atas adalah merupakan bagian yang ada di dalam tampilan blok motor induksi 1 fasa yang telah di masukan ke dalam fisik model komponen yang terdiri dari model rangkaian rotor dan stator.

3.2. Pengujian Parameter Motor

Pengujian untuk mencari parameter motor induksi 1 fasa dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang

3.2.1. Pengujian Parameter Lilitan Dan Kapasitor Motor Secara Langsung.

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan LCR Meters, dengan data pengujian sebagai berikut:

$$R_{\text{main}} = 5 \text{ ohm}$$

$$R_{\text{aux}} = 16,5 \text{ ohm}$$

$$L_{\text{main}} = 24,93 \text{ mH}$$

$$L_{\text{auxiliary}} = 69,34 \text{ Mh}$$

3.2.2. Pengujian rotor tertahan

Tabel 3-1
Data Hasil pengujian rotor tertahan Motor induksi 1 fasa

Kumparan	V(volt)	I(Amp)	W (watt)
Utama(main)	65	1.4	80
Bantu (aux)	55	0.93	55

3.2.3. Pengujian tanpa beban

Tabel 3-2
Data hasil pengujian tanpa beban Motor induksi 1 fasa

V_n (Volt)	I_n (Amp)	W_n (Watt)
220	0,98	90

3.2.4. Pengujian Perbandingan Kumparan

Tabel 3-3
Data hasil pengujian perbandingan kumparan Motor induksi 1fasa

V_s (Volt)	V_m (Volt)	V_a (Volt)
220	200	320
180	160	280

3.3. Analisa Data Pengujian Motor Induksi 1 fasa

Data-data parameter Motor induksi 1 fasa yang didapat dari hasil pengujian yang sudah dilakukan analisisnya sebagai berikut:

➤ Langkah pertama,

Dari tabel 3-2 s/d 3-3, maka dipeoleh nilai:

$$Z_e = \frac{V_L}{I_L} = \frac{65}{1.4} = 46.42 \text{ ohm}$$

$$R_e = \frac{W_L}{I_L^2} = \frac{80}{1.4^2} = 40.81 \text{ ohm}$$

$$X_e = \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} = \sqrt{46.42^2 - 40.81^2} = 22.12 \text{ ohm}$$

Jika reaktansi magnetic diasumsikan sama untuk sumbu start dan sumbu utama.

Maka:

$$X_o = \frac{2V_n}{I_n} = \frac{2 \times 220}{0.83} = 530.12 \text{ ohm}$$

➤ Langkah kedua.

Untuk perhitungan yang lebih akurat maka, dari persamaan diperoleh:

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} = \frac{530.12 - 22.12}{530.12} = 0.958 \text{ ohm}$$

Untuk arus magnetik tanpa beban:

$$I_{mag \text{ main}} = \frac{I_n}{1 + \frac{K_r}{2 - K_r}} = I_n \frac{2 - K_r}{2} = 0.83 \cdot \frac{2 - 0.958}{2} = 0.432 \text{ A}$$

$$Z_{mM} = \frac{V_n}{I_{mag \text{ main}}} = \frac{220}{0.432} = 509.25 \text{ ohm}$$

Untuk komponen sumbu start, arus magnetiknya adalah:

$$\begin{aligned} I_{mai \text{ cross}} &= \frac{K_r}{2 - K_r} \times I_{man \text{ main}} \\ &= \frac{0.958}{2 - 0.958} \times 0.432 \\ &= 0.397 \text{ Amp.} \end{aligned}$$

$$Z_{mc} = \frac{V_n}{I_{mag \text{ cross}}} = \frac{220}{0.397} = 554.156 \text{ ohm}$$

Jika arus magnetic pada sumbu utama sudah diketahui, maka sesuai dengan persamaan (2-19) diperoleh X_o yang lebih akurat menjadi:

$$X_o = \frac{V_n}{I_{mag \text{ main}}} = \frac{220}{0.432} = 509.25 \text{ ohm}$$

perkiraan yang kedua K_r , adalah:

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} = \frac{509.25 - 22.12}{509.25} = 0.956$$

Dari persamaan (2-21) dan (2-22) diperoleh nilai resistansi dan reaktansi rotor dalam stator sebagai berikut,

$$R_2 = \frac{R_e - R_1}{K_r} = \frac{40.81 - 5}{0.956} = 37.45 \text{ ohm}$$

$$X_1 = X_2 = X_e \frac{1 - \sqrt{K_r}}{1 - K_r}$$

$$= 22.12 \cdot \frac{1 - \sqrt{0.956}}{1 - 0.956} = 11.56 \text{ ohm}$$

➤ Langkah ketiga

Sesuai dengan persamaan (2-24) & (2-31), maka diperoleh parameter akhir sebagai berikut:

$$R_2' = \frac{W_L}{I_L^2} - R_1$$

$$= \frac{80}{1.4^2} - 5$$

$$= 35.81 \text{ ohm}$$

Pendekatan pertama :

$$X_e' = \sqrt{\left(\frac{V_l}{I_l}\right)^2 - \left(\frac{W_l}{I_l}\right)^2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{65}{1.4}\right)^2 - \left(\frac{80}{1.4^2}\right)^2} = \sqrt{2155.61 - 1665.9} = 22.21 \text{ ohm}$$

$$X_o = \frac{2V_n}{I_n} - X_e = \frac{2 \cdot 220}{0.83} - 22.21 = 507.91 \text{ ohm}$$

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} = \frac{507.91 - 22.21}{507.91}$$

$$= 0.956$$

Pendekatan kedua:

$$\begin{aligned} X_e &= \frac{V_n}{I_n} - \sqrt{\left(\frac{V_n}{I_n} - X_c\right)^2 + (R_2)^2} \\ &= \frac{220}{0.83} - \sqrt{\left(\frac{220}{0.83} - 22.21\right)^2 + (35.81)^2} \\ &= 19.59 \text{ ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_r &= \frac{X_0 - X_e'}{X_0} = \frac{507.91 - 19.59}{507.91} \\ &= 0.96 \end{aligned}$$

$$R_2 = \frac{R_2'}{K_r} = 37.08 \text{ ohm}$$

Sehingga dari analisa diatas diperoleh parameter baru berupa :

$$R_2 = 37.30 \Omega$$

$$X_2 = 11.56 \Omega$$

$$X_0 = 507.91 \Omega$$

$$Z_{mM} = 509.25 \Omega$$

$$Z_{mc} = 554.15 \Omega$$

Dari persamaan (2-9) maka diperoleh nilai perbandingan kumparan (a) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{\frac{E_a' \cdot E_a}{E_m' \cdot E_m}} \\ &= \sqrt{\frac{280 \times 320}{200 \times 160}} = 1.67 \end{aligned}$$

Untuk reaktansi lilitan dapat diperoleh dengan persamaan secara umum, dimana :

$$\begin{aligned}\text{Reaktansi stator lilitan utama } (X_{1M}) &= 2\pi \cdot f \cdot L \\ &= 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 24.93 \times 10^{-3} \\ &= 7.82 \text{ ohm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Reaktansi stator lilitan start } (X_{1S}) &= 2\pi \cdot f \cdot L \\ &= 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 69.34 \times 10^{-3} \\ &= 21.77 \text{ ohm}\end{aligned}$$

Untuk nilai kapasitor dalam ohm adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}Z_c = -jX_c &= \frac{-j}{2\pi f c} = \frac{-j}{2 \times 314 \times 50 \times 6.10^{-6}} \\ &= -j530.78 \text{ ohm}\end{aligned}$$

Dari pengujian yang telah dilakukan mendapatkan parameter motor induksi 1 fasa adalah:

$$Z_{1m} = 5 + j7.82$$

$$Z_{1s} = 16.5 + j21.77$$

$$Z_2 = 37.30 + j11.56$$

$$Z_m = 509.25$$

$$Z_s = 554.15$$

$$a = 1.67$$

$$R_1 = 3.83 \text{ ohm}$$

$$R_2 = 37.30 \text{ ohm}$$

$$L_1 = 0.01833 \text{ H}$$

$$L_2 = 0.03681 \text{ H}$$

$$L_m = 1.67 \text{ H}$$

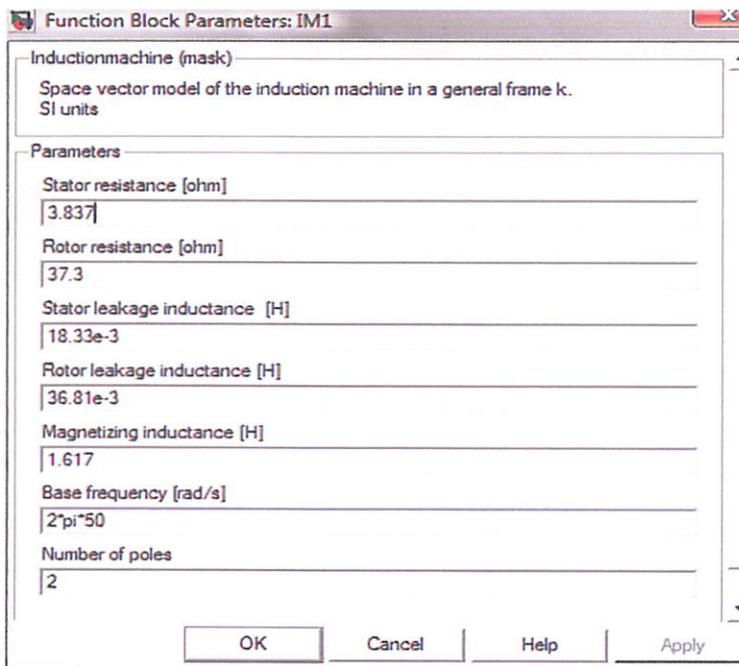
3.4 Hasil Analisa

3.4.1 Hasil Perhitungan Pengujian Parameter Motor Induksi 1Fasa.

Tabel 3-4
Parameter Motor Induksi 1 fasa

R1 (ohm)	R2 (ohm)	L1 (H)	L2 (H)	Lm (H)	a
3.83	37.30	0.01833	0.03681	1.67	1.67

Data-data diatas kemudian dimasukkan kedalam blok parameter seperti gambar contoh blok parameter Motor induksi 1 fasa dibawah ini.



Gambar 3-3
Contoh Blok Parameter Motor Induksi 1 fasa Pada Matlab Simulink

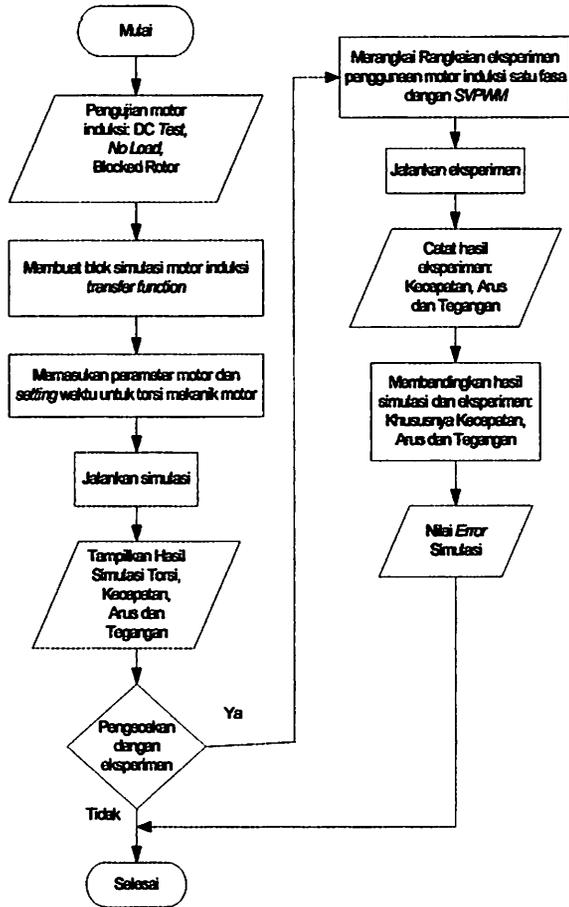
3.5 Algoritma Pemograman

3.5.1 Algoritma Pemecahan Masalah

1. Pengujian Parameter dan Rangkaian kontrol Motor Induksi 1 Fasa.
 - a. DC Test
 - b. Tanpa beban (No Load Test)
 - c. Rotor Tertahan (Blocked Rotor Test)
 - d. Perbandingan Lilitan
2. Membentuk Blok Simulink Motor Induksi 1 Fasa dan Sub. System Rangkaian Kontrolnya berdasarkan *Transfer Function*.
3. Memasukan Parameter Motor dan setting sudut penyalan (*firing*) dari Rangkaian Kontrolnya.
4. Menjalankan simulasi Motor Induksi dengan Parameter Motor dan setting sudut penyalan (*firing*) dari Rangkaian Kontrol yang sudah dimasukan.
5. Menampilkan Hasil Simulasi
6. Pengecekan dengan Eksperimen

3.6 Flowchart pemecahan Masalah secara umum.

3.6.1 Simulasi dan Eksperimen



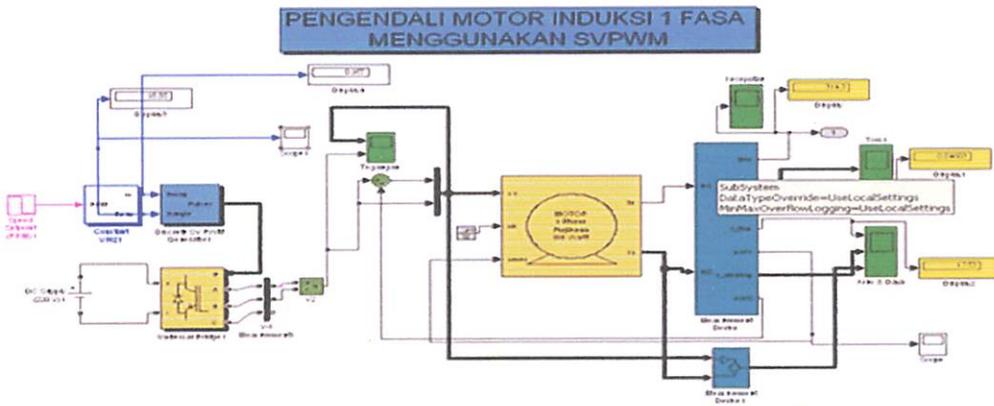
Gambar 3-4 Flowchart pemecahan Masalah secara umum.

BAB IV

HASIL SIMULASI DAN EKSPERIMEN

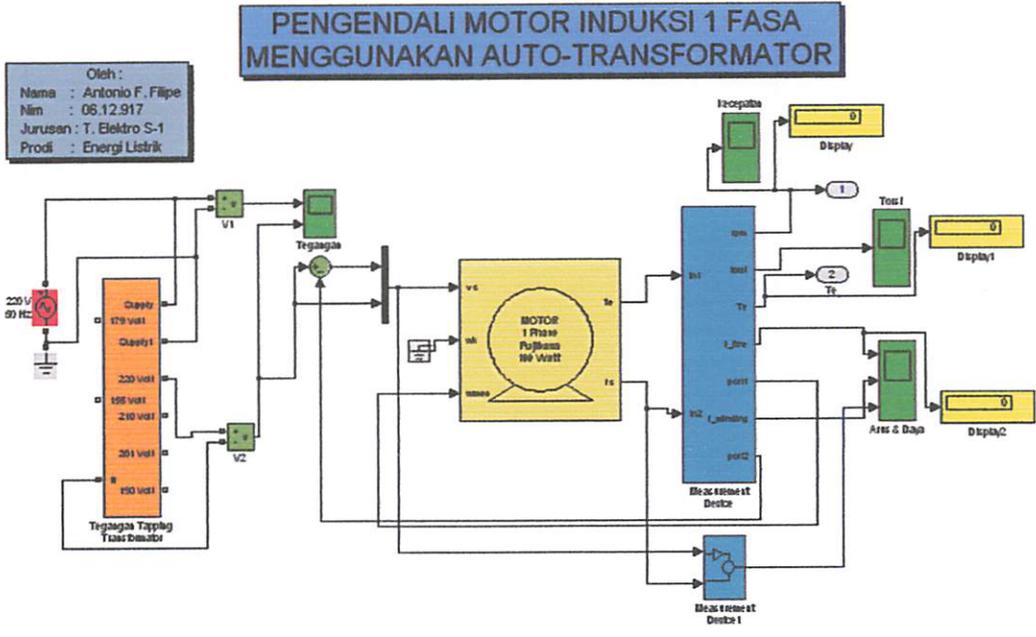
4.1 Simulasi Motor Induksi 1 Fasa dan Space Vector Pulse Width Modulation Pada *Software* Matlab Simulink.

Berdasarkan parameter-parameter pengujian di atas di buat model simulasi sistem penggunaan *Space Vector Pulse Width Modulation* sebagai pengendali Motor Induksi 1 fasa, secara lengkap sebagai berikut:



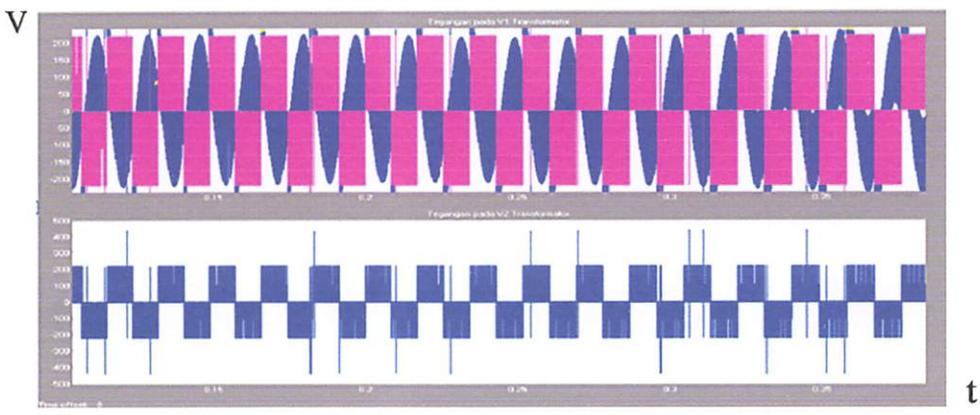
Gambar 4-1
Model Blok Simulink Space Vector Pulse Width Modulation sebagai Pengendali Motor Induksi 1 fasa

Untuk pembandingan dibuat juga simulasi menggunakan pengontrolan Autotrafo 1 fasa, secara lengkap sebagai berikut:



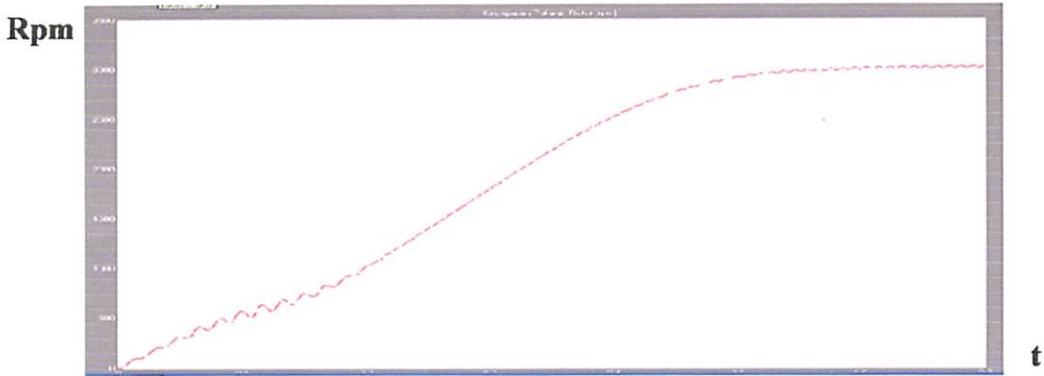
Gambar 4-2
Model Blok Simulink AutoTrafo sebagai Pengendali
Motor Induksi 1 fasa

4.1.1 Hasil Simulasi



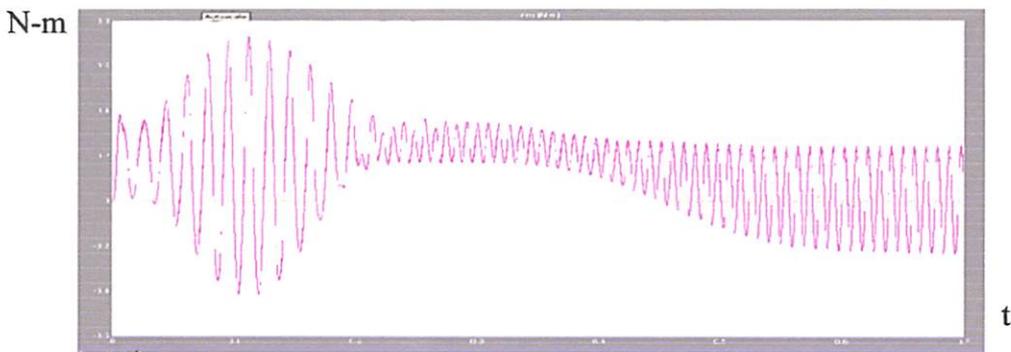
Gambar 4-3 tegangan input dan tegangan 220

Gambar di atas menunjukkan kinerja motor induksi 1 fasa 100 watt, besar tegangan input sebesar 220V.P



Gambar 4-4 Putaran motor terhadap waktu yang dikendalikan Space Vector Pulse Width Modulation

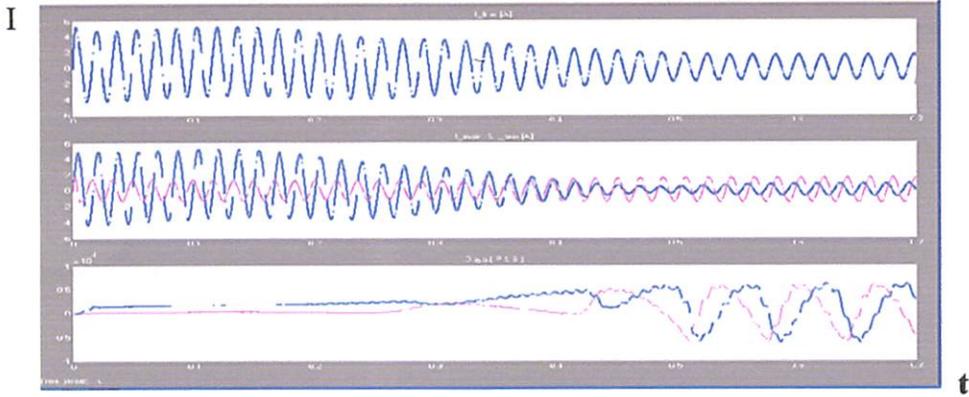
Gambar diatas menunjukkan kecepatan motor induksi yang di kendalikan Space Vector Pulse Width Modulation sebesar = 3027 rpm.dengan tegangan masukan motor sebesar 190 Volt



Gambar 4-5 Torsi motor terhadap waktu

Gambar diatas menunjukkan kinerja motor induksi 1 fasa 100 watt dengan.

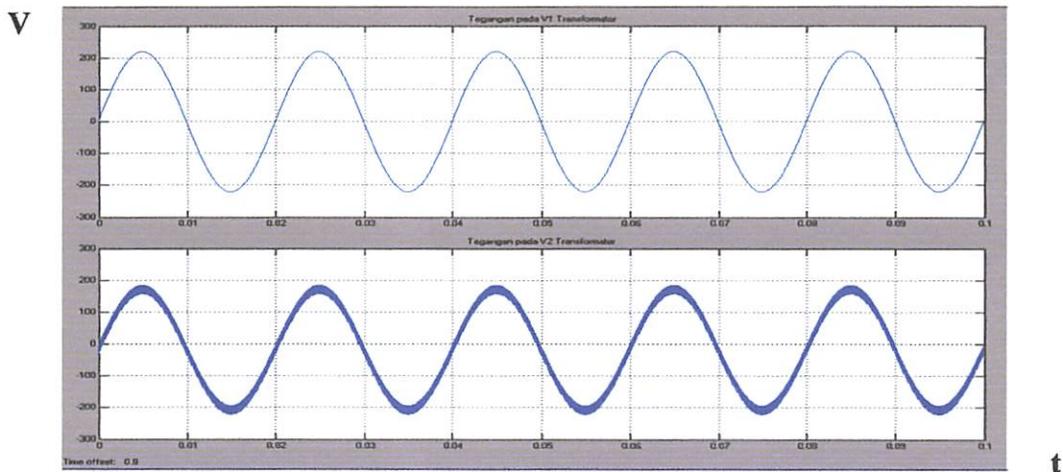
$$T\text{-nom} = -0.6327$$



Gambar 4-6 Arus terhadap waktu

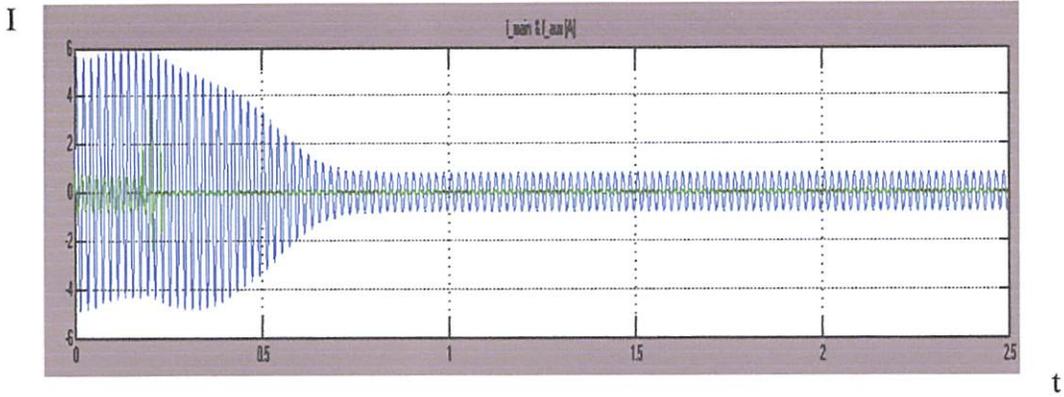
Gambar diatas menunjukkan kinerja motor induksi 1 fasa 100 watt, besar $I_{sart} = 5.3 \text{ A}$, sedangkan $I_{nom} = 1.3 \text{ A}$

4.1.2 Hasil Simulasi Menggunakan AutoTrafo.



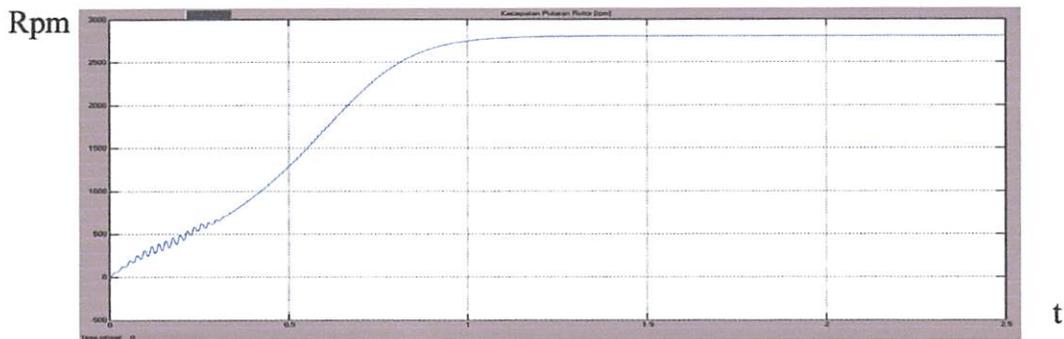
**Gambar 4-7 Tegangan input dan Tegangan keluaran
Pada Auto Trafo**

Gambar di atas menunjukkan besar tegangan input sebesar 220 Volt, dan tegangan output sebesar 190 Volt.



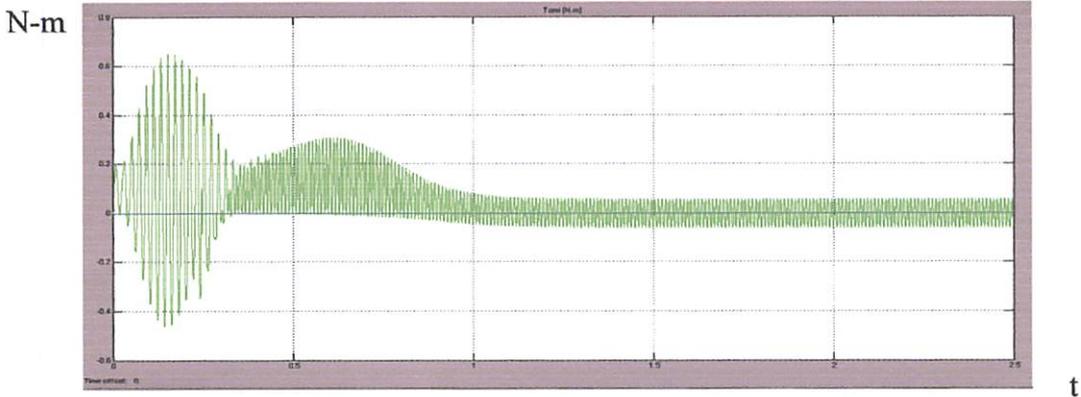
Gambar 4-8 Arus terhadap waktu

Gambar diatas menunjukkan kinerja motor induksi 1 fasa 100 watt, besar $I_{start} = 6.1 \text{ A}$, sedangkan $I_{nom} = 1.3 \text{ A}$.



Gambar 4-9 Putaran motor terhadap waktu

Gambar diatas menunjukkan kecepatan motor induksi yang di kendalikan menggunakan AutoTrafo sebesar = 2867 rpm.dengan tegangan masukan motor sebesar 220 Volt



Gambar 4-10 Torsi motor terhadap waktu

Gambar diatas menunjukkan kinerja motor induksi 1 fasa 100 watt dengan torsi sebesar = 0.5 n.m

**Tabel 4-1
Perbandingan Hasil Simulasi Dengan Pengendali SVPWM dan Autotrafo.**

N O	Vrms (Volt)		Inom (Amper)		Istart		Nr (rpm)		Torque (n.m)	
	SVP WM	Auto trafo	SVP WM	Auto trafo	SVP WM	Auto trafo	SVP WM	Autotr afo	SVPW M	Auto trafo
1	220	220	1.3	1.3	5.6	6.1	3027	2867	0,6327	0.5

Dari tabel di atas dapat kita bahas tentang kinerja motor induksi 1 fasa menggunakan *Space Vector Pulse Width Modullatin* dengan autotrafo, dimana kita lihat untuk Vrms= 220 Volt, Arus menggunakan *Space Vector Pulse Width Modullatin* sebesar 1.3A, sedangkan menggunakan autotrafo sebesar 1.3A, untuk putaran motor menggunakan *Space Vector Pulse Width Modullatin* sebesar 3027 rpm, sedangkan untuk autotrafo sebesar 2867 rpm untuk torsi motor menggunakan *Space Vector Pulse Width Modullatin* sebesar 0.6327 N.m, sedangkan menggunakan autotrafo sebesar 0.5 N.m.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari percobaan analisis untuk kerja motor induksi 1 fasa FUJIKAWA 100 watt dengan pengendali SVPWM menggunakan simulasi software Matlab versi 7.0 dan juga Eksperimen di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

1. Analisa kinerja motor induksi 1 fasa menggunakan *Space Vector Pulse Width Modulation* didapatkan hasil yang lebih baik dari pada menggunakan autotrafo, dimana arus starting yang direduksi oleh SVPWM lebih kecil dibandingkan pengasutan arus dengan menggunakan Auto Trafo. yaitu sebesar 4,07% untuk SVPWM dan 4,84% untuk Auto trafo
2. Untuk arus start dengan menggunakan kontrol *Space Vector Pulse Width Modulation* Arus penghasutan lebih optimal dibandingkan dengan kontrol menggunakan auto trafo yaitu Arus start yang menggunakan *Space Vector Pulse Width Modulation* sebesar 5.3 Ampere dan arus nominalnya sebesar 1.3 ampere, sedangkan dengan menggunakan auto trafo arusnya sebesar 6.1 Ampere dan arus nominalnya sebesar 1.3 ampere.
3. Perbandingan Kinerja motor induksi 1 fasa menggunakan *Space Vector Pulse Width Modulation* dengan autotrafo telah didapat , dimana kita lihat untuk $V_{rms} = 220$ Volt, putaran pada motor yang dihasilkan oleh control *Space Vector Pulse Width Modulation* sebesar 3027 rpm, sedangkan dengan menggunakan auto trafo hanya 2867 rpm. Dan torsi yang dihasilkan dengan

dihasilkan dengan control *Space Vector Pulse Width Modulation* sebesar 0,6327 N.m dan control auto trafo torsi sebesar 0.5 N.m

5.2 Saran

Setelah melakukan penyusunan skripsi ini kami mempunyai beberapa masukan untuk dikembangkan yaitu:

1. Penggunaan SVPWM untuk pengendalian motor induksi merupakan sesuatu yang menarik untuk dikaji pada waktu mendatang mengingat fasilitas tersebut sudah tersedia pada alat yang kami gunakan.
2. Sistem kendali yang digunakan dapat diganti dengan model sistem kendali motor induksi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. ¹Anggu Anugra,²Marinzan Bin Sulaiman,³Rosli Omar “Space Vector Analysis In Electrical Drives For Single – Phasa Induction Motor Using” Faculty Of Electrical Engineering,Universiti Technical Malaysia.
- [2]. Bai Hua, et al, “Comparison of Three PWM Strategies – SPWM, SVPWM & One-cycle Control” Power Electronics and Drive Systems, 2003. PEDS 2003. The Fifth International Conference on Volume 2, 17-20 Nov. 2003 Page(s):1313 - 1316 Vol.2.
- [3]. Wei-Feng Zhang and Yue-Hui Yu, “Comparison of Three SVPWM Strategies” Journal of Electrical Science and Technology of China, Vol. 5. No.3, September 2007. pg. 283 -287.
- [4]. P. C. Krause, O. Wasynczuk, and S. D. Sudhoff, “Analysis of electric machinery”, IEEE Press, Piscataway, N.J., 1996, ISBN 0-7803-1 101-9, pp.415- 477.
- [5]. H. Kragh, Modelling, analysis and optimisation of power electronic circuits for low-cost drives,Ph.D. Thesis, Aalborg University - Denmark, Institute of Energy Technology, February, 2000.
- [6]. Frede Blaabjerg, et. al, “Comparison of Variable Speed Drives for Single-Phase Induction Motors”. Power Conversion Conference 2002, PCC Osaka 2002, Proceedings of the Volume 3, 2-5 April 2002 Page(s):1328-1333 vol. 3.

- [7]. Zuhali., " *Dasar Teknik Tenaga Listrik*", Penerbit ITB Bandung.
- [8]. Achyanto, Djoko 1992. " *Mesin – mesin Listrik (Edisi keempat)* ",
Jakarta, Erlangga
- [9]. R. Krishan. 1998, " *Electric Motor Drives Modeling, Analysis and Control* ". Prentice Hall International Inc.
- [10]. G. Karady and Keith Holbert, " *Energy Konversion and Transport* ", chapter
7, Induction Motor..
- [11]. www. Microchip.com " *AC induction motor fundamentals* ".
- [12]. Thomas W. Dwi Hartanto dan Y.W. Agung Prasetyo .2003. " *Analisis Dan
Desain Sistem Kontrol Dengan MATLAB* ". Penerbit ANDI. Yogyakarta

LAMPIRAN



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** : Antonio Fernandes Filipe
2. **Nim** : 06.12.917
3. **Jurusan** : Teknik Elektro S-1
4. **Konsentrasi** : Teknik Energi Listrik
5. **Judul Skripsi** : ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION (SVPWM) DENGAN *SOFTWARE* MATLAB SIMULINK DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 20 Februari 2010
Dengan Nilai : 75,5 (B+) *By*

Panitia Ujian Skripsi



Ketua Majelis Penguji

Ir. H. Sidik Noertjahjono, MT
NIP.Y.1028700163

Sekretaris Majelis Penguji

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

Anggota Penguji

Penguji Pertama

Bambang Prio Hartono, ST, MT
NIP.Y 1028400082

Penguji Kedua

Ir. H. Choirul Saleh, MT
NIP.Y.1018800190



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Sabtu
Tanggal : 20 Februari 2010
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh:

1. Nama : Antonio Fernandes Filipe
2. NIM : 06.12.917
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH
MODULATION (SVPWM) DENGAN SOFTWARE MATLAB
SIMULINK DILABORATORIUM KONVERSI ENERGI
ELEKTRIK ITN MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Penguji
1.		Abstrak	
2.		Tata Tulis Laporan Hal. 1	
3.		Revisi Penulisan	
4.		Keterangan Gambar Diperjelas	
5.		Kesimpulan Point Dengan Presentase	

Disetujui :

Penguji I

(Bambang Prio Hartono, ST,MT)
NIP.Y.1028700172

Penguji II

(Ir. Choirul Saleh, MT)
NIP. Y. 1018800190

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

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



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

: Antonio Fernandes. T-

NIM

:

Perbaikan meliputi

:

- Abstrak.

- huf / Uraian kata tulis kaporan.

- Perizin Penulisan.

- ket. Gambar diperjelas.

- Kesimpulannya, kaint / dan presentase.

Malang,

(_____)



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

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Antonio Fernandes Filipe
Nim : 06.12.917
Semester : 9 (sembilan)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

**ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION
(SVPWM) DENGAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK
DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, 13 Desember 2009

Kami Yang Membuat Pernyataan,

Ir. Abdul Hamid, MT
NIP. Y. 1018800188

Catatan

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa yang bersangkutan
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut
*)coret yang tidak perlu

Form S-3b



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

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 : Antonio Fernandes Filipe
Nim : 06.12.917
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 PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION
(SVPWM) DENGAN *SOFTWARE* MATLAB SIMULINK
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, 13 Desember 2009

Hormat kami,

Antonio F. Filipe
Nim. 06.12.917



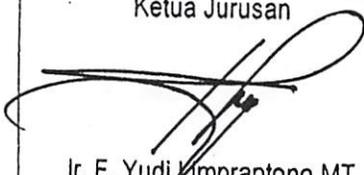
Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

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



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika/Teknik Komputer & Informatika*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>Antonio Fernandes Filipe</u>	Nim: <u>06.12.917</u>
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: <u>20</u>
		Bulan: <u>11</u> Tahun: <u>2009</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*)	Ketua Jurusan
	<u>Ir. M. Abd. Hamid, MT</u>	 <u>Ir. F. Yudi Kimpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION (SVPWM) DENGAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK. DI LAB. KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN</u>
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu
Catatan:		
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui <u>20-11</u> - 2009 Dosen
		 <u>Ir. M. Abdul Hamid, MT</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



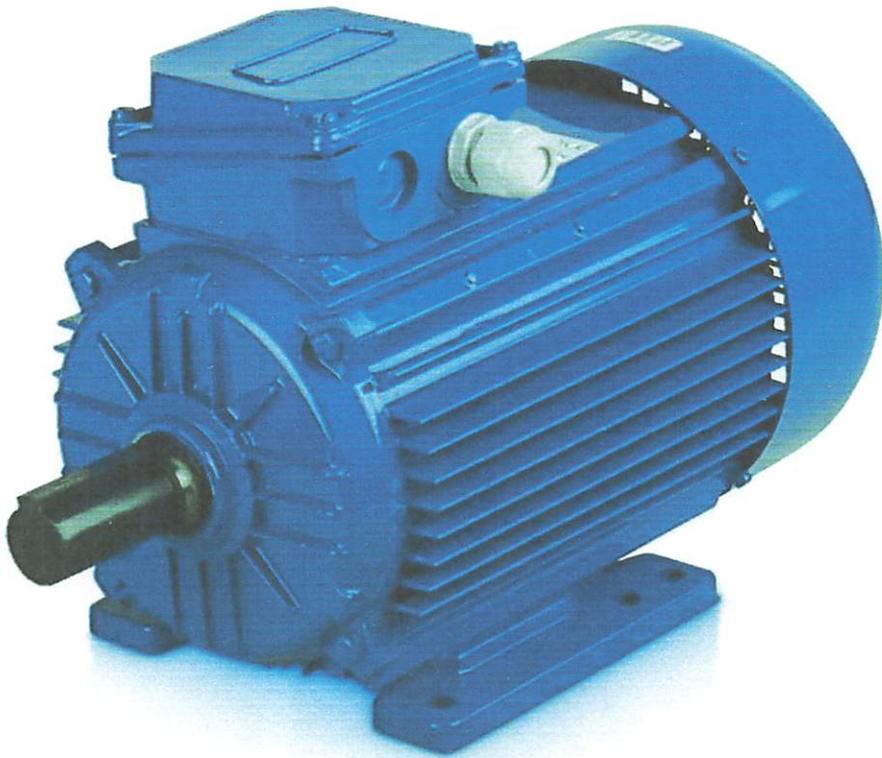
FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Antonio Fernandes Filipe
Nim : 06.12.917
Masa Bimbingan : 1 Februari 2010 s/d 1 Juli 2010
Judul Skripsi : ANALISIS PENGGUNAAN MOTOR INDUKSI SATU FASA
MENGUNAKAN SPACE VECTOR PULSE WIDTH MODULATION
(SVPWM) DENGAN *SOFTWARE* MATLAB SIMULINK DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Parap Pembimbing
1.	01-02-2010	Konsultasi teori pada Bab I, II dan III	
2.	03-02-2010	Bab II dan Bab III	
3.	04-02-2010	Revisi Bab II Dan Bab III	
4.	05-02-2010	Bab III	
5.	06-02-2010	Revisi Gambar Bab III	
6.	08-02-2010	Bab IV	
7.	08-02-2010	Revisi Gambar Bab IV	
8.	11-02-2010	Penyempurnaan Analisa Bab IV dan (Kesimpulan)	
9.	14-02-2010	ACC Makalah Hasil	
10.	17-02-2010	ACC Makalah Skripsi	

Malang, Februari 2010
Dosen Pembimbing,

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

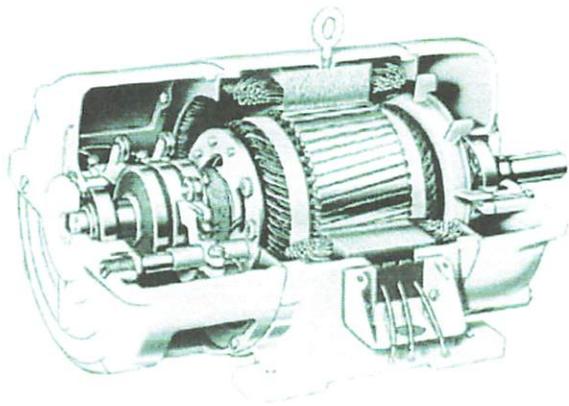
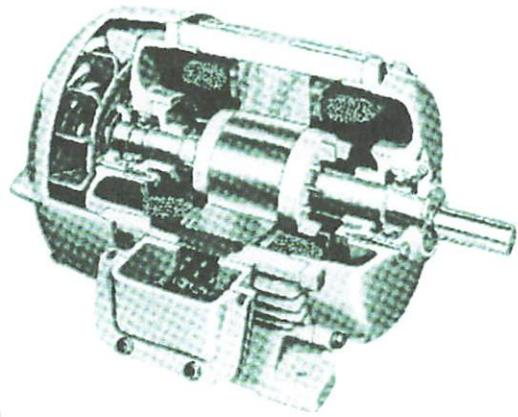


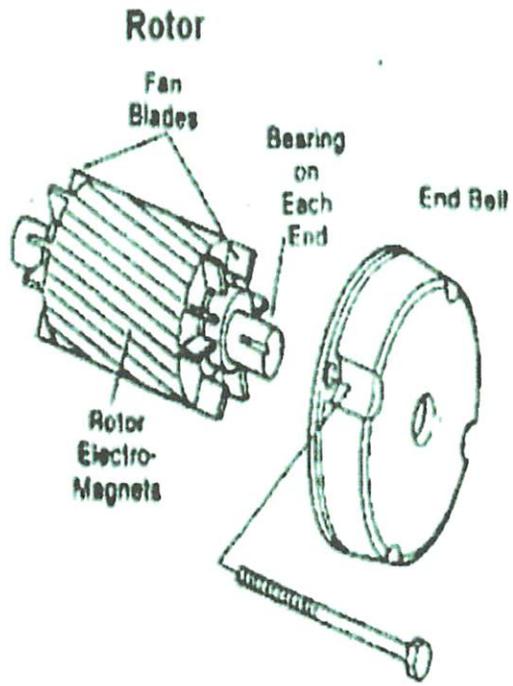
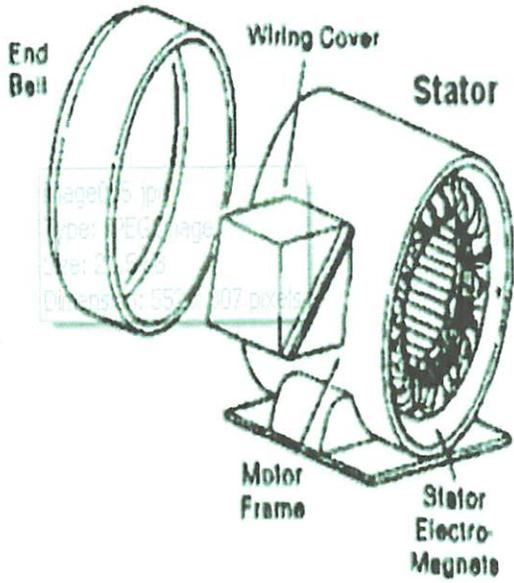
Motor Induksi Satu Fasa

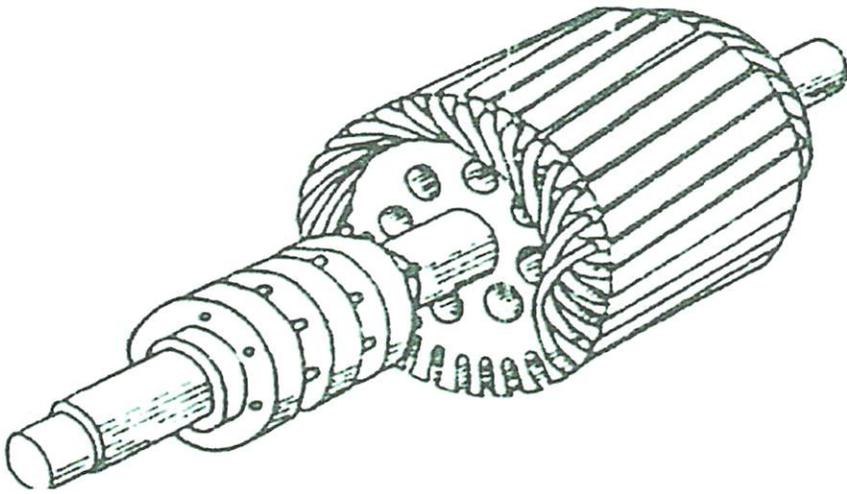
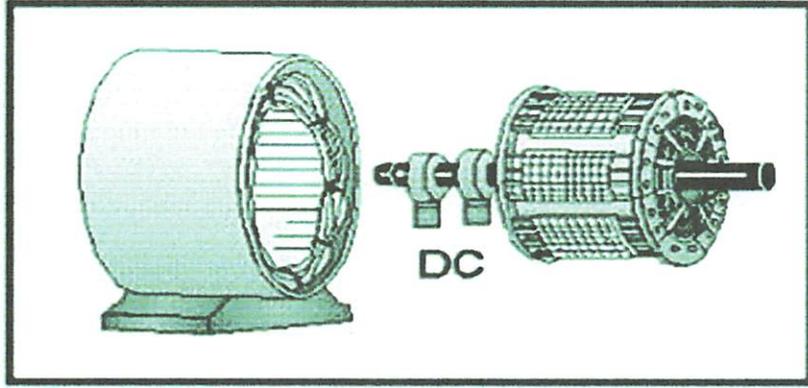
**Motor Induksi
(Induction Machine)**

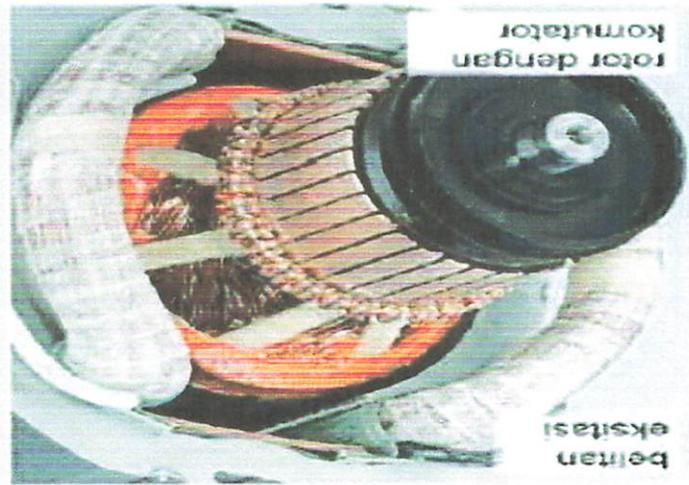
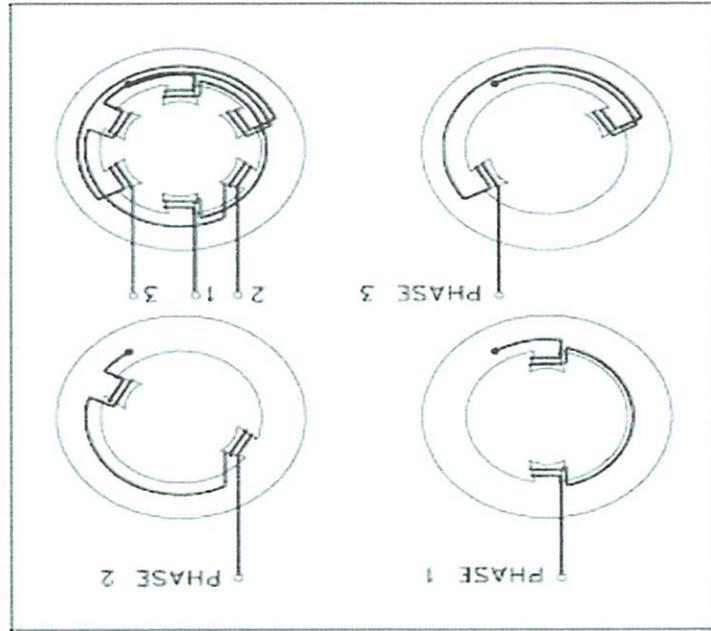
**Motor Induksi Sangkar Tupai
(Squirrel-Cage Induction Machine)**

**Motor Induksi Rotor Belitan
(Wound-Rotor Induction Machine)**









Tabel 1. Parameter motor induksi

Parameter	Nilai
Jumlah pasang kutub	2
Tahanan Stator (R_s)	2.76 Ohm
Tahanan Rotor (R_r)	2.9 Ohm
Induktansi Stator (L_s)	0.2349 Henry
Induktansi Rotor (L_r)	0.2349 Henry
Induktansi Magnetik (L_m)	0.2279 Henry
Momen Inersia (J)	0.0436 Kg m ²
Viscous Damping coefficient (B)	0.0005 N.m.s