SKRIPSI

ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER SATU FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG

Disusun Oleh :

MUZI ARISANDY

03.12.020

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

SEPTEMBER 2008

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER SATU FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

SKRIPSI

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

Disusun oleh :
MUZI ARISANDY
03.12.020

Diperiksa dan disetujui

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Ir. M. Abdul Hamid, MT	**Ir. Widodo Pudji M, MT**
NIP.Y. 1018800188	**NIP.Y. 1028700171**

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro

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

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

ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER SATU FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

Muzi Arisandy Nim : 03.12.020

Dosen Pembimbing I : Ir. M. Abdul Hamid, MT.

Dosen Pembimbing II : Ir. Widodo Pudji M, MT

ABSTRAK

Arus dan torsi awal adalah salah satu masalah dalam suatu pengoperasian motor induksi satu fasa. Pengetahuan mengenai karakteristik dari jenis-jenis motor induksi satu fasa perlu diketahui supaya pemilihan motor sesuai dengan kebutuhan.

Ada beberapa jenis inverter diantaranya adalah inverter PWM (*Pulse Width Modulation*). PWM inverter satu fasa unipolar digunakan untuk mengontrol tegangan dan frekuensi pada motor induksi. Pada skema penyaklaran unipolar, tegangan keluaran berubah antara level tegangan positif dan nol, atau antara nol dan negatif.

Hasil simulasi menunjukkan perubahan indek modulasi pada spwm unipolar mengakibatkan perubahan Vrms yang digunakan untuk mensuplai motor. Sedangkan hasil pada motor induksi satu fasa menunjukkan bahwa motor starting kapasitor memiliki arus yang lebih baik (kecil). Dimana I_{start} (0.941A-1.873A) dan I_{maks} (0.964A-1.917A), sedangkan motor start-running memiliki torsi yang bagus (besar). Dimana T_{start} (0.004Nm-0.013Nm) dan T_{maks} (0.042Nm-1.169Nm).

Kata Kunci : PWM Inverter Unipolar, Motor Induksi Satu Fasa, SPWM Unipolar

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia dan hidayah-Nya, serta sholawat dan salam atas tuntunan nabi besar Muhammad SAW. Sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Kosentrasi Energi Listrik S-1, Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan yang berbahagia ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE. Selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1.
4. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, Selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Ir. Widodo Pudji M, MT, Selaku Dosen Pembimbing II.
6. Bapak dan Ibuku yang paling aku sayangi, kakakku, adikku dan seluruh keluargaku atas segala doa, dukungan serta kasih sayangnya.
7. Teman-teman khususnya T. Energi Listrik 2003 dan semua pihak yang telah membantu selama penulisan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa isi skripsi ini kemungkinan masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran dan kritik yang membangun penulis harapkan.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun pembaca pada umumnya.

Malang, Oktober 2008

Muzi Arisandy

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN ii

ABSTRAK iii

KATA PENGANTAR iv

DAFTAR ISI v

DAFTAR GAMBAR viii

DAFTAR TABEL xi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Tujuan Penulisan 2

1.4. Batasan Masalah 2

1.5. Metodologi pembahasan 3

1.6. Sistematika Penulisan 4

BAB II LANDASAN TEORI 5

2.1. Pengertian Umum 5

2.2. Medan Pulsasi Ganda Pada Motor Induksi Satu Fasa 6

2.3. Rangkaian Ekivalen Motor Induksi Satu Fasa 9

2.4. Starting Motor Induksi Satu Fasa 10

2.4.1. Motor Starting Kapasitor (*Capasitor-Start*) 11

2.4.2. Motor Kapasitor Terpisah Tetap (*Capasitor-Run*) 11

2.4.3. Motor Starting-Running Kapasitor 13

2.5. Saklar Kapasitor 13

2.6. Parameter-Parameter Pada Motor Induksi Satu Fasa 14

2.7. Pengujian Untuk Penentuan Parameter Motor Induksi Satu Fasa 15

2.7.1. Pengujian Langsung 16

2.7.2. Pengujian Rotor Tertahan 16

2.7.3. Pengujian Tanpa Beban 18

2.7.4. Pengujian Nilai Perbandingan 19

2.8. Pengaturan Kecepatan 24

BAB III SINUSOIDAL PWM INVERTER MODULATION 27

3.1. Penyearah dan Filter 27

3.2. Inverter Satu Fasa Sebagai Suplai Tegangan Motor Induksi 28

3.2.1. Inverter Satu Fasa Setengah Gelombang 28

3.2.2. Inverter Satu Fasa Dengan Beban Tap Tengah 29

3.2.3. Inverter Satu Fasa Gelombang Penuh 30

3.3. Metode Penyalaan Sinusoidal PWM 32

3.3.1. Skema PWM Bipolar 32

3.3.2. Skema PWM Unipolar 34

3.4. Software Matlab 36

3.5. Algoritma Pemrograman 40

3.5.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum 40

3.6. Flow Chart Pemecahan Secara Umum 41

BAB IV SIMULASI DAN HASILNYA 42

4.1. Alat-alat Yang Digunakan Dalam Pengujian 42

4.1.1. Pengujian Parameter Lilitan dan Kapasitor Motor Secara Langsung 43

4.1.2. Pengujian Rotor Tertahan 43

4.1.3. Pengujian Tanpa Beban 43

4.1.4. Pengujian Perbandingan Kumparan 44

4.2. Analisa Data Pengujian Motor Induksi Satu Fasa 44

4.3. Analisa Data Hasil Simulasi Motor Induksi Satu Fasa 50

4.3.1. Hasil Simulasi Pertama 51

4.3.2. Hasil Simulasi Kedua 55

4.3.3. Hasil Simulasi Ketiga 59

4.3.4. Hasil Simulasi Keempat 63

4.3.5. Hasil Simulasi Kelima 67

4.3.6. Hasil Simulasi Keenam 71

4.3.7. Hasil Simulasi Ketujuh 75

BAB V PENUTUP 80

5.1. Kesimpulan 80

5.2. Saran 81

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

2.1. Konstruksi Motor Induksi 1 Fasa 6

2.2. Pulsasi Terhadap Waktu 7

2.3. Torsi Pada motor Induksi 1 Fasa 8

2.4. Rangkaian Ekivalen Motor Induksi 1 Fasa 9

2.5. Motor Starting Kapasitor 11

2.6. Motor Running Kapasitor 12

2.7. Motor Starting-Running Kapasitor 13

2.8. Saklar Kapasitor 14

2.9. Rangkaian Pengujian Langsung 16

2.10. Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan Pada Kumparan Utama 17

2.11. Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan Pada Kumparan Bantu 17

2.12. Rangkaian Pengujian Motor Tanpa Beban 18

2.13. Rangkaian Pengujian Nilai Perbandingan 19

2.14. Pengaturan Kecepatan Dengan Merubah Jumlah Kutub 24

2.15. Karakteristik Beban Pada Pengaturan Kecepatan Dengan Mengatur Tegangan Jala-jala 25

2.16. Karakteristik Torsi Kecepatan Pada Pengaturan Tahanan Luar 26

3.1. Rangkaian Utama Pengendali Kecepatan Motor Induksi 1 Fasa 27

3.2. Inverter 1 Fasa Setengah Gelombang 29

3.3. Inverter 1 Fasa Dengan Beban Tap Tengah 30

3.4. Inverter 1 Fasa Gelombang Penuh 31

3.5. SPWM Bipolar 32

3.6. Modulasi PWM Bipolar.....33

3.7. SPWM Unipolar 34

3.8. Skema PWM Unipolar dan Tegangan Keluaran 35

3.9. Simulink Library Pada MATLAB 7.0.....37

3.10. Contoh Penggunaan Simulink 38

3.11. Contoh Tampilan M-File.....39

4.1. Tampilan M-File Parameter Motor.....50

4.2. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Pertama...51

4.3. Pembentukan SPWM.....52

4.4. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 53

4.5. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor.....54

4.6. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Kedua.....55

4.7. Pembentukan SPWM.....56

4.8. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 57

4.9. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor.....58

4.10. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Ketiga .59

4.11. Pembentukan SPWM.....60

4.12. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 61

4.13. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor.....62

4.14. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Keempat..63

4.15. Pembentukan SPWM.....64

4.16. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 65

4.17. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor 66

4.18. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Kelima 67

4.19. Pembentukan SPWM.....68

4.20. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 69

4.21. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor 70

4.22. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Keenam...71

4.23. Pembentukan SPWM.....72

4.24. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 73

4.25. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor 74

4.26. Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM Simulasi Ketujuh ...75

4.27. Pembentukan SPWM.....76

4.28. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor 77

4.29. Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor 78

DAFTAR TABEL

3.1. Kemungkinan Kondisi Hubung Komponen Daya.....31

4.1. Data Hasil Pengujian Rotor Tertahan.....43

4.2. Data Hasil Pengujian Tanpa Beban.....43

4.3. Data Hasil Pengujian Perbandingan Kumparan.....44

4.4. Perbandingan Motor Starting Kapasitor dan Starting-Running Kapasitor.....79

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pengunaan 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, kipas angin dan banyak lainnya.

Inverter adalah konverter DC ke AC dengan tegangan dan frekuensi keluaran dapat diatur sehingga motor AC dapat dikendalikan dengan fleksibel. Ada beberapa jenis inverter diantaranya adalah inverter PWM (*Pulse Width Modulation*). Teknik PWM unipolar digunakan untuk mengontrol besarnya tegangan keluaran dan frekuensi. Pada skema penyaklaran unipolar, tegangan keluaran berubah antara level tegangan positif dan nol, atau antara nol dan negatif. Untuk menghasilkan tegangan keluaran bentuk gelombang sinusoidal dari frekuensi variabel dan amplitudo, sebuah referensi sinyal sinusoidal (Vref) dibandingkan dengan bentuk gelombang triangular (Vtri).

Dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB versi 7.0 kita dapat menganalisa penggunaan PWM inverter satu fasa unipolar sebagai pengendali motor induksi satu fasa.

1.2.Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang timbul adalah menganalisa penggunaan PWM inverter satu fasa unipolar sebagai pengendali motor induksi satu fasa menggunakan *software MATLAB 7.0.* Sehingga perubahan gelombang PWM output dan karakteristik arus, daya input, torsi dapat diketahui.

1.3.Tujuan Pembahasan

1. Menganalisa perubahan tegangan Vrms pada suplai motor induksi satu fasa dengan mengatur indek modulasi.
2. Menganalisa kecepatan motor pada saat T_{maks}, P_{maks} dan I_{maks}
3. Menganalisa performasi motor *starting* kapasitor.
4. Menganalisa performasi motor *starting-running* kapasitor.
5. Membandingkan performasi arus, daya input dan torsi untuk jenis motor *Starting Capasitor* Dan *Starting-Running.*

1.4. Batasan Masalah

a. Analisis dilakukan pada Motor Induksi Satu Fasa Fujikawa DB-123, 100 Watt, 220 Volt, Cos ϕ 0.83, 50 Hz, 2800 rpm.

b. Motor induksi satu fasa yang dianalisa menggunakan jenis *starting capasitor* dan *starting-running capasitor*

c. Sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol PWM inverter satu fasa unipolar.

d. Pembahasan lebih ditekankan pada perubahan tegangan yang disebabkan oleh perubahan index modulasi pada motor induksi satu fasa.

e. Tidak membahas harmonisa PWM

f. Tidak membahas sistem proteksi motor induksi.

1.5. Metodologi Penelitian

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini metodelogi sebagai berikut:

a. Studi literatur

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan motor induksi sartu fasa dan PWM inverter satu fasa unipolar serta penurunan rumus – rumus yang digunakan dalam skripsi ini.

b. Pengumpulan Data

Melakukan percobaan dan pengambilan data dari motor induksi satu 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 MATLAB 7.0.

e. Menganalisa hasil simulasi.

f. Menarik Kesimpulan.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I : Latar Belakang, rumusan masalah, tujuan pembahasan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan

BAB II : Materi yang terkait dengan motor induksi satu fasa

BAB III : Sinusoidal PWM Inverter Unipolar

BAB IV : Pengujian Simulasi dan analisa

BAB V : Kesimpulan Dan Saran

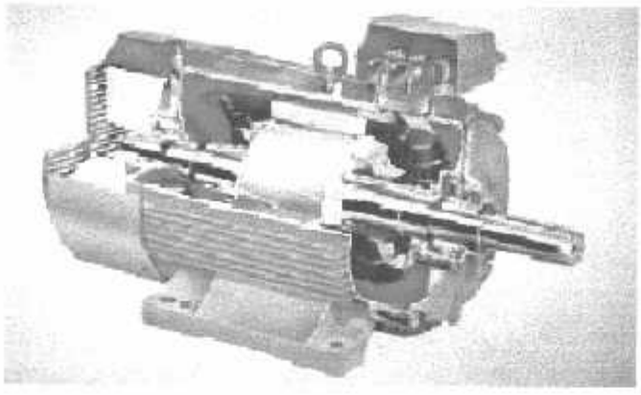
BAB II

TEORI DASAR

2.1 Pengertian Umum

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 phasa banyak digunakan terutama untuk aplikasi yang memerlukan daya keluaran yang rendah. Hal lain yang mendukung digunakannya motor induksi satu phasa adalah karena bentuknya yang sederhana, ukuran yang kecil dan harga yang relative murah, ukuran stator motor induksi satu phasa umumnya berkisar antara 1/20-1Hp. Masalah utama yang berhubungan dengan desain motor induksi satu phasa adalah tidak adanya medan magnet putar seperti halnya pada motor induksi tiga phasa. Karena hanya ada satu phasa pada belitan stator, medan magnet pada motor induksi satu phasa 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 satu phasa tidak mempunyai torsi awal.



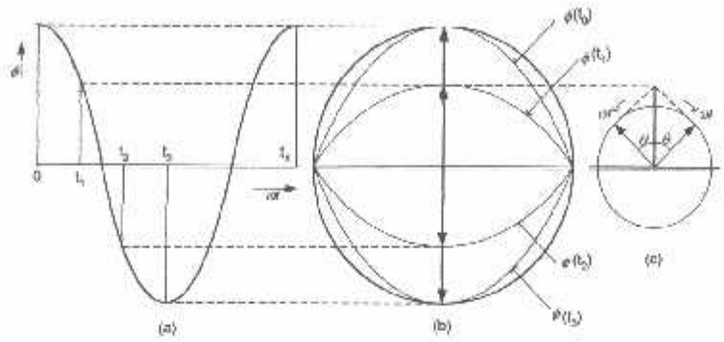
Gambar 2-1 [7]

Konstruksi Motor Induksi 1 Phasa

2.2 Medan Pulsasi Ganda Pada Motor Induksi Satu Phasa

Struktur motor induksi satu phasa sama dengan motor induksi tiga phasa jenis rotor sangkar, kecuali kumparan statornya yang hanya terdiri dari satu phasa. Seperti telah diketahui kumparan stator tiga phasa 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 satu phasa, karna belitan stator dari motor induksi satu phasa disupply oleh sumber tegangan bolak-balik yang sinusoida.

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



Gambar 2-2 [5]
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.

Keadaan fluksi sebagai fungsi waktu adalah:

$$\phi = \phi_m \cdot \cos \omega t \quad \text{.....(2-1)}$$

Fluksi sebagai fungsi ruang adalah:

$$\phi = \phi_m \cdot \cos \theta \quad \text{.....(2-2)}$$

Maka fluksi sebagai fungsi waktu dan ruang adalah:

$$\phi = \phi_m \cdot \cos \theta . \cos \omega t \quad \text{.....(2-3)}$$

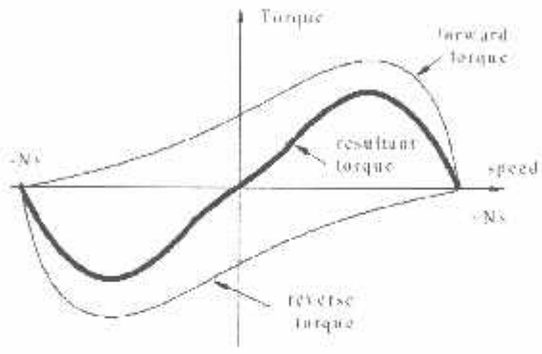
$$\phi = \frac{1}{2} \cdot \phi_m \left[\cos(\theta - \omega t) + \cos(\theta + \omega t)\right] \quad \text{.....(2-4)}$$

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

$$\phi_f = \frac{1}{2} \cdot \phi_m \cdot \cos(\theta - \omega_t) \quad \text{.....(2-5)}$$

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

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 [7]

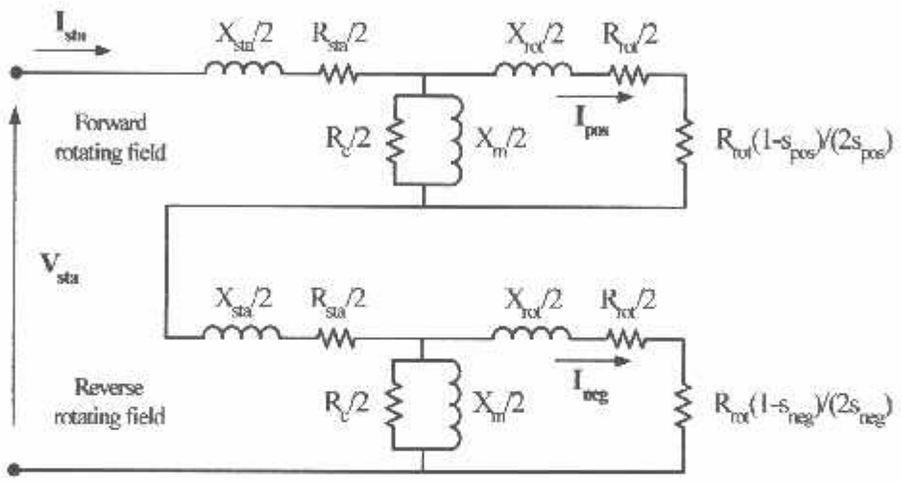
Torsi Pada Motor AC 1 Phasa

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.

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 Satu Phasa

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



Gambar 2-4 [8]

Rangkaian Ekivalen Motor Induksi 1 Phasa

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 Satu Phasa.

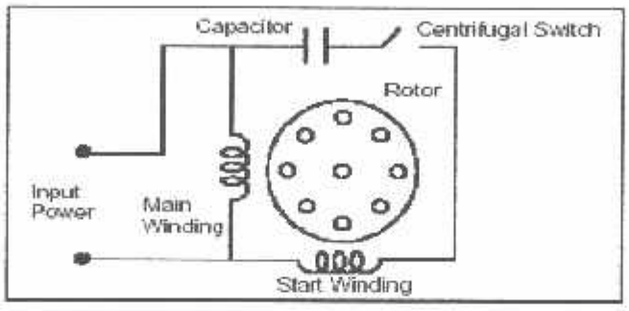
Seperti dijelaskan di atas, motor induksi satu phasa tidak mempunyai torsi awal.untuk itu ada beberapa macam atau jenis motor induksi satu phasa yang membedakan cara startingnya,yaitu:

a. Motor Phasa-Terpisah (Split-Phasa Motor)
b. Motor Jenis-Kapasitor (Capacitor-type motor)
c. Motor Kutup 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 satu phasa jenis-kapasitor (capacitor-type motor) yang meliputi:

2.4.1 Motor Starting Kapasitor (*Capacitor-Start*)

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



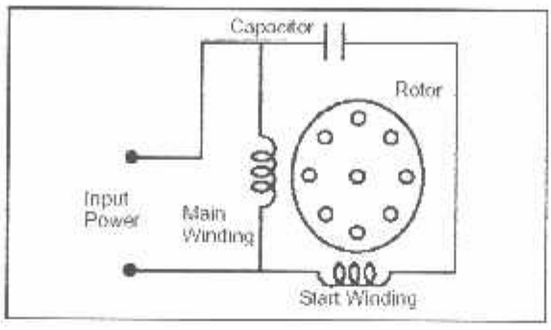
Gambar 2-5 [8]

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 90^0 seperti yang terjadi pada motor dua phasa setimbang.

2.4.2.Motor Kapasitor Terpisah Tetap (Capasitor-Run)

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



Gambar 2-6 [8]

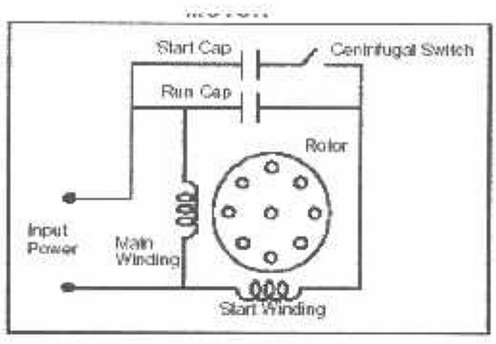
Motor Running Kapasitor

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-phasa 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 phasa. Hasilnya merupakan suatu motor yang tidak berisik.

2.4.3. Motor Starting-Running Kapasitor

Motor kapasitor ganda menggumakan 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 [8]

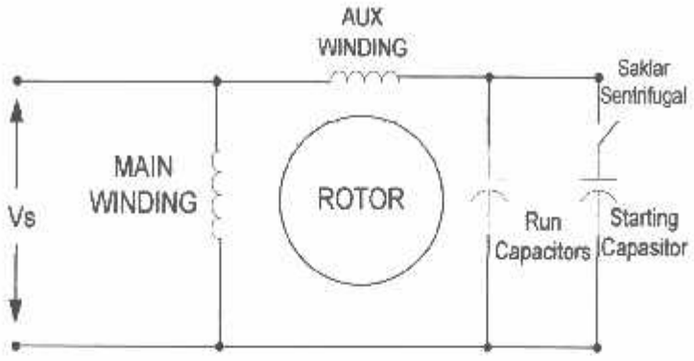
Motor Starting-Running Kapasitor

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 satu phasa jenis kapasitor terdiri atas kumparan utama (*main winding*), kumparan Bantu *(auxilary winding)*, running

kapasitor, starting kapasitor dan saklar *sentrifugal*, seperti diperhatikan pada gambar 2-8.



Gambar 2-8 [6]

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 (*auxilary winding*).

2.6 Parameter-parameter pada motor induksi satu phasa

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 phasa. 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 φ)
  - Tegangan Supply (Vs).
  - Arus belitan utama (I main)
  - Arus belitan Bantu (Iaux)
  - Kecepatan

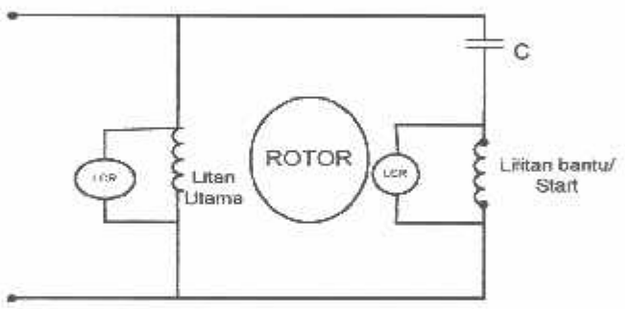
2.7 Pengujian untuk penentuan parameter motor induksi satu phasa.

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 satu phasa jenis kapasitor, dengan menggunakan *LCR Meters* untuk mengetahui nilai / ukuran dari impendansi pada masing-masing kumparan stator yang meliputi resistansi kumparan utama (R_{1m}), resitansi 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.

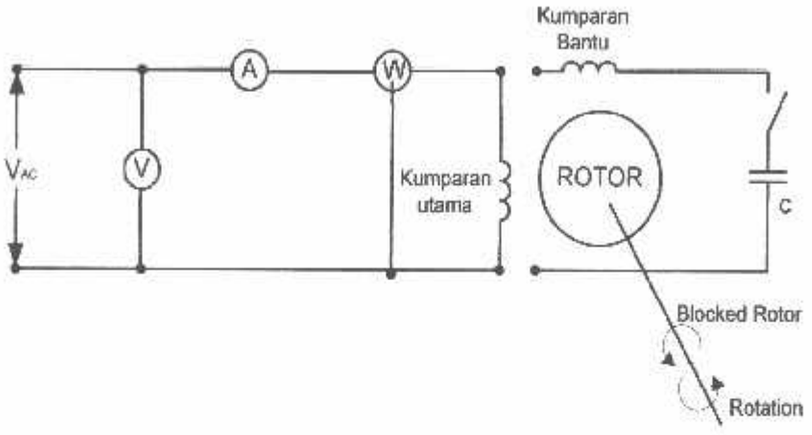


Gambar 2-9
Rangkaian Pengujian Langsung [6]

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.

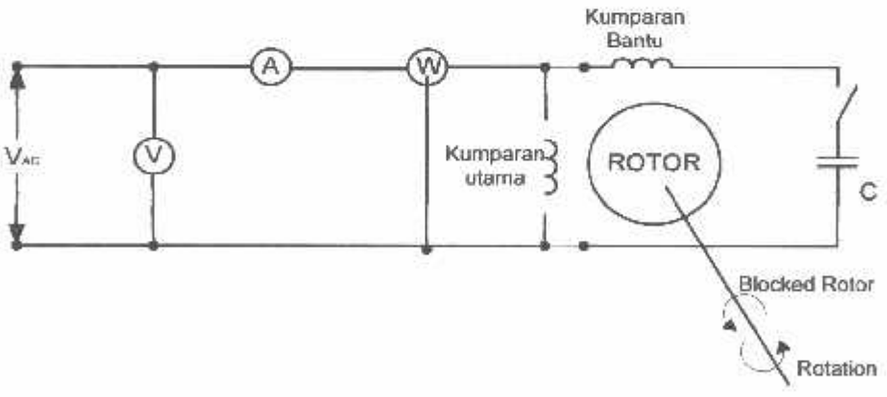
a. Pengujian pertama, diukur pada kumparan utama, yang mana kumparan bantunya tidak dihubungkan dengan pengujian seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2-10 [6]

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 [6]

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. Pengajian tanpa beban dilakukan dengan cara memberikan tegangan supply pada motor, dan rotornya dibiarkan berputar secara bebas.pengjian ini menggunakan alat bantu ampere meter, watt meter dan volt meter.

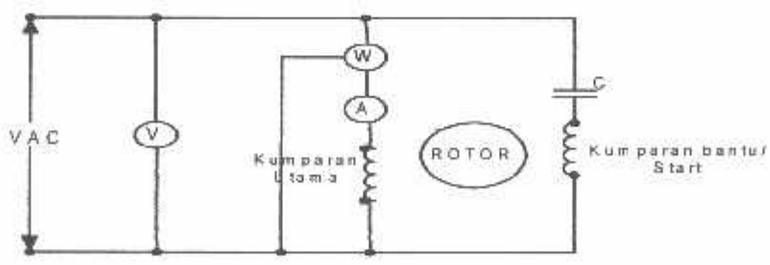
Pada kondisi tanpa beban ,dimana torsi beban harus nol berlaku persamaan

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

Dimana : S = Kecepatan Ideal

R_2 = Resistansi Rotor

X_0 = Reaktansi Magnetik Tanpa Beban



Gambar 2-12 [6]

Rangkaian Pengujian Motor Tanpa Beban

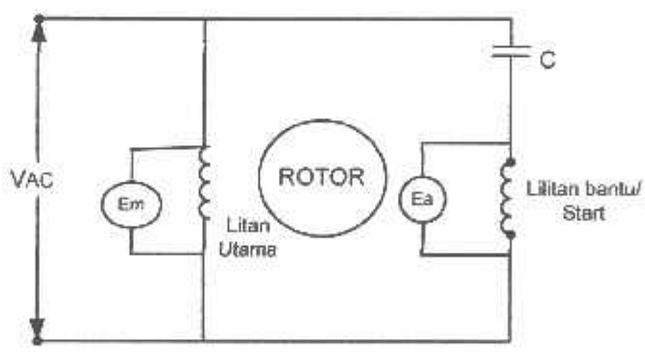
Ini menunjukkan fakta bahwa percobaan diketahui dengan baik, kecepatan tanpa beban dari motor induksi satu phasa tidak mempunyai kecepatan sinkron sebagai mana kasus ideal untuk mesin phasa banyak sesungguhnya kecepatan tanpa beban dari motor satu phasa lebih kecil dari apa yang sering dinyatakan dalam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

Kecepatan ideal tanpa beban adalah :

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

2.7. 4 Pengujian nilai perbandingan.

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



Gambar 2-13 [6]

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

$$a=\sqrt{\frac{Ea'.Ea}{Em'.Em}} \quad \text{.....(2-9)}$$

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

- Langkah pertama

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

$$Z_e = \frac{V_L}{I_L} \quad \text{.....(2-10)}$$

$$R_e = \frac{W_L}{I_L^2} \quad \text{.....(2-11)}$$

$$R_2 \approx R_e - R_1 \quad \text{.....(2-12)}$$

$$X_e \approx \sqrt{Z_e^2 - R_e^2} \quad \text{.....(2-13)}$$

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:

$$X_0 = \frac{2V_n}{I_n} \quad \text{.....(2-14)}$$

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.

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \quad \text{.....(2-15)}$$

Dimana: K_r =Koefisien kopling nyata

Untuk arus magnetik tanpa beban diketahui :

$$I_{mag\,main} = \frac{I_n}{1 + \frac{K_r}{2 - K_r}} \quad \text{.....(2-16)}$$

Untuk komponen sumbu start kemudian seperti dibawah ini:

$$I_{mag\,cross} = \frac{K_r}{2 - K_r} x\, I_{mag\,main} \quad \text{.....(2-17)}$$

Atau dengan pengurangan secara langsung

$$I_{mag\,cross} = I_n - I_{mag\,main} \quad \text{.....(2-18)}$$

Jika arus magnetic pada sumbu utama sudah diketahui,selanjutnya perhitungan lebih akurat untuk X_0 akan menjadi:

$$X_o = \frac{V_n}{I_{mag\,main}} \quad \text{.....(2-19)}$$

Perkiraan yang kedua untuk K_r ,adalah:

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \quad \text{.....(2-20)}$$

Resistansi rotor dalam stator secara lebih akurat adalah,

$$R_2 = \frac{R_e - R_1}{K_r} \quad \text{.....(2-21)}$$

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

$$X_1 = X_2 \approx \frac{X_e}{2} \quad \text{.....(2-22)}$$

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:

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

- *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.

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

Pendekatan pertama:

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

$$X_o = \frac{2V_n}{I_n} - X_e \quad \text{.....(2-26)}$$

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \quad \text{.....(2-27)}$$

pendekatan kedua:

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

$$K_r = \frac{X_o - X_e'}{X_o} \quad \text{.....(2-29)}$$

$$R_2 = \frac{R_2'}{K_r} \quad \text{.....(2-30)}$$

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 = Reaktasi hubungan singkat

K_r = Koefisien kopling nyata

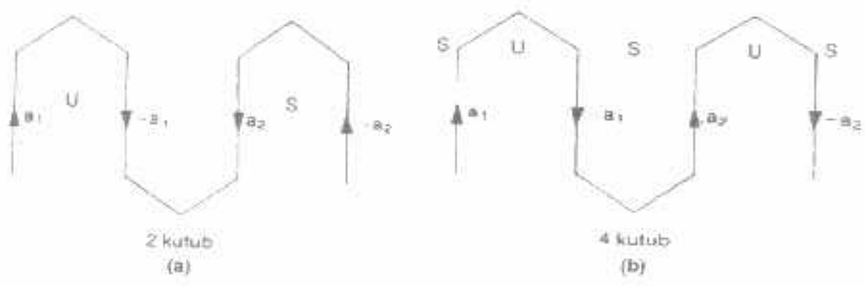
2.8. Pengaturan Kecepatan

Motor induksi pada umumnya berputar dengan kecepatan konstan, mendekati kecepatan sinkronnya. Meskipun demikian pada penggunaan tertentu dikehendaki juga adanya pengaturan putaran. Pengaturan putaran motor induksi memerlukan biaya yang agak tinggi.

Biasanya pengaturan ini dapat dilakukan dengan beberapa cara:

1. Mengubah jumlah kutub motor

   Karena $n_s = \frac{120f}{p}$, perubahan jumlah kutub (p) atau frekuensi akan mempengaruhi putaran. Jumlah kutub dapat diubah dengan merencanakan kumparan stator sedemikain rupa sehingga dapat menerima tegangan masuk pada posisi kumparan yang berbeda-beda. Biasanya diperoleh dua perubahan kecepatan sinkron dengan mengubah jumlah kutub dari 2 menjadi 4, seperti pada gambar 2-14 berikut



Gambar 2-14 [5]

Pengaturan Kecepatan Dengan Merubah Jumlah Kutub

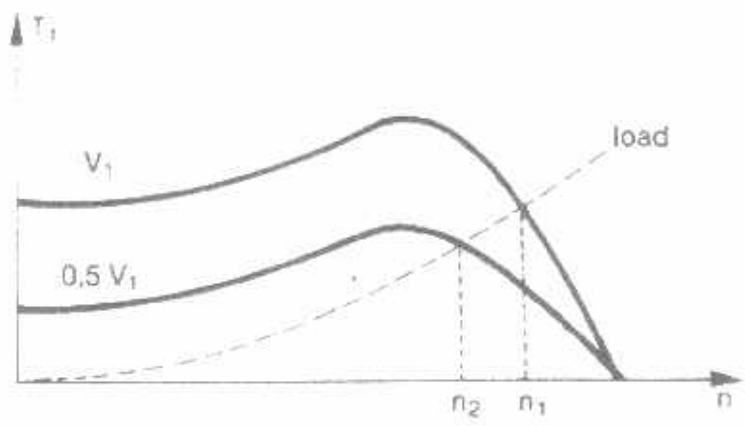
2. Mengubah Frekuensi Jala-jala

   Pangaturan putaran motor induksi dapat dilakukan dengan mengubah-ubah harga frekuensi jala-jala. Hanya saja untuk menjaga kesetimbangan kerapatan fluks, pengubahan tegangan harus dilakukan bersamaan dengan pengubahan frekuensi. Persoalannya sekarang adalah bagaimana mengatur frekuensi secar efektif dan ekonomis

3. Mengatur Tegangan Jala-jala

$$T = \frac{3}{\omega}(V_1)^2 \frac{Sa^2 R_2}{(a^2 R)^2 + S^2 (a^2 X_2)^2}$$

   Dari persamaaan kopel motor induksi diketahui bahwa kopel sebanding dengan pangkat dua tegangan yang diberikan. Untuk karakteristik beban seperti terlihat pada gambar 2-15 berikut



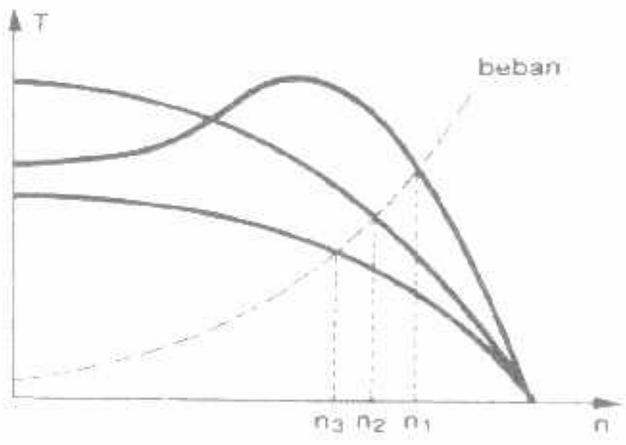
Gambar 2-15 [5]

Karakteristik Beban Pada Pengaturan Kecepatan Dengan Mengatur Tegangan Jala – Jala

Kecepatan akan berubah dari n_1 ke n_2 untuk tegangan masuk setengah tegangan semula .Cara ini hanya menghasilkan pengaturan kecepatan yang terbatas (daerah pengaturan yang sempit).

4. Pengaturan Tahanan Luar

Tahanan luar motor induksi rotor belitan dapat diatur, dengan demikian dihasilkan karakteristik kopel kecepatan yang berbeda-beda seperti terlihat pada gambar 2-16. Putaran akan berubah dari n_1 ke n_2 ke n_3 dengan bertambahnya tahanan luar yang dihubungkan ke rotor.



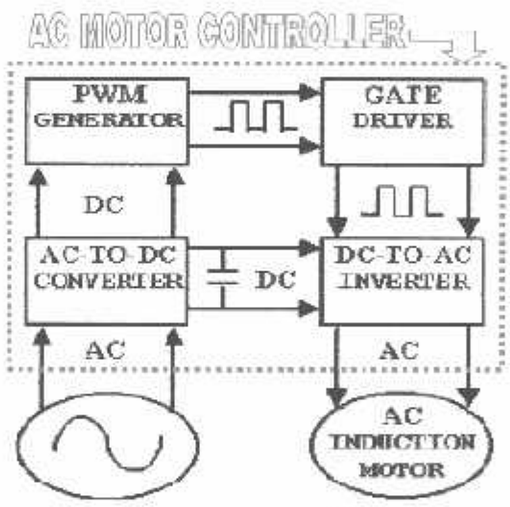
Gambar 2-16 [5]

Karakteristik Torsi Kecepatan Pada Pengaturan Tahanan Luar

BAB III

SINUSOIDAL PWM INVERTER UNIPOLAR

Secara umum pengontrol kecepatan motor induksi satu fasa yang menggunakan inverter satu-fasa dapat dilihat pada gambar 3.1. Pada dasarnya system pengontrol ini merupakan kombinasi dari penyearah satu fasa (rectifier), inverter dan PWM generator. Dengan pengaturan besar fekuensi pada PWM control unit, frekuensi dan tegangan output dari inverter dapat diatur untuk mengontrol motor induksi satu fasa.



Gambar 3-1 [3]

Rangkaian utama pengendali motor induksi satu fasa

3.1 Penyearah dan Filter

Salah satu kegunaan dioda adalah untuk penyearah, yaitu mengubah arus AC (bolak – balik) menjadi arus DC (searah). Persamaan penyearah tegangan DC yang dihasilkan oleh rangkaian penyearah dioda adalah:

$$V_{DC} = V_m - \left[\frac{I_{DC}}{4fc}\right] \text{ dan } R_o = \frac{1}{4fc} \quad \text{.....(3-1)}$$

Dimana V_m adalah tegangan puncak (maksimum), f adalah frekuensi dari sinyal AC (Hz) dan C adalah besarnya kapasitor (Farad) yang terpasang dan berfungsi sebagai filter.

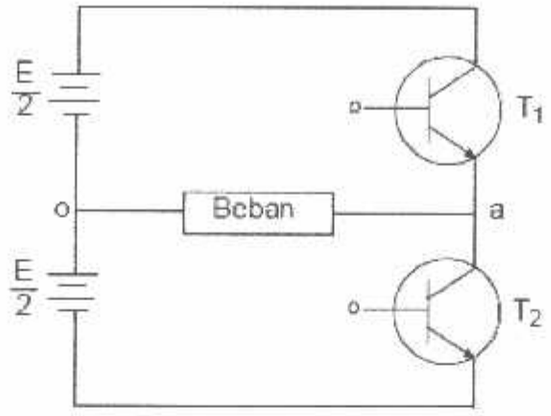
Proses penyearahan menghasilkan tegangan DC yang masih mengandung riak atau ripple, yaitu tegangan AC yang masih menumpang diatas sinyal DC. Sebuah sumber tegangan DC yang ideal memiliki resistansi keluaran $R_o = 0$, dari persamaan diatas kondisi ini dapat didekati dengan nilai C sebesar mungkin. Dengan C besar diharapkan mendekati sumber tegangan DC ideal, menekan ripple dan berfungsi sebagai penyetabil tegangan DC yang keluar.

3.2 Inverter Satu Fasa Sebagai Suplai Tegangan Motor Induksi

Berdasarkan konfigurasinya, rangkaian daya inverter satu fasa dapat dikelompokkan menjadi tiga macam:

3.2.1 Inverter satu fasa setengah gelombang

Inverter ini menggunakan dua buah komponen daya, T 1 dan T2, untuk menghubungkan titik a dengan tegangan positip atau negatip. Kombinasi buka hubung pada komponen daya menghasilkan 4 macam keadaan. Keadaan hubung pada T1 dan T2 akan mengakibatkan sumber arus searah terhubung singkat. Keadaan buka pada T1 dan T2 mengakibatkan tegangan pada t i t i k a tidak tentu, tergantung dari kondisi awal dari rangkaian dan j e n i s bebannya .



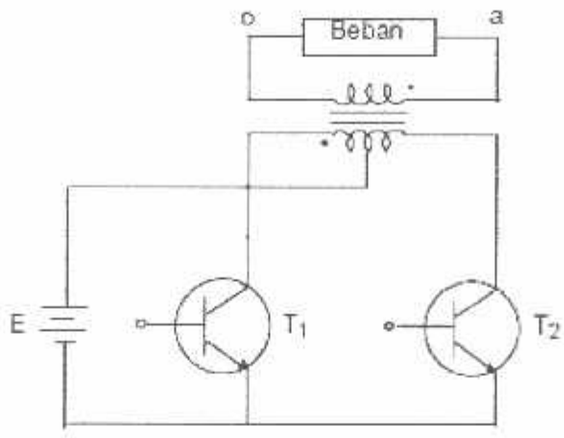
Gambar 3-2

Inverter satu fasa setengah gelombang [4]

Dengan demikian hanya dua keadaan yang dapat dikendalikan untuk membangkitkan tegangan bolak-balik pada beban. T1 hubung dan T2 buka menghasilkan Vao p o s i t i p . T 1 buka dan T2 hubung menghasilkan Va o n e g a t i p .

3.2.2 Inverter satu fasa dengan beban tap tengah

Cara kerja inverter satu fasa dengan beban tap tengah sama dengan inverter setengah gelombang. Tap tengah transformator berfungsi supaya beban mendapat tegangan bolak balik. T1 hubung dan T2 buka akan menghasilkan Va o negatip. T1 buka dan T2 hubung menghasilkan Va o p o s i t i p.



Gambar 3-3

Inverter satu fasa dengan beban tap tengah [4]

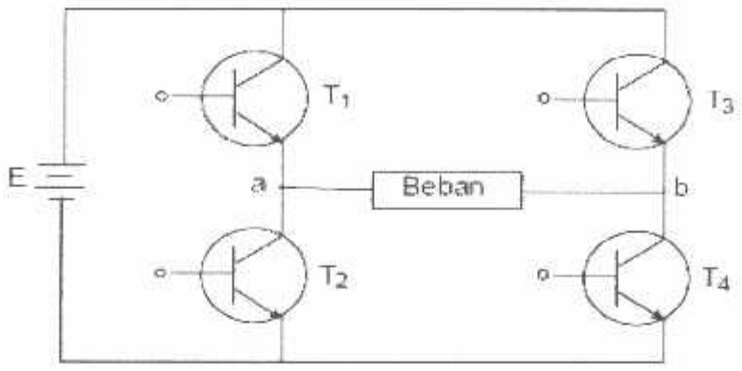
3.2.3 Inverter satu fasa gelombang penuh

Inverter ini lebih dikenal sebagai inverter jemba t a n . Dapat ditinjau sebagai dua buah inverter setengah gelombang, sehingga persamaan tegangan Va b dapat dinyatakan sebagai berikut.

Va b = Va o - Vb o

Dengan titik o adalah titik tengah teoritis pada sumbe r tegangan dan Va o s e r ta Vb o merupakan dua keadaan yang ada pada i n v e r t e r 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 3-4

Inverter satu fasa gelombang penuh [4]

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

Tabel 3-1 Kemungkinan kondisi hubung komponen daya

Kondisi hubung	Tegangan beban Va b
T_1, T_4	+E
T_2, T_3	-E
T_1, T_3	0
T_2, T_4	0

3.3 Metode Penyalaan Sinusoidal PWM.

Pada dasarnya sinusoidal PWM ini merupakan hasil modulasi dari dua sinyal / gelombang yaitu gelombang sinus yang dibangkitkan oleh *pulse* generator dengan gelombang segitiga yang dibangkitkan oleh *pulse* generator yang lain.

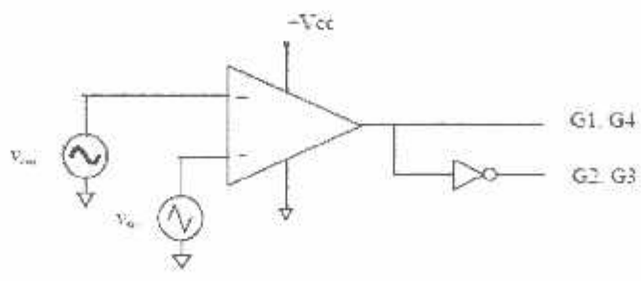
Metode penyalaan sinusoidal PWM dapat dijelaskan sebagai berikut : Dalam teknik penyalaan ini, lebar dari setiap pulsa berubah sesuai dengan besar amplitudo dari gelombang sinus dilihat dari tengah pada pulsa yang sama. Sinyal gate dibangkitkan dengan perbandingan sinyal referensi sinusoidal dengan gelombang pembawa tringular.

Dua skema penyalaan sinusoidal PWM yang berbeda yang biasanya digunakan untuk inverter satu fasa adalah :

1. Skema PWM Bipolar.
2. Skema PWM Unipolar.

3.3.1 Skema PWM Bipolar.

Dibawah ini ditunjukkan suatu rangkaian SPWM – Bipolar pada PWM generator.



Gambar 3-5 SPWM-Bipolar [9]

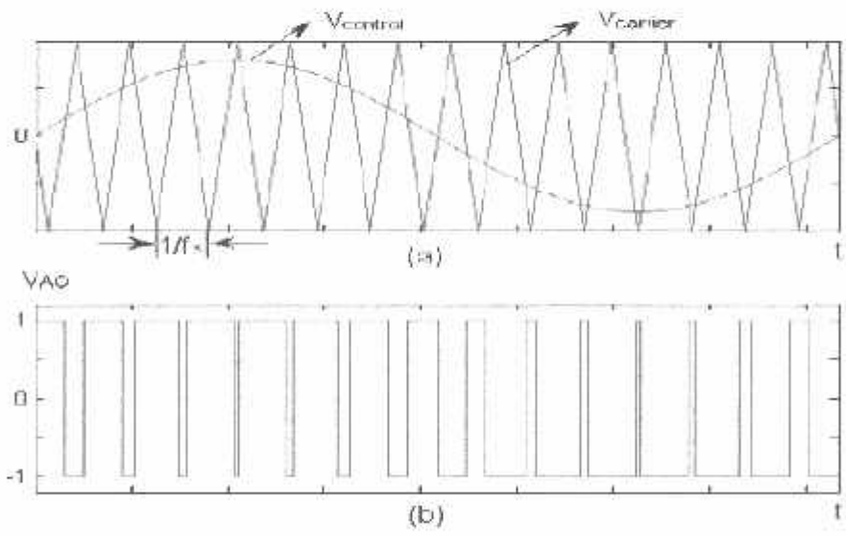
Mengacu pada gambar 3-4 yaitu inverter satu fasa gelombang penuh, maka dapat diketahui pola pensaklaran susuai dengan rangkaian SPWM-Bipolar. Apabila G_1 dan G_4 menyala (ON) maka tagangan yang keluar adalah positif. Sedangkan apabila G_2 dan G_3 menyala (ON) maka tegangan yang keluar adalah negatif.

Sedangkan skema pesaklaran pada PWM bipolar adalah sebagai berikut:

a) S_1 dan S_4 konduksi bila $V_{sine} > V_{tri}$

b) S_2 dan S_3 konduksi bila $V_{sine} < V_{tri}$

Pada gambar 3-6 ditunjukkan suatu skema modulasi PWM bipolar. Untuk menghasilkan tegangan keluaran gelombang sinusoidal dengan amplitudo dan frekuensi yang diinginkan, maka sinyal referensi sinusoidal (Vref) dibandingkan dengan bentuk gelombang pembawa/triangular (Vtri).



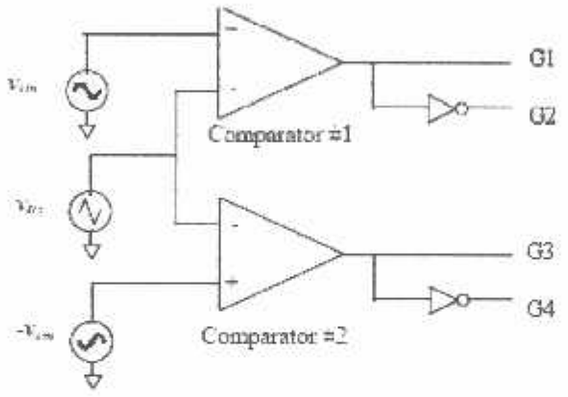
Gambar 3-6 [2]

Modulasi PWM-Bipolar

Tegangan keluaran dari skema PWM bipolar tidak mempunyai status nol, artinya bahwa tegangan keluaran pada hanya berubah antara +Vd dan –Vd. Pada skema PWM bipolar ini hanya memerlukan satu kontrol sinyal referensi, tapi mempunyai performa yang rendah.

3.3.2 Skema PWM Unipolar

Rangkaian SPWM – Unipolar pada PWM generator ditunjukkan pada gambar 3-7 dibawah ini.



Gambar 3-7 [9]

SPWM – Unipolar

Seperti yang ditunjukkan pada rangkaian SPWM unipolar diatas bahwa terdapat dua buah komparator yang berfungsi sebagai tempat untuk membandingkan antara sinyal referensi (Vsin) dengan sinyal pembawa (Vtri)

Dua pasang saklar dalam inverter satu fasa gelombang penuh tidak selalu dinyalakan bersama-sama seperti pada skema bipolar. Sebagai penggantinya pensaklaran dikontrol oleh dua kontrol sinyal.

Sedangkan skema pesaklaran pada PWM unipolar adalah sebagai berikut:

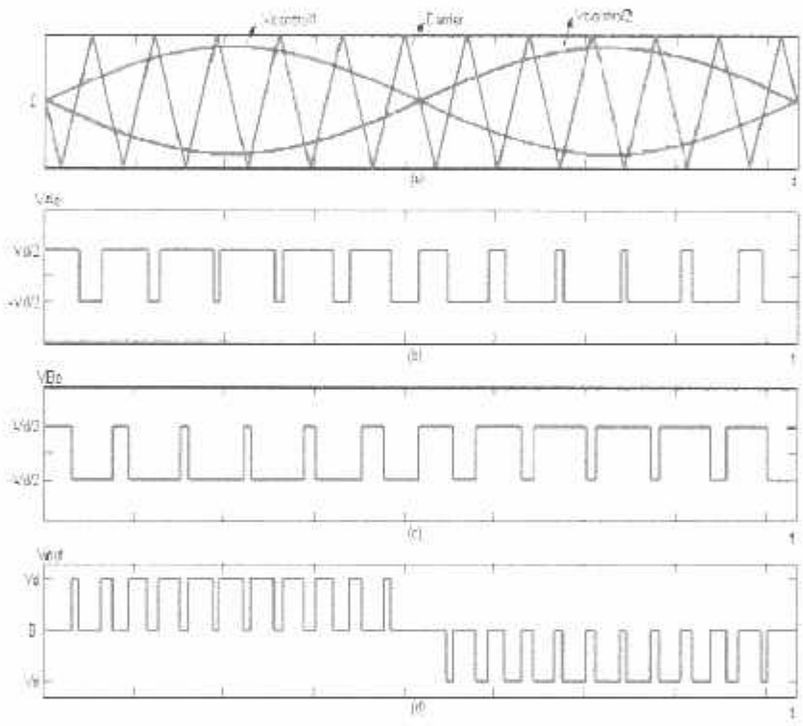
a) S_1 konduksi bila $V_{sine} > V_{tri}$

b) S_2 konduksi bila $V_{sine} < V_{tri}$

c) S_3 konduksi bila $-V_{sine} > V_{tri}$

d) S_4 konduksi bila $-V_{sine} < V_{tri}$

Skema modulasi PWM unipolar ditunjukkan pada gambar 3-8 dibawah ini.



Gambar 3-8 [2]

Skema PWM Unipolar

a) Sinyal Referensi dan Pembawa. b) dan c) Pulsa Pada $V_{control1}$ dan $V_{control\ 2}$. d) Tegangan Keluaran.

Penggunaan dua kontrol sinyal referensi akan menyebabkan tegangan keluaran pada skema PWM unipolar berubah antara positif (+Vd) dan nol (0) atau antara negatif (-Vd) dan nol (0) dalam setengah periode utama.

Tegangan output rms dapat divariasikan dengan mengubah harga index modulasi yang harganya 0 sampai 1. Jika m_a menyatakan harga index modulasi maka tegangan output rms dapat dicari dengan persaman sebagai berikut.

$V_{rms} = m_a \times V_{dc}$ ..... (3-2)

Dimana: V rms = Tegangan efektif

m_a = Index modulasi

Vdc = Tegangan DC

Untuk harga index modulasi dapat diketahui dari persamaan sebagai berikut:

$$m_a = \frac{\hat{V}_{ref}}{\hat{V}_{tri}} \quad \text{..... (3-3)}$$

Dimana $\hat{V}_{ref}$ dan $\hat{V}_{tri}$ pada persamaan 3-3 mengacu pada amplitudo puncak dari sinyal.

Sedangkan untuk rasio modulasi frekuensi dapat diketahui dari persamaan sebagai berikut:

$$m_f = \frac{f_{carrier}}{f_1} \quad \text{..... (3-4)}$$

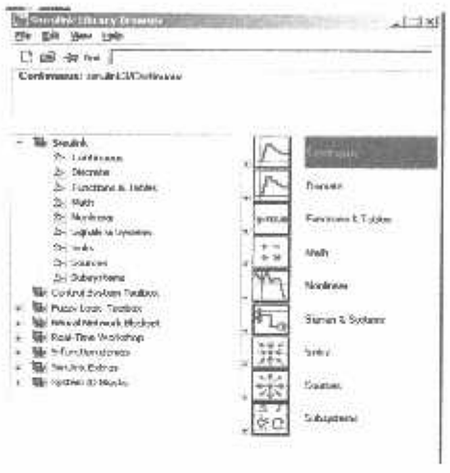
Dimana : $f_{carrier}$ = Frekuensi carrier

f_1 = Frekuensi referensi

3.4 Software Matlab

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 untul menuliskan listing programnya dan Simulink yang digunakan untuk melakukan simulasi. Dengan menggunakan Simulink yang merupakan kesatuan dalam program

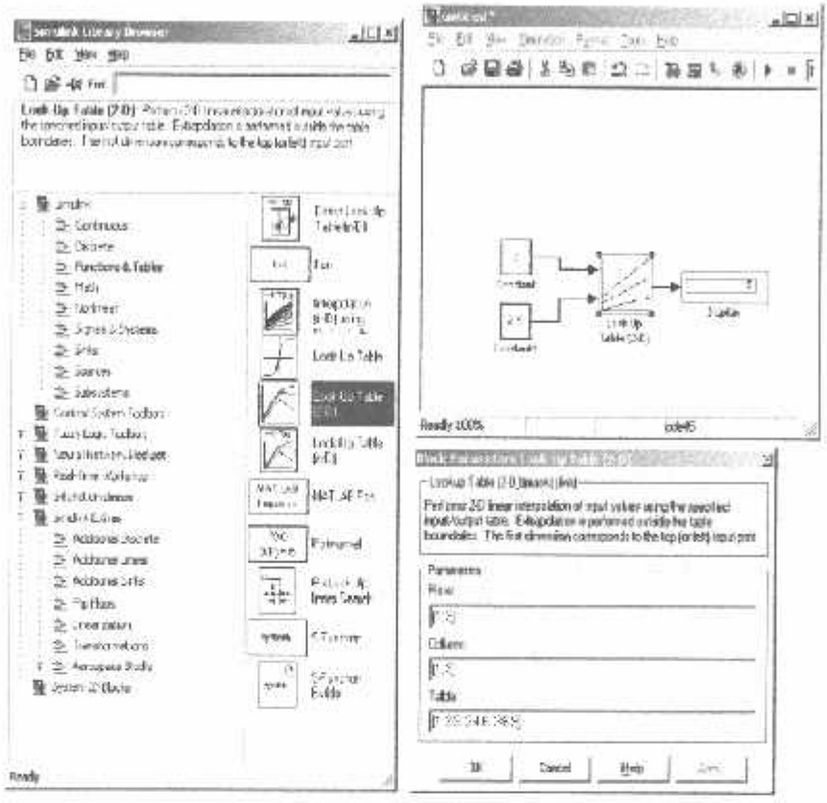
tersebut kita dapat melakukan suatu pemodelan sistem kontrol atau suatu plant yang akan diatur. Hal itu dapat didesain dengan menggunakan blok-blok yang telah tersedia serta setting parameter-parameter akan menjadi lebih mudah. Blok-blok simulink dapat juga dibentuk dari persamaan matematika dengan menggunakan blok *transfer function* sehingga kita dapat menuliskan persamaan dalam blok tersebut sesuai dengan parameter yang akan kita cari.



Gambar 3-9

Simulink Library Pada MATLAB 7.0

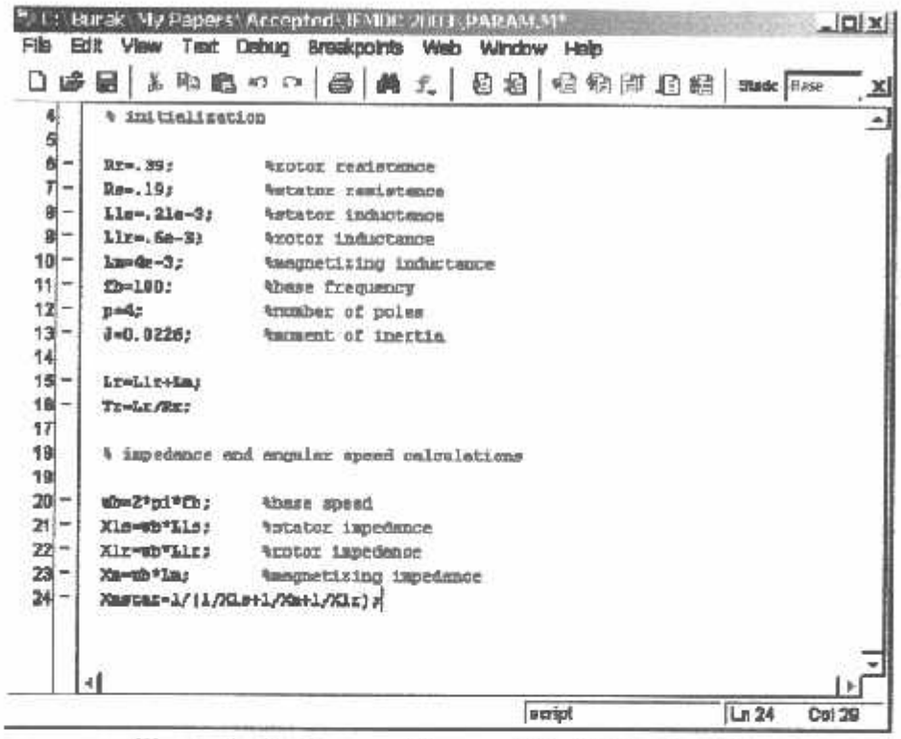
Dalam simulink tersebut terdapat beberapa blok yang dapat digunakan untuk pemodelan kontrol atau analisa dalam dunia electric. Sebagai contoh penggunaan Blok Fuction dan Tables. Misalnya kita mempunyai soal 2*2.5 = 5 maka kita dapat menggunakan blok look up table (2-D) seperti dapat dilihat pada gambar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



Gambar 3-10

Contoh Penggunaan Simulink

Selain Simulink dalam MATLAB juga terdapat M-Files yaitu bagain untuk menuliskan listing program yang dengan hasil program setelah dijalankan akan disimulasikan dengan Blok Simulink yang telah dibuat.



Gambar 3-11

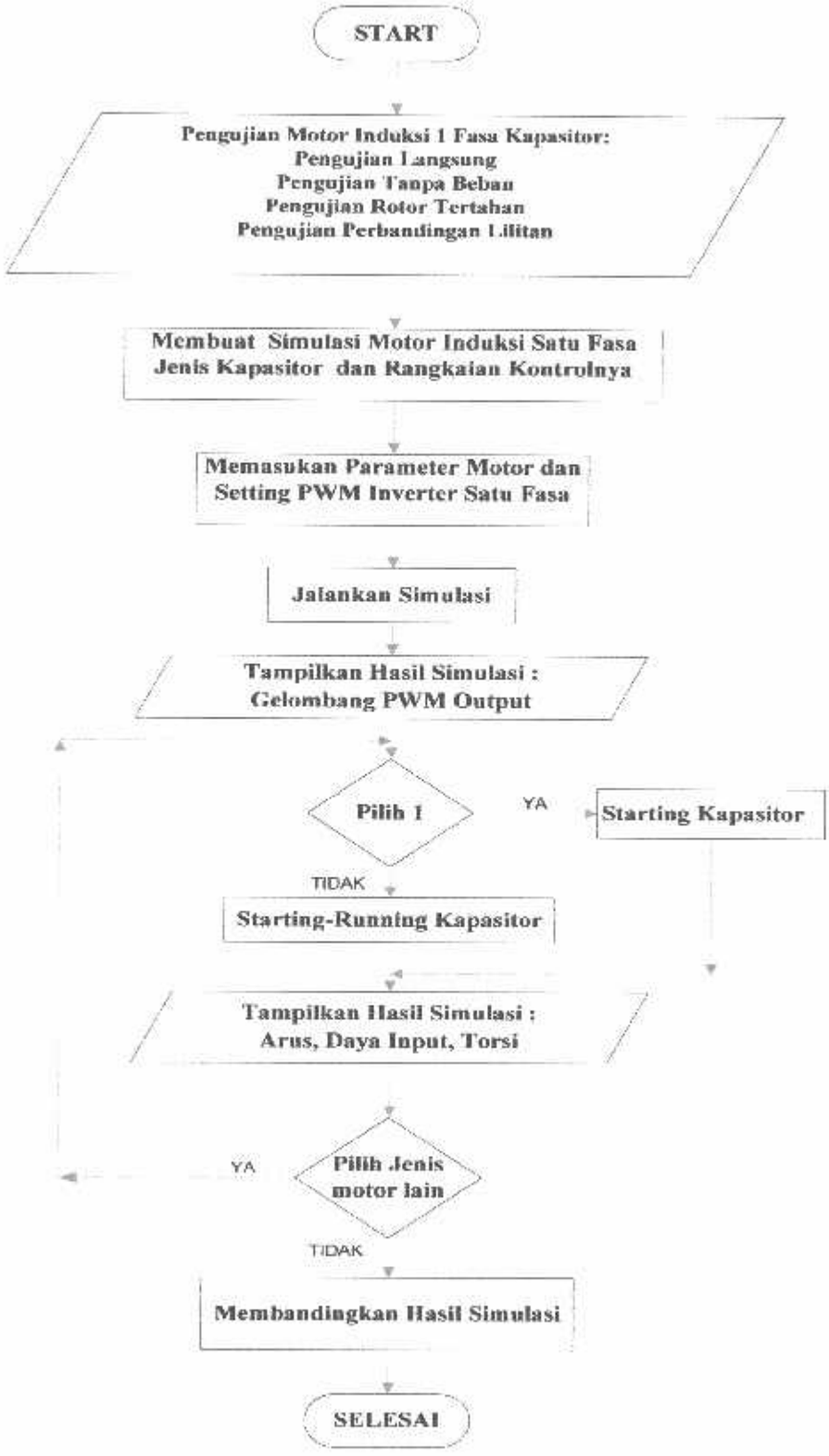
Contoh Tampilan M-Files

3.5 Algoritma Pemrograman

3.5.1 Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum

1. Pengujian Parameter Motor induksi 1 fasa kapasitor
   a. Pengujian Langsung
   b. Pengujian Beban Nol
   c. Pengujian Rotor Tertahan
   d. Pengujian Perbandingan Jumlah lilitan
2. Membuat simulasi motor induksi satu fasa kapasitor dan rangkaian kontrolnya.
3. Memasukkan parameter motor dan setting PWM inverter satu fasa unipolar.
4. Menjalankan simulasi.
5. Menampilkan hasil simulasi: Gelombang PWM output.
6. Memilih jenis motor induksi satu fasa kapasitor yang akan disimulasi
   a. Starting Kapasitor.
   b. Starting dan Runing Kapasitor.
7. Menampilkan hasil simulasi: Arus, Daya input dan Torsi untuk masing-masing jenis motor kapasitor.
8. Membandingkan hasil simulasi motor starting kapasitor dan starting-running kapasitor.

3.6 Flow Chart Pemecahan Masalah Secara Umum



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

BAB IV

SIMULASI DAN HASILNYA

Pengujian untuk mencari parameter motor AC 1 phasa dilakukan di Laboratorium Konverisi Energi Elektrik ITN Malang

4.1. Alat-Alat Yang Dipergunakan Dalam Pengujian.

1. Motor induksi satu fasa dengan data:
   - Type : Fujikawa
   - Daya : 100 watt
   - Tegangan : 220 volt
   - Cap run : 10 μF
   - Cap Starting : 6 μF
   - Kec putaran : 2800 rpm

2. RCL meter,merk Philips,type PM6303
3. 1 panel ukur DL 1031
4. Cos φ meter,DL 2109T27
5. Tachometer
6. Jumber/kabel

4.1.1 Pengujian Parameter Lilitan Dan Kapasitor Motor Secara Langsung.

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

R_{main} = 5 ohm

R_{aux} = 16,5 ohm

L_{main} = 24,93 mH

$L_{auxilary}$ =69,34mH

4.1.2 Pengujian rotor tertahan

Tabel 4-1
Data dari pengujian rotor tertahan
Motor induksi satu Phasa

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

4.1.3 Pengujian tanpa beban

Tabel 4-2
Data hasil pengujian tanpa beban
Motor induksi satu phasa

V_n (Volt)	I_n (Amp)	W_n (Watt)
220	0,83	90

4.1.4 Pengujian Perbandingan Kumparan

Tabel 4-3
Data hasil pengujian perbandingan kumparan
Motor induksi satu phasa

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

4.2 Analisa Data Pengujian Motor Induksi Satu Phasa

- Langkah pertama,

Dari persamaan 2-10 s/d 2-13,maka dipeoleh nilai:

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

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

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

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

Maka:

$$X_0 = \frac{2V_n}{I_n} = \frac{2 \times 220}{1.4} = 314.28 \text{ ohm}$$

- Langkah kedua.

Untuk perhitungan yang lebih akurat maka,dari persamaan (2-15)diperoleh:

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} = \frac{(314.28 - 22.12)}{314.28} = 0.929 \text{ ohm}$$

Untuk arus magnetik tanpa beban:

$$\text{Imag main} = \frac{I_n}{1 + \frac{K_r}{2 - K_r}} = I_n \frac{2 - K_r}{2} = 1.4 \cdot \frac{2 - 0.929}{2}$$

$$= 0.749 \text{ Amp}$$

$$X_{mht} = \frac{V_n}{I_{mag\ main}} = \frac{220}{0.749} = 293.72 \text{ ohm}$$

Untuk komponen sumbu start,arus magnetiknya adalah:

$$I_{mai\ cross} = \frac{K_r}{2 - K_r} \ x\, I_{man\ main}$$

$$= \frac{0.929}{2 - 0.929} \times 0.749$$

$$= 0.649 \text{ Amp.}$$

$$X_{mc} = \frac{V_n}{I_{mag\ cross}} = \frac{220}{0.649} = 338.98 \text{ ohm}$$

Jika arus magnetic pada sumbu utama sudah diketahui, maka sesuai dengan persamaan (2-19) diperoleh X_0 yang lebih akurat menjadi:

$$X_o = \frac{V_n}{I_{mag\ mam}} = \frac{220}{1.4} = 157.14 \text{ ohm}$$

perkiraan yang kedua K_r ,adalah:

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} = \frac{157.14 - 22.12}{157.14} = 0.859$$

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

$$R_2 = \frac{R_r - R_1}{K_r} = \frac{40.81 - 5}{0.859} = 41.68 \text{ ohm}$$

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

$$= 22.12 \cdot \frac{1 - \sqrt{0.859}}{1 - 859}$$

$$= 11.48 \text{ ohm}$$

- Langkah ketiga

Sesuai dengan persamaan (2-24) $\frac{1}{2}$(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 :

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

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

$$X_o = \frac{2V_n}{I_n} - X_e = \frac{2 \cdot 220}{1.4} - 22.21 = 292.16 \text{ ohm}$$

$$K_r = \frac{X_o - X_e}{X_o} \frac{292.16 - 22.21}{292.16}$$

$$= 0.923$$

Pendekatan kedua:

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

$$= \frac{220}{1.4} - \sqrt{\left(\frac{220}{1.4} - 22.21\right)^2 + (35.81)^2}$$

$$= 17.53 \text{ ohm}$$

$$K_r = \frac{X_0 - X_e'}{X_0} = \frac{292.16 - 17.53}{292.13}$$

$$= 0.94$$

$$R_2 = \frac{R_2'}{K_r} = 38.08 \text{ ohm}$$

Sehingga dari analisa diatas diperoleh parameter baru berupa :

$R_2 \quad = 38.08\ \Omega$

$X_2 \quad -11.48\,\Omega$

$X_o \quad = 292.16\,\Omega$

$X_{mhf} = 293.72\,\Omega$

$X_{mc} = 338.98\,\Omega$

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

$$a = \sqrt{\frac{E_a^{'}.E_a}{E_m^{'}.E_m}}$$

$$= \sqrt{\frac{280 \times 320}{200 \times 160}} = 1.67$$

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

Reaktansi stator lilitan utama (X_{1M})= $2.\pi.f.L$

$= 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 24.93 \times 10^{-3}$

$= 5.18$ ohm

Reaktansi stator lilitan start (X_{1S}) = $2.\pi.f.L$

$= 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 69.34 \times 10^{-3}$

$= 21.77$ ohm

Untuk nilai kapasitor dalam ohm adalah sebagai berikut:

$$Z_c = -JX_c = \frac{-j10^6}{2\pi f \ x \ Mikrofarad} = \frac{-j10^6}{2.314 \cdot 50 \times 6}$$

= -j530.78 ohm

$$Z_{start} = \frac{-j10^6}{2.314 \cdot 50 \times 10}$$

= -j 318.47

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

$Z_{1m} = Rm + jxm$

$Z_{1m} = 5+J5.18$

$Z_{1s} = Rs + jxs$

$Z_{1s} = 16.5 + J21.77$

$Z_2 = R_2 + jx_2$

$Z_2 = 38.08+J11.48$

$Z_m = X_{mM}$

$Z_m = 293.72$

$Z_s = X_{mC}$

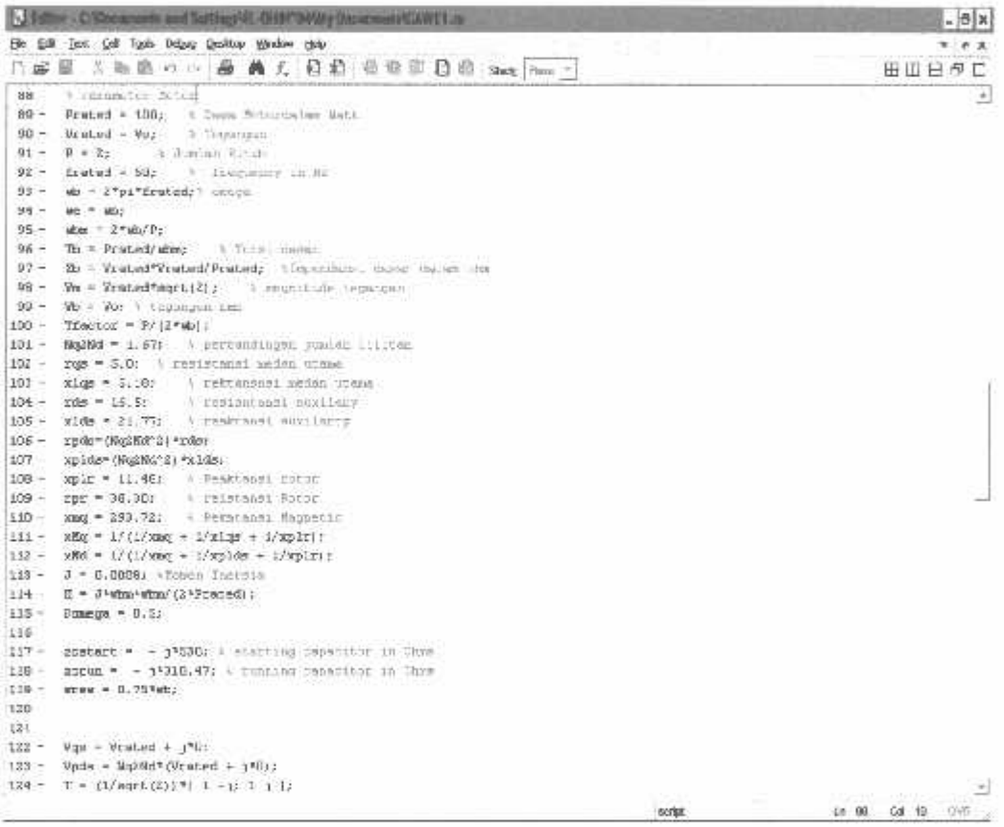
$Z_s = 338.98$

$a = 1.67$

4.3 Analisa Data Hasil Simulasi Motor Induksi Satu Fasa

Data parameter yang dibutuhkan untuk menganalisa motor AC 1 fasa berupa data dari name plate motor dan data hasil pengujian. Sesudah mendapatkan parameter yang digunakan sebagai inputan untuk motor induksi 1 fasa maka parameter tersebut dimasukan dalam m-files matlab untuk disimulasikan dalam blok simulink.

Parameter dalam m-files dapat dilihat sebagai berikut:



```
Prated = 100;
Vrated = Vu;
P = 2;
frated = 50;
wb = 2*pi*frated;
ws = wb;
wbm = 2*wb/P;
Tb = Prated/wbm;
Zb = Vrated*Vrated/Prated;
Vm = Vrated*sqrt(2);
Vb = Vo;
TFactor = P/(2*wb);
NqNd = 1.67;
rqs = 5.0;
xlqs = 5.10;
xds = 15.5;
xlds = 21.77;
xpds=(NqNd^2)*xds;
xplds=(NqNd^2)*xlds;
xplr = 11.46;
rpr = 36.30;
xmq = 293.72;
xMq = 1/(1/xmq + 1/xlqs + 1/xplr);
xMd = 1/(1/xmq + 1/xplds + 1/xplr);
J = 0.0008;
H = J*wbm*wbm/(2*Prated);
Omega = 0.5;

zstart =  - j*530;
zrun =  - j*310.47;
wrew = 0.25*wb;


Vqs = Vrated + j*0;
Vpds = NqNd*(Vrated + j*0);
T = (1/sqrt(2))*[ 1 -j; 1 j];
```

Gambar 4-1

Tampilan M-File Parameter Motor

4.3.1 Hasil Simulasi Pertama

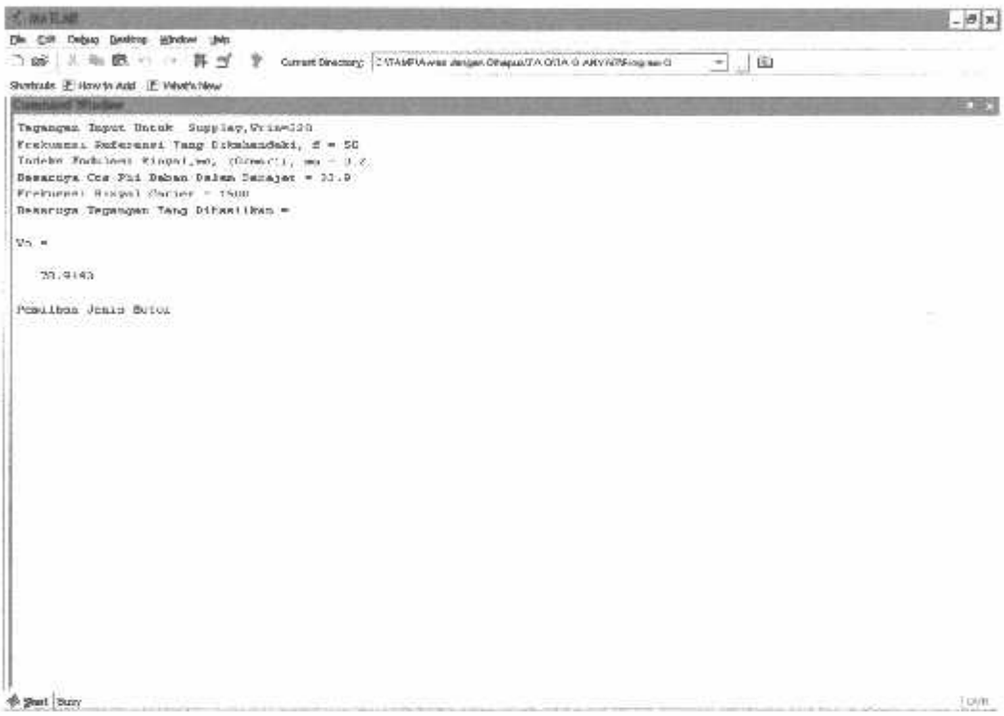
Tegangan suplai = 220 V

Frekuensi Referensi = 50 Hz

Index Modulasi = 0.2

Cos φ beban dalam derajat = 33.9°

Frekuensi Carrier = 1500 Hz



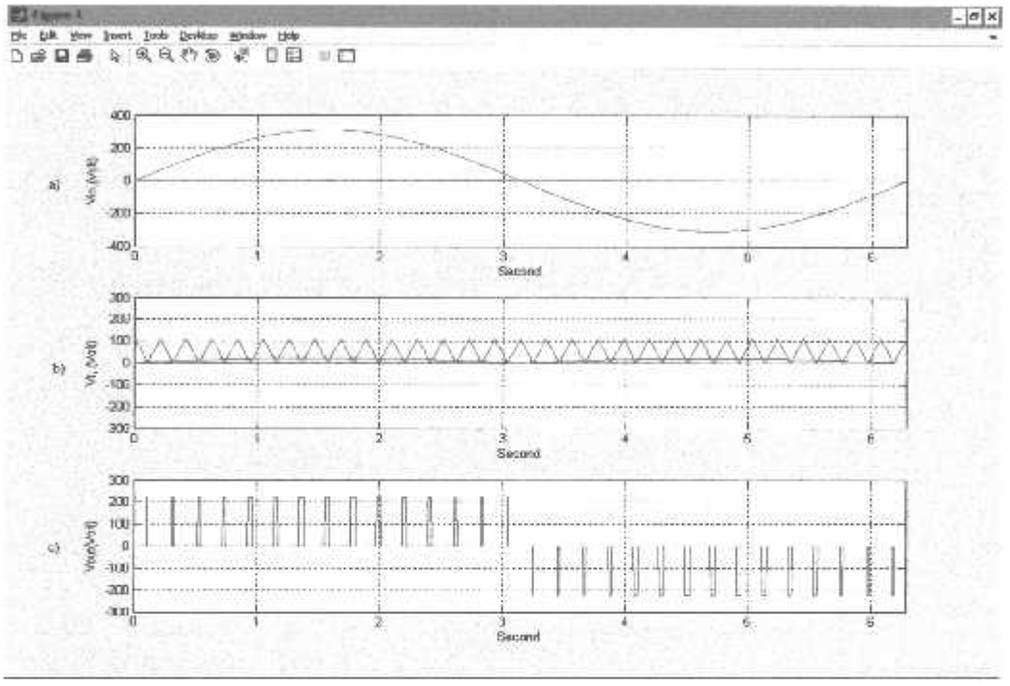
Gambar 4-2

Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM

Dari gambar diatas dapat terlihat bahwa tegangan V_{rms} nya adalah 78.9143 Volt. Frekuensi carrier digunakan untuk menentukan jumlah gelombang kotak dalam setengah periode, sedangkan index modulasi digunakan untuk mengatur output V_{rms}.Tegangan V_{rms} adalah tegangan yang digunakan untuk mensuplai motor. Untuk V_{maks} dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$V_{maks} = V_{rms} \times \sqrt{2}$

$V_{maks} = 78.9143 \times 1.414 = 111.584$ Volt

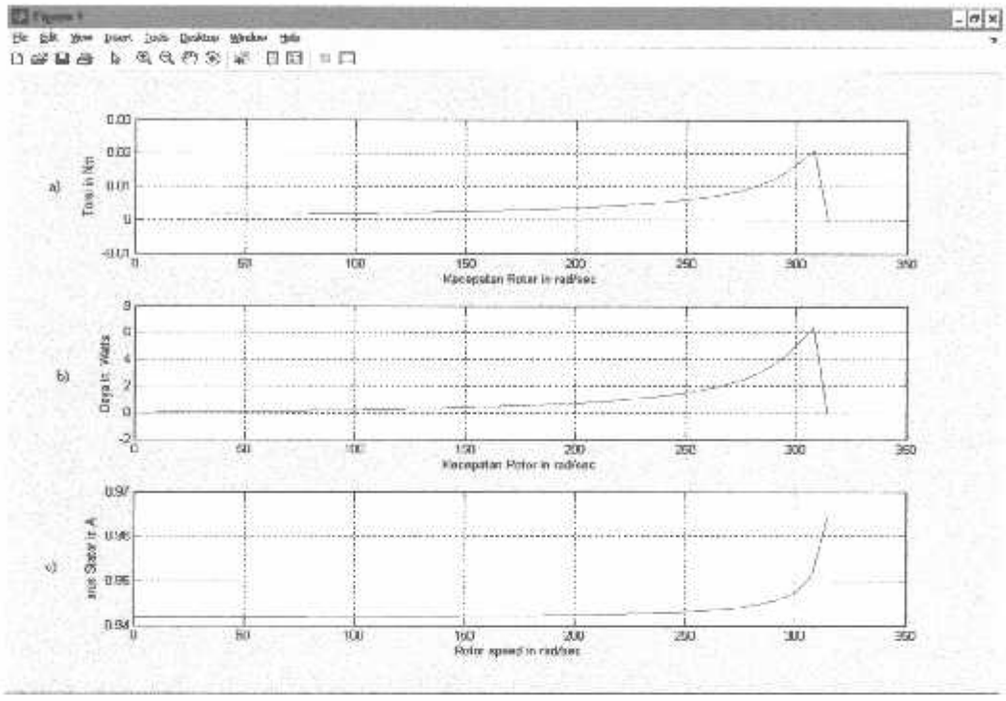


Gambar 4-3

Pembentukan Gelombang SPWM

Dari gambar 4-3 diatas pada gambar (a) dapat dilihat sinusoidal murni yang nilainya adalah 220 V yang merupakan tegangan input untuk supplai dari SPWM. Untuk gambar (b) merupakan sinyal gelombang segitiga yang akan dimodulasikan ke dalam sinyal sinusoidal. Sedangkan untuk gambar (c) adalah gelombang PWM output yang lebar pulsanya dapat diatur sesuai dengan index modulasinya.

➢ **Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor**

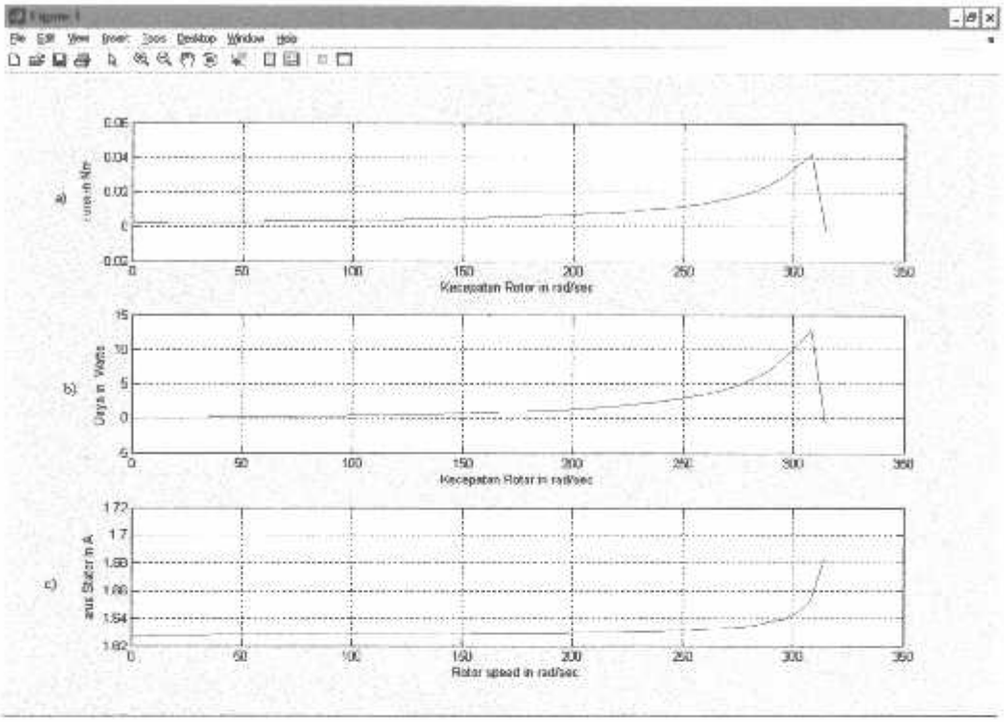


Gambar 4-4

Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor

Dari gambar 4-4a diatas dapat dilihat untuk torsi starting sebesar 0.0019 Nm dan mencapai torsi maksimum sebesar 0.021 Nm pada kecepatan 308 rad/sec. Pada gambar 4-4b daya input maksimum mencapai 6.4 Watt pada kecepatan 308 rad/sec. Sedangkan untuk gambar 4-4c arus starting sebesar 0.94173 A dan arus maksimum sebesar 0.9647 A pada kecepatan 314 rad/sec.

➢ **Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor**



Gambar 4-5

Grafik Hasil Simulasi Motor Starting-Running Kapasitor

Dari gambar 4-5a diatas dapat dilihat untuk torsi starting sebesar 0.004 Nm dan mencapai torsi maksimum sebesar 0.042 Nm pada kecepatan 308 rad/sec. Pada gambar 4-5b daya input maksimum mencapai 13 Watt pada kecepatan 308 rad/sec. Sedangkan untuk gambar 4-5c arus starting sebesar 1.628 A dan arus maksimum sebesar 1.685 A pada kecepatan 314 rad/sec.

4.3.2 Hasil Simulasi Kedua

Tegangan suplai = 220 V

Frekuensi Referensi = 50 Hz

Index Modulasi = 0.3

Cos φ beban dalam derajat = 33.9 °

Frekuensi Carrier = 1500 Hz

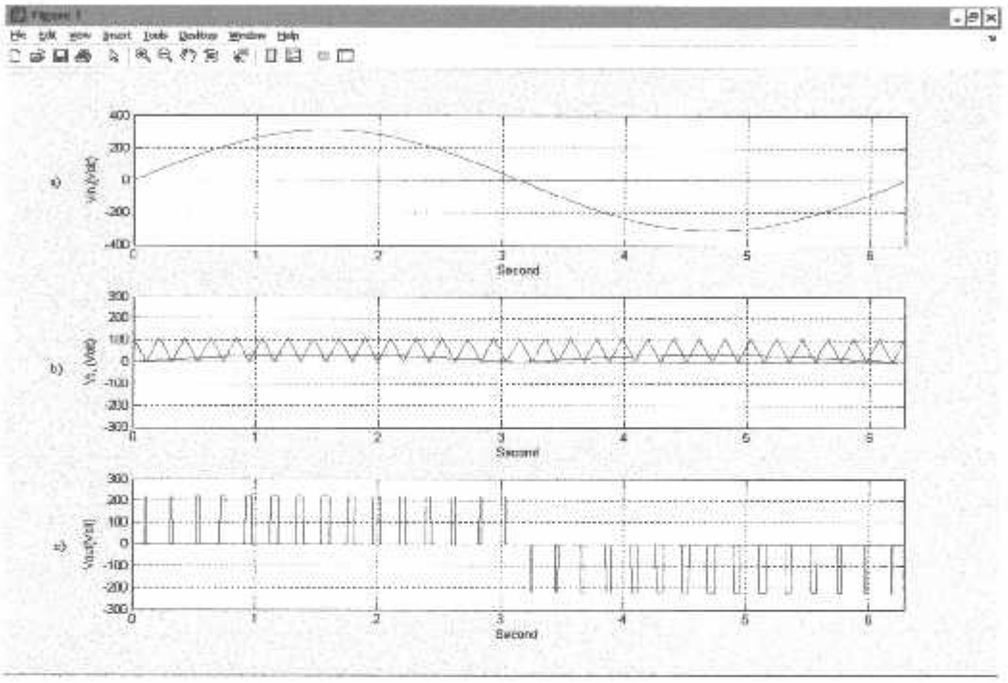
Gambar 4-6

Tampilan Inputan Untuk Pembentukan SPWM

Dari gambar diatas dapat terlihat bahwa tegangan V_{rms} nya adalah 95.5587 Volt. Frekuensi carrier digunakan untuk menentukan jumlah gelombang kotak dalam setengah periode, sedangkan index modulasi digunakan untuk mengatur output V_{rms}.Tegangan V_{rms} adalah tegangan yang digunakan untuk mensuplai motor. Untuk V_{maks} dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$V_{maks} = V_{rms} \times \sqrt{2}$

$V_{maks} = 95.5587 \times 1.414 = 135.14$ Volt

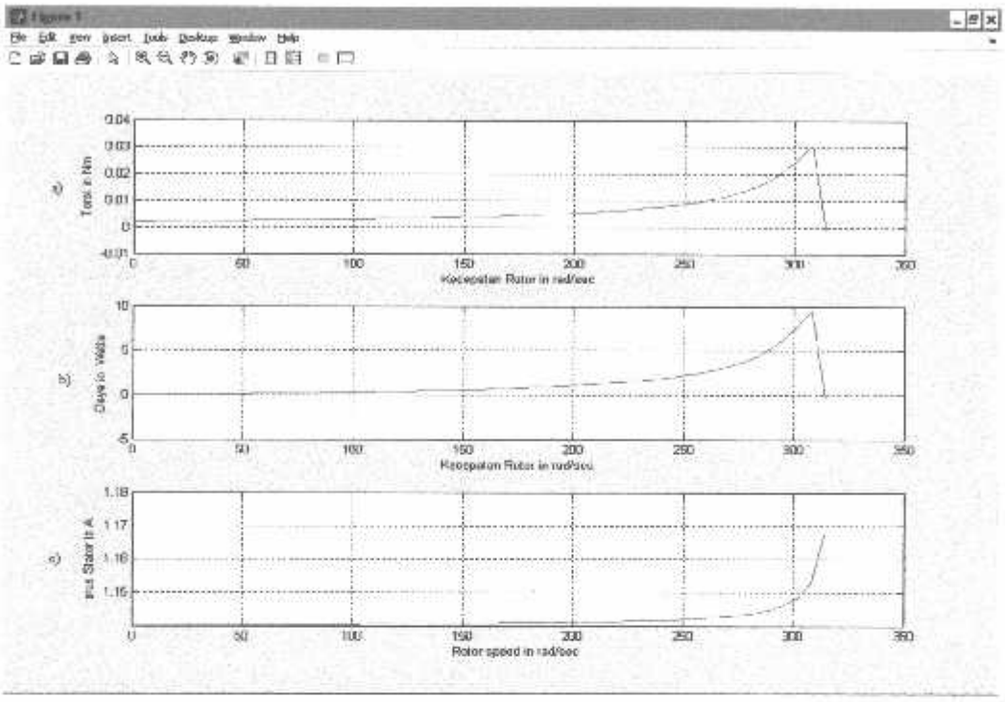


Gambar 4-7

Pembentukan Gelombang SPWM

Dari gambar 4-7 diatas pada gambar (a) dapat dilihat sinusoidal murni yang nilainya adalah 220 V yang merupakan tegangan input untuk supplai dari SPWM. Untuk gambar (b) merupakan sinyal gelombang segitiga yang akan dimodulasikan ke dalam sinyal sinusoidal. Sedangkan untuk gambar (c) adalah gelombang PWM output yang lebar pulsanya dapat diatur sesuai dengan index modulasinya.

➢ **Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor**



Gambar 4-8

Grafik Hasil Simulasi Motor Starting Kapasitor

Dari gambar 4-8a diatas dapat dilihat untuk torsi starting sebesar 0.0025 Nm dan mencapai torsi maksimum sebesar 0.03 Nm pada kecepatan 308 rad/sec. Pada gambar 4-8b daya input maksimum mencapai 9.4 Watt pada kecepatan 308 rad/sec. Sedangkan untuk gambar 4-8c arus starting sebesar 1.14033 A dan arus maksimum sebesar 1.1679 A pada kecepatan 314 rad/sec.

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

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak **Ir. Widodo Pudji M, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama	: **Muzi Arisandy**
Nim	: **03.12.020**
Jurusan	: **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi	: **Teknik Elektronika/Energi Listrik**

Dengan ini mengajukan permohonan, Kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi dosen pembimbing Utama / Pendamping *), untuk penyusunan Skripsi dengan judul (Proposal terlampir) :

ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER 1 FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI 1 FASA MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB/SIMULINK

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

Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terimah kasih.

Malang,

Hormat kami,

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1

Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip.1039500274

Muzi Arisandy

*) Coret yang tidak perlu

Form S-3a

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

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama	: **Muzi Arisandy**
Nim	: **03.12.020**
Semester	: **10 (Sepuluh)**
Jurusan	: **Teknik Elektro S-1**
Konsentrasi	: **Teknik ~~Elektronika~~/Energi Listrik**

Dengan ini menyatakan bersedia / tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut, dengan judul :

ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER 1 FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI 1 FASA MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB/SIMULINK

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat digunakan seperlunya.

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,

Ir. Widodo Pudji M, MT

NIP.Y. 1028700171

Catatan :
Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut
*) Coret yang tidak perlu

Form S-3b

Institut Teknologi Nasional Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Elektro S-1

BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika*)

1.	Nama Mahasiswa: MUZI ARISANDY			Nim: 0312070
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	7 JUNI 2008		Ruang:
3.	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
	a. Sistem Tenaga Elektrik (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.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER 1 FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI 1 FASA MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB / SIMULINK		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	.....		
6.	Catatan:			
7.	Catatan:			

Pembahasan:
1. Kelayanan

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

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

Nomor : ITN-042/I.TA/2/08
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Malang, 10 Juni 2008

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

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama	: MUZI ARIZAND /
Nim	: 0312020
Fakultas	: Teknologi Industri
Jurusan	: Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	: Teknik Energi Listerik

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

09 Juni 2008 s/d 09 Nopember 2008

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

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth :
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S 4a

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

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

I. 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, 10 Juni 2008

Nomor : ITN-043/LTA/2/08
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr / **Ir. WIDODO PUDJI M, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama	: MUZI ARIZANDY
Nim	: 0312020
Fakultas	: Teknologi Industri
Jurusan	: Teknik Elektro S-1
Konsentrasi	: Teknik Energi Listerik

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

09 Juni 2008 s/d 09 Nopember 2008

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

Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth :
1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S 4a

Institu Teknologi Nasional Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Elektro S-1

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MUZI ARISANDY
Nim : 03.12.020
Masa Bimbingan : 09 JUNI 2008 s/d 09 NOVEMBER 2008
Judul Skripsi : **ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER 1 FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE MATLAB/SIMULINK* DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	2 - 08 - 2008	Kesimpulan Perbandingan motor	
2	21 - 08 - 2008	Acc bab I dan II	
3	23 - 08 - 2008	Revisi bab III dan analisa bab IV	
4	26 - 08 - 2008	Acc bab III dan bab IV	
5	02 - 09 - 2008	Acc makalah hasil	
6			
7			
8			
9			
10			

Malang,
Dosen Pembimbing I

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

Form S-4b

Institu Teknologi Nasional Malang
Fakultas Teknologi Industri
Jurusan Teknik Elektro S-1

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : MUZI ARISANDY
Nim : 03.12.020
Masa Bimbingan : 09 JUNI 2008 s/d 09 NOVEMBER 2008
Judul Skripsi : **ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER 1 FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE MATLAB/SIMULINK* DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1	05 - 08 - 2008	Acc bab I dan II	
2	08 - 08 - 2008	Revisi bab III	
3	11 - 08 - 2008	Acc bab III	
4	15 - 08 - 2008	Revisi bab IV dan V	
5	21 - 08 - 2008	Acc bab IV dan V	
6	27 - 08 - 2008	Penambahan dalam Listing program	
7	04 - 09 - 2008	Acc makalah hasil	
8			
9			
10	0		

Malang,
Dosen Pembimbing II

Ir. Widodo Pudji M, MT
NIP. Y. 1028700171

Form S-4b

LABORATORIUM KONVERSI ENERGI LISTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
KAMPUS II: Jl.Raya Karanglo, Km 2 Tlp. (0341) 417636 EXT 604

Malang, 10 September 2008

Kepada Yth : **Ka. Lab. Konversi Energi Listrik**
Di –
Tempat

Dengan Hormat,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MUZI ARISANDY
Nim : 03.12.020
Jurusan : T. Energi Listrik S-1
Judul Skripsi / T.A : ANALISA PENGGUNAAN PWM INVERTER SATU FASA UNIPOLAR PADA MOTOR INDUKSI SATU FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

Mengajukan permohonan peminjaman dan penggunaan alat untuk menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir dengan judul di atas di Laboratorium Konversi Energi Elektrik I.T.N Malang.

Daftar peralatan yang dipinjam

Tanggal: 10 September 2008		
No	**Kode Alat**	**Nama Alat**
1.	DL 1021	Motor Induksi 1 Phasa Fujikawa
2.	DL 1031	Panel Ukur DE LORENZO
3.	DL 1013 M2	Turet Power Supply
4.	DL 2026	Tachometer
5.	DL 1019 M	Eddy Curent Brake
6.	6108141	Multimeter Sanwa
7.	PM6303	RCL meter

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

Asisten Pendamping

Andik Sandra
03.12.078

Pemohon

Muzi Arisandy
03.12.020

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik

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

LABORATORIUM KONVERSI ENERGI LISTRIK
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
KAMPUS II: Jl.Raya Karanglo, Km 2 Tlp. (0341) 417636 EXT 604

Pengujian Parameter Lilitan Motor Secara Langsung.

R_{main} (Ω)	R_{aux} (Ω)	L_{main} (mH)	$L_{auxilary}$ (mH)
5	16.5	24.93	69.34

Pengujian rotor tertahan.

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

Pengujian tanpa beban

V_n (Volt)	I_n (Amp)	W_n (Watt)
220	0,83	90

Pengujian Perbandingan Kumparan

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

Asisten Pendamping

Andik Sandra
03.12.078

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik

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

Pemohon

Muzi Arisandy
03.12.020

Editor - E:\TAMP\Bonus Jangan Dihapus\TA Q\TA Q ANYAR\Program QNGAWE1.m

File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help

```
% Program PWM UNipolar Yang Diaplikasikan pada Motor Capasitor
%
clc
clear all
Vrin=input( Tegangan Input Untuk Supplay,Vrin-');
f=input('Frekuensi Referensi Yang Dikehendaki, f = ');
ma=input('Indeks Modulasi Sinyal,ma, (0<ma<1), ma = ');
phi=input['Besarnya Cos Phi Beban Dalam Derajat = ');
fc=input('Frekuensi Sinyal Carier = ');
phi=phi*pi/180;
N=fc/f;
%
for k=1:2*N
   for j=1:50

      i=j+(k-1)*50;

      wt(i)=i*pi/(N*50);

      if(sin(wt(i))>0
         hpf=1;
      else
         hpf=-1;
      end

      Vin(i)=sqrt(2)*Vrin*sin(wt(i));

       mal(i)=ma*abs(sin(wt(i)));

      if rem(k,2)==0
         Vt(i)=0.02*j;
         if abs(Vt(i)-ma*abs(sin(wt(i))))<=0.011
            m=j;
            beta(fix(k/2)+1)=3.6*((k-1)*50+m)/N;
         else
            j=j;
         end
```

script Ln 197 Col 37 OVR

Editor - E:\TAMP\Mawas Jangan DHapus\TA QSTA Q ANYAR\Program QNGAW(1.m

File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help

```
        else
           Vt(i)=1-0.02*j;
          if abs(Vt(i)-ma*abs(sin(wt(i))))<0.011
             l=j;
             alpha(fix(k/2)+1)=3.6*((k-1)*50+1)/N;
           else
             j=j;
           end

        end


        if Vt(i)>ma*abs(sin(wt(i)))
           Vout(i)=0;
        else
           Vout(i)=hpf*Vrin;
        end

     end
  end
  beta(1)=[];

  a=0;

  subplot(3,1,1)
  plot(wt,Vin,wt,a)
  axis([0,2*pi,-400,400])
  ylabel('Vin, (Volt)');
  xlabel ('Second')
  grid on

  subplot(3,1,2)
  plot(wt,Vt*110,wt,ma1*110,wt,a)
  axis([0,2*pi,-300,300])
  ylabel('Vt, (Volt)');
  xlabel('Second')
```

script Ln 197 Col 37 OVR

Editor - E:\TAMP\Moses Jongao Dihapus\TA Q\TA Q AMY\ATP\Program QNSAWE1.m

File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help

Stack: Base

```
grid on

subplot(3,1,3)
plot(wt,Vout,wt,a)
axis([0,2*pi,-300,300])
ylabel( Vout(Volt)');
xlabel( Second );
grid on


Vo =sqrt(1/(length(Vout))*sum(Vout.^2));
disp('Besarnya Tegangan Yang Dihasilkan = ')
Vo
% Parameter Motor
Prated = 100;   % Daya Motordalam Watt
Vrated = Vo;    % Tegangan
P = 2;       % Jumlah Kutub
frated = 50;    %  frequency in Hz
wb = 2*pi*frated;% omega
we = wb;
wbm = 2*wb/P;
Tb = Prated/wbm;    % Torsi dasar
Zb = Vrated*Vrated/Prated;  %Impendansi dasar dalam ohm
Vm = Vrated*sqrt(2);    % megnitude tegangan
Vb = Vo; % tegangan rms
Tfactor = P/(2*wb);
Nq2Nd = 1.67;   % perbandingan jumlah lilitan
rqs = 5.0;  % resistansi medan utama
xlqs = 5.18;    % rektansnsi medan utama
rds = 16.5;     % resisntansi auxilary
xlds = 21.77;   % reaktansi auxilarty
rpds=(Nq2Nd^2)*rds;
xplds=(Nq2Nd^2)*xlds;
xplr = 11.48;   % Reaktansi rotor
rpr = 38.30;    % resistansi Rotor
xmq = 293.73;   % Rekatansi Magnetic
xMq = 1/(1/xmq + 1/xlqs + 1/xplr);
```

script Ln 197 Col 37 OVR

Editor - E:\TAMP\Jangan Dihapus\TA Q\TA Q ANYAR\Program Q\GAWE1.m

File Edit Text Cell Tools Debug Desktop Window Help

Stack: Base

```
xMd = 1/(1/xmq + 1/xplds + 1/xplr);
J = 0.0008; %Momen Inersia
H = J*wbm*wbm/(2*Prated);
Domega = 0.5;

zcstart =  - j*530; % starting capacitor in Ohms
zcrun =  - j*318.47; % running capacitor in Ohms
wrsw = 0.75*wb;


Vqs = Vrated + j*0;
Vpds = Nq2Nd*(Vrated + j*0);
T = (1/sqrt(2))*[ 1 -j; 1 j ];
V12 = T*[Vqs; Vpds];

disp('Pemilhan Jenis Motor')
opt_cap = menu('Tipe Motor) ','Starting Kapasitor','Starting-Runing Kapasitor')
if (opt_cap == 1)
disp(' Capacitor-start machine')
zpcstart = (Nq2Nd^2)*zcstart;
zpcrun = 0 +j*eps; %
zC = zpcstart;
Capstart = 1;
Caprun = 0;
wrswbywb = 0.75;
end
if (opt_cap == 2)
disp(' Runing Kapasitor')
zpcstart = 0 +j*eps;
zpcrun = (Nq2Nd^2)*zcrun;
zC = zpcrun;
Capstart = 0;
Caprun = 1;
wrswbywb = we; %
end
Rcrun = real(zpcrun);
Xcrun = imag(zpcrun);
```

script Ln 197 Col 37 OVR

SPECIAL THANKS

Alhamdulillah ku ucapkan puji syukur kepada Mu, dengan berkat dan rahmat Mu akhirnya bisa LULUS kuliah. Semua cobaan, rintangan, kesabaran dan ketabahan adalah suatu anugrah dari ALLAH SWT yang wajib aku syukuri,,,,,,

Keluarga ku tercinta : Bapak dan Ibuku tercinta yang telah mendidik dan membesarkan ku hingga saat ini serta dukungan dan kasih sayangnya slama ini. Kakak dan adikku terimakasih kebaikannya slama ini, serta seluruh kluarga besar ku terimakasih atas kasih sayangnya,,,,

Lab Konversi Energi Elektrik ITN Malang : Pak Hamid thanks atas ilmu dan didikannya, maaf pak kalau ada salah & sudah kecewain bapak. Anak, Mas Husen, Rebi, Kampret dan seluruh assisten Lab KEE yang ga ada di foto thanks atas kerjasamanya, sorry kalau aku banyak mengatur kalian semua,,,,

Pak Hamid & Pak Widodo atas bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini, serta seluruh Dosen & Karyawan ITN Malang ,,,,

Teknik Energi Listrik ITN MALANG 2003 : Prend makasih semuanya yoo,,??? Baik yang ada di foto maupun yang ga ada (ga bisa disebutin satu-satu). Coz sepurane sing akeh kalo aku punya banyak salah sama kalian,,,

Teman-teman di tempat perantauan (kost) : Erik (Singo), Mahdin, Andik (gedok), Arip (kampret), Sandy (sendok), Ari, Wahyu (kuro), Reza (kinzel) serta para alumni kost yang telah menemaniku dalam kesendirianku,,,,

Teman-teman semuanya yang kenal aku trima kasih supportnya. Para Sopir Angkot, Sopir Bus, Masinis, Petugas SPBU dan semuanya wes (akeh tenan), poko'e MATUR SUWUN,,,, ^ ^ -f-f-@

" PEACE, LOVE & SUKSES "