

SKRIPSI

**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC
MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE
REAL ANALYSIS DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**



**Disusun oleh :
SYAPRIL SALAMUN
NIM 04 12 008**

**MILIK
PERPUSTAKAAN
ITN MALANG**

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

MARET 2009

1691118

**BUKTI KEMERDEKAAN MASYARAKAT MELAKUKAN PERUBAHAN
SISTEM EKONOMI BERDASARKAN KEPUTUSAN MENTERI PERENCANAAN
REPUBLIC INDONESIA NOMOR 10/1966 TENTANG PERUBAHAN
SISTEM EKONOMI**

**: info ekonomi
MUSALAB, RUMAYAT
ASPEK 27 40 RUM**

**1-6 CONFIDENTIAL INFORMATION
MUSALAB RUMAYAT RUMAYAT
REPUBLIC INDONESIA
MUSALAB RUMAYAT RUMAYAT RUMAYAT**

CODE TERMAS

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC
MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE
REAL ANALYSIS DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG

SKRIPSI

*Disusun dan Diajukan Untuk Melengkapi dan Memenuhi
Persyaratan Guna Mencapai Gelar Sarjana Teknik Elektro (S-1)*

Disusun Oleh :

SYAPRIL SALAMUN

04.12.008

Malang, Maret 2009

Diperiksa dan disetujui,

Dosen Pembimbing I



(Ir. M. Abdul Hamid, MT)

NIP.Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II



(Ir. Teguh Herbasuki, MT)

NIP. Y. 1038900209

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
2009

ABSTRAKSI

ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS* DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

(Syapril Salamun, Nim 04.12.008, Teknik Elektro/ T.Energi Listrik S-1)
(Dosen Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid, MT - Ir.Teguh Herbasuki, MT)

Kata Kunci : Motor DC, Ac/Dc Konverter, Matlab *Simulink*.

Penggunaan motor arus searah sudah sangat dikenal secara luas. Keuntungan-keuntungan yang menonjol akan penggunaan motor-motor arus searah tersebut timbul dengan penunjukan karakteristik operasinya. Motor DC secara luas dipergunakan dalam berbagai macam penerapan yang memerlukan putaran yang dapat diatur dan beberapa penerapannya digunakan pada industri kecil, industri kertas dan lain-lain. Dewasa ini *Converter* Elektronika Daya banyak digunakan dikalangan luas, Pengendalian Motor DC sangat diperlukan apabila motor tersebut akan digunakan pada kecepatan yang diinginkan. Salah satu cara pengendalian Motor DC yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan konverter.

Dengan menggunakan rangkaian AC/DC konverter kita dapat mengatur tegangan input motor dc. Secara garis besar rangkaian AC/DC konverter adalah suatu rangkaian yang diberi inputan tegangan AC dan hasil outputnya adalah DC. Namun untuk memenuhi kebutuhan dalam pengontrolan kecepatan motor dc yang konstan maka diperlukan suatu proses pemecuan sudut pada gerbang thyristor, sehingga menghasilkan output tegangan yang dapat di atur. Dengan menggunakan metode real analysis maka dapat di analisis pengaturan kecepatan putaran motor dc dengan berbagai suatu percobaan. Untuk percobaan dengan sudut pemecuan $81,87^\circ$ dengan kondisi motor tanpa beban di dapatkan nilai tegangan output sebesar 42 volt dan putaran motor sebesar 3000 rpm dan arusnya adalah 1,15 ampere. Sedangkan pada saat motor di bebani 0,01 Nm sudut alfa berubah seiring kenaikan arus 1,2 ampere sebesar $81,84^\circ$ dan putaran motor sebesar 2999,6 rpm. Nilai error yang di hasil kan adalah 0,013%.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan berkat-NYA sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, yang diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Elektro Kosentrasi Energi Listrik, Institut Teknologi Nasional Malang.

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

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Sidik Noertjahjono, MT, 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 utama
5. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT. Selaku dosen pembimbing pendamping
6. Kedua orang tua untuk doa dan dukungannya selama ini
7. 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 penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam penulisan-penulisan selanjutnya.

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

Malang, Maret 2009

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
ABSTRAKSI.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2.. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Pembahasan	3
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Metodologi Penelitian	5
1.6. Relevansi	6

BAB II LANDASAN TEORI

2.1. Umum.....	7
2.2. Prinsip Kerja Motor DC	9
2.3. Rangkaian Ekuivalen Motor DC.....	12

2.4. Jenis-Jenis Motor DC	13
2.5. Motor DC Penguatan Terpisah.....	15
2.6. Pengaturan Kecepatan Motor DC	17
2.7. Pengaturan Tegangan Jangkar.....	17
2.8. Spesifikasi Motor DC.....	19
2.9. Konverter.....	20
2.10. Prinsip Kerja Fasa Terkontrol	21
2.11. Konverter Penuh Tiga Fasa.....	24

**BAB III PEMODELAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL
AC/DC KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS***

3.1. Matlab Simulink.....	28
3.2. Metode <i>Real Analysis</i>	31
3.3. Pemodelan Motor DC Pada Matlab Simulink.....	32
3.4. Pemodelan Konverter Pada Matlab Simulink	34
3.5. Algoritma Program.....	42
3.5.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum.....	42
3.6. Flowchart Pemecahan Masalah secara umum.....	43
3.6.1. Simulasi.....	43
3.6.2. Eksperimen.....	44

BAB IV ANALISA PARAMETER MOTOR DC DAN HASIL SIMULASI

4.1. Pengujian Parameter Motor DC.....	46
4.1.1. Alat-alat yang digunakan	46
4.1.2. Data hasil Pengujian Motor DC	47
4.2. Hasil Percobaan Motor DC Dengan Menggunakan AC/DC Konverter Di Laboratorium.....	48
4.3. Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis	53
4.3.1. Tampilan Parameter.....	53
4.3.2. Simulasi Motor DC Menggunakan AC/DC Konverte Pada <i>Software</i> Matlab Simulink.....	55
4.3.3. Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0. N.m	56
4.3.4. Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.01 N.m.....	58
4.3.5. Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.02 N.m.....	60

4.3.6. Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.03 N	62
4.3.7. Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.04 N.m	64

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran.....	68

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1	Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC..	47
Tabel 4-2	Data Hasil Percobaan Motor DC Dengan Menggunakan AC/DC Konverter Dilaboratorium.	48
Tabel 4-3	Data Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Dc Yang Di Kedalikan Oleh Rangkaian Ac/Dc Konverter Menggunakan Software Matlab Simulink.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Motor DC	8
Gambar 2-2	Konstruksi Motor DC.....	8
Gambar 2-3	Interaksi antara Medan Magnet dan Penghantaryang dialiri arus	9
Gambar 2-4	Rangkaian Ekiwalen Motor DC.....	12
Gambar 2-5	Rangkaian jenis Motor DC penguatan terpisah	14
Gambar 2-6	Rangkaian jenis Motor DC penguatan sendiri	14
Gambar 2-7	Diagram skematik jangkar magnet terkontrol Motor DC.....	18
Gambar 2-8	konverter satu fasa gelombang penuh dengan resistif.....	22
Gambar .2-9	Daerah Operasi Konverter.....	22
Gambar 2-10	Menunjukkan Bentuk Belombang Tegangan Masukan, Tegangan Keluaran, Arus Beban Dan Tegangan Thyristor T_1 ...	23
Gambar 2-11	Menunjukkan rangkaian konverter penuh dengan beban induktif yang sangat tinggi.....	25
Gambar 2-12	Menunjukkan bentuk belombang tegangan masukan, tegangan keluaran, arus masukan dan arus-arus yang melalui thyristor.....	27
Gambar 3-1	Simulink library pada Matlab 7.0.....	29
Gambar 3-2	Contoh Penggunaan Simulink.....	30

Gambar 3-3	Blok diagram Dari model.....	31
Gambar 3-4	Motor Dc penguat bebas	32
Gambar 3-5	Blok pemodelan motor Dc penguat bebas	33
Gambar 3-6	Blok pemodelan SCR.....	35
Gambar 3-7	Rangkaian blok pemodelan SCR	36
Gambar 3-8	Rangkaian Konverter 3 fasa menggunakan SCR.....	37
Gambar 3-9	Blok Konverter 3 fasa menggunakan SCR	37
Gambar 3-10	Blok Pemodelan volt meter.....	38
Gambar 3-11	Blok Pemodelan amperemeter	40
Gambar 3-12	Blok scope.....	41
Gambar 3-13	Blok display.....	41
Gambar 3-14	Rangkaian blok pengaturan kecepatan motor DC menggunakan AC/DC konverter.....	45
Gambar 4-1	Parameter motor DC.....	53
Gambar 4-2	Blok Parameter Konverter.....	54
Gambar 4-3	Rangkaian blok pengaturan kecepatan motor DC menggunakan AC/DC konverter.....	55
Gambar 4-4	Gelombang arus DC pada saat tanpa beban= 0 N.m	56
Gambar 4-5	Gelombang putaran pada saat tanpa beban = 0 N.m	57
Gambar 4-6	Gelombang arus pada saat diberi beban sebesar = $0,01\text{ N.m}$	58

Gambar 4-7	Gelombang putaran pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,01 N.m	59
Gambar 4-8	Gelombang arus pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,02 N.m	60
Gambar 4-9	Gelombang putaran pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,02 N.m	61
Gambar 4-10	Gelombang arus pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,03 N.m	62
Gambar 4-11	Gelombang putaran pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,03 N.m	63
Gambar 4-12	Gelombang arus pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,04 N.m	64
Gambar 4-13	Gelombang putaran pada saat diberi beban	
	sebesar = 0,04 N.m	65

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pada saat ini motor dc dengan kapasitas yang besar ataupun kecil masih sering banyak digunakan di dalam dunia industri, hal ini membuat motor dc menjadi perhatian dari para pengguna serta pabrik pembuatnya untuk semakin meningkatkan mutu dari motor dc tersebut yang di hasilkan sehingga tidak mengecewakan para konsumennya. Motor dc yang kecil digunakan untuk peralatan rumah tangga seperti fan ,komputer, *mixer* dll. Sedangkan motor dc kapasitas besar digunakan untuk perlatan pabrik-pabrik seperti Penggerak mesin konveyor, Blower, memutar *impeller* pompa dll.

Dalam pengoperasian motor dc tidak lepas dari peninjauan sifat-sifat yang penting dari mesin tersebut, bersama-sama dengan penilaian dari segi ekonomi dan teknik terhadap mesin jika dibandingkan dengan peranti pengubah energi lainnya. Untuk mesin dc pada umumnya, keuntunganya yang menonjol terletak pada keluwesanya dan mudah pemakaiannya. Kerugiannya yang utama adalah pada investasi awalnya yang perlu dipertimbangkan. Meskipun demikian keuntungan motor dc masih menempati kedudukan yang kuat dalam persaingan pemakaiannya di dalam dunia industri. ^[1]

Diantara motor-motor dc, karakteristik yang istimewa dari masing-masing jenis adalah Motor dc shunt pada arus medan tetap bekerja pada kecepatan yang

sedikit menurun tetapi kecepatannya menjadi hampir tetap pada saat beban ditambahkan, sedangkan momen kakasnya hampir sebanding dengan arus armaturnya. Selain itu hal yang terpenting adalah bahwa kecepatannya dapat di atur sepanjang rentang yang lebar oleh pengaturan medan shunt, pengaturan tegangan armatur, atau gabungan keduanya. ^[1]

Untuk mengatur kecepatan agar motor dapat di kontrol sesuai kebutuhan maka diperlukan suatu rangkaian yang dapat mengatur putaran motor dc. Untuk pengaturan kecepatan motor dc dapat dilakukan dengan merubah tegangan masukan pada motor, karena motor dc memerlukan tegangan input dc maka yang perlu di atur adalah tegangan Ac.

AC/DC konverter dapat digunakan sebagai pengaturan tegangan input motor. Secara garis besar AC/DC konverter adalah suatu rangkaian yang diberi inputan tegangan AC dan hasil outputnya adalah DC. Namun untuk memenuhi kebutuhan dalam pengontrolan kecepatan motor dc maka diperlukan suatu proses perubahan dari tegangan input, sehingga menghasilkan output tegangan yang dapat di atur.

Simulasi komputer sering dipilih untuk mempelajari kinerja peralihan dan kendali untuk mencoba rancangan – rancangan konseptual. Simulasi dapat sangat membantu pemahaman terhadap tingkah laku dinamik dan interaksinya yang sering kali tidak nampak dalam teori yang dibaca untuk dilanjutkan pada sistem yang nyata dalam bentuk percobaan.

Dengan menggunakan bantuan software MATLAB versi 7.0 kita dapat menganalisa pengaturan motor dc dengan membentuk blok-blok *transfer function* dari persamaan matematika motor DC yang telah diketahui.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka permasalahan yang timbul adalah

1. Bagaimana cara membuat rangkaian percobaan kontrol motor DC dengan AC/DC konverter.
2. Bagaimana cara membuat rangkaian simulasi pada Matlab Simulink 7.0 Untuk mempermudah proses analisis pengendali kontrol motor DC dengan AC/DC konverter.
3. Bagaiman cara menganalisa pengaturan kecepatan putaran motor DC yang dikontrol oleh AC/DC konverter dengan metode *Real Analysis*.

1.3. Tujuan Pembahasan

Tujuan pembahasan dari skripsi ini adalah untuk Menganalisis Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan AC/DC Konverter Dengan Metode *Real Analysis*.

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 DC Shunt DE LORENZO/DL10220, 200 W.
Tegangan nominal jangkar (V_a) : 42 V,
Arus nominal jangkar (I_a) : 7 A ,
Tegangan nominal medan (V_f) : 33 V,
Putaran(N) : 3000 rpm.
- b. Analisa Menggunakan Simulink yang dibentuk menggunakan *transfer function* dari persamaan matematika.
- c. Sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol Konverter.
- d. Pembahasan lebih ditekankan pada pengaturan kecepatan motor DC menggunakan kontrol AC/DC konverter.
- e. Tidak membahas harmonisa yang ditimbulkan oleh Konverternya.
- f. Tidak membahas sistem proteksi motor.

1.5. Metodologi Penelitian

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini metodologi penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

a. Studi literatur

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan Konverter, metode *Real Analysis* dan Motor DC serta penurunan rumus – rumus yang digunakan dalam skripsi ini.

b. Pengumpulan Data

Melakukan percobaan dan pengambilan data dari Konverter dan Motor DC 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 hasil Simulasi

f. Menarik Kesimpulan.

1.6. Relevansi

Dengan adanya analisis penggunaan Konverter sebagai salah satu pengendali Motor DC kita dapat mengetahui pengaruh konverter terhadap tegangan dan putaran Motor DC. Selain itu kita juga akan mengetahui dampak apa saja yang timbul pada Motor DC apabila motor tersebut mengalami perubahan beban.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Umum

Motor DC adalah elektromagnetis yang mengubah daya listrik menjadi daya mekanis dengan arus searah sebagai suplai energi listriknya. Motor DC terdiri dari dua bagian dasar yaitu *stator* dan *rotor*. Stator merupakan bagian dari Motor DC yang tidak bergerak sedangkan rotor merupakan bagian yang bergerak. Pada stator terdapat belitan yang dinamakan belitan medan karena berfungsi menghasilkan medan magnet, sedangkan pada rotor terdapat belitan yang dinamakan belitan jangkar karena berfungsi membawa arus beban. Pada poros rotor terdapat komutator dan sikat, komutator bergerak bersamaan dengan poros rotor sedangkan sikat tidak bergerak tetapi menyentuh komutator. Komutator merupakan selinder yang terbuat dari beberapa segmen tembaga yang terisolasi satu sama lain, dan sikat terbuat dari bahan karbon. Komutator dan sikat bersamaan berfungsi sebagai penyearah. *Gambar 2.2* merupakan gambar konstruksi Motor DC.

Penggunaan Motor arus searah sudah sangat dikenal secara luas. Keuntungan-keuntungan yang menonjol akan penggunaan motor-motor arus searah tersebut timbul dengan menunjukkan karakteristik operasinya. Motor DC secara luas dipergunakan dalam berbagai macam penerapan yang memerlukan

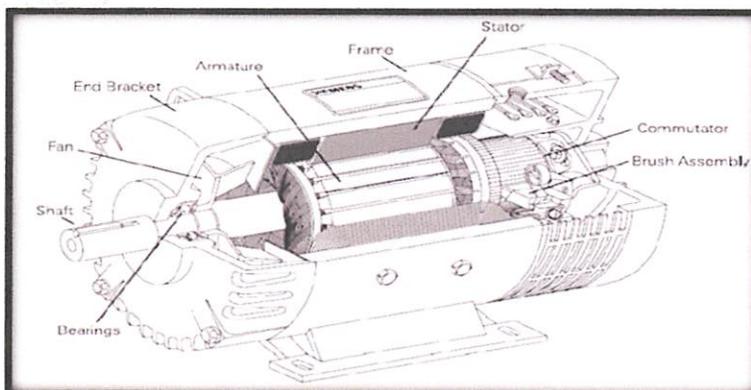
putaran yang dapat diatur dengan beberapa penerapannya digunakan pada industri tekstil, industri kertas dan lain-lain.

Motor DC terutama Motor DC penguatan terpisah mempunyai keunggulan-keunggulan tersendiri, yang mana Motor DC penguatan terpisah ini mempunyai kecepatan yang hampir konstan pada tegangan jepit yang konstan meskipun terjadi perubahan beban.



Gambar 2.1. Motor DC

Sumber: www.NEETS.com

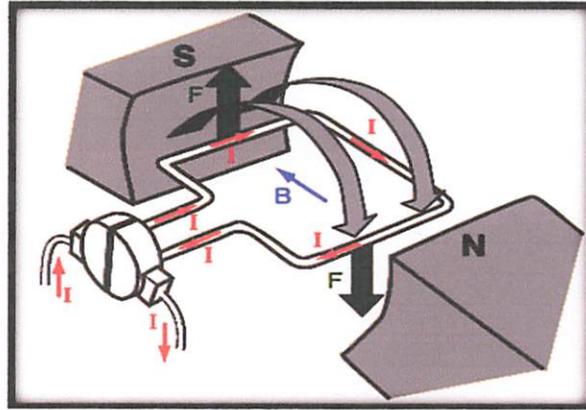


Gambar 2.2. Konstruksi Motor DC

Sumber: www.NEETS.com

2.2. Prinsip Kerja Motor DC

Prinsip kerja motor DC berdasarkan pada penghantar yang dialiri arus ditempatkan dalam suatu medan magnet sehingga penghantar tersebut akan mengalami gaya. Gaya menimbulkan torsi sehingga menghasilkan putaran. Penghantar yang berputar akan menimbulkan tegangan AC sehingga diubah menjadi tegangan DC oleh komutator dan sikat.



Gambar 2.3 Interaksi Antara Medan Magnet Dan Penghantar Yang Dialiri Arus

Sumber: www.Hyperphysics.com

Gaya yang dihasilkan sebesar: (Cathey, 2001:50)

$$F = B.I.l \quad (2-1)$$

Gaya itu menimbulkan torsi sebesar:

$$T = F.r \quad (2-2)$$

$$T = B.I.l.r$$

Dengan:

F = Gaya (N).

B = Rapat fluks (T).

I = Arus yang mengalir pada penghantar (A).

l = Panjang penghantar (m).

r = Jari-jari inti jangkar (m).

T = Torsi (Nm).

Jangkar memiliki jumlah penghantar dan cabang paralel penghantar sehingga dari persamaan (2-10 dan (2-2) didapatkan:

$$T = \frac{Z}{a} B \cdot I_a \cdot l \cdot f \quad (2-3)$$

Dengan:

Z = Jumlah penghantar jangkar.

a = Jumlah cabang paralel penghantar jangkar yang berada diantara sikat.

I_a = Arus jangkar (A).

Rapat fluks yang dihasilkan sebesar:

$$B = \frac{\phi \cdot p}{2\pi r l} \quad (2-4)$$

Jika persamaan (2-4) diberikan persamaan (2-3) didapatkan:

$$T = \frac{z}{a} B \cdot I_a \cdot l \cdot r = \frac{z}{a} \frac{\phi \cdot p}{2\pi r l} B \cdot I_a \cdot l \cdot r$$

Maka didapatkan nilai T sebesar:

$$T = \frac{pZ}{2\pi a} \phi \cdot I_a \quad (2-5)$$

Dimana telah diketahui bahwa besarnya nilai pada motor DC sebagai berikut:

$$K = K \cdot \phi \cdot I_a \quad (2-6)$$

Dengan:

P = Jumlah kutup stator.

ϕ = Fluks tiap kutup stator (Wb).

K = Konstanta mesin.

Putaran jangkar yang berada dalam medan magnet akan menghasilkan gaya gerak listrik lawan sebesar:

$$E_a = K \cdot \phi \cdot \omega_m \quad (2-7)$$

Daya yang dihasilkan sebesar:

$$P = E_a \cdot I_a \quad (2-8)$$

Dari persamaan (2-7) dan (2-8):

$$P = K \cdot \phi \cdot I_a \cdot \omega_m \quad (2-9)$$

$$P = T \cdot \omega_m \quad (2-10)$$

Dengan:

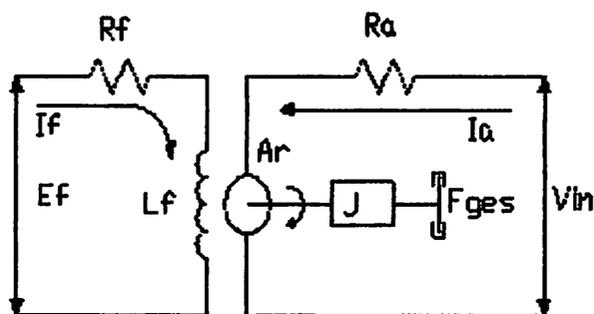
E_a = Gaya gerak listrik lawan (V).

P = Daya (W).

ω_m = Putaran (rad/s).

2.3. Rangkaian Ekivalen Motor DC

Motor DC berdasarkan jenis penguatannya terbagi menjadi 2 yaitu: Motor DC penguatan terpisah dan Motor DC penguatan sendiri. Penguatan pada Motor DC diberikan oleh belitan medan sehingga jenis penguatan Motor DC berdasarkan pada cara pemberian catu tegangan pada belitan medan akan menimbulkan medan magnet.



Gambar 2.4. Rangkaian Ekivalen Motor DC

Sumber: Cathei,2001:242

Dimana:

R_f : Resistansi belitan medan (Ohm)

E_f : Tegangan catu medan (volt)

I_f : Arus medan (Amp)

A_r : Tegangan armature (volt)

J : Momen inersia ($\text{Kg}\cdot\text{det}^2$)

F_{ges} : Koefisien gesek ($\text{N}\cdot\text{m}/\text{rad}/\text{det}$)

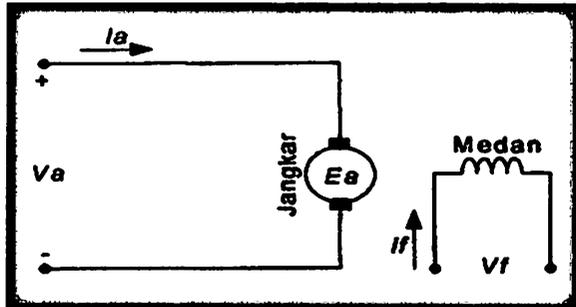
R_a : Resistansi armature (Ohm)

V_{in} : Tegangan input motor DC (Volt)

2.4. Jenis-Jenis Motor DC

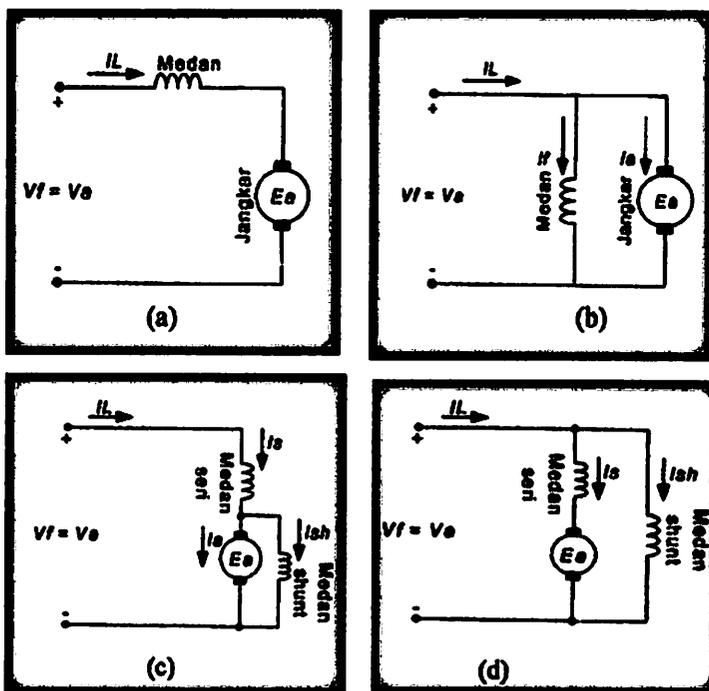
Motor DC berdasarkan jenis penguatannya terdiri menjadi 2 yaitu: Motor DC penguatan terpisah dan Motor DC penguatan sendiri. Penguatan pada Motor DC diberikan oleh belitan medan sehingga jenis penguatan Motor DC berdasarkan pada cara pemberian catu tegangan pada belitan medan yang akan menimbulkan medan magnet.

Motor DC penguatan terpisah dicatu oleh dua sumber tegangan terpisah pada belitan medan dan belitan jangkarnya. Motor DC penguatan sendiri berdasarkan cara menghubungkan belitan medan dan belitan jangkarnya terbagi menjadi tiga yaitu Motor DC *shunt*, seri dan kompon. Motor DC *shunt* belitan medan dan belitan jangkarnya dihubungkan paralel, Motor DC seri belitan medan dan belitan jangkar dihubungkan seri, sedangkan Motor DC kompon merupakan penggabungan dari Motor DC *shunt* dan Motor DC *seri* yang terbagi menjadi dua macam yaitu: kompon panjang dan kompon pendek seperti pada *gambar 2.4*. Motor DC penguatan terpisah dibandingkan Motor DC penguatan sendiri memiliki kelebihan dalam pengaturan tegangan sembarunya yaitu pengaturan tegangan jangkar dan pengaturan tegangan medan sehingga memiliki jangkauan pengaturan yang lebih luas.



Gambar 2.5. Rangkaian jenis motor penguatan terpisah

Sumber: Cathei,2001:242



Gambar 2.6. Rangkaian jenis Motor DC penguatan sendiri (a) Seri. (b) Shunt.

(c) Kompon Pendek. (d) Kompon Panjang

Sumber: Cathei,2001:242

Untuk selanjutnya di sini hanya akan di tinjau Motor DC penguatan terpisah.

2.5. Motor DC Penguatan Terpisah

Rangkaian Motor DC penguatan terpisah seperti pada *gambar 2.3.* terdiri atas belitan medan dan belitan jangkar yang modelnya dapat diwakili oleh unsur-unsur resistansi dan induktansi. Berdasarkan rangkaian tersebut didapatkan persamaan: (Slemon, 1992:146)

$$V_f = R_f \cdot I_f + L_f \frac{dI_f}{dt} \quad (2-11)$$

$$V_a = E_a + I_a \cdot R_a + L_a \frac{dI_a}{dt} \quad (2-12)$$

Jika persamaan (2-7) diberikan ke persamaan (2-12) didapatkan :

$$V_a + K \cdot \phi \cdot \omega_m + I_a \cdot R_a + L_a \frac{dI_a}{dt} \quad (2-13)$$

Berdasarkan persamaan (2-6) untuk model mekanis Motor DC penguatan terpisah adalah : $T = J \frac{d\omega}{dt} + B \cdot \omega + T_w$ (2-14)

dengan :

V_f = Tegangan medan (V)

L_f = Induktansi belitan medan (H)

R_f = Resistansi belitan medan (Ω)

I_f = Arus medan (A)

V_a = Tegangan Jangkar (V)

L_a = Induktansi belitan jangkar (H)

R_a = Resistansi belitan jangkar (Ω)

I_a = Arus jangkar (A)

J = Momen inersia (kg.m^2)

B = Koefisien gesekan motor {Nm/(rad/s)}

T_w = Torsi beban (Nm)

Untuk operasi Motor dalam keadaan mantap pada persamaan (2-11), (2-12), (2-13), dan (2-14) turunan terhadap waktunya adalah nol sehingga persamaannya berturut-turut menjadi :

$$V_f = R_f \cdot I_f \quad (2-15)$$

$$V_a = E_a + I_a \cdot R_a \quad (2-16)$$

$$V_a = K \cdot \phi \cdot \omega_m + I_a \cdot R_a \quad (2-17)$$

$$T = B \cdot \omega + T_w \quad (2-18)$$

Untuk menghitung kinerja dari Motor DC maka digunakan keempat persamaan di atas, yang terdiri atas tiga persamaan sistem listrik pada jangkar dan medan yaitu : persamaan (2-15), (2-16), (2-17) dan satu persamaan sistem mekanik pada poros rotor yaitu persamaan (2-18).

Berdasarkan persamaan (2-17) didapatkan hubungan antara torsi dan kecepatan Motor DC penguatan terpisah sebagai berikut :

$$\omega = \frac{V_a - I_a \cdot R_a}{(K \cdot \phi)} \quad (2-19)$$

2.6. Pengaturan Kecepatan Motor DC

Motor DC merupakan mesin penggerak yang banyak digunakan karena memiliki kelebihan pada pengaturan kecepatannya. Pada umumnya pengaturan kecepatan Motor DC penguatan terpisah dan Motor DC penguatan sendiri hampir sama. Pengaturan kecepatan pada Motor DC penguatan terpisah lebih luas dibandingkan pengaturan kecepatan pada Motor DC penguatan sendiri dikarenakan Motor DC penguatan terpisah dicatu oleh dua sumber.

Untuk selanjutnya di sini hanya akan ditinjau pengaturan kecepatan Motor DC penguatan terpisah.

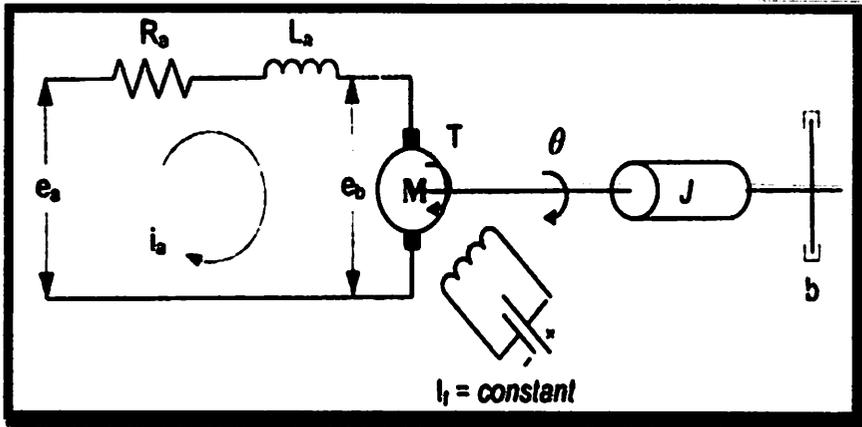
Kecepatan Motor DC penguatan terpisah dapat diatur sesuai persamaan (2-19) dengan menggunakan tiga metode yaitu :

- Pengaturan fluksi/medan
- Pengaturan resistansi jangkar
- Pengaturan tegangan jangkar

Untuk selanjutnya disini hanya akan ditinjau Motor DC penguatan terpisah dengan pengaturan jangkar.

2.7. Pengaturan Tegangan Jangkar

Pada metode ini resistansi jangkar dan sisi medannya dijaga konstan sehingga pengaturan hanya dilakukan pada tegangan jangkarnya. Pengaturan kecepatan dilakukan dan dengan mengatur tegangan jangkar seperti pada *Gambar 2-5*.



Gambar 2.7. Diagram Skematik Jangkar-Magnet Terkontrol Motor DC

Sumber : Ogata, 1996 : 130

Dimana :

R_a = Tahanan Kumparan Jangkar (Ohm)

L_a = Induktansi Kumparan Jangkar (Henry)

E_a = Tegangan yang dikenakan pada Jangkar (Volt)

e_b = Gaya gerak listrik (ggl) lawan Motor (Volt)

I_a = Arus kumparan Jangkar (Ampere)

i_f = Arus Medan (Ampere)

θ = Perpindahan sudut dari poros Motor (radian)

T = Torsi yang diberikan oleh Motor (radian)

J = Momen Inersia ekivalen dari Motor dan beban pada poros
(Kg.m²)

b = koefisien gesek (Nm/rad/det)

2.8. Spesifikasi Motor DC

Adapun Parameter Motor DC dan spesifikasi dari Motor DC yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

Data Motor DC penguatan terpisah yang dipergunakan berdasarkan *name plate* adalah sebagai berikut:

- Jenis Motor : Motor DC *Shunt*
- Daya : 200W
- Tegangan Nominal Jangkar : 42 V
- Arus Nominal Jangkar : 7 A
- Tegangan Nominal Medan : 33 V
- Arus Nominal Medan : 0,32 A
- Putaran : 3000 rpm

2.9. Konverter

Penyearah Fasa terkontrol (*Phase Controlled*) adalah Suatu Rangkaian pengubah dari AC menjadi DC. Lebih tepatnya Konverter adalah memindahkan daya dari sumber AC ke Beban DC (AC to DC converter) merupakan penyearah sederhana dan murah, efisiensi penyearah ini secara umum berada diatas 95% dan banyak digunakan dalam aplikasi industri Terutama dalam penggerak listrik dengan kecepatan variabel (*Variable speed driver*), yang mencakup level daya hingga mega watt.

Konverter fasa terkontrol dapat diklasifikasikan pada dua tipe, Bergantung pada suplai masukan: (1) Konverter satu fasa, dan (2) konverter tiga fasa. Setiap tipe dapat dibagi lagi menjadi (a) semikonverter (*semiconverter*), (b) konverter penuh (*full converter*), (c) konverter ganda (*dual converter*). Semikonverter merupakan konverter satu kuadran dan hanya memiliki satu polaritas tegangan dan arus keluaran. Konverter penuh merupakan konverter dua kuadran yang dapat memiliki tegangan keluaran baik positif dan negatif, akan tetapi keluaran arusnya hanya dapat berharga positif. Konverter ganda akan beroperasi pada empat kuadran yang akan dapat menghasilkan tegangan dan arus keluaran berharga positif maupun negatif. Pada banyak aplikasi, konverter-konverter dihubungkan secara seri agar dapat beroperasi pada tegangan yang lebih tinggi serta meningkatkan faktor daya.

2.10 Prinsip Kerja Fasa Terkontrol

Perhatikan gambar 2-8 konverter satu fasa gelombang penuh dengan resistif. Selama setengah siklus positif dari tegangan masukan, anode Thyristor reaktif lebih positif terhadap katoda sehingga thyristor disebut *terbias maju*. Ketika thyristor dinyalakan pada $\omega t = \alpha$, thyristor T_1 akan konduksi dan dibeban akan muncul tegangan masukan. Ketika tegangan masukan mulai negatif pada $\omega t = \pi$, anoda thyristor akan lebih negatif dari katodanya dan thyristor T_1 disebut *terbias mundur* dan kemudian padam. Waktu setelah tegangan masukan mulai positif hingga thyristor dinyalakan pada $\omega t = \pi$, disebut *sudut kelambatan atau penyalakan α* .

Gambar 2-9 menunjukkan daerah operasi konverter, dimana tegangan dan arus keluaran memiliki polaritas tunggal. Gambar 2-10 menunjukkan bentuk gelombang tegangan masukan, tegangan keluaran, arus beban dan tegangan thyristor T_1 . Konverter ini tidak bisa digunakan pada aplikasi industri karena keluarannya memiliki ripple yang tinggi dan frekuensi ripple rendah. Jika f_s merupakan frekuensi dari suplai masukan, komponen frekuensi terendah pada tegangan ripple keluaran akan adalah f_s .

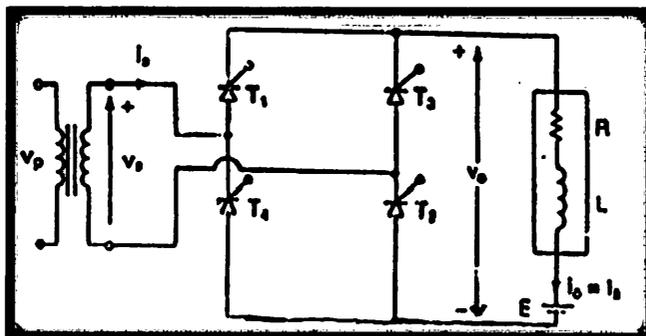
Jika V_m adalah tegangan masukan puncak, tegangan keluaran rata-rata V_{dc} dapat diperoleh dari

$$V_{dc} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d(\omega t) = \frac{V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi}$$

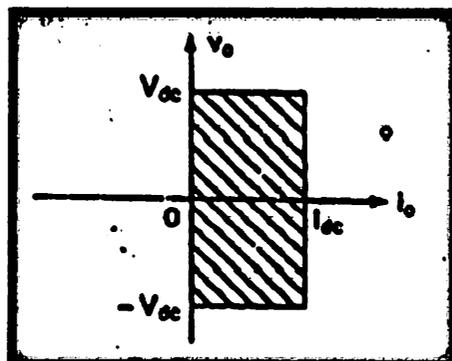
$$= \frac{V_m}{\pi}$$
(2.20)

dan V_{dc} dapat dikontrol dari V_m/π hingga nol dengan mengubah-ubah α antara 0 hingga π . Tegangan keluaran rata-rata akan menjadi maksimum bila $\alpha = 0$ dan tegangan keluaran menjadi maksimum V_{dm} akan menjadi

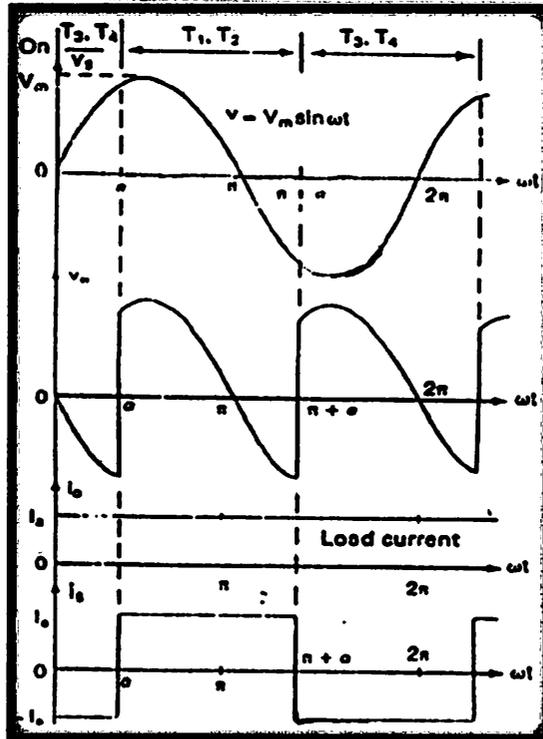
$$V_{dm} = \frac{V_m}{\pi}$$
(2.21)



Gambar 2-8
Konverter Satu Fasa Gelombang Penuh Dengan Resistif.



Gambar 2-9
Menunjukkan Daerah Operasi Konverter



Gambar 2-10

Menunjukkan Bentuk Belombang Tegangan Masukan, Tegangan Keluaran, Arus Beban Dan Tegangan Thyristor T_1

Normalisasi tegangan keluaran terhadap V_{dm} , diperoleh teg

$$V_n = \frac{V_{dc}}{V_{dm}} = 0.5(1 + \cos \alpha) \quad (2.22)$$

Tegangan keluaran rms

$$\begin{aligned}
 V_{rms} &= \left[\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[\frac{V_m^2}{4\pi} \int_{\alpha}^{\pi} (1 - \cos 2\omega t) d(\omega t) \right]^{1/2} \\
 &= \frac{V_m}{2} \left[\frac{1}{\pi} \left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2} \right) \right]^{1/2}
 \end{aligned} \quad (2.23)$$

Dan Arus Keluaran Irms

$$I_{rms} = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_a^2 d(\omega t) \right] = I_a \left(1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \quad (2.24)$$

2.11. Konverter Penuh Tiga Fasa

Konverter tiga fasa banyak digunakan dalam aplikasi industri pada tingkat daya hingga 200kV, dimana diperlukan operasi dua-kuadran. Gambar 2-11 menunjukkan rangkaian konverter penuh dengan beban induktif yang sangat tinggi. Rangkaian ini dikenal sebagai jembatan tiga fasa. Thyristor dinyalakan pada interval $\pi/3$. Frekuensi ripple tegangan keluaran adalah $6f_s$ dan filter yang diperlukan lebih sederhana dari pada filter yang digunakan pada konverter semi dan setengah gelombang tiga fasa $\omega t = \pi/6 + \alpha$, thyristor T_6 telah dikonduksi dan thyristor T_1 dinyalakan. Selama interval $(\pi/6 + \alpha) \leq \omega t \leq (\pi/2 + \alpha)$, thyristor T_1 dan T_6 konduksi dan tegangan saluran $V_{ab} = (V_{an} - V_{bn})$ akan muncul pada beban. Pada $\omega t = \pi/2 + \alpha$, thyristor T_2 dinyalakan dan kemudian segera thyristor T_6 terbias balik. Thyristor T_6 pada akibat komutasi alamiah. Selama interval $(\pi/6 + \alpha) \leq \omega t \leq (5\pi/6 + \alpha)$, T_1 dan T_2 konduksi dengan saluran V_{ac} muncul pada beban. Bila thyristor diberi nomor seperti pada gambar 2-11, maka urutan penyalannya adalah 12, 23, 34, 56, dan 61. Gambar 2-12 menunjukkan bentuk gelombang tegangan masukan, tegangan keluaran, arus masukan dan arus-arus yang melalui thyristor.

Bila tegangan fasa didefinisikan

$$V_{an} = V_m \sin \omega t$$

$$V_{bn} = V_m \sin \left(\omega t - \frac{2\pi}{3} \right)$$

$$V_{cn} = V_m \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right)$$

Tegangan saluran yang bersesuaian adalah

$$V_{ab} = V_{an} - V_{bn} = \sqrt{3}V_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right)$$

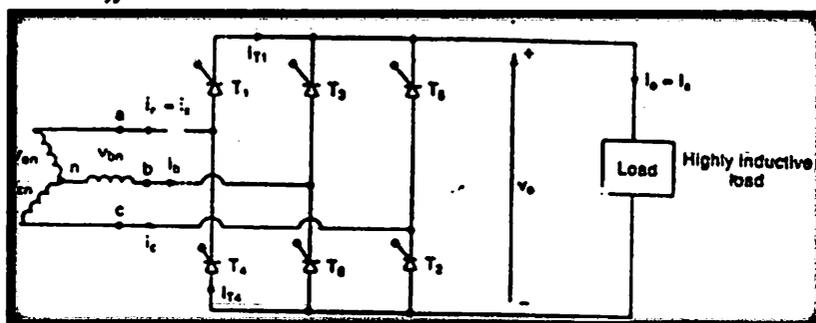
$$V_{bc} = V_{bn} - V_{cn} = \sqrt{3}V_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

$$V_{ca} = V_{cn} - V_{an} = \sqrt{3}V_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{6} \right)$$

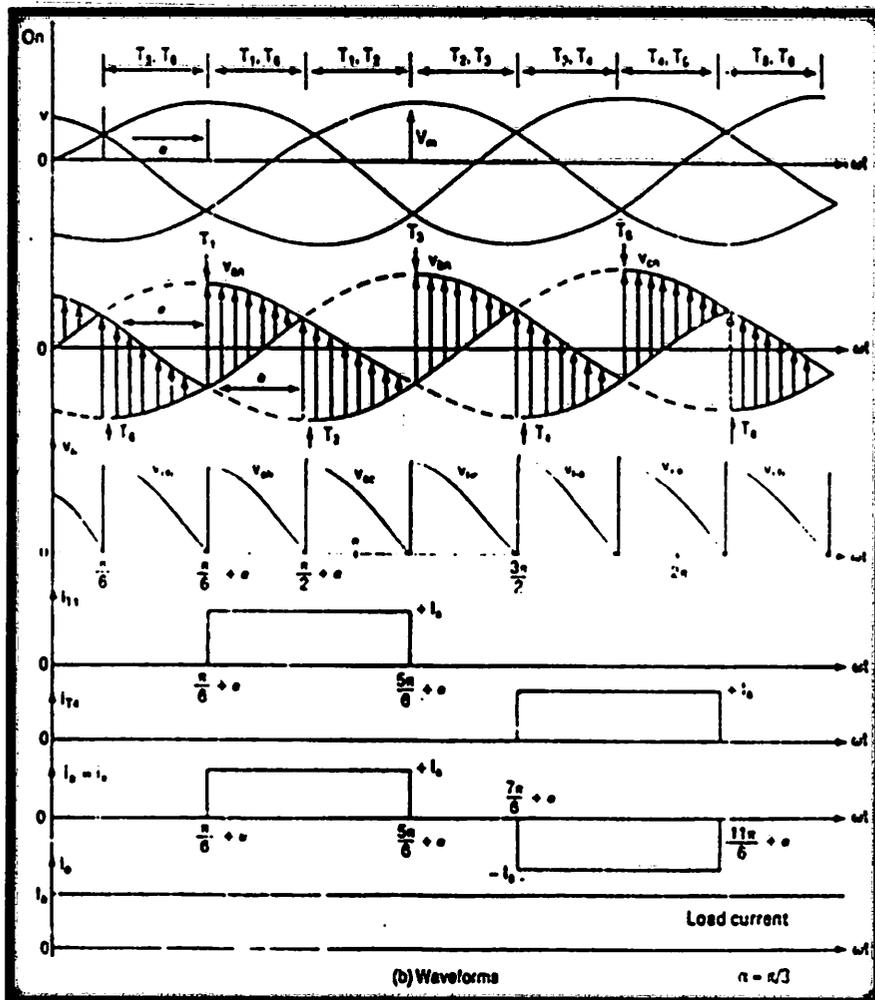
Tegangan keluaran rata-rata diperoleh dari

$$V_{dc} = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\pi/2+\alpha} V_{ab} d(\omega t) = \frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\pi/2+\alpha} \sqrt{3}V_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{6} \right) d(\omega t) \quad (2.25)$$

$$= \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi} \cos \alpha$$



Gambar 2-11
Memunjukkan Rangkaian Konverter Penuh Dengan Beban Induktif Yang Sangat Tinggi



Gambar 2-12
 Menunjukkan Bentuk Belombang Tegangan Masukan, Tegangan Keluaran, Arus Masukan Dan Arus-Arus Yang Melalui Thyristor.

Tegangan keluaran rata-rata maksimum untuk sudut penyalaan $\alpha = 0$

$$V_{dm} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}$$

Dan tegangan keluaran ternormalisasi adalah

$$V_n = \frac{V_{dc}}{V_{dm}} = \cos \alpha \quad (2.26)$$

Nilai rms tegangan keluaran diperoleh dari

$$\begin{aligned} V_{rms} &= \left[\frac{3}{\pi} \int_{\pi/6+\alpha}^{\pi/2+\alpha} \sqrt{3}V_m^2 \sin^2 \left(\omega t \frac{\pi}{6} \right) d(\omega t) \right]^{1/2} \\ &= \sqrt{3}V_m \left(\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \cos 2\alpha \right)^{1/2} \end{aligned} \quad (2.27)$$

Gambar 2-12 menunjukkan bentuk gelombang pada $\alpha = \pi/3$. Untuk $\alpha = \pi/3$, tegangan keluaran sesaat V_0 akan memiliki bagian negatif. Karena arus yang melalui thyristor tidak dapat negatif, maka arus beban akan selalu positif. Akibatnya dengan beban resistif, tegangan sesaat tidak dapat negatif, dan konverter penuh akan berperilaku seperti semi konverter.

Konverter jembatan tiga fasa memberikan keluaran enam pulsa (*six-pulse*). Untuk aplikasi daya tinggi seperti pada transmisi daya dc tegangan tinggi dan penggerak motor dc.

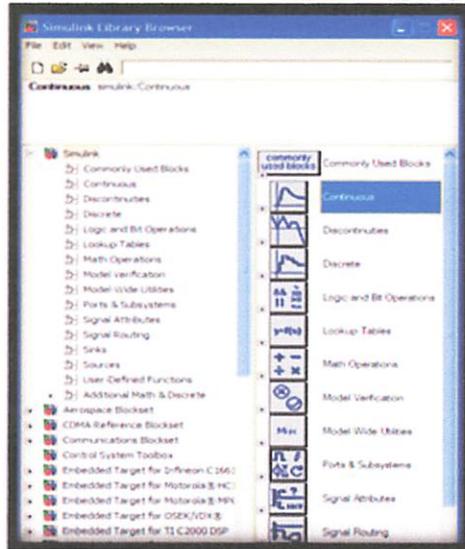
BAB III

PEMODELAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL AC/DC

KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS*

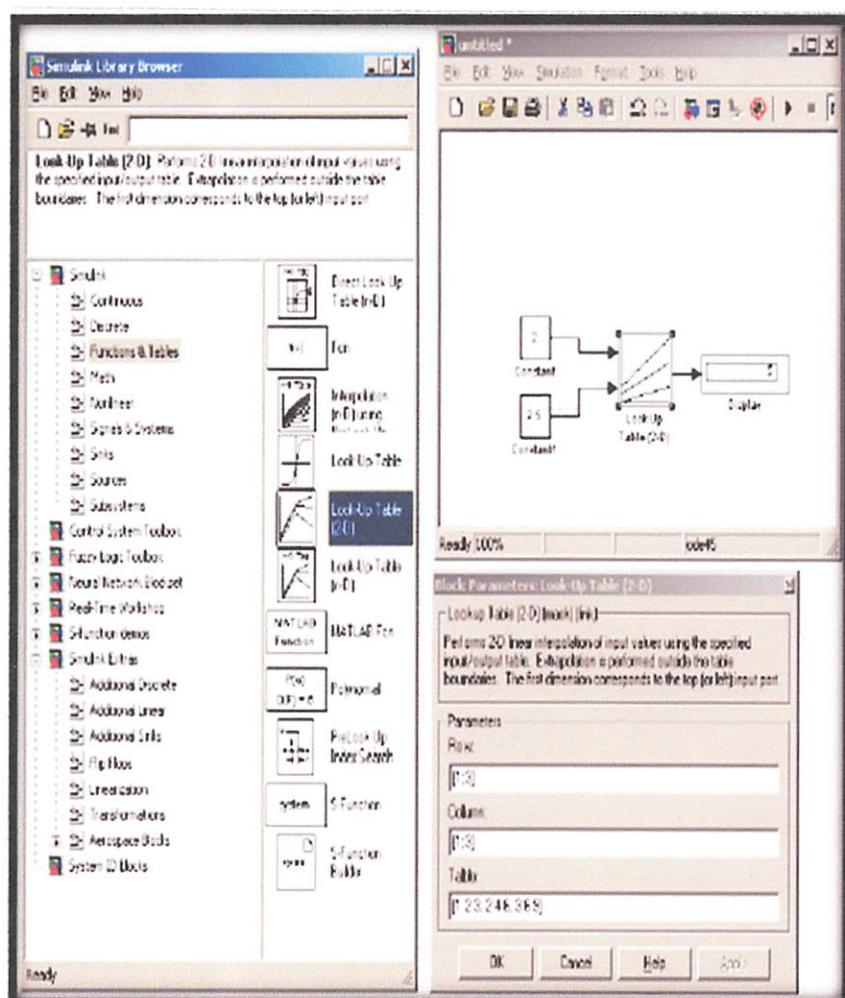
3.1 Matlab Simulink

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



Gambar 3.1
Simulink Library Pada MATLAB 7.0

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

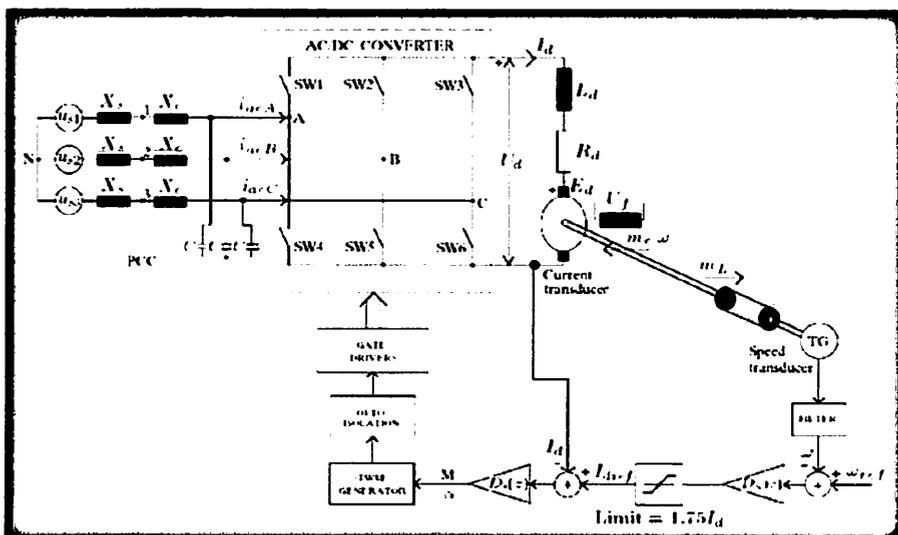


Gambar 3.2
Contoh Penggunaan Simulink

3.2 Metode Real Analysis

Metode real analisis adalah suatu model yang di terapkan pada motor dc untuk mendapatkan suatu nilai kecepatan yang konstan dan dimana system perhitungannya di lakukan secara riil sesuai dengan blok diagram yang di gunakan kemudian di analisa dan di simulasikan pada suatu program , sehingga dapat di peroleh suatu hasil sesuai dengan kondisi yang sebenarnya.^[2]

Pada skripsi ini analisa pengontrolan kecepatan pada motor DC menggunakan metode *real analysis*, metode ini berdasarkan pada model matematis dari motor DC lengkap. Beberapa pendekatan di metode ini lebih kompleks dibanding metode lainnya.tapi,metode ini memberikan hasil yang lebih akurat. Metode real analisis ini terdiri dari dua langkah.



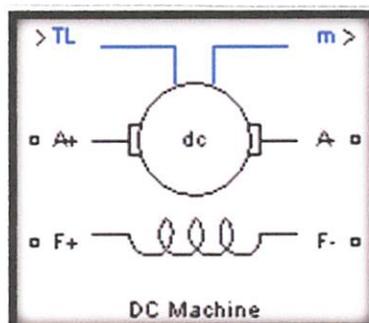
Gambar 3.3
Blok Diagram Dari Model

Langkah pertama yaitu pemodelan dari perangkat. Model terdiri dari motor DC, konverter 3 fasa, sirkuit kontrol tertutup, dan catu daya (power supply). Model-model tersebut bersama membentuk model lengkap dari perangkat untuk mendapatkan nilai parameter-parameter dari model tersebut .

Langkah kedua yaitu penyusunan algoritma dan program komputer untuk penyelesaian model. Saya memilih menggunakan software MATLAB SIMULINK 7.0.4, dengan toolbox Simulink, karena terbukti paling tepat untuk analisa ini.

3.3. Pemodelan Motor DC pada Matlab Simulink

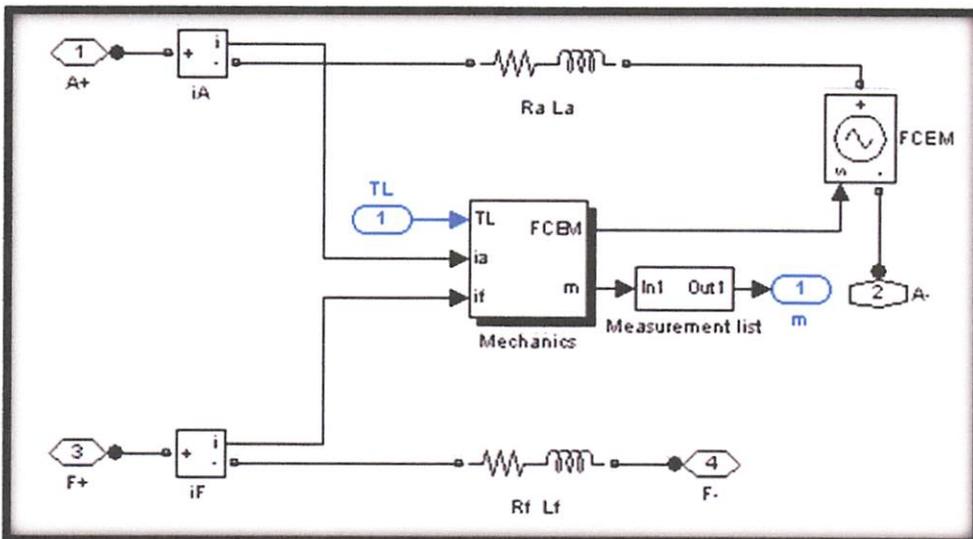
Memulai pemodelan motor dc menggunakan software matlab simulink kita dapat menggunakan blok motor dc yang sudah ada di dalam library browser, Sim Power System, machines. Di situ kita dapat memilih jenis motor yang akan kita gunakan. Setelah kita memilih jenis motor DC (*Direct Current Motors*), kita tinggal menginputkan parameter-parameter yang di butuhkan oleh blok tersebut. Berikut adalah implementasi blok motor dc penguat bebas.



Gambar 3-4
Motor dc Penguat Bebas

Pada gambar diatas A+ adalah input sumber tegangan dc sedangkan A- adalah terminal yang di hubungkan ke bagian netral. Untuk F+ dan F- adalah terminal penguatan medan shunt pada motor dc. Dimana jenis motor yang di gunakan adalah motor dc penguat bebas. Simbol TL di atas adalah bagian terminal pemodelan motor yang akan di hubungkan kebeban, jika pada TL di beri beban maka motor akan sama seperti halnya pada experiment di laboratorium, motor akan memikul beban sesuai nilai parameter yang di inputkan.

Di dalam gambar diatas terdapat rangkaian blok transfer function yang terhubung pada tiap-tiap bagian yang terdapat pada terminal. Berikut bentuk pemodelan motor dc yang terdapat di dalam blok motor dc penguat bebas.



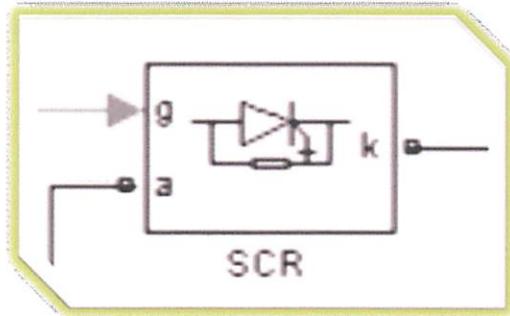
Gambar 3-5
Blok Pemodelan Motor dc Penguat Bebas

Dimana pada gambar diatas terlihat bahwa terdapat komponen-komponen berupa blok transfer function yang tersusun sedemikian rupa hingga membentuk suatu perumusan dasar motor dc penguat bebas.

3.4 Pemodelan Konverter pada Matlab Simulink

Pengubah daya ac ke dc (Converter) tipe peralihan atau dikenal juga dengan sebutan Konverter dimanfaatkan terutama untuk penyediaan tegangan keluaran dc yang bervariasi besarnya sesuai dengan permintaan pada beban. Daya masukan dari proses ac ke dc tersebut adalah berasal dari sumber daya AC yang biasanya memiliki tegangan masukan yang tetap. Pada dasarnya, penghasilan tegangan keluaran DC yang ingin dicapai adalah dengan cara mengatur sudut penyalan atau sudut firing pada gerbang komponen elektronika daya yang digunakan sebagai rangkaian konverter. Dimana dalam hal ini komponen yang digunakan sebagai rangkaian konverter adalah SCR (*Silicon Control Rectifier*).

Di dalam skripsi ini pemodelan rangkaian konverter 3 fasa yang digunakan adalah komponen SCR, yang di susun sedemikian, sehingga dapat memberikan tegangan keluaran dc yang dapat divariasikan sehingga dapat mengatur kecepatan motor dc penguat bebas



*Gambar 3-6
Blok Pemodelan SCR*

Dari gambar di atas dimana :

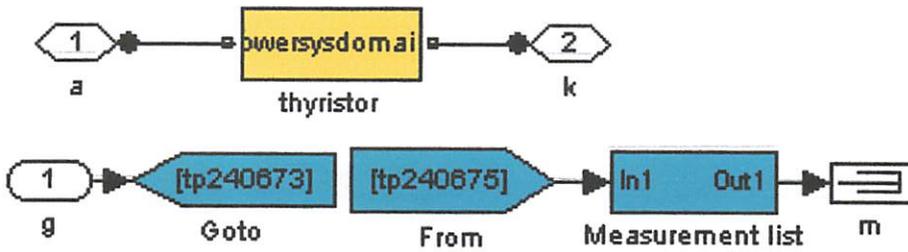
g : Gate (pentrigeran)

a : Anoda

k : Katoda

Untuk membuat blok SCR kita dapat menggeser atau memindahkan dari *simulink library browser* klik *system power*, kemudian pilih *power electronics* kemudian klik *thyristor tahan* dan kemudian digeser ke bagian halaman pemodelan yang telah di persiapkan. Langkah ini juga dapat dilakukan dengan cara dari *simulink library browser* klik *system power*, kemudian pilih *power electronics* kemudian klik *thyristor tahan* dan kemudian copy dan paste di bagian halaman pemodelan yang telah di persiapkan.

Untuk membuat blok SCR di perlukan pembuatan rangkaian pemodelan berdasarkan rumus-rumus dasar atau prinsip kerja SCR. Berikut adalah gambar rangkaian yang di gunakan untuk membuat blok SCR.

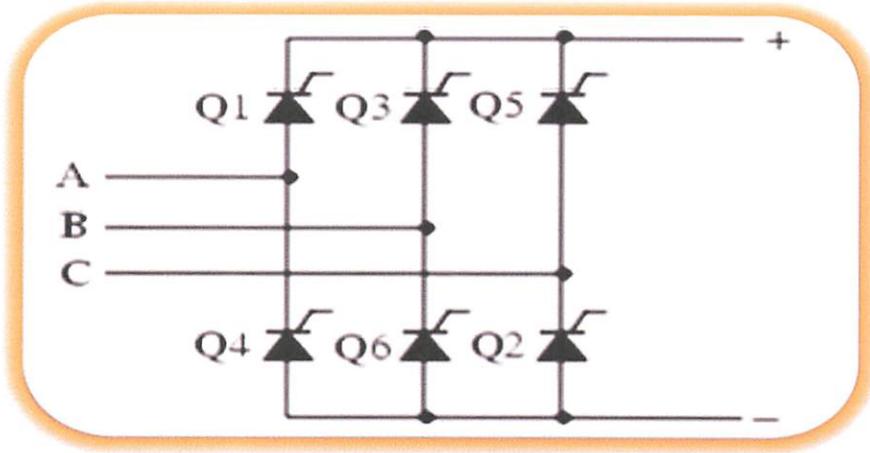


Gambar 3-7
Rangkaian blok Pemodelan SCR

Pada gambar di atas dimana :

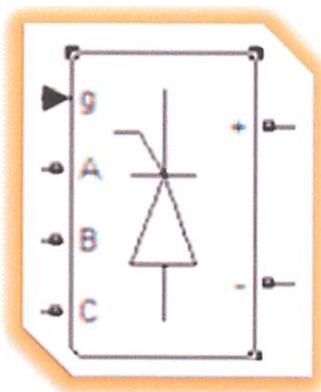
- a : mewakili kaki anoda yang akan di tampilkan pada blok SCR
- k : mewakili kaki katoda yang akan di tampilkan pada blok SCR
- g : mewakili gate yang akan di tampilkan pada blok SCR
- m : mewakili pengukuran yang akan di tampilkan pada blok SCR

Untuk memodelkan suatu rangkaian konverter 3 fasa, maka scr di rangkai seperti pada gambar berikut :



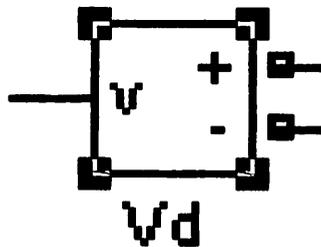
Gambar 3-8
Rangkaian converter 3 fasa menggunakan SCR

Pada gambar 3-8 di atas adalah rangkaian konverter 3 fasa yang terdiri dari komponen-komponen scr yang di rangkai sedemikian hingga dapat merubah gelombang tegangan AC 3 fasa menjadi tegangan searah atau DC. Jumlah scr yang di gunakan pada gambar rangkaian di atas sebanyak 6 buah dengan masing-masing di beri symbol $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5, Q_6$ dan diaman A,B,C adalah sumber AC 3 fasa.



Gambar 3-9
Blok converter 3 fasa menggunakan SCR

Gambar blok konverter 3 fasa menggunakan scr diatas dapat di operasikan dengan cara memberikan input sumber tegangan 3 fasa pada masing-masin fasa A,B dan C. dan untuk mengatur hasil keluaran tegagan atau output yang di inginkan maka kita dapat mengatur gerbang atau gate pada scr tersebut. Plus (+) dan minus (-) pada gambar 3-9 diatas adalah output tegangan dc yang di hasilkan.



*Gambar 3-10
Blok Pemodelan Volt meter*

Symbol plus (+) pada blok volt meter diatas adalah inputan tegangan plus yang akan di ukur, sedangkan symbol minus (-) adalah inputan tegangan minus yang akan di ukur. Untuk symbol V adalah output penunjuk nilai besar tegangan.

Agar blok volt meter dapat di oprasikan sesuai dengan fungsinya maka persyaratan berikut harus terpenuhi :

1. Tanda plus (+) pada blok volt meter harus di hubungkan dengan bagian sumber tegangan positif
2. Sedangkan tanda minus (-) harus dihubungkan dengan sumber tegangan minus.

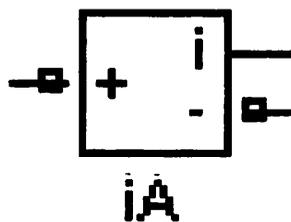
3. Untuk mengetahui nilai besaran yang ingin di tampilkan maka harus di hubungkan ke scope atau display.

Jika salah satu persyaratan di atas tidak terpenuhi maka blok voltmeter tidak akan dapat bekerja atau terjadi kesalahan pembacaan.

Contoh :

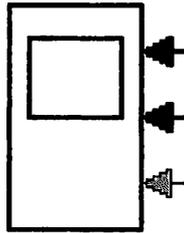
1. Jika persyaratan ke-1 tidak di hubungkan maka blok volt meter tidak akan mengetahui besara tegangan yang akan di ukur atau error, demikian juga jika persyaratan kedua tidak di hubungkan maka yang terjadi adalah tidak bekerjanya blok volt meter atau terjadi error program.
2. Jika persyaratan pemasangan tanda plus (+) dan minus (-) terbalik antara syarat ke satu dan syarat ke dua maka pembacaan nilai tegangan akan terbalik.
3. Jika pada syarat ke tiga tidak terpenuhi atau tidak di hubungkan ke scope atau ke display maka yang terjadi adalah nilai tidak dapat di tampilkan, Sehingga tidak dapat mengetahui nilai tegangan yang di ukur.

Sedangkan untuk mengetahui nilai besaran arus listrik maka pada matlab simulink juga dapat di buat ampere meter dengan cara membentuk suatu persamaan fungsi arus, dengan menggunakan current measurement maka arus yang mengalir pada suatu rangkaian dapat di ketahui nilainya dalam satuan ampere. Berikut gambar blok dari current measurement yang ada pada simulink library browser.



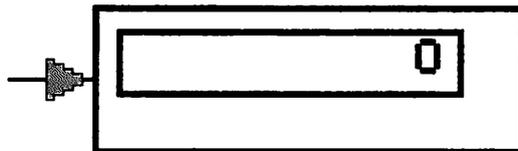
Gambar 3-11
Blok Pemodelan Amperemeter

Sesuai dengan cara penggunaan amperemeter harus dihubungkan secara seri pada rangkaian yang akan di ukur dan arah polaritasnya tidak boleh terbalik, maka pada gambar di atas tanda plus (+) harus di hubungkan ke sisi positif sedangkan tanda minus harus dihubungkan ke sisi selanjutnya. Jika hal ini tidak di lakukan maka akan terjadi kesalahan pembacaan pengukuran atau error. Dan jika pemasangan polaritasnya terbalik dalam arti sisi positif mendapatkan inputan dari sisi negative dan sisi negative mendapatkan inputan dari sisi positive maka yang terjadi hasil pembacaan pengukuran akan terbalik atau jika yang akan kita ukur adalah arus positive maka yang terbaca dalam pengukuran akan menjadi minus, demikian juga sebaliknya.



*Gambar 3-12
Blok Scope*

Gambar scope di atas sudah tersedia di dalam simulink library browser yang lebih tepatnya di dalam simulink, klick sinks dan pilih gambar scope. Scope pada setiap penggunaannya berfungsi untuk menampilkan suatu gambar bentuk gelombang baik bentuk gelombang tegangan, arus, torsi dan lain sebagainya. Scope dapat di setting untuk beberapa penunjukkan, pada contoh di atas scope di gunakan untuk tiga penunjukan gambar bentuk gelombang.



*Gambar 3-13
Blok Display*

Gambar diatas adalah bentuk blok display yang berfungsi sebagai penunjukan nilai hasil pengukuran dari suatu blok pengukur, seperti ampermeter dan voltmeter. Selain itu blok display juga dapat menunjukkan nilai dari setiap inputan yang di hubungkan. Blok display juga dapat di setting panjang angka di belakang koma dengan cara klick dua kail pilih format.

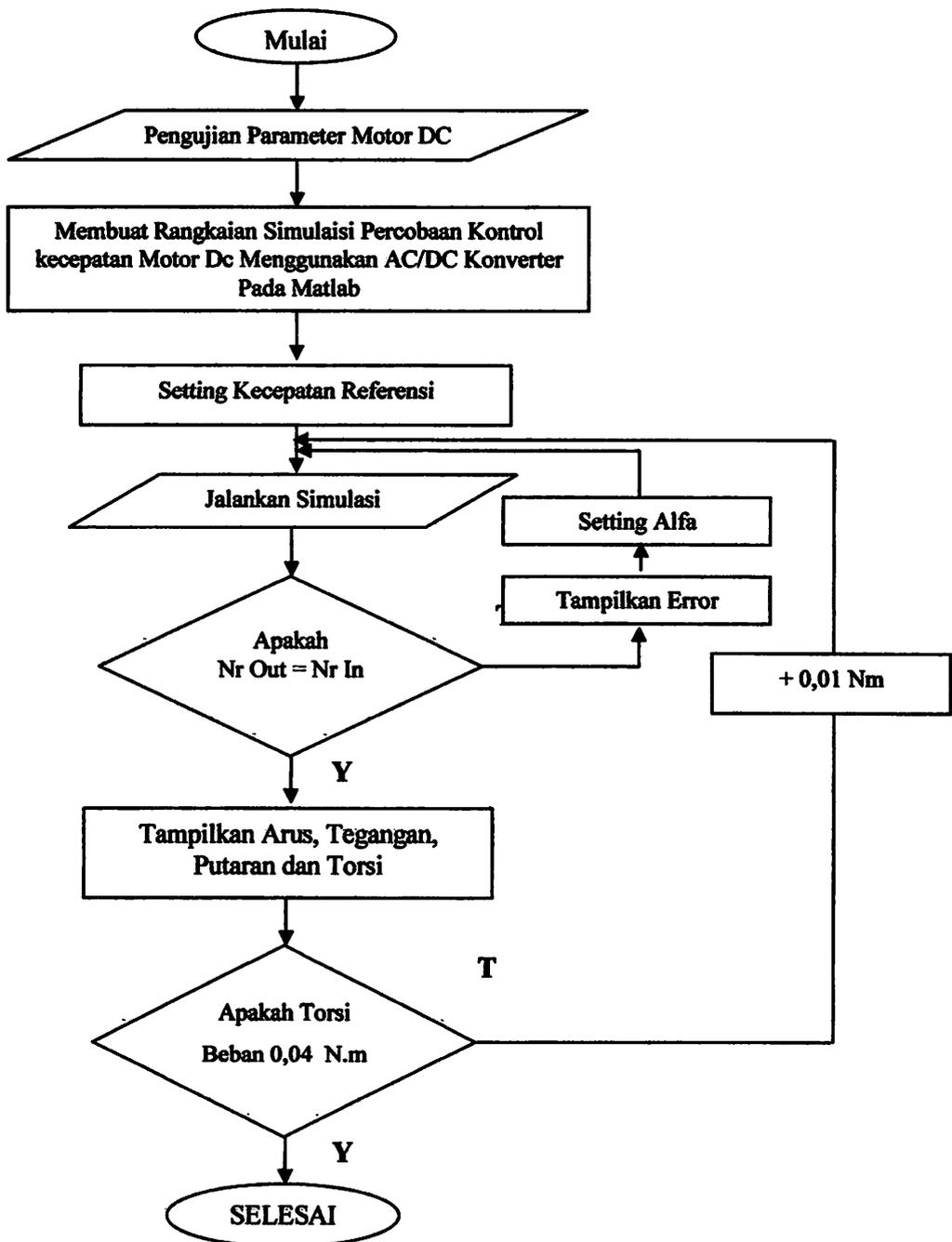
3.5. ALGORITMA PROGRAM

3.5.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum

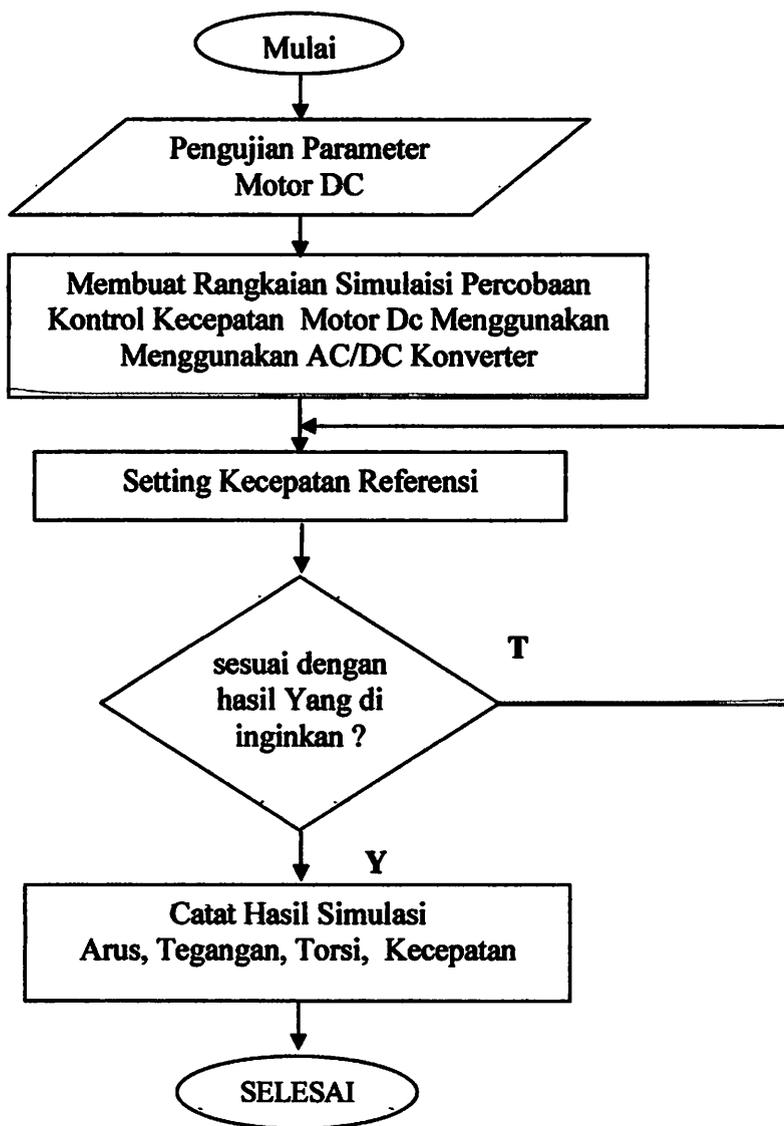
1. Pengujian Parameter Motor DC.
2. Membentuk Blok Simulasi Kontrol Kecepatan Motor DC dengan AC/DC konverter Dalam berdasarkan *Transfer Function*.
3. Memasukan parameter motor DC.
4. Menjalankan simulasi Motor DC dengan parameter motor yang telah dimasukan.
5. Setting kecepatan referensi.
6. Jalankan simulasi.
7. Lakukan Pengukuran kecepatan putaran.
8. Apakah Nr out sama dengan Nr in.
9. Apabila “Tidak” tampilkan error dan setting Alfa.
10. Apabila “YA” tampilkan Arus, Tegangan, Putaran dan Torsi.
11. Selesai.

3.6 Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum

3.6.1 Simulasi



3.6.2 Eksperimen



BAB IV
ANALISA PARAMETER MOTOR DC
DAN HASIL SIMULASI

Untuk menentukan parameter dari Motor DC yang akan dianalisa maka dapat dilakukan dengan mengambil parameter Motor DC dengan melakukan pengujian.

4.1. Pengujian Parameter Motor DC

Pengujian untuk mencari parameter Motor DC dalam hal ini Motor DC Shunt Penguatan terpisah dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

4.1.1. Alat-Alat Yang Dipergunakan Dalam Pengujian.

1. Motor DC SHUNT DE LORENZO/DL 10220

Data papan (*Name-Plate*)

TEGANGAN JANGKAR (V_a)	: 42 VOLT
ARUS JANGKAR (I_a)	: 7 AMPERE
FREKUENSI	: 50 HZ
DAYA	: 200W
PUTARAN	: 3000 RPM
TEGANGAN MEDAN (V_f)	: 33VOLT
ARUS MEDAN (I_f)	: 0.32 A
KELAS	: F

2. Panel Ukur DE LORENZO 10060
3. Power Supply DE LORENZO 10016

4. Tachometer DE LORENZO 2026
5. DC Motor Sped Control DE LORENZO 2315c
6. Torsi Beban DE LORENZO DL 10300A
7. LCR Meter ELC – 132 A
8. Clamp Meter

4.1.2 Data Hasil Pengujian Motor DC

Dari hasil pengujian Motor DC yang dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang didapatkan hasil pengujian parameter Motor DC sebagai berikut :

Tabel 4-1
Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC

VA	IA	RA	LA	RF	LF (H)	N
(V)	(A)	(Ω)	(H)	(Ω)		(RPM)
42	1.15	3.0	0.008192	98	1.03184	3000

Momen Inersia : $1.17e^{-5}$ Kg.m²

Untuk menentukan Konstanta Motor ($K\phi$) diambil beberapa Parameter dari data pengujian sebelumnya yaitu:

- $V_a = 42$ V
- $T = 0.01$ Nm
- $N = 3000$ rpm
- $I_a = 1.15$ A

Berdasarkan data diatas maka konstanta motor dapat dihitung sesuai dengan persamaan (2-21).

$$\omega = \frac{V_a - I_a \cdot R_a}{(K \cdot \phi)}$$

Dimana N = 3000 rpm

$$\text{Maka } \omega = 3000 \cdot \frac{2\pi}{60} = 314,15 \text{ rad/sec}$$

$$314,15 = \frac{42 - 1,15 \cdot 3}{(K \cdot \phi)}$$

$$K \cdot \phi = \frac{42 - 1,15 \cdot 3}{314,15}$$

$$= 0,1227.$$

4.2 Hasil Percobaan Motor DC Dengan Menggunakan AC/DC Konverter Di Laboratorium

Tabel 4-2
Hasil percobaan

No	V _{AC} L-L (Volt)	T (Nm)	V _a (Volt)	I _a (Ampere)	N (rpm)	Sudut α
1	220	0	42	1,15	3000	81,87 ⁰
2	220	0,01	42,15	1,20	3000	81,84 ⁰
3	220	0,02	42,3	1,25	3000	81,81 ⁰
4	220	0,03	42,45	1,30	3000	81,78 ⁰
5	220	0,04	42,6	1,35	3000	81,75 ⁰

Dimana :

V_{AC} = Tegangan AC yang Masuk ke Rangkain AC/DC Konverter

V_a = Tegangan DC yang Keluar dari rangkaian AC/DC konverter dan kemudian masuk ke motor (Volt)

I = Arus dalam (Ampere)

T = Torsi Beban (Nm)

N = Kecepatan Putaran Motor (rpm)

α = Sudut pemicuan Konverternya

Percobaan motor dc dengan menggunakan ac/dc konverter yang di lakukan di laboratorium konversi energi elektrik itn malang yang pertama adalah mensetting tegangan ac pada nilai 220 volt Line to line. Hasil perhitungan untuk menentukan nilai besar tegangan 42 volt sesuai dengan nilai tegangan input motor dc yang di gunakan adalah sebagai berikut :

Tegangan dc rata-rata :

$$V_{dc} = \frac{3\sqrt{3} \cdot V_m}{\pi} \cos \alpha$$

Dimana :

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_s$$

$$V_m = \sqrt{2} \cdot 127,2$$

$$V_m = 179,63 \text{ volt}$$

Maka :

➤ Untuk Tanpa Beban

$$42 = \frac{3\sqrt{3} \cdot 179,63}{\pi} \cos \alpha$$

$$42 = 297,10 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{42}{297,10}$$

$$\cos \alpha = 0,14$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0,14$$

$$\alpha = 81,87^\circ$$

➤ Untuk Beban 0,01 N.m

$$\omega = \frac{Va - Ia \cdot Ra}{(K \cdot \phi)}$$

$$Va = \omega \cdot K \phi + Ia \cdot Ra$$

$$= 314,15 \times 0,1227 + (1,2 \times 3)$$

$$= 42,15 \text{ volt}$$

$$42,15 = \frac{3\sqrt{3} \cdot 179,63}{\pi} \cos \alpha$$

$$42,15 = 297,10 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{42,15}{297,10}$$

$$\cos \alpha = 0,142$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0,142$$

$$\alpha = 81,84^\circ$$

➤ Untuk Beban 0,02 N.m

$$\omega = \frac{Va - Ia \cdot Ra}{(K \cdot \phi)}$$

$$\begin{aligned} Va &= \omega \cdot K\phi + Ia \cdot Ra \\ &= 314,15 \times 0,1227 + (1,25 \times 3) \\ &= 42,29 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$42,29 = \frac{3\sqrt{3} \cdot 179,63}{\pi} \cos \alpha$$

$$42,29 = 297,10 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{42,29}{297,10}$$

$$\cos \alpha = 0,14234$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0,14234$$

$$\alpha = 81,816^\circ$$

➤ Untuk Beban 0,03 N.m

$$\omega = \frac{Va - Ia \cdot Ra}{(K \cdot \phi)}$$

$$\begin{aligned} Va &= \omega \cdot K\phi + Ia \cdot Ra \\ &= 314,15 \times 0,1227 + (1,3 \times 3) \\ &= 42,45 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$42,45 = \frac{3\sqrt{3} \cdot 179,63}{\pi} \cos \alpha$$

$$42,45 = 297,10 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{42,45}{297,10}$$

$$\cos \alpha = 0,142885$$

$$\alpha = \cos^{-1} 0,142885$$

$$\alpha = 81,78^\circ$$

➤ Untuk Beban 0,04 N.m

$$\omega = \frac{V_a - I_a \cdot R_a}{(K \cdot \phi)}$$

$$V_a = \omega \cdot K \phi + I_a \cdot R_a$$

$$= 314,15 \times 0,1227 + (1,35 \times 3)$$

$$= 42,59 \text{ volt}$$

$$42,59 = \frac{3\sqrt{3} \cdot 179,63}{\pi} \cos \alpha$$

$$42,59 = 297,10 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{42,59}{297,10}$$

$$\cos \alpha = 0,1433$$

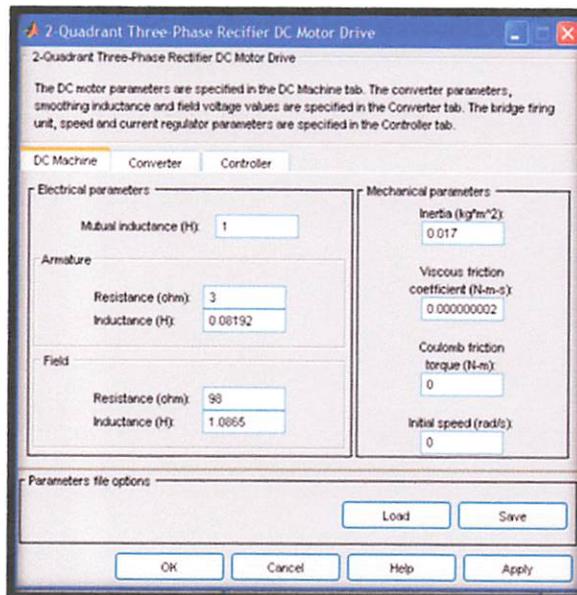
$$\alpha = \cos^{-1} 0,1433$$

$$\alpha = 81,75^\circ$$

4.3 Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode *Real Analysis*.

4.3.1 Tampilan Parameter

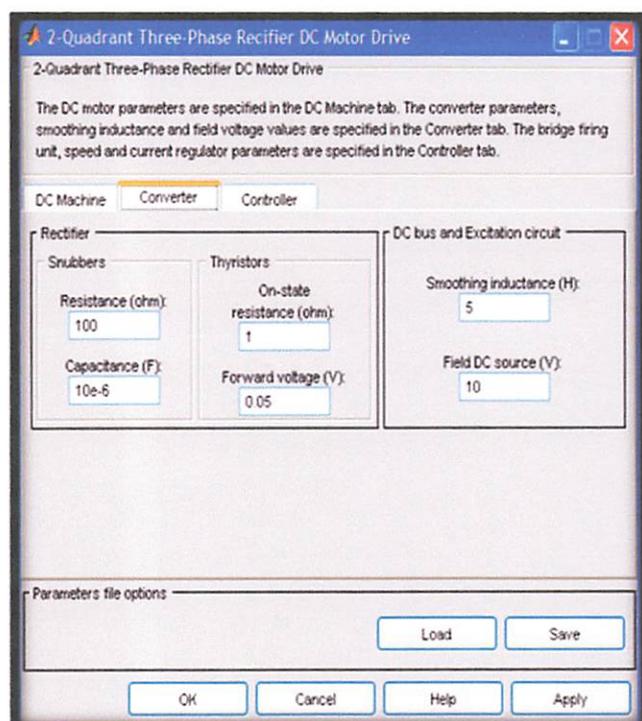
Dengan menggunakan parameter yang telah di hitung melalui pengujian dan name plate motor maka kita dapat melakukan analisa untuk mendapatkan beberapa data dari simulasi motor dc yang menggunakan AC/DC konverter, berikut adalah bentuk tampilan blok parameter motor dc:



Gambar 4-1
Parameter Motor Dc

Sesuai data yang telah kita dapatkan dari hasil perhitungan parameter serta pembacaan pada name plate maka hasilnya kemudian kita masukkan kedalam

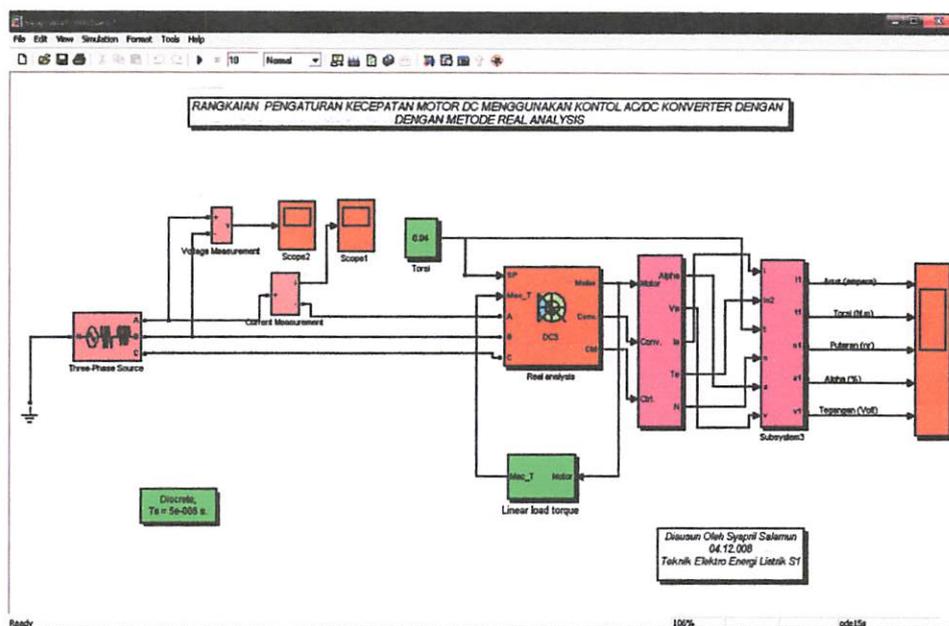
suatu blok parameter motor dc seperti pada gambar 4-1 di atas. Di dalam blok parameter motor dc terdapat nilai-nilai parameter yang harus di inputkan, antarlain adalah R_a , L_a , R_f , L_f dan seterusnya. Nilai-nilai tersebut di dapatkan dari hasil pengujian parameter di laboratorium konversi energi elektrik itm malang.



Gambar 4-2
Blok Parameter Converter

4.3.2 Simulasi Motor DC Dengan Menggunakan AC/DC Konverter Pada Software Matlab Simulink

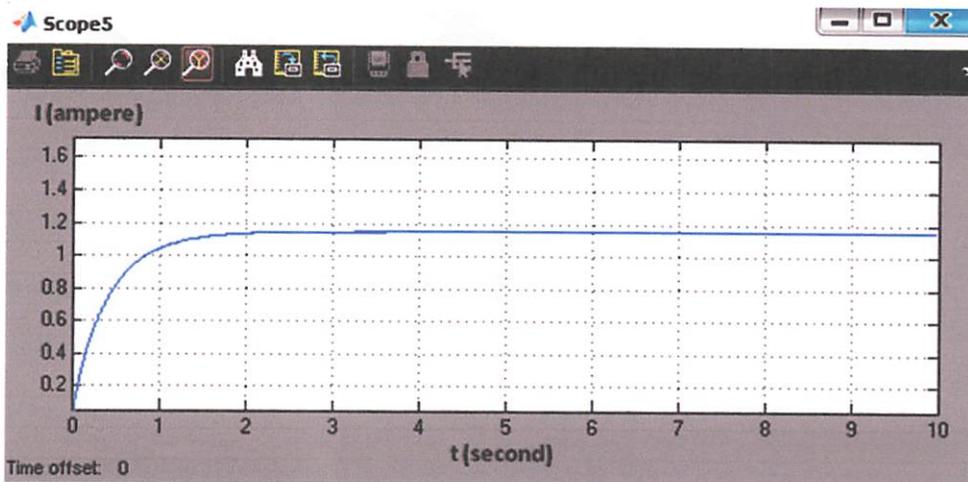
Berdasarkan rumus-rumus dasar motor DC shunt, maka dapat di buat suatu pemodelan dari setiap komponen-komponen dan kemudian di gabungkan menjadi satu sehingga dapat di bentuk suatu model rangkaian simulasi motor DC menguakan AC/DC Konverter.



Gambar 4-3
Rangkaian Blok Pengaturan Kecepatan Motor Dc Menggunakan AC/DC konverter

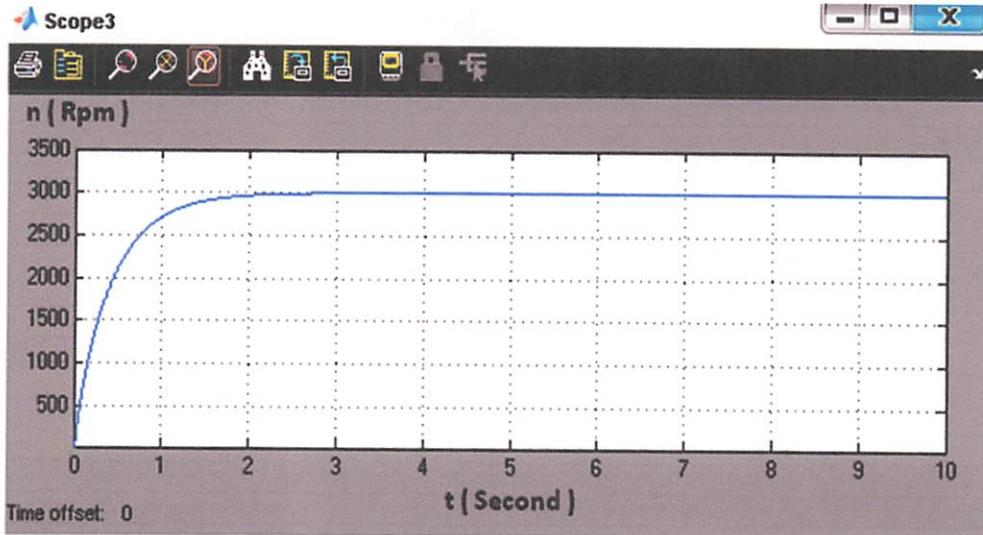
Gambar 4-3 di atas adalah hasil pemodelan rangkaian blok pengaturan kecepatan motor dc dengan menggunakan AC/DC konverter yang dapat di atur kecepatannya melalui setting *gate* atau sudut alfa.

4.3.3 Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0 N.m



Gambar 4-4
Gelombang Arus DC pada saat tanpa beban

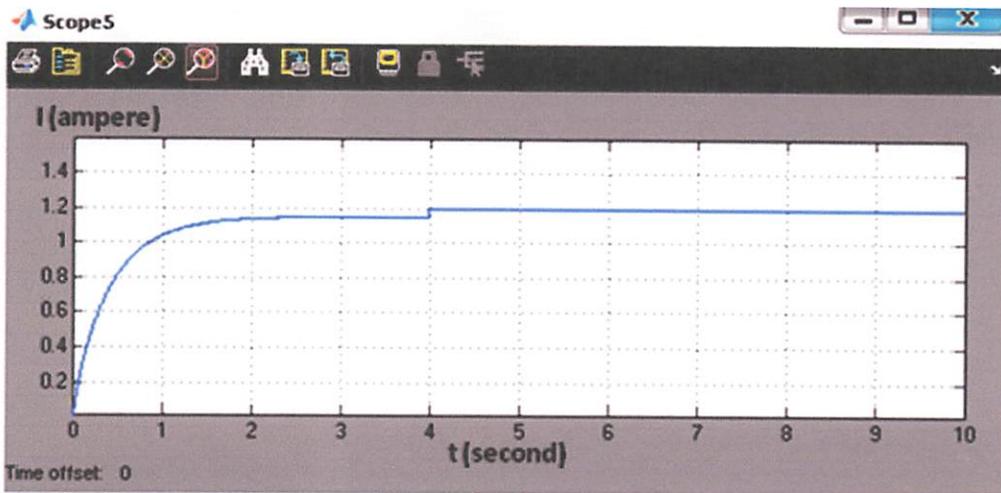
Dari gambar 4-4 Pada sistem pengendali kecepatan putaran motor dc menggunakan rangkaian AC/DC konverter dengan metode *Real Analysis* pada saat tanpa beban atau 0 N.m, maka akan di bangkitkan arus sebesar 1,15 Ampere dan waktu (t) disetting sebesar 10 second.



*Gambar 4-5
Gelombang Putaran pada saat Tanpa beban =0 N.m*

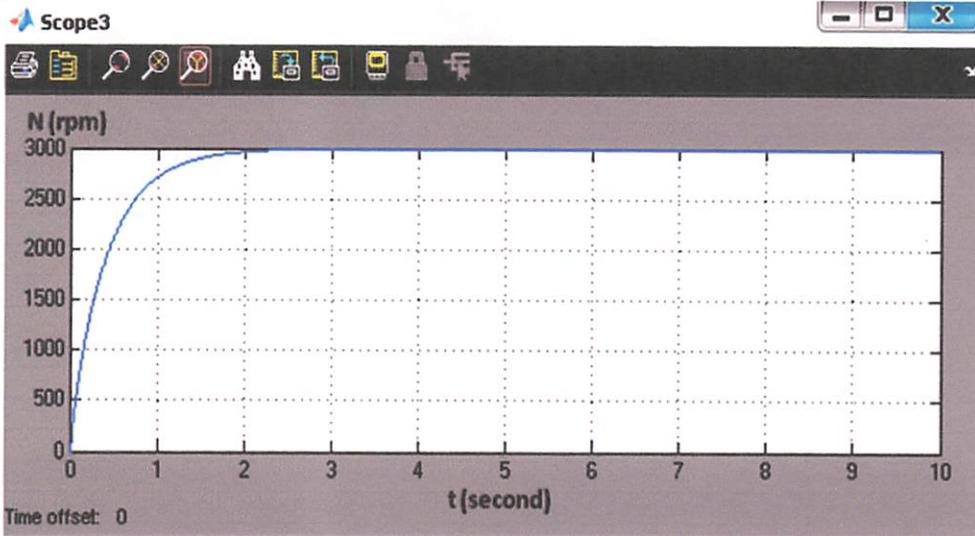
Gambar di 4-5 atas adalah kecepatan putaran motor dc dengan di kontrol menggunakan rangkaian AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat tanpa beban atau 0 N.m. Putaran yang di hasilkan adalah sebesar 3000 rpm konstant. Dengan setting waktu sebesar 10 second.

4.3.4 Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.01 N.m



Gambar 4-6
Gelombang Arus DC pada saat diberi beban sebesar 0.01 N.m

Dari gambar 4-6 diatas menunjukkan hasil bentuk gelombang arus motor dc yang dikontrol oleh AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat diberi beban sebesar 0,01 N.m, dan waktu disetting $t = 10$ second. Nilai arus yang ditampilkan adalah sebesar 1,2002 Ampere nilai ini naik sebesar 0,0502 Ampere pada saat tanpa beban.

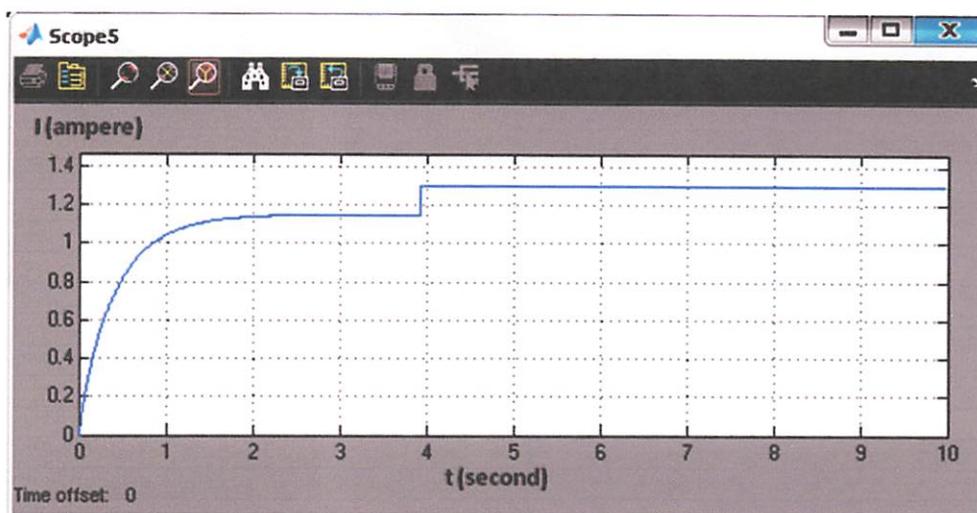


Gambar 4-7

Gelombang Putaran pada saat di beri beban sebesar 0.01 N.m

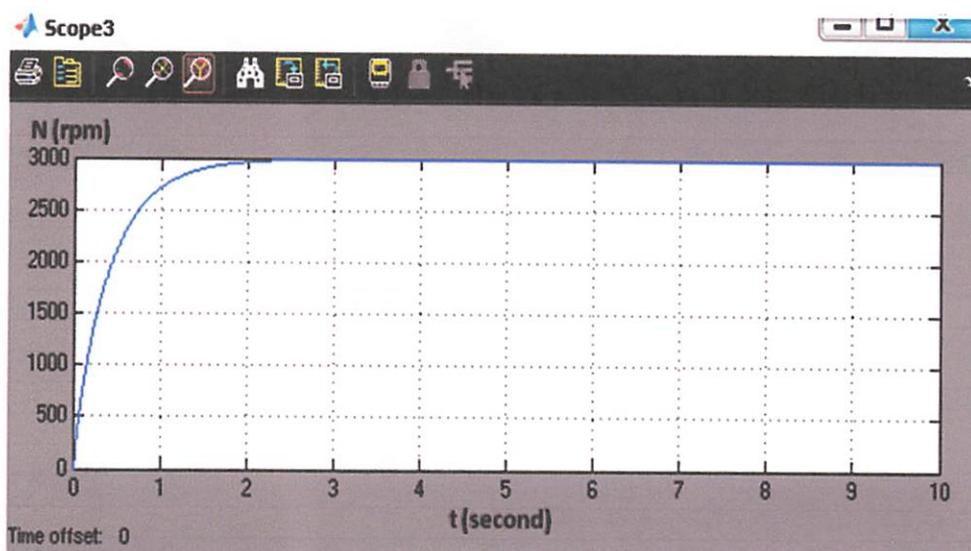
Gambar 4-7 diatas adalah bentuk gelombang kecepatan putaran motor dc yang di kontrol menggunakan rangkaian AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat di beri beban sebesar 0,01 N.m. Putaran yang di hasilkan adalah sebesar 2999,6 rpm. Dengan setting waktu sebesar 10 second. Hal ini menyebabkan arus pada motor akan naik sebesar 1,2002 ampere yang sebelumnya pada saat tanpa beban lebih kecil yaitu sebesar 1,15 ampere.

4.3.5 Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.02 N.m



Gambar 4-8
Gelombang Arus DC pada saat di beri beban sebesar 0.02 N.m

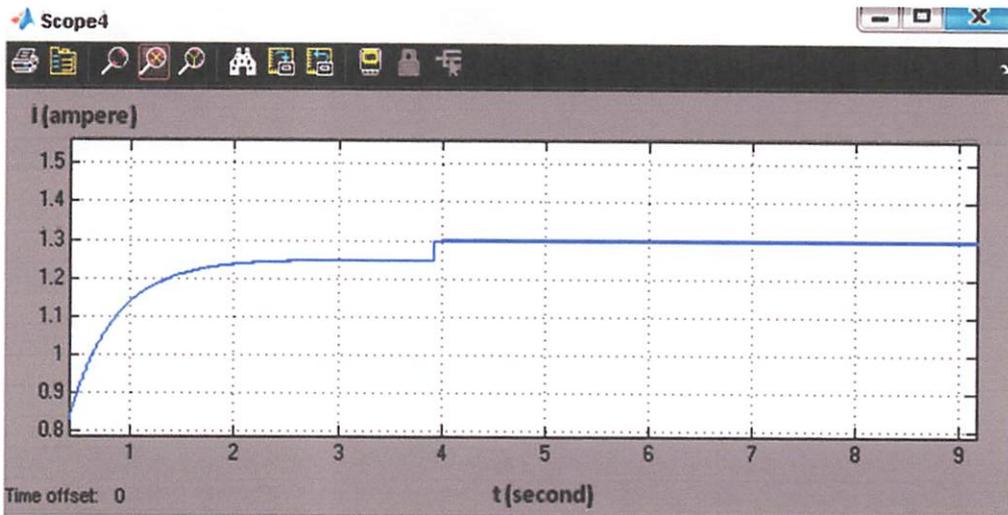
Dari gambar 4-8 diatas menunjukkan hasil bentuk gelombang arus motor dc yang dikontrol oleh AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat di beri beban sebesar 0,02 N.m, dan waktu disetting $t = 10$ second. Nilai arus yang ditampilkan adalah sebesar 1,2502 Ampere nilai ini naik sebesar 0,05 Ampere pada saat diberi beban sebesar 0,01 N.m



Gambar 4-9
Gelombang Putaran pada saat di beri beban sebesar 0.02 N.m

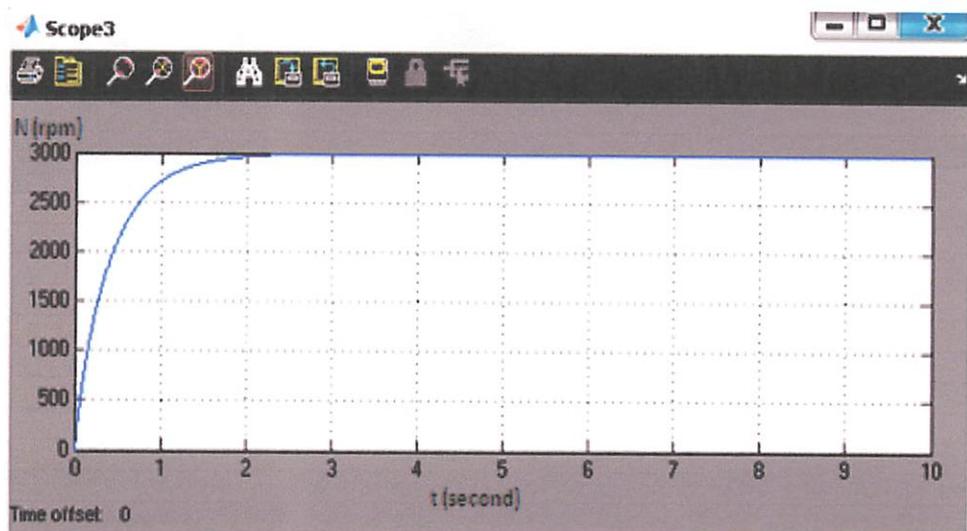
Gambar 4-9 diatas adalah bentuk gelombang kecepatan putaran motor dc yang di kontrol menggunakan rangkaian AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat diberi beban sebesar 0,02 N.m. Putaran yang di hasilkan adalah sebesar 2999,5 rpm. Dengan setting waktu sebesar 10 second. Hal ini menyebabkan arus pada motor akan naik sebesar 1,2502 ampere yang sebelumnya pada saat diberi beban 0,01 N.m lebih kecil yaitu sebesar 1,2002 ampere.

4.3.6 Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.03 N.m



Gambar 4-10
Gelombang Arus DC pada saat di beri beban sebesar 0.03 N.m

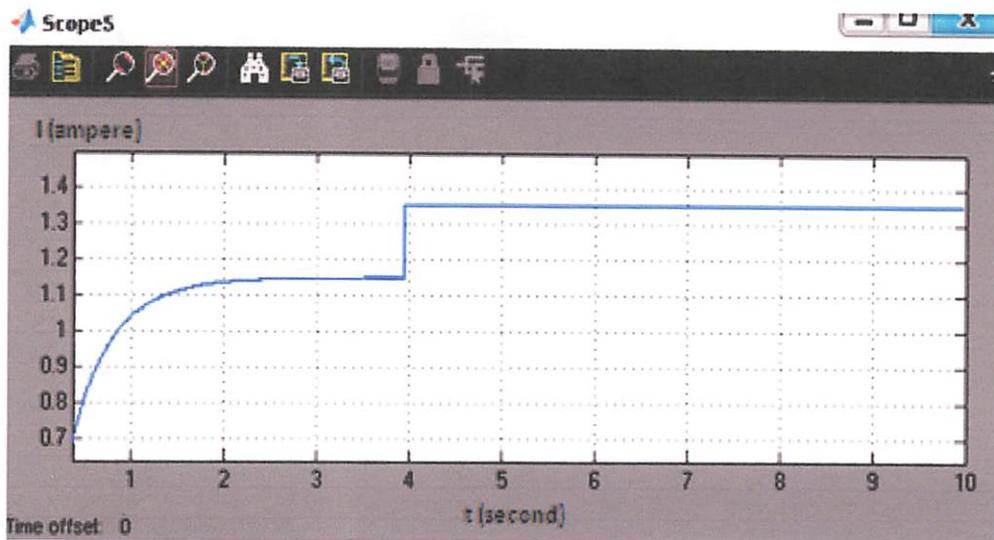
Dari gambar 4-10 diatas menunjukkan hasil bentuk gelombang arus motor dc yang dikontrol oleh AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat diberi beban sebesar 0,03 N.m, dan waktu disetting $t = 10$ second. Nilai arus yang ditampilkan adalah sebesar 1,306 Ampere nilai ini naik sebesar 0,0558 Ampere pada saat diberi beban sebesar 0,02 N.m.



Gambar 4-11
Gelombang Putaran pada saat di beri beban sebesar 0.03 N.m

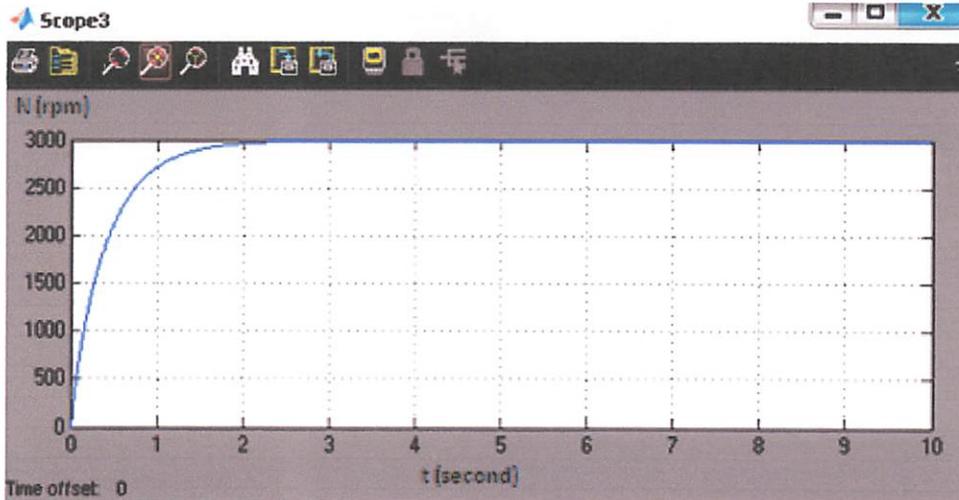
Gambar 4-11 diatas adalah bentuk gelombang kecepatan putaran motor dc yang di kontrol menggunakan rangkaian AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada diberi beban sebesar 0,03 N.m. Putaran yang di dihasilkan adalah sebesar 2999,4 rpm. Dengan setting waktu sebesar 10 second. Hal ini menyebabkan arus pada motor akan naik sebesar 1,306 ampere yang sebelumnya pada saat diberi beban 0,02 N.m lebih kecil yaitu sebesar 1,2502 ampere.

4.3.7 Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Rangkaian AC/DC Konverter Dengan Metode Real Analysis dan Torsi Beban di Setting Sebesar 0.04 N.m



Gambar 4-12
Gelombang Arus DC pada saat di beri beban sebesar 0.04 N.m

Dari gambar 4-12 diatas menunjukkan hasil bentuk gelombang arus motor dc yang dikontrol oleh AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat diberi beban sebesar 0,04 N.m, dan waktu disetting $t = 10$ second. Nilai arus yang ditampilkan adalah sebesar 1,3505 Ampere nilai ini naik sebesar 0,0445 Ampere pada saat diberi beban sebesar 0,03 N.m.



*Gambar 4-13
Gelombang Putaran pada saat di beri beban sebesar 0.04 N.m*

Gambar 4-13 diatas adalah bentuk gelombang kecepatan putaran motor dc yang di kontrol menggunakan rangkaian AC/DC konverter dengan menggunakan metode *Real Analysis* pada saat diberi beban sebesar 0,04 N.m. Putaran yang di hasilkan adalah sebesar 2999,3 rpm. Dengan setting waktu sebesar 10 second. Hal ini menyebabkan arus pada motor akan naik sebesar 1,306 ampere yang sebelumnya pada saat diberi beban 0,02 N.m lebih kecil yaitu sebesar 1,2502 ampere.

Beban yang digunakan adalah 0,01 N.m sampai dengan 0,04 N.m, hal ini dikarenakan disesuaikan percobaan yang dilakukan di Laboratorium agar mendapatkan suatu nilai perbandingan antara percobaan yang dilakukan sesuai dengan tabel 4.2 secara real dan simulasi dalam program.

Tabel 4-3
Data Hasil Simulasi Pengaturan Kecepatan Putaran Motor Dc Yang Di
Kedalikan Oleh Rangkaian Ac/Dc Konverter Menggunakan *Software*
Matlab Simulink

No	V _{AC-L} (Volt)	T (Nm)	I (Ampere)	N (rpm)	Error (%)
1	220	0	1,15	3000	0
2	220	0,01	1,2002	2999,6	0,013
3	220	0,02	1,2502	2999,5	0,016
4	220	0,03	1,306	2999,4	0,02
5	220	0,04	1,3505	2999,3	0,023

Dimana :

V_{AC} = Tegangan AC yang Masuk ke Rangkain AC/DC Konverter

I = Arus dalam (Ampere)

T = Torsi Beban (Nm)

N = Kecepatan Putaran Motor (rpm)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari percobaan analisis pengaturan kecepatan motor dc DELLORENZO DL10220 menggunakan rangkaian AC/DC converter dengan metode *Real Analysis* maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk percobaan dengan pengaturan tanpa beban nilai arus yang dihasilkan lebih kecil dari pada saat dibebani, hal ini dapat terlihat pada saat motor dalam kondisi tanpa beban arus yang dihasilkan adalah sebesar 1,15 Ampere sedangkan pada saat motor diberi beban 0,01 N.m arus yang dihasilkan adalah sebesar 1,2002 Ampere.
2. Dengan adanya penambahan beban maka putaran motor akan turun dan arusnya mengalami kenaikan, akan tetapi pada saat putaran turun SCR akan langsung membuka gate melalui pengaturan sudut alfa yang akan merespon arus motor pada saat terjadi perubahan beban sehingga daya masukkan motor akan bertambah dan putaran motor akan naik sebesar nilai setting kecepatan referensi.
3. Besar nilai kecepatan pada saat di beri beban 0,01 Nm tidak sama persis dengan kecepatan referensi yang telah di tentukan yaitu 3000rpm akan tetapi nilai kecepatan putaran ini hampir mencapai kecepatan referensi yaitu 2999,6

rpm. Beda selisih antara kecepatan putaran referensi dengan kecepatan pada saat di bebani 0,01 Nm mempunyai besar nilai error 0,013%.

4. Proses perubahan sudut alfa terjadi secara otomatis berdasarkan nilai arus dan putaran motor. Untuk setting sudut alfa pada saat motor tanpa beban adalah sebesar $81,87^\circ$ dan menghasilkan tegangan sebesar 42 volt dan putaran yang di hasilkan adalah sebesar 3000 rpm.
5. Proses perubahan sudut alfa terjadi secara otomatis berdasarkan nilai arus dan putaran motor. Untuk setting sudut alfa pada saat di beri beban sebesar 0,01 N.m adalah sebesar $81,84^\circ$ dan menghasilkan tegangan sebesar 42,15 volt dan putaran yang di hasilkan adalah sebesar 3000 rpm.

5.2. Saran

Setelah penyusunan skripsi ini kami mempunyai beberapa masukan bagi para pembaca sekalian untuk dapat dikembangkan dikemudian hari yaitu:

1. Untuk mengoptimalkan penggunaan rangkaian AC/DC konverter maka rangkaian dapat difariasi sedemikian hingga akan mendapatkan hasil keluaran tegangan dc yang optimal dan menghasilkan putaran motor dc yang stabil.
2. Untuk melakukan suatu percobaan simulasi pada matlab simulink maka hendaknya motor dan rangkaian AC/DC konverter di modelkan terlebih dahulu pada lembar matlab simulink.

3. Untuk mendapatkan nilai-nilai parameter yang lebih akurat maka hendaknya percobaan dilakukan secara hati-hati dan harus menggunakan alat ukur yang lebih akurat.
4. Didalam penggunaan rangkaian AC/DC konverter sebagai pengatur tegangan dan putaran motor dc hendaknya diberikan suatu filter penyearah untuk mengurangi *ripple*.
5. Agar validasi data lebih akurat maka pada saat penginputan parameter dalam pembuatan program simulasi pada MATLAB lebih teliti.
6. Untuk lebih bermanfaat rangkaian AC/DC konverter dapat diaplikasikan pada semua peralatan system dan semua peralatan industri yang menggunakan sumber tegangan dc, seperti dc *power supply*, Penggerak mesin konveyor, Blower, memutar *impeller* pompa dll.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V.Katic: *A New Method Of Three Phase Bridge Rectifier Current and Voltage Harmonic Determination*. International Journal of Power & Energi Sistem, Vol 14, No. 1, 1994, pp, 44-48.International. 2002. fourth edition.
- [2] Burak Ozpineci Leon M. Tobert, Simulink Implementation of Induction Machine Model – A modular Approach, IEEE Transacton on Power Electronics 2003,728-734 .
- [3] Stephen J. Chapman. Electrical Machinery Fundamentals, McGraw-Hill International Editons,1985.
- [4] R. Krishan.Electric Motor Drives Modeling, Analysis and Control. Pretince hall International Inc. 1998.
- [5] Zuhail.” Dasar Teknik Tenaga Listrik” Penerbit ITB Bandung.
- [6] Achyanto,Djoko, “ *Mesin – mesin Listrik (Edisi keempat)* ”, Jakarta,Erlangga.1992.

A person wearing a white lab coat is operating a large, complex industrial machine. The machine has various components, including a red brush-like part and a control panel with buttons and a dial. The person's hands are visible, interacting with the machine. The background is a plain, light color.

LAMPIRAN



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

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama Mahasiswa : Syapril Salamun
NIM : 04.12.008
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Analisis Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC
Menggunakan Kontrol AC/DC Konverter Dengan Metode
Real Analysis Dilaboratorium Konversi Energi Elektrik
ITN Malang

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada :

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009
Dengan Nilai : 73,4 (B+) *Bej*



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

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

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

Anggota Penguji

Penguji I

(Ir. Eko Nurcahyo)
NIP. Y. 1028700172

Penguji II

(Irrine Budi S, ST, MT)
NIP. X. 132314400



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
REKREASI ACARA ULIAN KHARISMA**

Nama Mahasiswa : Syarif Syarifuddin
NIM : 0412008
Jurusan : Teknik Elektro 2-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Analisis Perhitungan Kecepatan Putaran Motor DC
Menganalisa Perhitungan Kecepatan Putaran Motor DC
Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan skripsi ini adalah
117 minggu
Diperkirakan dibagikan dan pengujian selesai pada Sabtu 21-11-2009
Hari : Sabtu
Tanggal : 21-11-2009
Tempat Nilit : ITS (B-1)

Pandaian Ujian Skripsi

Substansi

Nama

(Dr. F. Zuhdi Limanunggoro, MT)
NIP. 102870013

(Dr. H. Sidiq Negerijono, MT)
NIP. 102870013

Anggota Pengaji

Pengaji II

Pengaji I

(Irfan Huda, ST, MT)
NIP. 102870013

(Dr. Irfan Huda, ST, MT)
NIP. 102870013



FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

Dari hasil ujian Skripsi jenjang Strata Satu (S-1) Jurusan Teknik Elektro, Konsentrasi Energi Listrik yang diselenggarakan pada:

Hari : Sabtu
Tanggal : 14 Maret 2009

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

Nama : Syapril Salamun
N.I.M : 04.12.008
Masa Bimbingan : 06 November 2008 s/d 06 Mei 2009
Judul : Analisis Pengaturan Kecepatan Putaran Motor DC Menggunakan Kontrol AC/DC Konverter Dengan Metode *Real Analysis* Di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

Perbaikan Meliputi :

No	Materi Perbaikan	Paraf
1.	Flowchart Halaman 41 Diperbaiki	
2.	0,5 % batasan flowchart dari mana	
3	Kenapa batasan torsi 0,04 N.m	
4	Bagaimana pengaruh torsi terhadap faktor daya	

Disetujui,

Penguji

(Irrine Budi S, ST, MT)

NIP. Y. 132314400

Mengetahui,

Dosen Pembimbing I

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)

NIP. Y. 1018800188

Dosen Pembimbing II

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)

NIP. Y. 1038900209



FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SYAPRIL SALAMUN
Nim : 04.12.008
Masa Bimbingan : 06 November s/d 06 Mei 2009
Judul Skripsi : ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS* DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	13-01-2009	Konsultasi latar belakang & batasan masalah	
2.	15-01-2009	Konsultasi pengambilan data di Lab. Konversi	
3.	19-01-2009	Konsultasi Bab II	
4.	22-01-2009	Konsultasi Bab III	
5.	24-01-2009	Konsultasi Bab IV & Bab V	
6.	27-01-2009	Revisi kesimpulan	
7.	31-01-2009	Dibuatkan makalah Seminar Hasil	
8.	11-02-2009	Konsultasi makalah	
9.	17-02-2009	Acc makalah seminar Hasil	
10.	25-02-2009	Acc Ujian	

Malang,
Dosen Pembimbing I

Ir. M. Abdul Hamid, MT
Nip . 10188000188

Form.S-4b



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
JL. BENDUNGAN SIGURA-GURA 2
JL. RAYA KARANGLO, KM 2
MALANG

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SYAPRIL SALAMUN
Nim : 04.12.008
Masa Bimbingan : 06 November 2008 s/d 06 Mei 2009
Judul Skripsi : ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS* DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	28/01 2009	Konsultasi latar belakang, Tujuan	[Signature]
2.	9/02 2009	Konsultasi Pengambilan data	[Signature]
3.	11/02 2009	Konsultasi Analisa data	[Signature]
4.	13/02 2009	Konsultasi bab II dan III	[Signature]
5.		Konsultasi bab IV & V	[Signature]
6.		Dibuatkan makalah Seminar	[Signature]
7.		acc makalah Seminar, Acc Ujian	[Signature]
8.			
9.			
10.			

Malang,
Dosen Pembimbing II

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP. Y. 1038900209



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 25 November 2008

Nomor : ITN-467/I.TA/2/08
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

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

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama : SYAPRIL SALAMUN
Nim : 0412008
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

07 November 2008 s/d 07 Mei 2009

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



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S 4a

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Syapril Salamun
Nim : 04.12.008
Semester : 09 (Sembilan)
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik ~~Elektronika~~/Energi Listrik

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

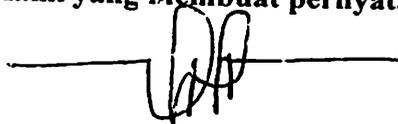
**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC
MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE
REAL ANALYSIS DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat digunakan seperlunya.

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

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,



Ir. Abdul Hamid, MT

NIP.Y. 1018800188

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Syapril Salamun

Nim : 04.12.008

Semester : 09 (Sembilan)

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : ~~Teknik Elektronika~~/Energi Listrik

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

**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC
MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE
REAL ANALYSIS DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**

Demikian surat pernyataan ini kami buat agar dapat digunakan seperlunya.

Catatan :

Setelah disetujui agar formulir ini
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan
Kepada jurusan untuk diproses lebih lanjut

*) Coret yang tidak perlu

Malang,

Kami yang membuat pernyataan,



Ir. Teguh Herbasuki, MT

NIP.Y. 1038900209

Form S-3b



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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 25 November 2008

Nomor : ITN-468/1 TA/2/08
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr. **IR. TEGUH HERBASUKI, 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 : SYAPRIL SALAMUN
Nim : 0412008
Fakultas : Teknologi Industri
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

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

07 November 2008 s/d 07 Mei 2009

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

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



Ketua Jurusan
Teknik Elektro S-1

[Signature]
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. Y. 1039500274

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S 4a

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

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 : **Syapril Salamun**
Nim : **04.12.008**
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) :

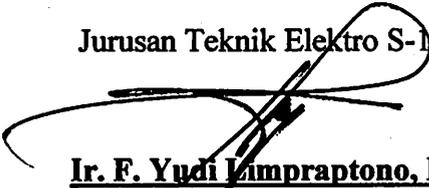
ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS* DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

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

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

Ketua

Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip.1039500274

Malang,

Hormat kami,


Syapril Salamun

*) Coret yang tidak perlu

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

Lampiran : 1 (satu) berkas
Pembimbing Skripsi

Kepada : Yth. Bapak Ir. Teguh Herbasuki, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
MALANG

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Syapril Salamun
Nim : 04.12.008
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

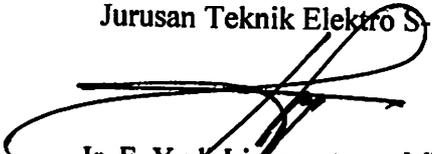
Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak bersedia menjadi Dosen Pembimbing II, untuk penyusunan Skripsi dengan judul (proposal terlampir) :

**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC
MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN
METODE *REAL ANALYSIS* DI LABORATORIUM KONVERSI
ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

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

Malang,

Ketua
Jurusan Teknik Elektro S-1


Ir. F. Yudi Limpraptono, MT
Nip. 1039500274

Hormat Kami,

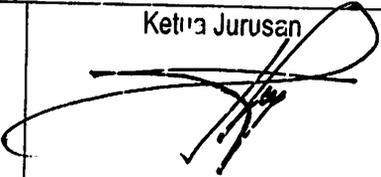

Syapril Salamun

Form S-3a



LEMBAR PENGAJUAN JUDUL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

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

1.	Nama Mahasiswa: <u>Syapril . Salamun</u>		Nim: <u>04.12.0017</u>	
2.	Waktu Pengajuan	Tanggal: <u>25</u>	Bulan: <u>08</u>	Tahun: <u>2008</u>
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)				
3.	<input type="checkbox"/> a. Sistem Tenaga Elektrik <input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi <input type="checkbox"/> c. Tegangan Tinggi & Pengukuran <input type="checkbox"/> d. Sistem Kendali Industri		<input type="checkbox"/> e. Elektronika & Komponen <input type="checkbox"/> f. Elektronika Digital & Komputer <input type="checkbox"/> g. Elektronika Komunikasi <input type="checkbox"/> h. lainnya	
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen*) <u>Ir. Abd. Hamid, MT</u>		Ketia Jurusan  <u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274	
5.	Judul yang diajukan mahasiswa:	<u>Analisa kontrol kecepatan Motor DC Dengan AC/DC konverter untuk Mereduksi Arus Harmonisa Dengan Metode Real Analisis Menggunakan Matlab Simulink</u>		
6.	Perubahan judul yang disetujui Dosen sesuai materi bidang ilmu	<u>Analisis pengaturan kecepatan putaran motor dc menggunakan kontrol AC/DC konverter dengan metode Real Analisis</u>		
Catatan:				
7.	Persetujuan Judul skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu		Disetujui Dosen <u>6 Sept. 2008</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



PERMOHONAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Yang betanda tangan dibawah ini :

Nama : Syapril Salamun
 NIM : 04.12.008
 Semester : 9 (Enam)
 Fakultas : Teknologi Industri
 Jurusan : Teknik Elektro S-1
 Konsentrasi : **TEKNIK ELEKTRONIKA**
TEKNIK ENERGI LISTRIK
TEKNIK KOMPUTER DAN INFORMATIKA
 Alamat : Jl. Sumber Sari... Bang... IV. B. / 24.9. B.

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

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

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

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

Telah diteliti kebenaran data tersebut diatas
 Recording Teknik Elektro

[Handwritten signature]

Malang,200

Pemohon

[Handwritten signature]



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 :
NIM :
Perbaikan meliputi :

Syamil S
64.12.005

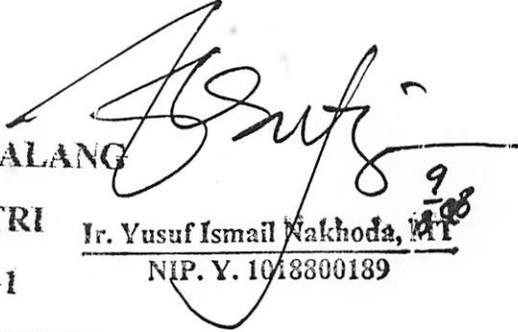
- flowchart hal 41 diperbaiki.
- C15 to batasan flowchart dan mans)
- berapa batasan term 0,04 mm ?
- bagaimana pengaruh hari led faktor daya?

Malang, 14/5/2009

(Irine Rizki)

Ir. M. Abd. Hamid, MT
Ir. Teguh Herbasuki, MT

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


Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189



ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN PUTARAN MOTOR DC
MENGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN
METODE *REAL ANALYSIS*
DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK IIN MALANG

PROPOSAL SKRIPSI

Disusun oleh :
Syapril Salamun
Nim : 04.12.008

September 2008



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

Malang, 03 Januari 2009

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

Dengan Hormat,
Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : SYAPRIL SALAMUN
Nim : 04.12.008
Jurusan : Elektro ST S-1
Judul Skripsi / T.A : ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL AC/DC KONVERTER DENGAN METODE *REAL ANALYSIS* 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: 03 Januari 2009

No	Kode Alat	Nama Alat
1.	DL 10220	Motor DC 1 Fasa DE LORENZO 10220
2.	DL 10060	Panel Ukur DE LORENZO
3.	DL 10016	Power Supply
4.	DL 2026	Tachometer
5.	DL 2315c	DC Motor Sped Control
6.	DL 10300A	Torsi Beban
7.	DL 2006 C	Torsi Meter
8.	DT 2026	Avometer
9.	ELC – 132 A	LCR 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

Pemohon

Paschalis R.G Wayan
03.12.064

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik

Syapril Salamun
04.12.008



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

LEMBAR PERBAIKAN SKRIPSI

1. 0,5% batasan flowchart dari mana

- Dari flowchart halaman 31, 0,5 % (toleransi) dalam suatu motor tidak ada suatu nilai toleransi, jadi motor bekerja sesuai dengan (*name-plate*) jadi kecepatannya tidak boleh melebihi nilai kecepatan yang sudah ditentukan, demikian juga pada saat dibebani arusnya tidak boleh melebihi arus nominal, berbeda dengan suatu alat ukur yang mempunyai toleransi sebesar 0,5%.

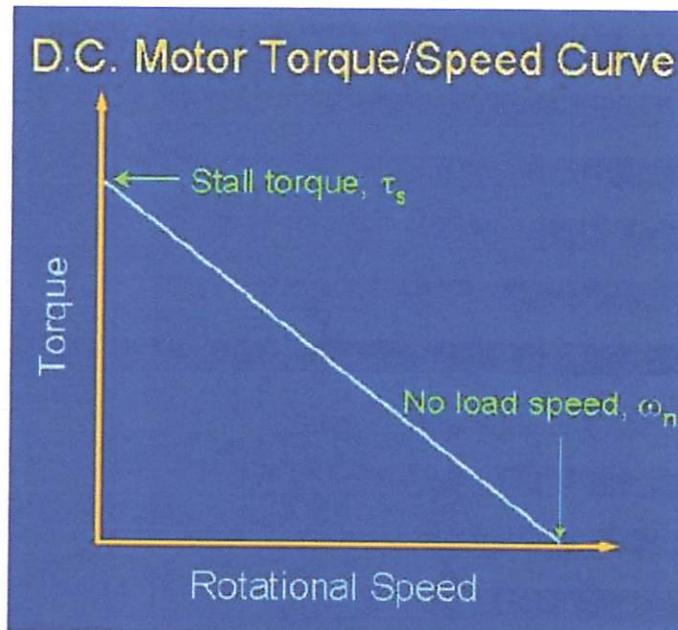
Berikut Data papan (*Name-Plate*)

TEGANGAN JANGKAR (V_a)	: 42 VOLT
ARUS JANGKAR (I_a)	: 7 AMPERE
FREKUENSI	: 50 HZ
DAYA	: 200W
PUTARAN	: 3000 RPM
TEGANGAN MEDAN (V_f)	: 33VOLT
ARUS MEDAN (I_f)	: 0.32 A
KELAS	: F

2. Apa pengaruh Torsi terhadap factor daya

- Pada Motor DC pengaruh torsi terhadap factor daya tidak ada karena motor DC tidak mempunyai nilai frekuensi ($f = 0\text{Hz}$)

Ditinjau dari Karakteristik yang dimiliki suatu motor DC dapat digambarkan melalui kurva daya dan kurva torsi/kecepatannya, dari kurva tersebut dapat dianalisa batasan-batasan kerja dari motor serta daerah kerja optimum dari motor tersebut.



Dari grafik diatas terlihat hubungan antara torsi dan kecepatan untuk suatu motor dc tertentu. dari grafik terlihat bahwa torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran, dengan kata lain terdapat *tradeoff* antara besar torsi yang dihasilkan motor dengan kecepatan putaran motor. Dua karakteristik penting terlihat dari grafik yaitu:

- Stall torque, (τ_s), menunjukkan titik pada grafik dimana torsi maksimum ,tetapi tidak ada putaran pada motor.
- No load speed,,menunjukkan titik pada grafik dimana terjadi kecepatan putaran maksimum,tetapi tidak ada beban pada motor

Analisa terhadap grafik dilakukan dengan menghubungkan kedua titik tersebut dengan sebuah garis, dimana persamaan garis tersebut dapat ditulis didalam fungsi torsi atau kecepatan sudut

$$\tau_{\text{motor}} = \tau_s - \frac{\omega \tau_s}{\omega_n}$$

$$\omega_{\text{motor}} = (\tau_s - \tau) \omega_n / \tau_s$$

Dengan mensubstitusikan persamaan (torsi dan kecepatan) kedalam persamaan (daya) diperoleh:

$$P_{\text{motor}}(\omega) = -(\tau_s / \omega_n) \omega^2 + \tau_s \omega$$

$$P_{\text{motor}}(\tau) = -(\omega_n / \tau_s) \tau^2 + \omega_n \tau$$

Dari kedua persamaan tersebut dapat dilihat bahwa daya output maksimum terjadi saat dan

Dari persamaan (daya) terlihat bahwa daya merupakan perkalian antara torsi dan kecepatan sudut, dimana didalam grafik ditunjukkan oleh luas daerah segiempat dibawah kurvatorsi/kecepatan.

