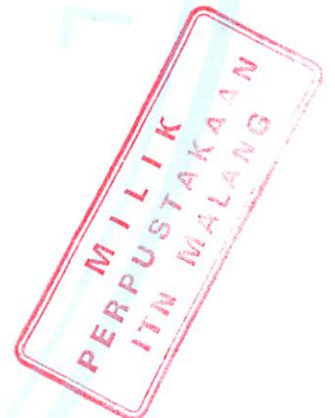


**ANALISIS PEMASANGAN LC FILTER PADA SCR (*Silicon
Controlled Rectifier*) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC
MENGUNAKAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK 7.0 DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
Rahmat Putra Hunowu
NIM : 03.12.049**



**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ENERGI LISTRIK
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2010**

REPUBLIC OF INDONESIA
DEPARTMENT OF THE ARMY
HEADQUARTERS OF THE ARMY
JANUARY 1965

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET

SECRET
SECRET
SECRET
SECRET

Special thanks to Rahma who wrote letters, motifs, posters, and booklets

Thanks to PT Angkasa 2008, Rully, Yoy, Jan, Fani, Dony,
Widi, and who helped in making the book

teman-temanku

... Mas Widi and Mas Widi

...dengan segala ketulusan dan kesabaran hati

Mama Terima, My Dad, Papa Hasan, Dony,

Kedua Orang Tua-k

Terima Kasih Kepada

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS PEMASANGAN LC FILTER PADA SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)
SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN *SOFTWARE*
MATLAB *SIMULINK* 7.0 DI
LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG

SKRIPSI

*Disusun dan diajukan untuk melengkapi dan memenuhi persyaratan guna mencapai
gelar Sarjana Teknik Strata Satu*

Disusun oleh :
Rahmat Putra Hunowu
NIM : 03.12.049

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1


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

Diperiksa dan Disetujui,



Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

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

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

**ANALISIS PEMASANGAN LC FILTER PADA SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)
SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB
SIMULINK 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK
ITN MALANG**

Rahmat Putra Hunowu, 03.12.049

Teknik Elektro Energi Listrik S-1

Institut Teknologi Nasional Malang

E-mail : rahmat.putra@gmail.com

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

Dosen Pembimbing II : Bambang Prio Hartono, ST, MT

Abstrak

Filter merupakan suatu rangkaian untuk melewatkan sinyal – sinyal yang diperlukan dan menahan sinyal – sinyal yang tidak dikehendaki serta untuk memperkecil pengaruh noise dan interferensi pada sinyal yang dikehendaki. Sekarang ini converter elektronika daya banyak digunakan dikalangan luas, salah satunya adalah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*). Dalam setiap perubahan sudut pemicuan SCR seringkali dapat menyebabkan pengaruh yang tidak diinginkan antara lain peralatan menjadi panas dan, life time peralatan menjadi berkurang. Pemasangan LC Filter adalah suatu solusi untuk permasalahan tersebut.

Pada penelitian ini membahas pemasangan LC Filter pada SCR sebagai pengendali Motor DC. Melalui pengaturan tegangan, kita dapat mereduksi amplitudo frekuensi tegangan dan arus serta mengetahui pengaruhnya terhadap unjuk kerja Motor DC itu sendiri.

Dari hasil simulasi dengan pemasangan LC Filter pada SCR sebagai pengendali Motor DC, step tegangan pada setiap sudut pemicuan lebih baik, dimana rata-rata penurunan tegangan per-step adalah 0.53 Volt dc, dibandingkan tanpa pemasangan LC Filter pada SCR dengan kondisi torsi beban nol maupun torsi beban disetting pada 0.5 Nm, rata-rata penurunan tegangan per-step adalah 3.2 Volt dc. Matlab *Simulink* merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pemodelan dan simulasi.

Kata kunci : *LC Filter, Motor DC, SCR (Silicon Controlled Rectifier), Matlab Simulink.*

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana elektro di Institut Teknologi Nasional Malang.

Skripsi ini merupakan suatu karya yang tidak dapat di wujudkan tanpa adanya dorongan, bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada :

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

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

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penyusun pada khususnya dalam memperkaya pengetahuan tentang ilmu kelistrikan.

Malang, Agustus 2010

Penyusun

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan

Abstrak

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel.....	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Pembahasan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Metodologi Penelitian.....	3
1.6 Relevansi	4

BAB II LANDASAN TEORI

2.1 Umum	5
2.2 Prinsip Kerja Motor DC.....	6
2.3 Rangkaian Ekuivalen Motor DC.....	8
2.4 Jenis – jenis Motor DC	9
2.5 Motor DC Penguatan Terpisah	10
2.6 Pengaturan Kecepatan Motor DC	12
2.7 Pengaturan Tegangan Jangkar	12
2.8 Rangkaian LC Filter	13
2.9 Spesifikasi Motor DC	14

BAB III PEMODELAN SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), MOTOR DC DAN LC FILTER

3.1 SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>)	15
3.2 Matlab Simulink	17

3.3 Pengujian Parameter Motor DC.....	20
3.3.1 Alat-alat Yang dipergunakan Dalam Pengujian	20
3.3.2 Data Hasil Pengujian Motor DC.....	20
3.3.3 Menentukan Sudut Penyalaan Pada SCR Untuk Pengendalian Motor DC.....	21
3.4 Pemodelan SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>), Motor DC Dan LC Filter	24
3.4.1 Pemodelan SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>)	24
3.4.2 Pemodelan Motor DC	25
3.4.3 Pemodelan LC Filter.....	26
3.5 Algoritma Pemrograman.....	30
3.5.1 Algoritma Pemecahan Masalah Secara umum	30
3.6 Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum.....	31
3.6.1 Eksperimen	31
3.6.2 Simulasi	32
3.6.3 Eksperimen.....	33
3.6.4 Simulasi	34

BAB IV HASIL EKSPERIMEN DAN SIMULASI

4.1 Eksperimen	35
4.1.1 Hasil Eksperimen.....	37
4.2 Simulasi Motor DC dan SCR pada Software Matlab <i>Simulink</i>	38
4.2.1 Tampilan Pengujian Parameter Motor DC	38
4.2.2 Pemodelan Sistem	39
4.3 Hasil Simulasi	41
4.3.1 Tanpa Pemasangan LC Filter, Torsi Beban Nol dengan $V_{ac} = 190\text{ V}$	41
4.3.2 Dengan Pemasangan LC Filter, Torsi Beban Nol dengan $V_{ac} = 190\text{ V}$	55
4.3.3 Hasil Simulasi Untuk Kondisi Torsi Beban disetting Pada 0.5 N.m dan $V_{ac} = 190\text{ V}$ (Khusus pada simulasi)	70

4.3.3.1 Tanpa Pemasangan LC Filter	70
4.3.3.2 Dengan Pemasangan LC Filter.....	74
4.4 Perbandingan Hasil Simulasi dan Eksperimen	82
4.4.1 Tanpa Pemasangan LC Filter	82
4.4.2 Dengan Pemasangan LC Filter	83
4.5 Analisa Error Simulasi Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen	84
4.5.1 Tanpa Pemasangan LC Filter.....	84
4.5.2 Dengan Pemasangan LC Filter	85
4.6 Analisa Perbandingan Hasil Simulasi dan Eksperimen Antara Tanpa Pemasangan LC Filter dan Dengan Pemasangan LC Filter Pada SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>) Sebagai Pengendali Motor DC.....	87

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	90
5.2. Saran	91

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Motor DC	6
Gambar 2-2	Konstruksi Motor DC.....	6
Gambar 2-3	Interaksi Antara Medan Magnet dan Penghantar Yang dialiri Arus	6
Gambar 2-4	Rangkaian Ekuivalen Motor DC.....	8
Gambar 2-5	Rangkaian Jenis Motor Penguatan Terpisah.....	10
Gambar 2-6	Rangkaian Jenis Motor DC Penguatan Sendiri.....	10
Gambar 2-7	Diagram Skematik Jangkar-Magnet Terkontrol Motor DC.....	13
Gambar 2-8	Rangkaian LC Filter pada SCR Sebagai Pengendali Motor DC.....	14
Gambar 3-1	(a) Simbol SCR	15
	(b) Karakteristik Penyalaan SCR	15
Gambar 3-2	Bias Maju SCR pada siklus setengah gelombang.....	16
Gambar 3-3	SCR Phase Controll	16
Gambar 3-4	(a) Rangkaian Pengendali SCR Pada Motor DC	17
	(b) Out-put gelombang penuh Rangkaian SCR pada Motor DC Pada sudut pemicuan $\alpha = 45^\circ$	17
Gambar 3-5	Simulink Library Pada Matlab 7.0	18
Gambar 3-6	Contoh Penggunaan Simulink.....	19
Gambar 3-7	Contoh Tampilan M-Files.....	19
Gambar 3-8	(a) Contoh Tampilan blok functional.....	24
	(b) Blok parameter function 1	25
Gambar 3-9	(a) Contoh Tampilan blok functional 2.....	25
	(b) Blok parameter function 2.....	25
Gambar 3-10	Contoh blok Motor DC pada Matlab Simulink.....	26
Gambar 3-11	Contoh blok Parameter Motor DC pada Matlab Simulink	26
Gambar 3-12	Contoh blok function LC Filter.....	27
Gambar 3-13	Pengontrolan SCR sebagai pengendali Motor Tanpa Menggunakan LC Filter.....	28
Gambar 3-14	Pemasangan LC Filter Pada SCR Sebagai Pengendali	

	Motor DC	29
Gambar 4-1	Rangkaian Eksperimen Pengujian Pemasangan LC Filter Pada SCR Sebagai Pengendali Motor DC	35
Gambar 4-2	Hasil Eksperimen Gelombang Vdc pada sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0^0	36
Gambar 4-3	Hasil Eksperimen Gelombang Vdc pada sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0	36
Gambar 4-4	Hasil Eksperimen Gelombang Vdc pada sudut Pemicuan SCR (α^0) = 45^0	36
Gambar 4-5	Hasil Eksperimen Gelombang Vdc pada sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60^0	36
Gambar 4-6	Blok Parameter Motor DC	38
Gambar 4-7	Model Blok Simulink SCR Sebagai Pengendali Motor DC Tanpa Pemasangan LC Filter	39
Gambar 4-8	Model Blok Simulink SCR Sebagai Pengendali Motor DC Dengan Pemasangan LC Filter	40
Gambar 4-9	Blok Simulink untuk kondisi sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 Pada torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	41
Gambar 4-10	Hasil Simulasi Vac pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0^0 Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	42
Gambar 4-11	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0^0 Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	43
Gambar 4-12	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0^0 Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	44
Gambar 4-13	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0 pada kondisi torsi beban nol Tanpa Pemasangan LC Filter	44
Gambar 4-14	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 30^0 Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	45
Gambar 4-15	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 30^0 Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	47

Gambar 4-16	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$) pada kondisi torsi beban nol Tanpa Pemasangan LC Filter	48
Gambar 4-17	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 45^0$) Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	49
Gambar 4-18	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 45^0$) Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	50
Gambar 4-19	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$) pada kondisi torsi beban nol Tanpa Pemasangan LC Filter	51
Gambar 4-20	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 60^0$) Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	52
Gambar 4-21	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 60^0$) Dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter	54
Gambar 4-22	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) pada kondisi torsi beban nol dengan Pemasangan LC Filter.....	55
Gambar 4-23	Hasil Simulasi Vac pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 0^0$) Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	56
Gambar 4-24	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 0^0$) Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	57
Gambar 4-25	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 0^0$) Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	58
Gambar 4-26	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^0 = 30^0$) pada kondisi torsi beban nol dengan Pemasangan LC Filter.....	58
Gambar 4-27	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 30^0$) Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	59
Gambar 4-28	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 30^0$) Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	61
Gambar 4-29	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$) pada kondisi torsi beban nol dengan Pemasangan LC Filter.....	62
Gambar 4-30	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR SCR ($\alpha^0 = 45^0$) Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	63

Gambar 4-31	Hasil Simulasi I _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 45 ⁰ Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	65
Gambar 4-32	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60 ⁰ pada kondisi torsi beban nol dengan Pemasangan LC Filter.....	66
Gambar 4-33	Hasil Simulasi V _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 60 ⁰ Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	67
Gambar 4-34	Hasil Simulasi I _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 60 ⁰ Dengan kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC Filter.....	69
Gambar 4-35	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0 ⁰ pada kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Tanpa Pemasangan LC Filter	70
Gambar 4-36	Hasil Simulasi V _{ac} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0 ⁰ Dengan kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Tanpa pemasangan LC Filter	71
Gambar 4-37	Hasil Simulasi V _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0 ⁰ Dengan kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Tanpa pemasangan LC Filter	72
Gambar 4-38	Hasil Simulasi I _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0 ⁰ Dengan kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Tanpa pemasangan LC Filter	73
Gambar 4-39	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0 ⁰ pada kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Dengan Pemasangan LC Filter	74
Gambar 4-40	Hasil Simulasi V _{ac} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0 ⁰ Dengan kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Dengan pemasangan LC Filter	75
Gambar 4-41	Hasil Simulasi V _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0 ⁰ Dengan kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Dengan pemasangan LC Filter	76
Gambar 4-42	Hasil Simulasi I _{dc} pada sudut pemicuan SCR SCR (α^0) = 0 ⁰ Dengan kondisi torsi beban disetting 0.5 Nm Dengan pemasangan LC Filter	77

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1 : Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC	21
Tabel 4-1 : Data Hasil Eksperimen Pengujian SCR Sebagai Pengendali Motor DC (Tanpa Pemasangan LC Filter)	37
Tabel 4-2 : Data Hasil Eksperimen Pengujian Pemasangan LC Filter Pada SCR Sebagai Pengendali Motor DC.....	37
Tabel 4-3 : Hasil Simulasi Pada Torsi Beban nol Tanpa Pemasangan LC Filter.....	77
Tabel 4-4 : Hasil Simulasi Pada Torsi Beban nol Dengan Pemasangan LC Filter	79
Tabel 4-5 : Hasil Simulasi Untuk Kondisi Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m (Khusus Simulasi) Tanpa Pemasangan LC Filter	80
Tabel 4-6 : Hasil Simulasi Untuk Kondisi Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m (Khusus Simulasi) Dengan Pemasangan LC Filter.....	81
Tabel 4-7 : Data Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR Sebagai Pengendali Motor DC Tanpa Pemasangan LC Filter.....	82
Tabel 4-8 : Data Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR Sebagai Pengendali Motor DC Dengan Pemasangan LC Filter.....	83
Tabel 4-9 : Data Hasil Perbandingan Simulasi antara Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m dan Simulasi Torsi Beban nol SCR Sebagai Pengendali Motor DC Tanpa Pemasangan LC Filter (Khusus Simulasi).....	83
Tabel 4-10 : Data Hasil Perbandingan Simulasi antara Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m dan Simulasi Torsi Beban nol SCR Sebagai Pengendali Motor DC Dengan Pemasangan LC Filter (Khusus Simulasi).....	83
Tabel 4-11 : Data Hasil Percobaan Simulasi Penurunan Tegangan Per-step pada SCR Sebagai Pengendali Motor DC Dengan Kondisi Torsi Beban nol maupun Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m Dengan Pemasangan L dan C Filter.....	88
Tabel 4-12 : Data Hasil Percobaan Simulasi Penurunan Tegangan Per-step pada SCR Sebagai Pengendali Motor DC Dengan Kondisi Torsi Beban nol maupun Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m Tanpa Pemasangan L dan C Filter	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Motor dc digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Keuntungan utama Motor dc adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. 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.^[7]

Sistem kendali memegang peranan yang sangat penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Sistem proses pengontrolan secara luas digunakan pada industri yang menggunakan mesin yang bekerja bersama-sama untuk melakukan suatu operasi tertentu^[4]. Sekarang ini converter elektronika daya banyak digunakan dikalangan luas, salah satunya adalah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)^[9]. Pengendalian motor dc sangat diperlukan apabila motor tersebut akan digunakan pada kecepatan yang diinginkan^[4]. Salah satu cara pengendalian motor dc yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*). Dalam setiap perubahan sudut pemicuan SCR seringkali dapat menyebabkan pengaruh yang tidak diinginkan antara lain peralatan menjadi panas dan, life time peralatan menjadi berkurang^[9]. Filter merupakan suatu rangkaian yang berfungsi untuk melewatkan sinyal-sinyal yang diperlukan dan menahan sinyal-sinyal yang tidak dikehendaki serta untuk memperkecil pengaruh noise dan interferensi pada sinyal yang dikehendaki. Secara sederhana pemfilteran adalah sebuah proses pemilihan atau penekanan komponen-komponen frekuensi tertentu dari sebuah sinyal^[10]. Ada beberapa jenis filter yang ditawarkan yaitu low-pass filter, band pass filter, high-pass filter dan bandstop filter^[11]. Rangkaian filter dapat bersifat pasif maupun aktif menggunakan operasional amplifier (op-amp) dengan komponen resistor dan kapasitor. Sedangkan filter pasif yaitu filter yang hanya tersusun dari resistor dan kapasitor, atau resistor dan induktor maupun kombinasi ketiga

komponen tersebut. Filter aktif mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan filter pasif seperti ukurannya yang lebih kecil, ringan dan murah serta memberikan banyak keleluasaan dalam hal perancangannya. Adapun kekurangan filter aktif ini adalah adanya kebutuhan akan catu daya dan kepekaan terhadap perubahan keadaan sekitarnya seperti perubahan suhu^[10].

Oleh karena itu dengan adanya analisis pemasangan LC filter pada SCR (*silicon controlled rectifier*) sebagai pengendali motor dc melalui pengaturan tegangan, kita dapat mereduksi amplitudo frekuensi tegangan dan arus serta mengetahui pengaruhnya terhadap unjuk kerja motor dc itu sendiri.

Simulasi komputer sering dipilih untuk mempelajari kinerja peralihan dan kendali atau 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 pemasangan LC filter dari penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc dengan membentuk blok-blok *transfer function* dari persamaan matematika motor dc yang telah diketahui.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menganalisa pemasangan LC filter dari penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc dengan bantuan *software* MATLAB 7.0.
2. Bagaimana membentuk blok-blok *transfer function* sehingga perubahan arus, tegangan dan kecepatan dapat diketahui.

1.3. Tujuan Pembahasan

Tujuan pembahasan skripsi ini adalah menganalisa pemasangan LC filter dari penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc dengan menggunakan *software* MATLAB *Simulink*.

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/DL1023, 1,1 kW.
 Tegangan nominal jangkar (V_a) : 220 V,
 Arus nominal jangkar (I_a) : 6,5 A ,
 Tegangan nominal medan (V_f) : 190 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 SCR.
- d. Pembahasan lebih ditekankan pada pemasangan LC filter dan tanpa pemasangan LC filter pada SCR sebagai pengendali motor dc terhadap perubahan tegangan, arus dan kecepatan.
- e. Pembahasan lebih kepada motor dc penguatan terpisah.
- f. Tidak membahas pemasangan *harmonic filter* untuk meminimalisasi harmonisa.
- g. Variasi torsi beban pada 0.5 Nm, hanya sebagai pembanding saja dan hanya khusus pada Simulasi.
- h. Hanya membandingkan antara hasil eksperimen yang dilakukan dengan hasil simulasi menggunakan software matlab simulink di lab. konversi energi elektrik ITN Malang.
- i. 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 LC filter, SCR dan motor dc serta penurunan rumus – rumus yang digunakan dalam skripsi ini.
- b. Pengumpulan Data
 Melakukan percobaan dan pengambilan data dari LC filter, SCR 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. Pembahasan.
- g. Menarik kesimpulan.

1.6. Relevansi

Dengan adanya analisa pemasangan LC filter dari penggunaan SCR (*silicon controlled rectifier*) sebagai pengendali motor dc melalui pengaturan tegangan kita dapat mengetahui pengaruh unjuk kerja motor dc serta kita dapat menentukan kapan motor dc tersebut memerlukan pengaturan tegangan atau tidak. Selain itu kita juga akan mengetahui dampak apa saja yang timbul pada unjuk kerja dari motor dc.

BAB II

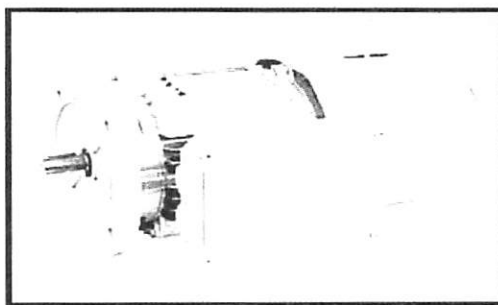
LANDASAN TEORI

2.1. Umum^[6]

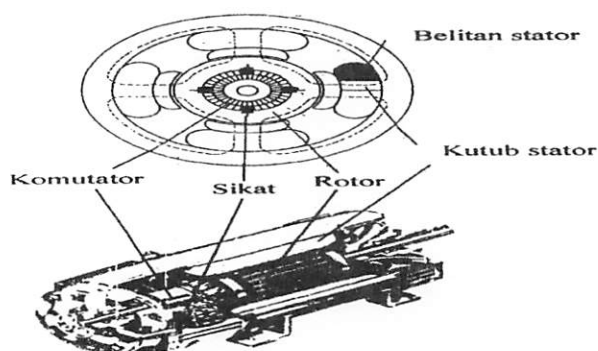
Motor dc adalah peralatan elektromagnetis yang mengubah daya listrik menjadi daya mekanis dengan arus searah sebagai suplai energi listriknya. Motor dc terdiri dari dua bagian dasar yaitu stator dan rotor. Stator merupakan bagian dari motor dc yang tidak bergerak sedangkan rotor merupakan bagian yang 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 silinder 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.



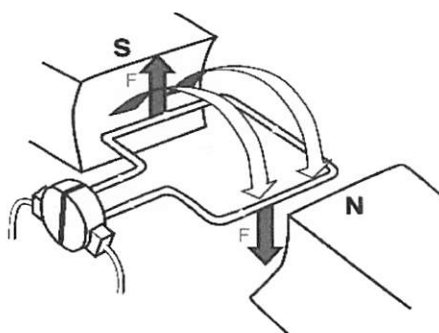
Gambar 2-1^[6]
Motor DC



Gambar 2-2^[6]
Konstruksi Motor DC

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^[5]
Interaksi Antara Medan Magnet Dan Penghantar Yang
Dialiri Arus

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

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

Gaya itu menimbulkan torsi sebesar:

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

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

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 (2-1) dan (2-2) didapatkan:

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

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 :

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

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

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

Maka didapatkan nilai T sebesar :

$$T = \frac{p.Z}{2\pi.a} \phi .I_a \dots \dots \dots (2-5)$$

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

$$K = K.\phi.I_a \dots \dots \dots (2-6)$$

Dengan:

P = Jumlah kutub stator.

ϕ = Fluks tiap kutub stator (Wb).

K = Konstanta mesin.

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

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

Daya yang dihasilkan sebesar:

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

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

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

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

Dengan:

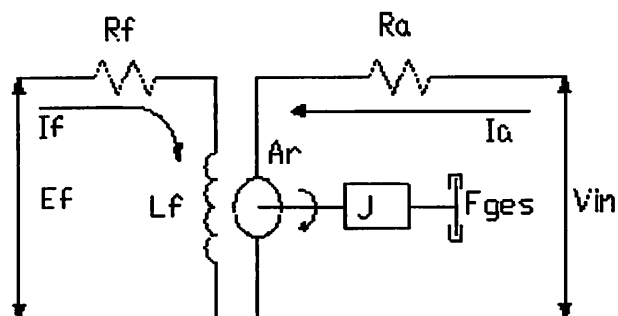
E_a = Gaya gerak listrik lawan (V).

P = Daya (W).

ω_m = Putaran (rad/s).

2.3. Rangkaian Ekuivalen Motor DC^[4]

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^[4]
Rangkaian Ekuivalen Motor DC

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 ($\text{N}\cdot\text{m}/\text{rad}/\text{det}$)

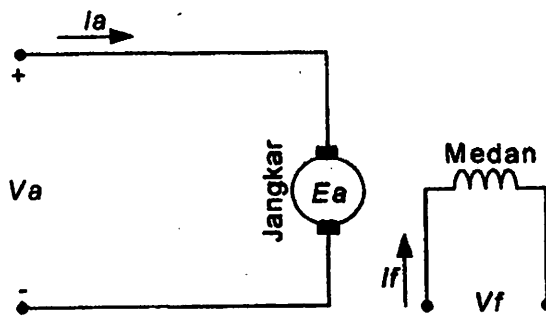
R_a : Resistansi armature (Ohm)

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

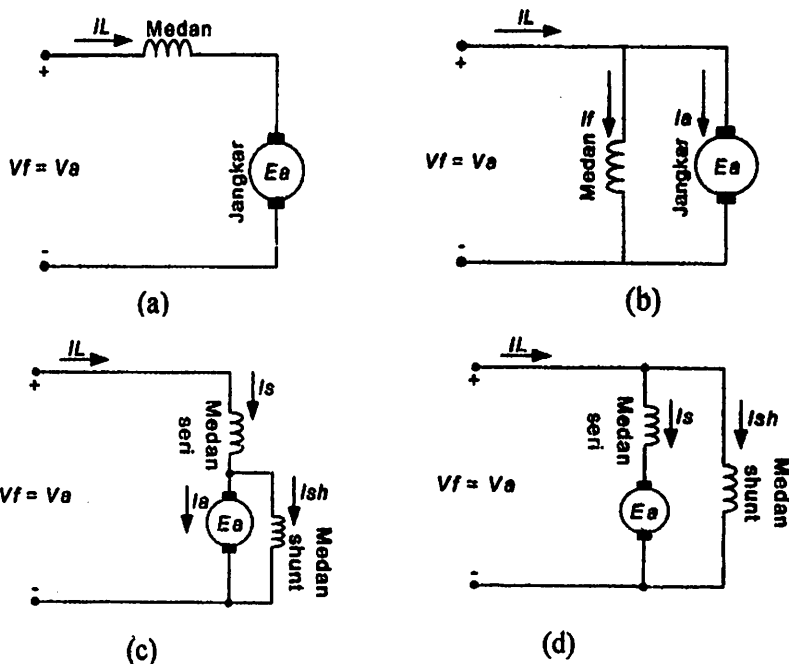
2.4. Jenis - Jenis Motor DC^[6]

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 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 sumbernya yaitu pengaturan tegangan jangkar dan pengaturan tegangan medan sehingga memiliki jangkauan pengaturan yang lebih luas.



Gambar 2-5^[6]
Rangkaian jenis motor penguatan terpisah



Gambar 2-6^[6]
Rangkaian jenis motor dc penguatan sendiri (a) Seri. (b) Shunt. (c) Kompon Pendek. (d) Kompon Panjang

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)

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

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

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

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

Berdasarkan persamaan (2-6) untuk model mekanis Motor DC penguatan terpisah

adalah : $T = J \frac{d\omega}{dt} + B \cdot \omega + T_w \dots\dots\dots (2-14)$

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 :

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

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

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

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

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 :

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

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.

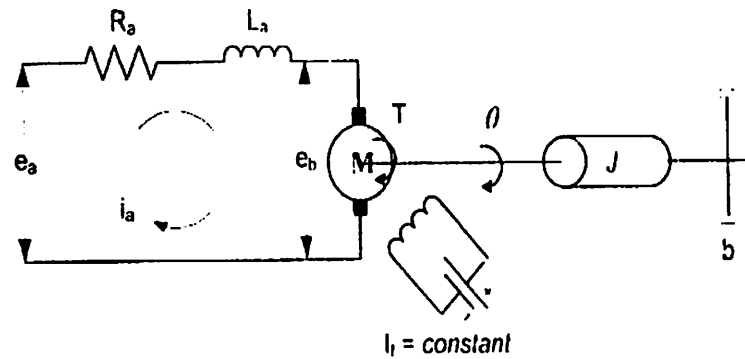
Gambar 2-7^[11]

Diagram Skematik Jangkar-Magnet Terkontrol Motor DC

Dimana :

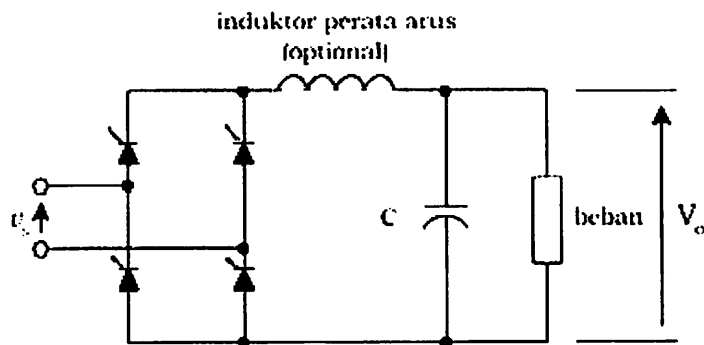
- R_a = Tahanan Kumbaran Jangkar (Ohm)
- L_a = Induktansi Kumbaran Jangkar (Henry)
- E_a = Tegangan yang dikenakan pada Jangkar (Volt)
- e_b = Gaya gerak listrik (ggl) lawan Motor (Volt)
- I_a = Arus kumbaran Jangkar (Ampere)
- i_f = Arus Medan (Ampere)
- θ = Perpindahan sudut dari poros Motor (radian)
- 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. Rangkaian L dan C Filter^[11]

Rangkaian LC filter adalah rangkaian yang berfungsi untuk mengurangi faktor *ripple* yang terjadi pada suatu rangkaian penyearah. Tujuan dari pemasangan filter LC adalah untuk mereduksi amplitudo frekuensi tertentu dari sebuah tegangan dan arus, dalam hal ini faktor *ripple* yang terjadi pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc. Dengan penambahan filter LC pada SCR

(*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali Motor DC, maka dapat mereduksi amplitudo frekuensi tertentu dari sebuah tegangan dan arus.

Dalam skripsi ini jenis filter yang digunakan adalah jenis filter aktif. Secara umum Pemasangan LC filter pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2-8^[11]

Rangkaian LC filter Pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc

2.9. Spesifikasi Motor DC

Adapun Parameter motor dc dan spesifikasi dari motor dc yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

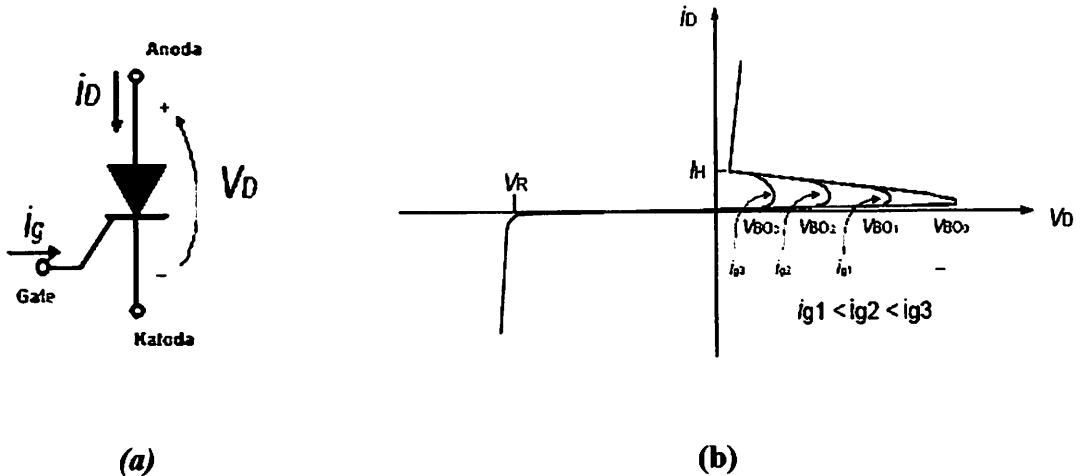
Data motor dc penguatan terpisah yang dipergunakan berdasarkan *name plate* adalah sebagai berikut:

- Jenis Motor : Motor DC *Shunt*
- Daya : 1,1 *kW*
- Tegangan Nominal Jangkar : 220 *V*
- Arus Nominal Jangkar : 6,5 *A*
- Tegangan Nominal Medan : 190 *V*
- Arus Nominal Medan : 0,38 *A*
- Putaran : 3000 *rpm*

BAB III
PEMODELAN SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), MOTOR DC DAN LC
FILTER

3.1. SCR (*Silicon controlled rectifier*)

SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) adalah salah satu tipe thyristor dan merupakan komponen elektronika daya yang digunakan sebagai penyearah yang dapat dikontrol. Prinsip kerja dari SCR sama dengan dioda, tetapi bedanya pada SCR ketika SCR dibias maju arus tidak dapat mengalir jika pada gerbang (*gate*) tidak dipicu atau ditrigger. Pegaturan besarnya arus yang masuk pada gate dengan mengatur sudut penyalan (*firing*) SCR berupa besarnya sudut α . Besarnya sudut (α) akan mempengaruhi besarnya arus yang mengalir dari anoda ke katoda.

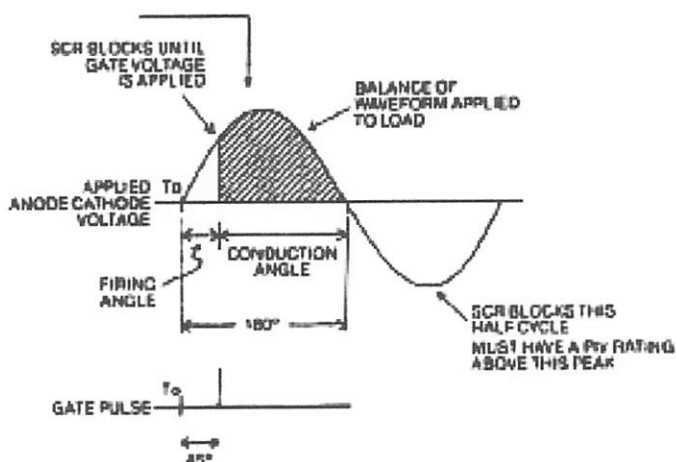


Gambar 3-1
 (a) Simbol SCR, (b) Karakteristik Penyalan SCR

Pada gambar karakteristik penyalan SCR tertera tegangan *breakover* V_{bo} , yang jika tegangan *forward* SCR mencapai titik ini, maka SCR akan *ON*. Lebih penting lagi adalah arus I_g yang dapat menyebabkan tegangan V_{bo} turun menjadi lebih kecil. Pada gambar ditunjukkan beberapa arus I_g dan korelasinya terhadap tegangan *breakover*. Pada data *sheet* SCR, arus *trigger gate* ini sering ditulis dengan notasi I_{GT} (*gate trigger current*). Pada gambar ada ditunjukkan juga arus I_h yaitu arus *holding* yang mempertahankan SCR tetap *ON*. Jadi agar SCR tetap *ON* maka arus *forward* dari anoda menuju katoda harus berada di atas parameter ini. Sejauh ini yang dikemukakan adalah bagaimana membuat SCR menjadi *ON*. Pada kenyataannya, sekali SCR mencapai keadaan *ON* maka selamanya akan *ON*,

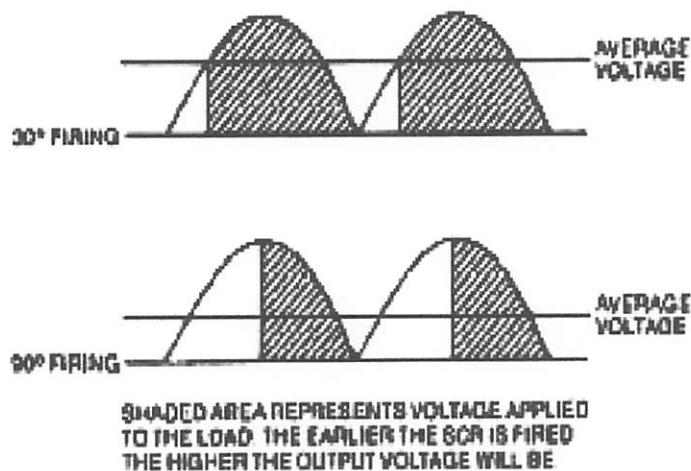
walaupun tegangan *gate* dilepas atau di *short* ke katoda. Satu-satunya cara untuk membuat SCR menjadi *OFF* adalah dengan membuat arus anoda-katoda turun dibawah arus I_h (*holding current*). Pada gambar Karakteristik Penyalaan SCR, jika arus forward berada dibawah titik I_h , maka SCR kembali pada keadaan *OFF*.

Thyristor tipe SCR biasanya beroperasi pada frekuensi jala-jala yang proses pemadamannya dengan komutasi alamiah (*natural-commutation*). Turn-on time t_q berkisar dalam orde 50 hingga 100 mikro detik. Cocok digunakan pada aplikasi-aplikasi konverter dengan kecepatan switching rendah yang biasanya dikenal sebagai konverter thyristor. Tipikal tegangan induksi (on-state) V_T bervariasi antara 1,15 volt untuk komponen 600 volt hingga 2,5 untuk komponen 4000 volt.



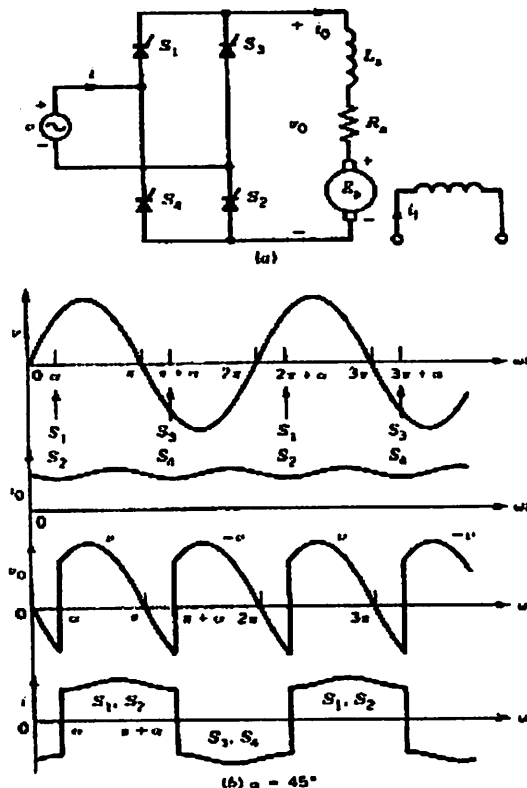
Gambar 3-2

Bias maju SCR pada siklus setengah gelombang



Gambar 3-3

SCR Phasa Controll



Gambar 3-4

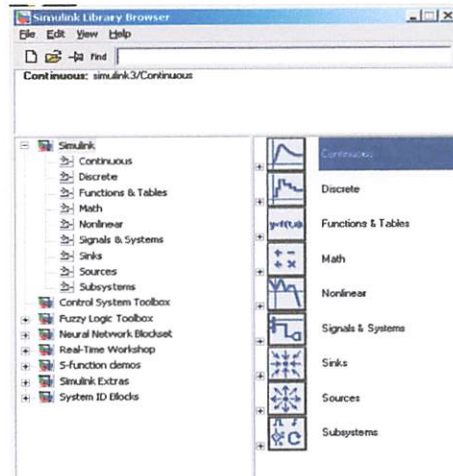
(a) Rangkaian Pengendali SCR Pada Motor DC, (b) Out-put gelombang penuh Rangkaian Pengendali SCR Pada Motor DC pada sudut pemucuan $\alpha = 45^\circ$

Gambar 3-4 menggambarkan metode pengendalian motor dc dengan penyearah SCR gelombang penuh. Kecepatan motor berbanding langsung dengan tegangan yang diberikan pada jangkar. SCR adalah elemen pengatur daya utama rangkaian. Input AC diberikan langsung pada SCR sebab SCR akan menyearahkan (mengubah menjadi arus searah) dan juga mengontrol tegangan. Penyearah jembatan digunakan untuk mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah yang diperlukan untuk rangkaian medan kerja.

3.2. Matlab simulink

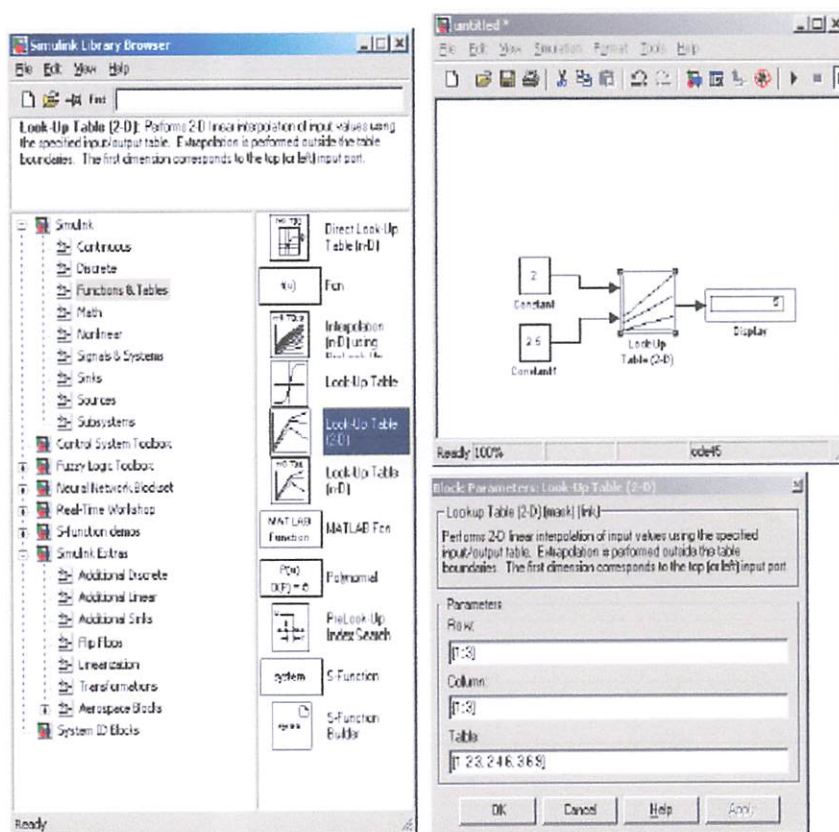
MATLAB merupakan suatu *software* yang sangat baik digunakan untuk menganalisa berbagai kebutuhan dalam bidang teknik. Didalam matlab terdapat dua bagian penting yaitu M-files yang berfungsi untuk menuliskan listing programnya dan simulink yang digunakan untuk melakukan simulasi. Dengan menggunakan simulink 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.



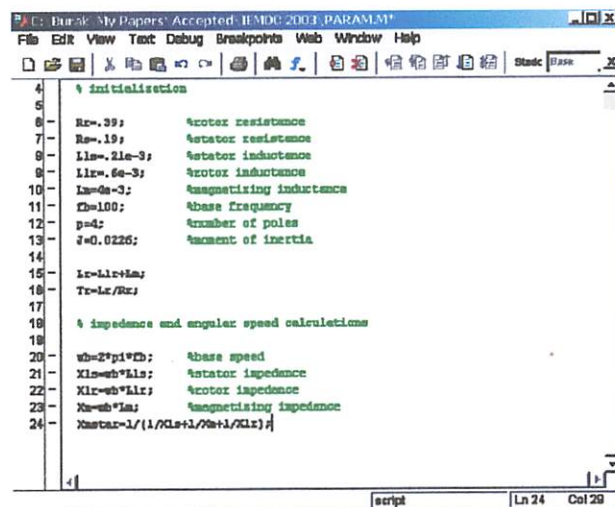
Gambar 3-5
Simulink Library Pada MATLAB 7.0

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 3-6
Contoh Penggunaan Simulink

Selain simulink dalam MATLAB juga terdapat M-Files yaitu bagian untuk menuliskan listing program yang dengan hasil program setelah dijalankan akan disimulasikan dengan blok simulink yang telah dibuat.



Gambar 3-7
Contoh Tampilan M-Files

Dalam skripsi ini digunakan MATLAB versi 7.0 dengan membentuk blok-blok simulink dengan menggunakan persamaan-persamaan motor dc dan rangkaian kontrol SCR berdasarkan pada parameter pengujian yang dilakukan.

3.3. 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.

3.3.1 Alat-Alat Yang Dipergunakan Dalam Pengujian

1. Motor DC SHUNT DE LORENZO/DL 1023

Data papan (*Name-Plate*)

TEGANGAN JANGKAR (V_a)	: 220 VOLT
ARUS JANGKAR (I_a)	: 6.5 AMPERE
FREKUENSI	: 50 HZ
DAYA	: 1.1 KW
PUTARAN	: 3000 RPM
TEGANGAN MEDAN (V_f)	: 190 VOLT
ARUS MEDAN (I_f)	: 0.38 A

2. Voltmeter DE LORENZO DL 1031
3. Amperemeter DE LORENZO DL 1031
4. Wattmeter DE LORENZO DL 1031
5. Tachometer DE LORENZO 2026
6. DC Supply DE LORENZO 1013 M2
7. AC Voltage Regulator dan DC Supply DE LORENZO 1031 M2
8. Rangkaian SCR DE LORENZO 2605
9. Clamp Meter
10. LC Meter

3.3.2 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 3-1
Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC

VA (V)	IA (A)	RA (Ω)	LA (H)	RF (Ω)	LF (H)	N (RPM)
60	0.49	4.0	0,0032	422	3,3	628

Momen Inersia : 0.00015 Kg.m²

3.3.3 Menentukan sudut penyalan pada rangkaian SCR untuk pengendalian motor dc

Dalam menentukan sudut penyalan pada rangkaian SCR untuk pengendalian motor dc di gunakan persamaan :

$$\alpha = 180^{\circ} \left(1 - \frac{U_c}{10} \right)$$

dimana :

U_c = Tegangan dc pada pulse generator (Volt)

Sudut α° = Sudut Pemicuan ($^{\circ}$)

0 U_c = 10 Vdc

Amplitudo = 1, Periode = 0,01 per sec, yang didapatkan dari :

$$T = 1 / f / 2$$

Nilai 2 didapatkan dari pembagian 360° di bagi 180° , karena setiap SCR mengendalikan sudut sebesar 180° .

Untuk menentukan besarnya U_c dalam pengaturan sudut pemicuan SCR (α°) untuk mengendalikan motor dc guna mendapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 4-2 dibawah dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Untuk Sudut Pemicuan (α°) = 30°

$$30^{\circ} = 180^{\circ} \left(1 - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$30^{\circ} = 180^{\circ} \left(\frac{10}{10} - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$30^{\circ} = 180^{\circ} = \frac{10 - U_c}{10}$$

$$10.30^\circ = 1800 - (180^\circ U_c)$$

$$300 = 1800 - (180^\circ U_c)$$

$$180^\circ U_c = 1800 - 300$$

$$180^\circ U_c = 1500$$

$$U_c = \frac{1500}{180} = 8,33 \text{ Volt dc}$$

Jadi besar tegangan dc pada pulse generator (U_c) untuk sudut pemicuan 30° adalah 8,33 Volt dc.

Pembuktian :

$$\alpha = 180^\circ \left(1 - \frac{8,33}{10} \right)$$

$$\alpha = 180^\circ (1 - 0,833)$$

$$180^\circ \cdot 0,167 = 30,06^\circ$$

- Untuk Sudut Pemicuan (α°) = 45°

$$45^\circ = 180^\circ \left(1 - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$45^\circ = 180^\circ \left(\frac{10}{10} - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$10.45^\circ = 1800 - (180^\circ U_c)$$

$$180^\circ U_c = 1800 - 450$$

$$180^\circ U_c = 1350$$

$$U_c = \frac{1350}{180} = 7,5 \text{ Volt dc}$$

Jadi besar tegangan dc pada pulse generator (U_c) untuk sudut pemicuan 45° adalah 7,5 Volt dc.

Pembuktian :

$$\alpha = 180^\circ \left(1 - \frac{7,5}{10} \right)$$

$$180^\circ = (1 - 0,75)$$

$$= 180^{\circ} \cdot 0,25 = 45^{\circ}$$

- Untuk Sudut Pemicuan (α°) = 60°

$$60^{\circ} = 180^{\circ} \left(1 - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$60^{\circ} = 180^{\circ} \left(\frac{10}{10} - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$10 \cdot 60^{\circ} = 1800 - (180^{\circ} U_c)$$

$$180^{\circ} U_c = 1800 - 600$$

$$180^{\circ} U_c = 1200$$

$$U_c = \frac{1200}{180} = 6,66 \text{ Volt dc}$$

Jadi besar tegangan dc pada pulse generator (U_c) untuk sudut pemicuan 60° adalah 6,66 Volt dc.

Pembuktian :

$$\alpha = 180^{\circ} \left(1 - \frac{6,66}{10} \right)$$

$$180^{\circ} = (1 - 0,66)$$

$$= 180^{\circ} \cdot 0,33 = 60^{\circ}$$

Setelah tegangan dc pada pulse generator (U_c) untuk pengaturan besarnya sudut pemicuan pada SCR diketahui, maka dilakukanlah eksperimen pengujian SCR sebagai pengendali motor dc di laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

Untuk LC filter tetap dengan nilai :

$$C1 = 8,17 \mu\text{F}, L1 = 46,15 \text{ mH}$$

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot L = 2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 46,15 \cdot 10^{-3}$$

$$= 72,46 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_n \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 250 \cdot 8,17 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 77,94 \Omega$$

$$Z_f = X_L - X_C = 72,94 - 77,94 = 5,48 \Omega$$

Nilai besar $Z_f = R = 5,48 \Omega$ (minimum)

$$\begin{aligned} \text{Faktor kualitas, } Q &= \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}} \\ &= \frac{1}{5,48} \sqrt{\frac{46,15 \cdot 10^{-3}}{8,17 \cdot 10^{-6}}} = 13,68 \end{aligned}$$

3.4. Pemodelan SCR (*Silicon controlled rectifier*), motor dc dan LC filter

3.4.1 Pemodelan SCR (*Silicon controlled rectifier*)

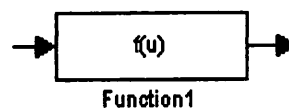
Secara umum pengendalian motor dc menggunakan SCR dapat dilihat pada gambar 3-4 diatas. Pada matlab simulink, untuk modelkan SCR telah disediakan blok SCR pada library, tinggal menginputkan parameter yang di butuhkan sesuai dengan hasil pengujian yang sudah dilakukan. Khusus pemodelan SCR untuk mengendalikan motor dc dilakukan dengan blok *transfer function* yang mana function 1 merupakan fungsi inputan dalam pemicuan sudut SCR (α^0) dan function 2 merupakan fungsi output dalam membentuk gelombang hasil pemicuan sudut SCR (α^0) didapatkan dari :

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

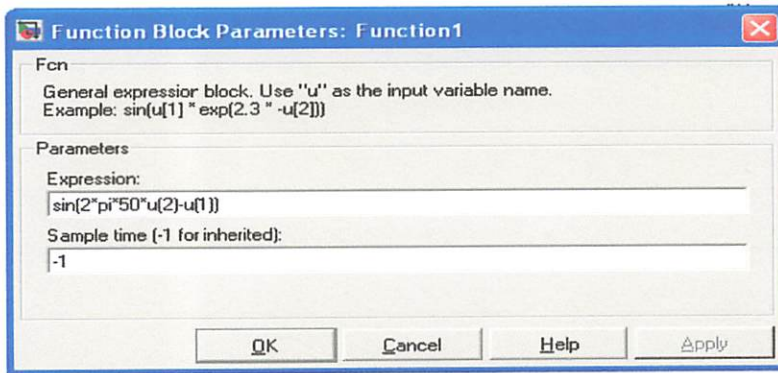
$$V_{rms} = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m^2 \sin^2 \omega t . d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[\frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} (1 - \cos 2\omega t) . d(\omega t) \right]^{1/2}$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{2} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}$$

dan diambil $V(\omega t) = V_m \cdot \sin(\omega t)$ yang merupakan tegangan pada puncak gelombang penuh, yang diubah kedalam transfer function menjadi $\sin(2\pi f)$



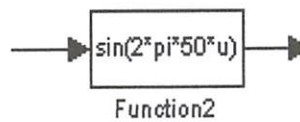
(a)



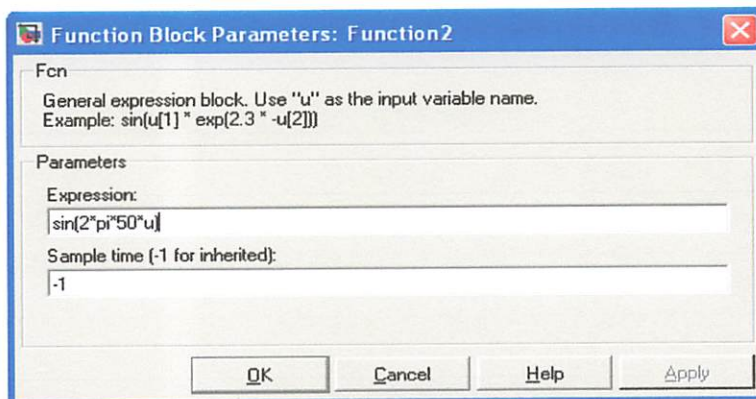
(b)

Gambar 3-8

(a) Contoh Tampilan blok function1, (b) blok parameter function 1
function inputan pemicuan sudut SCR (α^0)



(a)



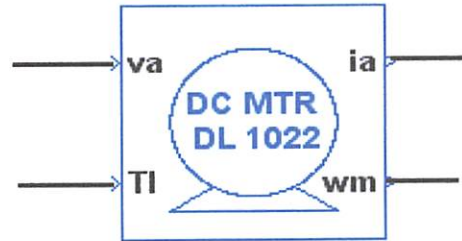
(b)

Gambar 3-9

(a) Contoh Tampilan blok function 2, (b) blok parameter function 2
function outputan pemicuan sudut SCR (α^0)

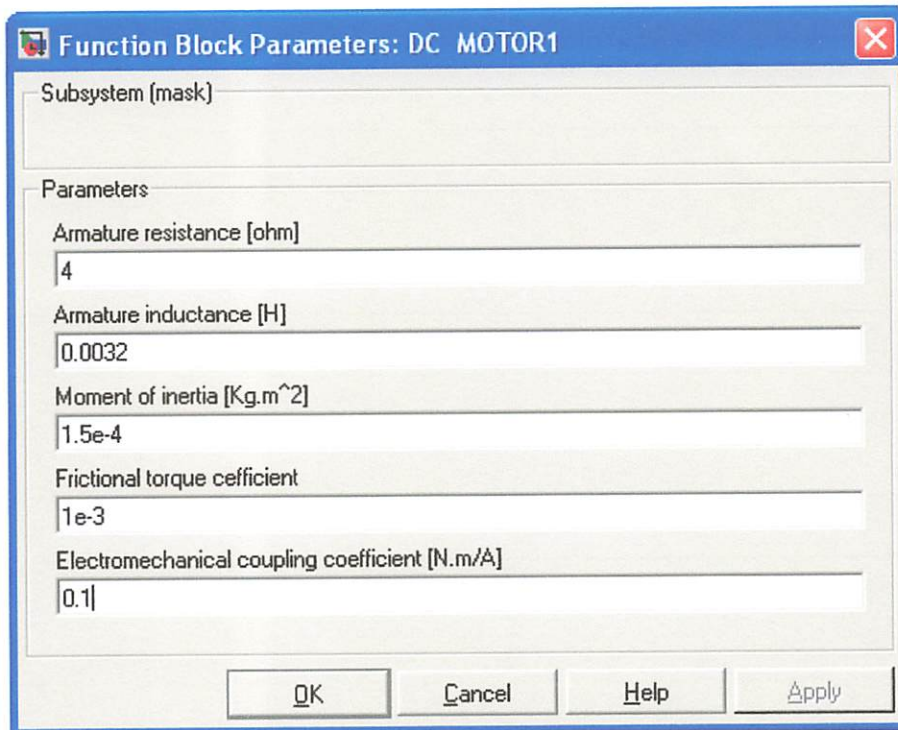
3.4.2 Pemodelan motor dc

Untuk pemodelan motor dc, didalam library matlab simulink sudah tersedia blok motor dc, tinggal menginputkan parameter yang di butuhkan sesuai dengan hasil pengujian yang sudah dilakukan. Dalam pemodelan khusus motor dc pada matlab simulink tidak digunakan persamaan DQ seperti pemodelan pada motor induksi, tetapi menggunakan persamaan biasa Motor DC.



Gambar 3-10
Contoh Blok Motor DC Pada Matlab Simulink

Data-data parameter motor dc yang didapat dari hasil pengujian yang sudah dilakukan kemudian dimasukkan kedalam blok parameter motor dc seperti gambar contoh blok parameter motor dc dibawah ini.



Gambar 3-11
Contoh Blok Parameter Motor DC Pada Matlab Simulink

3.4.3 Pemodelan LC filter

Khusus pemodelan LC Filter Pada SCR untuk mengendalikan Motor DC dilakukan dengan blok *transfer function* yang mana function 1 merupakan fungsi inputan dalam pemicuan sudut SCR (α^0) dan function 2 merupakan fungsi output dalam membentuk gelombang hasil pemicuan sudut SCR (α^0) serta untuk

pemodelan LC Filter Function 2 diganti dengan blok *transfer function* LC Filter didapatkan dari :

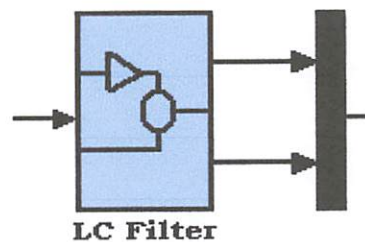
$$V_{dc} = \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin \omega t . d(\omega t) = \frac{2V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi+\alpha}$$

$$= \frac{2V_m}{\pi} (1 + \cos \alpha)$$

$$V_{rms} = \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m^2 \sin^2 \omega t . d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[\frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} (1 - \cos 2\omega t) . d(\omega t) \right]^{1/2}$$

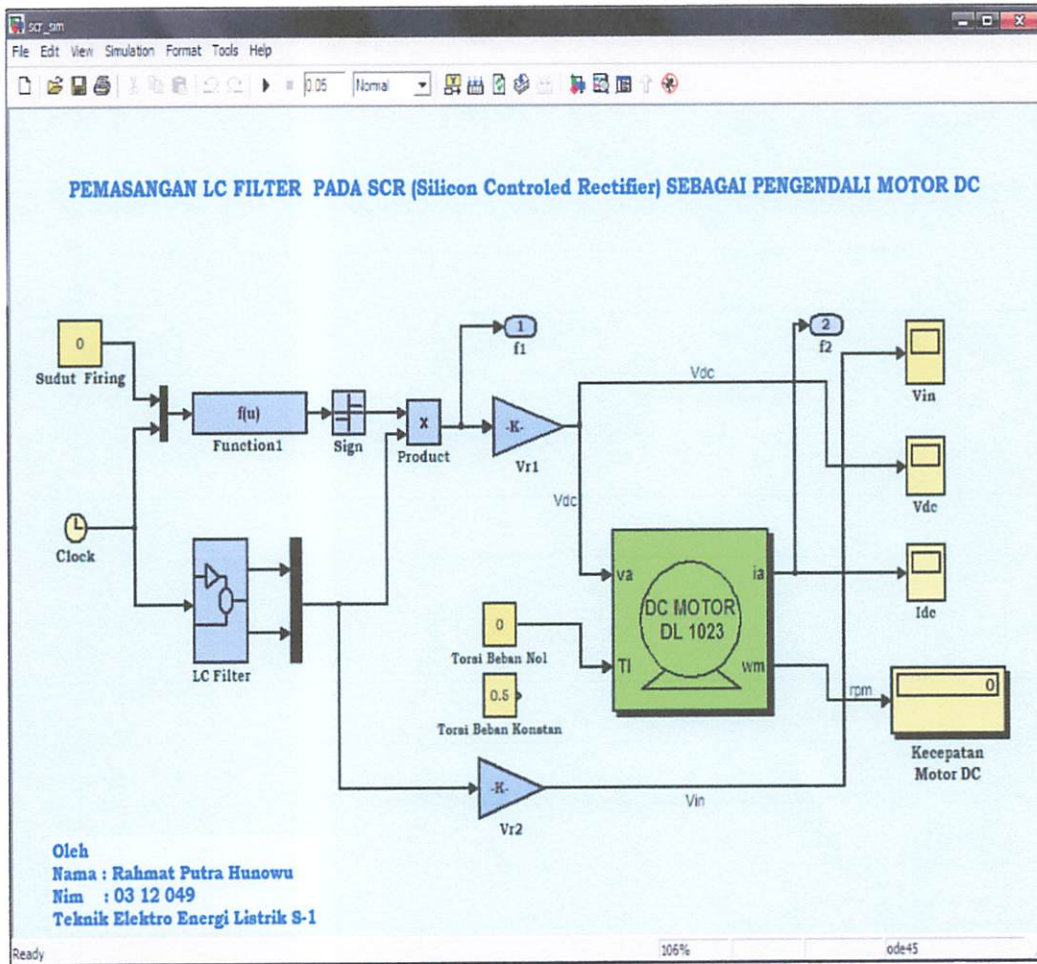
$$V_{rms} = \frac{V_m}{2} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} \frac{\sin(2\alpha)}{2\pi}}$$

dan diambil $V(\omega t) = V_m . \sin(\omega t)$ yang merupakan tegangan pada puncak gelombang penuh, yang diubah kedalam transfer function menjadi $\sin(2\pi f)$



Gambar 3-12
Contoh Blok Function LC Filter

Secara lengkap blok simulink pemasangan LC filter pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3-14
 Pemasangan LC Filter Pada SCR (Silicon Controlled Rectifier) Sebagai Pengendali Motor DC

3.5. Algoritma pemrograman

3.5.1 Algoritma pemecahan masalah secara umum.

✚ Tanpa pemasangan LC filter

1. Pengujian parameter dan rangkaian kontrol motor dc.
2. Membentuk blok *simulink* motor dc dan sub. *system* rangkaian kontrolnya berdasarkan *transfer function*.
3. Memasukan parameter motor dan setting sudut penyalan (*firing*) dari rangkaian kontrolnya.
4. Menjalankan simulasi motor dc dengan parameter motor dan *setting* sudut penyalan (*firing*) dari rangkaian kontrol yang sudah dimasukan.
5. Menampilkan hasil simulasi.
6. Pengecekan dengan eksperimen.

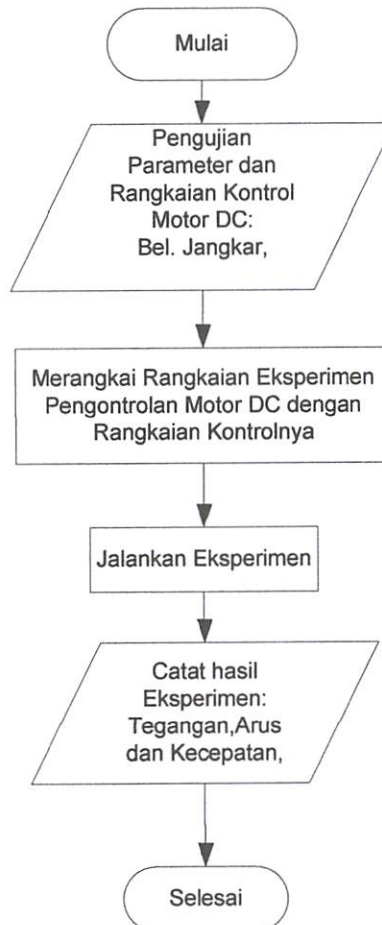
✚ Dengan pemasangan LC filter

1. Pengujian parameter dan rangkaian kontrol motor dc dan LC filter.
2. Membentuk blok *simulink* motor dc, LC filter dan sub. *system* rangkaian kontrolnya berdasarkan *transfer function*.
3. Memasukan parameter motor dc, LC filter dan setting sudut penyalan (*firing*) dari rangkaian kontrolnya.
4. Menjalankan simulasi motor dc dengan parameter motor dan *setting* sudut penyalan (*firing*) dari rangkaian kontrol yang sudah dimasukan.
5. Menampilkan hasil simulasi.
6. Pengecekan dengan eksperimen.

3.6. Flowchart pemecahan masalah secara umum.

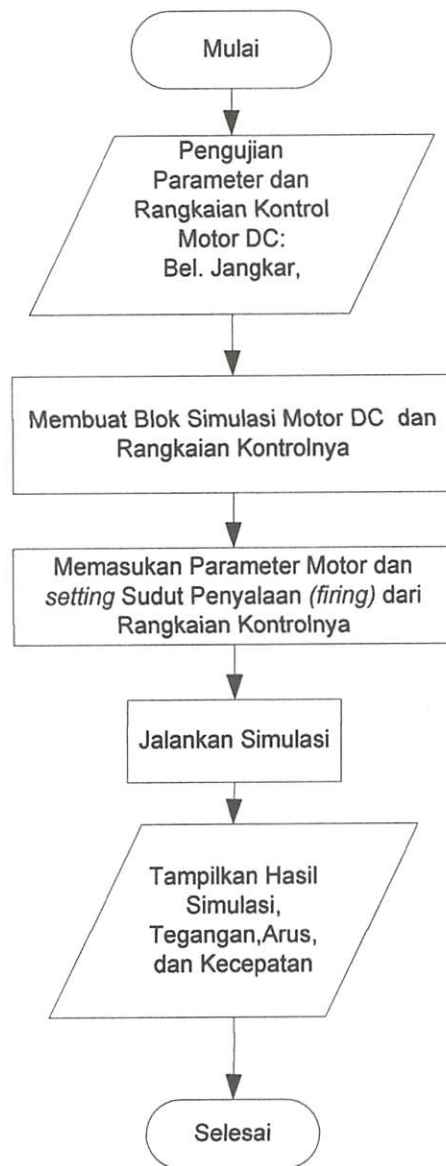
3.6.1 Eksperimen

✚ Tanpa pemasangan LC filter



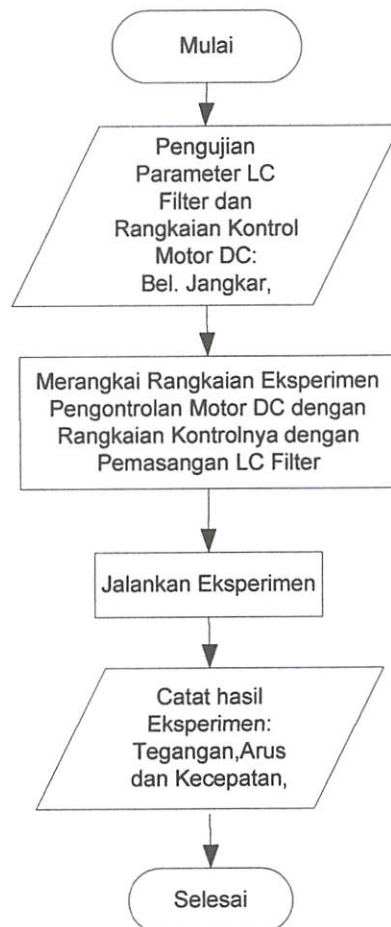
3.6.2 Simulasi

✚ Tanpa pemasangan LC filter



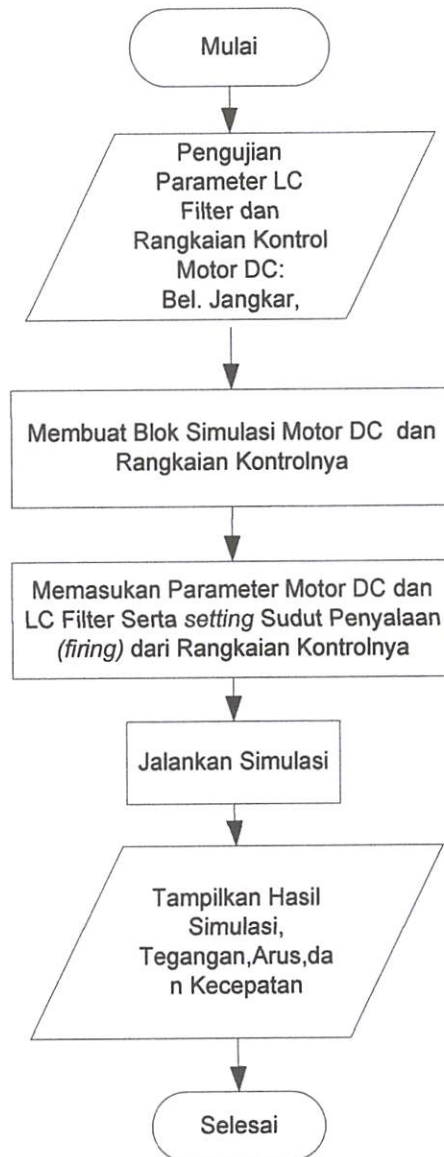
3.6.3 Eksperimen

Dengan pemasangan LC filter



3.6.4 Simulasi

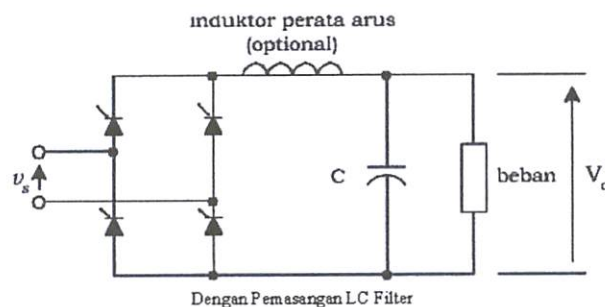
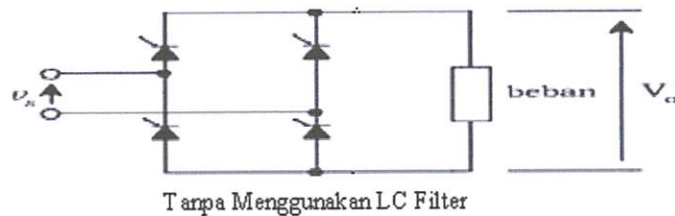
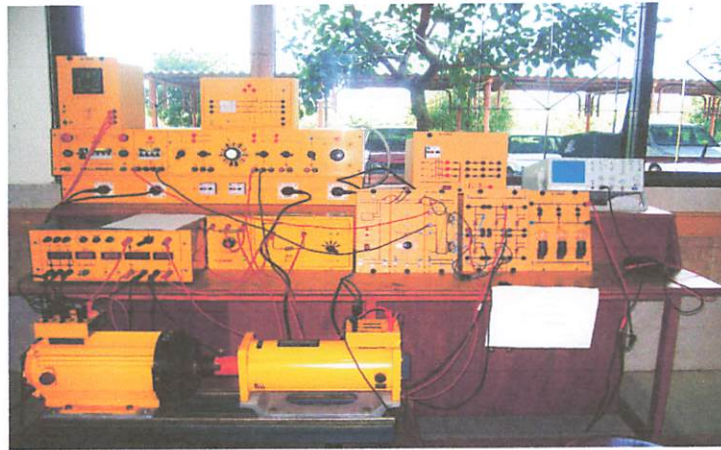
✚ Dengan pemasangan LC filter



BAB IV HASIL EKSPERIMEN DAN SIMULASI

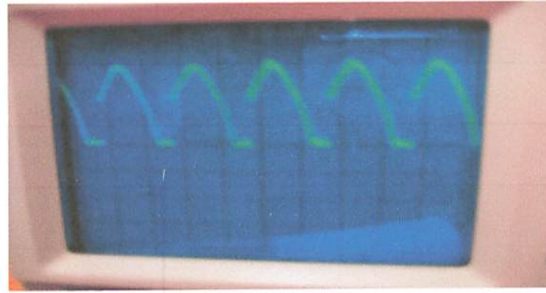
4.1. Eksperimen

Berikut ini merupakan gambar rangkaian pengujian yang menggunakan peralatan pada point 3.3.1 diatas, sedangkan motor dc merupakan objek yang akan dikontrol atau yang dikendalikan yang langsung disambungkan ke terminal output dari SCR dengan pemasangan L dan C filter serta tanpa pemasangan L dan C filter (*hanya menggunakan SCR*).

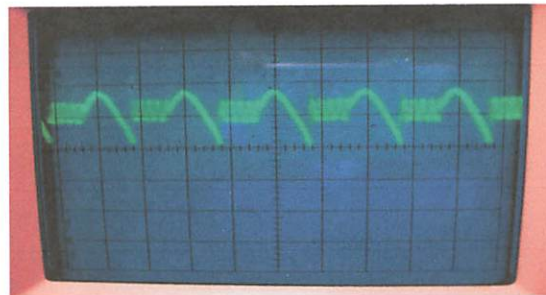


Gambar 4-1

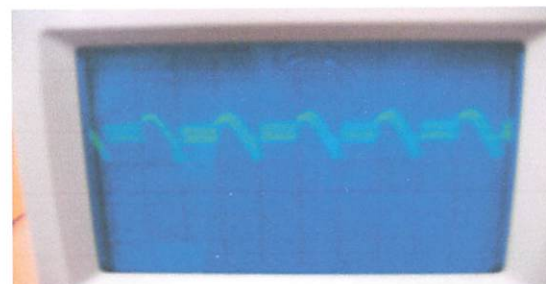
Rangkaian eksperimen pengujian pemasangan LC filter pada SCR (*silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc



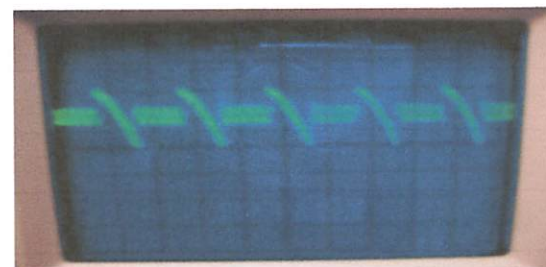
Gambar 4-2
 Hasil eksperimen gelombang Vdc
 pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0



Gambar 4-3
 Hasil eksperimen gelombang Vdc
 pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 30^0



Gambar 4-4
 Hasil eksperimen gelombang Vdc
 pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 45^0



Gambar 4-5
 Hasil eksperimen gelombang Vdc
 pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 60^0

4.1.1 Hasil eksperimen

Berdasarkan tegangan dc pada pulse generator (U_c) untuk pengaturan besarnya sudut pemucuan pada SCR yang telah diketahui pada point 3.3.3 diatas, maka dilakukanlah eksperimen pengujian pemasangan LC filter pada SCR sebagai pengendali motor dc di laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

Tabel 4-1
Data hasil eksperimen pengujian SCR sebagai pengendali motor dc
(tanpa pemasangan LC filter)

No	Sudut Firing (α^0)	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	n (rpm)
1	0^0	190	227	1.08	3250
2	30^0	190	170	0.83	3110
3	45^0	190	161	0.68	2952
4	60^0	190	153	0.50	2749

Dari tabel diatas dapat dianalisa :

- Semakin kecil sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin besar (153 Volt – 227 Volt) dan Sebaliknya Semakin besar sudut pemucuan tegangan dc semakin kecil (226 Volt – 153 Volt).
- Semakin kecil sudut pemucuan pada SCR, kecepatan motor dc semakin besar (2749 rpm – 3250 rpm) dan Sebaliknya Semakin besar sudut pemucuan kecepatan motor dc semakin kecil (3250 Volt – 2749 Volt).
- Arus dc di semua sudut pemucuan SCR (α^0) relatif kecil (1.08 Ampere - 0.50 Ampere).

Tabel 4-2
Data hasil eksperimen pengujian pemasangan LC filter pada SCR sebagai pengendali motor dc

No	Sudut Firing (α^0)	L mH	C μ F	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	n (rpm)
1	0^0	46,15	8,17	190	188	0.49	3578
2	30^0	46,15	8,17	190	170	0.41	3441
3	45^0	46,15	8,17	190	161	0.33	3290

4	60 ⁰	46,15	8,17	190	153	0.27	3095
---	-----------------	-------	------	-----	-----	------	------

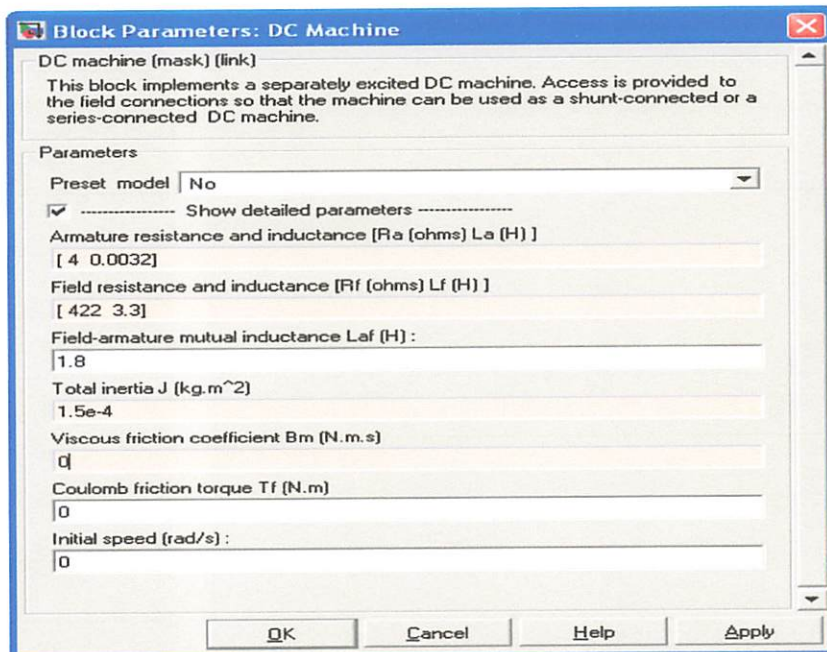
Dari tabel diatas dapat dianalisa :

- Semakin kecil sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin besar (153 Volt – 188 Volt) dan Sebaliknya Semakin besar sudut pemucuan tegangan dc semakin kecil (188 Volt – 153 Volt).
- Semakin kecil sudut pemucuan pada SCR, kecepatan motor dc semakin besar (3095 rpm – 3578 rpm) dan Sebaliknya Semakin besar sudut pemucuan kecepatan motor dc semakin kecil (3578 Volt – 3095 Volt).
- Arus dc di semua sudut pemucuan SCR (α^0) relatif kecil (0.49 Ampere – 0.27Ampere).

4.2. Simulasi motor dc dan SCR pada *software* matlab *simulink*.

4.2.1 Tampilan pengujian parameter motor dc.

Berdasarkan kapasitas motor dc shunt penguatan terpisah yang terdapat pada *name plate* motor dc serta hasil pengujiannya parameter motor dc shunt penguatan terpisah maka dibuat blok tampilan parameter motor dc pada *software* matlab 7.0. sebagai berikut :

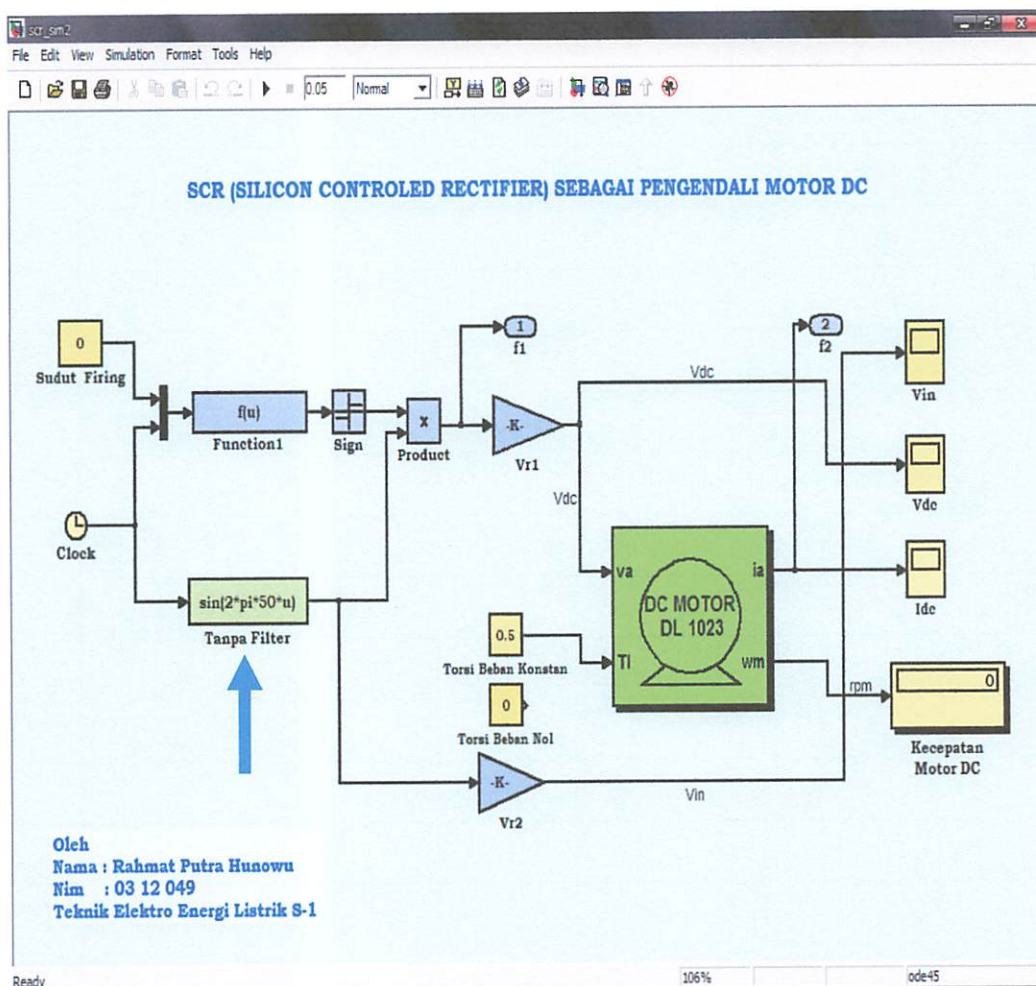


Gambar 4-6
Block parameter motor dc

4.2.2 Pemodelan sistem

Berdasarkan parameter-parameter pengujian diatas dibuat model simulasi sistem pemasangan LC filter pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc secara lengkap sebagai berikut ;

Tanpa pemasangan LC filter



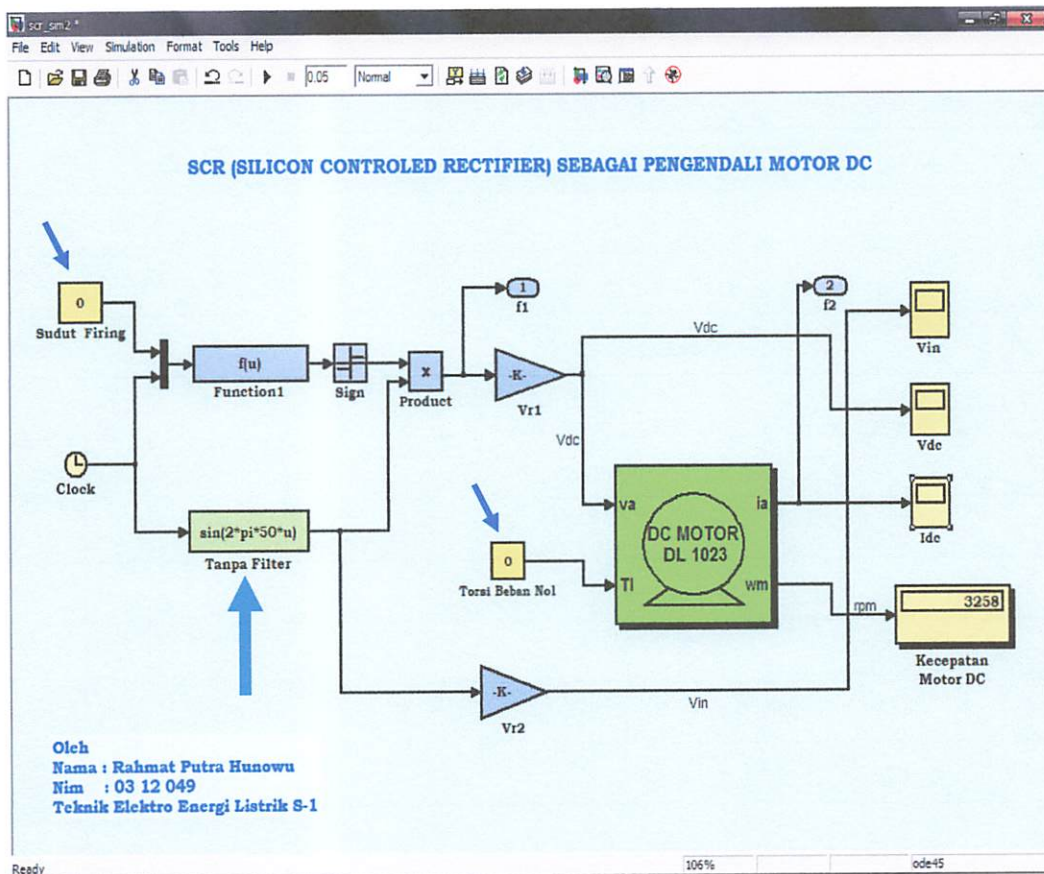
Gambar 4-7

Model block simulink SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali motor dc (tanpa pemasangan LC filter)

4.3. Hasil simulasi

4.3.1 Tanpa pemasangan LC filter, torsi beban nol dengan $V_{ac} = 190\text{ V}$

- ❖ Untuk sudut pemuncian SCR ($\alpha^0 = 0^0$)

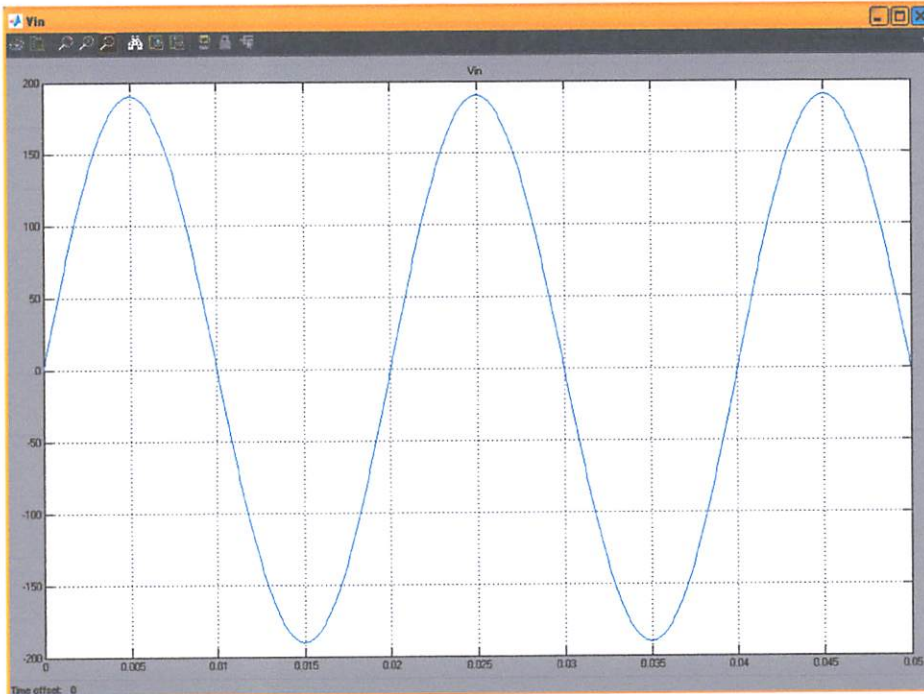


Gambar 4-9

Block simulink untuk kondisi sudut pemuncian SCR ($\alpha^0 = 0^0$) pada torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-9 diatas terlihat bahwa sudut pemuncian SCR disetting pada ($\alpha^0 = 0^0$) dan torsi beban nol. Tegangan AC yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan penuh tanpa terjadi pemotongan gelombang DC.

1. Hasil simulasi V_{ac} pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190$ Volt



Gambar 4-10

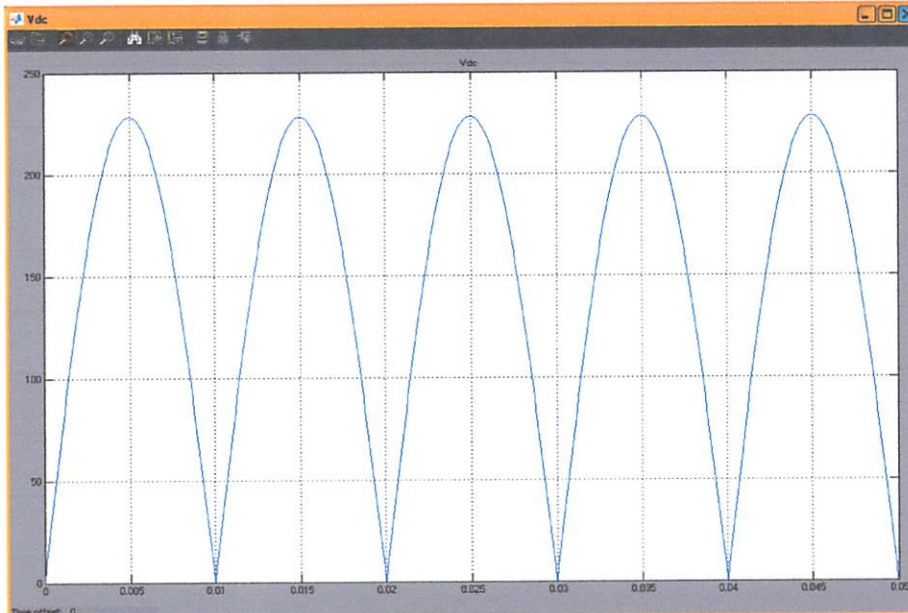
Hasil simulasi V_{ac} pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-10 adalah bentuk gelombang tegangan input AC, dimana besar tegangan input AC adalah 190 Volt. Pada $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. Serta terlihat juga bahwa 1 periode (T) = 0,02 second. Sehingga sesuai dengan persamaan

$$f = \frac{1}{T} \text{ maka frekuensi} = 50 \text{ HZ.}$$

Hasil simulasi gelombang tegangan input AC untuk sudut pemicuan SCR (α^0) = 30^0 , (α^0) = 45^0 dan (α^0) = 60^0 pada torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter, sama dengan hasil simulasi gelombang tegangan input AC untuk sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 karena tegangan yang inputkan pada SCR untuk pengendalian motor DC adalah 190 Volt.

2. Hasil simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt

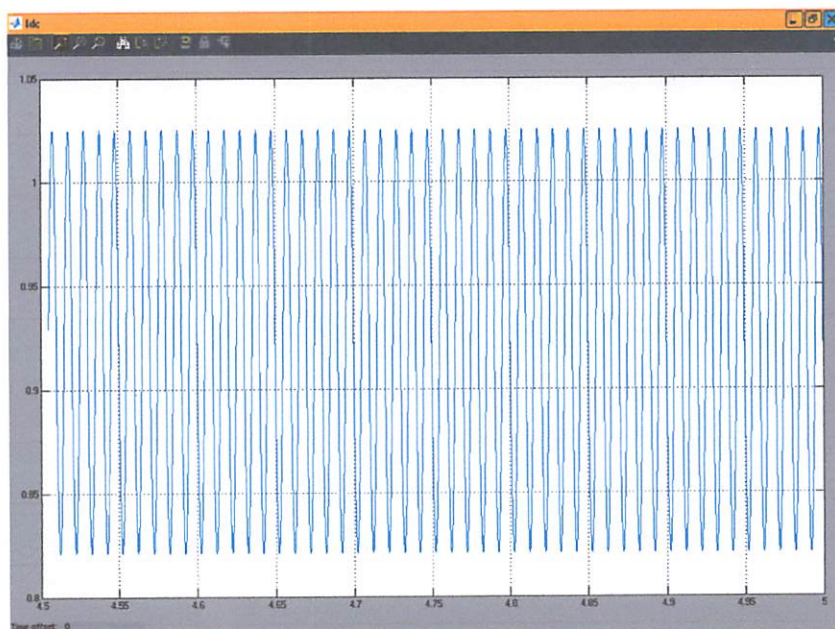


Gambar 4-11

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-11 adalah bentuk gelombang tegangan output DC ,dimana pada gambar gelombang tidak terjadi suatu pemotongan gelombang. dari $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. Karena sudut pemucuan = 0^0 dimana karena tanpa menggunakan LC filter besar tegangan dc dari hasil simulasi adalah 230 Volt dc.

3. Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190$ Volt

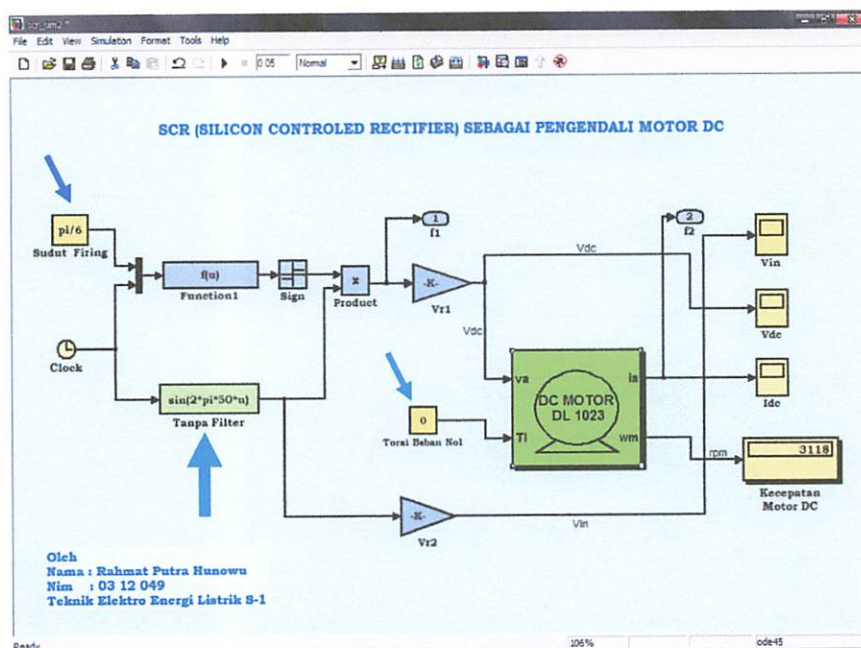


Gambar 4-12

Hasil Simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-12 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 1.1 Ampere.

- ❖ Untuk Sudut Pemucuan SCR (α^0) = 30^0

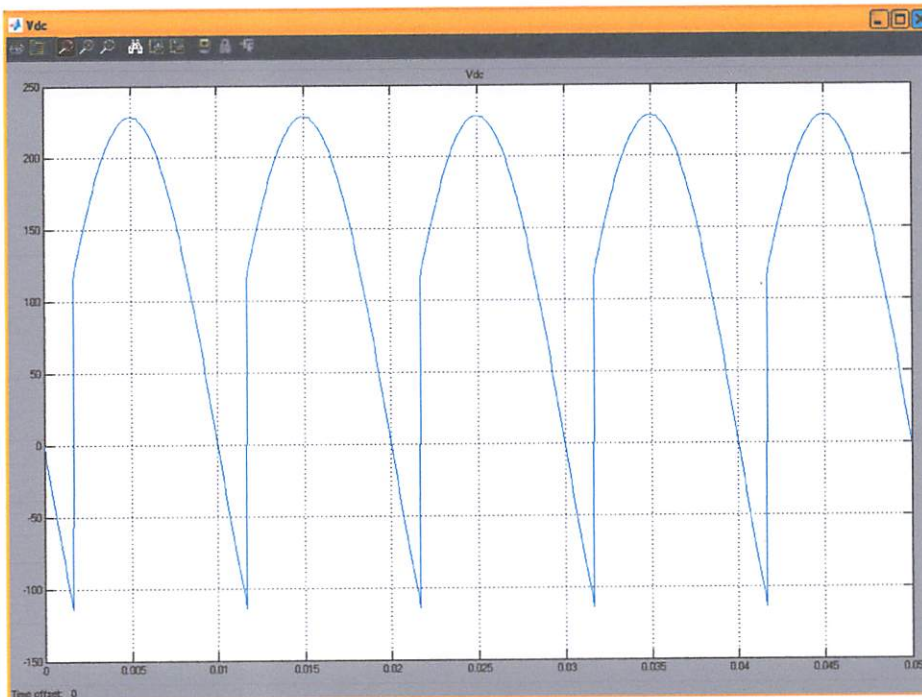


Gambar 4-13

Block simulink untuk kondisi sudut pemucuan SCR (α^0) = 30^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-13 diatas terlihat bahwa sudut pemecuan SCR disetting pada $(\alpha^0) = 30^0$ dan torsi beban nol tanpa pemasangan LC Filter. Tegangan ac yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemecuan pada SCR.

1. Hasil simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR $(\alpha^0) = 30^0$ dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190$ Volt



Gambar 4-14

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR $(\alpha^0) = 30^0$ pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-14 adalah bentuk gelombang tegangan dc, dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 30^0 pada $t = 0$ sampai $t = 0.001$ sec. Sebesar 115 Volt disebabkan karena sudut pemecuan SCR disetting sebesar 30^0

Besarnya rata-rata tegangan dc (V_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR $(\alpha^0) = 30^0$ dapat di hitung dengan persamaan :

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

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

Dimana :

V_m = Puncak tegangan inputan

π = 180° ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemicuan SCR (α°) = 30°

Maka V_{rms} untuk sudut pemicuan SCR (α°) = 30° adalah :

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

$$V_m = \sqrt{2} \cdot 190 = 268.7 \text{ Volt}$$

$$V_{rms} = V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$V_{rms} = V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{2 \cdot 180^\circ} + \frac{\sin(2 \cdot 30^\circ)}{4 \cdot 180^\circ}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{360^\circ} + \frac{0.866}{720}}$$

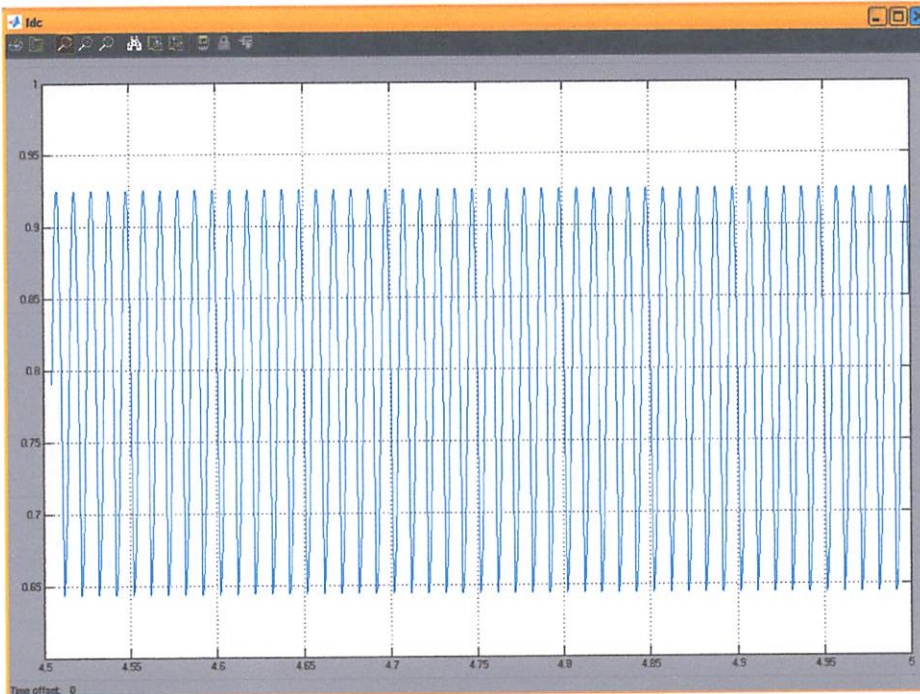
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.0833 + 0.0012}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{0.4179}$$

$$= 268.7 \times 0.6465$$

$$= 173.7 \text{ Volt}$$

2. Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, V_{ac} = 190 Volt



Gambar 4-15

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-15 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.93 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

Dimana :

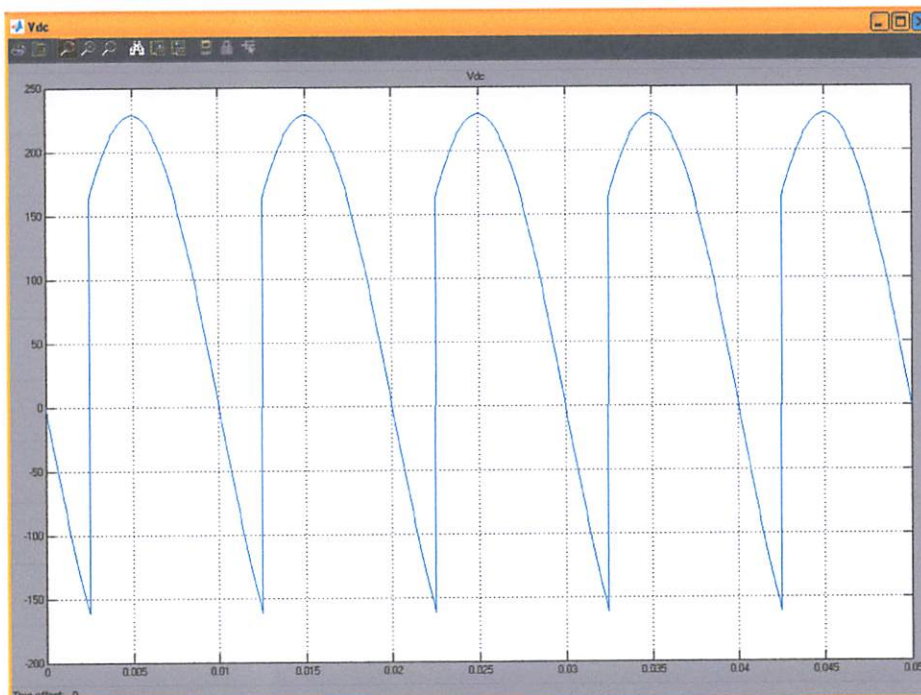
I_a = Arus pada gelombang puncak

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0

Maka besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 :

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



Gambar 4-17

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemuncian SCR (α^0) = 45^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-17 adalah bentuk gelombang tegangan dc, dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 45^0 pada $t = 0$ sampai $t = 0.002$ sec. Sebesar 162 Volt disebabkan karena sudut pemuncian SCR disetting sebesar 45^0

Besarnya rata-rata tegangan dc (V_{rms}) untuk sudut pemuncian SCR (α^0) = 45^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

$$= V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} = V_{ac}$$

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_{ac}$$

Dimana :

V_m = Puncak tegangan inputan

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemuncian SCR (α^0) = 45^0

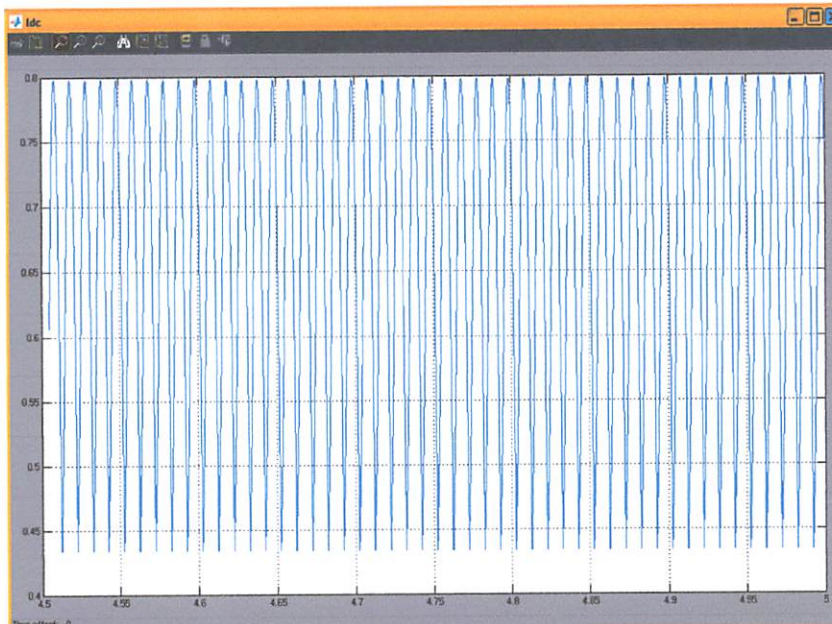
Maka V_{rms} untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 adalah :

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

$$V_m = \sqrt{2} \cdot 190 = 268.7 \text{ Volt}$$

$$\begin{aligned} V_{rms} &= V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{45^0}{2 \cdot 180^0} + \frac{\sin(2 \cdot 45^0)}{4 \cdot 180^0}} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{45^0}{360^0} + \frac{1}{720}} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.125 + 0.0014} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{0.3764} \\ &= 268.7 \times 0.6135 \\ &= 164.9 \text{ Volt} \end{aligned}$$

2. Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190 \text{ Volt}$



Gambar 4-18

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-18 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.8 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$) dapat di hitung dengan persamaan :

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

Dimana :

I_a = Arus pada gelombang puncak

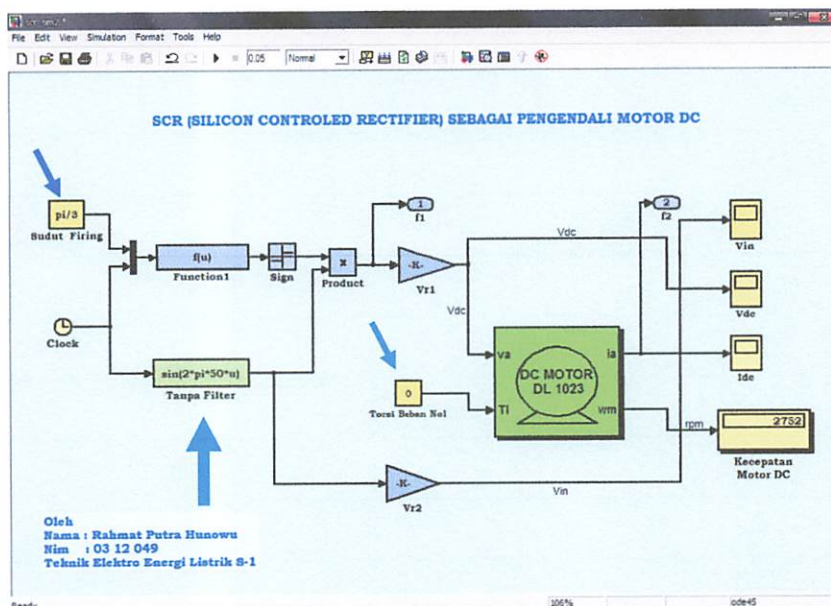
π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$)

Maka besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$) :

$$\begin{aligned} I_{rms} &= \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_a^2 \cdot d(\omega t) \right] = I_a \left(1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \\ &= 0.8 \left(1 - \frac{45^0}{2 \cdot 180^0} \right) \\ &= 0.7 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

❖ Untuk sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$)

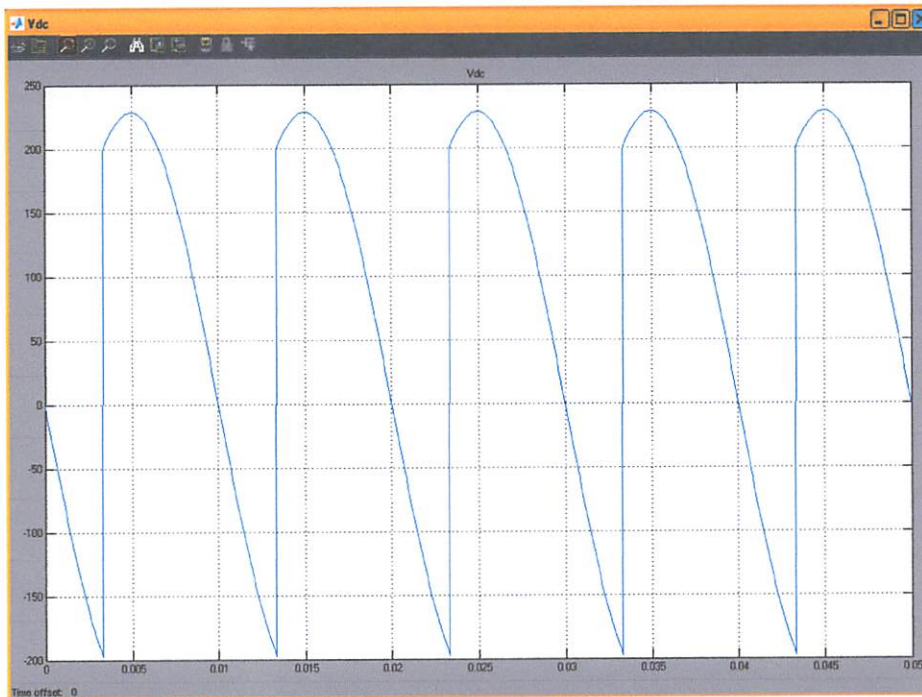


Gambar 4-19

Block simulink untuk kondisi sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$) pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-19 diatas terlihat bahwa sudut pemecuan SCR disetting pada (α^0) = 60^0 dan torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter. Tegangan ac yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemecuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4-20

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-20 adalah bentuk gelombang tegangan dc, dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 60^0 pada $t = 0$ sampai $t = 0.003$ sec. Sebesar 200 Volt disebabkan karena sudut pemecuan SCR disetting sebesar 60^0

Besarnya rata-rata tegangan dc (V_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

$$= V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} = Vac$$

$$V_m = \sqrt{2}.Vac$$

Dimana :

V_m = Puncak tegangan inputan

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0

Maka V_{rms} untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 adalah :

$$V_m = \sqrt{2}.Vac$$

$$V_m = \sqrt{2}.190 = 268.7 \text{ Volt}$$

$$V_{rms} = V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{60^0}{2.180^0} + \frac{\sin(2.60^0)}{4.180^0}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{60^0}{360^0} + \frac{0.866}{720}}$$

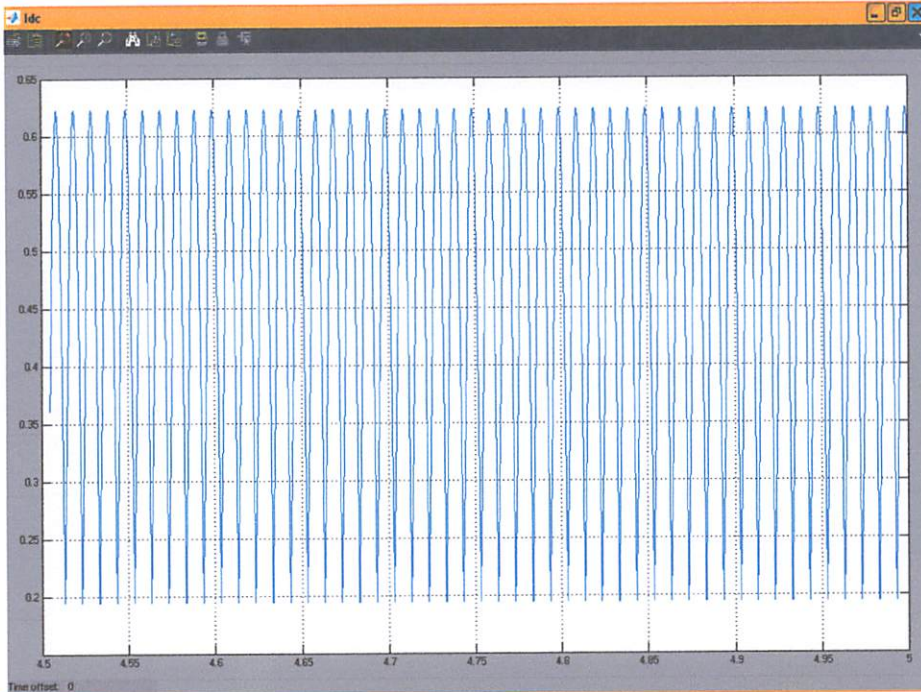
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.166 + 0.0012}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{0.3321}$$

$$= 268.7 \times 0.5763$$

$$= 155.4 \text{ Volt}$$

2. Hasil simulasi Idc pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4-21

Hasil Simulasi Idc pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 pada kondisi torsi beban nol tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-21 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.62 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc (Irms) untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

Dimana :

I_a = Arus pada gelombang puncak

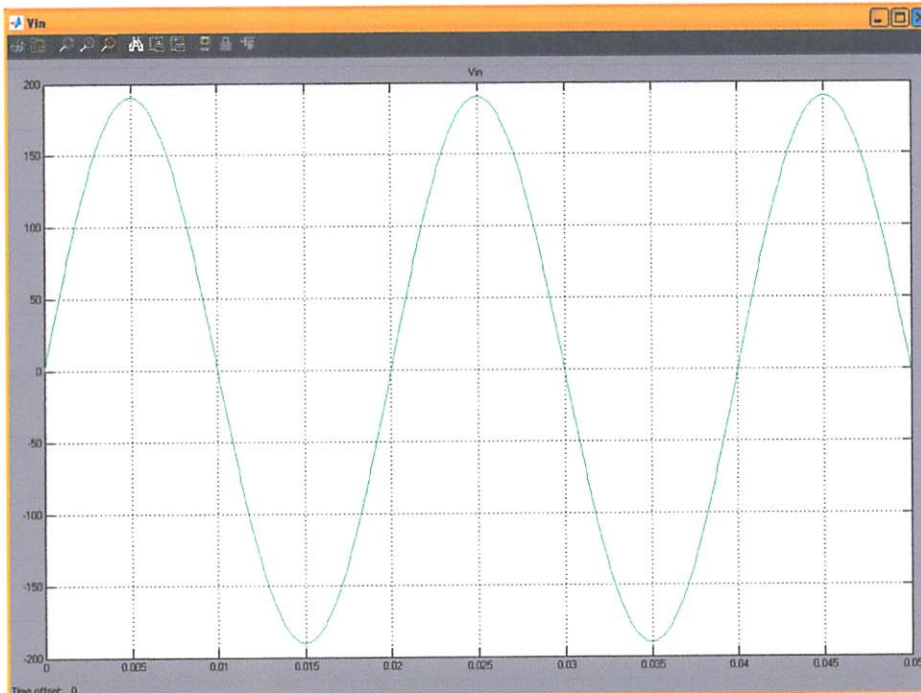
π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0

Maka besarnya arus rata-rata dc (Irms) untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 :

$$\begin{aligned} I_{rms} &= \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_a^2 \cdot d(\omega t) \right] = I_a \left(1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \\ &= 0.62 \left(1 - \frac{60^0}{2 \cdot 180^0} \right) \end{aligned}$$

1. Hasil Simulasi V_{ac} pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, V_{ac} = 190 Volt



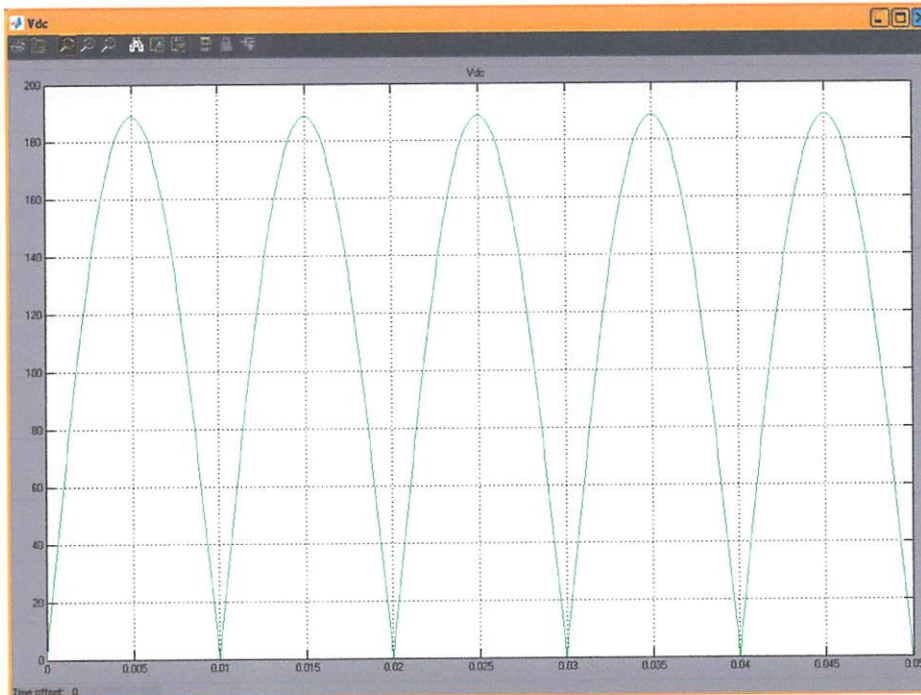
Gambar 4-23

Hasil simulasi V_{ac} pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-23 adalah bentuk gelombang tegangan input AC, dimana besar tegangan input AC adalah 190 Volt. Pada $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. Serta terlihat juga bahwa 1 periode (T) = 0,02 second. Sehingga sesuai dengan persamaan $f = \frac{1}{T}$ maka frekuensi = 50 HZ.

Hasil simulasi gelombang tegangan input ac untuk sudut pemicuan SCR (α^0) = 30^0 , (α^0) = 45^0 dan (α^0) = 60^0 dengan torsi beban nol, sama dengan hasil simulasi gelombang tegangan input ac untuk sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 karena tegangan yang inputkan pada SCR untuk pengendalian motor DC adalah 190 Volt.

2. Hasil simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt

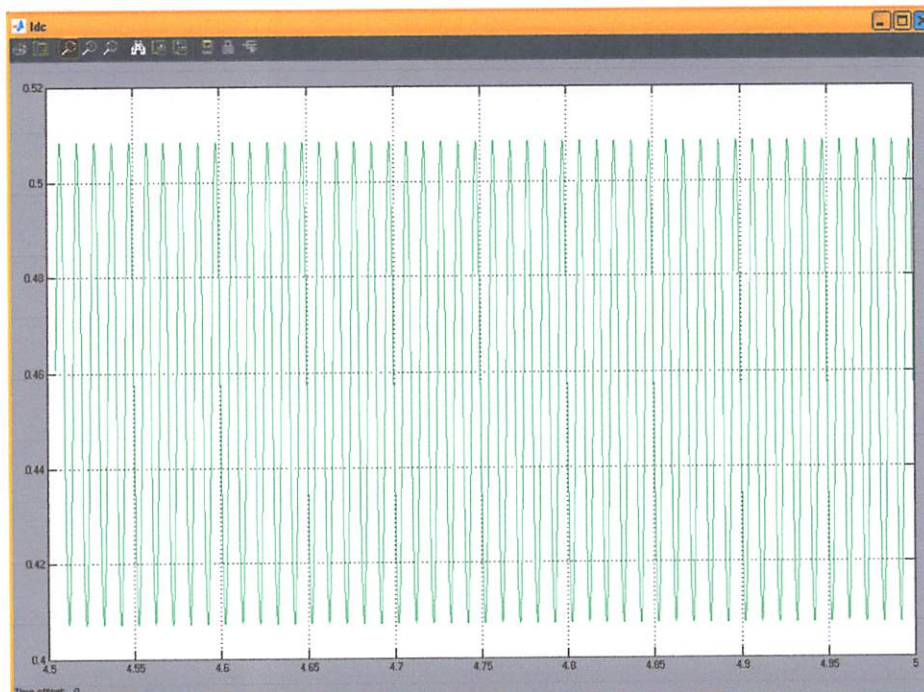


Gambar 4-24

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$)
 Pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-24 adalah bentuk gelombang tegangan output DC, dimana pada gambar gelombang tidak terjadi suatu pemotongan gelombang. dari $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. karena sudut pemicuan $= 0^0$ dimana karena menggunakan LC filter besar tegangan DC dari hasil simulasi adalah 190 Volt dc.

3. Hasil simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt

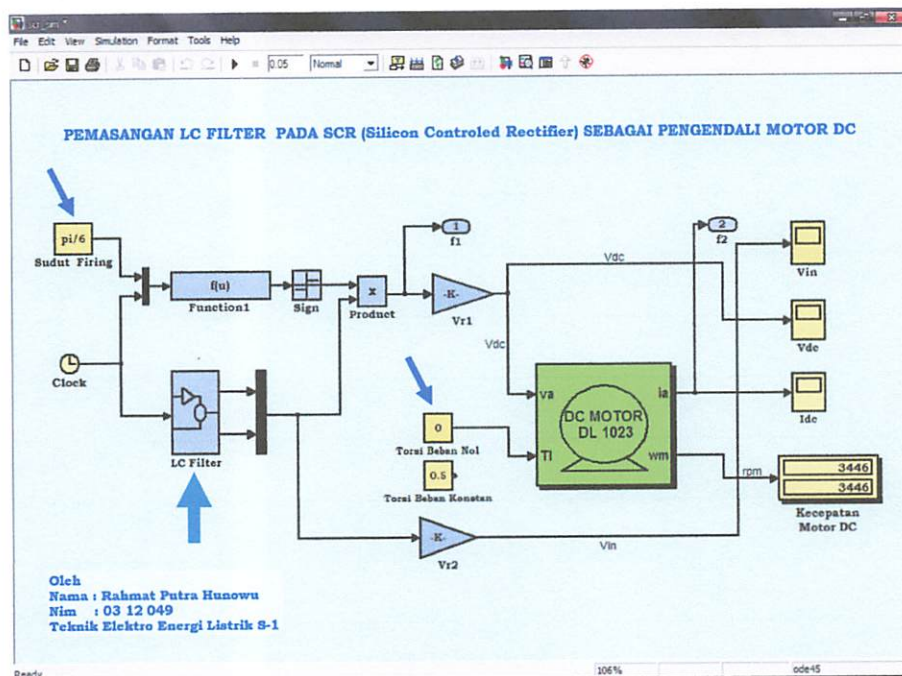


Gambar 4-25

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-25 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.51 Ampere.

❖ Untuk Sudut Pemucuan SCR ($\alpha^0 = 30^0$)

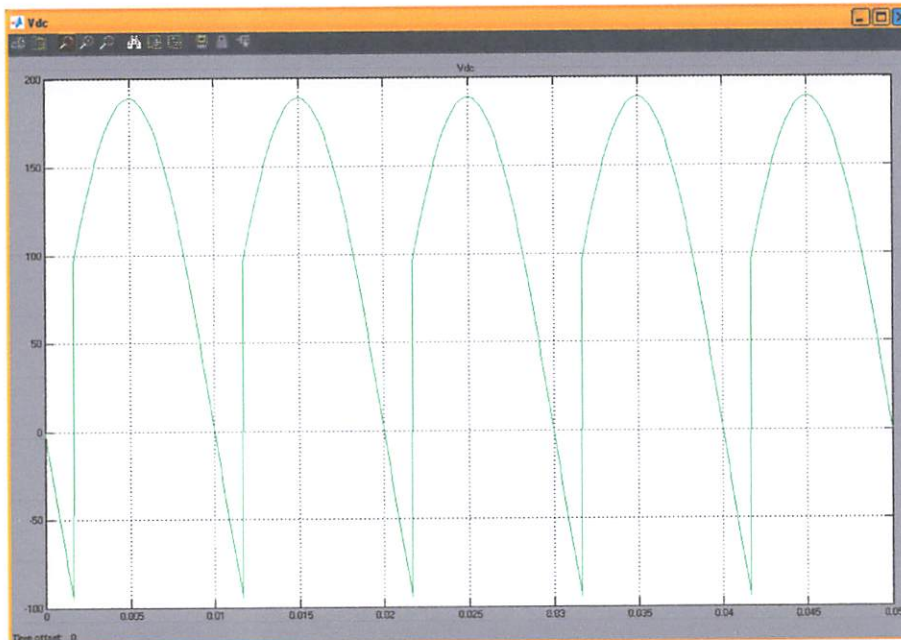


Gambar 4-26

Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemucuan SCR ($\alpha^0 = 30^0$) pada Torsi Beban Nol dengan pemasangan LC Filter

Pada gambar 4-26 diatas terlihat bahwa sudut pemucuan SCR disetting pada $(\alpha^0) = 30^0$ dan torsi beban nol. dengan pemasangan LC Filter Tegangan AC yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemucuan pada SCR.

- 2 Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR $(\alpha^0) = 30^0$ dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190$ Volt



Gambar 4-27

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR $(\alpha^0) = 30^0$ pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Pada gambar 4-27 adalah bentuk gelombang tegangan dc, dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 30^0 pada $t = 0$ sampai $t = 0.001$ sec, sebesar 100 Volt disebabkan karena sudut pemucuan SCR disetting sebesar 30^0 dengan pemasangan LC Filter.

Besarnya rata-rata tegangan dc (V_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR $(\alpha^0) = 30^0$ dapat di hitung dengan persamaan :

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

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_{ac}$$

Dimana :

V_m = Puncak tegangan inputan

π = 180° ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemucuan SCR (α°) = 30°

Maka V_{rms} untuk sudut pemucuan SCR (α°) = 30° adalah :

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_{ac}$$

$$V_m = \sqrt{2} \cdot 190 = 268.7 \text{ Volt}$$

$$V_{rms} = V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$V_{rms} = V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{2 \cdot 180^\circ} + \frac{\sin(2 \cdot 30^\circ)}{4 \cdot 180^\circ}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{360^\circ} + \frac{0.866}{720}}$$

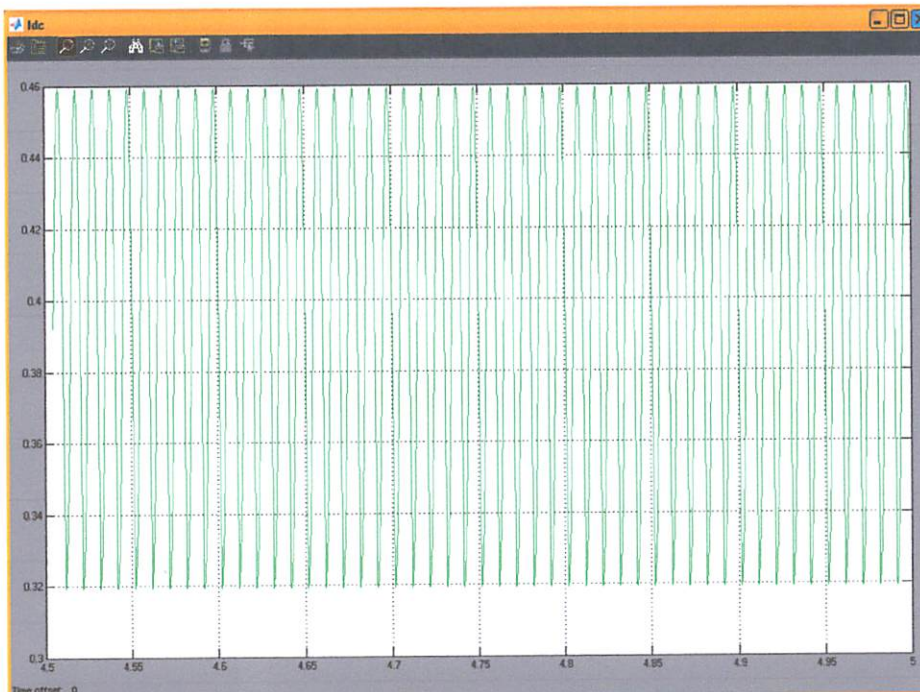
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.0833 + 0.0012}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{0.4179}$$

$$= 268.7 \times 0.6465$$

$$= 173.7 \text{ Volt}$$

- 2 Hasil Simulasi I_{dc} pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190$ Volt



Gambar 4-28

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-28 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.46 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

Dimana :

I_a = Arus pada gelombang puncak

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0

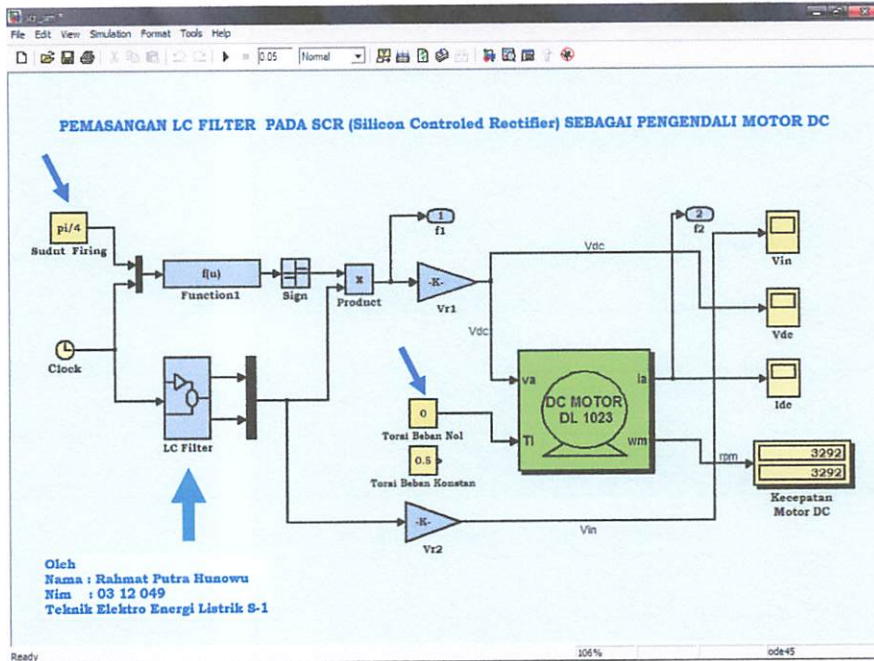
Maka besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 :

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

$$= 0.46 \left(1 - \frac{30^\circ}{2.180^\circ} \right)$$

$$= 0.42 \text{ Ampere}$$

- ❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR (α°) = 45°

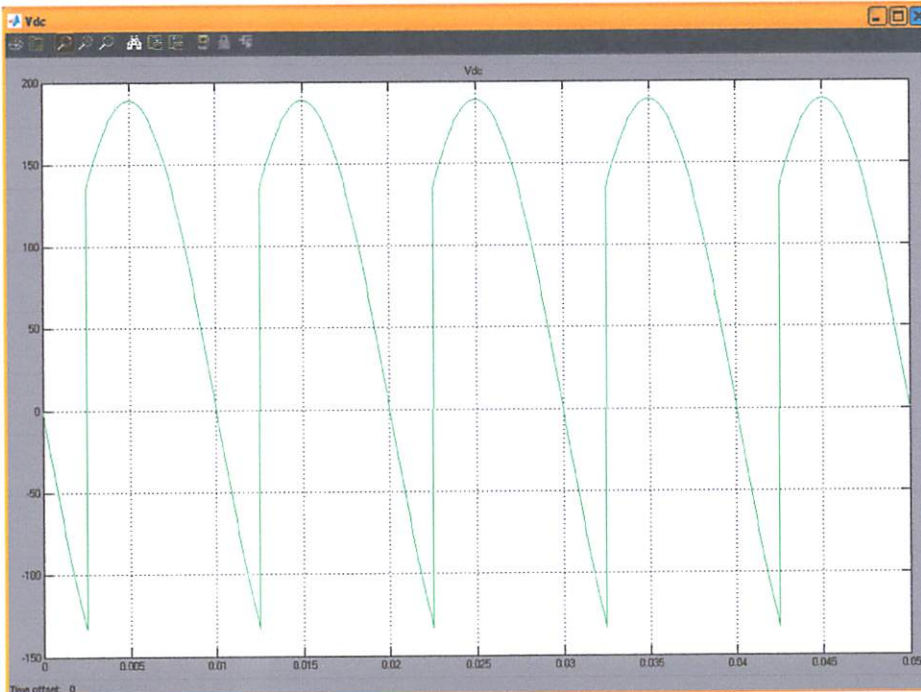


Gambar 4-29

Block simulink untuk kondisi sudut pemicuan SCR (α°) = 45° pada torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Pada gambar 4-29 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada (α°) = 45° dan torsi beban nol dengan pemasangan LC filter tegangan ac yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemicuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR (α°) = 45° dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4-30

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR (α°) = 45° pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Pada gambar 4-30 adalah bentuk gelombang tegangan dc, dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 45° pada $t = 0$ sampai $t = 0.002$ sec, sebesar 140 Volt disebabkan karena sudut pemucuan SCR disetting sebesar 45° dengan pemasangan LC Filter.

Besarnya rata-rata tegangan dc (V_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR (α°) = 45° dapat di hitung dengan persamaan :

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

$$= V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= \frac{V_m}{\sqrt{2}} = Vac$$

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

Dimana :

V_m = Puncak tegangan inputan

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0

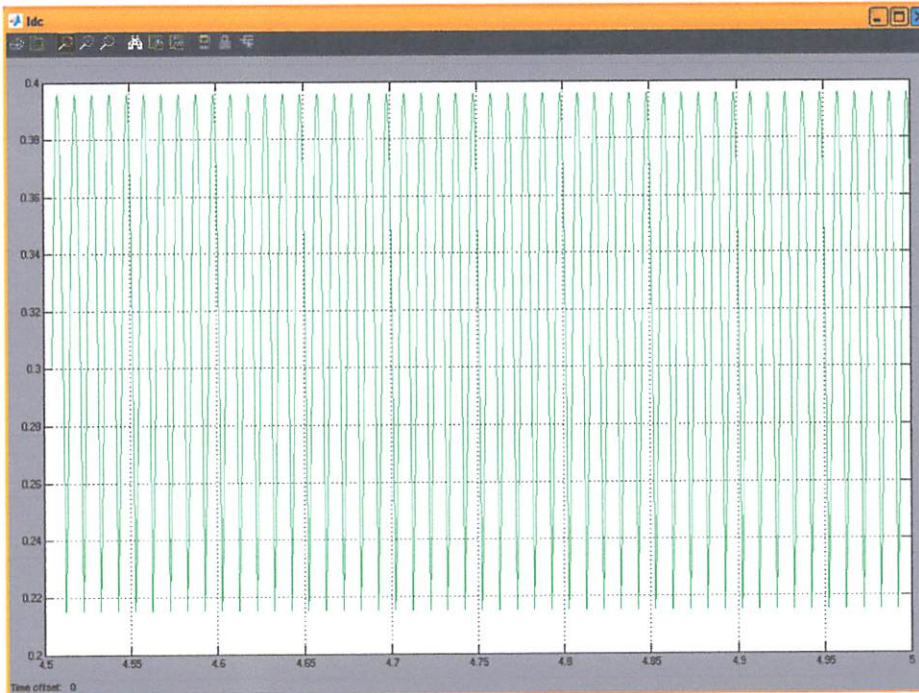
Maka V_{rms} untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 adalah :

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

$$V_m = \sqrt{2} \cdot 190 = 268.7 \text{ Volt}$$

$$\begin{aligned} V_{rms} &= V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{45^0}{2 \cdot 180^0} + \frac{\sin(2 \cdot 45^0)}{4 \cdot 180^0}} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{45^0}{360^0} + \frac{1}{720}} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.125 + 0.0014} \\ &= 268.7 \cdot \sqrt{0.3764} \\ &= 268.7 \times 0.6135 \\ &= 164.9 \text{ Volt} \end{aligned}$$

- 2 Hasil Simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, $V_{ac} = 190$ Volt



Gambar 4-31

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-31 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.39 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

Dimana :

I_a = Arus pada gelombang puncak

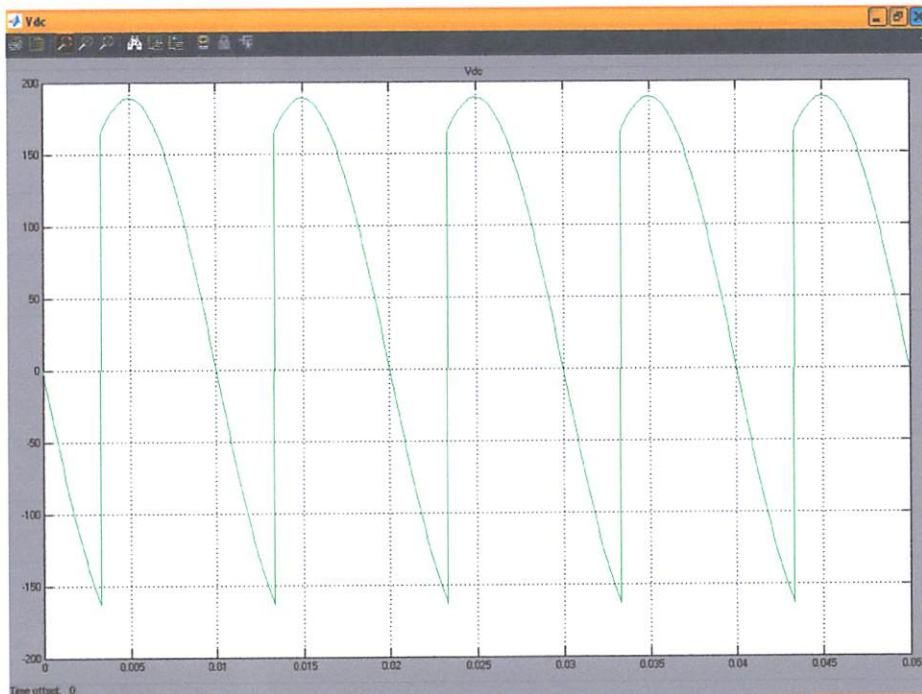
π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0

Maka besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 :

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

1. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4-33

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Pada gambar 4-33 adalah bentuk gelombang tegangan dc, dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 60^0 pada $t = 0$ sampai $t = 0.003$ sec, sebesar 160 Volt disebabkan karena sudut pemecuan SCR disetting sebesar 60^0 dengan pemasangan LC filter.

Besarnya rata-rata tegangan dc (V_{rms}) untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

$$V_m = \sqrt{2} \cdot V_{ac}$$

Dimana :

V_m = Puncak tegangan inputan

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0

Maka V_{rms} untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 adalah :

$$V_m = \sqrt{2}.Vac$$

$$V_m = \sqrt{2}.190 = 268.7 \text{ Volt}$$

$$V_{rms} = V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{60^0}{2.180^0} + \frac{\sin(2.60^0)}{4.180^0}}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{60^0}{360^0} + \frac{0.866}{720}}$$

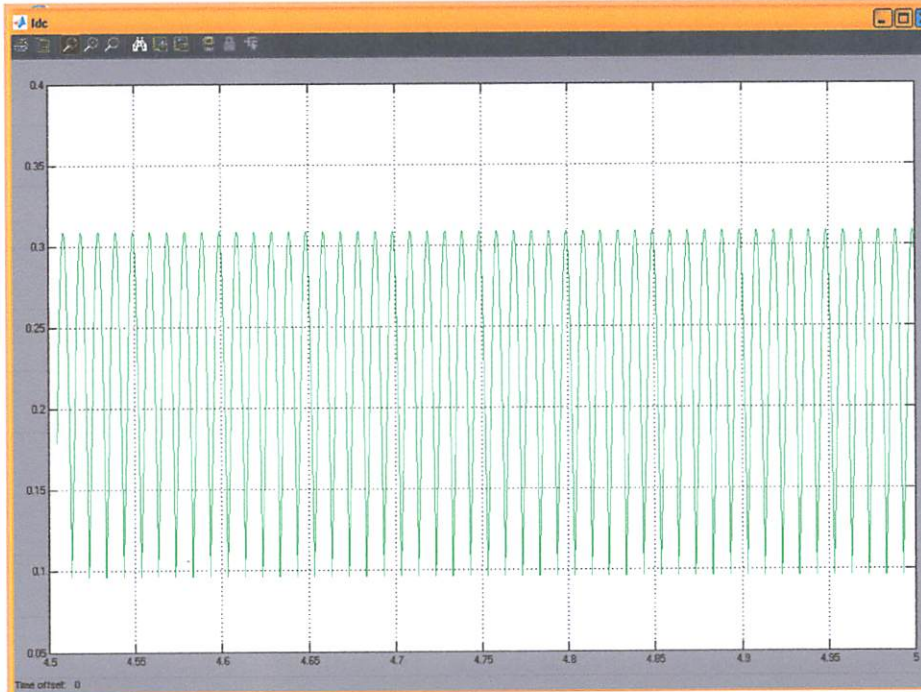
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.166 + 0.0012}$$

$$= 268.7 \cdot \sqrt{0.3321}$$

$$= 268.7 \times 0.5763$$

$$= 155.4 \text{ Volt}$$

2. Hasil Simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 dengan kondisi torsi beban nol dimana, V_{ac} = 190 Volt



Gambar 4-34

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 pada kondisi torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-34 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.31 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 dapat di hitung dengan persamaan :

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

Dimana :

I_a = Arus pada gelombang puncak

π = 180^0 ($\frac{1}{2}$ gelombang penuh)

α = Sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0

Maka besarnya arus rata-rata dc (I_{rms}) untuk sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0 :

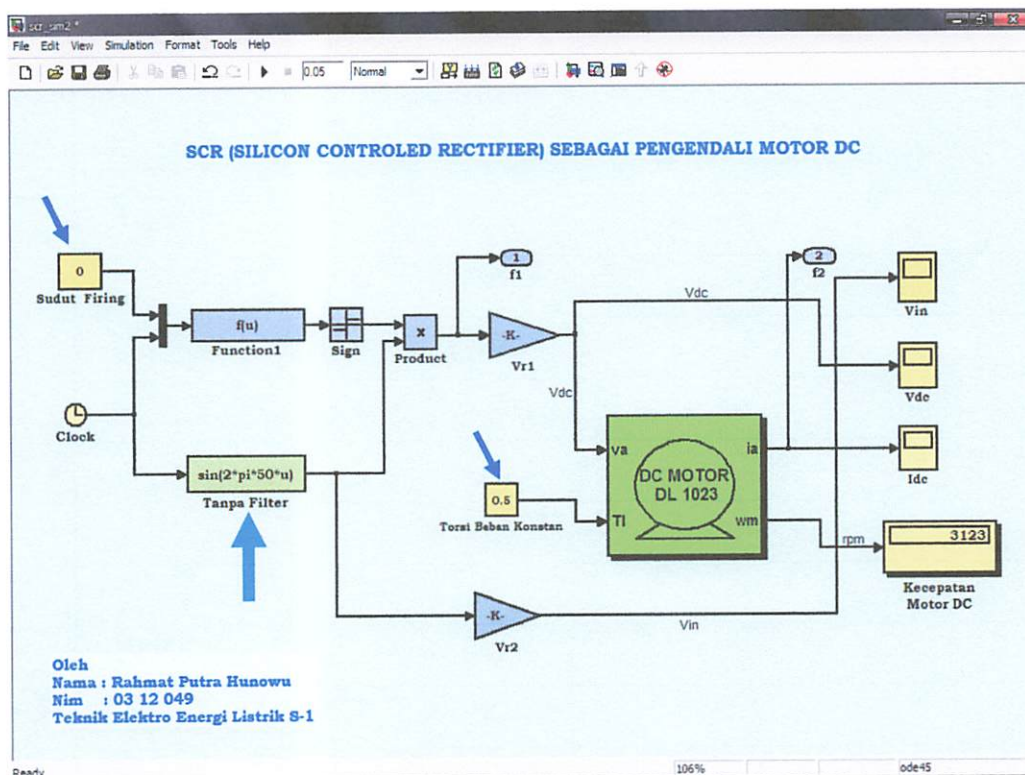
$$\begin{aligned} I_{rms} &= \left[\frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_a^2 \cdot d(\omega t) \right] = I_a \left(1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \\ &= 0.31 \left(1 - \frac{45^0}{2.180^0} \right) \end{aligned}$$

= 0.28 Ampere

4.3.3 Hasil simulasi untuk kondisi torsi beban disetting pada 0,5 Nm dan V_{ac} =190 V (khusus pada simulasi)

4.3.3.1 Tanpa pemasangan LC filter

- ❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0^0

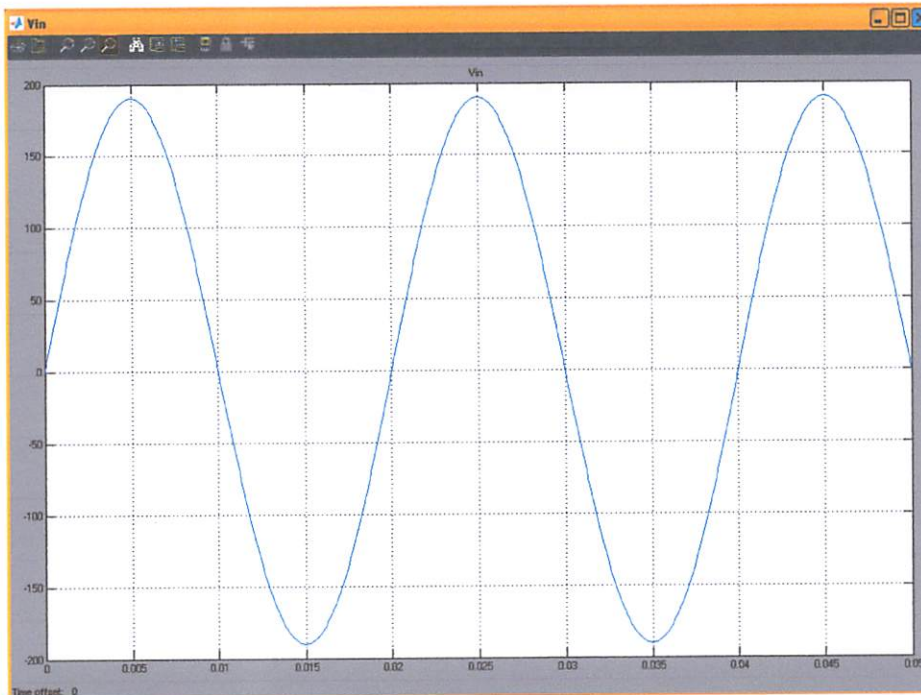


Gambar 4-35

Block simulink untuk kondisi sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 pada kondisi torsi beban disetting 0.5 N.m tanpa pemasangan LC filter

Pada gambar 4-35 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada (α^0) = 0^0 dan torsi beban disetting pada 0.5 N.m. Tanpa pemasangan LC filter tegangan ac yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemicuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi V_{ac} pada sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, $V_{ac} = 190$ Volt



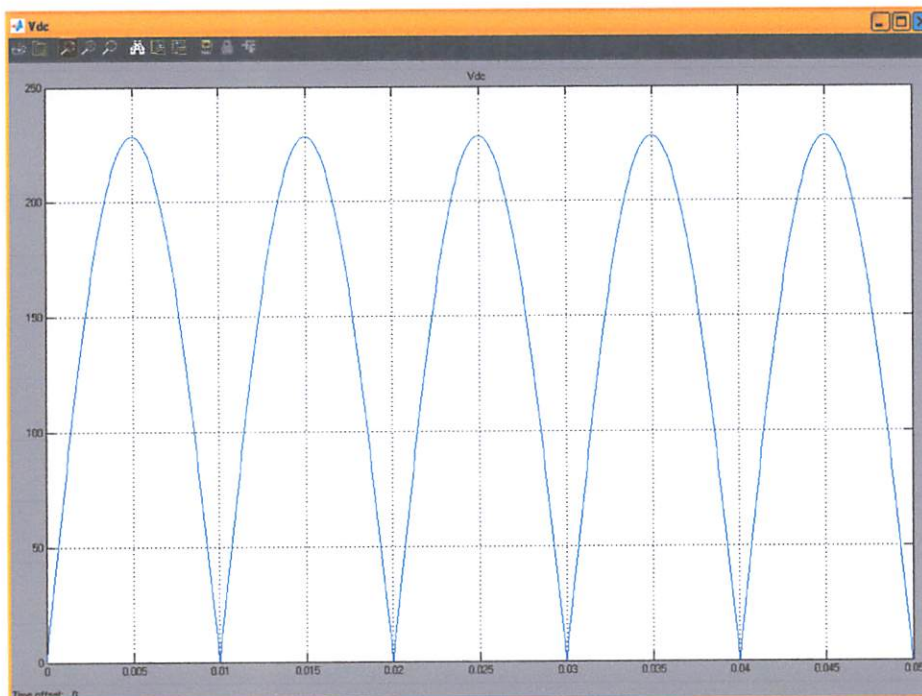
Gambar 4-36

Hasil simulasi V_{ac} pada sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-36 adalah bentuk gelombang tegangan input AC, dimana besar tegangan input AC adalah 190 Volt. Pada $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. Serta terlihat juga bahwa 1 periode (T) = 0,02 second. Sehingga sesuai dengan persamaan $f = \frac{1}{T}$ maka frekuensi = 50 HZ.

Hasil simulasi gelombang tegangan input AC untuk sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 30^0$, ($\alpha^0 = 45^0$ dan ($\alpha^0 = 60^0$) dengan torsi beban disetting pada 0.5 Nm, sama dengan hasil simulasi gelombang tegangan input AC untuk sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) tanpa pemasangan LC filter karena tegangan yang diinputkan pada SCR untuk pengendalian motor DC adalah 190 Volt.

2. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt

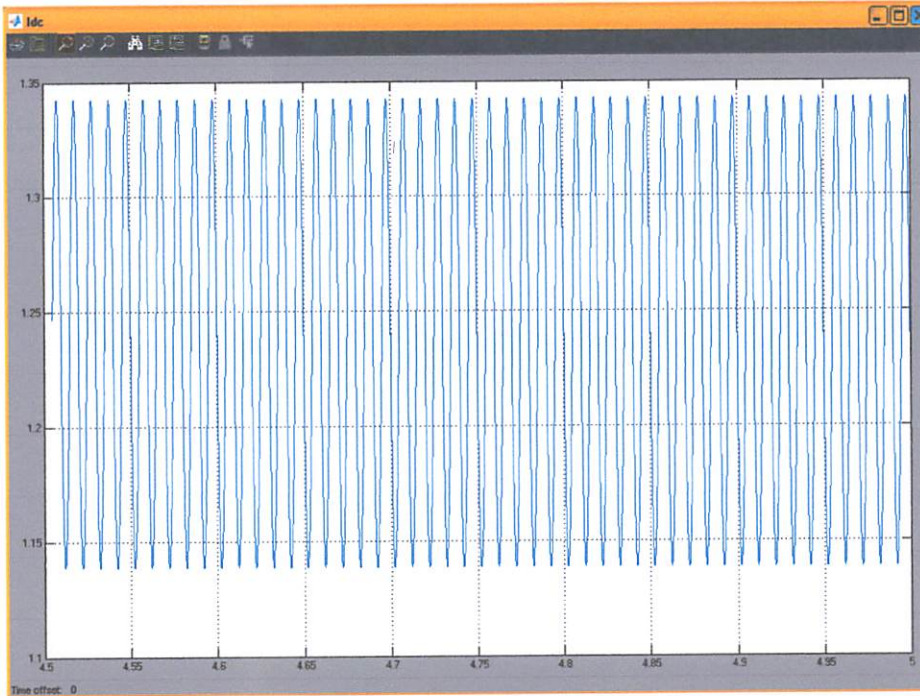


Gambar 4-37

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0
dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m
tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-37 adalah bentuk gelombang tegangan output DC, dimana pada gambar gelombang tidak terjadi suatu pemotongan gelombang. dari $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. Pada sudut pemicuan = 0^0 dimana karena tanpa menggunakan LC filter besar tegangan dc dari hasil simulasi adalah 230 Volt dc.

3. Hasil Simulasi I_{dc} pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, V_{ac} = 190 Volt



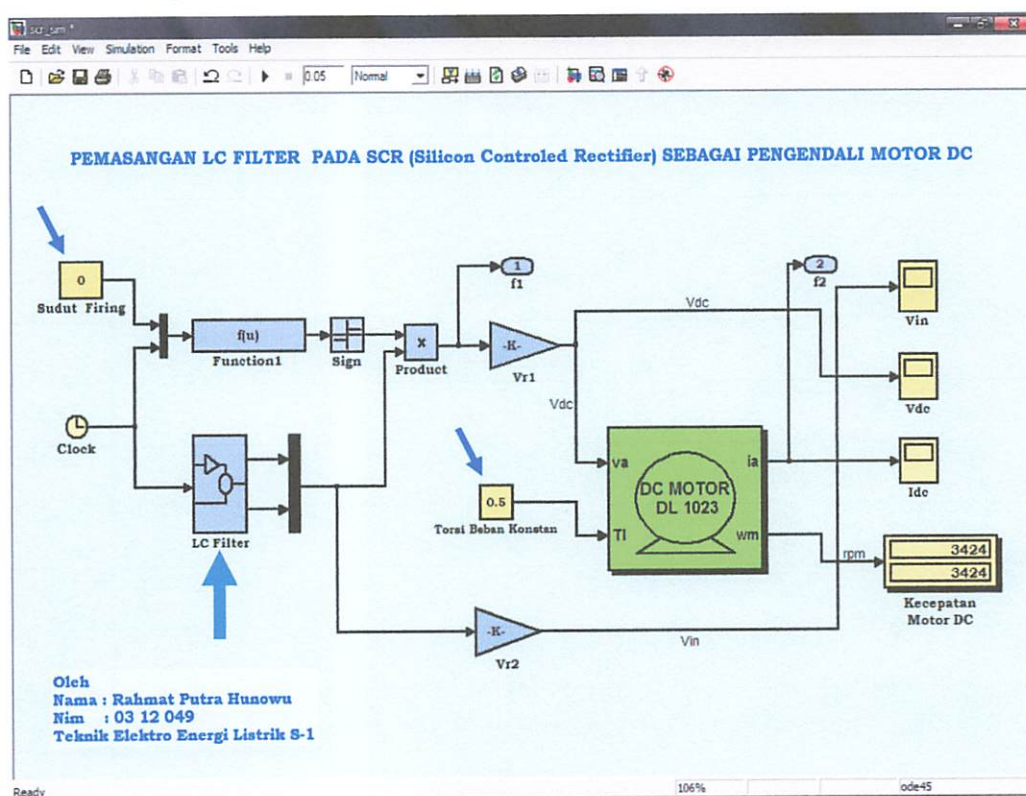
Gambar 4-38

Hasil simulasi I_{dc} pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m tanpa pemasangan LC filter

Gambar 4-38 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 1.34 Ampere.

Karena hasil simulasi kondisi torsi beban disetting pada 0.5 Nm hanya sebagai pembanding (khusus simulasi), maka untuk sudut pemicuan SCR (α^0) = 30^0 , (α^0) = 45^0 dan (α^0) = 60^0 Hasil simulasi V_{dc} , I_{dc} , dan Kecepatan Motor DC Tanpa Pemasangan LC Filter dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4-5.

4.3.3.2 Dengan pemasangan LC filter

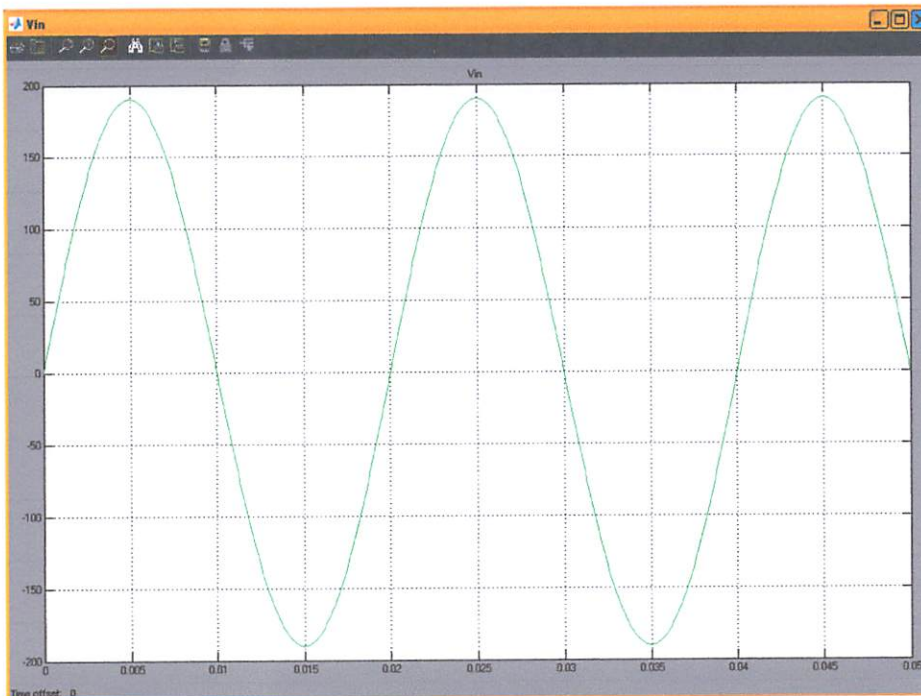


Gambar 4-39

Block simulink untuk kondisi sudut pemicuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) pada kondisi torsi beban disetting 0.5 N.m dengan pemasangan LC filter

Pada gambar 4-39 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ($\alpha^0 = 0^0$) dan torsi beban disetting pada 0.5 N.m. Dengan pemasangan LC Filter Tegangan AC yang diinputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemicuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi V_{ac} pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, V_{ac} = 190 Volt



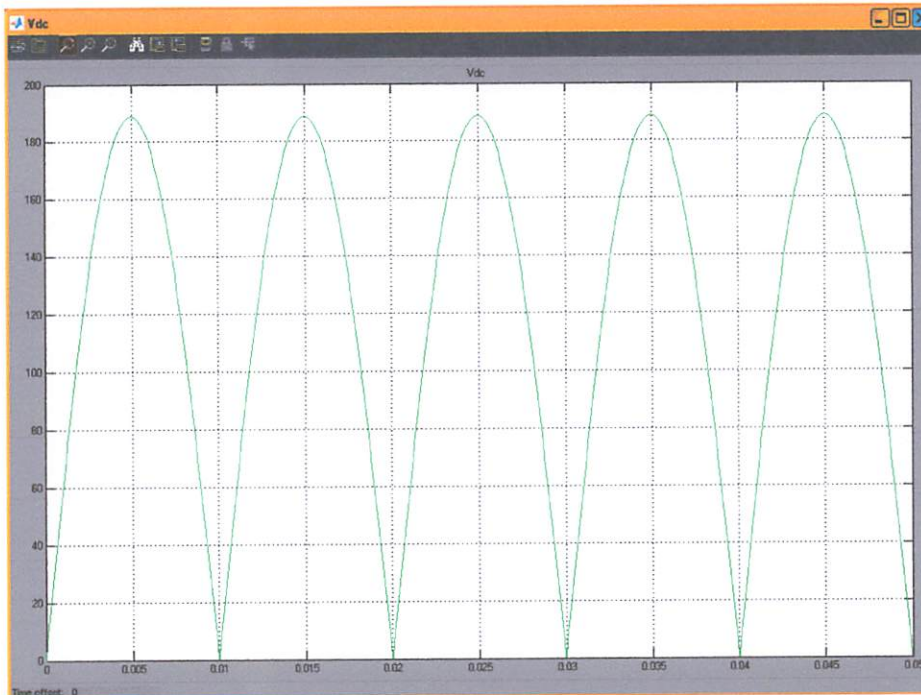
Gambar 4-40

Hasil simulasi V_{ac} pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-40 adalah bentuk gelombang tegangan input ac, dimana besar tegangan input ac adalah 190 Volt. Pada $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. Serta terlihat juga bahwa 1 periode (T) = 0,02 second. Sehingga sesuai dengan persamaan $f = \frac{1}{T}$ maka frekuensi = 50 HZ.

Hasil simulasi gelombang tegangan input ac untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 , (α^0) = 45^0 dan (α^0) = 60^0 dengan torsi beban disetting pada 0.5 nm, sama dengan hasil simulasi gelombang tegangan input ac untuk sudut pemecuan SCR (α^0) = 0^0 dengan pemasangan LC filter karena tegangan yang inputkan pada SCR untuk pengendalian motor dc adalah 190 Volt.

2. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt

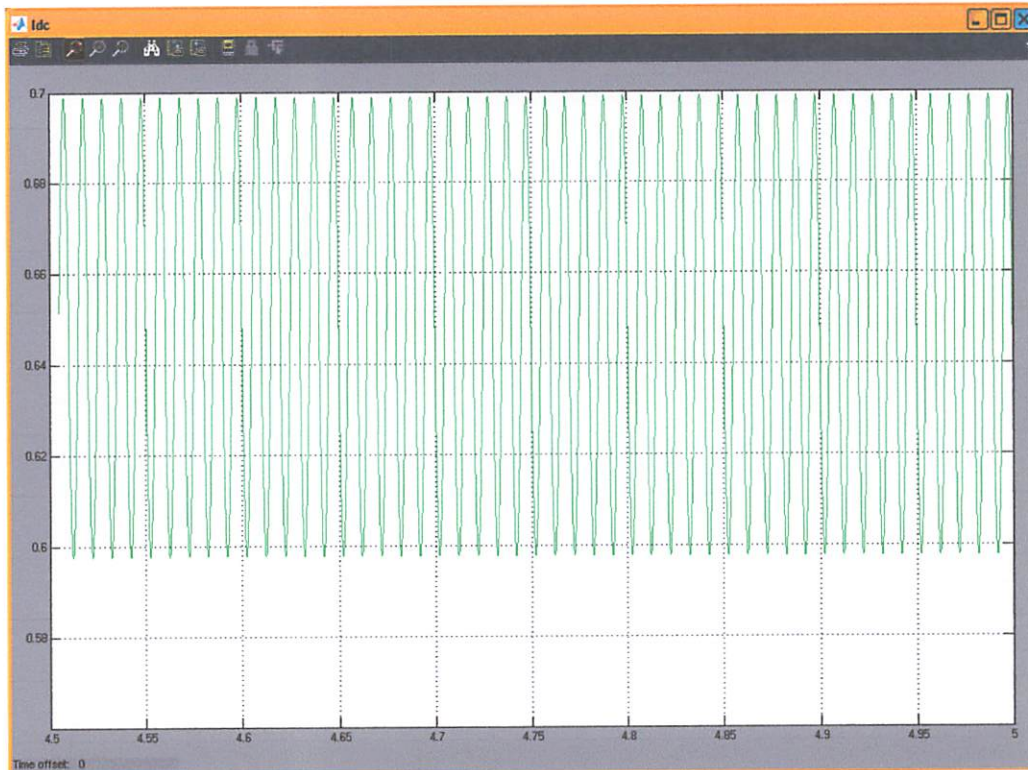


Gambar 4-41

Hasil simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0
dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m
dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-41 adalah bentuk gelombang tegangan output dc, dimana pada gambar gelombang tidak terjadi suatu pemotongan gelombang. dari $t = 0$ sampai $t = 0.05$ sec. karena sudut pemucuan = 0^0 dimana karena menggunakan LC filter besar tegangan dc dari hasil simulasi adalah 190 Volt dc.

3. Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4-42

Hasil simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (α^0) = 0^0 dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m dengan pemasangan LC filter

Gambar 4-42 adalah bentuk gelombang arus dc, dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada $t = 0$ sampai $t = 5$ sec, besar arus dc adalah 0.7 Ampere.

Karena hasil simulasi kondisi torsi beban disetting pada 0.5 Nm hanya sebagai pembanding (khusus simulasi) maka untuk sudut pemicuan SCR (α^0) = 30^0 , (α^0) = 45^0 dan (α^0) = 60^0 hasil simulasi Vdc, Idc, dan kecepatan motor dc dengan pemasangan LC filter dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4-7.

Tabel 4-3

Hasil simulasi pada torsi Beban nol tanpa pemasangan LC filter

NO	SUDUT FIRING (α^0)	VAC (V)	VDC (V)	IDC (A)	N (RPM)
1	0^0	190	230	1.1	3258
2	30^0	190	173.7	0.85	3118
3	45^0	190	164.9	0.7	2956
4	60^0	190	155.4	0.52	2752

Dari tabel diatas dapat dianalisa :

1. Hasil Simulasi pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$)
Semakin kecil sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin besar, arus dc Semakin Besar dan kecepatan semakin besar.
 - Pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 0^0$) besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 230 Volt
 - Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 1.1 Ampere
 - Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3258 rpm
2. Hasil simulasi pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 30^0$)
Semakin besar sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.
 - Pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 30^0$) besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 173.7 Volt
 - Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.85 Ampere
 - Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3118 rpm
3. Hasil simulasi pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$)
Semakin besar sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.
 - Pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$) besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 164.9 Volt
 - Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.7 Ampere
 - Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2958 rpm
4. Hasil simulasi pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$)
Semakin besar sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.
 - Pada sudut pemecuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$) besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 155.4 Volt
 - Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.52 Ampere
 - Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2752 rpm

Tabel 4-4
 Hasil simulasi pada torsi beban nol dengan pemasangan LC filter

NO	SUDUT FIRING (α^0)	VAC (V)	VDC (V)	IDC (A)	N (RPM)
1	0^0	190	190	0.51	3580
2	30^0	190	173.7	0.42	3446
3	45^0	190	164.9	0.34	3292
4	60^0	190	155.4	0.28	3097

Dari tabel diatas dapat dianalisa :

1. Hasil Simulasi pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0

Semakin kecil sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin besar, arus dc Semakin Besar dan kecepatan semakin besar.

- Pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 0^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 190 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.51 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3580 rpm

2. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 30^0

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 30^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 173.7 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.42 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3446 rpm

3. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 45^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 164.9 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.34 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3292 rpm

4. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR (α^0) = 60^0

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 60^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 155.4 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.28 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3097 rpm.

Tabel 4-5

Hasil simulasi untuk kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m
(khusus simulasi) tanpa pemasangan LC filter

NO	SUDUT FIRING (α^0)	VAC (V)	VDC (V)	IDC (A)	N (RPM)
1	0^0	190	230	1.34	3123
2	30^0	190	173.7	1.14	2982
3	45^0	190	164.9	1.31	2821
4	60^0	190	155.4	0.78	2616

Dari tabel diatas dapat dianalisa :

1. Hasil Simulasi pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 0^0

Semakin kecil sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin besar, arus dc Semakin Besar dan kecepatan semakin besar.

- Pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 0^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 230 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 1.34 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3123 rpm

2. Hasil simulasi pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0

Semakin besar sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 30^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 173.7 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 1.14 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2982 rpm

3. Hasil simulasi pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 45^0

Semakin besar sudut pemecuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc Semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemecuan SCR (α^0) = 45^0 besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 164.9 Volt

- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 1.31 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2821 rpm

4. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR (α°) = 60°

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemucuan SCR (α°) = 60° besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 155.4 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.78 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2616 rpm.

Tabel 4-6

Hasil simulasi untuk kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m (khusus simulasi) dengan pemasangan LC filter

NO	SUDUT FIRING (α°)	VAC (V)	VDC (V)	IDC (A)	N (RPM)
1	0°	190	190	0.7	3424
2	30°	190	173.7	0.59	3289
3	45°	190	164.9	0.5	3135
4	60°	190	155.4	0.42	2940

Dari tabel diatas dapat dianalisa :

1. Hasil Simulasi pada sudut pemucuan SCR (α°) = 0°

Semakin kecil sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin besar, arus dc semakin Besar dan kecepatan semakin besar.

- Pada sudut pemucuan SCR (α°) = 0° besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 190 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.7 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3424 rpm

2. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR (α°) = 30°

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemucuan SCR (α°) = 30° besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 173.7 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.59 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3289 rpm

3. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$)

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 45^0$) besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 164.9 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.5 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3135 rpm

5. Hasil simulasi pada sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$)

Semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil, arus dc semakin kecil dan kecepatan semakin kecil.

- Pada sudut pemucuan SCR ($\alpha^0 = 60^0$) besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 155.4 Volt
- Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.42 Ampere
- Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2940 rpm

4.4. Perbandingan hasil simulasi dan eksperimen

4.4.1 Tanpa pemasangan LC filter

Tabel 4-7
Data hasil perbandingan simulasi dan eksperimen
SCR sebagai pengendali motor dc
tanpa pemasangan LC filter

SUDUT FIRING (α^0)	VDC (VOLT)		IDC (AMPERE)		N (RPM)	
	Sim	Eks	Sim	Eks	Sim	Eks
0^0	230	227	1.1	1.08	3258	3250
30^0	173.7	170	0.85	0.83	3118	3110
45^0	164.9	161	0.7	0.68	2956	2952
60^0	155.4	153	0.52	0.50	2752	2749

0°	190	190	0.7	0.51	3424	3580
30°	173.7	173.7	0.59	0.42	3289	3446
45°	164.9	164.9	0.5	0.34	3135	3292
60°	155.4	155.4	0.42	0.28	2940	3097

4.5. Analisa error simulasi hasil perbandingan simulasi dan eksperimen

4.5.1 Tanpa pemasangan LC filter

Nilai Error simulasi didapatkan dari Persamaan :

$$\left| \frac{\text{Simulasi} - \text{Eksperimen}}{\text{Simulasi}} \right| \times 100\%$$

1) Untuk Tegangan dc

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^{\circ} = 0^{\circ}$)

*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{230 - 227}{230} \right| \times 100\% = 1.3 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^{\circ} = 30^{\circ}$)

$$\left| \frac{173.7 - 170}{173.7} \right| \times 100\% = 2.1 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^{\circ} = 45^{\circ}$)

$$\left| \frac{164.9 - 161}{164.9} \right| \times 100\% = 2.4 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^{\circ} = 60^{\circ}$)

$$\left| \frac{155.4 - 153}{155.4} \right| \times 100\% = 1.5 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 1.5 %

2) Untuk Arus dc

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ($\alpha^{\circ} = 0^{\circ}$)

*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{1.1 - 1.08}{1.1} \right| \times 100\% = 1.8 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0

$$\left| \frac{0.85 - 0.83}{0.83} \right| \times 100\% = 2.3 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 45^0

$$\left| \frac{0.7 - 0.68}{0.7} \right| \times 100\% = 2.8 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60^0

$$\left| \frac{0.52 - 0.50}{0.52} \right| \times 100\% = 3.8 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 2.7 %

3) Untuk Kecepatan Motor dc

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0^0

*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{3258 - 3250}{3258} \right| \times 100\% = 0.2 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0

$$\left| \frac{3118 - 3110}{3118} \right| \times 100\% = 0.2 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 45^0

$$\left| \frac{2956 - 2952}{2956} \right| \times 100\% = 0.1 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60^0

$$\left| \frac{2752 - 2749}{2752} \right| \times 100\% = 0.1 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 0.15 %

4.5.2 Dengan Pemasangan LC Filter

Nilai Eror simulasi didapatkan dari Persamaan :

$$\left| \frac{\text{Simulasi} - \text{Eksperimen}}{\text{Simulasi}} \right| \times 100\%$$

1) Untuk Tegangan dc

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0^0

*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{190 - 188}{190} \right| \times 100\% = 1.1 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0

$$\left| \frac{173.7 - 170}{173.7} \right| \times 100\% = 2.1 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 45^0

$$\left| \frac{164.9 - 161}{164.9} \right| \times 100\% = 2.4 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60^0

$$\left| \frac{155.4 - 153}{155.4} \right| \times 100\% = 1.5 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 1.8 %

2) Untuk Arus dc

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0^0

*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{0.51 - 0.49}{0.51} \right| \times 100\% = 3.9 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0

$$\left| \frac{0.42 - 0.41}{0.42} \right| \times 100\% = 2.4 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 45^0

$$\left| \frac{0.34 - 0.33}{0.34} \right| \times 100\% = 2.9 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60^0

$$\left| \frac{0.28 - 0.27}{0.28} \right| \times 100\% = 3.6 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 3.2 %

3) Untuk Kecepatan Motor dc

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 0^0

*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{3580 - 3578}{3580} \right| \times 100\% = 0.1 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 30^0

$$\left| \frac{3446 - 3441}{3446} \right| \times 100\% = 0.1 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 45^0

$$\left| \frac{3292 - 3290}{3292} \right| \times 100\% = 0.1 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR (α^0) = 60^0

$$\left| \frac{3097 - 3095}{3097} \right| \times 100\% = 0.1 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 0.1 %

4.6. Analisa perbandingan hasil simulasi antara tanpa pemasangan LC filter dan dengan pemasangan LC filter pada SCR (Silicon Controlled Rectifier) sebagai pengendali motor dc

Dari Tabel 4-8 dan Tabel 4-9 Hasil Perbandingan Antara Simulasi dan Eksperimen baik tanpa pemasangan LC Filter Maupun Dengan Pemasangan LC Filter pada SCR Sebagai Pengendali Motor DC dapat diambil suatu kesimpulan umum antara lain:

- ❖ Tanpa Pemasangan LC Filter (Pengontrolan SCR Murni) Pada Hasil Simulasi Dengan Tegangan Inputan (Vac) 190 Volt Tegangan Dc dan Arus Dc yang Disearahkan sesuai dengan sudut pemicuan Relative Lebih Besar (230 – 155.4 V), (1.1 – 0.52 A) dan kecepatan relative lebih kecil (3258 – 2752 rpm) hal ini terlihat jelas pada kondisi Torsi beban nol. Demikian halnya pada Eksperimen Tegangan Dc dan Arus Dc yang Disearahkan sesuai dengan sudut pemicuan Relative Lebih Besar (227 – 153 V), (1.08 – 0.50 A) dan kecepatan relative lebih kecil (3250 – 2749 rpm) hal ini terlihat jelas pada kondisi Torsi beban nol

Dimana pada Hasil Simulasi Rata-rata Tegangan DC tanpa Pemasangan LC Filter pada sudut pemucuan 0^0 sampai 60^0 Adalah 18.65 Vdc dan Arus dc = 0.14 A

- ❖ Dengan Pemasangan LC Filter Pada Hasil Simulasi Dengan Tegangan Inputan (Vac) 190 Volt Tegangan Dc dan Arus Dc yang Disearahkan sesuai dengan sudut pemucuan Relative Lebih Kecil (190 – 155.4 V), (0.47 – 0.28 A) dan kecepatan relative lebih Besar (3580 – 3097 rpm) hal ini terlihat jelas pada kondisi Torsi beban nol. Demikian halnya pada Eksperimen Tegangan Dc dan Arus Dc yang Disearahkan sesuai dengan sudut pemucuan Relative Lebih Kecil (188 – 153 V), (0.49 – 0.27 A) dan kecepatan relative lebih Besar (3578 – 3095 rpm) hal ini terlihat jelas pada kondisi Torsi beban nol

Dimana pada Hasil Simulasi Rata-rata Tegangan DC dengan Pemasangan LC Filter pada sudut pemucuan 0^0 sampai 60^0 Adalah 8.7 Vdc, dan Arus dc = 0.06 A

Dari Hasil-hasil diatas dapat disimpulkan bahwa dengan pemasangan L dan C filter pada SCR sebagai pengendali Motor DC, step tegangan pada setiap sudut pemucuan lebih baik (*Smooth*) apabila dibandingkan dengan tanpa pemasangan L dan C filter pada SCR sebagai pengendali Motor DC. Sebagai Perbandingannya hal ini dapat dilihat pada Tabel 4-12 dan Tabel 4-13 dibawah ini

Tabel 4-11

Data hasil percobaan simulasi penurunan tegangan per-step pada SCR sebagai pengendali motor dc dengan kondisi torsi beban nol Maupun torsi beban disetting pada 0.5 N.m dengan pemasangan L dan C filter

VAC / VINPOT (VOLT)	SUDUT FIRING (α^0)	VDC (VOLT)	
		$T_b=0.5$	$T_b=0$
$T_b=0.5 / T_b=0$	$T_b=0.5 / T_b=0$	$T_b=0.5$	$T_b=0$
190	0^0	190	190
190	1^0	189.5	189.5
190	2^0	188.9	188.9
190	3^0	188.4	188.4
190	4^0	187.8	187.8
190	5^0	187.3	187.3
190	6^0	186.8	186.8
190	7^0	186.2	186.2
190	8^0	185.7	185.7
190	9^0	185.1	185.1
190	10^0	184.6	184.6
190	11^0	184	184

190	12 ⁰	183.4	183.4
190	13 ⁰	183	183
190	14 ⁰	182.3	182.3
190	15 ⁰	182	182

Dari tabel hasil percobaan simulasi Penurunan Tegangan Per-Step pada SCR sebagai Pengendali Motor DC dengan Kondisi Torsi Beban nol Maupun Torsi beban disetting pada 0.5 N.m Dengan Pemasangan L dan C Filter nilai penurunan tegangan

dc rata-rata per-step berdasarkan besarnya sudut pemicuan SCR adalah : $\frac{190-182}{15} =$

0.53 Volt.dc

Tabel 4-12

Data hasil percobaan simulasi penurunan tegangan per-step pada SCR sebagai pengendali motor dc dengan kondisi torsi beban nol Maupun torsi beban disetting pada 0.5 N.m tanpa pemasangan L dan C filter

VAC / VINP (VOLT)	SUDUT FIRING (α^0)	VDC (VOLT)	
		T _b =0.5	T _b =0
T _b =0.5 / T _b =0	T _b =0.5 / T _b =0	T _b =0.5	T _b =0
190	0 ⁰	230	230
190	1 ⁰	189.5	189.5
190	2 ⁰	188.9	188.9
190	3 ⁰	188.4	188.4
190	4 ⁰	187.8	187.8
190	5 ⁰	187.3	187.3
190	6 ⁰	186.8	186.8
190	7 ⁰	186.2	186.2
190	8 ⁰	185.7	185.7
190	9 ⁰	185.1	185.1
190	10 ⁰	184.6	184.6
190	11 ⁰	184	184
190	12 ⁰	183.4	183.4
190	13 ⁰	183	183
190	14 ⁰	182.3	182.3
190	15 ⁰	182	182

Dari tabel hasil percobaan simulasi Penurunan Tegangan Per-Step pada SCR sebagai Pengendali Motor DC dengan Kondisi Torsi Beban nol Maupun Torsi beban disetting pada 0.5 N.m Tanpa Pemasangan L dan C Filter nilai penurunan tegangan

dc rata-rata per-step berdasarkan besarnya sudut pemicuan SCR adalah : $\frac{230-182}{15} =$

3.2 Volt dc.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan eksperimen yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Besarnya nilai error simulasi :

a) Tanpa pemasangan LC filter

- Nilai rata – rata error simulasi pada tegangan dc adalah 1.5 %
- Nilai rata – rata error simulasi pada arus dc adalah 2.7 %
- Nilai rata – rata error simulasi pada kecepatan motor dc adalah 0.15 %

b) Dengan pemasangan LC filter

- Nilai rata – rata error simulasi pada tegangan dc adalah 1.8 %
- Nilai rata – rata error simulasi pada arus dc adalah 3.2 %
- Nilai rata – rata error simulasi pada kecepatan motor dc adalah 0.1 %

2. Tanpa pemasangan LC filter :

a) Untuk kondisi torsi beban nol

- Pada simulasi : semakin besar sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (230 – 155.4 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relatif kecil (1.1 A – 0.52 A), dan kecepatan semakin kecil (3258 – 2752 rpm).
- Pada eksperimen : semakin besar sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (227 – 153 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relatif kecil (1.08 A – 0.50 A), dan kecepatan semakin kecil (3250 – 2749 rpm).

b) Untuk kondisi torsi beban yang disetting pada 0.5 N.m. Khusus pada simulasi

- Semakin besar sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (230 – 155.4 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relatif kecil (1.34 A – 0.78 A), dan kecepatan semakin kecil (3123 – 2616 rpm).

3. Dengan pemasangan LC filter :

a) Untuk kondisi torsi beban nol

- Pada simulasi : semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (190 – 155.4 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relatif kecil (0.51 A – 0.28 A), dan kecepatan semakin kecil (3580 – 3097 rpm).
 - Pada eksperimen : semakin besar sudut pemucuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (188 – 153 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relatif kecil (0.49 – 0.27 A), dan kecepatan semakin kecil (3578 – 3095 rpm).
- b) Untuk kondisi torsi beban 0.5 N.m. Khusus pada simulasi
- Pada simulasi : semakin besar sudut pemucuan SCR, tegangan dc semakin kecil (190 – 155.4 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relatif kecil (0.7 – 0.42 A), dan kecepatan semakin kecil (3424 – 2940 rpm).
4. Dengan pemasangan LC filter pada SCR sebagai pengendali motor dc, step tegangan pada setiap sudut pemucuan lebih baik (*Smooth*) dimana rata – rata penurunan tegangan per-stepnya adalah : 0.53 Volt dc, dibandingkan tanpa pemasangan LC Filter pada SCR sebagai pengendali motor dc dengan kondisi Torsi beban nol maupun Torsi beban disetting pada 0.5 N.m rata – rata penurunan tegangan per-stepnya adalah : 3.2 Volt dc.

5.2 Saran

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

1. Untuk lebih mempermudah analisa dapat digunakan MATLAB dengan versi terbaru.
2. Penggunaan PC untuk pengontrolan kecepatan motor merupakan sesuatu yang menarik untuk dikaji pada waktu mendatang mengingat fasilitas tersebut sudah tersedia pada alat yang kami gunakan.
3. Agar validasi data lebih akurat, penginputan parameter dalam pembuatan program simulasi hendaknya lebih diteliti.
4. Untuk lebih bermanfaat lagi rangkaian ini dapat diaplikasikan pada industri - industri yang banyak menggunakan motor dc dalam menjalankan proses produksi dalam hal ini dapat menghasilkan pengaturan kecepatan motor dc yang diinginkan. Sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., Stephen D. Umans, " *Electric Machinery*", McGraw-Hill International. 2002. fourth edition.
- Achyanto, Djoko, " *Mesin – mesin Listrik (Edisi keempat)* ", Jakarta, Erlangga. 1992.
- Burak Ozpineci Leon M. Tobert, *Simulink Implementation of Induction Machine Model – A modular Approach*, IEEE Transacton on Power Electronics 2003, 728-734 .
- Electric Motors Reference Center*. <http://www.electricmotors.machinedesign.com>
- Ir. Soeprapto, MT. 2004. *Diktat Kuliah Elektronika Daya* Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- R. Krishan. *Electric Motor Drives Modeling, Analysis and Control*. Prentice Hall International Inc. 1998.
- Stephen J. Chapman. *Electrical Machinery Fundamentals*, McGraw-Hill International Editions, 1985.
- SMK Nurul Islam. http://smknis.sch.id/filter/macam_filter.html
- Taryo Aji. *Electronics Project*, Surakarta. http://elektroarea.blogspot.com/rangkaian_filter
- Victor R. Stefanovic and Peter Bauer " *LC Filter Effect SCR in Trends Motor Drive Applications* ", Budapest University of Technology and Economics.
- Zuhal. " *Dasar Teknik Tenaga Listrik* " Penerbit ITB Bandung.

LAMPIRAN

Tabel
Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC

VA	IA	RA	LA	RF	LF	N
(V)	(A)	(Ω)	(H)	(Ω)	(H)	(RPM)
60	0.49	4.0	0,0032	422	3,3	628

Momen Inersia : 0.00015 Kg.m²

Tabel
Data hasil eksperimen pengujian SCR sebagai pengendali motor dc
(tanpa pemasangan LC filter)

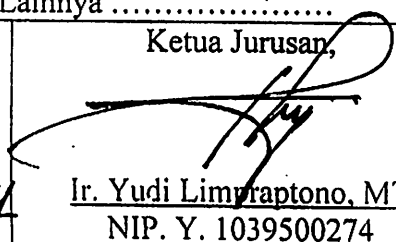
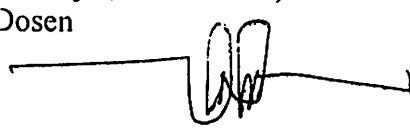
No	Sudut Firing (α^0)	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	n (rpm)
1	0 ⁰	190	227	1.08	3250
2	30 ⁰	190	170	0.83	3110
3	45 ⁰	190	161	0.68	2952
4	60 ⁰	190	153	0.50	2749

Tabel
Data hasil eksperimen pengujian pemasangan LC filter pada SCR sebagai pengendali motor dc

No	Sudut Firing (α^0)	L mH	C μ F	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	n (rpm)
1	0 ⁰	46,15	8,17	190	188	0.49	3578
2	30 ⁰	46,15	8,17	190	170	0.41	3441
3	45 ⁰	46,15	8,17	190	161	0.33	3290
4	60 ⁰	46,15	8,17	190	153	0.27	3095



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

1.	Nama Mahasiswa : Rahmat Putra Hunou	Nim : 03.12.049
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal 25
		Bulan JANUARI
		Tahun 2010
Spesifikasi Judul *)		
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik b. Energi & Konversi Energi c. Tegangan Tinggi & Pengukuran d. Sistem Kendali Industri	e. Elektronika & Komponen f. Elektro Digital & Komputer g. Elektronika Komunikasi h. Lainnya
4.	Konsultasikan judul sesuai materi bidang ilmu kepada Dosen) : <u>Ir. M. Abd. Hamid, MT</u>	Ketua Jurusan,  <u>Ir. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. Y. 1039500274
5.	Judul yang diajukan Mahasiswa :	ANALISIS PEMASANGAN LC FILTER PADA SCR (SILICON CONTROLLED RECTIFIER) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB/ SIMULINK DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG
6.	Perubahan Judul yang Disetujui Dosen materi bidang ilmu :	
7.	Cacatan :	
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, 25 Januari, 2010 Dosen 

Perhatian :

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



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 : RAHMAD PUTRA . H .
NIM : 0312049
Perbaikan meliputi :

Seyogyanya hasil kesimpulan diambilkan dari
hal 101 , 102 , 103 , 104 , 105 .

Malang,

200

(_____)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

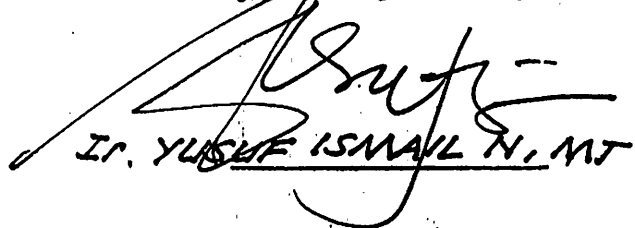
Formulir Perbaikan Ujian Skripsi

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 : RAHMAT PUTRA
NIM : 0312049
Perbaikan meliputi :

1. Sistematika disesuaikan dengan pedoman penulisan skripsi di buku pedoman kurikulum silabus 2009-2014.
2. Kesimpulan harus jelas, disimpulkan dari hasil pengukuran dan simulasi serta diberikan nilai-nilainya.

Malang, 27-08-2010


Ir. YUSUF ISMAIL N. MT



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Rahmat Putra Hunowu
NIM : 03.12.049
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
Judul Skripsi : Analisis Pemasangan LC Filter Pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Sebagai Pengendali Motor DC Menggunakan *Software* MATLAB *SIMULINK* di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang
Dipertahankan di hadapan majelis penguji Skripsi jenjang Strata satu (S-1) pada :
Hari : Selasa
Tanggal : 24 Agustus 2010
Dengan Nilai : 81,5 (A) *BY*

**PANITIA UJIAN SKRIPSI
Ketua Majelis Penguji**

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

ANGGOTA PENGUJI

Penguji I

(Ir. Teguh Herbasuki, MT)
NIP.Y. 1038900209

Penguji II

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



PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI

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

Hari : Selasa
Tanggal : 24 Agustus 2010
Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : Rahmat Putra Hunowu
2. NIM : 03.12.049
3. Jurusan : Teknik Elektro S-1
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket
1.	Seyogyanya hasil kesimpulan diambilkan dari halaman 101, 102, 103, 104, 105	
2.	Sistematika disesuaikan dengan pedoman penulisan skripsi di buku pedoman kurikulum silabus 2009-2014	
3.	Kesimpulan harus jelas, disimpulkan dari hasil pengukuran dan simulasi serta diberikan nilai-nilainya	

Penguji Pertama

Ir. Teguh Herbasuki, MT
NIP.Y. 1038900209

Penguji Kedua

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

Dosen Pembimbing I

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

Dosen Pembimbing II

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



BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

KONSENTRASI

1.	Nama Mahasiswa	RAHMAT PUTRA HUMU	NIM	0312049
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang
	Pelaksanaan			

Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *)

3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Embedded System	i. Sistem Informasi
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Konversi Energi	f. Antar Muka	j. Jaringan Komputer
	c. Sistem Kendali	g. Elektronika Telekomunikasi	k. Web
	d. Tegangan Tinggi	h. Elektronika Instrumentasi	l. Algoritma Cerdas

4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa ANALISA PEMASANGAN LC FILTER PADA SCR (SILICON CONTROLLED RECTIFIER) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB SIMULINK 7.0. DI L3. KON. ENERGI ELEKTRIK. ITN MALANG
----	--	---

5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian
----	---	----------------------------------

6.	Catatan :
----	-----------	----------------------------------

7.	Catatan :
----	-----------	----------------------------------



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. E I (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 Karangjo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang, 26 Juli 2010

Nomor : ITN-801/I.TA/2/10
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr./i. **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 : RAHMAD PUTRA. H
Nim : 0312049
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 :

22 Maret 2010 s/d 22 Agustus 2010

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
3. Coret yang tidak perlu

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

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

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Malang, 26 Juli 2010

Nomor : ITN-802/I.TA/2/10
Lampiran : -
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Sdr./i. **BAMBANG PRIO. H, ST, MT**
Dosen Institut Teknologi Nasional Malang

Dosen Pembimbing
Jurusan Teknik Elektro S-1
di
Malang

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

Nama : RAHMAD PUTRA. H
Nim : 0312049
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

22 Maret 2010 s/d 22 Agustus 2010

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
- 3 Coret yang tidak perlu

Form. S'4a



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

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Rahmat Putra Hunowu
Nim : 03.12.049
Masa Bimbingan : 22 Maret 2010 s/d 22 Agustus 2010
Judul Skripsi : Analisis Pemasangan LC Filter Pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Sebagai Pengendali Motor DC Menggunakan *Software Matlab/Simulink* di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	26/07/2010	Pengujian LC Filter diperjelas	
2.	29/07/2010	Data hasil pengujian dipelajari lagi	
3.	02/08/2010	ACC Bab I dan II	
4.	05/08/2010	Revisi Bab III dan IV	
5.	09/08/2010	ACC Bab III dan IV	
6.	12/08/2010	Revisi kesimpulan	
7.	14/08/2010	ACC Bab V	
8.	18/08/2010	ACC Seminar Hasil	
9.	21/08/2010	Penyempurnaan Bab I, II, III, IV, V	
10.	23/08/2010	ACC Ujian SKRIPSI	

Malang, 2010
Dosen Pembimbing

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



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

FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Rahmat Putra Hunowu
Nim : 03.12.049
Masa Bimbingan : 22 Maret 2010 s/d 22 Agustus 2010
Judul Skripsi : **Analisis Pemasangan LC Filter Pada SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Sebagai Pengendali Motor DC Menggunakan *Software Matlab/Simulink* di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang**

NO	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	03/08/2010	Revisi Bab I	
2.	05/08/2010	ACC Bab I	
3.	07/08/2010	Revisi Bab II dan Bab III (Teori Motor, Pemodelan SCR, Motor DC dan LC Filter)	
4.	09/08/2010	ACC Bab II dan III	
5.	11/08/2010	Revisi Bab IV	
6.	12/08/2010	Revisi kesimpulan	
7.	14/08/2010	ACC Bab IV dan V	
8.	17/08/2010	ACC Seminar Hasil	
9.	21/08/2010	Penyempurnaan Bab I, II, III, IV, V	
10.	23/08/2010	ACC Ujian SKRIPSI	

Malang, 2010
Dosen Pembimbing

(Bambang Prio H, ST, MT)
NIP. Y. 1028400082

Form S-4b