

# SKRIPSI

**ANALISIS PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB *SIMULINK* 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**



Disusun oleh :

**PASCHALIS R.G WAYAN**

**NIM. 03. 12. 064**

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

**SEPTEMBER 2008**

1971

MEMORANDUM FOR THE DIRECTOR  
FROM THE ASSISTANT ATTORNEY GENERAL  
RE: [Illegible]

DATE: [Illegible]

BY: [Illegible]

FOR: [Illegible]

[Illegible]

[Illegible]

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS PENGGUNAAN 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 Elektro (S-1)*

**Disusun Oleh :**

**PASCHALIS R.G WAYAN**

**03.12.064**

**Malang, September 2008**

**Diperiksa dan disetujui,**

**Dosen Pembimbing I**



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

**Dosen Pembimbing II**



**(Ir. Widodo Pudji M., MT)**  
**NIP. Y. 1028700171**



**Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1**

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

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

## ABSTRAKSI

### ANALISIS PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB *SIMULINK* 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

( Paschalis R.G Wayan, Nim 03.12.064, Teknik Elektro/ T.Energi Listrik S-1 )  
( Dosen Pembimbing : Ir. M. Abdul Hamid, MT - Ir.Widodo Pudji M., MT )

**Kata Kunci** : Motor DC, SCR (*Silicon Controlled Rectifier*), Matlab *Simulink*.

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

Dengan Analisis Penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai Pengendali Motor DC dengan pengaturan tegangan jangkar dan pengaturan besar kecilnya sudut pemicuan pada SCR ( $\alpha^0$ ), maka dapat menghasilkan pengaturan yang lebih luas dalam hal ini, pengaturan besar kecilnya tegangan, arus dan kecepatan Motor DC sesuai dengan yang diinginkan dan dapat digunakan sebagai pengasutan pada Motor DC dalam hal ini untuk mengurangi suplai arus yang besar pada saat starting Motor DC serta dapat menghasilkan pengaturan tegangan yang lebih halus (*smooth*) dalam mengendalikan Motor DC.

## **KATA PENGANTAR**

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

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

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Abraham Lomi, MSEE. selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Ir. Mochtar Asroni, MSME, selaku dekan Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Ir. F. Yudi Limpraptono, MT, selaku ketua jurusan Teknik Elektro S-1 Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Bapak Ir. M. Abdul Hamid, MT, selaku dosen pembimbing utama
5. Bapak Ir. Widodo Pudji Muljanto, MT. Selaku dosen pembimbing pendamping
6. Kedua orang tua Tercinta, Josh Wayan, Ronny Wayan And All BroOOo Wayan's Big Family For doa dan Supportnya selama ini.
7. All Crew Elektro ST' 03 and All Frennd yang telah membantu selama penulisan skripsi ini sehingga dapat terselesaikan tepat pada waktunya.

8. All Crew Energy Elektric Conversion Laboratory National Institute of Malang atas bantuan dan supportnya.
9. Semua pihak yang telah membantu selama penulisan skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa isi skripsi ini kemungkinan masih jauh dari sempurna. Untuk itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam penulisan-penulisan selanjutnya.

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

Malang, September 2008

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAKSI.....</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>ix</b>

### **BAB I    PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2.. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Pembahasan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	4
1.6. Relevansi .....	5

### **BAB II    LANDASAN TEORI**

2.1. Umum.....	6
2.2. Prinsip Kerja Motor DC .....	8
2.3. Rangkaian Ekuivalen Motor DC .....	11
2.4. Jenis-Jenis Motor DC .....	12

2.5. Motor DC Penguatan Terpisah.....	14
2.6. Pengaturan Kecepatan Motor DC.....	16
2.7. Pengaturan Tegangan Jangkar.....	16
2.8. Spesifikasi Motor DC.....	18

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

3.1. SCR ( <i>Silicon Controlled Rectifier</i> ).....	19
3.2. Matlab Simulink 23	
3.3. Pemodelan SCR ( <i>Silicon Controlled Rectifier</i> ) dan Motor DC .....	25
3.4. Alogaritma Pemrograman .....	30
3.4.1. Alogaritma Pemecahan Masalah secara umum.....	30
3.5. Flowchart Pemecahan Masalah secara umum.....	31
3.5.1. Eksperimen.....	31
3.5.2. Simulasi.....	32

**BAB IV      SIMULASI, EKSPERIMEN DAN HASILNYA**

4.1. Pengujian Parameter Motor DC.....	33
4.1.1. Alat-alat yang digunakan .....	33
4.1.2. Data hasil Pengujian Motor DC .....	34



4.1.3. Menentukan sudut penyalan pada rangkaian SCR untuk pengendalian Motor DC.....	34
4.2. Simulasi Motor DC dan SCR pada Software Matlab Simulink.....	37
4.2.1. Tampilan Pengujian Parameter Motor DC.....	37
4.2.2. Pemodelan Sistem.....	38
4.3. Hasil Simulasi.....	39
4.3.1. Untuk Kondisi Torsi beban konstan pada 0.5 n.m dan Vac = 190 Volt.....	39
4.3.2. Untuk Kondisi Torsi beban nol dan Vac = 190 Volt.....	55
4.3.3. Simulasi Dioda Untuk Kondisi Torsi beban nol dan Vac = 190 Volt.....	72
4.4. Analisa Hasil Simulasi.....	76
4.4.1. Analisa Hasil Simulasi Kondisi Torsi beban konstan pada 0.5 n.m dan Vac = 190 Volt.....	76
4.4.2. Analisa Hasil Simulasi Kondisi Torsi beban nol dan Vac = 190 Volt.....	78
4.5. Eksperimen.....	79
4.5.1. Hasil Eksperimen .....	82
4.5.2. Analisa Hasil Eksperimen .....	83
4.6. Perbandingan Hasil Simulasi dan Eksperimen.....	83
4.6.1. Analisa Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen .....	85
4.6.2. Analisa Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR dan Dioda .....	87

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan..... 90

5.2. Saran..... 93

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 4-1	Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC.....	34
Tabel 4-2	Data Hasil Simulasi Torsi beban disetting pada 0.5 N.m .....	76
Tabel 4-3	Data Hasil Simulasi Pada Torsi beban nol .....	76
Tabel 4-4	Data Hasil Simulasi Motor DC dengan Dioda Sebagai Penyearah..	76
Tabel 4-5	Data Hasil Eksperimen Pengujian SCR sebagai pengendali Motor DC .....	82
Tabel 4-6	Data Hasil Eksperimen Pengujian Dioda Sebagai Penyearah .....	82
Tabel 4-7	Data Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR sebagai pengendali Motor DC .....	83
Tabel 4-8	Data Hasil Perbandingan Simulasi antara Torsi beban disetting pada 0.5 N.m dan Torsi beban nol SCR sebagai pengendali Motor DC. .....	84
Tabel 4-9	Data Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR sebagai pengendali Motor DC dan Dioda.....	84
Tabel 4-10	Data Hasil Percobaan Percobaan Simulasi pada SCR sebagai Pengendali Motor DC dengan Torsi Beban nol dan Torsi beban disetting pada 0.5 N.m.....	89

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1	Motor DC .....	7
Gambar 2-2	Konstruksi Motor DC.....	7
Gambar 2-3	Interaksi antara Medan Magnet dan Penghantaryang dialiri Arus .....	8
Gambar 2-4	Rangkaian Ekivalen Motor DC.....	11
Gambar 2-5	Rangkaian jenis Motor DC penguatan terpisah.....	13
Gambar 2-6	Rangkaian jenis Motor DC penguatan sendiri .....	13
Gambar 2-7	Diagram skematik jangkar magnet terkontrol Motor DC.....	14
Gambar 3-1	Simbol dan Karakteristik SCR .....	19
Gambar 3-2	Bias Maju SCR pada Siklus Setengah gelombang.....	21
Gambar 3-3	SCR <i>Phase Controll</i> .....	21
Gambar 3-4	Rangkaian Pengendali SCR pada Motor DC .....	22
Gambar 3-5	<i>Simulink Library</i> pada Matlab 7.0 .....	23
Gambar 3-6	Contoh Penggunaan Simulink .....	24
Gambar 3-7	Contoh Tampilan <i>M-Files</i> .....	25
Gambar 3-8	(a). Contoh tampilan blok <i>Function 1</i> .....	26
Gambar 3-8	(b). Blok parameter <i>function 1, function</i> pemicuan sudut SCR ..	26
Gambar 3-9	(a). Contoh tampilan blok <i>Function 2</i> .....	27
Gambar 3-9	(b). Blok parameter <i>function 1, function</i> pemicuan sudut SCR ..	27
Gambar 3-10	Contoh blok Motor DC pada Matlab Simulink.....	28

Gambar 3-11	Contoh blok parameter Motor DC pada Matlab Simulink.....	28
Gambar 3-12	Blok Simulink SCR sebagai pengendali Motor DC.....	29
Gambar 4-1	Blok parameter Motor DC.....	37
Gambar 4-2	Model Blok Simulink SCR sebagai pengendali Motor DC .....	38
Gambar 4-3	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ Dengan Torsi Beban 0.5 N.m.....	39
Gambar 4-4	Hasil Simulasi Vac pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	40
Gambar 4-5	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	41
Gambar 4-6	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	42
Gambar 4-7	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 30^0$ Dengan Torsi Beban 0.5 N.m .....	43
Gambar 4-8	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 30^0$ dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	44
Gambar 4-9	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 30^0$ dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	46
Gambar 4-10	Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 45^0$ Dengan Torsi Beban 0.5 N.m.....	47
Gambar 4-11	Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 45^0$ dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	48
Gambar 4-12	Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 45^0$	

	dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	50
<b>Gambar 4-13</b>	<b>Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 60<sup>0</sup></b>	
	Dengan Torsi Beban 0.5 N.m.....	51
<b>Gambar 4-14</b>	<b>Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 60<sup>0</sup></b>	
	Dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	52
<b>Gambar 4-15</b>	<b>Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 60<sup>0</sup></b>	
	dengan kondisi torsi beban 0.5 N.m.....	54
<b>Gambar 4-16</b>	<b>Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 0<sup>0</sup></b>	
	Dengan Torsi Beban nol.....	55
<b>Gambar 4-17</b>	<b>Hasil Simulasi Vac pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 0<sup>0</sup></b>	
	Dengan kondisi Torsi Beban nol.....	56
<b>Gambar 4-18</b>	<b>Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 0<sup>0</sup></b>	
	dengan kondisi Torsi Beban nol.....	57
<b>Gambar 4-19</b>	<b>Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 0<sup>0</sup></b>	
	dengan kondisi Torsi Beban nol.....	58
<b>Gambar 4-20</b>	<b>Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 30<sup>0</sup></b>	
	Dengan Torsi Beban nol.....	59
<b>Gambar 4-21</b>	<b>Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 30<sup>0</sup></b>	
	dengan kondisi Torsi Beban nol.....	60
<b>Gambar 4-22</b>	<b>Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0</math>) = 30<sup>0</sup></b>	
	dengan kondisi Torsi Beban nol.....	62

<b>Gambar 4-23</b>	<b>Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (<math>\alpha^0 = 45^0</math>) Dengan Torsi Beban nol.....</b>	<b>63</b>
<b>Gambar 4-24</b>	<b>Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0 = 45^0</math>) dengan kondisi Torsi Beban nol.....</b>	<b>64</b>
<b>Gambar 4-25</b>	<b>Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0 = 45^0</math>) dengan kondisi Torsi Beban nol.....</b>	<b>66</b>
<b>Gambar 4-26</b>	<b>Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR (<math>\alpha^0 = 60^0</math>) Dengan Torsi Beban nol.....</b>	<b>67</b>
<b>Gambar 4-27</b>	<b>Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0 = 60^0</math>) Dengan kondisi Torsi Beban nol.....</b>	<b>68</b>
<b>Gambar 4-28</b>	<b>Hasil Simulasi Idc pada sudut pemicuan SCR (<math>\alpha^0 = 60^0</math>) dengan kondisi Torsi Beban nol.....</b>	<b>70</b>
<b>Gambar 4-29</b>	<b>Block Simulink Motor DC dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol dan Vin = 190 Volt.....</b>	<b>72</b>
<b>Gambar 4-30</b>	<b>Hasil Simulasi Vac dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban.....</b>	<b>73</b>
<b>Gambar 4-31</b>	<b>Hasil Simulasi Vdc dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol .....</b>	<b>74</b>
<b>Gambar 4-32</b>	<b>Hasil Simulasi Idc dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol .....</b>	<b>75</b>
<b>Gambar 4-33</b>	<b>Rangkaian Eksperimen Pengujian SCR (<i>Silicon Controlled Rectifier</i>) Sebagai Pengendali Motor DC .....</b>	<b>80</b>

<b>Gambar 4-34 Rangkaian Eksperimen Pengujian Dioda Sebagai Pengendali</b>	
<b>Motor DC .....</b>	<b>80</b>
<b>Gambar 4-35 Hasil Eksperimen Gelombang Vdc Pada sudut pemicuan SCR</b>	
<b><math>(\alpha^0) = 0^0</math> .....</b>	<b>80</b>
<b>Gambar 4-36 Hasil Eksperimen Gelombang Vdc Pada sudut pemicuan SCR</b>	
<b><math>(\alpha^0) = 30^0</math> .....</b>	<b>81</b>
<b>Gambar 4-37 Hasil Eksperimen Gelombang Vdc Pada sudut pemicuan SCR</b>	
<b><math>(\alpha^0) = 45^0</math> .....</b>	<b>81</b>
<b>Gambar 4-38 Hasil Eksperimen Gelombang Vdc Pada sudut pemicuan SCR</b>	
<b><math>(\alpha^0) = 60^0</math> .....</b>	<b>81</b>
<b>Gambar 4-39 Hasil Eksperimen Gelombang Vdc dengan Dioda Sebagai</b>	
<b>Penyearah .....</b>	<b>82</b>



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk misalnya, memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah (*mixer*, bor listrik, fan angin) dan di industri. Motor listrik kadangkala disebut “kuda kerja”-nya industri sebab diperkirakan bahwa motor-motor menggunakan sekitar 70% beban listrik total di industri.

Motor DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan *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.

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. Sekarang ini converter elektronika daya banyak digunakan dikalangan luas, Salah satunya adalah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*). Pengendalian Motor DC sangat diperlukan apabila motor tersebut akan digunakan pada kecepatan yang diinginkan. Salah satu cara pengendalian Motor DC yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*).

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 menganalisis penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali Motor DC dengan membentuk blok-blok *transfer function* dari persamaan matematika yang telah diketahui.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana menganalisis Penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali Motor DC dengan *software* MATLAB 7.0.

2. Bagaimana membentuk blok-blok *Transfer Function* sehingga perubahan Arus, Tegangan, dan Kecepatan dapat dihitung dengan program simulasi.

### 1.3. Tujuan Pembahasan

Tujuan pembahasan skripsi ini adalah Menganalisis penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Sebagai Pengendali Kecepatan Motor DC dengan Eksperimen dan Simulasi menggunakan bantuan *software* MATLAB Simulink 7.0. di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

### 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. Analisis Menggunakan Simulink yang dibentuk menggunakan *transfer function* dari persamaan matematika.
- c. Sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol SCR

- d. Pembahasan lebih ditekankan pada pengaruh pengendalian SCR pada Motor DC terhadap perubahan tegangan, arus dan kecepatan
- e. Pembahasan lebih kepada Motor DC penguatan terpisah.
- f. Tidak membahas harmonisa yang ditimbulkan oleh SCR.
- g. Dioda dan Variasi Torsi beban pada 0.5 Nm, hanya sebagai pembanding saja.
- h. 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 SCR dan Motor DC serta penurunan rumus – rumus yang digunakan dalam skripsi ini.

- b. Pengumpulan Data

Melakukan percobaan dan pengambilan data dari 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. Menarik Kesimpulan.

## **1.6. Relevansi**

Dengan adanya analisis 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 Motor DC.

## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

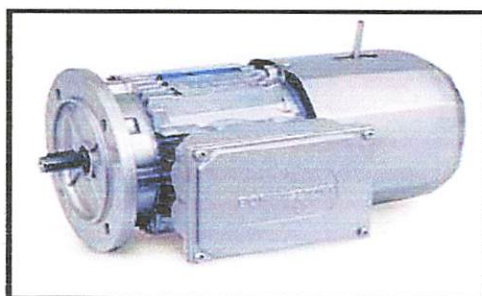
#### **2.1. Umum**

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

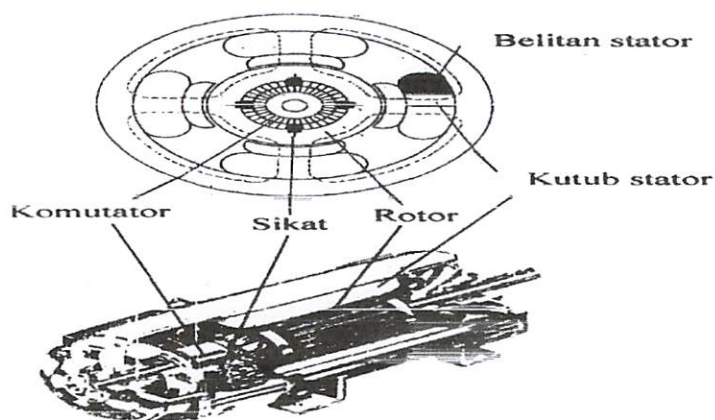
Penggunaan Motor arus searah sudah sangat dikenal secara luas. Keuntungan-keuntungan yang menonjol akan penggunaan motor-motor arus searah tersebut timbul dengan menunjukkan karakteristik operasinya. Motor DC secara luas dipergunakan dalam berbagai macam penerapan yang memerlukan

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

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



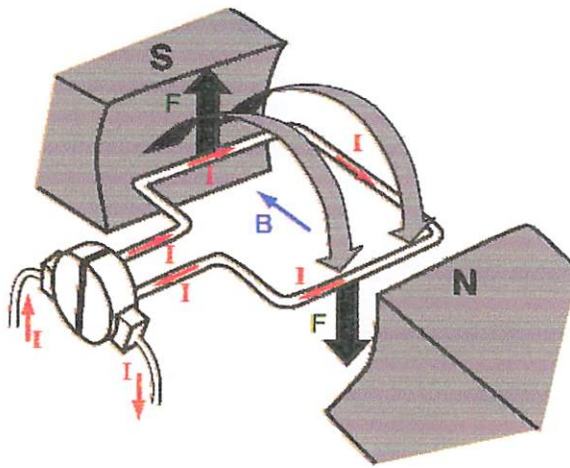
Gambar 2.1. Motor DC  
Sumber: [www.NEETS.com](http://www.NEETS.com)



Gambar 2.2. Konstruksi Motor DC  
Sumber: [www.NEETS.com](http://www.NEETS.com)

## 2.2. Prinsip Kerja Motor DC

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



Gambar 2.3 Interaksi Antara Medan Magnet Dan Penghantar Yang Dialiri Arus

Sumber: [www.Hyperphysics.com](http://www.Hyperphysics.com)

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

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

Gaya itu menimbulkan torsi sebesar:

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

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



Dengan:

$F$  = Gaya (N).

$B$  = Rapat fluks (T).

$I$  = Arus yang mengalir pada penghantar (A).

$l$  = Panjang penghantar (m).

$r$  = Jari-jari inti jangkar (m).

$T$  = Teorsi (Nm).

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

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

Dengan:

$Z$  = Jumlah penghantar jangkar.

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

$I_a$  = Arus jangkar (A).

Rapat fluks yang dihasilkan sebesar:

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

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

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

Maka didapatkan nilai T sebesar:

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

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

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

Dengan:

$P$  = Jumlah kutub stator.

$\phi$  = Fluks tiap kutub stator (Wb).

$K$  = Konstanta mesin.

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

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

Daya yang dihasilkan sebesar:

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

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

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

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

Dengan:

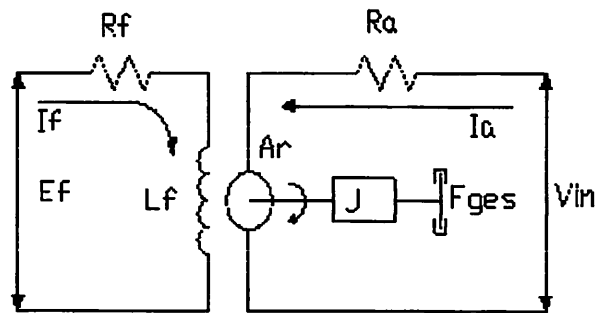
$E_a$  = Gaya gerak listrik lawan (V).

$P$  = Daya (W).

$\omega_m$  = Putaran (rad/s).

### 2.3. Rangkaian Ekuivalen Motor DC

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



Gambar 2.4. Rangkaian Ekuivalen Motor DC  
Sumber: Cathei,2001:242

Dimana:

$R_f$  : Resistansi belitan medan (Ohm)

$E_f$  : Tegangan catu medan (volt)

$I_f$  : Arus medan (Amp)

$A_r$  : Tegangan armature (volt)

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

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

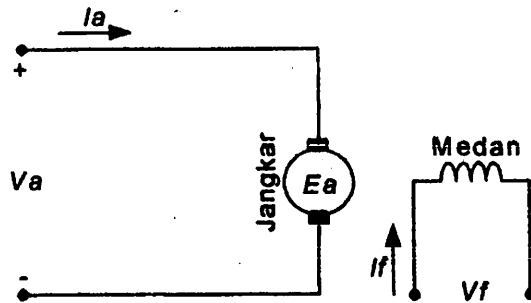
$R_a$  : Resistansi armature (Ohm)

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

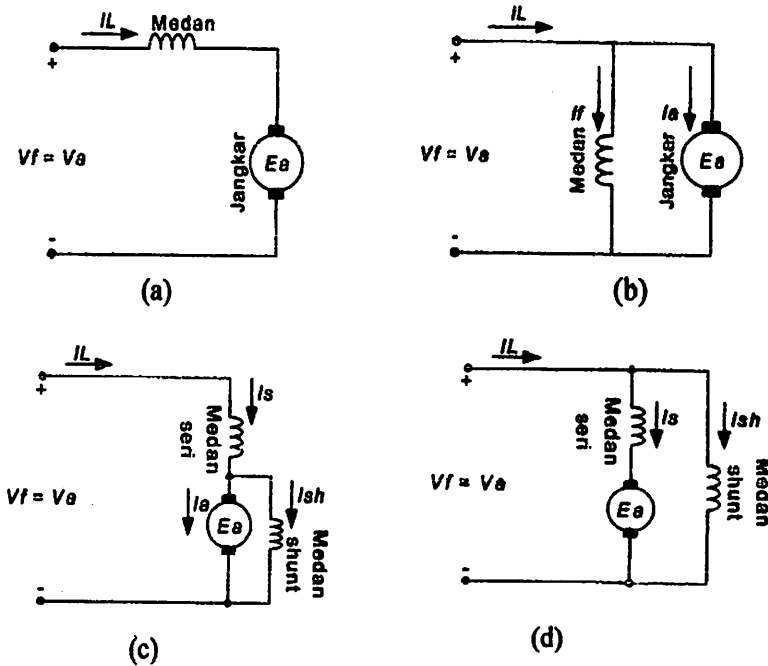
#### 2.4. Jenis-Jenis Motor DC

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

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



Gambar 2.5. Rangkaian jenis motor penguatan terpisah  
 Sumber: Cathei,2001:242



Gambar 2.6. Rangkaian jenis Motor DC penguatan sendiri (a) Seri. (b) Shunt.  
 (c) Kompon Pendek. (d) Kompon Panjang  
 Sumber: Cathei,2001:242

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

## 2.5. Motor DC Penguatan Terpisah

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

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

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

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

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

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

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

dengan :

$V_f$  = Tegangan medan (V)

$L_f$  = Induktansi belitan medan (H)

$R_f$  = Resistansi belitan medan ( $\Omega$ )

$I_f$  = Arus medan (A)

$V_a$  = Tegangan Jangkar (V)

$L_a$  = Induktansi belitan jangkar (H)

$R_a$  = Resistansi belitan jangkar ( $\Omega$ )

$I_a$  = Arus jangkar (A)

$J$  = Momen inersia ( $\text{kg.m}^2$ )

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

$T_w$  = Torsi beban (Nm)

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

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

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

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

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

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

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

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

## **2.6. Pengaturan Kecepatan Motor DC**

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

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

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

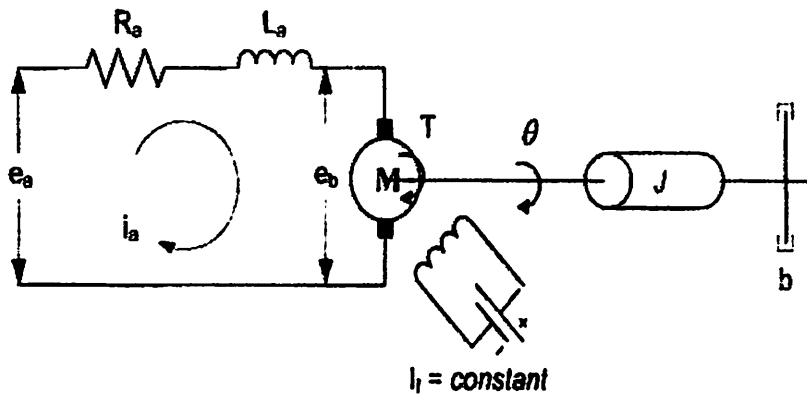
- Pengaturan fluksi/medan
- Pengaturan resistansi jangkar
- Pengaturan tegangan jangkar

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

## **2.7. Pengaturan Tegangan Jangkar**

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





Gambar 2.7. Diagram Skematik Jangkar-Magnet Terkontrol Motor DC  
 Sumber : Ogata, 1996 : 130

Dimana :

- $R_a$  = Tahanan Kumparan Jangkar (Ohm)
- $L_a$  = Induktansi Kumparan Jangkar (Henry)
- $E_a$  = Tegangan yang dikenakan pada Jangkar (Volt)
- $e_b$  = Gaya gerak listrik (ggl) lawan Motor (Volt)
- $I_a$  = Arus kumparan Jangkar (Ampere)
- $i_f$  = Arus Medan (Ampere)
- $\theta$  = Perpindahan sudut dari poros Motor (radian)
- $T$  = Torsi yang diberikan oleh Motor (radian)
- $J$  = Momen Inersia ekivalen dari Motor dan beban pada poros  
 (Kg.m<sup>2</sup>)
- $b$  = koefisien gesek (Nm/rad/det)

## 2.8. Spesifikasi Motor DC

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

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

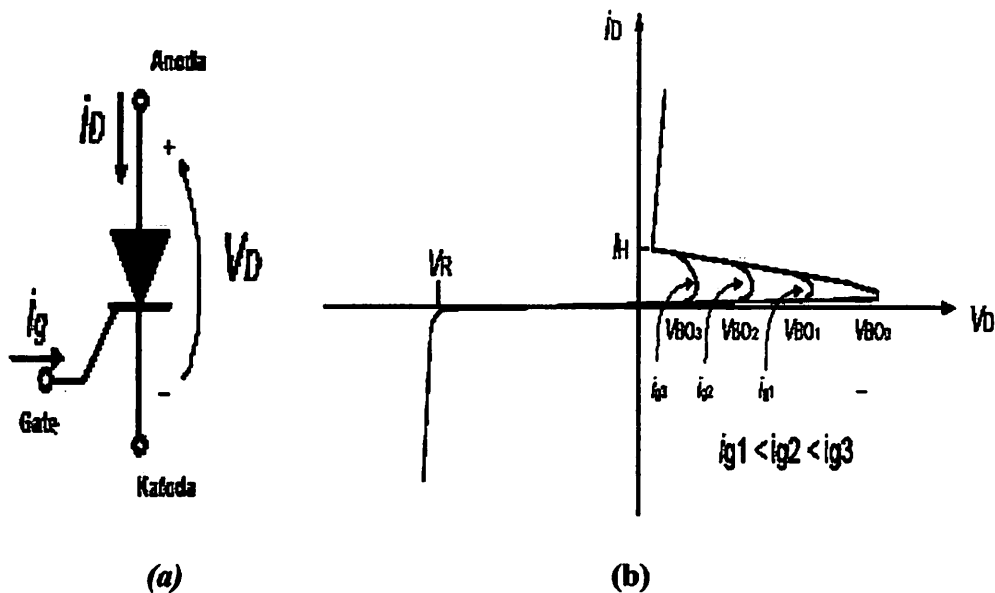
- Jenis Motor : Motor DC *Shunt*
- Daya : 1,1 *kW*
- Tegangan Nominal Jangkar : 220 *V*
- Arus Nominal Jangkar : 6,5 *A*
- Tegangan Nominal Medan : 190 *V*
- Arus Nominal Medan : 0,38 *A*
- Putaran : 3000 *rpm*

## BAB III

### PEMODELAN SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) DAN MOTOR DC

#### 3.1. SCR (*Silicon controlled rectifier*)

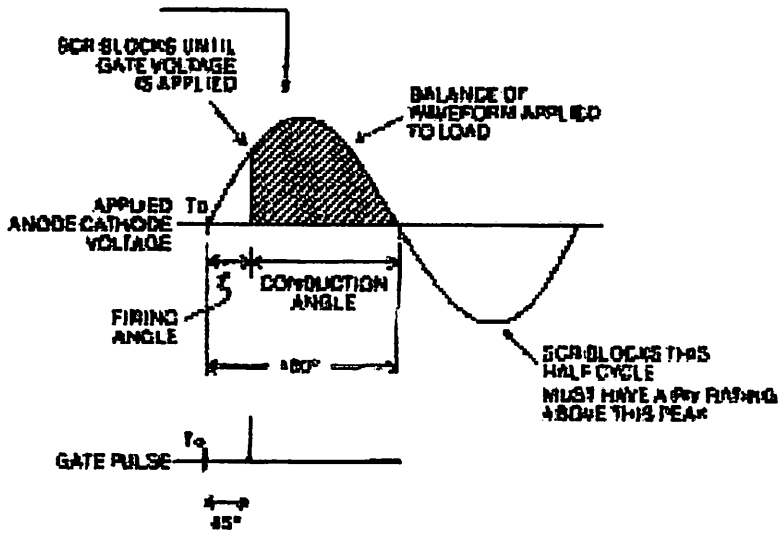
SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) adalah salah satu tipe thyristor dan merupakan komponen elektronika daya yang digunakan sebagai penyearah yang dapat dikontrol. Prinsip kerja dari SCR sama dengan dioda, tetapi bedanya pada SCR ketika SCR dibias maju arus tidak dapat mengalir jika pada gerbang (*Gate*)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



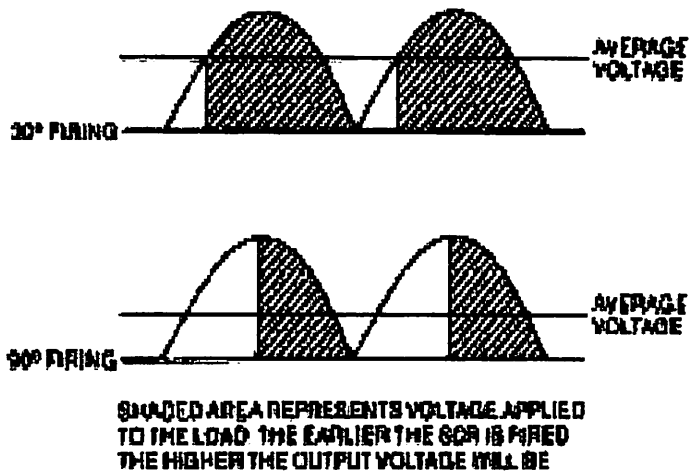
Gambar 3.1  
(a) Simbol SCR, (b) Karakteristik Penyalan SCR

Pada gambar Karakteristik Penyalaan 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*.

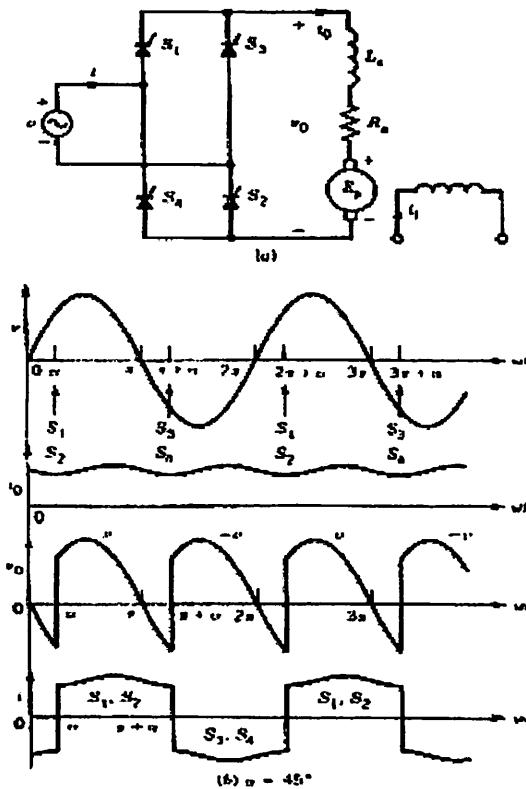
Thyristor tipe SCR biasanya beroperasi pada frekuensi jala-jala yang proses pemadamannya dengan komutasi alamiah (*natural-commutation*). *turn-on time*  $t_q$  berkisar dalam orde 50 hingga 100 mikro detik. Cocok digunakan pada aplikasi-aplikasi konverter dengan kecepatan *switching* rendah yang biasanya 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 Control

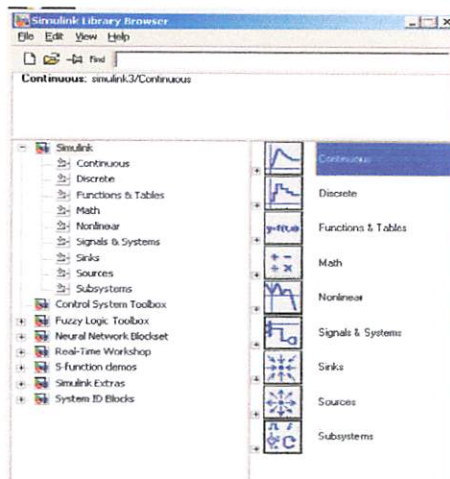


Gambar 3.4  
 (a) Rangkaian Pengendali SCR Pada Motor DC, (b) Out-put gelombang penuh Rangkaian Pengendali SCR Pada Motor DC pada sudut pemicuan  $\alpha = 45^\circ$

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

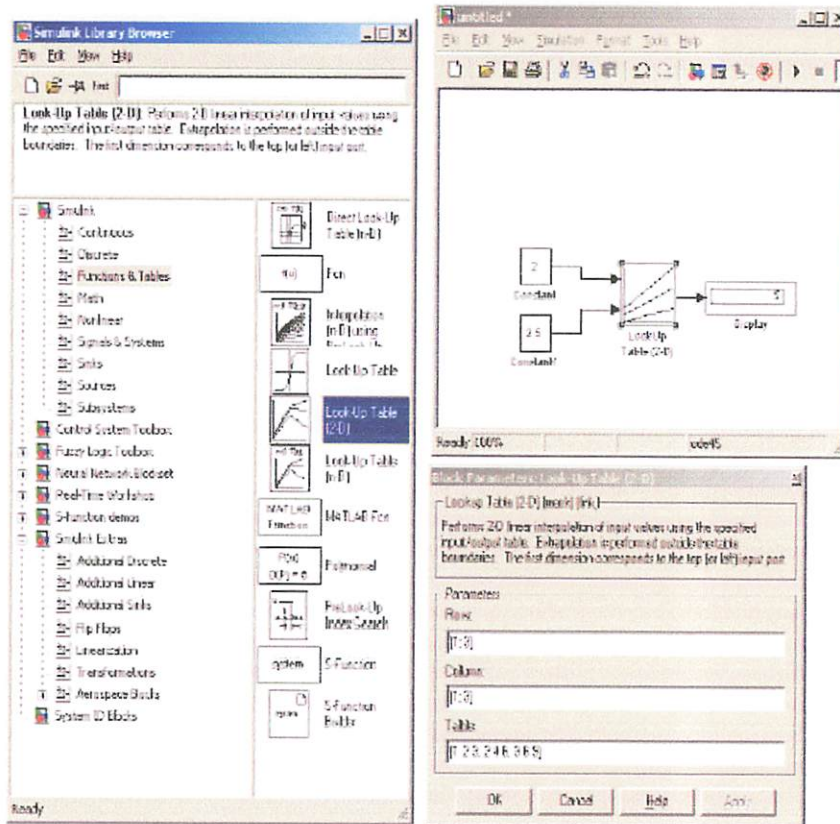
MATLAB merupakan suatu *software* yang sangat baik digunakan untuk menganalisa berbagai kebutuhan dalam bidang teknik. Didalam matlab terdapat dua bagian penting yaitu M-files yang berfungsi untuk menuliskan listing programnya dan Simulink yang digunakan untuk melakukan simulasi. Dengan menggunakan Simulink 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  $2 * 2.5 = 5$

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 bagain untuk menuliskan listing program yang dengan hasil program setelah dijalankan akan disimulasikan dengan Blok Simulink yang telah dibuat.



```

C:\Burak\My Papers\Accepted\IEMDC 2003\PARAM.M*
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
Stdac Base
4 % initialization
5
6 Rr=.39; %rotor resistance
7 Rs=.19; %stator resistance
8 Lls=.21e-3; %stator inductance
9 Llr=.6e-3; %rotor inductance
10 Im=4e-3; %magnetizing inductance
11 fb=100; %base frequency
12 p=4; %number of poles
13 J=0.0226; %moment of inertia
14
15 Lr=Llr+Im;
16 Tr=Lr/Rr;
17
18 % impedance and angular speed calculations
19
20 wb=2*pi*fb; %base speed
21 Xls=wb*Lls; %stator impedance
22 Xlr=wb*Llr; %rotor impedance
23 Xm=wb*Im; %magnetizing impedance
24 Xstar=1/(1/Xls+1/Xm+1/Xlr);
script Ln 24 Col 29

```

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. Pemodelan SCR (*Silicon controlled rectifier*) Dan Motor DC

Secara umum pengendalian Motor DC menggunakan SCR dapat dilihat pada gambar 3.4 diatas. Pada Matlab simulink, untuk memodelkan 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 untuk membentuk

gelombang sinusoidal inputan pemicuan sudut SCR ( $\alpha^0$ ) dan function 2 merupakan fungsi output dalam membentuk gelombang hasil pemicuan sudut SCR ( $\alpha^0$ ) serta berfungsi untuk mengatur besarnya sudut pemicuan pada SCR, didapatkan dari :

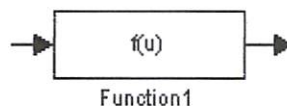
$$V_{dc} = \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin \omega t . d(\omega t) = \frac{2V_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_{\alpha}^{\pi+\alpha}$$

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

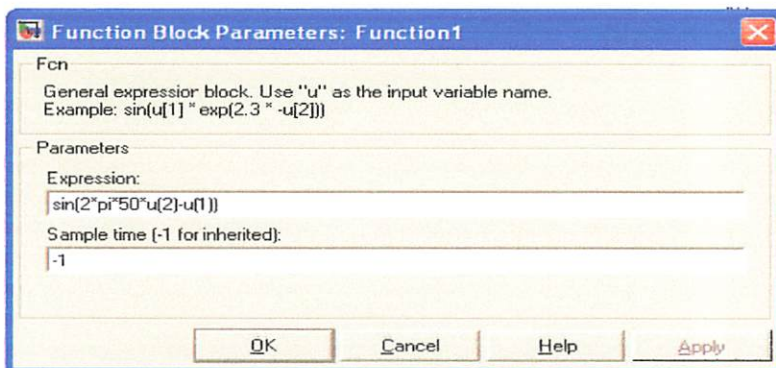
$$V_{rms} = \left[ \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m^2 \sin^2 \omega t . d(\omega t) \right]^{1/2} = \left[ \frac{V_m^2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi+\alpha} (1 - \cos 2\omega t) . d(\omega t) \right]^{1/2}$$

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

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



(a)

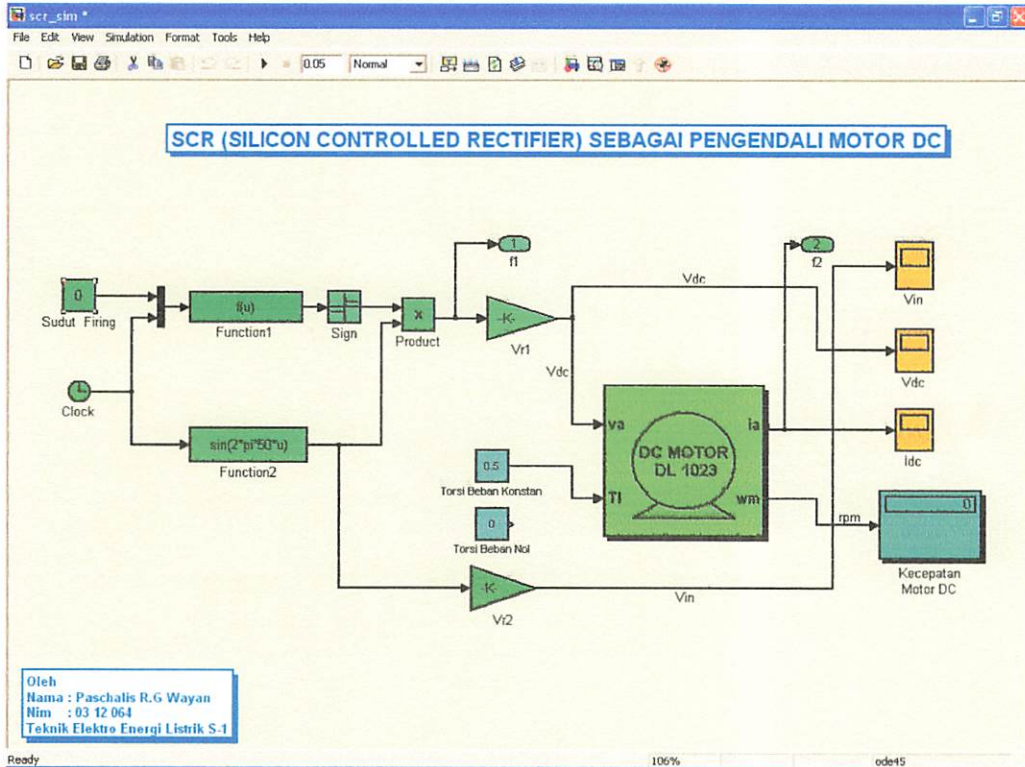


(b)

Gambar 3.8

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

Secara lengkap Blok simulink SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Sebagai pengendali Motor DC dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.12  
SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) Sebagai Pengendali Motor DC

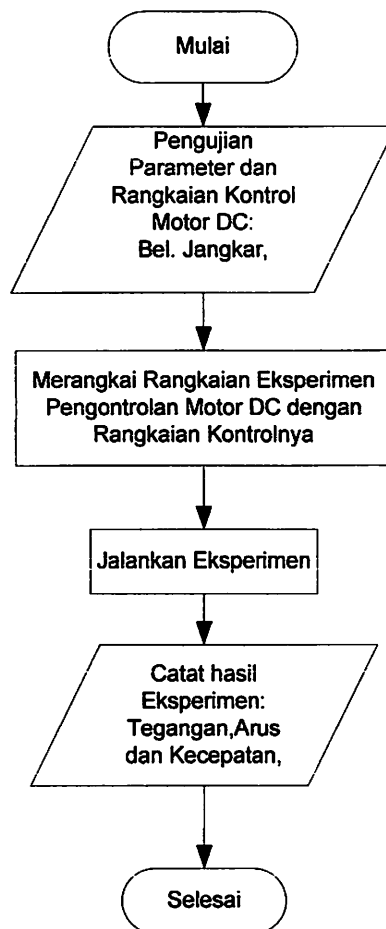
### **3.4. Algoritma Pemrograman**

#### **3.4.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum.**

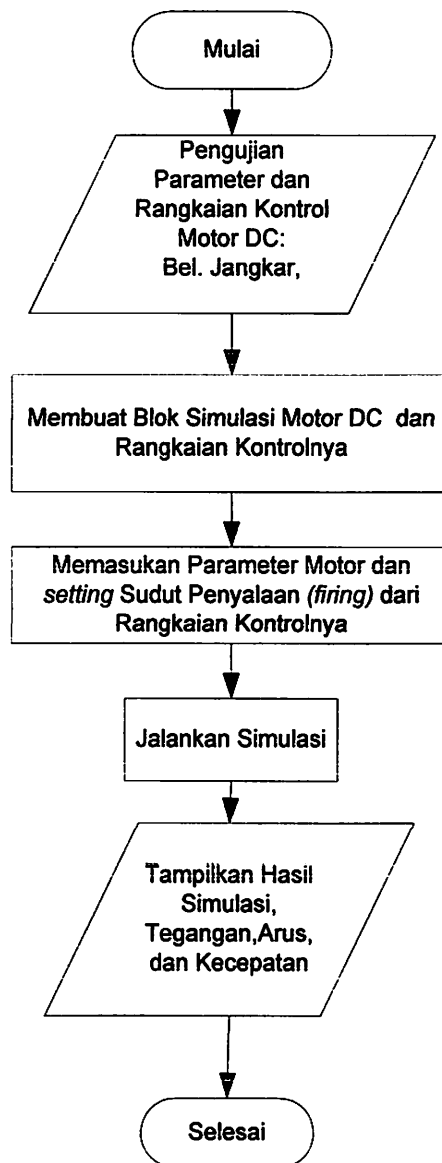
1. Pengujian Parameter dan rangkaian kontrol Motor DC.
2. Membentuk Blok *Simulink* Motor DC dan Sub. *System* Rangkaian Kontrolnya berdasarkan *Transfer Function*.
3. Memasukan Parameter Motor dan setting sudut penyalan (*firing*) dari Rangkaian Kontrolnya.
4. Menjalankan simulasi Motor DC dengan Parameter Motor dan *setting* sudut penyalan (*firing*) dari rangkaian kontrol yang sudah dimasukan.
5. Menampilkan Hasil Simulasi.
6. Pengecekan dengan Eksperimen.

### 3.5. Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum.

#### 3.5.1 Eksperimen



### 3.5.2. Simulasi



## BAB IV

### SIMULASI, EKSPERIMEN DAN HASILNYA

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

#### 4.1. Pengujian Parameter Motor DC

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

##### 4.1.1. Alat-Alat Yang Dipergunakan Dalam Pengujian.

1. Motor DC SHUNT DE LORENZO/DL 1023

Data papan (*Name-Plate*)

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

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

#### 4.1.2 Data Hasil Pengujian Motor DC

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

Tabel 4-1  
Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC

Va (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.m<sup>2</sup>

#### 4.1.3 Menentukan Sudut Penyalaan Pada Rangkaian SCR Untuk Pengendalian Motor DC.

Dalam menentukan Sudut Penyalaan 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  $\alpha^{\circ}$  = 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  $360^0$  di bagi  $180^0$ , karena setiap SCR mengendalikan sudut sebesar  $180^0$ .

Untuk menentukan besarnya  $U_c$  dalam pengaturan sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) untuk mengendalikan Motor DC guna mendapatkan hasil pengujian seperti pada tabel 4-2 dibawah dilakukan perhitungan sebagai berikut :

- Untuk Sudut Pemicuan ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$

$$30^0 = 180^0 \left( 1 - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$30^0 = 180^0 \left( \frac{10}{10} - \frac{U_c}{10} \right)$$

$$30^0 = 180^0 = \frac{10 - U_c}{10}$$

$$10.30^0 = 1800 - (180^0 U_c)$$

$$300 = 1800 - (180^0 U_c)$$

$$180^0 U_c = 1800 - 300$$

$$180^0 U_c = 1500$$

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

Pembuktian :

$$\alpha = 180^0 \left( 1 - \frac{8,33}{10} \right)$$

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

$$180^0 . 0,167 = 30,06^0$$

- Untuk Sudut Pemicuan ( $\alpha^\circ$ ) =  $45^\circ$

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

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

$$10 \cdot 45^\circ = 1800 - (180^\circ U_c)$$

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

$$180^\circ U_c = 1350$$

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

**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 ( $\alpha^\circ$ ) =  $60^\circ$

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

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

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

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

$$180^\circ U_c = 1200$$

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

Pembuktian :

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

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

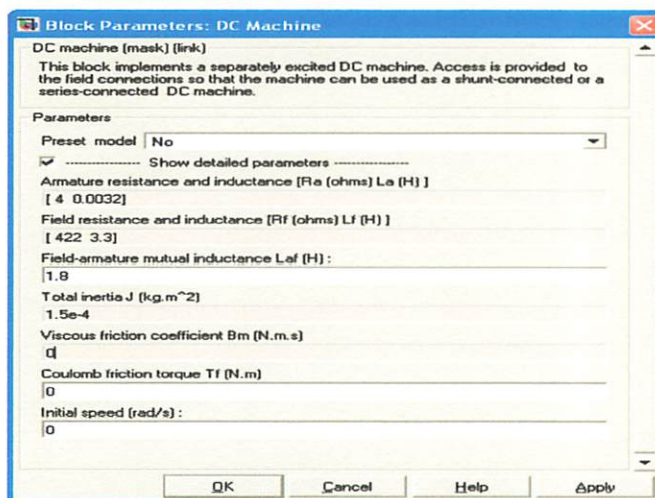
$$= 180^{\circ} \cdot 0,33 = 60^{\circ}$$

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

## 4.2. Simulasi Motor DC dan SCR Pada *Software* Matlab *Simulink*.

### 4.2.1. Tampilan Pengujian Parameter Motor DC.

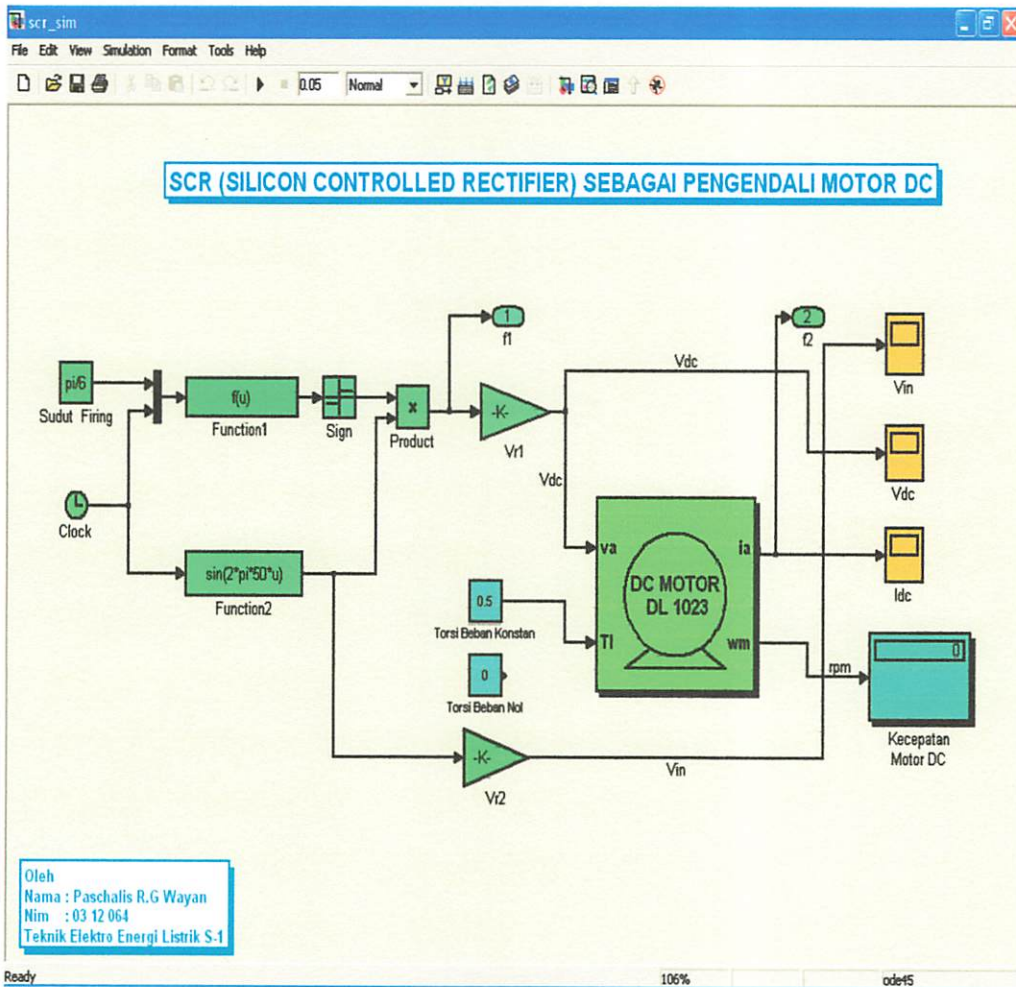
Berdasarkan Kapasitas Motor DC shunt penguatan terpisah yang terdapat pada *name plate* Motor DC serta hasil pengujiannya parameter Motor DC shunt penguatan terpisah maka dibuat blok tampilan parameter Motor DC pada *software* Matlab 7.0. sebagai berikut :



Gambar 4.1 . Block Parameter Motor DC

### 4.2.2. Pemodelan Sistem

Berdasarkan parameter-parameter pengujian diatas dibuat model simulasi sistem penggunaan SCR (*Silicon Controlled Rectifier*) sebagai pengendali Motor DC secara lengkap sebagai berikut ;

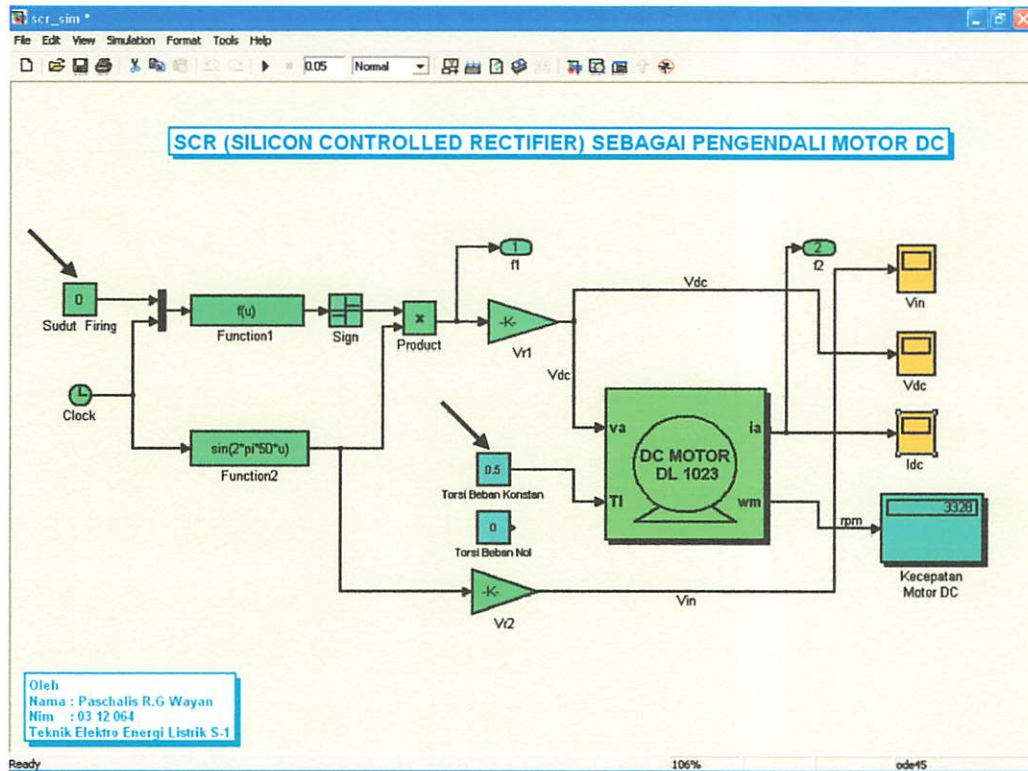


Gambar 4.2.  
Model Block Simulink SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)  
Sebagai Pengendali Motor DC

### 4.3. Hasil Simulasi.

#### 4.3.1 Untuk Kondisi Torsi beban disetting pada 0,5 Nm dan $V_{ac} = 190\text{ V}$

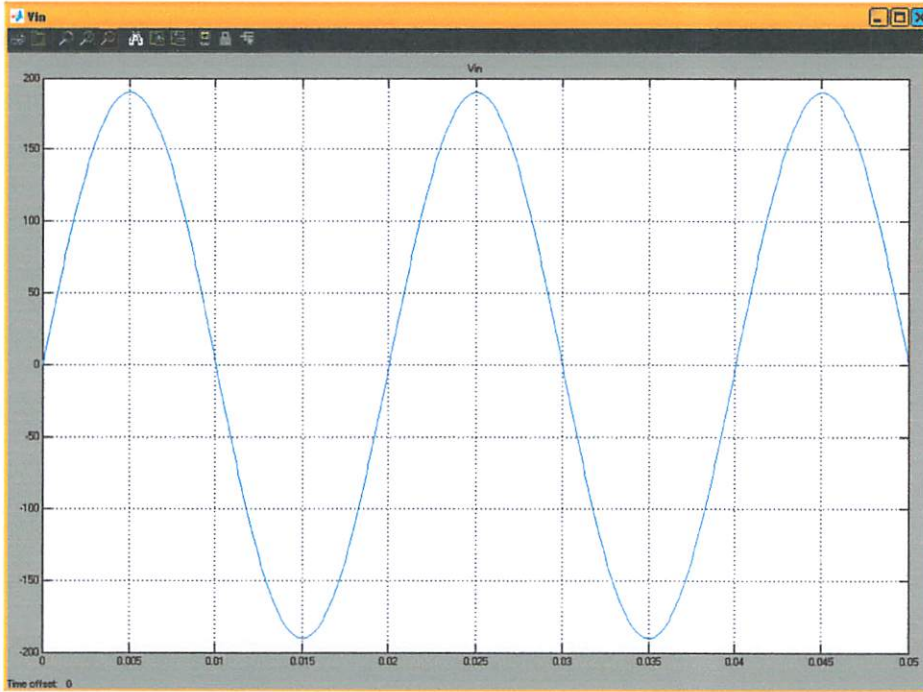
❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ )



Gambar 4.3. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ ) Dengan Torsi Beban di setting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.3 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ( $\alpha^0 = 0^0$ ) dan torsi beban disetting pada 0,5 nm. 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 ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana,  $V_{ac}$  = 190 Volt



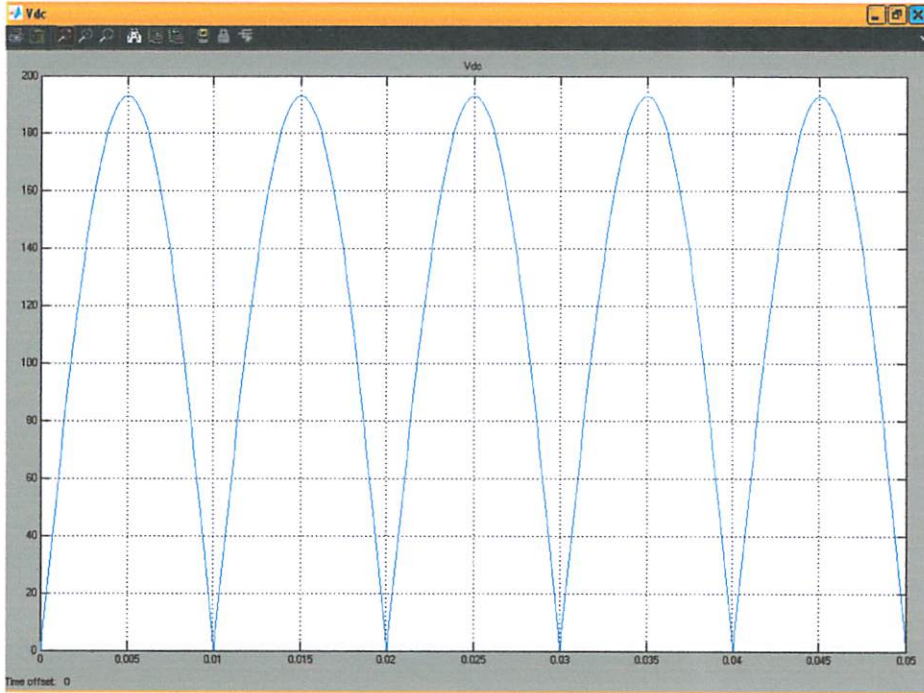
Gambar 4.4. Hasil Simulasi  $V_{ac}$  pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m

Gambar 4.4 adalah bentuk gelombang tegangan input AC dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. 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 menggunakan MATLAB Simulink 7.0 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 ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  karena

tegangan yang inputkan pada SCR untuk pengendalian motor DC adalah 190 Volt.

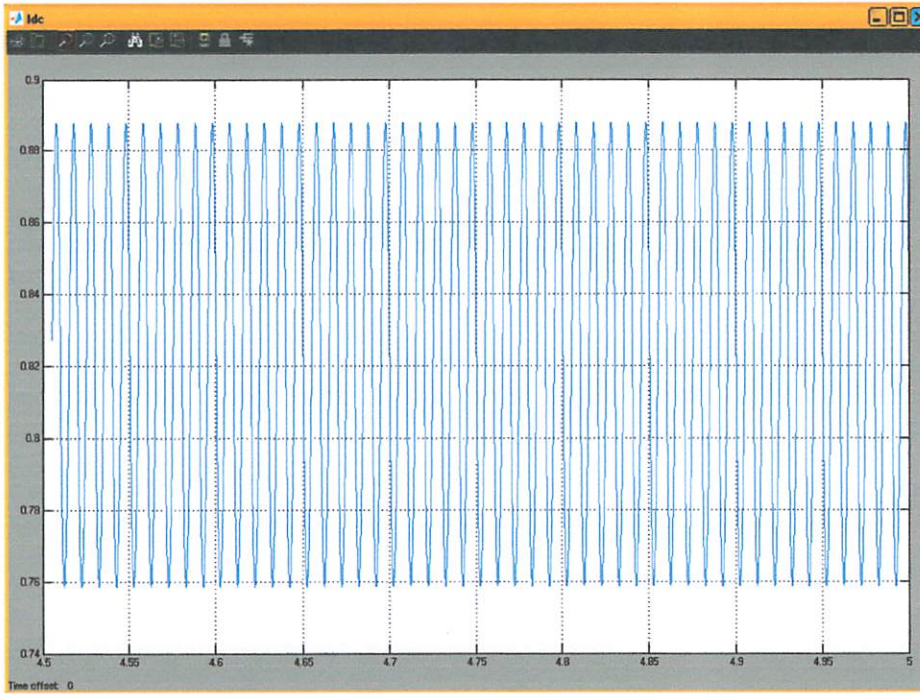
2. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.5. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m

Gambar 4.5 adalah bentuk gelombang tegangan output DC dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada gambar gelombang tidak terjadi suatu pemotongan gelombang, dari  $t = 0$  sampai  $t = 0.05$  sec. dimana besar tegangan dc dari hasil simulasi adalah 190 Volt, karena sudut pemecuan =  $0^0$ .

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

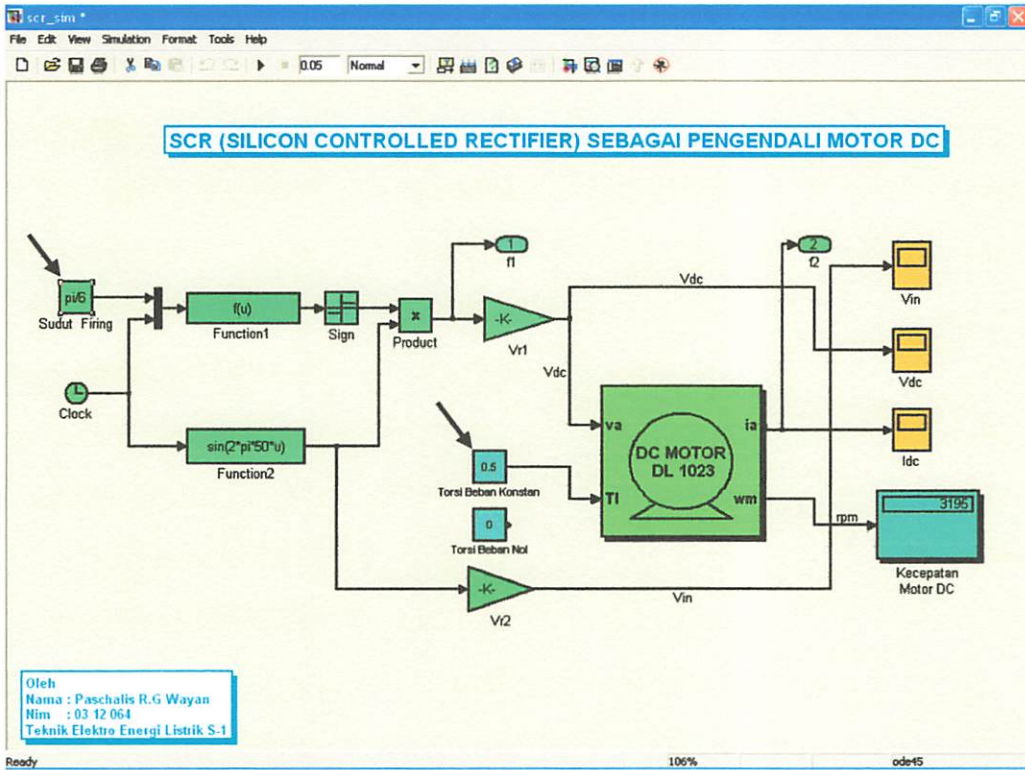


Gambar 4.6. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m

Gambar 4.6 adalah bentuk gelombang arus dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.89 Ampere.



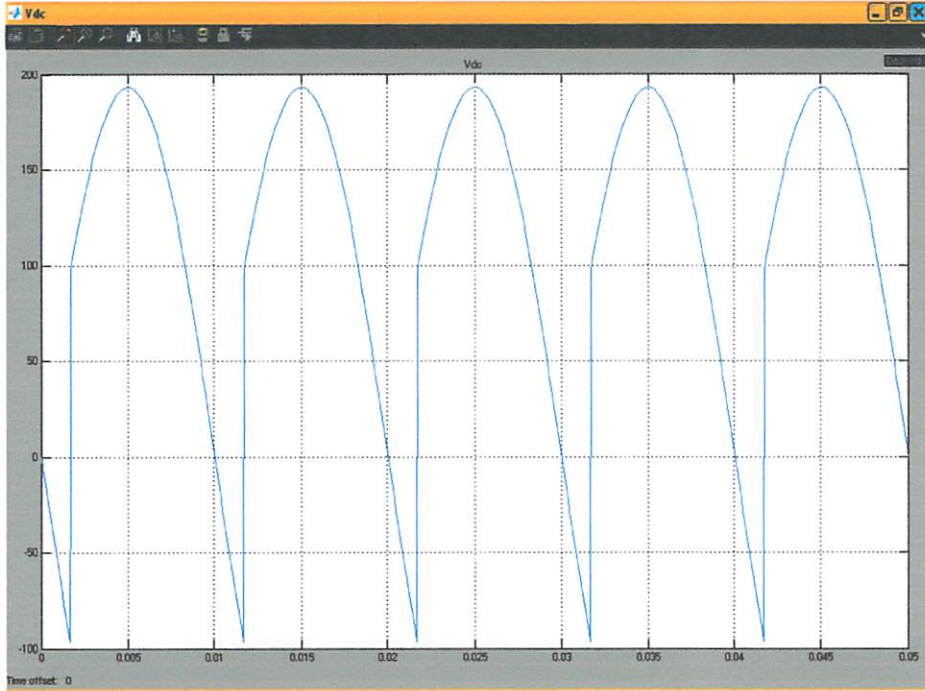
❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$



Gambar 4.7. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$   
Dengan Torsi beban di setting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.7 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dan torsi beban disetting pada 0,5 nm. Tegangan AC yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemicuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.8 Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemecuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.8 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar  $30^0$  pada  $t = 0$  sampai  $t = 0.002$  sec. Sebesar 100 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 :

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

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

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

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

Dimana :

$V_m$  = Puncak tegangan inputan

$\pi$  =  $180^\circ$  (  $\frac{1}{2}$  gelombang penuh)

$\alpha$  = Sudut pemucuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $30^\circ$

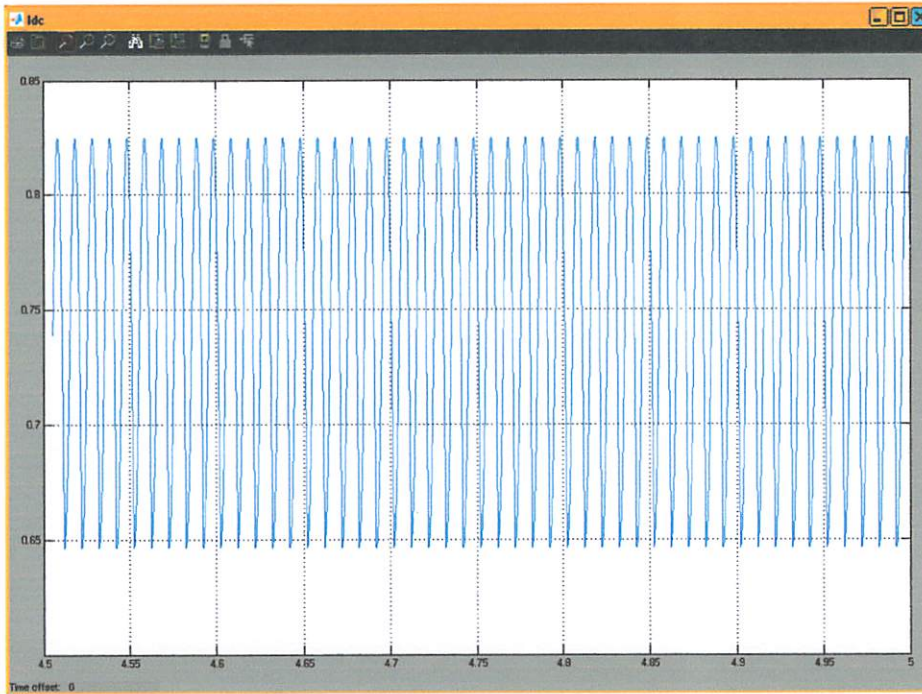
Maka  $V_{rms}$  untuk sudut pemucuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $30^\circ$  adalah :

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

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

$$\begin{aligned} V_{rms} &= V_m \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}} \\ &= 268.7 \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{2 \cdot 180^\circ} + \frac{\sin(2 \cdot 30^\circ)}{4 \cdot 180^\circ}} \\ &= 268.7 \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{360^\circ} + \frac{0.866}{720}} \\ &= 268.7 \sqrt{\frac{1}{2} - 0.0833 + 0.0012} \\ &= 268.7 \sqrt{0.4179} \\ &= 268.7 \times 0.6465 \\ &= 173.7 \text{ Volt} \end{aligned}$$

2. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m dimana,  $V_{ac}$  = 190 Volt



Gambar 4.9. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban di setting pada 0.5 N.m

Gambar 4.9 adalah bentuk gelombang arus dc hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.83 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  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

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

$\alpha$  = Sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$

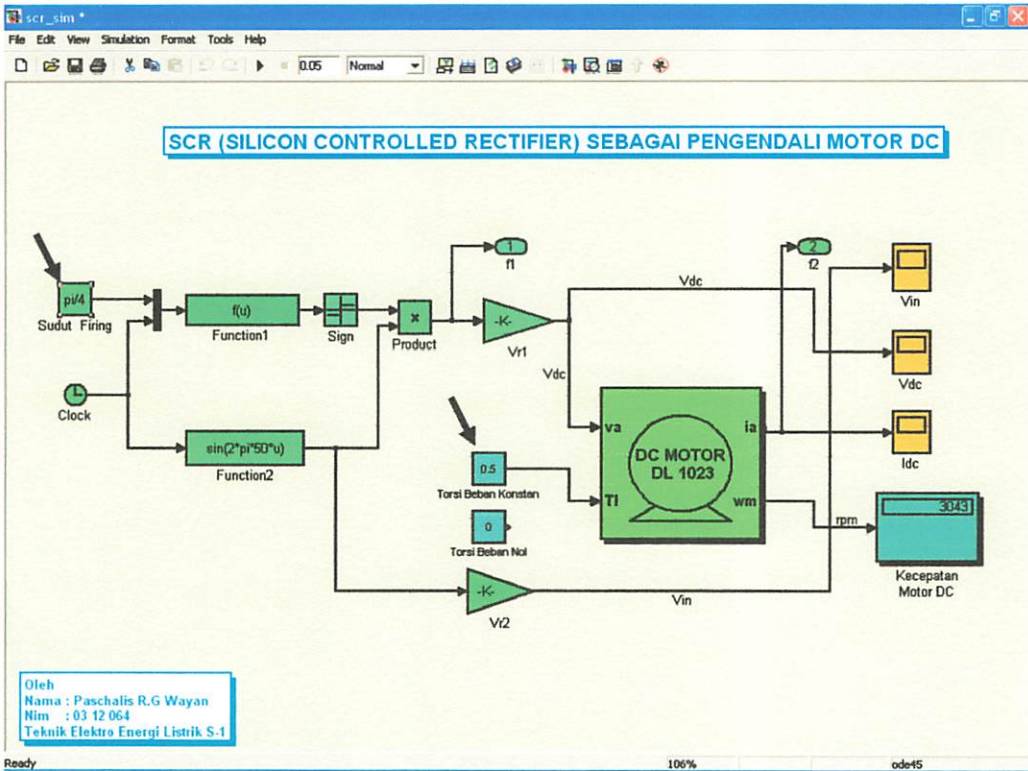
Maka besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$ :

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

$$= 0.83 \left( 1 - \frac{30^0}{2.180^0} \right)$$

$$= 0.76 \text{ Ampere}$$

❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$

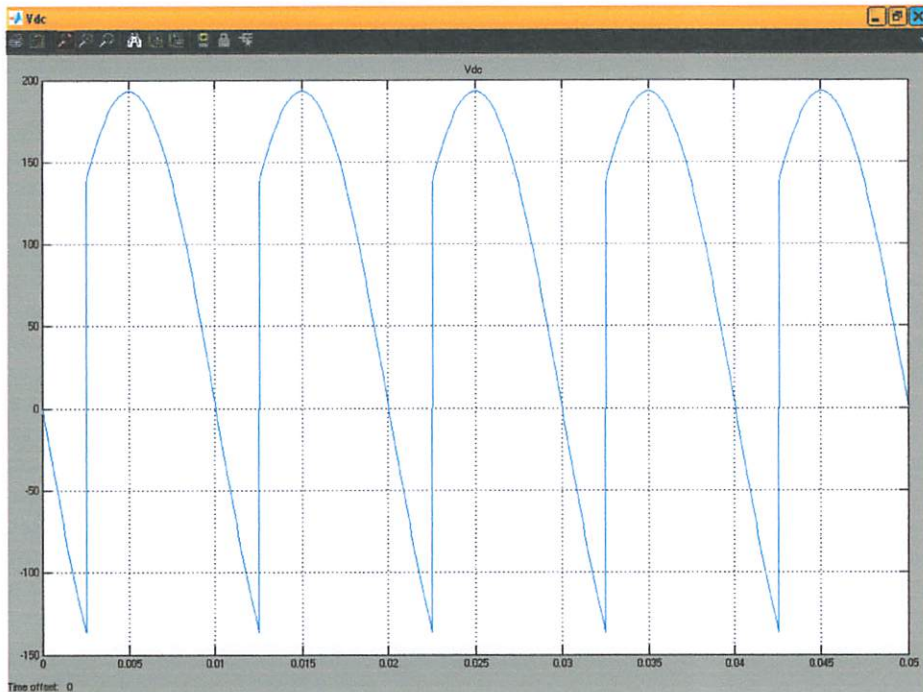


Gambar 4.10. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  Dengan Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.10 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  dan torsi beban disetting pada 0,5 nm. Tegangan AC yang di

inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemicuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) = 45<sup>0</sup> dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.11. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) = 45<sup>0</sup> dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.11 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar 45<sup>0</sup> pada t = 0 sampai t = 0.003 sec. Sebesar 140 Volt disebabkan karena sudut pemicuan SCR disetting sebesar 45<sup>0</sup>.

Besarnya rata-rata tegangan dc ( $V_{rms}$ ) untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) = 45<sup>0</sup> 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

$\pi$  =  $180^\circ$  ( $\frac{1}{2}$  gelombang penuh)

$\alpha$  = Sudut pemucuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $45^\circ$

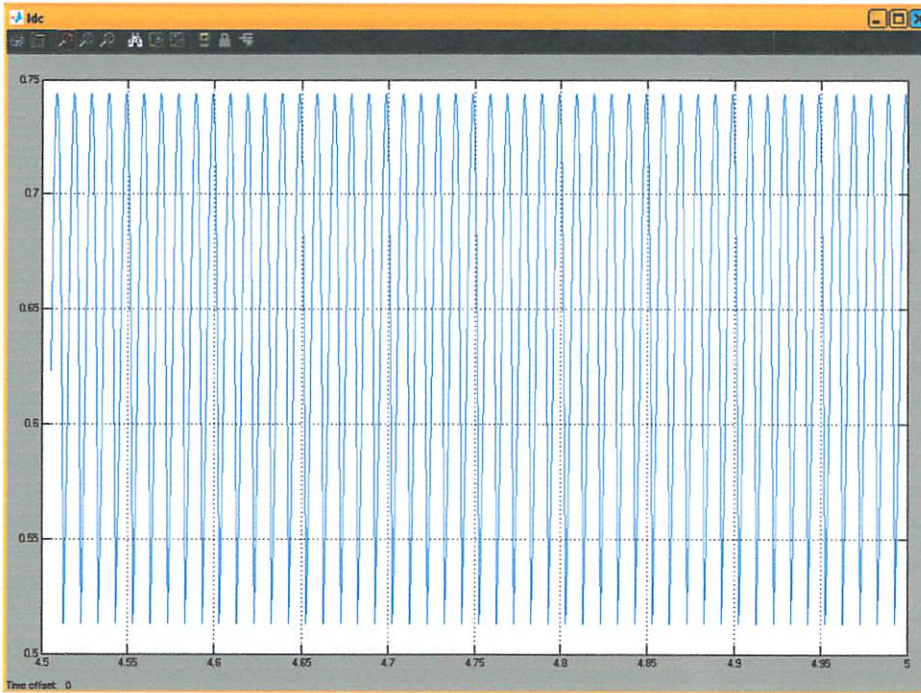
Maka  $V_{rms}$  untuk sudut pemucuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $45^\circ$  adalah :

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

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

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

2. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana,  $V_{ac}$  = 190 Volt



Gambar 4.12. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m

Gambar 4.12 adalah bentuk gelombang arus dc hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.74 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemuncian 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

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



$\alpha$  = Sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$

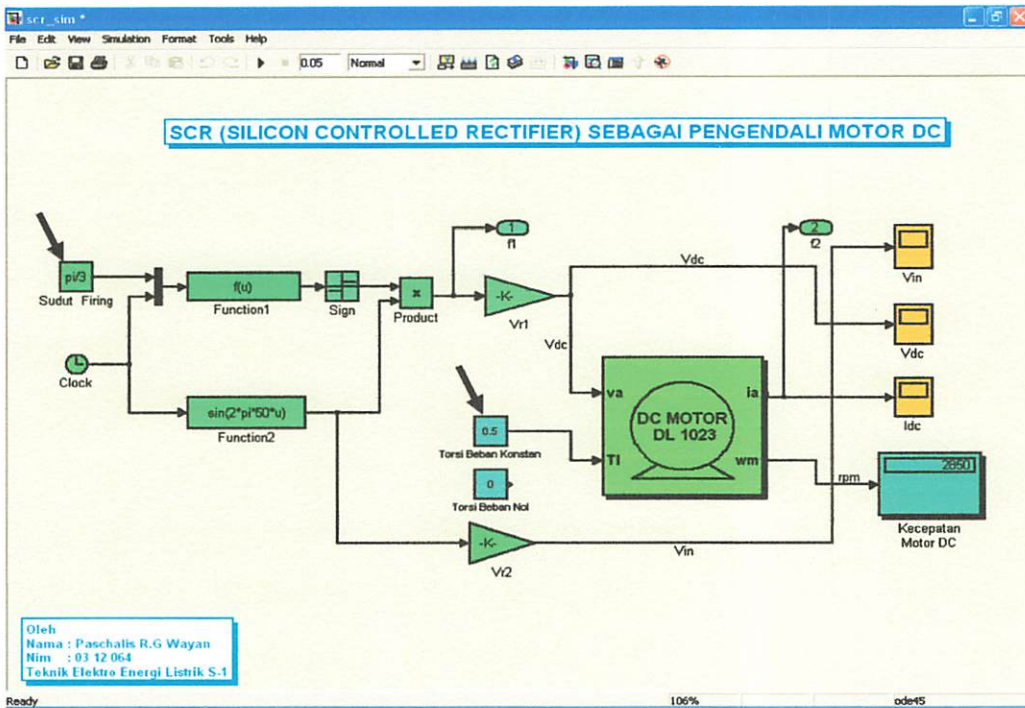
Maka besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$ :

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

$$= 0.74 \left( 1 - \frac{45^0}{2.180^0} \right)$$

$$= 0.65 \text{ Ampere}$$

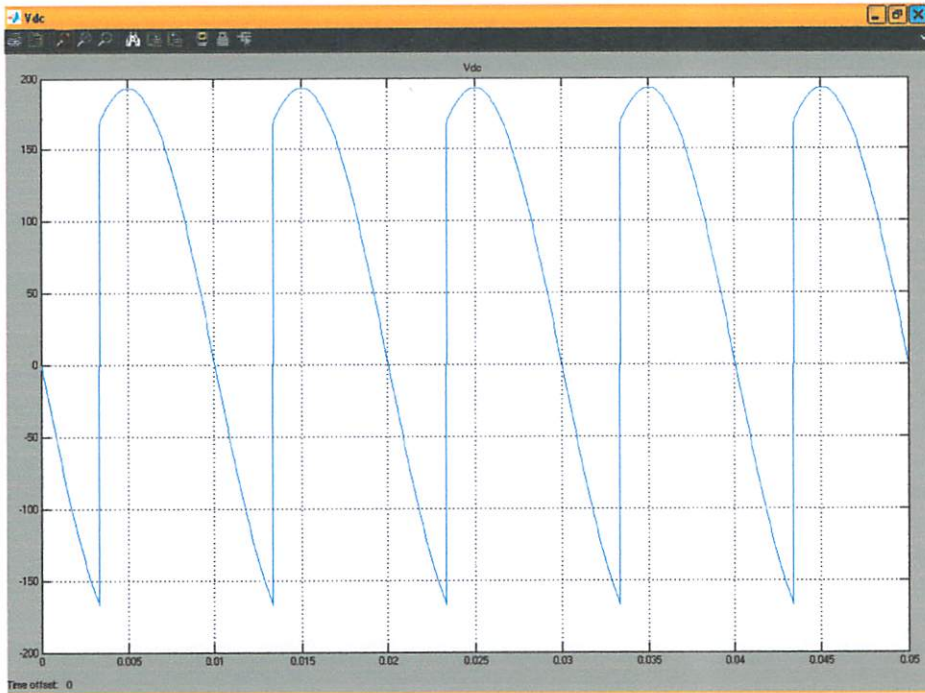
❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$



Gambar 4.13. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  Dengan Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.13 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dan torsi beban disetting pada 0,5 nm. 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 ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.14. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m

Pada gambar 4.14 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. 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 170 Volt disebabkan karena sudut pemucuan SCR disetting sebesar  $60^0$ .

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

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

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

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

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

Dimana :

$V_m$  = Puncak tegangan inputan

$\pi$  =  $180^\circ$  (  $\frac{1}{2}$  gelombang penuh)

$\alpha$  = Sudut pemecuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $60^\circ$

Maka  $V_{rms}$  untuk sudut pemecuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $60^\circ$  adalah :

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

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

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

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{60^\circ}{2 \cdot 180^\circ} + \frac{\sin(2 \cdot 60^\circ)}{4 \cdot 180^\circ}}$$

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

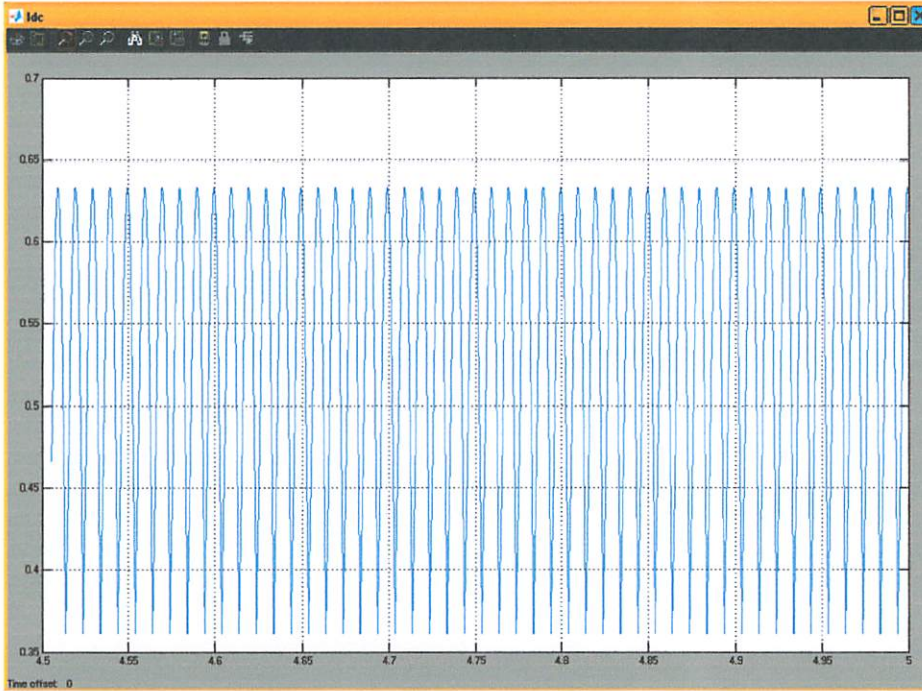
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.166 + 0.0012}$$

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

$$= 268.7 \times 0.5763$$

$$= 155.4 \text{ Volt}$$

2. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m dimana,  $V_{ac}$  = 190 Volt



Gambar 4.15. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban disetting pada 0.5 N.m

Gambar 4.15 adalah bentuk gelombang arus dc hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.63 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  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

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

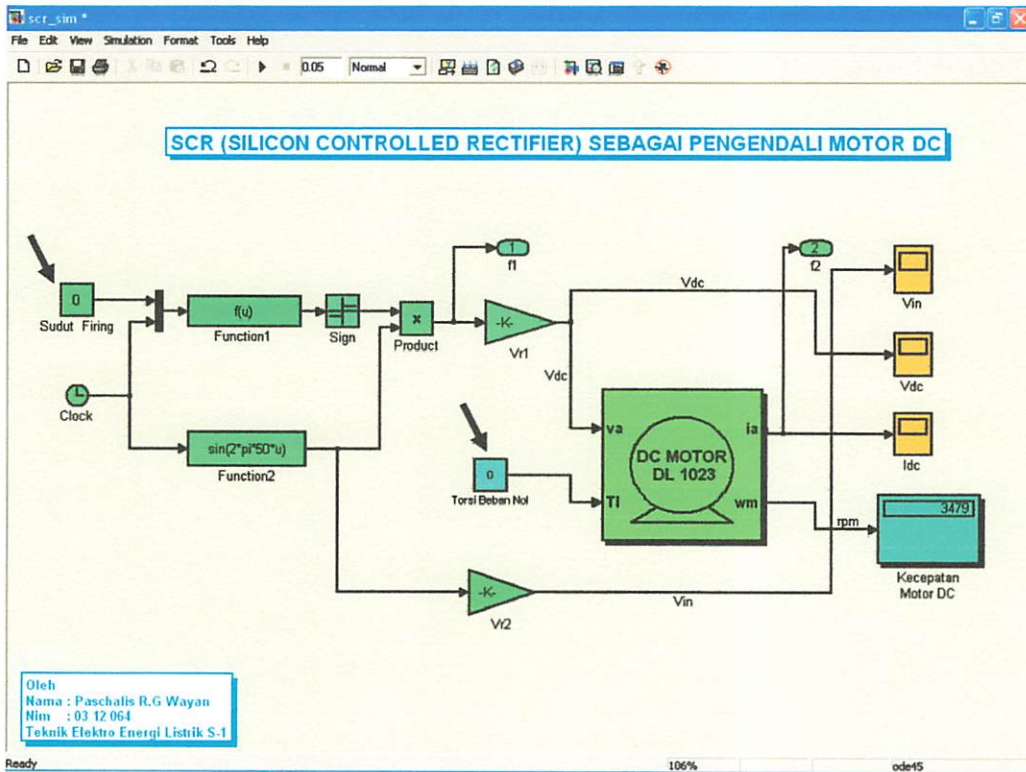
$\alpha$  = Sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$

Maka besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$ :

$$\begin{aligned}
 I_{rms} &= \left[ \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_a^2 d(\omega t) \right] = I_a \left( 1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \\
 &= 0.63 \left( 1 - \frac{60^0}{2.180^0} \right) \\
 &= 0.53 \text{ Ampere}
 \end{aligned}$$

### 4.3.2 Untuk Kondisi Torsi beban nol dan Vac = 190 V

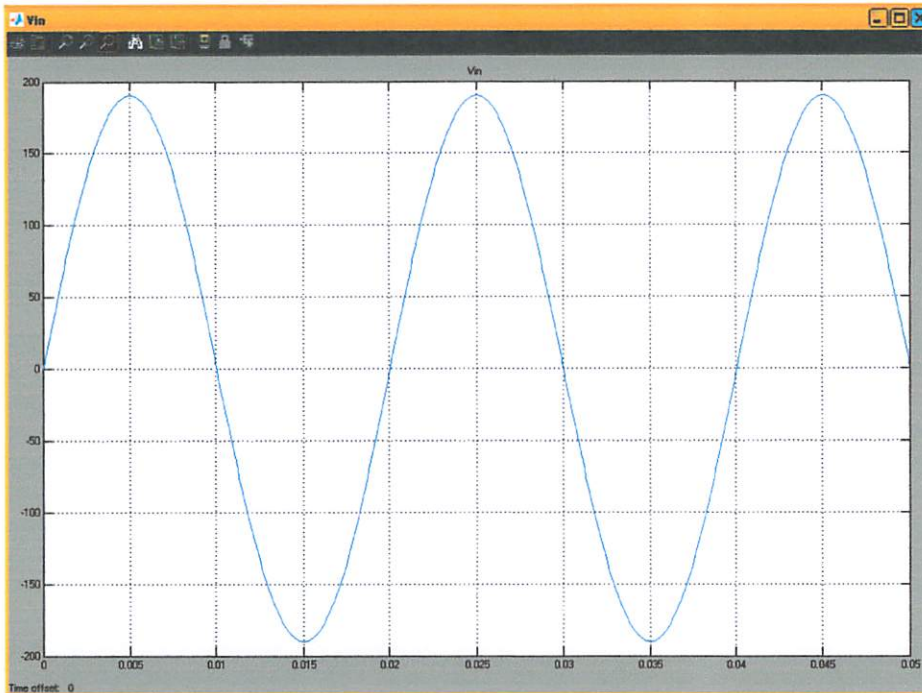
❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$



Gambar 4.16. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  Dengan Torsi Beban Nol

Pada gambar 4.16 diatas terlihat bahwa sudut pemucuan 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 Vac pada sudut pemucuan SCR  $(\alpha^0) = 0^0$  dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt

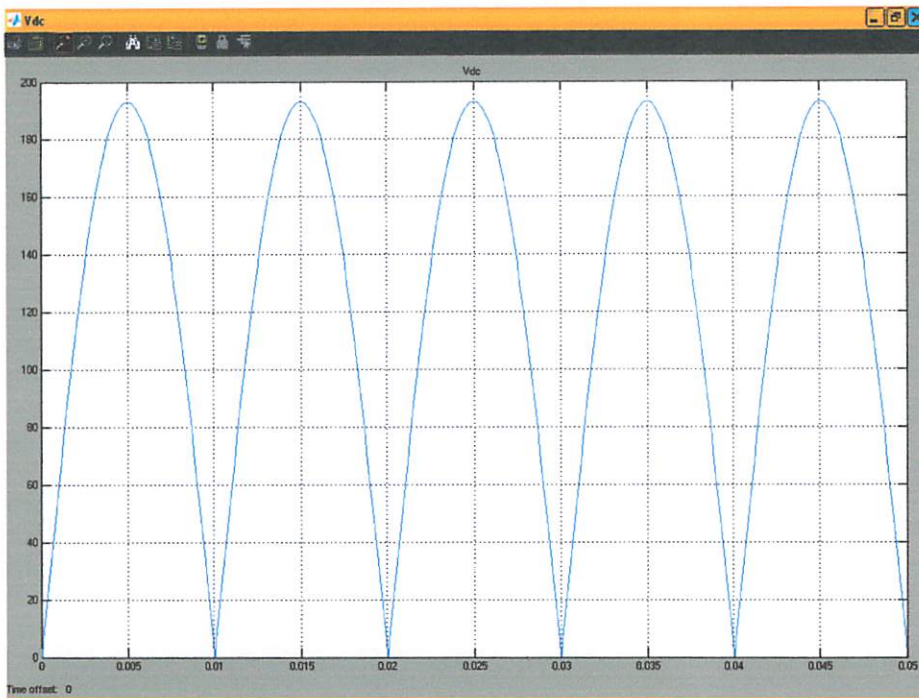


*Gambar 4.17. Hasil Simulasi Vac pada sudut pemucuan SCR  $(\alpha^0) = 0^0$  dengan kondisi torsi beban nol*

Gambar 4.17 adalah bentuk gelombang tegangan input AC dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. 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 menggunakan MATLAB Simulink 7.0 untuk sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0 = 30^0$ , ( $\alpha^0 = 45^0$  dan ( $\alpha^0 = 60^0$  dengan torsi beban nol, sama dengan hasil simulasi gelombang tegangan input AC untuk sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0 = 0^0$  karena tegangan yang inputkan pada SCR untuk pengendalian motor DC adalah 190 Volt.

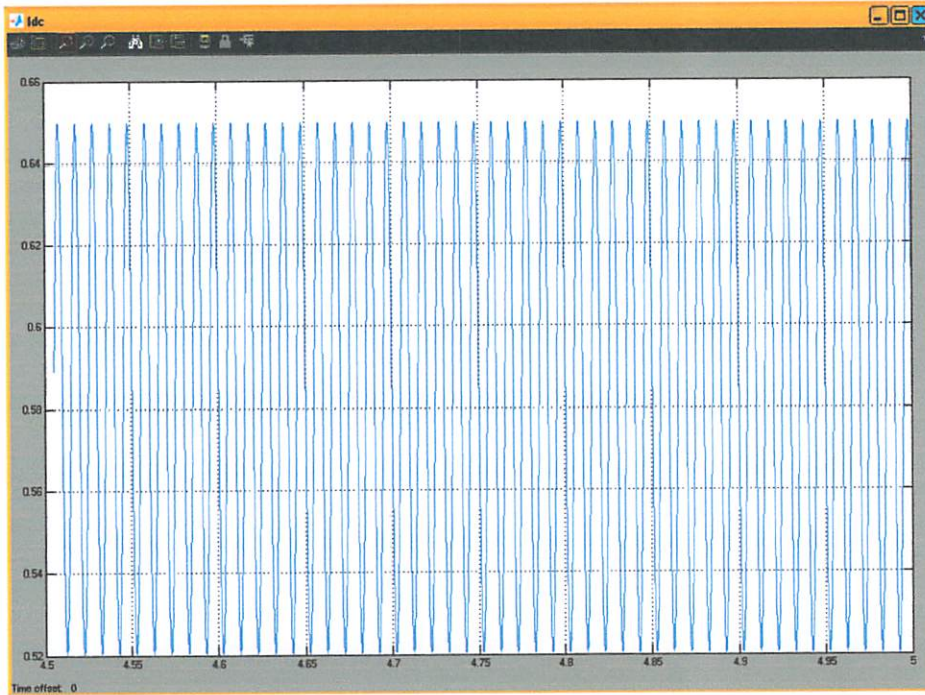
2. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0 = 0^0$  dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.18. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0 = 0^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Gambar 4.18 adalah bentuk gelombang tegangan output DC dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada gambar gelombang tidak terjadi suatu pemotongan gelombang. dari  $t = 0$  sampai  $t = 0.05$  sec. karena sudut pemuncian  $= 0^0$  dimana besar tegangan DC dari hasil simulasi adalah 190 Volt.

3. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban nol dimana,  $V_{ac}$  = 190 Volt

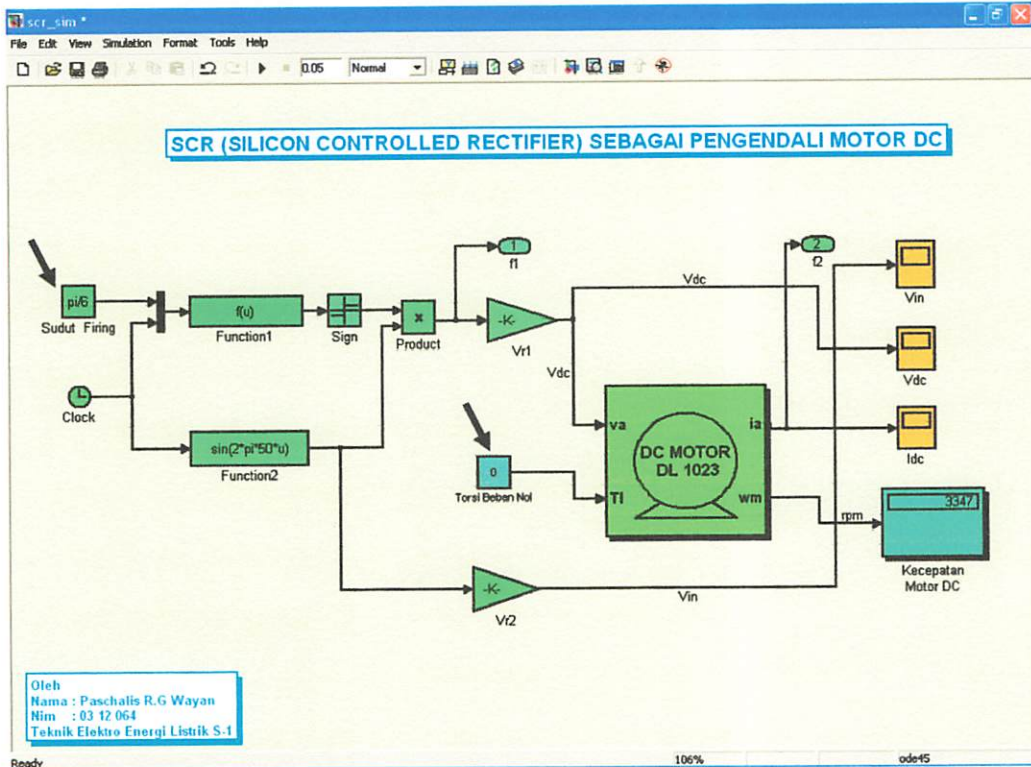


Gambar 4.19. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Gambar 4.19 adalah bentuk gelombang arus dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.65 Ampere.



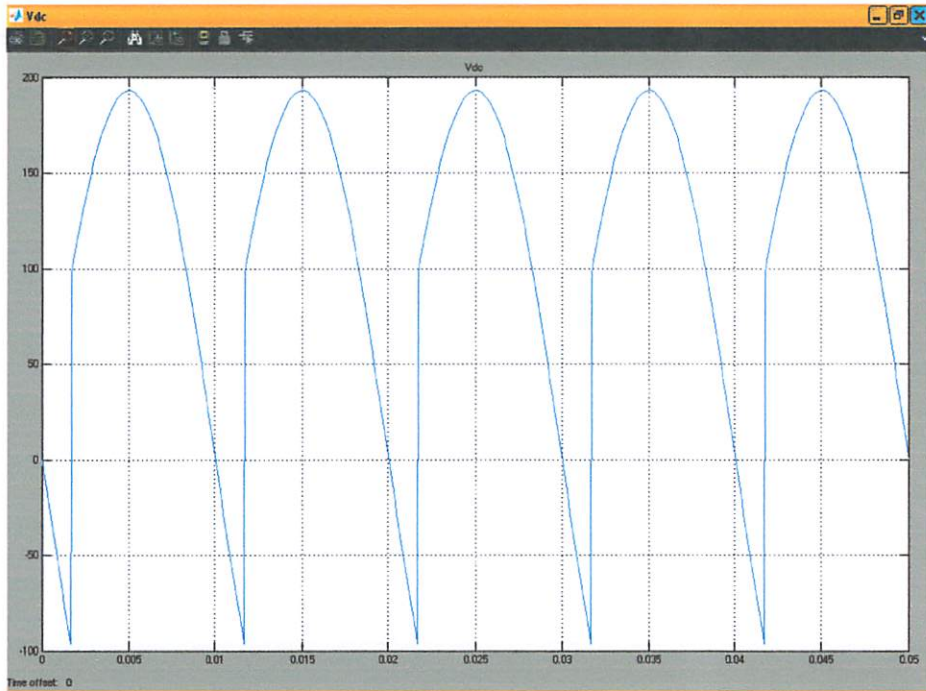
❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$



Gambar 4.20. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  Dengan Torsi Beban Nol

Pada gambar 4.20 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dan torsi beban nol. 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 ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.21. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Pada gambar 4.21 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar  $30^0$  pada  $t = 0$  sampai  $t = 0.002$  sec. Sebesar 100 Volt disebabkan karena sudut pemucuan SCR disetting sebesar  $30^0$ .

Besarnya rata-rata tegangan dc ( $V_{rms}$ ) untuk sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  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

$\pi$  =  $180^\circ$  (  $\frac{1}{2}$  gelombang penuh)

$\alpha$  = Sudut pemicuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $30^\circ$

Maka  $V_{rms}$  untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $30^\circ$  adalah :

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

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

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

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

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{30^\circ}{2.180^\circ} + \frac{\sin(2.30^\circ)}{4.180^\circ}}$$

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

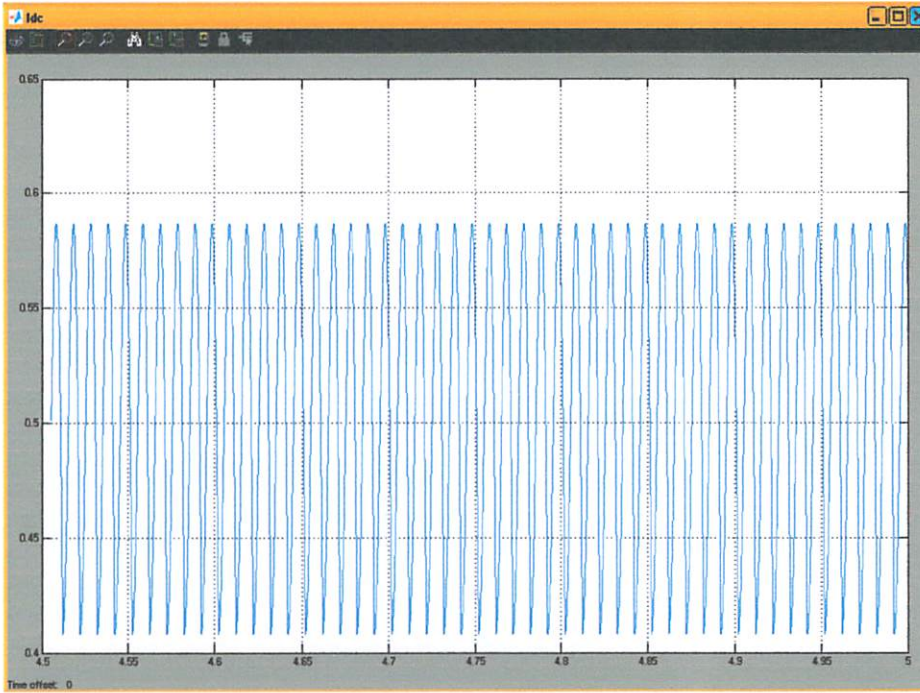
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.0833 + 0.0012}$$

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

$$= 268.7 \times 0.6465$$

$$= 173.7 \text{ Volt}$$

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



Gambar 4.22. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Gambar 4.22 adalah bentuk gelombang arus dc hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.59 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  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

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

$\alpha$  = Sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$

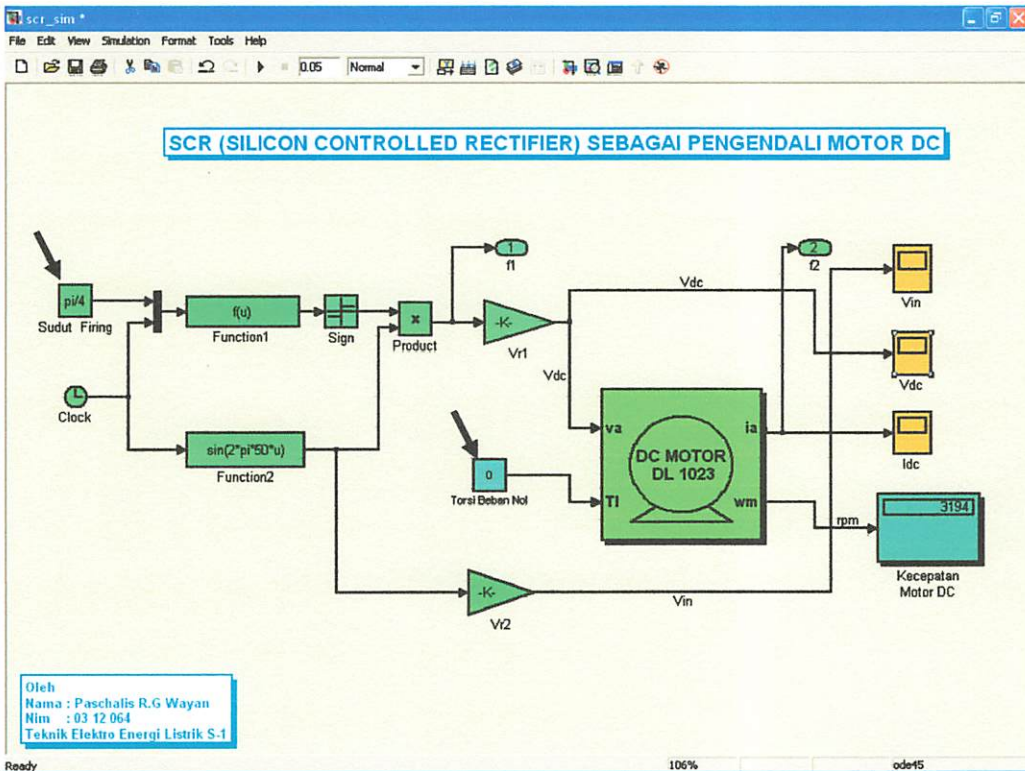
Maka besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$ :

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

$$= 0.59 \left( 1 - \frac{30^0}{2.180^0} \right)$$

$$= 0.54 \text{ Ampere}$$

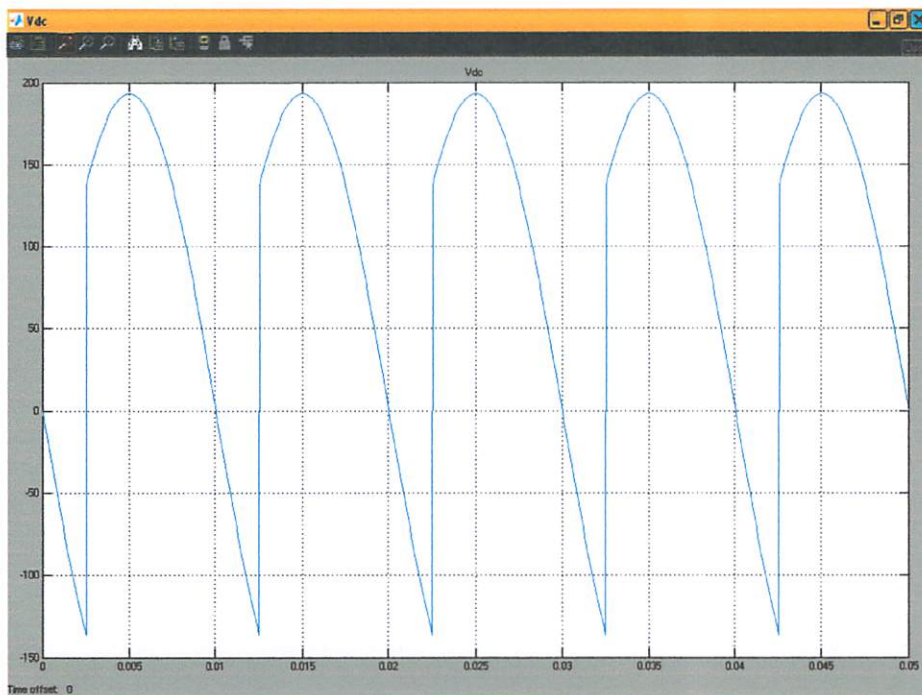
❖ Untuk Sudut Pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$



Gambar 4.23. Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  Dengan Torsi Beban Nol

Pada gambar 4.23 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada  $(\alpha^0) = 45^0$  dan torsi beban nol. Tegangan AC yang di inputkan ke rangkaian SCR akan disearahkan sesuai dengan besarnya sudut pemicuan pada SCR.

1. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR  $(\alpha^0) = 45^0$  dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.24. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemicuan SCR  $(\alpha^0) = 45^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Pada gambar 4.24 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi pemotongan gelombang sebesar  $45^0$  pada  $t = 0$  sampai  $t = 0.003$  sec. Sebesar 140 Volt disebabkan karena sudut pemicuan SCR disetting sebesar  $45^0$ .

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

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

Dimana :

$V_m$  = Puncak tegangan inputan

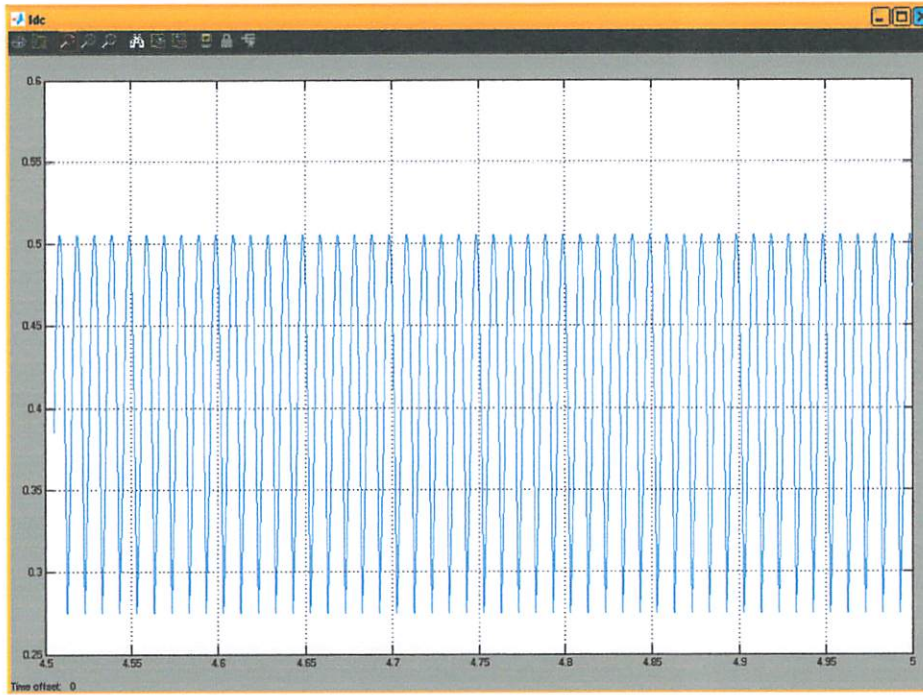
$\pi$  =  $180^\circ$  (  $\frac{1}{2}$  gelombang penuh)

$\alpha$  = Sudut pemucuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $45^\circ$

Maka  $V_{rms}$  untuk sudut pemucuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $45^\circ$  adalah :

$$\begin{aligned}
 V_m &= \sqrt{2} \cdot V_{ac} \\
 V_m &= \sqrt{2} \cdot 190 = 268.7 \text{ Volt} \\
 V_{rms} &= V_m \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{\alpha}{2\pi} + \frac{\sin(2\alpha)}{4\pi}} \\
 &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{45^\circ}{2 \cdot 180^\circ} + \frac{\sin(2 \cdot 45^\circ)}{4 \cdot 180^\circ}} \\
 &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{45^\circ}{360^\circ} + \frac{1}{720}} \\
 &= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.125 + 0.0014} \\
 &= 268.7 \cdot \sqrt{0.3764} \\
 &= 268.7 \times 0.6135 \\
 &= 164.9 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

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



Gambar 4.25. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemecuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Gambar 4.25 adalah bentuk gelombang arus dc hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 5$  sec, besar arus dc adalah 0.51 Ampere.

Besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemecuan 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

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



$\alpha$  = Sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$

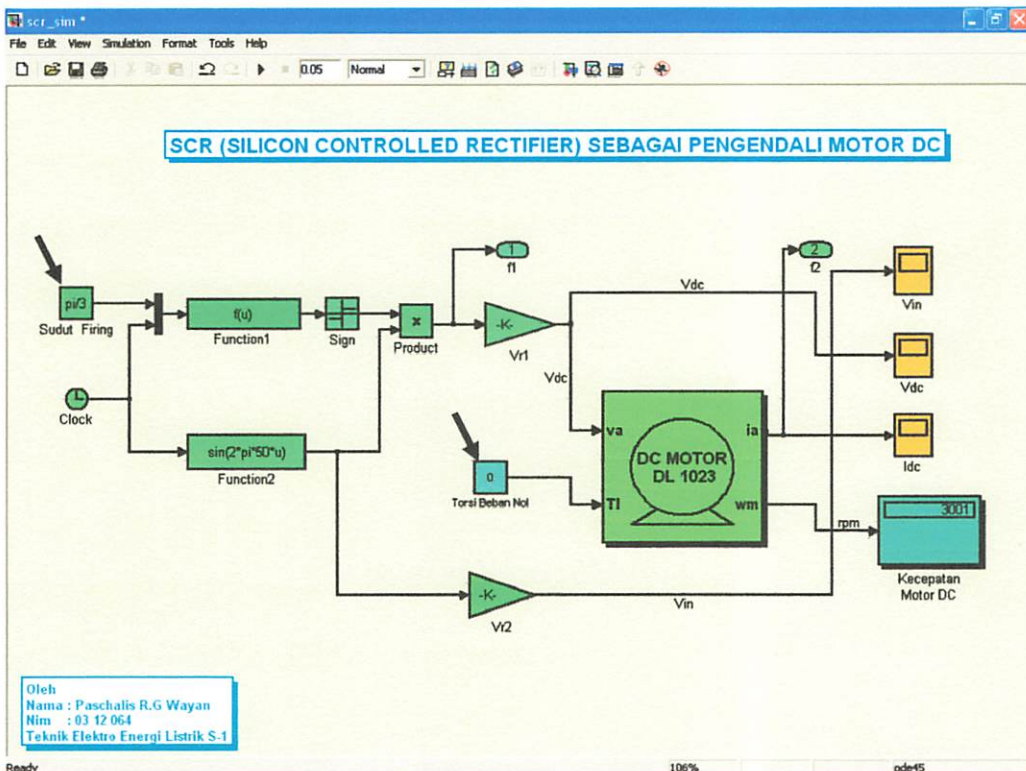
Maka besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$ :

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

$$= 0.51 \left( 1 - \frac{45^0}{2.180^0} \right)$$

$$= 0.46 \text{ Ampere}$$

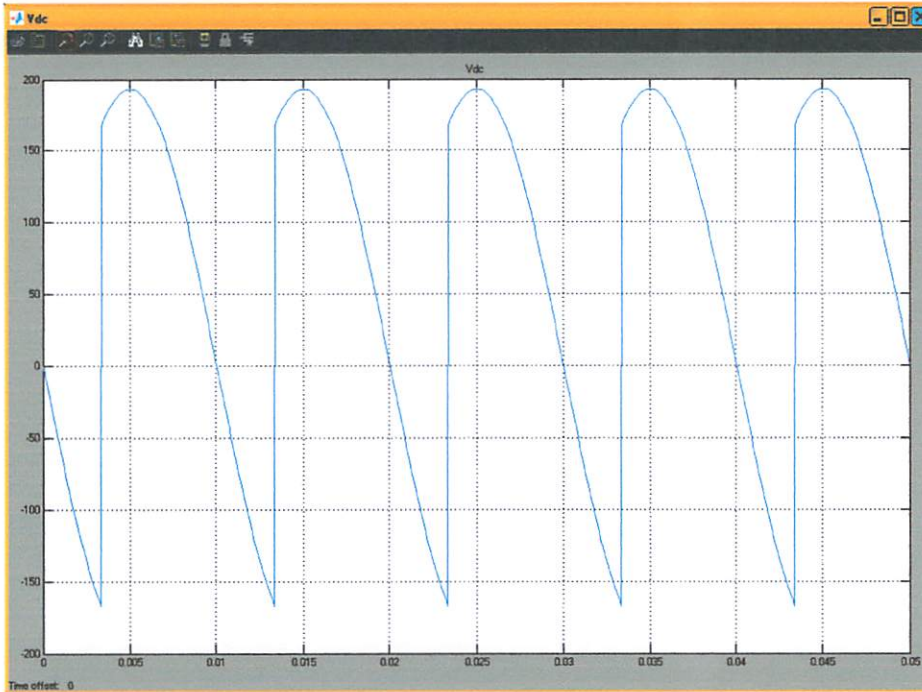
❖ Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$



Gambar 4.26 Block Simulink Untuk Kondisi Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  Dengan Torsi Beban Nol

Pada gambar 4.26 diatas terlihat bahwa sudut pemicuan SCR disetting pada ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dan torsi beban nol. 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 ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban nol dimana, Vac = 190 Volt



Gambar 4.27. Hasil Simulasi Vdc pada sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Pada gambar 4.27 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. 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 170 Volt disebabkan karena sudut pemucuan SCR disetting sebesar  $60^0$ .

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

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

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

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

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

Dimana :

$V_m$  = Puncak tegangan inputan

$\pi$  =  $180^\circ$  (  $\frac{1}{2}$  gelombang penuh)

$\alpha$  = Sudut pemecuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $60^\circ$

Maka  $V_{rms}$  untuk sudut pemecuan SCR ( $\alpha^\circ$ ) =  $60^\circ$  adalah :

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

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

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

$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \frac{60^\circ}{2 \cdot 180^\circ} + \frac{\sin(2 \cdot 60^\circ)}{4 \cdot 180^\circ}}$$

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

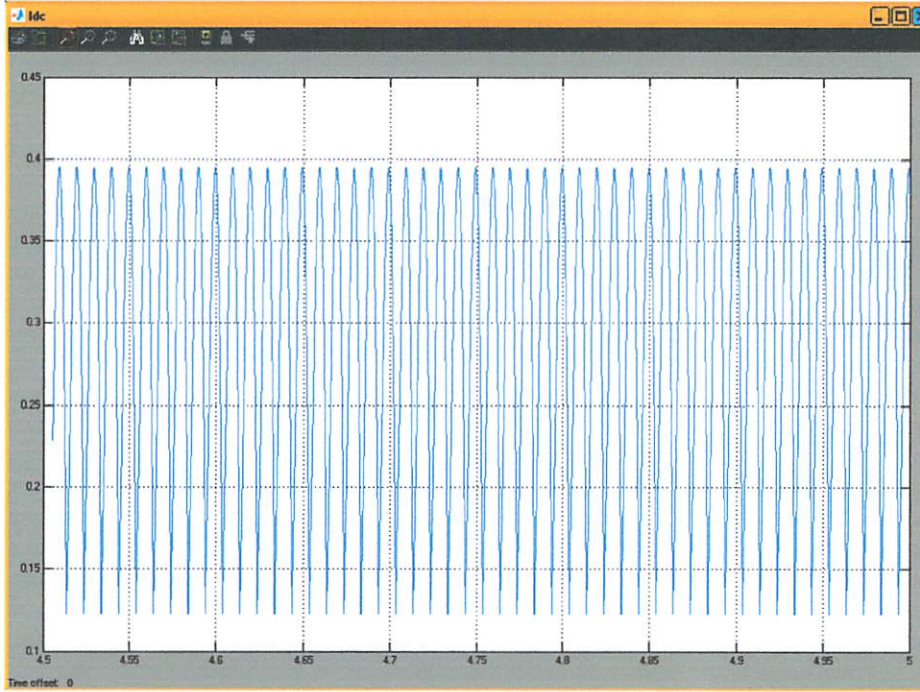
$$= 268.7 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - 0.166 + 0.0012}$$

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

$$= 268.7 \times 0.5763$$

$$= 155.4 \text{ Volt}$$

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



Gambar 4.28. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  pada sudut pemucuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  dengan kondisi torsi beban nol

Gambar 4.28 adalah bentuk gelombang arus dc hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. 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 ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  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

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

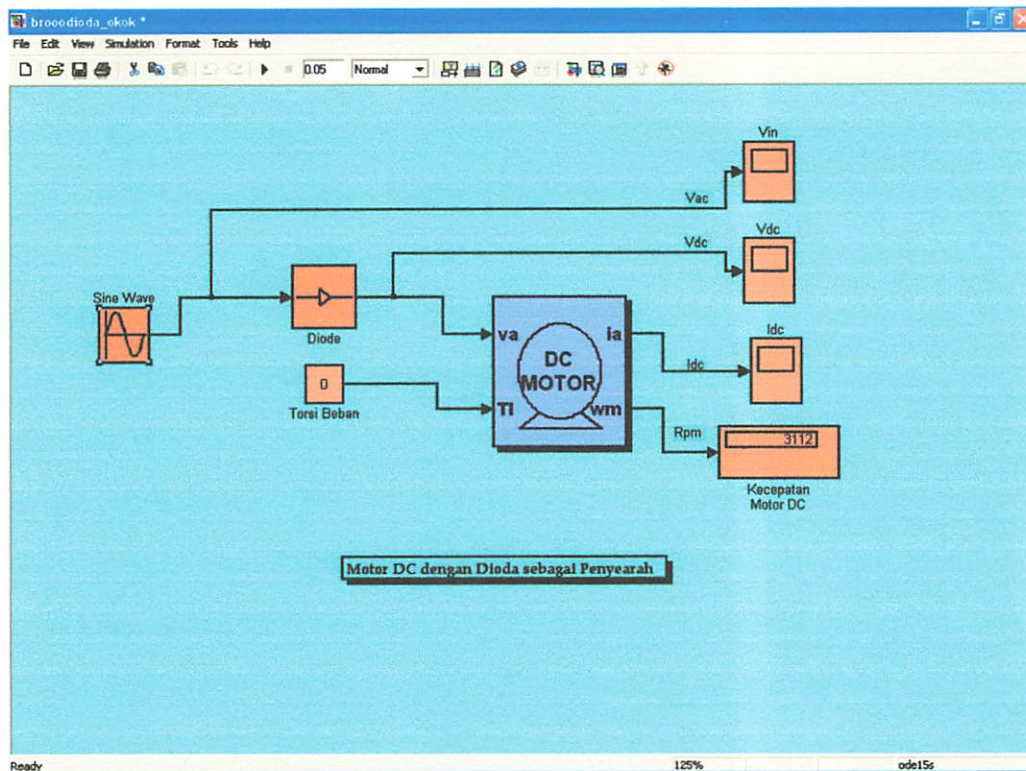
$\alpha$  = Sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$

Maka besarnya arus rata-rata dc ( $I_{rms}$ ) untuk sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$ :

$$\begin{aligned} I_{rms} &= \left[ \frac{2}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} I_a^2 d(\omega t) \right] = I_a \left( 1 - \frac{\alpha}{2\pi} \right) \\ &= 0.39 \left( 1 - \frac{60^0}{2.180^0} \right) \\ &= 0.33 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Untuk Kecepatan Motor dc pada semua sudut pemicuan, baik pada kondisi torsi beban nol maupun torsi beban yang disetting pada 0.5 N.m ditampilkan dalam bentuk block *display* pada gambar block lengkap hasil simulasi, yang secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.2, tabel 4.3 dan tabel 4.4 dibawah.

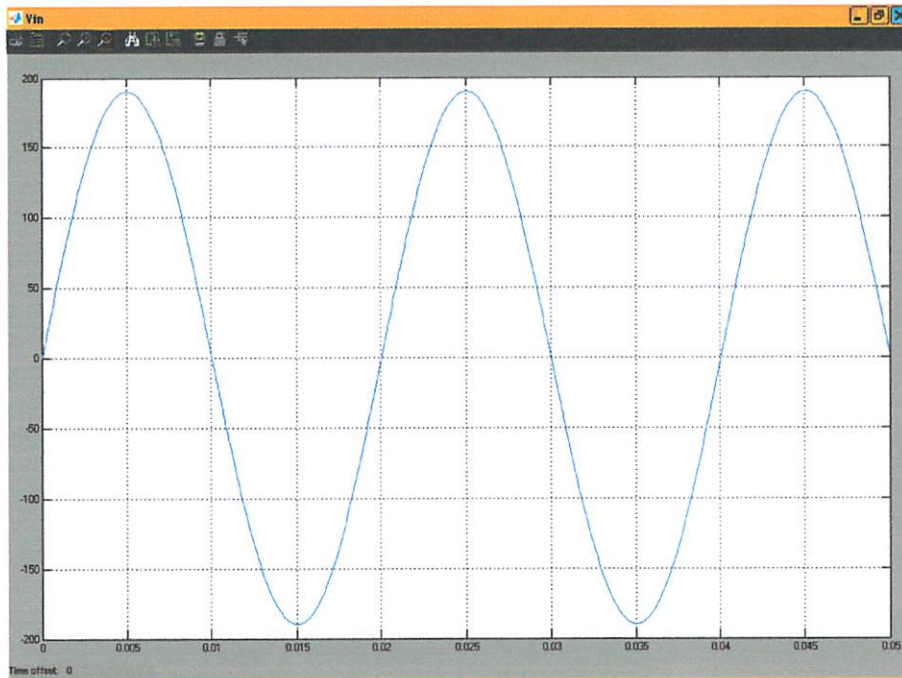
### 4.3.3 Simulasi Dioda Untuk Kondisi Torsi beban nol dan $V_{ac} = 190\text{ V}$



Gambar 4.29 Block Simulink Motor DC dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol dan  $V_{in} = 190\text{ Volt}$

Gambar 4.29 diatas merupakan block simulink Motor DC dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol dan  $V_{in} = 190\text{ Volt}$  dimana tegangan ac yang di inputkan ke rangkaian dioda akan disearahkan penuh tanpa terjadi pemotongan gelombang dc.

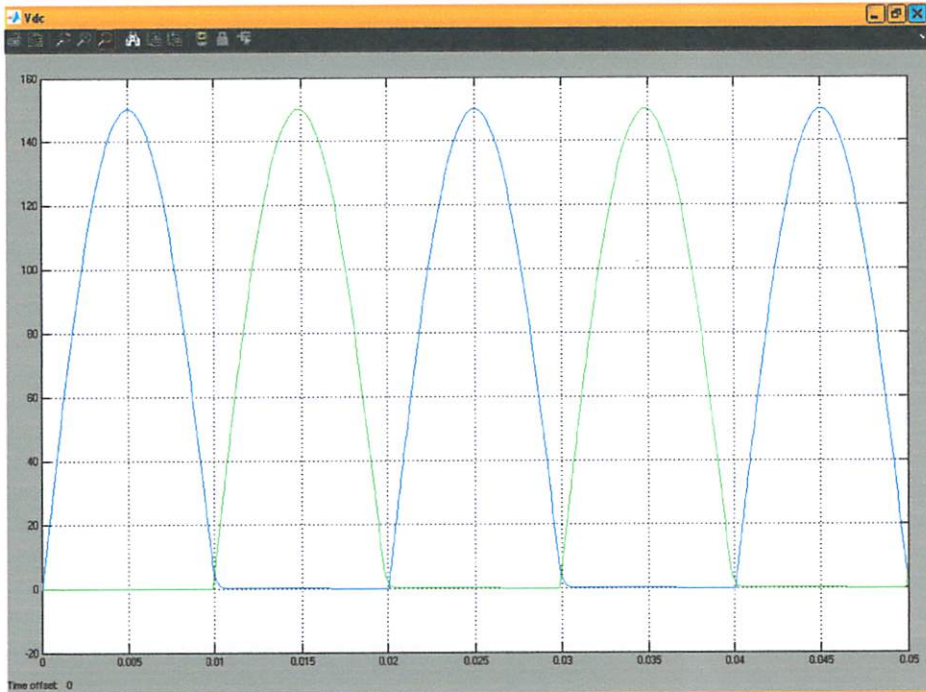
1. Hasil Simulasi Vac Motor DC dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol



Gambar 4.30. Hasil Simulasi Vac dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol

Gambar 4.30 adalah bentuk gelombang tegangan input AC dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. 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.

2. Hasil Simulasi Vdc Motor DC dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol dan Vac = 190 Volt

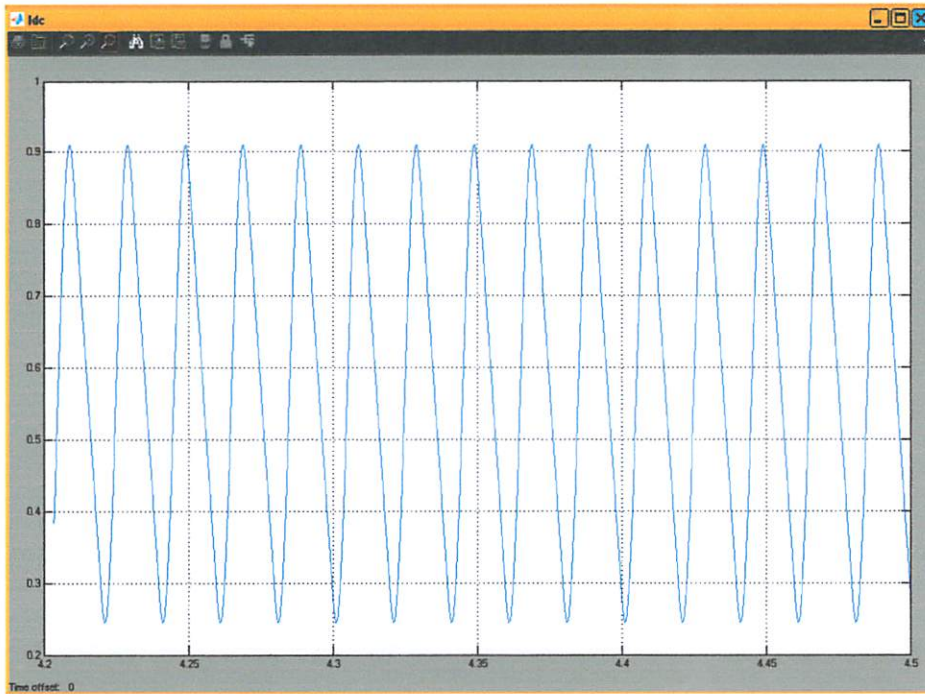


Gambar 4.31. Hasil Simulasi Vdc dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol

Pada gambar 4.31 adalah bentuk gelombang tegangan dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dari gambar hasil simulasi terlihat bahwa pada bentuk gelombang tegangan output dc terjadi penyearahan gelombang pada  $t = 0$  sampai  $t = 0.05$  sec. Sebesar 150 Volt. Hal ini dikarenakan penyearah yang digunakan adalah penyearah gelombang penuh sehingga tidak terjadi perpotongan gelombang.



3. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  Motor DC dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol dan  $V_{in} = 190$  Volt



Gambar 4.32. Hasil Simulasi  $I_{dc}$  dengan Dioda sebagai penyearah Untuk Kondisi Torsi Beban nol

Gambar 4.32 adalah bentuk gelombang arus dc dari hasil simulasi menggunakan MATLAB 7.0. dimana pada hasil simulasi terlihat bahwa pada  $t = 0$  sampai  $t = 4.5$  sec, besar arus dc adalah 0.91 Ampere.

**Tabel 4-2**  
**Hasil Simulasi Pada Torsi Beban disetting pada 0.5 N.m**

No	Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	$0^0$	190	190	0.89	3328
2	$30^0$	190	173.7	0.76	3195
3	$45^0$	190	164.9	0.65	3045
4	$60^0$	190	155.4	0.53	2850

**Tabel 4-3**  
**Hasil Simulasi Pada Torsi Beban nol**

No	Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	$0^0$	190	190	0.65	3497
2	$30^0$	190	173.7	0.59	3347
3	$45^0$	190	164.9	0.44	3194
4	$60^0$	190	155.4	0.33	3001

**Tabel 4-4**  
**Hasil Simulasi Motor DC dengan Dioda Sebagai Penyearah**

No	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	190	150	0.91	3112

#### 4.4 Analisa Hasil Simulasi

##### 4.4.1. Analisa Hasil Simulasi Pada Torsi Beban disetting pada 0.5 Nm, dan Tegangan Inputan AC = 190 Volt

1. Hasil Simulasi pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$

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

- Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 190 Volt
- Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.89 Ampere
- Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3328 rpm

**2. Hasil simulasi pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$**

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

Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 173.7 Volt

Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.76 Ampere

Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3195 rpm

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

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

Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 164.9 Volt

Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.65 Ampere

Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3045 rpm

**4. Hasil simulasi pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$**

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

Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 155.4 Volt

Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.53 Ampere

Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 2850 rpm

#### **4.4.2 Analisa Hasil Simulasi Pada Torsi Beban nol, dan Tegangan**

**Inputan AC = 190 Volt**

**1. Hasil Simulasi pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$**

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

- Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 190 Volt
- Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.65 Ampere
- Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3497 rpm

**2. Hasil simulasi pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$**

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

- Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$  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 3347 rpm

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

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

- Ⓜ Pada sudut pemuncian SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 164.9 Volt
- Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.44 Ampere
- Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3194 rpm

#### 4. Hasil simulasi pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) = $60^0$

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

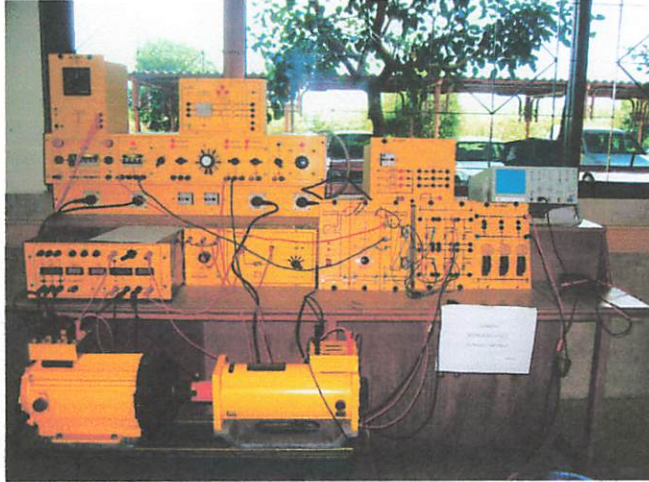
- Ⓜ Pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$  besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 155.4 Volt
- Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.33 Ampere
- Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3001 rpm

#### 5. Analisa Hasil Simulasi Hasil Simulasi Motor DC dengan Dioda Sebagai Penyearah Pada Torsi Beban nol, dan Tegangan Inputan AC = 190 Volt.

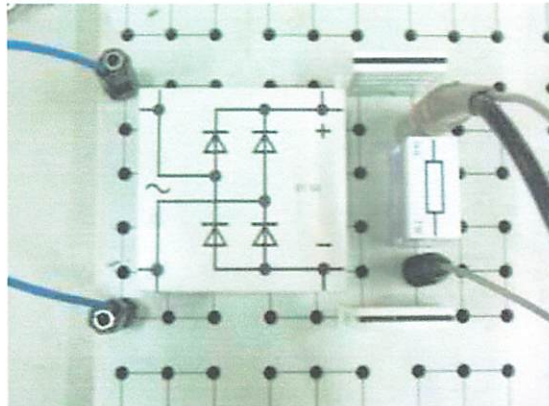
- Ⓜ Besarnya tegangan dc yang dihasilkan adalah 150 Volt
- Ⓜ Besarnya arus dc yang dihasilkan adalah 0.91 Ampere
- Ⓜ Besarnya kecepatan motor dc yang dihasilkan adalah 3112 rpm

#### 4.5. Eksperimen

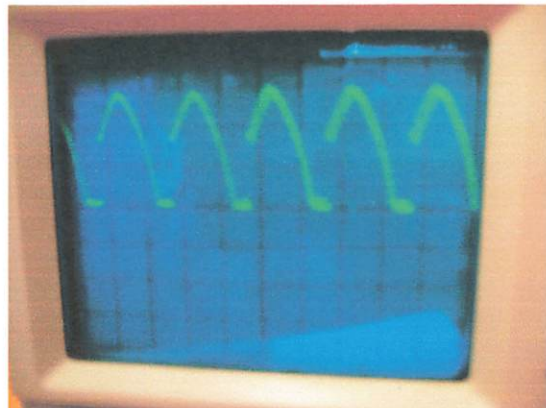
Berikut ini merupakan gambar rangkaian pengujian yang menggunakan peralatan pada point 4.1.1 diatas, sedangkan motor dc merupakan objek yang akan dikontrol atau yang dikendalikan yang langsung disambungkan ke terminal output dari SCR.



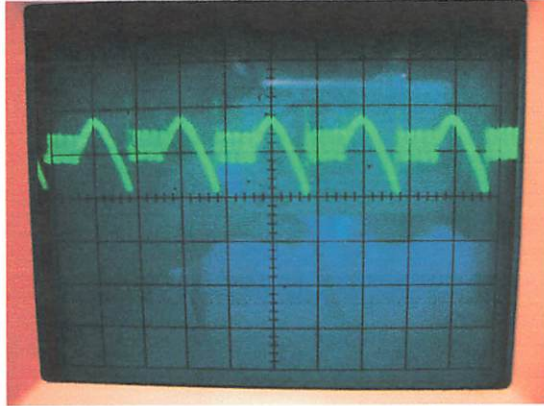
*Gambar 4.33. Rangkaian Eksperimen Pengujian SCR (silicon Controlled Rectifier) Sebagai Pengendali Motor DC*



*Gambar 4.34. Rangkaian Eksperimen Pengujian Dioda Sebagai Pengendali Motor DC*



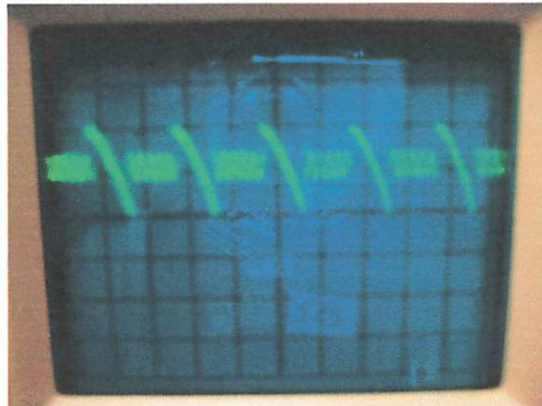
*Gambar 4.35. Hasil Eksperimen Gelombang Vdc Pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ )*



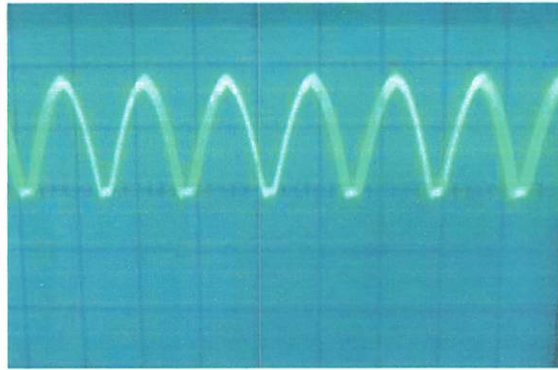
*Gambar 4.36. Hasil Eksperimen Gelombang Vdc  
Pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$*



*Gambar 4.37. Hasil Eksperimen Gelombang Vdc  
Pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$*



*Gambar 4.38. Hasil Eksperimen Gelombang Vdc  
Pada sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$*



Gambar 4.39. Hasil Eksperimen Gelombang Vdc dengan Dioda sebagai penyearah pada  $V_{ac} = 190$  Volt

#### 4.5.1 Hasil Eksperimen

Berdasarkan tegangan dc pada pulse generator ( $U_c$ ) untuk pengaturan besarnya sudut pemuncian pada SCR yang telah diketahui pada point 4.1.3 diatas, maka dilakukanlah eksperimen pengujian SCR sebagai pengendali Motor DC di Laboratorium Konversi Energi Elektrik ITN Malang.

Tabel 4-5

Data Hasil Eksperimen Pengujian SCR Sebagai Pengendali Motor DC

No	Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	$0^0$	190	188	0.64	3490
2	$30^0$	190	170	0.57	3339
3	$45^0$	190	161	0.43	3088
4	$60^0$	190	153	0.33	2887

Tabel 4-6

Data Hasil Eksperimen Pengujian Dioda Sebagai Penyearah

No	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	190	148	0.89	3110



#### 4.5.2 Analisa Hasil Eksperimen

- Semakin kecil sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin besar (153 Volt – 188 Volt) dan Sebaliknya Semakin besar sudut pemicuan tegangan dc semakin kecil (188 Volt – 153 Volt).
- Semakin kecil sudut pemicuan pada SCR, kecepatan motor dc semakin besar ( 2887 rpm – 3490 rpm) dan Sebaliknya Semakin besar sudut pemicuan kecepatan motor dc semakin kecil (3490 Volt – 2887 Volt).
- Arus di semua sudut pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) relatif kecil (0.33 Ampere - 0.64 Ampere)
- Untuk Motor DC dengan dioda sebagai penyearah Tegangan dc yang dihasilkan tergantung dari besarnya tegangan inputan Ac ( $V_{in}$ ). Untuk eksperimen dioda dengan  $V_{ac} = 190$  Volt,  $V_{dc} = 148$  Volt,  $I_{dc} = 0.89$  Ampere dan Kecepatan = 3110 rpm.

#### 4.6 Perbandingan Hasil Simulasi dan Eksperimen

Tabel 4-7  
Data Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen  
SCR Sebagai Pengendali Motor DC

Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vdc ( Volt )		Idc ( Ampere )		n ( rpm)	
	Sim	Eks	Sim	Eks	Sim	Eks
$0^0$	190	188	0.65	0.64	3497	3490
$30^0$	173.7	170	0.59	0.57	3347	3339
$45^0$	164.9	161	0.44	0.43	3194	3088
$60^0$	155.4	153	0.33	0.33	3001	2887

Tabel 4-8

Data Hasil Perbandingan Simulasi antara Torsi beban disetting pada 0.5 Nm dan Simulasi Torsi beban nol SCR Sebagai Pengendali Motor DC

Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vdc ( Volt )		Idc ( Ampere )		n ( rpm)	
	$T_b=0.5$	$T_b=0$	$T_b=0.5$	$T_b=0$	$T_b=0.5$	$T_b=0$
$0^0$	190	190	0.89	0.65	3328	3479
$30^0$	173.7	173.7	0.76	0.59	3195	3347
$45^0$	164.9	164.9	0.65	0.44	3043	3194
$60^0$	155.4	155.4	0.53	0.33	2850	3001

Tabel 4-9

Data Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR Sebagai Pengendali Motor DC dan Dioda

Menggunakan SCR.

Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vdc ( Volt )		Idc ( Ampere )		n ( rpm)	
	Sim	Eks	Sim	Eks	Sim	Eks
$0^0$	190	188	0.65	0.64	3497	3490

Menggunakan Dioda

Vdc ( Volt )		Idc ( Ampere )		n ( rpm)	
Sim	Eks	Sim	Eks	Sim	Eks
150	148	0.91	0.89	3112	3110

#### 4.6.1 Analisa Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen

##### 1) Untuk Tegangan dc

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

\*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{190 - 188}{190} \right| \times 100\% = 1.05 \%$$

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$

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

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$

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

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$

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

Rata – rata nilai error simulasi adalah 1.8 %

##### 2) Untuk Arus dc

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

\*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{0.65 - 0.64}{0.65} \right| \times 100\% = 1.5 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$

$$\left| \frac{0.59 - 0.57}{0.59} \right| \times 100\% = 3.4 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$

$$\left| \frac{0.44 - 0.43}{0.44} \right| \times 100\% = 2.3 \%$$

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$

$$\left| \frac{0.33 - 0.33}{0.33} \right| \times 100\% = 0 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 1.8 %

### 3) Untuk Kecepatan Motor dc

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$

\*) Nilai Error Simulasi

$$\left| \frac{3497 - 3490}{3497} \right| \times 100\% = 0.2 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $30^0$

$$\left| \frac{3347 - 3339}{3347} \right| \times 100\% = 0.2 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $45^0$

$$\left| \frac{3194 - 3088}{3194} \right| \times 100\% = 3.3 \%$$

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $60^0$

$$\left| \frac{3001 - 2887}{3001} \right| \times 100\% = 3.8 \%$$

Rata – rata nilai error simulasi adalah 1.9 %

## 4.6.2 Analisa Hasil Perbandingan Simulasi dan Eksperimen SCR dan Dioda

### 1. Tegangan DC (Vdc)

- Tegangan dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dan Vac/Vin = 190 Volt

Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  (SCR belum di picu/di triger), terlihat bahwa pada simulasi Vdc = 190 Volt, dan pada Eksperimen Vdc = 188 Volt. Dimana nilai error simulasi = 1.8 %.

- Tegangan dc Pada dioda dengan Vac/Vin = 190 Volt

Untuk dioda dengan Vac/Vin = 190 Volt terlihat bahwa pada simulasi Vdc = 150 Volt, dan pada Eksperimen Vdc = 148 Volt. Dimana nilai

$$\text{error simulasi : } \left| \frac{150 - 148}{150} \right| \times 100\% = 1.3 \%$$

### 2. Arus dc (Idc)

- Arus dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dan Vac/Vin = 190 Volt

Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  (SCR belum di picu/di triger), terlihat bahwa pada simulasi Idc = 0.65 Ampere, dan pada Eksperimen Idc = 0.64 Ampere. Dimana nilai error simulasi = 1.5 %.

- Arus dc Pada dioda dengan Vac/Vin = 190 Volt

Untuk dioda dengan  $V_{ac}/V_{in} = 190$  Volt terlihat bahwa pada simulasi  $I_{dc} = 0.91$  Ampere, dan pada Eksperimen  $I_{dc} = 0.89$  Ampere. Dimana

$$\text{nilai error simulasi : } \left| \frac{0.91 - 0.89}{0.91} \right| \times 100\% = 2.2 \%$$

### 3. Kecepatan

- Kecepatan Motor dc Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ ) dan  $V_{ac}/V_{in} = 190$  Volt.

Untuk Sudut Pemicuan SCR ( $\alpha^0 = 0^0$ ) (SCR belum di picu/di triger), terlihat bahwa pada simulasi Kecepatan Motor dc 3497 rpm , dan pada Eksperimen Kecepatan Motor dc 3490 rpm. Dimana nilai error simulasi = 0.2 %.

- Kecepatan Motor dc Pada dioda dengan  $V_{ac}/V_{in} = 190$  Volt

Untuk dioda dengan  $V_{ac}/V_{in} = 190$  Volt terlihat bahwa pada simulasi Kecepatan Motor dc 3112 rpm, dan pada Eksperimen Kecepatan Motor dc

3110 rpm. Dimana nilai error simulasi :  $\left| \frac{3112 - 3110}{3112} \right| \times 100\% = 0.06 \%$ .

**Tabel 4-10**  
**Data Hasil Percobaan Simulasi pada SCR sebagai Pengendali Motor DC**  
**dengan Torsi Beban nol dan Torsi beban disetting pada 0.5 N.m**

Vac / Vinput (Volt)	Sudut firing ( $\alpha^0$ )	Vdc ( Volt )		n ( rpm )	
		T <sub>b</sub> =0.5	T <sub>b</sub> = 0	T <sub>b</sub> =0.5	T <sub>b</sub> = 0
T <sub>b</sub> =0.5 / T <sub>b</sub> = 0	T <sub>b</sub> =0.5 / T <sub>b</sub> = 0				
190	30 <sup>0</sup>	173.7	173.7	3195	3479
190	31 <sup>0</sup>	173.7	173.7	3186	3386
190	32 <sup>0</sup>	172	172	3176	3328
190	33 <sup>0</sup>	171.4	171.4	3171	3323
190	34 <sup>0</sup>	170.8	170.8	3160	3311
190	35 <sup>0</sup>	170.3	170.3	3147	3298
190	36 <sup>0</sup>	170.3	170.3	3140	3191
190	37 <sup>0</sup>	169	169	3133	3284
190	38 <sup>0</sup>	168.5	168.5	3117	3268
190	39 <sup>0</sup>	167.9	167.9	3108	3259
190	40 <sup>0</sup>	167.3	167.3	3099	3250
190	41 <sup>0</sup>	166.7	166.7	3089	3240
190	42 <sup>0</sup>	166	166	3078	3230
190	43 <sup>0</sup>	165.5	165.5	3067	3219
190	44 <sup>0</sup>	164.9	164.9	3055	3207
190	45 <sup>0</sup>	164.9	164.9	3043	3194

Dari tabel hasil percobaan simulasi pada SCR sebagai Pengendali Motor DC dengan Torsi Beban nol dan Torsi beban disetting pada 0.5 N.m diatas rata-rata untuk tegangan dcnya adalah : 169 Volt sedangkan penurunan tegangan dc rata-rata per-step berdasarkan besarnya sudut pemicuan SCR

adalah : 
$$\frac{173.7 - 164.9}{15} = 0.56 \text{ Volt.}$$

Maka dari hasil diatas dapat dikatakan bahwa pengaturan tegangan dengan menggunakan SCR sebagai pengendali motor dc lebih halus (*smooth*) apabila dibandingkan dengan dioda.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

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

##### **1. Untuk Kondisi Torsi Beban Nol**

® Pada Simulasi : Semakin besar sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (190 – 155.4 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relative kecil (0.65 A – 0.33 A). dan kecepatan semakin besar (3001 –3497 rpm).

® Pada Eksperimen : Semakin besar sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (188 – 153 V), arus cenderung mengalami penurunan walaupun relative kecil (0.64 A – 0.33 A). dan kecepatan semakin besar (2887 –3490 rpm).

##### **2. Untuk Kondisi Torsi beban 0.5 N.m. Khusus pada Simulasi**

® Pada Simulasi : Semakin besar sudut pemicuan pada SCR, tegangan dc semakin kecil (190 – 155.4 V), arus cenderung mengalami kenaikan walaupun relative kecil (0.53 A – 0.89 A). dan kecepatan semakin kecil (3328 – 2850 rpm).



Ⓜ Pada saat motor di beri beban besarnya arus mengalami kenaikan, sedangkan besarnya putaran motor mengalami penurunan.

### 3. Perbedaan nilai rata-rata simulasi dan Eksperimen :

- Perbedaan nilai rata – rata pada tegangan dc adalah 1.77 %
- Perbedaan nilai rata – rata pada Arus dc adalah 1.44 %
- Perbedaan nilai rata – rata pada kecepatan motor dc adalah 2.3 %

### 4. Perbandingan SCR dan Dioda pada Simulasi dan Eksperimen.

- Ⓜ Untuk SCR dengan Sudut pemicuan ( $\alpha^0$ ) =  $0^0$  dan  $V_{ac}/V_{input} = 190$  Volt ( SCR pada saat belum dipicu/ ditrigger) : Pada simulasi tegangan dc relatif besar (190 Volt) dan pada eksperimen tegangan dc juga relatif besar ( 188 Volt). Untuk arus dc pada simulasi relatif kecil (0.65 Ampere) dan pada eksperimen juga relatif kecil (0.64 Ampere) sedangkan untuk kecepatan motor dc pada simulasi relatif besar (3497 rpm) dan pada eksperimen juga relatif besar (3390 rpm).
- Ⓜ Untuk Dioda dengan  $V_{ac}/V_{input} = 190$  Volt : Pada simulasi tegangan dc relatif kecil (150 Volt) dan pada eksperimen tegangan dc juga relatif kecil ( 148 Volt). Untuk arus dc pada simulasi relatif besar (0.91 Ampere) dan pada eksperimen juga relatif besar (0.89 Ampere) sedangkan untuk kecepatan motor dc pada simulasi relatif kecil (3112 rpm) dan pada eksperimen juga relatif kecil (3010 rpm).

- Ⓜ Dengan menggunakan SCR :

Pengaturannya lebih luas. dalam hal ini kita dapat mengatur tegangan, arus serta kecepatan motor dc sesuai dengan yang diinginkan. Dengan cara mengatur besar kecilnya sudut pemicuan pada SCR ( $\alpha^0$ ).
- Ⓜ Dari hasil analisa arus dc pada tabel 4-5 sampai 4-9 pada point 4.4 dapat disimpulkan bahwa SCR dapat digunakan sebagai alat Asut (Pengasutan) pada motor dc, disebabkan karena arus yang dihasilkan relatif kecil.
- Ⓜ Pengaturan tegangan dengan menggunakan SCR lebih halus (*smooth*) dimana rata-rata penurunan tegangan per-stepnya adalah : 0.56 Volt ( hampir 1 Volt).
- Ⓜ Dengan menggunakan Dioda :

Pengaturannya lebih sempit dalam hal ini tegangan, arus dan kecepatan motor dc, dikarenakan pengaturannya hanya berdasarkan pada pengaturan besar kecilnya tegangan inputan (*Auto trafo*).
- Ⓜ Arus dc yang dihasilkan relatif besar hal ini disebabkan karena ketika dibias maju arus langsung dibiaskan dari anoda menuju katoda tanpa dikontroll seperti pada SCR yang mempunyai gerbang (*gate*) yang mengontrol besar kecilnya arus dari anoda ke katoda.

- Ⓜ Untuk kecepatan motor dc dengan menggunakan dioda hanya bisa diatur berdasarkan pada besar kecilnya pengaturan tegangan inputan (*Auto trafo*).

## **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

- [1] A. E. Fitzgerald, Charles Kingsley, Jr., Stephen D. Umans, " Electric Machinery", McGraw-Hill International. 2002. fourth edition.
- [2] Burak Ozpineci Leon M. Tobert, Simulink Implementation of Induction Machine Model – A modular Approach, IEEE Transacton on Power Electronics 2003,728-734 .
- [3] Stephen J. Chapman. Electrical Machinery Fundamentals, McGraw-Hill International Editons,1985.
- [4] R. Krishan. Electric Motor Drives Modeling, Analysis and Control. Prentice hall International Inc. 1998.
- [5] Zuhail. " Dasar Teknik Tenaga Listrik" Penerbit ITB Bandung.
- [6] Achyanto, Djoko, " Mesin – mesin Listrik ( Edisi keempat ) ", Jakarta, Erlangga. 1992.
- [7] Thomas W. Dwi Hartanto dan Y.W. Agung Prasetyo .2003. Analisis Dan Desain Sistem Kontrol Dengan MATLAB. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- [8]. P.D. Ziogas, Y.G. Kang and V.R. Stefanovic: "Rectifier Inverter Frequency Changers with Suppressed DC Link Components," IEEE- IAS Trans. Vol. IA-22, No. 6, Nov./Dec. 1986, pp. 1027-1036.
- [9]. Ir. Soeprapto, MT. 2004. Diktat Kuliah Elektronika Daya Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

NEWSPAPER



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

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : PASCHALIS R.G WAYAN

NIM : 03.12.064

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik

Judul Skripsi : "ANALISIS PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB *SIMULINK* 7.0 DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG

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

Hari : Selasa

Tanggal : 23 September 2008

Dengan Nilai : 80,45 (A)



Ketua

(Ir. Mochtar Asroni, MSME)  
NIP.Y. 1018100036

Panitia Ujian Skripsi

Sekretaris

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

Penguji Pertama

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

Anggota Penguji

Penguji Kedua

(Ir. Eko Nurcahyo)  
NIP. Y. 1028700172



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

**PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

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

Hari : Selasa  
Tanggal : 23 September 2008

Telah dilakukan perbaikan skripsi oleh :

1. Nama : PASCHALIS R.G WAYAN
2. NIM : 03.12.064
3. Jurusan : Teknik Elektro
4. Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
5. Judul Skripsi : "ANALISIS PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN *SOFTWARE* MATLAB *SIMULINK* 7.0 Di Lab. Konversi Energi Elektrik ITN Malang."

Perbaikan meliputi :

No	Materi Perbaikan	Ket.
1.	Tujuan seyogyanya dirubah karena kurang fokus	
2.	Kesimpulan seyogyanya disesuaikan tujuan (jangan panjang lebar, tidak mengena)	
3.	Pembahasan kurang fokus tidak sesuai dengan tujuan	

Anggota Penguji

Penguji pertama

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

Dosen Pembimbing I

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

Penguji kedua

**(Ir. Eko Nurcahyo)**  
NIP. Y. 1028700172

Dosen Pembimbing II

**(Ir. Widodo Pudji M., MT)**  
NIP.Y. 1028700171



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

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

P. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 10 Juni 2008

Nomor : ITN-040/I.TA/2/08  
Lampiran : -  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

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

Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

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

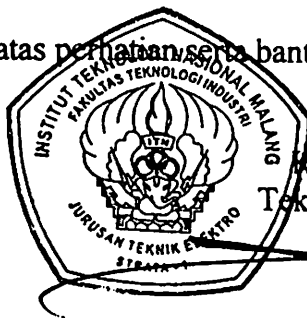
Nama : PASCHALIS. R. G. WAYAN  
Nim : 0312064  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listerik

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

09 Juni 2008 s/d 09 Nopember 2008

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

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



Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S 4a





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

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

T. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

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

Malang, 10 Juni 2008

Nomor : ITN-041/I.TA/2/08  
Lampiran : -  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

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

Dosen Pembimbing  
Jurusan Teknik Elektro S-1  
di  
Malang

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

Nama : PASCHALIS. R. G. WAYAN  
Nim : 0312064  
Fakultas : Teknologi Industri  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Teknik Energi Listerik

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

09 Juni 2008 s/d 09 Nopember 2008

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



Ketua Jurusan  
Teknik Elektro S-1

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

Tembusan Kepada Yth :

1. Mahasiswa Yang Bersangkutan
2. Arsip

Form. S 4a



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
Jl. Bendungan sigura-gura No.2  
**MALANG**

Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

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

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paschalis R.G Wayan  
NIM : 03 12 064  
Semester : IX (sembilan)  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

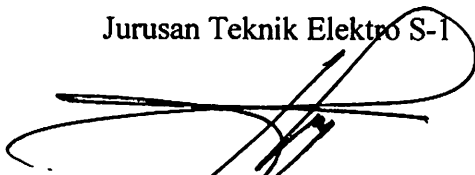
**ANALISA PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*)  
SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE  
MATLAB/ SIMULINK 7.0**

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

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

Ketua

Jurusan Teknik Elektro S-1



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

Malang, Mei 2008

Hormat kami,



Paschalis R.G Wayan  
NIM. 03 12 064

\*) coret yang tidak perlu



**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL**  
Jl. Bendungan sigura-gura No.2  
**MALANG**

Lampiran : 1 (satu) berkas  
**Pembimbing Skripsi**

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

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Paschalis R.G Wayan  
NIM : 03 12 064  
Semester : IX (sembilan)  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

**ANALISA PENGGUNAAN SCR (SILICON CONTROLLED RECTIFIER)  
SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE  
MATLAB/ SIMULINK 7.0**

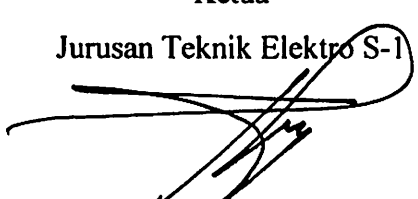
Adapun tugas tersebut sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian Akhir Sarjana Teknik.

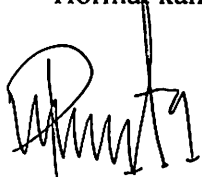
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Malang, Mei 2008

Hormat kami,

Ketua  
Jurusan Teknik Elektro S-1

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

  
**Paschalis R.G Wayan**  
NIM. 03 12 064

\*) coret yang tidak perlu



**PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI**

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Paschalis R.G Wayan  
NIM : 03 12 064  
Semester : IX (sembilan)  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

**ANALISA PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*)  
SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE  
MATLAB/ SIMULINK 7.0**

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Mei 2008

Kami yang membuat pernyataan,

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

**Catatan:**

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

\*) Coret yang tidak perlu



**PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI**

Sesuai permohonan dari mahasiswa/i :

Nama : Paschalis R.G Wayan  
NIM : 03 12 064  
Semester : IX (sembilan)  
Jurusan : Teknik Elektro S-1  
Konsentrasi : Energi Listrik

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

**ANALISA PENGGUNAAN SCR (*SILICON CONTROLLED RECTIFIER*)  
SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE  
MATLAB/ SIMULINK 7.0**

Demikian surat Pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperlunya.

Malang, Mei 2008

Kami yang membuat pernyataan,

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

**Catatan:**

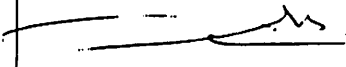
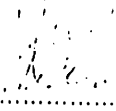
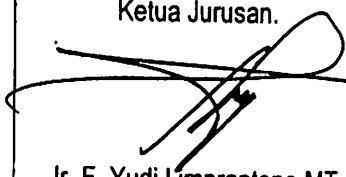

Setelah disetujui agar formulir ini  
Diserahkan mahasiswa/i yang bersangkutan  
Kepada Jurusan untuk diproses lebih lanjut

\*) Coret yang tidak perlu



## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI JURUSAN TEKNIK ELEKTRO S-1

Konsentrasi : Teknik Energi Listrik/Teknik Elektronika\*)

1.	Nama Mahasiswa: <u>PASCALIS P.G. WAYAN</u>		Nim: <u>03 12 064</u>	
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat
	Pelaksanaan	<u>7 JUNI 2008</u>		Ruang:
	Spesifikasi Judul (berilah tanda silang)**)			
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Elektronika & Komponen		
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Energi & Konversi Energi	f. Elektronika Digital & Komputer		
	c. Tegangan Tinggi & Pengukuran	g. Elektronika Komunikasi		
	d. Sistem Kendali Industri	h. lainnya .....		
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	<u>ANALISA PENGGUNAAN SCR (SIKON CONTROLLED RECTIFIER) SEBAGAI PENGENDALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB 7.0.</u>		
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....		
6.	Catatan: .....			
	Catatan: .....			
	Persetujuan Judul Skripsi			
7.	Disetujui, Dosen Keahlian I	Disetujui, Dosen Keahlian II		
				
	Mengetahui, Ketua Jurusan.	Disetujui, Calon Dosen Pembimbing ybs		
		Pembimbing I	Pembimbing II	
	<u>Ir. F. Yudi Limpraptono, MT</u> NIP. P. 1039500274			

Perhatian:

1. Keterangan: \*) Coret yang tidak perlu

\*\*) dilingkari a, b, c, ..... atau g sesuai bidang keahlian



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Paschalis R.G Wayan  
Nim : 03.12.064  
Masa Bimbingan : 9 Juni 2008 s/d 9 November 2008  
Judul Skripsi : **Analisa Penggunaan 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.	28 Juli	Revisi Latar belakang, tujuan penulisan, dan Rumusan Masalah.	
2.	30 Juli	Acc Bab I	
3.	2 Agustus	Lengkapi Teori Dasar SCR	
4.	5 Agustus	Acc Bab II	
5.	19 Agustus	Revisi Bab III Tampilan Parameter Motor DC dan Penjelasan	
6.	21 Agustus	Acc Bab III dan Revisi Bab IV Hasil perbandingan Simulasi dan Eksperimen	
7.	26 Agustus	Revisi Bab IV Tabel Hasil Perbandingan	
8.	30 Agustus	Acc Bab IV	
9.	2 September	Revisi Bab V Kesimpulan	
10.	6 September	Acc Bab V	

Malang, Juni 2008  
Dosen Pembimbing

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



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

1.	Nama Mahasiswa : <u>PASCALIS R. G. WAYAN</u>	Nim : <u>03 12 064</u>		
2.	Waktu Pengajuan :	Tanggal	Bulan	Tahun
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 :	<u>ANALISA PENGGUNAAN SCR (SILICON CONTROLLED RECTIFIER) SEBAGAI PENGEN DALI MOTOR DC MENGGUNAKAN SOFTWARE MATLAB . 7.0</u>		
6.	Perubahan Judul yang Disetujui Dosen materi bidang ilmu			
7.	<u>Cacatan :</u>			
8.	Persetujuan Judul Skripsi yang dikonsultasikan kepada Dosen materi bidang ilmu	Disetujui, <u>17-05-</u> , 2008 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.





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

## SURAT PERMOHONAN

Dengan Hormat,

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

Nama : Paschalis R.G Wayan  
Nim : 03.12.064  
Jurusan : Teknik Energi Listrik S1  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri  
Keperluan : Pengambilan Data  
Waktu : Tgl 17- 25 Juni 2008

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

### Daftar Peralatan Yang Dipinjam

NO	KODE ALAT	NAMA ALAT	TRADE MARK
1	DL 1023	Motor DC Shunt, 1.1 Kw	DE LORENZO
2	DL 2613	DC Power Supply	DE LORENZO
3	DL 2614	Voltage Reference Generator	DE LORENZO
4	DL 2605	SCR	DE LORENZO
5	ELC-132A	LCR Meter	ESCORT
6	DL 1031	Wattmeter	EXCEL
7	DL 2026	Tachometer	HIOKI
8	3286-20	Clamp On Meter	HIOKI
9	DL 1031 M2	AC Voltage Regulator	DE LORENZO

Catatan : 1. Sanggalup mentaati tata tertib Laboratorium Konversi Energi Elektrik  
2. Apabila terjadi kerusakan pada alat yang digunakan saya sanggalup mengganti.

Demikian surat permohonan ini saya buat dengan sebenarnya dan dapat dipertanggung jawabkan, Terima Kasih.

Asisten Pendamping

Husen Sufianto  
02.12.010

Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik



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

Pemohon

Paschalis R.G Wayan  
03.12.064



## LEMBAR DATA HASIL PENGUJIAN

### 1. Pengujian Parameter Motor DC

Tabel  
Data Hasil Pengujian Parameter Motor DC

Va (V)	Ia (A)	Ra ( $\Omega$ )	La (H)	Rf ( $\Omega$ )	Lf (H)	n (rpm)
60	0.49	4.0	0,0032	422	3,3	628

### 2. Pengujian SCR Sebagai Pengendali Motor DC

Tabel  
Data Hasil Pengujian SCR Sebagai Pengendali Motor DC

No	Sudut firing ( $\alpha^\circ$ )	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	0 $^\circ$	190	188	0.64	3490
2	30 $^\circ$	190	170	0.57	3339
3	45 $^\circ$	190	161	0.43	3088
4	60 $^\circ$	190	153	0.33	2887

### 3. Pengujian Dioda Sebagai Pengendali Motor DC

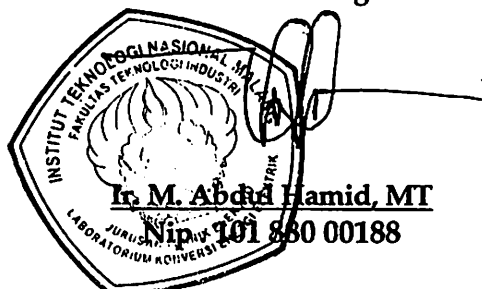
Tabel  
Data Pengujian Dioda Sebagai Pengendali Motor DC

No	Vac (V)	Vdc (V)	Idc (A)	N (rpm)
1	190	148	0.89	3110

Asisten Pendamping

Husen Sufianto  
02.12.010

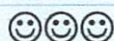
Ka. Lab. Konversi Energi Elektrik



Pemohon

Paschal R.G Wayan  
03.12.064

# YANG TELAH BERLALU



ENTAH KENAPA PAGI ITU TERASA BEGITU INDAH,  
MUNGKIN INILAH PAGI YANG TELAH KITA NANTI-  
NANTIKAN

SEBUAH PAGI,  
YANG KELAK AKAN SELALU MENJADI KENANGAN BAGI  
SEMUA

WAKTU DIMANA Masing-masing kita  
MENGENAKAN KOSTUM YANG KITA ANGGAH PALING  
SEMPURNA  
LAYAKNYA PERTEMUAN PARA KAUM BANGSAWAN

BAJU INDAH NAN ELOK  
BERMAHKOTAKAN SEJUTA SENYUM  
BERSEMAYAM ANGAN DAN HARAPAN  
LANGKAH AWAL MENGGAPAI CITA

TAPI  
ITU SEMUA KINI TELAH BERLALU  
DAN AKAN MENJADI SEBUAH CERITA KLASIK  
YANG AKAN MENGIRINGI KITA DALAM MELANGKAH  
UNTUK MELAWAN CONGKAKNYA PENYESALAN

ANEAI,  
BUMI INI DAPAT KU PUTAR KEMBALI  
INGIN SEKALI AKU KEMBALI PADA MASA ITU  
WALAU HANYA SEKEJAP  
MESKI HANYA SESAAT

KAWAN  
MUNGKIN DENGAN PERPISAHAN  
KITA AKAN MENGAGUMI ARTI SEBUAH PERTEMUAN  
HINGGA DAPAT MENJADI SEBUAH PETUAH  
BAHWA TIADA SESUATU YANG ABADI  
HINGGA

AKU PUN MENCoba TUK TERSENYUM ☺☺

*Kehidupan slalu mengalir seperti sungai ditengah dua tepian  
Kebahagiaan & penderitaan, keberhasilan & kegagalan,  
Sisi lain dari selimut kehidupan  
Sukses gagal adalah peristiwa  
Bukan tujuan akhir kehidupan  
Mereka adalah cobaan,  
Rintangan yang harus dilewati  
KITA.....*

*Manusia harus senantiasa menggali  
Sampai akhirnya bertemu dengan muara kehidupan  
Sebagai mana kehendak sang pencipta  
Karna nasib takkan jauh dari usaha kita*

## *Th@Nk to:*

- \* Papa dan Mama atas do'a & dorongan smangatnya, semua nasehat, petuah & hadiah selama masa studiku dari awal sampai sekarang "Papa, Mama Engkau slalu buatku untuk jadi lebih maju & berguna, karna aku slalu yakin aku BISA, aku gak mau kecewakan orang yang menyanggiku,!!!!*
- \* My BroOo Josh N Mario yang tak henti hentinya berkata: "Kak ayo to lulus biar aku Terinspirasi" makasih ya My BroOo senyummu inspirasi juga smangatku. ☺*
- \* Keluarga dimalang, BoRresS Fc ALL Crew yang telah mengajarku tentang arti memiliki & kehilangan. Karena keiklasan bukanlah satu kekalahan. Semua terjadi bukan karna kemauan. Semua*



*karna Kehendak-Nya. Kita hanya bisa berdo'a, berusaha & berserah Kepada-Nya*

*\* My D3W@t@, Trimakasih banyak, Kehadiranmu beriku pelangi indah ditengah rintik hujan yang lalu, Perhatianmu, Kesabaranmu, pengertianmu, Ketulusan hatimu yang slalu yakinkan aku untuk bangkit & menatap kedepan tanpa lupakan yang tlah lalu, makasih juga atas sayangmu & waktumu buatku. You Are my inspiration*

*\* Sp3cial buat sahabat2ku ALL Crew ST ' 03 Rocky, Ri4n, Kevin, Si Kecil J@ya, BroOo Erick (Kadis Perhubungan Malang), Rudy (Kadis Pariwisata Batu), Timblee (Septian), Jepratt (Andi Fajar) yg Mirip Om Tukul, Gunawan For Inspirasinya, Intoo, Ian, Henry atas sgalannya! Ya...meskipun terkadang menyebalkan, tapi aku akan slalu kangen dengan Tatitutmu, candamu, Hancuurrrr-mu juga tangisanmu. Kapan-kapan Mabuk lagi brOooo. ☺☺*

*\* Semua yang tak bisa aku sebutkan satu persatu*

**THank for @LL**