

**ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN  
UNTUK MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR  
INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN SOFTWARE  
PSCAD/EMTDC DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI  
ELEKTRIK ITN MALANG**

**SKRIPSI**

Disusun oleh :  
Sony Sakti Wibisono  
NIM. 03.12.039



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

ANALISA PENGONTROLAN INVERTEBRATA  
DARI MASA MANAFAK HAMA MAMONIA  
SERTA MANAJEMEN AGRI  
DARI LABORATORIUM KONTROL HAMA  
DI MANGROVE

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk  
mengetahui peran hama  
dalam ekosistem mangrove

1.1 PENDAHULUAN  
MANGROVE MERUPAKAN EKOSISTEM YANG  
SANGAT BERHARGA DAN PERLU  
DILINDUNG DARI KERUSAKAN  
DAN PENYUSUTAN

## LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN UNTUK  
MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR INDUKSI TIGA FASA  
MENGUNAKAN *SOFTWARE* PSCAD/EMTDC  
DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK  
ITN MALANG

### SKRIPSI

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

Disusun oleh :  
**Sony Sakti Wibisono**  
NIM. 03.12.039

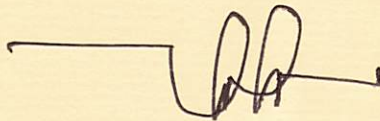


Mengetahui,  
**Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**

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

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I



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

Dosen Pembimbing II



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

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

*Mintalah, maka akan diberikan kepadamu  
Carilah, maka kamu akan mendapat  
Ketoklah, maka pintu akan dibukakan bagimu  
Karena setiap orang yang meminta, menerima  
Dan setiap orang yang mencari, mendapat  
Dan setiap orang yang mengotak  
Bagusnya pintu dibukakan*

( Matius 7: 7-8 )

*Alkitab Setia Orang Tua-tu  
Bapak Ibu Terhormat,*

*...dengan segala ketulusan dan kesabaran hatinya*

*Dan Terima Kasih Kepada .....*

*Melis-adikku : Lia dan Lina*

*Teman-teman*

*Instansi-anak Lab. Konsultasi Energi Listrik : Trans, Gasmul, Hap, Jus untuk*

*sumbangan pemeliharaan dan supportnya  
Instansi-anak Elektro angkatan 2008, Hdi, Hap, Gudy, Lian, Yan,*

*Hap,, Ynta, Andira untuk selalu semangat.*

*Mr dan Band n friend's: Cakab, Andro, Hap, Gnyul, Tono, Denu*

*Dial, Inson untuk support dan pertahabannya*

*Instansi-anak D mbolans : Andaras, Andra, Ynani, G andu, Mbi*

*Endah, Kemal dalam D Mbolans Crew.*

**ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN  
UNTUK MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR INDUKSI  
TIGA FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PSCAD/EMTDC  
DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK  
ITN MALANG**

**Sony Sakti Wibisono**

Institut Teknologi Nasional Malang, kampus 2

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

E-mail : ynos\_598@yahoo.com

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

Dosen Pembimbing II : Bambang Prio Hartono, ST, MT

**Abstrak**

Makalah ini menjelaskan masalah inverter yang banyak digunakan di dalam perindustrian. Di dalam pengoperasiannya inverter sering mengalami kehilangan salah satu fasa, akibat adanya gangguan di dalam inverter.

Pada saat inverter mengalami gangguan maka urutan fasa pada inverter berubah sehingga perbedaan sudut fasanya tidak lagi  $120^\circ$  dan akan mengakibatkan arah putaran pada motor induksi berbalik arah dari kondisi tanpa gangguan. Untuk mengantisipasi keadaan di atas maka digunakan metode pengaturan arah sudut fasa pada inverter sebesar  $60^\circ$  pada sudut terkecil, kemudian titik fasa yang terganggu dihubungkan ke titik netral DC.

Dengan adanya pengaturan sudut fasa pada inverter sebesar  $60^\circ$  pada sudut terkecil, maka perbedaan sudut fasanya sama dengan  $120^\circ$  dan arah fasanya akan sama dengan kondisi normal/tanpa gangguan.

Kata kunci : *inverter, motor induksi, pengaturan arah sudut fasa.*

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadapan Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmatnya penyusunan Skripsi yang berjudul “ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN UNTUK MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PSCAD/EMTDC DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG” ini dapat terselesaikan dengan baik, yang merupakan syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik Jurusan Elektro Konsentrasi Energi Listrik di Institut Teknologi Nasional Malang.

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

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

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

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

Malang, Agustus 2010

Penyusun

## **DAFTAR ISI**

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>..i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>..iii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>..vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>..vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Pembahasan .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	4
1.6 Relevansi .....	5
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1. Teori Dasar Motor Induksi.....	6
2.2. Konstruksi Motor Induksi .....	6
2.2.1 Stator .....	7
2.2.2 Rotor.....	8
2.3. Medan Magnet Putar .....	8
2.4. Prinsip Kerja Motor Induksi .....	10
2.4.1. Slip Dan Frekuensi Arus Rotor .....	11
2.5. Rangkaian Ekuivalen .....	12



2.5.1. Rangkaian Ekuivalen Stator .....	13
2.5.2. Rangkaian Ekuivalen Rotor.....	14
2.6 Operasioal Motor Induksi.....	19
2.6.1 Performa Steady State .....	20
2.6.2 Performa Transient.....	21
2.7. Pengujian Motor Induksi Tiga Phasa .....	22
2.7.1. Pengujian Arus Searah ( <i>DC Test</i> ) .....	22
2.7.2. Pengujian Tanpa Beban ( <i>No Load Test</i> ).....	23
2.7.3. Pengujian Rotor Tertahan ( <i>Blocked Rotor Test</i> ) .....	24
2.8. Inverter .....	26
2.8.1. Prinsip Operasi .....	28
2.8.2. PWM Drive .....	30
2.8.3. PWM Sinusioda.....	33
2.8.4. Pengendalian Inverter.....	33

### **BAB III PEMODELAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DAN INVERTER**

3. Software PSCAD/EMTDC V 4.2 Power Simulation .....	36
3.1. Memulai PSCAD/EMTDC Power Simulation .....	37
3.2. Pengujian Parameter Motor Induksi .....	39
3.2.1. Alat-alat Yang Digunakan.....	39
3.2.2. Pengujian Arus Searah ( <i>DC Test</i> ) .....	39
3.2.3. Pengujian Tanpa Beban ( <i>No Load Test</i> ).....	40
3.2.4. Pengujian Rotor Tertahan ( <i>Block Rotor Test</i> ).....	40
3.2.5. Analisa Parameter Motor Induksi .....	40

3.3. Algoritma Program.....	47
3.3.1. Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum .....	47
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Simulasi Motor Induksi 3 Fasa Dan Pengaturan Sudut Fasa Inverter.....	49
4.2. Analisa Hasil .....	58
4.3. Analisa Hasil Prosentase Perbandingan Eksperimen Dan Simulasi .....	58
<b>BAB V PENUTUP</b>	
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran.. ..	61
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>62</b>

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1. Data Hasil Pengujian Arus Searah ( <i>DC Test</i> ) .....	39
Tabel 3.2. Data Hasil Pengujian Beban Nol ( <i>No Load Test</i> ) .....	40
Tabel 3.3. Data Hasil Pengujian Rotor Tertahan ( <i>Blocked Rotor Test</i> ) .....	40
Tabel 3.4. Data Hasil Pengujian Parameter Motor Induksi.....	43
Tabel 4.1. Perbandingan Hasil Simulasi Dan Eksperimen.....	57

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konstruksi Motor Induksi .....	7
Gambar 2.2.	Stator 3 Fasa Motor Induksi .....	7
Gambar 2.3.	Motor Induksi Rotor Sangkar Dan Rotor Belitan .....	8
Gambar 2.4.	Medan Putar Pada Motor Induksi.....	9
Gambar 2.5.	Rangkaian Ekuivalen Stator .....	13
Gambar 2.6	Rangkaian Ekuivalen Rotor.....	14
Gambar 2.7	Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi.....	15
Gambar 2.8.	Rangkaian DQ Motor Induksi .....	16
Gambar 2-9	Keadaan Steady State Motor Induksi .....	19
Gambar 2-10	Transient Respon Pada Starting Motor Induksi .....	20
Gambar 2-11	Kondisi Karakteristik Motor Torsi Beban Berubah .....	20
Gambar 2.12	Pengujian Arus Searah ( <i>DC Test</i> ) .....	22
Gambar 2.13.	Pengujian Tanpa Beban ( <i>No Load Test</i> ).....	23
Gambar 2.14	Pengujian Rotor Tertahan ( <i>Blocked Rotor</i> ).....	25
Gambar 2.15	Rangkaian Inverter Dan Gelombang Dengan Beban Resistif.....	28
Gambar 2.16	Arus Beban Dengan Beban Induktif Yang Tinggi .....	29
Gambar 2.17	Stuktur Dari PWM AC Drive.....	31
Gambar 2.18	Sumber Tegangan Inverter 3 Fasa.....	32
Gambar 2.19	Delapan Topologi Tegangan Inverter.....	32

Gambar 2.20	PWM Sinusioda.....	33
Gambar 2.21	Rangkaian Metode Kontrol Inverter.....	33
Gambar 2.22	Fasor Tegangan Inverter Saat Gangguan .....	34
Gambar 3.1	Tampilan Utama <i>Software</i> PSCAD/EMTDC.....	37
Gambar 3.2.	Tampilan Master Library .....	38
Gambar 3.3.	Tampilan Modul Utama .....	38
Gambar 3.4	Tampilan Parameter Motor .....	45
Gambar 3.5.	Tampilan Parameter Generator .....	46
Gambar 3.6	Blok Simulink Secara Keseluruhan.....	46
Gambar 3.7	Flowchart Pemecahan Masalah Secara Umum .....	48
Gambar 4.1	Block Simulink Kondisi Tanpa Gangguan.....	49
Gambar 4.2.	Pengendalian Motor Induksi 3 Fasa Inverter Tanpa Gangguan .	50
Gambar 4.3.	Bolck Simulink Secara Keseluruhan.....	50
Gambar 4.4	Pengendalian Motor Induksi 3 Fasa Inverter Gangguan .....	51
Gambar 4.5.	Urutan Arus Tanpa Gangguan.....	51
Gambar 4.6	Urutan Arus Kondisi Gangguan .....	52
Gambar 4.7	Urutan Arus Setelah Pengaturan Sudut Fasa.....	53
Gambar 4.8.	Urutan Tegangan Tanpa Gangguan.....	54
Gambar 4.9	Urutan Tegangan Kondisi Gangguan .....	54
Gambar 4.10	Urutan Tegangan Setelah Pengaturan Sudut Fasa.....	55
Gambar 4.11	Kecepatan Motor Kondisi Tanpa Gangguan.....	56
Gambar 4.12	Kecepatan Motor Kondisi Gangguan .....	56
Gambar 4.13	Kecepatan Motor Setelah Pengaturan Sudut Fasa.....	57

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Inverter sebagai drive motor induksi banyak digunakan di industri. Dalam operasinya sering terjadi kehilangan satu fasa, sehingga motor akan mengalami kehilangan tegangan satu fasa. Penelitian tentang operasi motor induksi dalam kondisi salah satu tegangan sumber lepas banyak dilakukan. Hal ini tidak terlepas dari permasalahan di industri yang selalu menghentikan pengoperasian motor saat terjadi gangguan pada salah satu fasa sumber listrik yang mensuplai motor induksi. Agar industri yang dilayani motor induksi tersebut tidak berhenti, telah dikembangkan bermacam-macam metode yang dapat mengatasi gangguan kehilangan salah satu fasa. Debaprasad Kastha dan Bimal K. Bose, memperkenalkan suatu metode untuk mengatasi gangguan kehilangan fasa pada motor induksi dalam papernya yang berjudul "On-Line Search Based Pulsating Torque Compensation of A fault Mode Single-Phase Variabel Frequency Induction Motor Drive,"<sup>[2]</sup>. Metode mengatasi gangguan kehilangan fasa yang lain dikembangkan oleh Silverio Bolognani, Marco Zordan dan Mauro Zigliotto dalam papernya yang berjudul "Experimental Fault-Tolerant Control of a PMSM Drive,"<sup>[3]</sup>. Kemudian dikembangkan oleh Mauricio Beltrao de R.C, Cursino B.J, Edison R.C.S dan Antonio M.N.L dalam paper yang berjudul "An Induction Motor Drive System with Improved Fault Tolerance," yang memperkenalkan cara mengatasi gangguan kehilangan fasa yang lain<sup>[4]</sup>. Metode terbaru dikembangkan oleh Masanori Yamato, Arman Jaya dan Yukihiko Sato dalam paper

**“An Investigation of a Control Method for Fault-Mode Inverters to Drive Induction Motors,”<sup>[5]</sup>**

Dengan memanfaatkan peralatan inverter sebagai isolator antara sumber tegangan dengan motor induksi maka pengaruh negative pada sumber yang disebabkan oleh gangguan kehilangan fasa pada inverter/motor dapat dikurangi. Pada penelitian ini digunakan inverter yang dilengkapi dengan titik netral pada bagian tegangan dc inverterseperti yang telah dikembangkan oleh Tian-Hua Liu, Jen-Ren Fu dan Thomas A. Lipo dalam paper “A Strategy for Improving Reliability of Field-Oriented Controlled Induction Motor Drives,”<sup>[1]</sup>. Berdasarkan hasil penelitian <sup>[5]</sup>, untuk mengoperasikan motor induksi dalam kondisi gangguan diperlukan inverter yang dapat diatur sudut fasanya. Sudut fasa dari tegangan inverter yang tersisa agar dapat mengoperasikan motor adalah 60°. Dari metode pengoperasian motor induksi yang dipakai tersebut ada kendala yang terjadi yaitu apabila salah menentukan arah perubahan sudut fasa maka yang terjadi adalah perubahan arah putaran motor tersebut. Misalkan arah putaran saat operasi normal ke kiri seharusnya arah putaran motor tersebut tetap kekiri, saat operasi gangguan bukan kebalikannya.

Dalam penelitian ini diajukan suatu cara menentukan arah perubahan sudut fasa inverter dalam kondisi gangguan sehingga dapat melanjutkan arah putaran motor seperti semula. Penelitian ini menitik beratkan pada pengontrolan inverter pada saat gangguan, sehingga yang di analisis adalah kinerja (*performance*) motor. Dengan bantuan program PSCAD/EMTDC maka akan didapatkan hasil simulasi dari unjuk kerja motor induksi dengan cara membuat blok-blok simulink rangkaian secara langsung dan menginputkan parameter-

parameter yang dibutuhkan. Dengan metode ini diharapkan agar masalah gangguan kehilangan satu fasa dapat diatasi.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana cara menentukan sudut fasa pada inverter saat gangguan.
2. Bagaimana pengaruh pengaturan sudut fasa pada inverter terhadap kinerja motor ( arus, tegangan, kecepatan, dan arah putaran motor) pada saat inverter mengalami gangguan.
3. Bagaimana hasil perbandingan antara penggunaan inverter yang diatur sudut fasanya dengan dengan inverter sebelum diatur sudut fasanya pada saat terjadi gangguan.
4. Apa manfaat pengaturan sudut fasa pada inverter.

## **1.3 Tujuan Pembahasan**

Tujuan pembahasan skripsi ini adalah Menganalisa dan Mensimulasikan Kinerja Motor Induksi 3 Fasa menggunakan pengendali inverter dengan menggunakan bantuan *software* PSCAD/EMTDC.

## **1.4 Batasan Masalah**

Agar pembahasan dalam skripsi akan lebih terarah sesuai dengan tujuan dan judul yang ada, maka permasalahan dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut :

- a. Analisis dilakukan pada Motor Induksi Tiga fasa Jenis rotor sangkar DE LORENZO/DL1022, 1,1 Kw, 220/380 Volt, 4,3/2,5 Ampere,  $\text{Cos}\phi$  0,83, 50 Hz, 2820 rpm, 2 kutup.
- b. Sistem kontrol yang digunakan adalah sistem kontrol Tegangan AC 3 fasa dengan menggunakan Inverter.



- c. Pembahasan lebih ditekankan pada pengontrolan inverter pada Motor Induksi 3 fasa pada saat kehilangan salah satu fasa.
- d. Menganalisis penentuan sudut fasa pada inverter.
- e. Tidak membahas harmonisa yang ditimbulkan oleh inverter.

### **1.5 Metodologi Penelitian**

Dalam melaksanakan penulisan skripsi ini metodologi sebagai berikut:

**a. Studi literatur**

Pengumpulan bahan yang berkaitan dengan penggunaan Inverter dan Motor Induksi 3 fasa serta penurunan rumus–rumus yang digunakan dalam skripsi ini.

**b. Pengumpulan Data**

Pengumpulan Data Melakukan percobaan dan pengambilan data dari penggunaan Inverter dan Motor Induksi 3 fasa yang akan dianalisa.

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

**d. Melakukan simulasi dari data yang ada ke dalam Blok Simulink Dengan Bantuan *Software* PSCAD/EMTDC.**

**e. Menganalisa dan membahas hasil Simulasi**

**f. Menarik Kesimpulan.**

## **1.6 Relevansi**

Dengan adanya analisis pada motor induksi 3 fasa dengan menggunakan pengaturan sudut fasa pada inverter saat gangguan maka kita akan dapat mengetahui pengaruh kinerja motor serta bagaimana pengaruh dan manfaat pengaturan sudut fasa pada inverter saat mengalami gangguan terhadap arah putaran motor yang sedang beroperasi. Selain itu kita juga akan mengetahui dampak/pengaruh apa saja yang timbul pada motor tersebut.

## **BAB II**

### **TEORI DASAR**

#### **2.1. Teori Dasar Motor Induksi.**

Motor arus bolak-balik ( Motor AC ) adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik atau tenaga gerak, dimana tenaga gerak ini berupa perputaran pada poros motor. Salah satu jenis motor AC ini adalah motor induksi atau motor tak serempak.

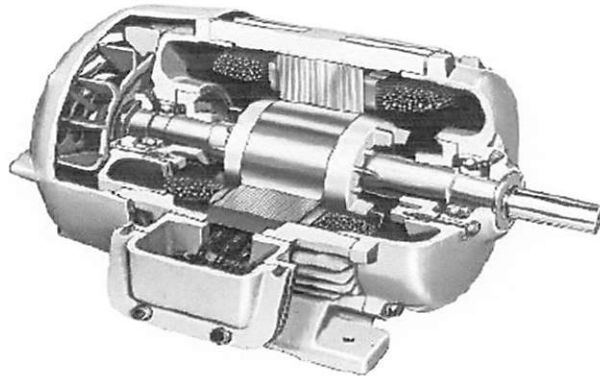
Dinamakan motor tak serempak (*asynchrone*) karena putaran poros motor tidak sama dengan putaran medan fluks magnet stator. Dengan kata lain, bahwa antara putaran rotor dan putaran fluks magnet terdapat selisih putaran yang disebut slip.

Motor induksi *polyphase* banyak dipakai dikalangan industri. Ini berkaitan dengan beberapa keuntungannya. yaitu

1. Sangat sederhana dan daya tahan kuat ( konstruksi hampir tak pernah mengalami kerusakan, khususnya tipe rotor sangkar bajing ).
2. Harga relatif murah dan perawatan mudah.
3. Efisiensi tinggi. Pada kondisi berputar normal, tidak dibutuhkan sikat dan karenanya rugi daya yang ditimbulkan dapat dikurangi (khususnya motor induksi rotor belitan).

#### **2.2. Konstruksi Motor Induksi**

Konstruksi motor induksi terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor. Hal ini dapat dilihat pada gambar 2-1 di bawah ini :

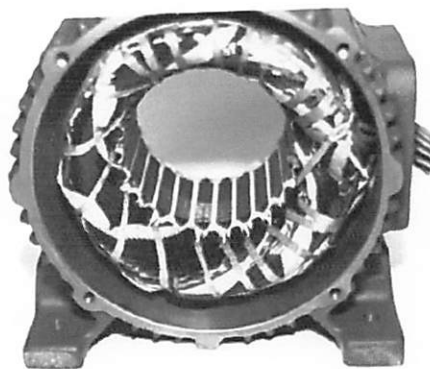


Gambar 2.1  
Konstruksi Motor Induksi<sup>[8]</sup>

### 2.2.1. Stator

Pada dasarnya konstruksi stator pada motor induksi mempunyai bentuk fisik yang sama dengan mesin sinkron, yang terdiri dari :

- Rumah stator terbuat dari besi tuang.
- Inti stator dari besi atau baja silikon.
- Alur dan gigi materialnya sama dengan inti, alur tempat meletakkan belitan.
- Belitan stator dari tembaga.



Gambar 2.2  
Stator Tiga-Phasa Motor Induksi<sup>[8]</sup>

### 2.2.2. Rotor

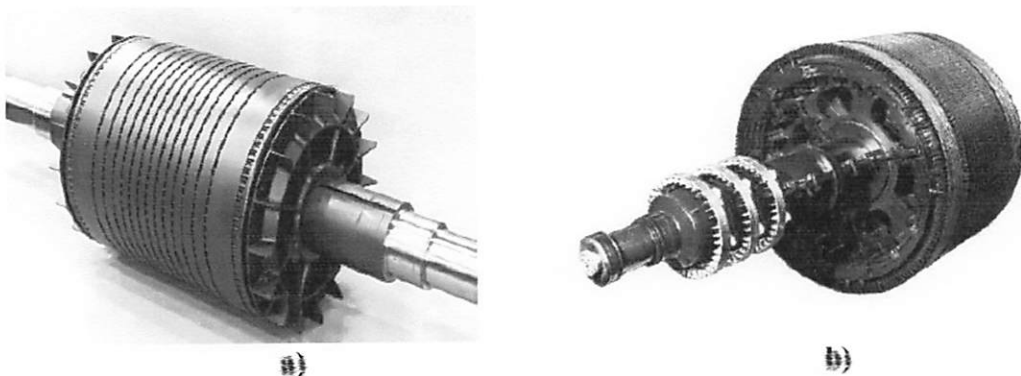
Konstruksi dari rotor motor induksi mempunyai dua bentuk, yaitu :

- a. Rotor Belitan (*wound rotor/ rotor slip ring*).

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan belitan kumparan tiga-fasa sama seperti kumparan stator. Kumparan stator dan rotor juga mempunyai jumlah kutub yang sama.

- b. Rotor sangkar (*squirrel cage rotor*).

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian rupa sehingga menyerupai sangkar tupai.

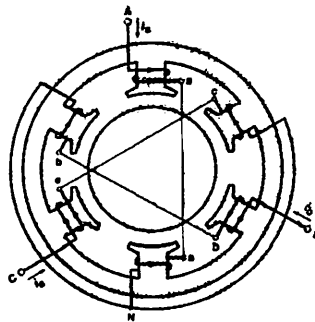


Gambar 2.3  
a) Rotor Sangkar<sup>[8]</sup>  
b) Rotor Belitan<sup>[8]</sup>

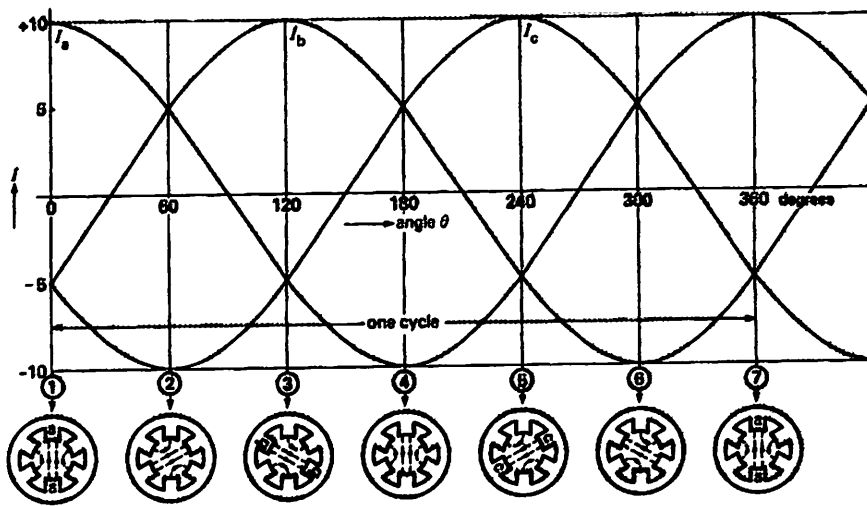
### 2.3. Medan Magnet Putar

Perputaran motor pada mesin arus bolak-balik ditimbulkan oleh adanya medan putar ( fluks yang berputar ) yang dihasilkan dalam kumparan statornya. Medan putar ini terjadi apabila kumparan stator dihubungkan dalam fasa

banyak, umumnya tiga fasa. Hubungan dapat berupa hubungan bintang atau delta.



(a)



(b)

Gambar 2.4  
Medan Putar Pada Motor Induksi

Medan putar terjadi apabila kumparan A-a, B-b, C-c dihubungkan tiga fasa dengan beda fasa masing-masing  $120^\circ$  (hubungan bintang, Y) dan dialiri arus sinusoida. Distribusi  $i_a$ ,  $i_b$ ,  $i_c$  sebagai fungsi waktu adalah seperti gambar 2-4b. Pada keadaan  $t_1$  fluks resultan mempunyai arah yang sama dengan arah yang dihasilkan oleh kumparan A-a, sedangkan pada  $t_2$ , fluks resultannya dihasilkan oleh kumparan B-b. Untuk  $t_4$ , fluks resultannya berlawanan arah dengan fluks

resultan yang dihasilkan pada  $t_1$ . Dari gambar 2-4 b tersebut terlihat bahwa fluks resultan ini akan berputar satu kali.

#### 2.4 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi tiga fasa dapat dibandingkan dengan transformator karena merupakan piranti yang melibatkan perubahan kebocoran fluks pada kumparan stator. Dalam hubungan ini diasumsikan bahwa rotor terdiri atas tipe lilitan dan hubungan bintang. Dengan lilitan rotor dalam keadaan rangkaian terbuka tidak ada torsi yang dibangkitkan. Dengan demikian pemberian tegangan tiga fasa pada kumparan stator tiga fasa menimbulkan medan magnet putar dan memotong kumparan rotor pada frekuensi  $f_1$ . Nilai rata-rata ggl induksi per fasa dari kumparan rotor dinyatakan dengan persamaan :

$$E_2 = 4,44 f_1 N_2 k_{w2} \Phi_m \dots\dots\dots (2.1)$$

Perlu diketahui bahwa frekuensi stator  $f_1$  digunakan disini karena rotor tersebut dalam keadaan diam / berhenti. Dengan demikian  $E_2$  merupakan ggl frekuensi saluran . Fluks ( $\Phi_m$ ) tentu merupakan tiap elektroda (pole) dari kumparan stator dan rotor.

Rumus yang serupa menyatakan nilai rata-rata ggl induksi tiap fasa yang terjadi dari kumparan stator, yaitu :

$$E_1 = 4,44 f_1 N_1 k_{w1} \Phi_m \dots\dots\dots (2.2)$$

Berdasarkan persamaan (2.1) dan (2.2) dapat dirumuskan rasio :

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{N_1 K_{w1}}{N_2 K_{w2}} \dots\dots\dots (2.3)$$

Pada dasarnya, motor induksi pada keadaan diam menyerupai karakteristik transformator dengan kumparan stator sebagai sisi primer dan kumparan rotor sebagai sisi sekundernya.

Untuk menghasilkan torsi mula (dan torsi penggerak berturut-turut) perlu arus yang mengalir dalam kumparan rotor. Mula-mula ggl induksi  $E_2$  mengakibatkan arus rotor  $I_2$  mengalir melalui rangkaian hubung-singkat, menghasilkan distribusi *ampere-conductor* yang berkerja dengan medan fluks untuk menghasilkan torsi mula. Pengaruh torsi ini selalu mengakibatkan rotor berputar dalam arah yang sama sebagaimana medan putar.

Anggaplah bahwa medan fluks putar searah jarum jam pada kecepatan tertentu yang bergantung pada frekuensi stator dan banyaknya kutub dari kumparan stator. Kecepatan ini disebut "kecepatan sinkron" dan dinyatakan :

$$n_s = \frac{120f}{p} \text{ rpm} \dots\dots\dots (2.4)$$

karena rotor meningkat kecepatannya, laju yang mengijinkan medan stator memotong kumparan rotor menurun. Hal ini mengurangi ggl induksi resultan per fasa, pada gilirannya menurun magnitude distribusi *ampere-conductor* dan menghasilkan torsi yang lebih kecil. Pada kenyataan proses ini berlanjut hingga kecepatan rotor mampu untuk menghasilkan ggl yang cukup agar arus yang diperlukan untuk membangkitkan torsi yang setara dengan torsi lawan.

#### 2.4.1. Slip dan Frekuensi Arus Rotor

Slip diidentifikasi sebagai bagian Dari kecepatan sinkron  $n_s$  dan kecepatan aktual rotor  $n_r$ . Slip dirumuskan sebagai berikut :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \dots\dots\dots (2.5)$$

Pada keadaan diam medan magnet putar yang dihasilkan oleh stator mempunyai kecepatan relatif yang sama dengan kumparan rotor. Pada saat ini frekuensi dari arus rotor sama dengan frekuensi stator ( $f_r = f_s$ ). Frekuensi rotor  $f_r$  adalah nol



ketika motor berputar pada kecepatan sinkron. Pada saat tersebut tidak terdapat gerakan (putaran) relatif antara medan putar dan rotor. Pada kecepatan yang lain, frekuensi rotor proporsional dengan slip (s). Hubungan antara slip dan frekuensi dapat dilihat dari persamaan berikut ini<sup>[2]</sup> :

$$n_s = \frac{120f_s}{p} \text{ atau } f_s = \frac{pn_s}{120} \dots\dots\dots (2.6)$$

dimana : p = jumlah kutub

$f_s$  = frekuensi stator

Pada rotor berlaku hubungan :

$$f_r = \frac{(n_s - n_r)p}{120} = \frac{(n_s - n_r)n_s p}{n_s 120} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \text{ dan } f_s = \frac{pn_s}{120}$$

Maka :

$$f_r = s.f_s \dots\dots\dots (2.8)$$

## 2.5 Rangkaian Ekuivalen

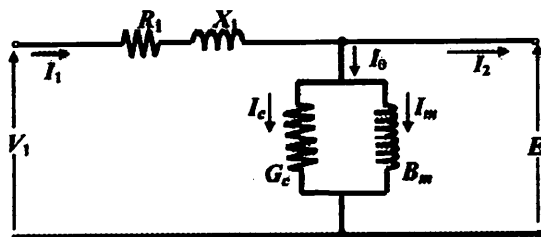
Suatu rangkaian ekuivalen motor induksi tiga fasa diperlukan untuk membantu analisis operasi dan untuk memudahkan penghitungan kinerja. Rangkaian ekuivalen tersebut mengasumsikan suatu bentuk yang identik rangkaian ekuivalen transformator. Proses penurunannya serupa dengan model dengan modifikasi-modifikasi baru seperlunya untuk menghitung kumparan sekunder (rotor) dalam hal ini berputar dan menghasilkan daya mekanik. Kerja motor induksi seperti juga kerja pada transformator adalah berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Oleh karena itu motor induksi dipandang sebagai transformator yang mempunyai ciri-ciri khusus, yaitu :

1. Stator sebagai sisi primer
2. Rotor sebagai sisi sekunder yang penghantar-penghantarnya dihubungkan singkat dan berputar
3. Kopling antara sisi primer dan sisi sekunder dipisahkan oleh celah udara (*air gap*).

### 2.5.1 Rangkaian Ekivalen Stator

Apabila kumparan stator diberikan tegangan catu dari jala-jala sebesar  $V_L$ , maka akan mengalir arus putar tiga fasa pada kumparan stator yang membangkitkan medan magnet tiga fasa. Arus stator ( $I_1$ ) bercabang menjadi dua komponen arus yaitu :

1. Komponen arus beban ( $I_2$ )
2. Komponen arus eksitasi ( $I_0$ )



Gambar 2.5  
Rangkaian Ekivalen Stator

Dimana :  $V_1$  = tegangan terminal per-fasa

$R_1$  = resistansi kumparan stator per-fasa

$X_1$  = reaktansi bocor kumparan stator per-fasa

$E_1$  = tegangan induksi (ggl) per-fasa di dalam kumparan stator

$G_c$  = konduktansi rugi-rugi inti stator per-fasa

$B_m$  = suseptansi magnetisasi stator per-fasa

### 2.5.2 Rangkaian Ekuivalen Rotor

Pada saat rotor diam, medan putar stator akan memotong batang konduktor rotor dengan kecepatan putar sinkron ( $n_s$ ), sehingga frekuensi arus rotor sama dengan frekuensi arus stator ( $f_s = f_r$ ) dan slip sama dengan satu ( $s=1$ ). Dengan mengetahui bahwa frekuensi arus / tegangan rotor adalah frekuensi slip, maka reaktansi bocor rotor (*leakage reactance*) per fasa adalah :

$$X_2' = sX_2 \dots\dots\dots (2.9)$$

$$X_2 = 2\pi f_s L_2 \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana  $X_2$  merupakan reaktansi rotor pada start atau diam.

Tegangan induksi pada rotor :

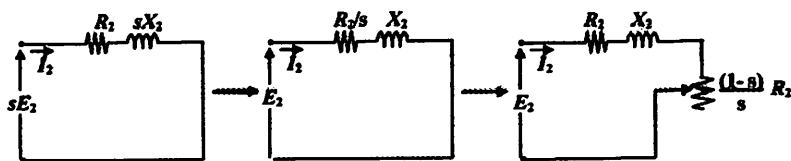
$$E_2 = 4,44f_2 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2.11)$$

Pada slip,  $s$ , frekuensi rotor menjadi  $s f_s$ , maka tegangan induksi pada rotor ( $E_2'$ ) pada slip,  $s$ , adalah :

$$E_2' = 4,44s f_1 N_2 \Phi_m \dots\dots\dots (2.12)$$

Dengan memasukkan persamaan (2.12) ke (2.13) maka didapat persamaan :

$$E_2' = s E_2 \dots\dots\dots (2.13)$$



Gambar 2.6 Rangkaian Ekuivalen Rotor

Dimana :

$S$  = Slip

$E_2$  = tegangan induksi per-fasa di dalam rotor pada keadaan diam

$R_2'$  = resistansi kumparan rotor per-fasa berpatokan pada stator

$X_2'$  = reaktansi bocor rotor per-fasa berpatokan pada stator

Berdasarkan persamaan (2.10) dan (2.14) maka diperoleh rangkaian ekivalen rotor seperti pada gambar 2-6.

Besar arus rotor ( $I_2$ ) saat berputar adalah :

$$I_2 = \frac{sE_2}{\sqrt{R_2^2 + (sX_2)^2}} \dots\dots\dots(2.14)$$

Atau

$$I_2 = \frac{E_2}{\sqrt{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2 + X_2^2}} \dots\dots\dots(2.15)$$

Sedangkan torsi untuk motor induksi dapat dihitng dengan menggunakan rumus:

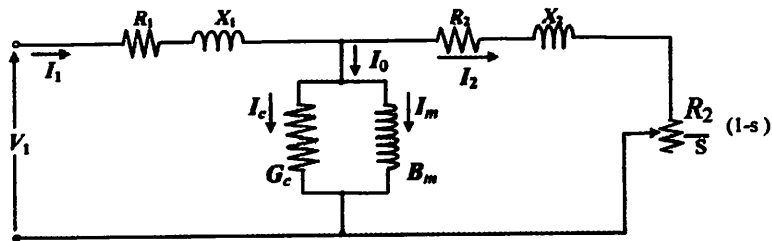
$$P_o = T_o \cdot \omega_r \dots\dots\dots(2.16)$$

$$T_o = \frac{P_o}{\omega_r} \dots\dots\dots(2.17)$$

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_r}{60} \dots\dots\dots(2.18)$$

$$P_{in} = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots(2.19)$$

Jadi rangkaian ekivalen secara keseluruhan ketika motor berjalan adalah sebagai berikut:



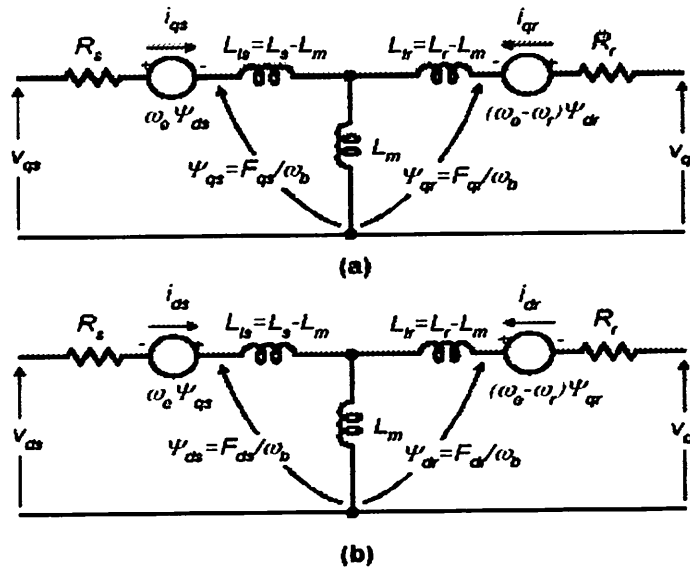
Gambar 2.7  
Rangkaian Ekivalen Motor Induksi

Dimana

- $V_1$  = tegangan terminal
- $R_1$  = resistansi kumparan stator

- $X_1$  = reaktansi kumparan stator
- $X_m$  = reaktansi magnetik (ohm)
- $I_1$  = Arus Input (amp)
- $I_2$  = Arus Rotor (amp)
- $I_m$  = Arus Magnetisasi (amp)
- $E_1$  = tegangan induksi (ggl) di dalam kumparan stator (volt)
- $S$  = slip
- $R_2$  = resistansi kumparan rotor (ohm)
- $X_2$  = reaktansi bocor rotor(ohm)
- $R_c$  = Resistansi Rugi Inti (ohm)
- $P_o$  = Daya Output (Watt)
- $P_{in}$  = Daya Input (Watt)
- $T_o$  = Torsi Mekanik (Nm)
- $\omega_r$  = Kecepatan sudut rotor (rad/sec)

Untuk dapat melakukan menganalisis respons transient pada motor induksi dengan perubahan torsi mekanik yang bervariasi maka rangkaian ekivalen harus dirubah dalam bentuk rangkaian DQ



Gambar 2.8  
Rangkaian Ekivalen DQ Motor Induksi [6]

$$\frac{dF_{qs}}{dt} = \omega_b \left[ v_{qs} - \frac{\omega_e}{\omega_b} \cdot F_{ds} + \frac{Rs}{x_{ls}} (F_{mq} + F_{qs}) \right] \dots\dots\dots(2.20)$$

$$\frac{dF_{ds}}{dt} = \omega_b \left[ v_{ds} + \frac{\omega_e}{\omega_b} \cdot F_{qs} + \frac{Rs}{x_{ls}} (F_{md} + F_{ds}) \right] \dots\dots\dots(2.21)$$

$$\frac{dF_{qr}}{dt} = \omega_b \left[ v_{qr} - \frac{(\omega_e - \omega_r)}{\omega_b} \cdot F_{dr} + \frac{Rs}{x_{lr}} (F_{mq} - F_{qr}) \right] \dots\dots\dots(2.22)$$

$$\frac{dF_{dr}}{dt} = \omega_b \left[ v_{dr} + \frac{(\omega_e - \omega_r)}{\omega_b} \cdot F_{qr} + \frac{Rs}{x_{lr}} (F_{mq} - F_{dr}) \right] \dots\dots\dots(2.23)$$

$$F_{mq} = X_{ml} \left[ \frac{F_{qs}}{X_{ls}} + \frac{F_{qr}}{X_{lr}} \right] \dots\dots\dots(2.24)$$

$$F_{md} = X_{ml} \cdot \left[ \frac{F_{ds}}{X_{ls}} + \frac{F_{dr}}{X_{lr}} \right] \dots\dots\dots(2.25)$$

$$X_{ml} = \frac{1}{\left( \frac{1}{X_{m}} + \frac{1}{X_{ls}} + \frac{1}{X_{lr}} \right)} \dots\dots\dots(2.26)$$

$$i_{qs} = \frac{1}{x_{ls}} \cdot (F_{qs} - F_{mq}) \dots\dots\dots(2.27)$$

$$i_{ds} = \frac{1}{X_{ls}} \cdot (F_{ds} - F_{md}) \dots\dots\dots(2.28)$$

$$i_{qr} = \frac{1}{X_{lr}} \cdot (F_{qr} - F_{mq}) \dots\dots\dots(2.29)$$

$$i_{dr} = \frac{1}{X_{lr}} \cdot (F_{dr} - F_{md}) \dots\dots\dots(2.30)$$

$$T_e = \frac{3}{2} \left( \frac{p}{2} \right) \frac{1}{\omega_b} (F_{ds} \cdot I_{ds} - F_{qs} \cdot I_{ds}) \dots\dots\dots(2.31)$$

$$T_e - T_l = J \cdot \left( \frac{2}{p} \right) \frac{d\omega_r}{dt} \dots\dots\dots(2.32)$$

Dimana

- $d$  : sumbu *direct*  
 $q$  : sumbu *quadrature*  
 $r$  : rotor variabel  
 $F_{ij}$  : fluks  
 $V_{qs}, V_{ds}$  : Tegangan stator sumbu q dan d  
 $F_{mq}, F_{md}$  : Fluks Magnetic sumbu q dan d  
 $R_r$  : Rotor Resistance  
 $R_s$  : Stator Resistance  
 $X_{ls}$  : Reaktansi Stator  
 $X_{lr}$  : Reaktansi Rotor  
 $I_{qs}, I_{ds}$  : Arus stator sumbu q dan d  
 $I_{qr}, I_{dr}$  : Arus Rotor sumbu q dan d  
 $P$  : Jumlah dari Kutub  
 $T_e$  : Torsi Output Elektrik  
 $T_L$  : Torsi Beban  
 $J$  : Moment Inertia  
 $\omega_e$  : Frekuensi elektrik sudut stator  
 $\omega_b$  : Frekuensi dasar elektrik sudut motor

Pada umumnya pada sebuah motor induksi telah terdapat informasi pada name plate dimana data informasi itu merupakan dasar dalam pengopersian motor tersebut. Data tersebut berupa:

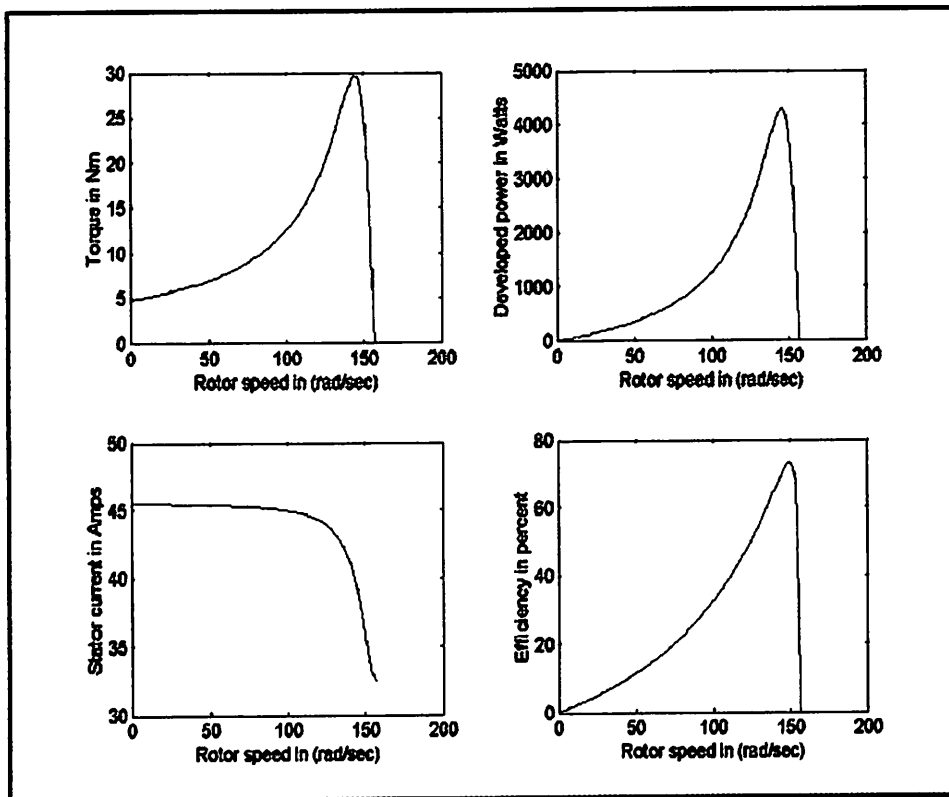
- Daya Output (Hp/KW)
- Tegangan Nominal  $V_{L-L}$  (Volt)
- Arus Nominal (Amp)
- Power Faktor
- Kecepatan (rpm)
- Jumlah Kutub

## 2.6 Operasional Motor Induksi

Menjalankan motor induksi 3 phasa akan mengalami dua keadaan atau kondisi yaitu keadaan yaitu keadaan *transient* (peralihan) dan keadaan *steady state*.

### 2.6.1 Performa *Steady State*

Kondisi motor dalam keadan *steady state* adalah kondisi dimana motor dalam keadaan stabil mantap dimana hampir tidak ada perubahan arus, torsi maupun tegangan serta kecepatan sehingga motor dikatakan telah bekerja sesuai dengan name plate. Keadaan *steady state* ini merupakan gambaran secara keseluruhan dari motor tersebut yang dapat dijadikan acuan untuk penggunaannya.



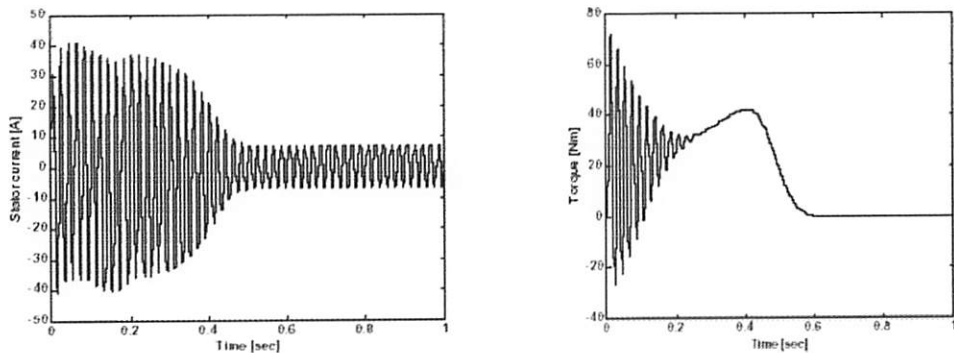
Gambar 2.9  
Keadaan *Steady State* Motor Induksi <sup>[9]</sup>



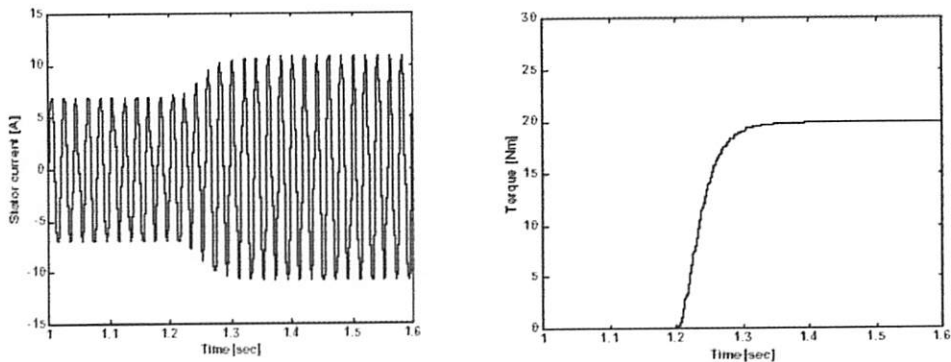
### 2.6.2 Performa Transient

Keadaan transient atau peralihan merupakan kondisi motor sesaat dimana keadaan berubah-ubah dan dapat menentukan beberapa faktor penting dalam pengendalian motor, sedangkan keadaan *steady state* merupakan kondisi motor dimana motor telah berjalan dengan stabil.

Kondisi pada awal atau start, pengereman, perubahan kecepatan akan mengalami keadaan transient pada motor induksi. Misalnya pada keadaan start motor induksi dengan kapasitas besar akan menghasilkan arus starting yang besar dimana besarnya 3 sampai 8 kali arus nominal yang tertera pada name plate motor.



Gambar 2.10  
Transient Respons Pada Starting Motor Induksi 3 HP [7]



Gambar 2.11  
Kondisi Karakteristik Motor Torsi Beban Berubah [7]

Beban motor induksi merupakan factor yang penting dalam stabilitas power system karena adanya beberapa alasan yaitu:

- Perubahan yang cepat dari penambahan beban
- Untuk beban dengan power faktor rendah akan meminta daya reaktif yang tinggi
- Akan menyebabkan tegangan turun ketika beban pada motor ditambah

Perubahan arus torsi dan tegangan yang terjadi misalnya pada keadaan penambahan torsi beban yang berubah-ubah merupakan informasi yang diperlukan oleh teknisi di bidang kontrol sehingga dapat menentukan jenis pengaman yang akan digunakan dan peralatan kontrol yang mana akan digunakan. Keadaan transien berlangsung dalam waktu yang cukup singkat tetapi jika diperhatikan secara baik akan menyebabkan bahaya pada motor tersebut. Jadi adanya transient respons ini sangat berhubungan dengan waktu..

Perubahan torsi beban pada motor akan mempengaruhi, arus stator, tegangan dan fluks rotor. Tidak semua motor dijalankan pada torsi yang konstan misalnya suatu motor dijalankan pada 0,5 dari torsi rata-rata pada awal dan torsi penuh setelah motor berjalan beberapa detik. Faktor-faktor dalam ini merupakan suatu gejala peralihan ketika motor dioperasikan dengan beban ataupun torsi yang berubah-ubah. Perubahan ini juga akan mengakibatkan pada arus, dan flux rotor. Ketika motor pertama kali dijalankan atau pada kondisi startup dapat diketahui akan mengalami transient respons adanya gejala naik turun arus, tegangan, kecepatan dan flux sebelum motor tersebut beroperasi dalam kondisi steady state. Dalam menganalisa gejala transient ada motor induksi, maka motor induksi digunakan dalam dua fasa yaitu motor dalam D (direct) dan Q (quadrature)

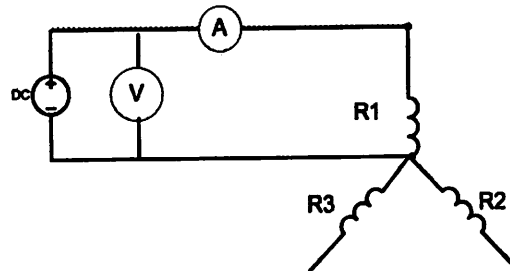
sumbu. Konsep ini dianggap mudah karena terdiri dari dua pengaturan medan yaitu pada stator dan pada rotor.

## 2.7 Pengujian Motor Induksi Tiga Phasa

Untuk menganalisis motor diperlukan inputan parameter motor yang dapat diperoleh dengan melakukan pengujian.

### 2.7.1. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Tujuan dari pengujian arus searah (*DC Test*) adalah untuk menentukan nilai resistansi stator.



Gambar 2.12  
Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Kumparan stator terhubung bintang (Y) dan bila sumber DC disuplai melalui kumparan kumparan 1 , dengan kumparan ke tiga (kumparan c) dalam keadaan terbuka (*open circuit*), maka nilai dari resistansi ekivalen ( $R_{dc}$ ) :

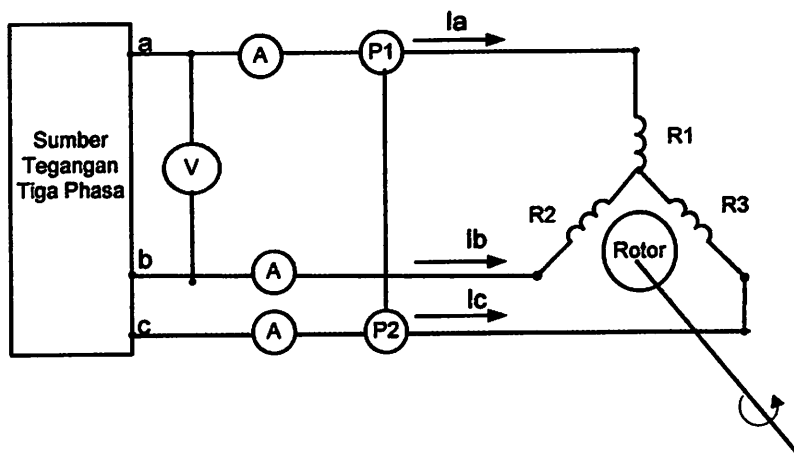
untuk nilai resistansi kumparan a dan b :

$$R_{ab} = R_1 = \frac{V_{DC}}{I_{DC}} \Omega \dots \dots \dots (2.33)$$

Dalam pengujian arus searah dijaga agar arus DC ( $I_{DC}$ ) tidak melampaui nilai dari arus nominal motor induksi.

### 2.7.2 Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*)

Pengujian Tanpa Beban (*No-Load Test*) bertujuan untuk menentukan nilai resistansi rugi-rugi inti ( $R_c$ ) dan reaktansi pemagnetan ( $X_m$ ). Pada pengujian ini motor induksi disuplai pada tegangan dan frekuensi nominalnya, serta rotor berputar tanpa terhubung dengan peralatan beban dimana harga slip sangat kecil (mendekati 0,0001 atau lebih kecil)



Gambar 2.13  
Rangkaian Pengujian Tanpa Beban (*No Load Test*)

$P_{3-\phi}$ , daya total yang terukur dari P1 dan P2 :

$$P_{3-\phi} = P1 + P2 \text{ Watt}$$

$$P_{nl} \text{ daya per fasa } P_{nl} = \frac{P_{3-\phi}}{3} \text{ Watt/ per fasa}$$

Dengan asumsi bahwa tegangan antar fasa stator seimbang, maka tegangan fasa stator :

$$V_{nl} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} \text{ Volt/fasa} \dots\dots\dots(2.34)$$

Untuk arus pada no load

$$I_{nl} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \text{ Ampere} \dots\dots\dots(2.35)$$

$$Z_{nl} = \frac{V_{nl}}{I_{nl}} \text{ ohm} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$R_{nl} = \frac{P_{3\Phi}}{3I_o} \text{ ohm} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$X_{nl} = \sqrt{Z_{nl}^2 - R_{nl}^2} \text{ ohm} \dots\dots\dots(2.38)$$

$R_c$ , resistansi rugi-rugi inti :

$$P_c = P_{nl} - P_{rs} \dots\dots\dots(2.39)$$

$$R_c = \frac{E_a^2}{P_c} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.40)$$

Rugi Rugi Stator

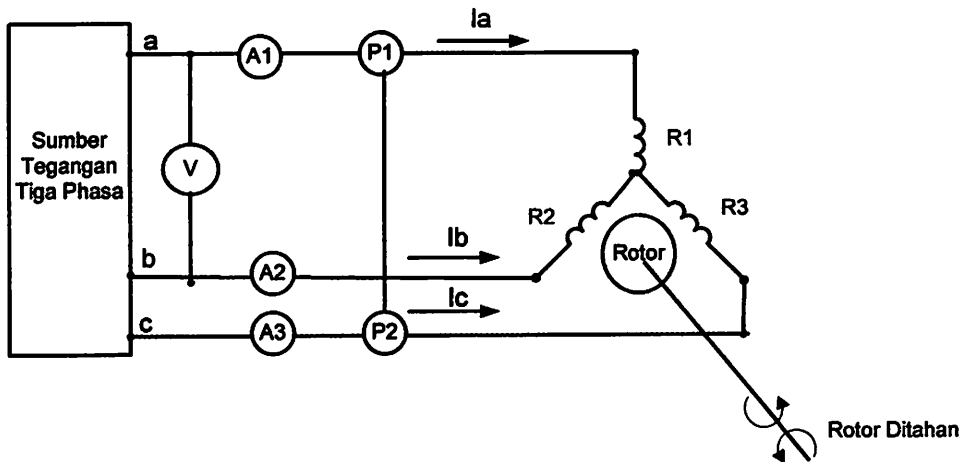
$$P_{rs} = 3I_{nl}^2 \cdot R_s \text{ (Watt)} \dots\dots\dots(2.41)$$

Rugi Gesek, angin, rugi besi :

$$P_{fvc} = P_{nl} - P_{rs} \text{ (Watt)} \dots\dots\dots(2.42)$$

### 2.7.3 Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)

Tujuan pengujian rotor tertahan adalah untuk menentukan resistansi rotor pada motor induksi. Pada saat pengujian ini perputaran rotor motor induksi dikunci / diblok sehingga slip(s) sama dengan satu. Suplai tegangan tiga fasa motor induksi adalah tegangan yang nilainya di bawah tegangan nominalnya, yakni tegangan yang dapat menghasilkan arus nominalnya. Sebagai pendekatan, diasumsikan bahwa arus pemagnetan ( $I_m$ ) cukup kecil akibat penurunan suplai tegangan serta motor dalam keadaan tidak berputar ( $s=1$ ) sehingga rugi-rugi inti dapat diabaikan.



Gambar 2.14  
Rangkaian Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor*)

$P_{3-\phi}$ , daya total yang terukur dari  $W_a$  dan  $W_b$  :

$$P_{3-\phi} = P_a + P_b \text{ watt} \dots \dots \dots (2.43)$$

Daya total tiga-fasa merupakan rugi-rugi tembaga stator dan rotor, karena motor tidak berputar maka rugi-rugi inti diabaikan.

$P_{br}$ , rugi-rugi daya per fasa :

$$P_{br} = \frac{P_{3-\phi}}{3} \text{ watt/fasa} \dots \dots \dots (2.44)$$

Dengan asumsi bahwa tegangan antar fasa stator seimbang, maka tegangan fasa stator :

$$V_{br} = \frac{V_{ab}}{\sqrt{3}} \text{ Volt/fasa} \dots \dots \dots (2.45)$$

$I_{br}$ , arus fasa stator :

$$I_{br} = \frac{I_a + I_b + I_c}{3} \text{ Ampere} \dots \dots \dots (2.46)$$

$R_{ek}$ , resistansi ekivalen :

$$R_{ek} = \frac{P_{br}}{I_{br}^2} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.47)$$

Untuk  $R_r'$ , resistansi rotor berpatokan pada stator :

$$R_r' = R_{ek} - R_s \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.48)$$

$Z_{br}$ , Impedansi rotor tertahan :

$$Z_{br} = \frac{V_{br}}{I_{br}} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.49)$$

$X_{ek}$ , reaktansi ekivalen :

$$X_{ek} = \sqrt{(Z_{br}^2 + R_{ek}^2)} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.50)$$

Dimana Motor induksi yang dipakai adalah motor induksi dengan rotor sangkar tunggal. Secara umum  $X_s$  dan  $X_r'$  diasumsikan sama, sehingga ;

$$X_s = X_r' = 0.5 X_{ek} \text{ ohm/phase} \dots\dots\dots(2.51)$$

## 2.8. Inverter

Untuk membalik arus searah ke arus bolak-balik dikenal sebagai inverter. Fungsi dari suatu inverter adalah untuk mengubah suatu masukan tegangan DC ke suatu tegangan keluaran arus AC simetris dari amplitud dan frekwensi yang diinginkan. Tegangan keluaran bisa ditetapkan atau pada suatu variabel diperbaiki atau frekwensi variabel. Suatu tegangan keluaran variabel dapat diperoleh dengan bermacam-macam masukan tegangan DC dan memelihara penguatan inverter tetap. Pada sisi lain, jika masukan tegangan DC ditetapkan dan tidak dapat diawasi, suatu tegangan keluaran variabel dapat diperoleh dengan bermacam-

macam penguatan dari inverter, yang mana adalah secara normal terpenuhi oleh berdenyut modulasi lebar (PWM) kendali di dalam inverter itu. Penguatan inverter digambarkan sebagai perbandingan tegangan keluaran arus AC ke tegangan masukan DC.

Bentuk gelombang keluaran dari inverter ideal harus sinusoidal. Bagaimanapun, bentuk gelombang dari inverter praktis adalah nonsinusoidal dan berisi harmonisa tertentu. Untuk aplikasi power yang rendah dan medium, square-wave atau quasisquare-wave voltase mungkin bisa diterima; dan untuk high-power aplikasi, bentuk gelombang sinusoidal dengan distorsi rendah diperlukan.

Inverter secara luas digunakan aplikasi industri (cth: variable speed ac motor drives, induction heating, stanby power supplies, uninterruptible power supplies. Masukan suatu baterai, sel bahan-bakar, sel matahari, atau sumber DC yang lain. Keluaran fasa-tunggal yang khas adalah 1). 120V pada 60 hz, 2) 220 v pada 50 hz, dan 3)115v pada 400hz. untuk sistem tiga fasa tenaga tinggi, keluaran khas adalah 1)220/380 pada 50 hz, 2) 120/380v pada 60 hz, 3). 115/200 v pada 400hz.

Inverter dapat dengan luas digolongkan ke dalam dua jenis: Pembalik fase tunggal. dan pembalik tiga fase masing-masing jenis dapat dikendalikan menggunakan peralatan turn-on and turn off (cth: BJTS, MOSFETS, IGBTs, MCTS,SITS, GTOS) atau FCT (forced- commutated thyristors ) tergantung atas permohonan. Inverter ini biasanya menggunakan kendali PWM untuk memproduksi suatu tegangan keluaran arus AC. Suatu inverter disebut suatu voltage fed inverter (VFI) jika arus masukan dijaga konstan, dan suatu variabel DC berhubungan inverter jika tegangan masukan dapat dikontrol.

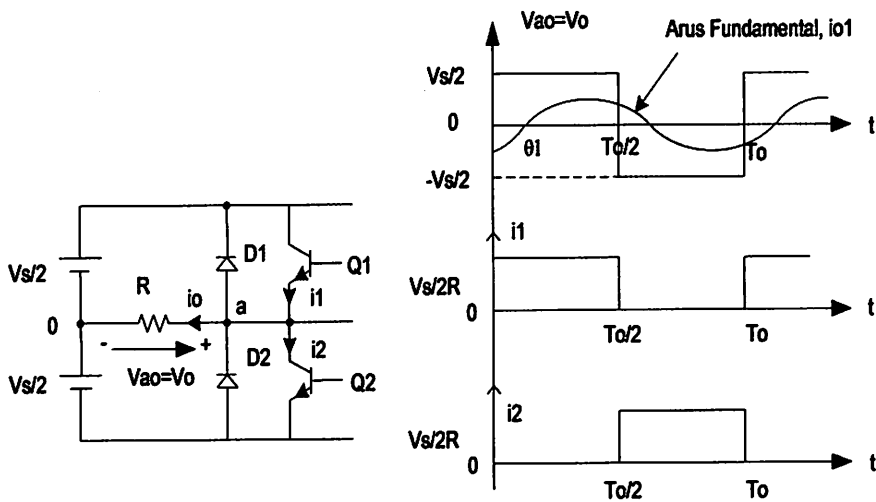


### 2.8.1. Prinsip Operasi

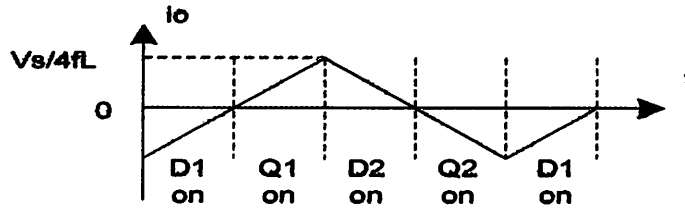
Prinsip dari pembalik fase tunggal dapat diterangkan dengan gambar 2.15. sirkuit inverter terdiri dari dua choppers. Ketika hanya transistor Q1 dipasang untuk sementara waktu  $T_o/2$ , voltase yang seketika /spontan ke seberang beban  $v_o$  adalah  $V_s/2$ . jika transistor Q2 saja dipasang untuk waktu  $T_o/2$  .-  $V_s/2$  nampak ke seberang beban. Rangkaian logic harus dirancang seperti itu bahwa Q1 dan Q2 tidaklah dipasang pada waktu yang sama. Gambar. 2.15. menunjukkan bentuk gelombang untuk tegangan keluaran dan arus transistor dengan suatu beban resistif. Inverter ini memerlukan suatu sumber DC three-wire, dan ketika suatu transistor padam, Tegangan kebalikannya  $V$ , diganti menjadi  $V_s/2$ . inverter ini dikenal sebagai suatu inverter half-bridge

Rms tegangan keluaran dapat ditemukan dari

$$V_o = \left( \frac{2}{T_o} \int_0^{T_o/2} \frac{V_s^2}{4} dt \right)^{1/2} = \frac{V_s}{2} \dots\dots\dots(2-52)$$



Gambar 2.15  
Rangkaian Inverter Dan Gelombang Dengan Beban Resistive



Gambar.2.16  
Arus beban dengan beban induktif yang tinggi

Tegangan keluaran dapat digambarkan pada deret forier sebagai:

$$V_o = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \frac{2V_s}{n\pi} \sin n\omega t \dots\dots\dots(2-53)$$

dimana  $\omega = 2\pi f_o$  adalah frequency dari tegangan keluaran dalam rad/s. Untuk  $n=1$ , Eq.(10-2) memberikan nilai rms dari komponen fundamental

$$V_1 = \frac{2V_s}{\sqrt{2\pi}} = 0,45V \dots\dots\dots(2-54)$$

Karena suatu beban induktif, arus beban tidak bisa berubah dengan seketika dengan tegangan keluaran. Jika Q1 dipadamkan pada  $t = T_o/2$ , arus beban akan berlanjut untuk mengalir sepanjang beban D2, dan yang lebih rendah separuh dari sumber DC sampai arus mendekati nol. Dengan cara yang sama, ketika Q2 dipadamkan pada  $t = T_o$  Arus Beban mengalir sepanjang beban D1, dan yang bagian atas separuh DC sumber ketika dioda D1 Atau D2 conducts, energy diumpan-balikkan kepada DC sumber dan dioda ini dikenal sebagai dioda umpan balik. Gambar 2.16 menunjukkan interval konduksi dan arus beban alat itu untuk suatu beban induktif murni. Itu dapat dicatat bahwa untuk suatu beban induktif murni, sebuah transistor terkonduksi hanya untuk  $T_o/2$  (atau  $90^\circ$ ). Tergantung pada faktor daya beban itu, periode konduksi suatu transistor akan bertukar-tukar dari  $90^\circ$  ke  $180^\circ$ .

Transistor dapat digantikan oleh GTOS atau forced-commutated thyristors. Jika  $t_q$  adalah waktu memadamkan suatu thyristor. Harus ada suatu penundaan waktu  $t_q$  yang minimum antara thyristor yang keluar dan tembakan thyristor yang datang berikutnya. Cara lainnya, suatu rangkaian kondisi hubung singkat hasilnya akan melalui dua thyristors. Oleh karena itu, waktu konduksi yang maksimum suatu thyristor menjadi  $T_o/2 - T_q$ . Dalam praktek, bahkan transistor memerlukan suatu waktu turn on dan turn off tertentu untuk operasi inverters yang sukses. Rangkaian logic perlu dipertimbangkan disini .

Untuk suatu beban RL, arus beban yang seketika  $i_0$  dapat ditemukan dari

$$i_0 = \sum_{n=1,3,5,\dots}^{\infty} \frac{2V_s}{n\pi\sqrt{R^2 + (n\omega L)^2}} \sin(n\omega t - \theta_n) \dots \dots \dots (2-55)$$

Dimana  $\theta_n = \tan^{-1}(n\omega L/R)$ . Jika  $I_{01}$  adalah arus beban fundamental rms. Tegangan fundamental keluaran ( untuk  $n = 1$  ) adalah:

$$P_{01} = V_1 I_{01} \cos \theta_1 = I_{01}^2 R$$

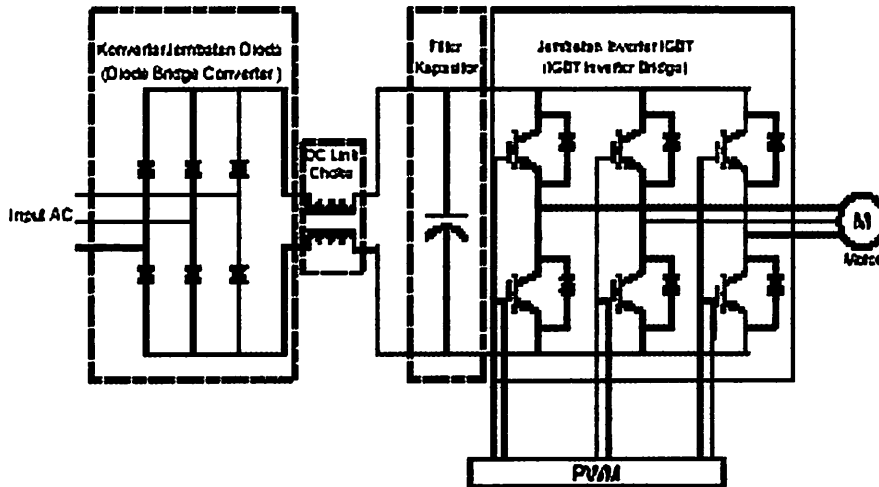
$$= \left[ \frac{2V_s}{\sqrt{2}\pi\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \right]^2 R \dots \dots \dots (2-56)$$

Di dalam kebanyakan aplikasi ( cth: drive motor elektrik ) daya keluaran dalam kaitan dengan arus pokok biasanya tenaga yang bermanfaat, dan tenaga dalam kaitan dengan harmonic arus dikurangi ketika memanaskan dan meningkatkan temperatur beban itu.

### 2.8.2. PWM Drive

Gambar 2.17 menggambarkan skema dari struktur sistem AC drive PWM modern yang terdiri dari tiga bagian atau tingkat. Bagian pertama berfungsi

untuk mengkonversi sumber tiga fasa AC ke DC. Bagian pertama ini disebut *converter*.



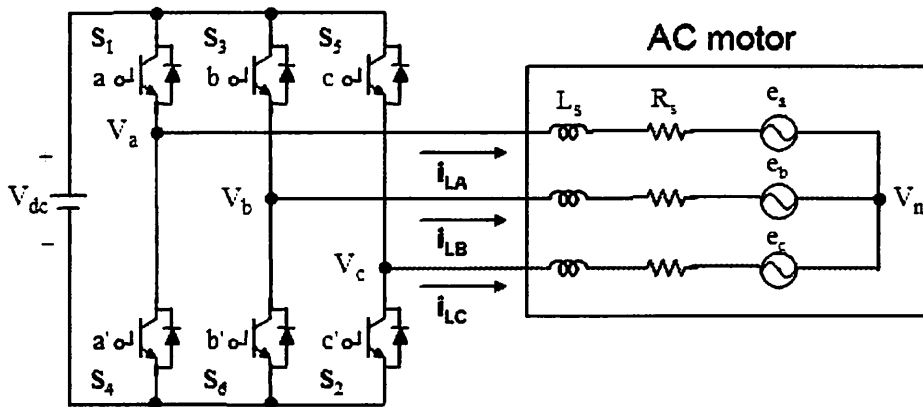
Gambar 2.17.  
Struktur Dari PWM AC Drive.

Jika bagian ini dipisah dari struktur yang lain, didapatkan tegangan DC dengan *ripple* tertentu, dikenal dengan istilah DC link.

Filter diperlukan untuk meratakan *ripple* pada DC link. Umumnya merupakan *capacitor bank* yang kadang ditambahkan induktor atau *Link Choke*.

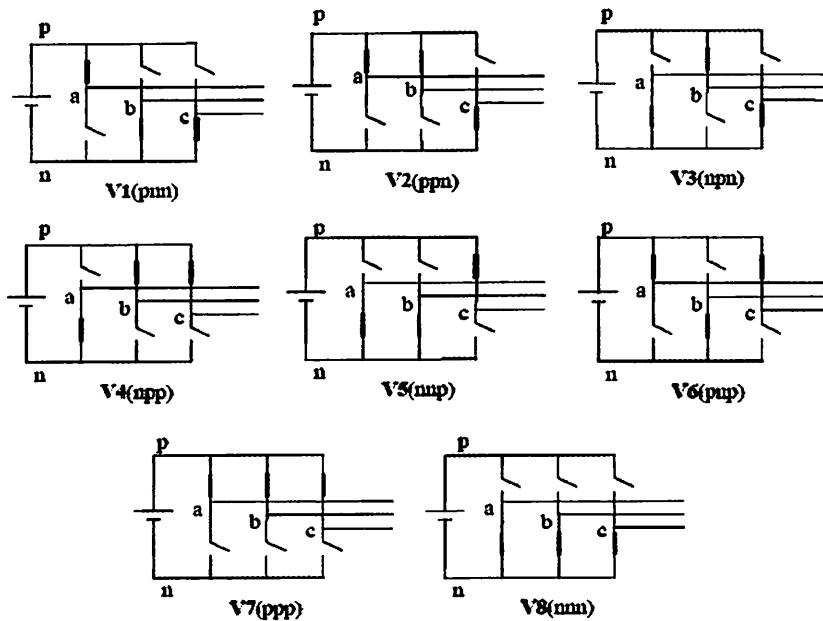
Tingkat ketiga adalah bagian inverter yang merupakan rangkaian transistor berfungsi sebagai saklar kecepatan tinggi untuk memberikan modulasi lebar pulsa atau gelombang PWM ke beban.

Sumber tegangan inverter 3 kaki bisa dilihat pada gambar 2.18. Karena adanya batasan bahwa tegangan line harus tidak pernah hubung pendek, dan arus keluaran harus selalu mengalir secara kontinyu; sebuah tegangan inverter dapat diasumsikan dalam 8 topologi yang berbeda.(gambar 2.19)



Gambar 2.18  
Sumber Tegangan Inverter 3 Fasa

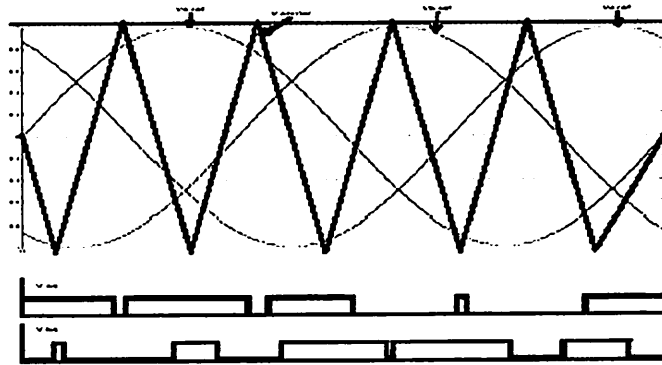
Enam dari 8 topologi ini menghasilkan tegangan keluaran tidak sama dengan nol ( punya nilai ) dan dikenal sebagai *non zero swiching states* dan sisa 2 topologi menghasilkan tegangan keluaran sama dengan nol. dan dikenal sebagai *zero swiching states*.



Gambar 2.19  
Delapan Topologi Tegangan Inverter

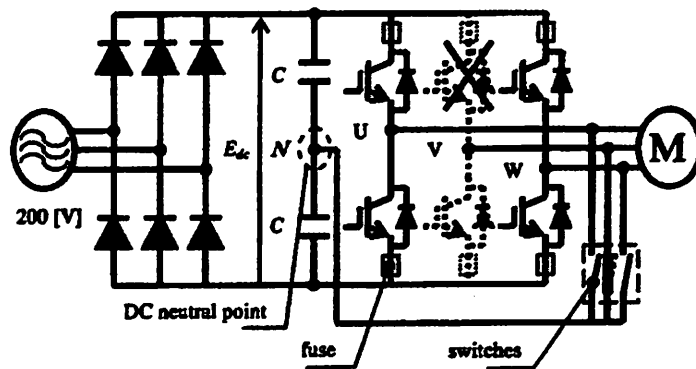
### 2.8.3. PWM Sinusoida

Sebagai pembanding digunakan metode PWM Sinusoida. Metode ini menggunakan modulator individual pada masing-masing fasa. Pada metoda Sinusoidal ini sinyal sinus referensi dibandingkan dengan gelombang segitiga (carrier). Jika gelombang sinus lebih besar daripada gelombang segitiga maka PWM akan mempunyai keluaran "1" yang ditandai dengan arsir berbentuk persegi . jika sebaliknya outputnya bernilai "0".

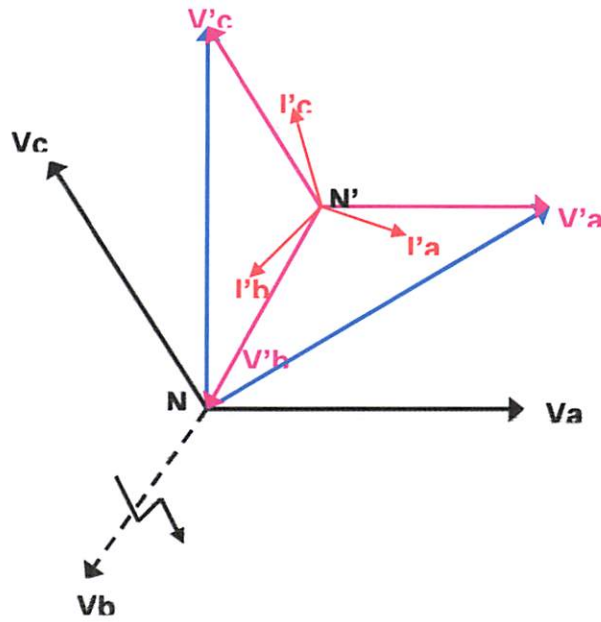


Gambar 2.20  
PWM Sinusoida

### 2.8.4. Pengendalian Inverter



Gambar 2.21  
Rangkaian Metode Kontrol Inverter<sup>[5]</sup>



Gambar 2.22  
Fasor Tegangan Inverter Saat Gangguan dan Fasor Tegangan Motor  
( pengaturan sudut  $60^\circ$  )<sup>[5]</sup>

Metode kontrol inverter dalam kondisi gangguan pada motor induksi telah banyak dibahas. Beberapa tahun terakhir ini sudah dikembangkan cara untuk mengoperasikan motor induksi menggunakan inverter dua fasa tiga kawat. Saat inverter dalam kondisi normal secara tiba-tiba salah satu fasanya kehilangan tegangan maka hubungan motor ke inverter diubah menjadi seperti pada Gambar 2.21. Salah satu fasa motor yang kehilangan tegangan dihubungkan pada titik netral inverter. Dengan perubahan hubungan seperti Gambar 2.21, terlihat bahwa untuk mendapatkan arus pada belitan yang kehilangan tegangan tersebut dilakukan dengan jalan memanfaatkan arus dari kedua fasa yang masih aktif, kemudian salah satu ujung belitan dihubungkan ke titik netral sumber tegangan. Sudut fasa tegangan inverter yang diterapkan saat kondisi gangguan adalah 60 derajat. Dengan ketentuan sudut seperti ini tentu bisa menyebabkan tegangan

urutan mengalami perubahan pada saat gangguan sehingga akan mengubah arah putaran motor induksi.

Oleh karena itu diperlukan penentuan arah perubahan sudut fasa pada inverter agar motor dapat melanjutkan arah putaran seperti semula dengan cara menentukan fasor diagram tegangan urutan yang terbentuk. Dengan mengikuti cara ini putaran motor dapat mengikuti putaran seperti kondisi semula.



# BAB III

## PEMODELAN MOTOR INDUKSI 3 FASA DAN INVERTER

### 3. Software PSCAD/EMTDC V 4.2 Power Simulation

PSCAD (*Power System CAD*) adalah *graphical user interface* yang sangat baik dan fleksibel. PSCAD memungkinkan pengguna menggambar mengkonstruksi sebuah rangkaian, menjalankan sebuah simulasi, analisa hasil dan manajemen data terintegrasi secara lengkap. Penggambaran, pengontrolan dan pengukuran juga tersedia, jadi pengguna dapat mengubah parameter sistem, menjalankan simulasi dan melihat hasil secara langsung.

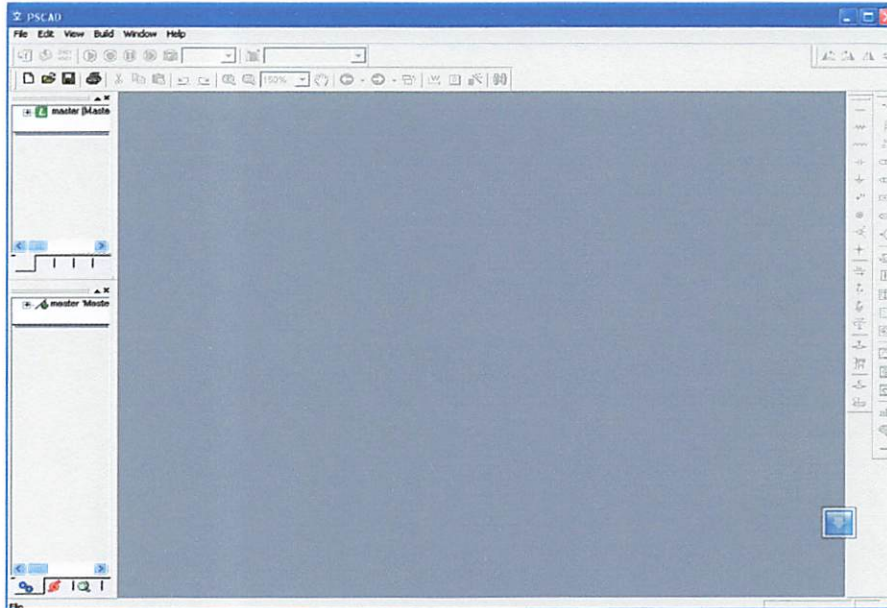
Dibawah ini adalah model umum yang terdapat di dalam studi sistem menggunakan PSCAD/EMTDC:

- *Resistors, inductors, capacitors*
- *Mutually coupled windings, such as transformers*
- *Frequency dependent transmission lines and cables (including the most accurate time domain line model in the world)*
- *Current and voltage sources*
- *Switches and breakers*
- *Protection and relaying*
- *Diodes, thyristors, GTOs, IGBTs*
- *Analog and digital control functions*
- *AC and DC machines, exciters, governors, stabilizers and inertial models*
- *Meters and measuring functions*
- *Generic DC and AC controls*

- *HVDC, SVC, and other FACTS controllers*
- *Wind source, turbines and governors*

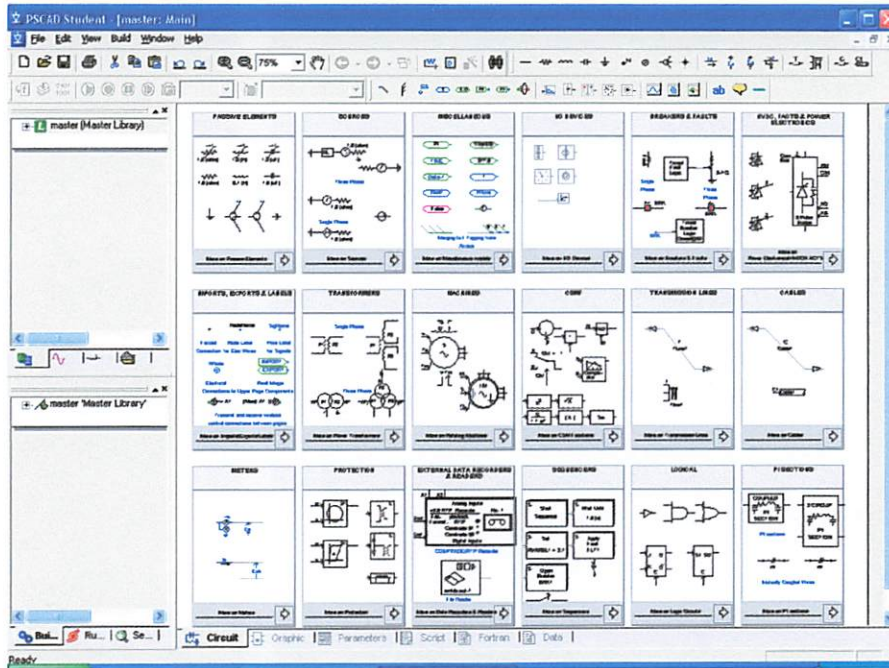
### 3.1. Memulai *PSCAD/EMTDC Power Simulation*

Tampilan Utama *PSCAD Power Simulation* adalah sebagai berikut :



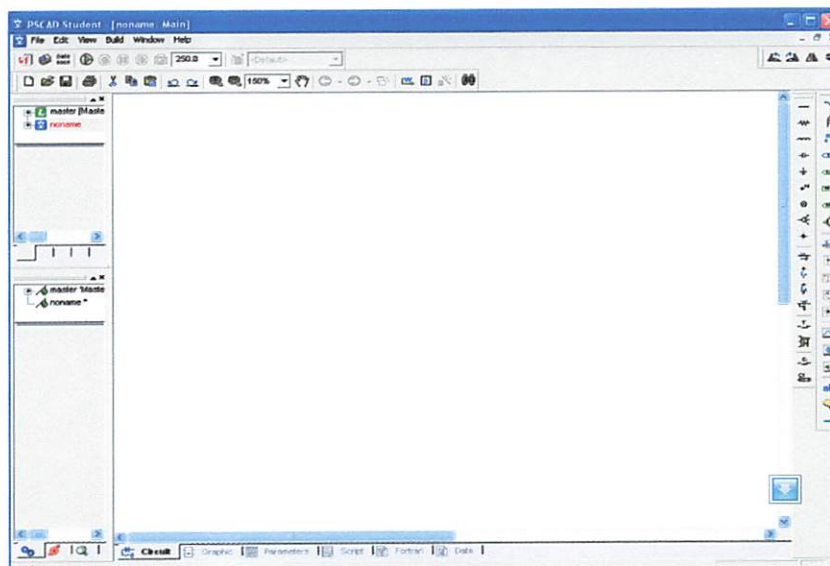
Gambar 3.1  
Tampilan utama *Software PSCAD/EMTDC Power Simulation*

- Untuk memulai membuat *single line* baru maka kita klik: *File > New > case*. Setelah melakukan prosedur di atas secara *default* PSCAD akan memberi nama *file* baru yang kita buat dengan nama "noname".
- Kemudian kita klik nama *file*-nya maka akan muncul tampilan seperti Gambar 3.1.
- Semua komponen yang akan digunakan dalam menggambar *single line* terdapat di dalam *Master Library* seperti pada tampilan di bawah ini. Untuk menggunakan *right klik on the component > copy* dan kemudian *paste* pada modul.



Gambar 3.2  
Tampilan *Master Library*

- *Double klik file* baru yang sudah dibuat, maka akan muncul tampilan seperti di bawah ini, komponen-komponen dirangkai dalam modul ini.



Gambar 3.3  
Tampilan Modul Utama

### 3.2. Pengujian Parameter Motor Induksi

#### 3.2.1. Alat-alat yang digunakan

- a. Motor induksi Tiga Phasa DE LORENZO / DL 1021

Data papan (*Name-Plate*)

<b>TEGANGAN</b>	<b>: 220/380 (<math>\Delta/Y</math>) VOLT</b>
<b>ARUS</b>	<b>: 4.3/2.5 (<math>\Delta/Y</math>) AMPERE</b>
<b>COS <math>\phi</math></b>	<b>: 0.83</b>
<b>FREKUENSI</b>	<b>: 50 HZ</b>
<b>DAYA</b>	<b>: 1.1 KW</b>
<b>PUTARAN</b>	<b>: 2820 RPM</b>
<b>KUTUP</b>	<b>: 2 KUTUP</b>
<b>KELAS ISOLASI</b>	<b>: F</b>

- b. Voltmeter DE LORENZO DL 1031
- c. Amperemeter DE LORENZO DL 1031
- d. AC voltage Regulator dan DC Supply DE LORENZO 1013 M2
- e. Current Break DE LORENZO

#### 3.2.2. Pengujian Arus Searah (*DC Test*)

Tabel 3.1  
Data Hasil Pengujian Arus Searah

No	Vdc (Volt)	I (Ampere)
1	4	0.75
2	6	1.12
3	8	1.44
4	10	1.78
5	12	2.14

### 3.2.3. Pengujian Tanpa Beban (*No Load Test*)

Tabel 3.2  
Data Hasil Pengujian Beban Nol

I <sub>motor</sub> (Ampere)			P <sub>3 Phasa</sub> (WATT)	V <sub>L-L</sub> (Volt)	Frekuensi (Hz)
R	S	T			
0.59	0.68	0.59	90	220	50

### 3.2.4. Pengujian Rotor Tertahan (*Blocked Rotor Test*)

Tabel 3.3  
Data Hasil Pengujian Motor Rotor Tertahan

I <sub>motor</sub> (Ampere)			P <sub>3 Phasa</sub> (WATT)	V <sub>L-L</sub> (Volt)
R	S	T		
2.01	2.03	1.95	140	65

### 3.2.5. Analisa Parameter Motor Induksi

A. Dari pengujian arus searah besarnya resistansi stator adalah:

Dengan menggunakan persamaan

$$R_s = R_{dc} = \frac{V_{dc}}{I_{dc}} = \Omega$$

Maka  $R_{dc}(1) = \frac{4}{0.75} = 5.33 \Omega$

$$R_{dc}(2) = \frac{6}{1.12} = 5.35 \Omega$$

$$R_{dc(3)} = \frac{8}{1.44} = 5.55\Omega$$

$$R_{dc(4)} = \frac{10}{1.78} = 5.61\Omega$$

$$R_{dc(5)} = \frac{12}{2.14} = 5.61\Omega$$

$$R_s = \frac{5.33 + 5.35 + 5.55 + 5.61 + 5.61}{5} = 5.49\Omega / \text{phasa}$$

**B. Dari pengujian Tanpa Beban (No-load Test)**

$$I_{tb} = \frac{I_{ta} + I_{tb} + I_{tc}}{3}$$

$$I_{tb} = \frac{0.59 + 0.68 + 0.59}{3} = 0.62A$$

$$Z_{tb} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{tb}} = \frac{220}{\sqrt{3} \times 0.62} = 205\Omega$$

$$R_{tb} = \frac{P_{(3\Phi)}}{3I_{tb}^2} = \frac{90}{3 \cdot (0.62^2)} = 78\Omega$$

$$X_{tb} = \sqrt{Z_{tb}^2 - R_{tb}^2}$$
$$= \sqrt{205^2 - 78^2} = 189.58\Omega$$

**C. Dari Rotor tertahan (Blocked Rotor Test)**

$$I_{br} = \frac{I_{bra} + I_{brb} + I_{brc}}{3}$$

$$I_{br} = \frac{2.01 + 2.03 + 1.97}{3} = 2.0A$$

$$Z_{br} = \frac{V}{\sqrt{3}I_{br}} = \frac{65}{\sqrt{3} \times 2} = 18.76\Omega$$

$$R_{br} = \frac{P_{(3\Phi)}}{3I_{br}^2} = \frac{140}{3 \cdot (2^2)} = 11.67\Omega$$

$$X_{br} = \sqrt{Z_{br}^2 - R_{br}^2}$$

$$= \sqrt{18.76^2 - 11.67^2} = 14.6\Omega$$

$$X_{rt} = X_s + X'_r$$

Motor induksi yang dipakai adalah motor induksi dengan model motor induksi rotor sangkar tunggal kelas A, maka secara umum  $X_s$  dan  $X'_r$  diasumsikan sama, sehingga :

$$X_s = X'_r = \frac{1}{2} X_{rt} = \frac{1}{2} \cdot 14.6 = 7.3\Omega$$

Besarnya reaktansi yang diukur pada terminal stator pada keadaan tanpa beban ( $X_{tb}$ ) mendekati sama dengan  $X_s + X_m$  yang merupakan reaktansi diri stator sehingga:

$$X_{ss} = X_{tb} = X_s + X_m$$

$$X_m = X_{tb} - X_s$$

$$= 189.58 - 7.3$$

$$= 182.28 \Omega$$

Resistansi stator dapat dipandang sebagai harga DC-nya maka resistansi rotor dapat ditentukan sebagai berikut :

$$R = R_{rt} - R_s$$

$$= 11.67 - 5.49$$

$$= 6.18$$

$$X_{rt} = X'_r + X_m$$

$$X_{rt} = 7.3 + 182.58 = 189.58\Omega$$

$$R'_r = R \left( \frac{X_r}{X_m} \right)^2$$

$$= 6.18 \cdot \left( \frac{189.58}{182.28} \right)^2 = 6.68 \Omega$$

Tabel 3.4  
**Hasil Perhitungan Pengujian Parameter Motor Induksi Tiga Phasa**

Rs	R'r	Xs	X'r	Xm
5.49	6.68	7.3	7.3	182.28

Setelah mendapatkan data parameter motor induksi berdasarkan pengujian tersebut maka dapat dilakukan perhitungan parameter tersebut dirubah dalam bentuk PU (perunit).

Untuk melakukan perhitungan dalam PU maka

Untuk MVA

$$VA = \frac{P}{\cos \theta}$$

$$= \frac{1100}{0.83} = 1294,11$$

$$Z_{dasar} = \frac{KV^2}{MVA}$$

$$Z_{dasar} = \frac{(220 \times 10^{-3})^2}{1294.11 \times 10^{-6}} = 37,40 \text{ohm}$$

Untuk parameter motor dapat dihitung sebagai berikut :

$$R_s (pu) = \frac{R_s}{Z_{dasar}}$$

$$R_s (pu) = \frac{5.49}{37.40} = 0.146 \text{ ohm}$$



$$R_r(pu) = \frac{R_r}{Z_{dasar}}$$

$$R_r(pu) = \frac{6.68}{37.40} = 0.178 \text{ ohm}$$

$$X_{ls} = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s$$

$$L_s = \frac{X_{ls}}{2 \cdot \pi \cdot f}$$

$$L_s = \frac{7.3}{2 \cdot 3.14 \cdot 50} = 0.023$$

$$L_s(pu) = \frac{L_s}{Z_{dasar}}$$

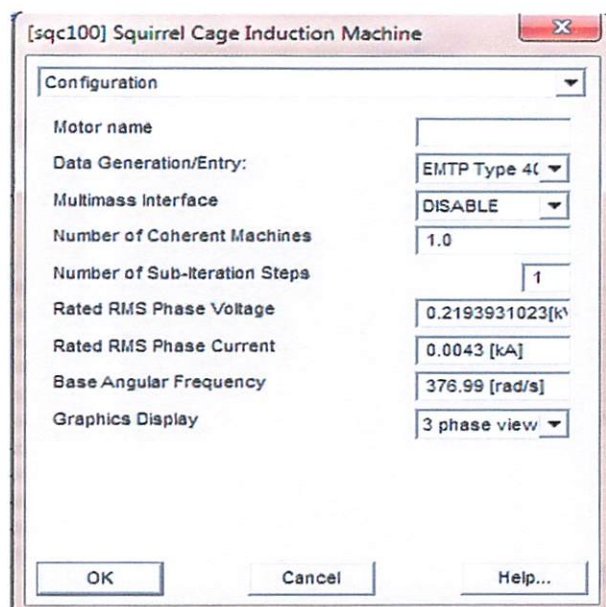
$$L_s(pu) = \frac{0.023}{37.40} = 0.0006$$

$$L_s = L_r = 0.0006$$

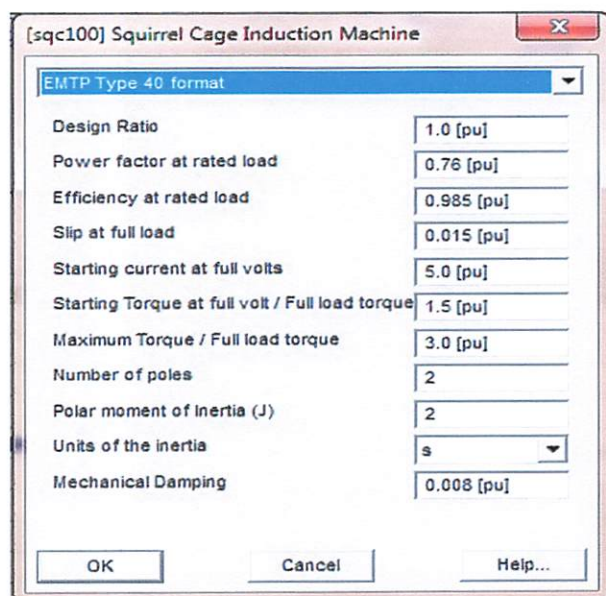
$$X_{lm} = 2 \cdot 3.14 \cdot f \cdot L_m$$

$$L_m = \frac{183}{2 \cdot 3.14 \cdot 50} = 0.5828$$

Data-data diatas kemudian dimasukan kedalam blok parameter seperti gambar blok parameter Motor induksi 3 fasa dibawah ini.



( a )

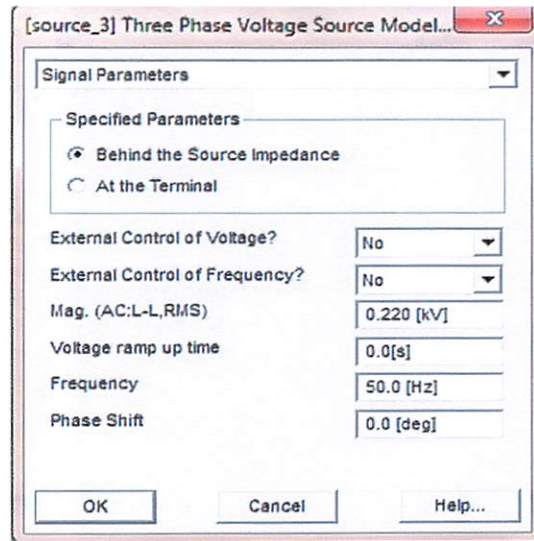


( b )

Gambar 3.4. a dan b  
Tampilan Parameter Motor

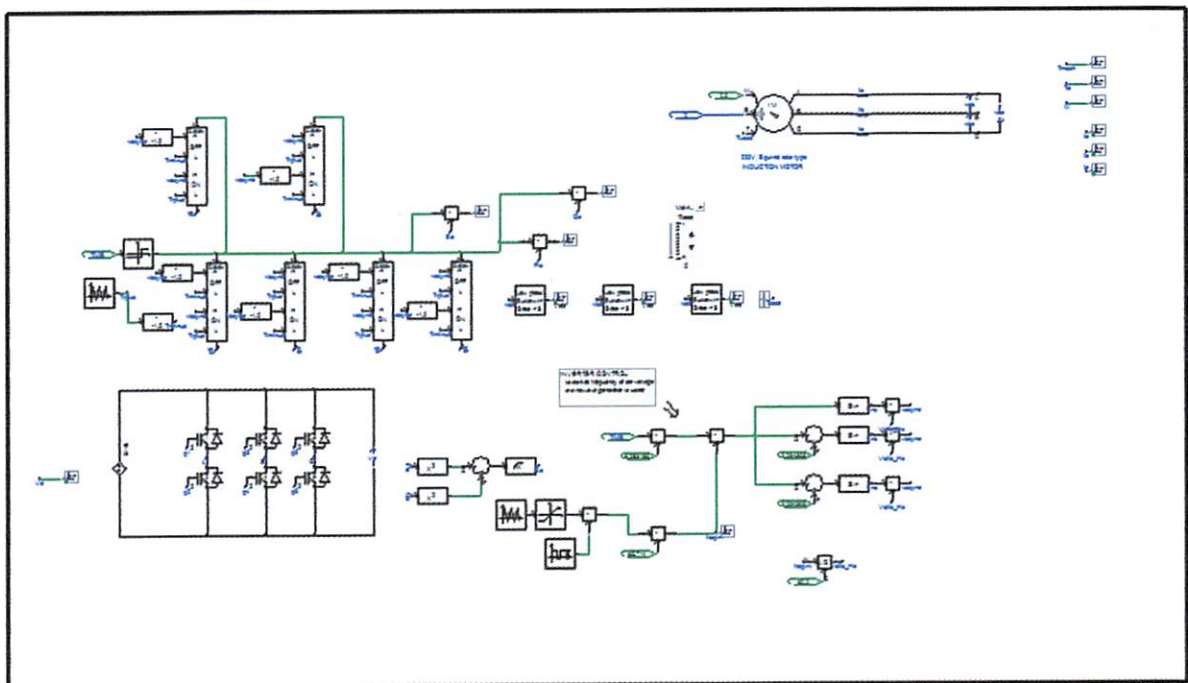
Untuk analisis yang pertama arus motor yang disikan yaitu pada  $i = 4,3$  A.

Untuk analisis yang kedua, pada suplai generator yang disikan yaitu pada  $V = 220$  volt dan frekuensi = 50 HZ



Gambar 3.5  
Tampilan Parameter Generator

Setelah mendesain sistem seperti yang dibutuhkan, maka dapat kita lihat tampilan blok simulasi dalam modul utama seperti gambar di bawah ini.:



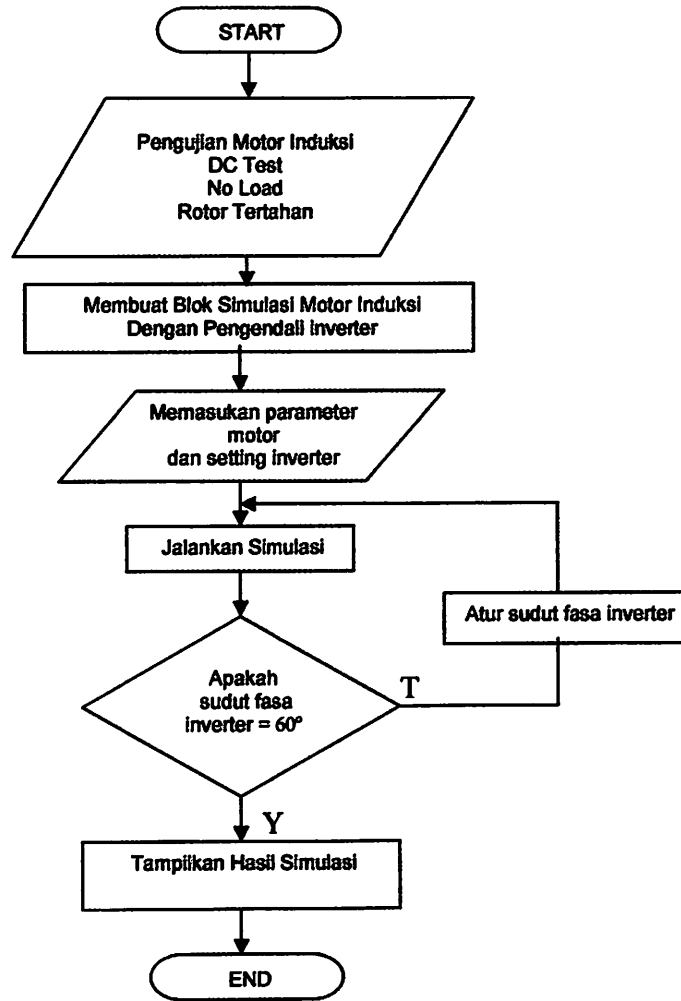
Gambar 3.6  
Blok Simulink Secara Keseluruhan

### **3.3 ALGORITMA PROGRAM**

#### **3.3.1 Algoritma Pemecahan Masalah Secara Umum**

- 1. Pengujian Parameter dan Rangkaian kontrol Motor Induksi 3 Phasa.**
  - a. DC Test**
  - b. Tanpa beban ( No Load Test )**
  - c. Rotor Tertahan ( Blocked Rotor Test )**
- 2. Membentuk Blok Simulink Motor Induksi 3 Phasa dan Sub. System Rangkaian Kontrolnya.**
- 3. Memasukan Parameter Motor dan setting inverter dari Rangkaian Kontrolnya.**
- 4. Menjalankan simulasi Motor Induksi dengan Parameter Motor dan setting inverter dari Rangkaian Kontrol yang sudah dimasukan.**
- 5. Menampilkan Hasil Simulasi**

### Flowcart Pemecahan Masalah Secara Umum

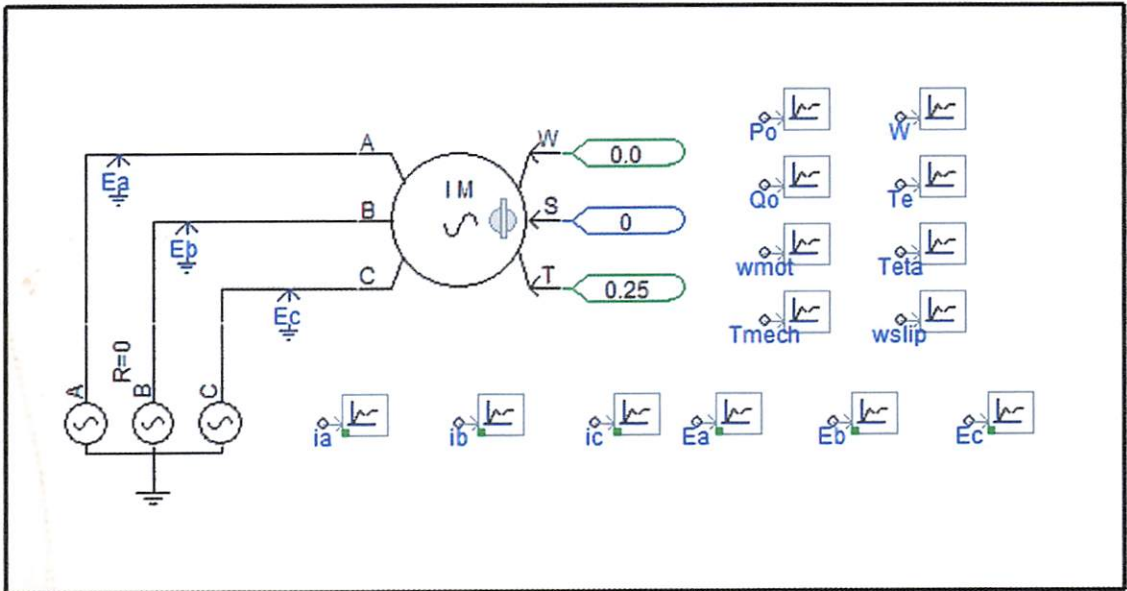


Gambar 3.7  
Flowcart Pemecahan Masalah Secara Umum

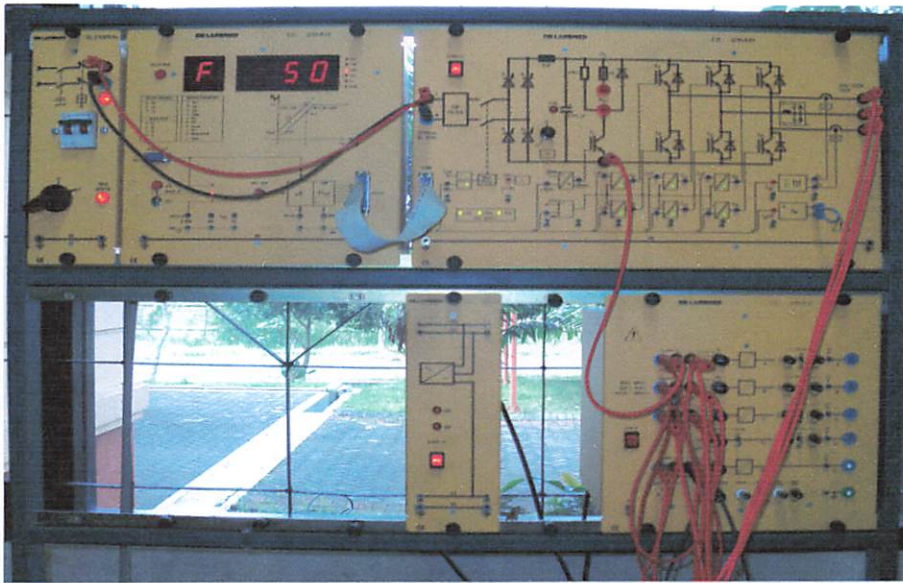
## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Simulasi Motor Induksi 3 fasa dan Pengaturan Sudut Fasa Inverter Pada Software PSCAD/EMTDC.

Berdasarkan parameter-parameter pengujian di atas di buat model simulasi sistem penggunaan inverter sebagai pengendali Motor Induksi 3 fasa, secara lengkap sebagai berikut

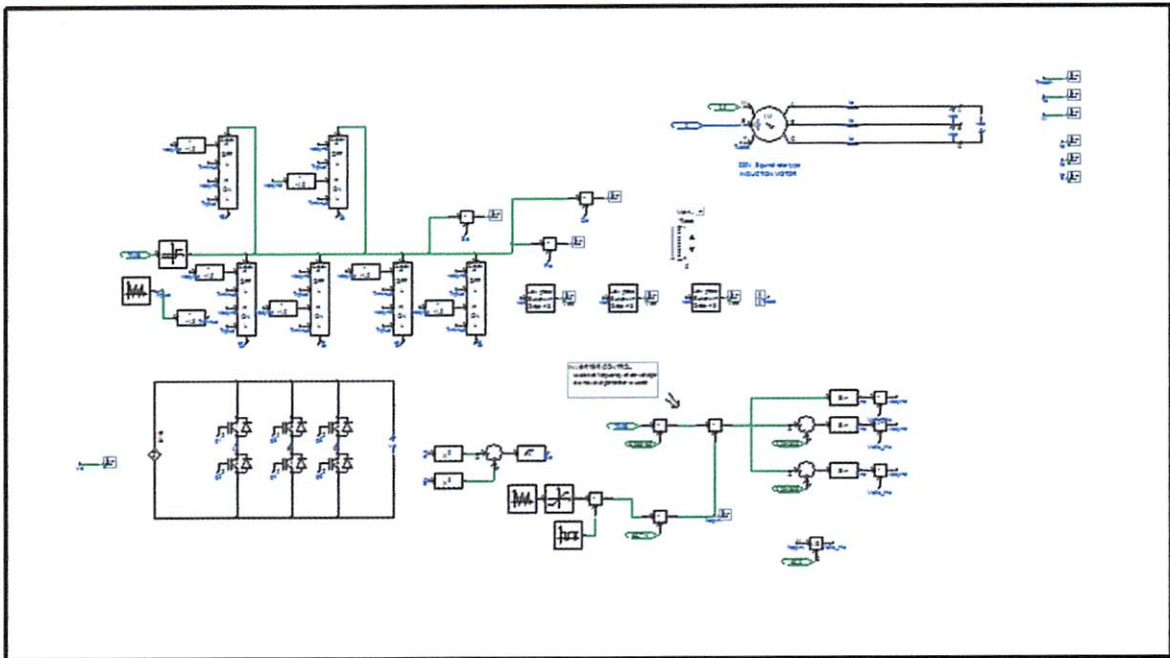


Gambar 4.1  
Blok Simulink Kondisi Tanpa Gangguan



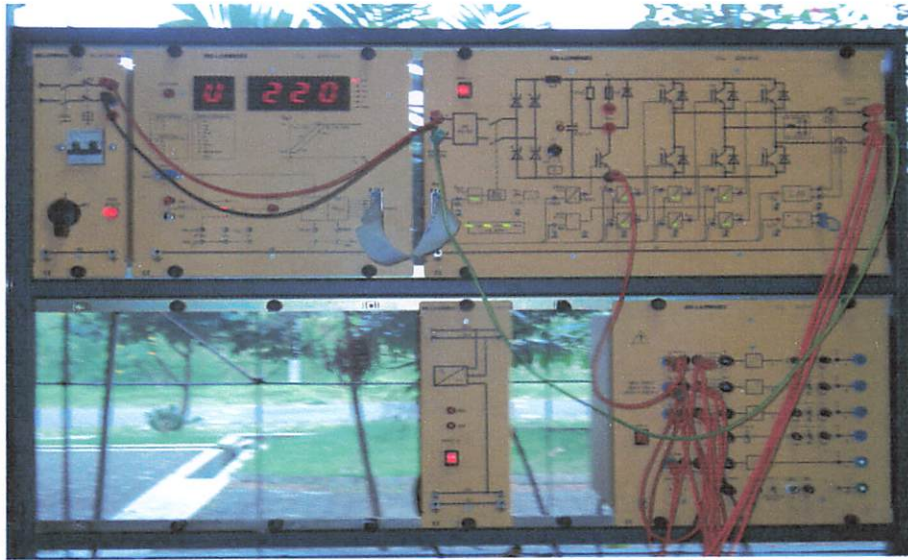
Gambar 4.2  
 Pengendalian Motor Induksi 3 fasa Menggunakan Pengendali  
 PWM Inverter Tanpa Gangguan

Untuk struktur gambar inverter pada kondisi tanpa gangguan lihat pada gambar 2.17.



Gambar 4.3  
 Blok Simulink Secara Keseluruhan



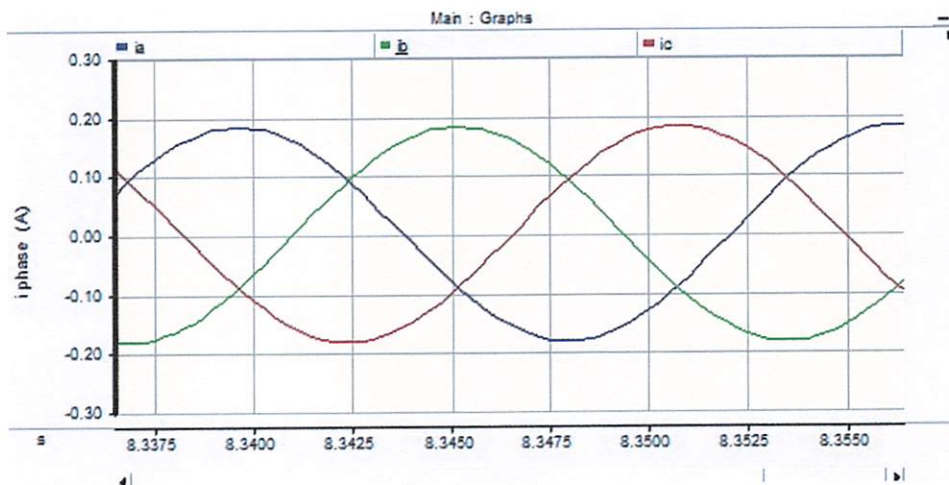


Gambar 4.4  
Pengendalian Motor Induksi 3 fasa Menggunakan Pengendali  
PWM Inverter Kondisi Gangguan

Untuk stuktur gambar inverter pada saat kondisi gangguan dapat dilihat pada gambar 2.21. Untuk selanjutnya urutan arus motor induksi pada saat operasi tanpa gangguan dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini :

Ket :

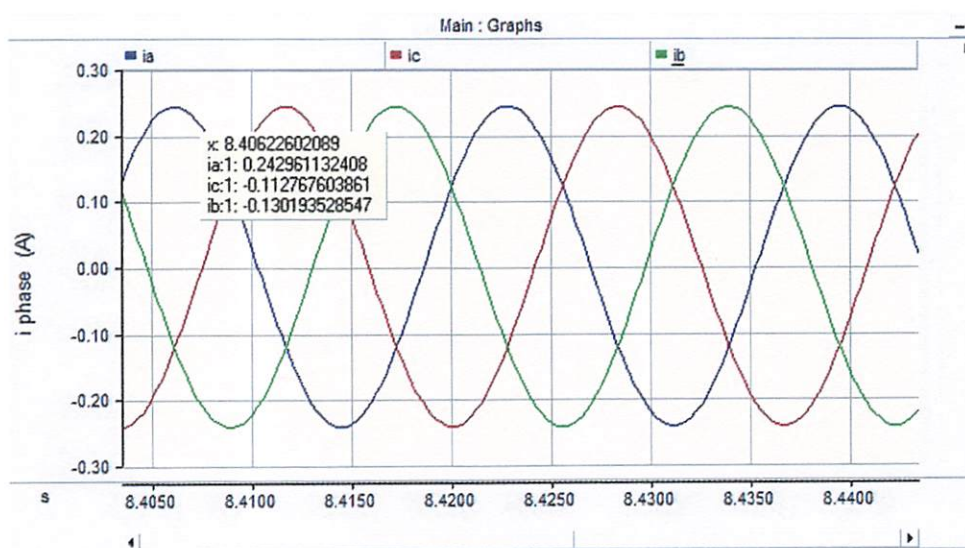
Warna biru = ia ; Warna hijau = ib ; dan Warna merah = ic.



Gambar 4.5  
Urutan Arus Tanpa Gangguan

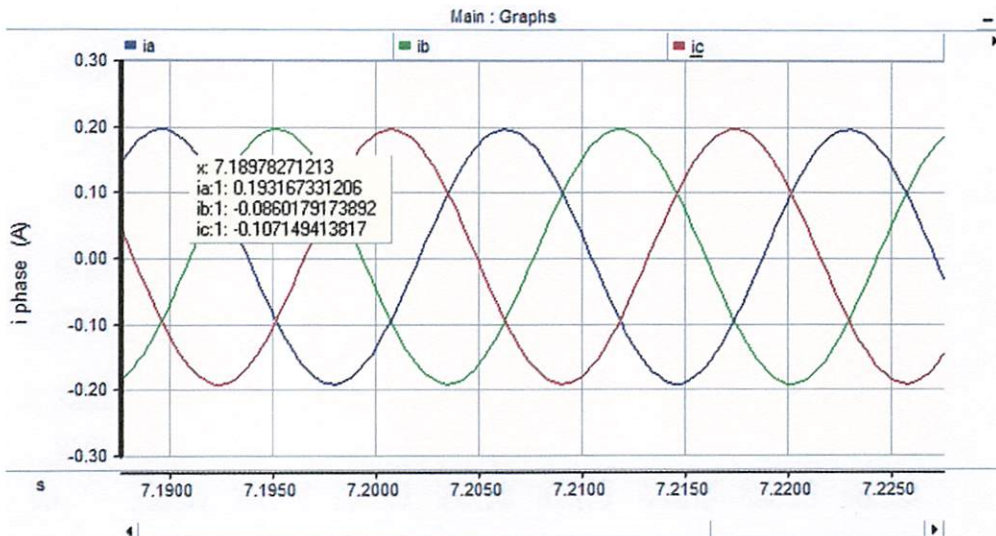


Gambar 4.5 menunjukkan kinerja motor induksi 3 fasa. Pada urutan arus pada saat kondisi tanpa gangguan memiliki urutan arus  $I_a$ ,  $I_b$ , dan  $I_c$ . Dimana untuk keluaran arus maksimum pada motor induksi mencapai 0,18 A.



Gambar 4.6  
Urutan Arus Kondisi Gangguan

Gambar 4.6 menunjukkan kinerja motor induksi 3 fasa. Untuk urutan arus pada saat kondisi gangguan memiliki urutan arus  $I_a$ ,  $I_c$ , dan  $I_b$ . Dengan adanya perubahan urutan arus pada inverter maka akan mempengaruhi putaran motor induksi, sehingga putaran motor induksi akan berbalik arah dari putaran semula. Untuk keluaran arus maksimum pada motor induksi mencapai 0,24 A. Untuk selanjutnya adalah gambar simulasi arus pada motor induksi pada saat gangguan setelah dilakukan pengaturan sudut fasa pada inverter.



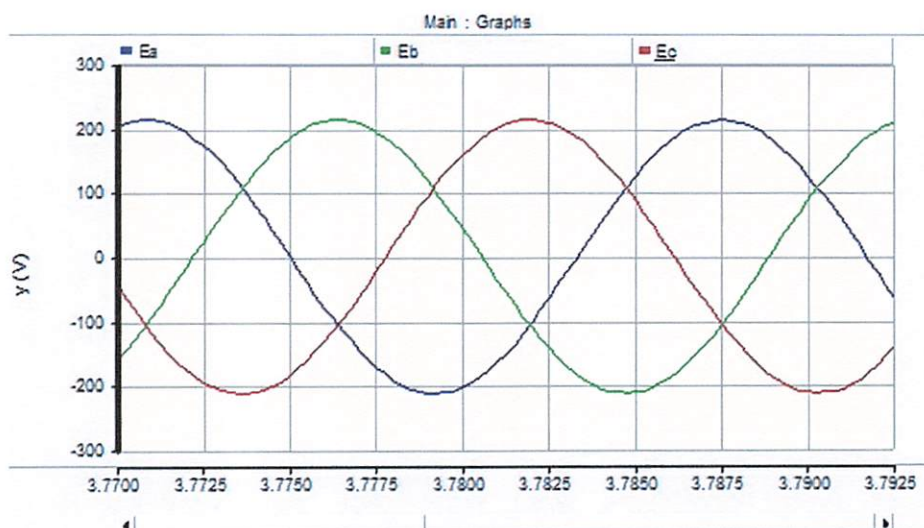
Gambar 4.7  
Urutan Arus Setelah Pengaturan Sudut Fasa

Gambar 4.7 menunjukkan kinerja motor induksi 3 fasa. Urutan arus pada kondisi gangguan setelah pengaturan sudut fasa memiliki urutan arus Ia, Ib, dan Ic. Dimana untuk keluaran arus maksimum pada motor induksi mencapai 0,19 A.

. Dari simulasi diatas terlihat bahwa urutan arus pada kondisi tanpa gangguan sama dengan urutan arus kondisi gangguan setelah dilakukan pengaturan sudut fasa, oleh karena itu putaran motor akan tetap searah seperti kondisi tanpa gangguan. Sedangkan pada operasi kondisi gangguan urutan arusnya berubah, sehingga arah putaran motor pun akan berbalik arah. Untuk selanjutnya gambar dibawah ini adalah gambar simulasi tegangan motor pada kondisi tanpa gangguan.

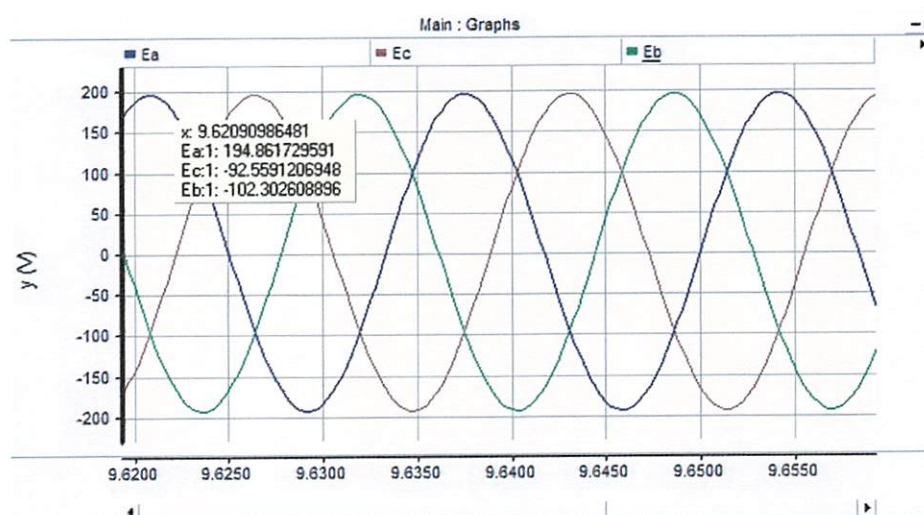
Ket :

Warna biru =  $E_a$  ; Warna hijau =  $E_b$  ; dan Warna merah =  $E_c$ .



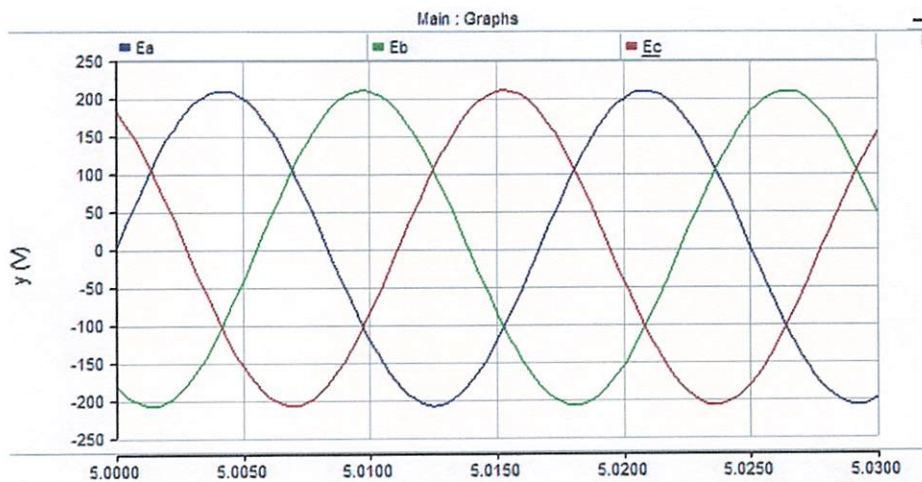
Gambar 4.8  
Urutan Tegangan Tanpa Gangguan

Gambar 4.8 menunjukkan kinerja motor induksi 3 fasa. Untuk urutan tegangan pada kondisi tanpa gangguan memiliki urutan arus  $E_a$ ,  $E_b$ , dan  $E_c$ . Dimana untuk keluaran arus maksimum pada motor induksi mencapai 213 volt..



Gambar 4.9  
Urutan Tegangan Kondisi Gangguan

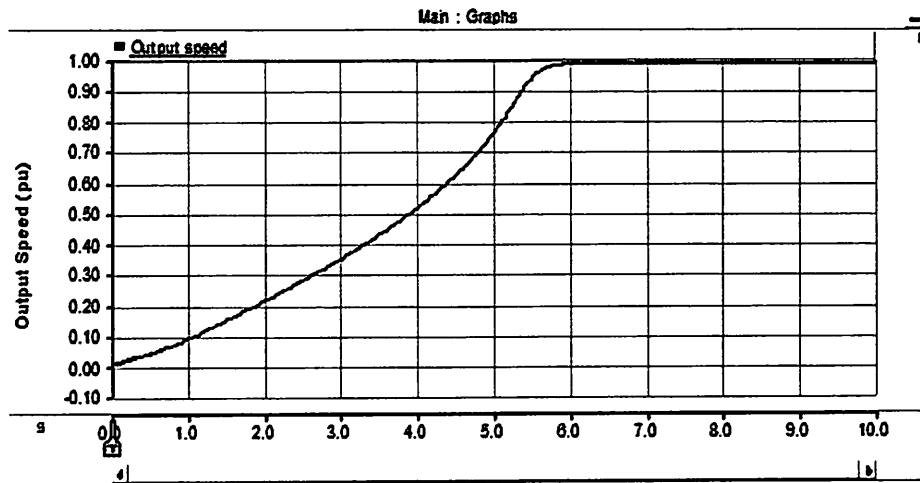
Dari gambar 4.9 menunjukkan kinerja motor induksi pada kondisi gangguan memiliki urutan tegangan  $E_a$ ,  $E_c$ ,  $E_b$ . Dengan adanya perubahan urutan tegangan pada inverter maka akan mempengaruhi arah putaran motor induksi, sehingga putaran motor induksi akan berbalik arah dari putaran semula. Untuk keluaran tegangan maksimum pada motor induksi mencapai 194 Volt..



Gambar 4.10  
Urutan Tegangan Setelah Pengaturan Sudut Fasa

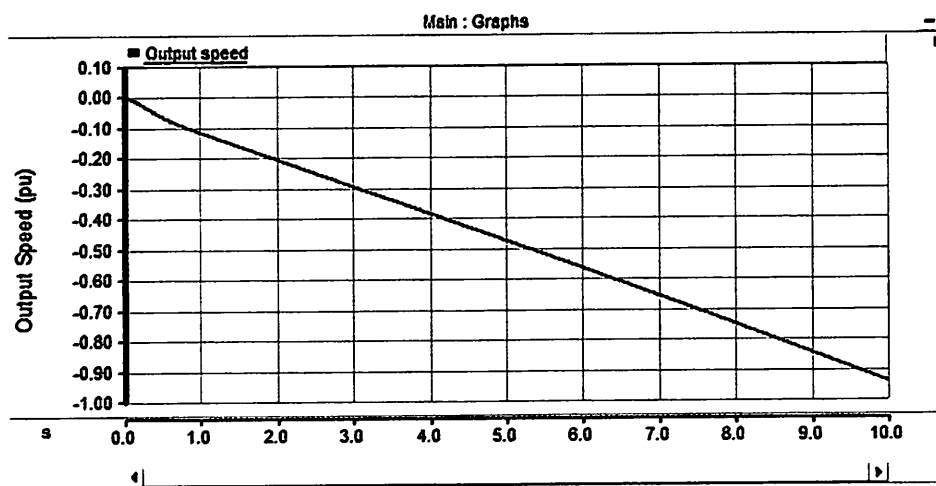
Dari gambar 4.10 dapat dilihat urutan tegangan setelah pengaturan sudut fasa pada kondisi gangguan memiliki urutan tegangan yaitu  $E_a$ ,  $E_b$ , dan  $E_c$ , dimana tegangan motor mencapai 208 volt. Dari simulasi diatas terlihat bahwa urutan tegangan pada kondisi tanpa gangguan sama dengan urutan tegangan kondisi gangguan setelah dilakukan pengaturan sudut fasa dengan output tegangan yang lebih rendah 5 volt dari kondisi tanpa gangguan yaitu 213 volt dan 208 volt, dengan adanya urutan tegangan yang sama maka motor akan tetap searah seperti kondisi tanpa gangguan. Sedangkan pada kondisi gangguan urutannya berubah, maka arah putaran motor akan berbalik arah pula.

Berikut adalah tampilan gambar simulasi kecepatan motor induksi kondisi tanpa gangguan.



Gambar 4.11  
Kecepatan Motor Kondisi Tanpa Gangguan

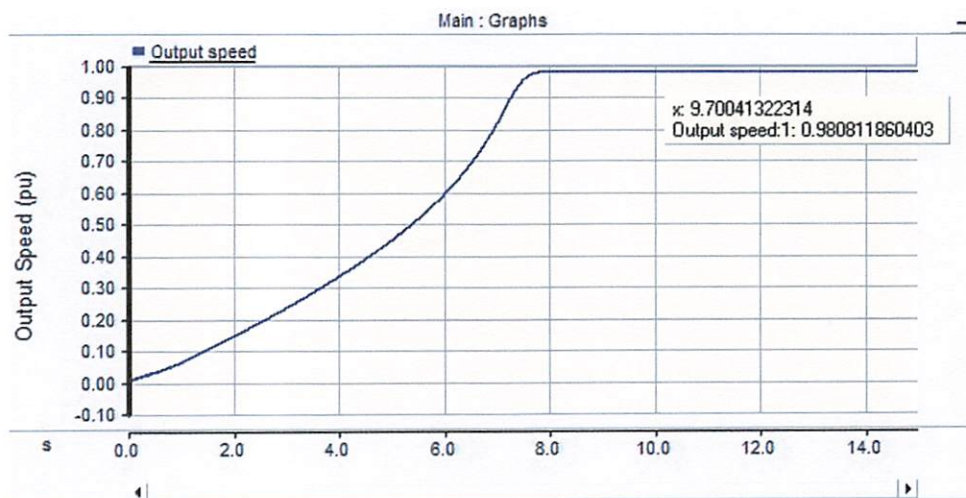
Dari gambar simulasi 4.11 dapat di lihat bahwa kecepatan motor pada saat operasi tanpa gangguan memiliki kecepatan motor maksimum mencapai (  $0.983 \times 2820 = 2772$  rpm ).



Gambar 4.12  
Kecepatan Motor Kondisi Gangguan



Dari gambar simulasi 4.12 dapat di lihat bahwa kecepatan motor pada saat operasi kondisi gangguan memiliki kecepatan motor maksimum mencapai ( $-0.940 \times 2820 = -2650$  rpm ).



Gambar 4.13  
Kecepatan Motor Setelah Pengaturan Sudut Fasa

Dari gambar 4.13 maka di dapatkan kecepatan motor maksimum pada operasi gangguan setelah pengaturan sudut fasa memiliki kecepatan motor maksimum mencapai ( $0,980 \times 2820 = 2763$  rpm ).

Tabel 4.1  
Perbandingan Hasil Simulasi dan Hasil Eksperimen

Ket	Data Simulasi			Data Eksperimen		
	Tegangan (V)	Arus (A)	Torsi (rpm)	Tegangan (V)	Arus (A)	Torsi (rpm)
Tanpa Gangguan	213	0,18	2772	210	0,19	2946
Gangguan	194	0,24	-2650	191	0,26	-2824
Perbaikan	208	0,19	2763	204	0,21	2938

## 4.2 Analisa Hasil.

- Semakin besar tegangan pada inverter ( 213 volt – 194 volt – 208volt ), maka arus pada inverter semakin kecil ( 0,18 A – 0,24 A – 0,19 A ).
- Semakin besar tegangan pada inverter ( 213 volt – 194 volt – 208volt ), maka kecepatan motor induksi pun akan semakin besar ( 2772 rpm – 2650 rpm – 2763 rpm ).
- Jika nilai hasil dari kecepatan motor motor induksi minus (-), maka putaran motor akan mengalami perubahan arah putaran dari kondisi putaran semula.

## 4.3 Analisa Hasil Prosentase Perbandingan Eksperimen dan Simulasi

### 1) Untuk Tegangan Keluaran

- Tegangan keluaran kondisi tanpa gangguan

$$\left| \frac{210 - 213}{210} \right| \times 100\% = 1,4 \%$$

- Tegangan keluaran kondisi gangguan

$$\left| \frac{191 - 194}{191} \right| \times 100\% = 1,5 \%$$

- Tegangan keluaran setelah pengaturan sudut fasa

$$\left| \frac{204 - 208}{204} \right| \times 100\% = 1.9 \%$$

### 2) Untuk Arus Keluaran

- Arus keluaran kondisi tanpa gangguan

$$\left| \frac{0,19 - 0,18}{0,19} \right| \times 100\% = 5,2 \%$$

- Arus keluaran kondisi gangguan

$$\left| \frac{0,26 - 0,24}{0,26} \right| \times 100\% = 7,6 \%$$

- Arus keluaran setelah pengaturan sudut fasa

$$\left| \frac{0,21 - 0,19}{0,21} \right| \times 100\% = 9,5 \%$$

### 3) Untuk Kecepatan Keluaran

- Kecepatan kondisi tanpa gangguan

$$\left| \frac{2946 - 2772}{2946} \right| \times 100\% = 5,9 \%$$

- Kecepatan kondisi gangguan

$$\left| \frac{2824 - 2650}{2824} \right| \times 100\% = 6,1 \%$$

- Kecepatan setelah pengaturan sudut fasa

$$\left| \frac{2938 - 2763}{2938} \right| \times 100\% = 5,9 \%$$



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

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

- Jika inverter mengalami gangguan kehilangan satu fasa maka arah putaran pada motor induksi akan berbalik arah disebabkan karena urutan tegangan pada inverter berubah. Untuk tegangan akan turun dari 213 Volt – 194 Volt, sementara untuk arus akan naik dari 0,19 A – 0,24 A dan kecepatan motor akan turun dari 2772 rpm – 2650 rpm.
- Supaya urutan tegangan pada inverter tetap sama dengan keadaan tanpa gangguan, maka harus dilakukan pengaturan arah sudut fasa pada inverter sebesar  $60^\circ$  pada sudut terkecil serta menghubungkan titik fasa gangguan ke titik netral DC.
- Apabila pengaturan arah sudut fasa yang diambil diluar  $60^\circ$  sudut terkecil pada kondisi gangguan, maka urutan tegangan yang terjadi adalah negative atau dengan kata lain arah putaran motor akan berbalik arah dari kondisi semula.

## **5.2 Saran**

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

1. Untuk lebih mempermudah analisa dapat digunakan PSCAD/EMTDC dengan versi terbaru.
2. Agar validasi data lebih akurat, pengambilan data eksperimen hendaknya dilakukan lebih dari satu kali supaya perbedaan data tidak terlalu jauh dengan hasil simulasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tian-Hua Liu, Jen-Ren Fu and Thomas A.Lipo, "A Strategy for Improving Reliability of Field-Oriented Controlled Induction Motor Drives," *IEEE Trans. Ind. Application*, vol. 29, no.5, Sept./Oct.1993, pp. 910-917.
- [2] Debaprasad Kastha and Bimal K. Bose, "On-Line Search Based Pulsating Torque Compensation of A fault Mode Single-Phase Variabel Frequency Induction Motor Drive," *IEEE Trans. Ind. Application*, vol. 31, no.4, Jul/Aug. 1995, pp. 426-433.
- [3] Silverio Bolognani, Marco Zordan and Mauro Zigliotto, "Experimental Fault-Tolerant Control of a PMSM Drive," *IEEE Trans. Ind. Application*, vol. 47, no.5, Oct. 2000, pp. 1134-1141.
- [4] Mauricio Beltrao de R.C, Cursino B.J, Edison R.C.S and Antonio M.N.L, "An Induction Motor Drive System with Improved Fault Tolerance," *IEEE Trans. Ind. Application*, vol, 37, no.3, May/Jun. 2001, pp. 873-879.
- [5] Masanori Yamamoto, Arman Jaya and Yukihiro Sato, "An Investigation of a Control Method for Fault-Mode Inverters to Drive Induction Motors," *IEE Japan SPC-02-104, IEA-02-45*, Nov. 2002, pp.25-30.
- [6] Burak Ozpineci Leon M. Tobert, Simulink Implementation of Induction Machine Model – A modular Approach, *IEEE Transaction on Power Electronics* 2003,728-734.
- [7] G. D. Marques Secção de Máquinas Electricas e de Electronica de Potencia Instituto Superior Tccnico, Av. Rovisco Pais, 1096 Lisboa Codex, PORTUGAL A Computer Application For Teaching And Learning On The Induction Motor Dynamics.
- [8] Stephen J. Chapman. Electrical Machinery Fundamentals, McGraw- Hill International Editons,1985.
- [9] www.microchip.com AC Induction Motor Fundamentals

# **LAMPIRAN**



**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

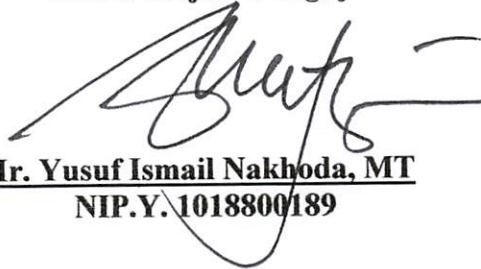
NAMA : SONY SAKTI WIBISONO  
NIM : 03.12.039  
JURUSAN/KONSENTRASI : TEKNIK ELEKTRO/ENERGI LISTRIK  
JUDUL SKRIPSI : **ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN UNTUK MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN SOFTWARE PSCAD/EMTDC DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

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

Hari : Jum'at  
Tanggal : 20 Agustus 2010  
Dengan nilai : 80,1(A) *By*

**PANITIA UJIAN SKRIPSI**

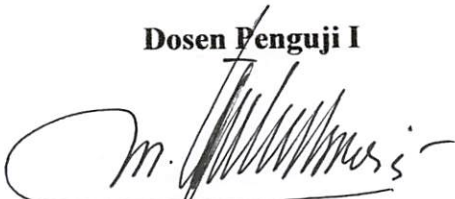
Mengetahui,  
Ketua Majelis Penguji



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

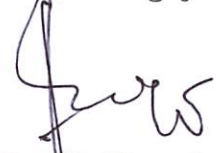
**ANGGOTA PENGUJI**

**Dosen Penguji I**



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

**Dosen Penguji II**



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



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : SONY SAKTI WIBISONO  
Nim : 03.12.039  
Masa Bimbingan : 22 MARET 2010 s/d 22 AGUSTUS 2010  
Judul Skripsi : ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN  
UNTUK MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR  
INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN *SOFTWARE* PSCAD/  
EMTDC DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK  
ITN MALANG

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	05-07-2010	Perbaiki pada teori dasar.	
2.	05-07-2010	Gambar 3.7 fasor diagram, ganti Ea,Eb,Ec menjadi Va,Vb,Vc.	
3.	08-07-2010	Kesimpulan.	
4.	12-07-2010	Gambar 3.7 fasor diagram, tambah keterangan titik netral.	
5.	15-07-2010	Perbaiki keterangan pada gambar simulasi.	
6.	15-07-2010	Tambah hasil prosentase simulasi dan eksperimen	
7.	19-07-2010	Tambah tabel hasil perbandingan eksperimen dan simulasi	
8.	10-08-2010	Acc seminar hasil	
9.	19-08-2010	Acc ujian skripsi	
10.			

Malang 2010  
Dosen Pembimbing,

**Ir. M. Abdul Hamid, MT**  
Nip.Y. 1018800188



## FORMULIR BIMBINGAN SKRIPSI

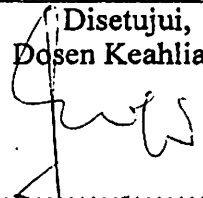

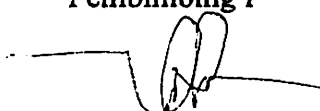

Nama : SONY SAKTI WIBISONO  
Nim : 03.12.039  
Masa Bimbingan : 22 MARET 2010 s/d 22 AGUSTUS 2010  
Judul Skripsi : **ANALISA PENGONTROLAN INVERTER SAAT GANGGUAN UNTUK MENGHINDARI ARAH PUTARAN BALIK MOTOR INDUKSI TIGA FASA MENGGUNAKAN SOFTWARE PSCAD/ EMTDC DI LABORATORIUM KONVERSI ENERGI ELEKTRIK ITN MALANG**

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Pembimbing
1.	20-07-2010	Pendahuluan	
2.	21-07-2010	Ubah nomor hal ditengah bawah, perbaiki dan teliti penulisan pada teori dasar	
3.	21-07-2010	Kesimpulan	
4.	31-07-2010	Atur susunan bab II, bab III, bab IV.	
5.	31-07-2010	Pengaturan margin, tambah keterangan gambar, ganti judul bab IV.	
6.	04-08-2010	Tambah penjelasan pada gambar hasil simulasi	
7.	04-08-2010	Tambah penjelasan pada tabel hasil perbandingan	
8.	09-08-2010	Ubah abstrak menjadi 3 alinea	
9.	11-08-2010	Acc seminar hasil	
10.	19-08-2010	Acc ujian skripsi	

Malang 2010  
Dosen Pembimbing,

**Bambang Prio Hartono, ST, MT**  
Nip. Y. 1028400082

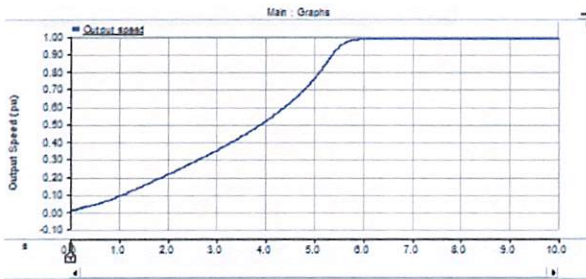
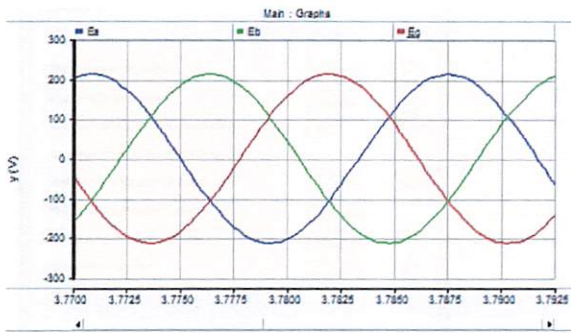
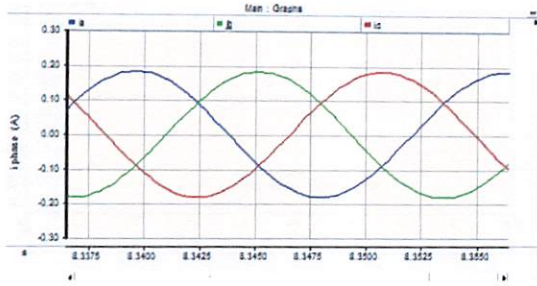
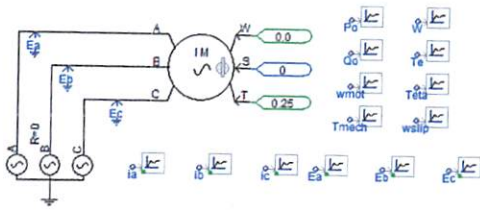
## BERITA ACARA SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S1

<b>KONSENTRASI</b>		T. Energi Listrik S-1				
1.	Nama Mahasiswa	Sony Sakti Wibisono		NIM	0312039	
2.	Keterangan	Tanggal	Waktu	Tempat / Ruang		
	Pelaksanaan	03 Mei 2010	09.00	Seminar Lt. I		
Spesifikasi Judul (berilah tanda silang *)						
3.	a. Sistem Tenaga Elektrik	e. Embbeded System	i. Sistem Informasi			
	<input checked="" type="checkbox"/> b. Konversi Energi	f. Antar Muka	j. Jaringan Komputer			
	c. Sistem Kendali	g. Elektronika Telekomunikasi	k. Web			
	d. Tegangan Tinggi	h. Elektronika Instrumentasi	l. Algoritma Cerdas			
4.	Judul Proposal yang diseminarkan Mahasiswa	Analisa...pangontrolan.inverter saat gangguan..... untuk menghindari arah putaran balik motor induksi.... tiga fasa menggunakan software PSCAD/EMTDC di laboratorium konversi energi elektrik ITN Malang.....				
5.	Perubahan Judul yang diusulkan oleh Kelompok Dosen Keahlian	..... ..... .....				
6.	Catatan :					
	..... ..... .....					
7.	Catatan :					
	..... ..... .....					
	<b>Persetujuan Judul Skripsi</b>					
	Disetujui, Dosen Keahlian I			Disetujui, Dosen Keahlian II		
						
Mengetahui, Ketua Jurusan.		Disetujui, Calon Dosen Pembimbing				
Ir. F. Yudi Limpraptono, MT NIP. Y. 1039500274		Pembimbing I		Pembimbing II		
						

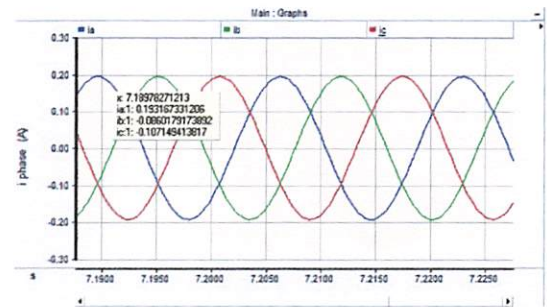
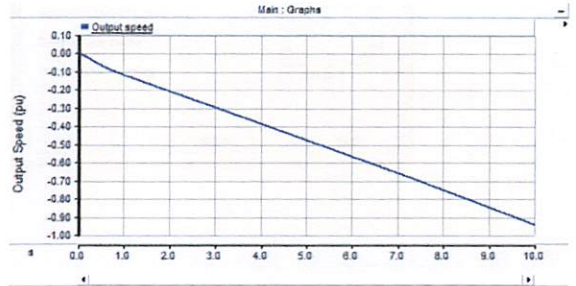
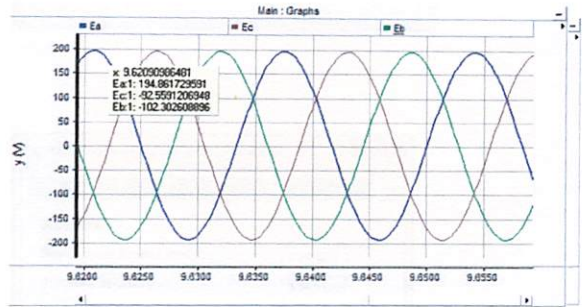
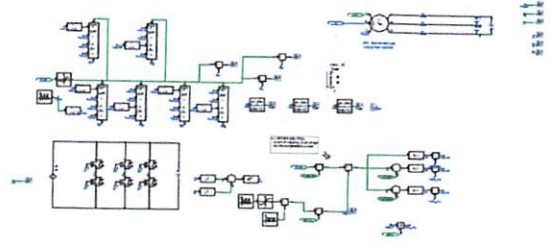
Leterangan :  
) dilingkari a, b, c, ..... sesuai dengan bidang keahlian



## Normal



## Keseluruhan



981,875	-0.00326084481803	-0.155896007667	0.159156852485
9,819	0.0138715389104	-0.164028851131	0.150157312221
981,925	0.0308807978775	-0.1707057629	0.139824965023
98,195	0.0476159566965	-0.175867478233	0.128251521536
981,975	0.0639284729129	-0.179468181378	0.115539708466
9.82	0.0796735554779	-0.181475912241	0.101802356763
982,025	0.0947114499242	-0.181872850059	0.0871614001344
98,205	0.108908678836	-0.180655471584	0.0717467927479
982,075	0.122139226604	-0.177834582354	0.0556953557497
9,821	0.13428565795	-0.173435220781	0.0391495628311
982,125	0.14524016029	-0.167496435911	0.0222562756211
98,215	0.154905500685	-0.160070940818	0.00516544013318
982,175	0.163195888889	-0.151224644722	-0.0119712441671
9,822	0.17003773883	-0.141036067974	-0.0290016708566
982,225	0.175370321764	-0.129595645102	-0.0457746766625
98,225	0.179146305307	-0.117004922109	-0.0621413831977
982,275	0.181332173561	-0.103375655144	-0.0779565184164
9,823	0.181908524605	-0.0888288185465	-0.0930797060588
982,325	0.180870242707	-0.0734935310666	-0.107376711641
98,235	0.178226543731	-0.0575059098021	-0.120720633929
982,375	0.174000893334	-0.041007862011	-0.132993031323
9,824	0.168230798691	-0.0241458255337	-0.144084973157
982,425	0.160967475568	-0.00706946899951	-0.153898006569
98,245	0.152275393737	0.010069636642	-0.162345030379
982,475	0.14223170473	0.0271193634758	-0.169351068206
9,825	0.130925557044	0.0439283769194	-0.174853933963
982,525	0.118457304844	0.0603474789797	-0.178804783824
98,255	0.104937617221	0.0762309325443	-0.181168549765
982,575	0.0904864958777	0.091437754955	-0.181924250833
9,826	0.0752322099914	0.105832969379	-0.181065179371
982,625	0.0593101576833	0.119288802875	-0.178598960559
98,265	0.0428616642168	0.131685820512	-0.174547484729
982,675	0.0260327275843	0.142913985483	-0.168946713067
9,827	0.00897272261883	0.152873635802	-0.161846358421
982,725	-0.00816692486779	0.161476368906	-0.153309444039
98,275	-0.0252340821512	0.168645826329	-0.143411744178
982,775	-0.0420772599349	0.174318371458	-0.132241111523
9,828	-0.0585469569806	0.178443654382	-0.119896697401
982,825	-0.0744969870915	0.180985058796	-0.106488071705
98,285	-0.0897857766709	0.181920027016	-0.0921342503449
982,875	-0.10427762134	0.181240260197	-0.0769626388567
9,829	-0.117843890461	0.178951791998	-0.0611079015374
982,925	-0.130364168866	0.175074935024	-0.0447107661581
98,295	-0.14172732568	0.169644100533	-0.0279167748531
982,975	-0.151832500718	0.162707492996	-0.0108749922781
9.83	-0.160589999731	0.154326682233	0.00626331749822
983,025	-0.167922090537	0.144576056912	0.023346033625
98,305	-0.17376369298	0.133542164275	0.0402215287046
983,075	-0.178062956582	0.121322941934	0.0567400146479
9,831	-0.180781720776	0.108026848572	0.0727548722044
983,125	-0.181895853618	0.0937719012535	0.0881239523646
98,315	-0.181395465986	0.0786846279015	0.102710838085
983,175	-0.179284999357	0.0628989442217	0.116386055135
9,832	-0.175583186381	0.0465549650602	0.129028221321
983,225	-0.170322884612	0.029797760733	0.140525123879
98,325	-0.163550784862	0.0127760693721	0.15077471549

983,275	-0.155326996767	-0.00435902328514	0.159686020052
9,833	-0.145724515252	-0.0214554249431	0.167179940195
983,325	-0.134828572624	-0.0383613867303	0.173189959354
98,335	-0.122735882039	-0.0549268501331	0.177662732173
983,375	-0.109553779077	-0.0710047789256	0.180558558003
9,834	-0.0953992690165	-0.0864524642737	0.18185173329
983,425	-0.0803979882902	-0.101132791429	0.181530779719
98,345	-0.064683089328	-0.114915456767	0.179598546095
983,475	-0.0483940586858	-0.127678124376	0.176072183062
9,835	-0.0316754789528	-0.139307511914	0.170982990867
983,525	-0.014675745426	-0.149700396115	0.164376141541
98,355	0.00245425105601	-0.158764529001	0.156310277945
983,575	0.0195624634319	-0.166419456689	0.146856993257
9,836	0.0364970379976	-0.172597233497	0.1361001955
983,625	0.0531076622701	-0.177243025042	0.124135362772
98,365	0.0692468991727	-0.180315594949	0.111068695777
983,675	0.0847714956959	-0.18178767087	0.0970161751745
9,837	0.0995436544221	-0.181646186555	0.0821025321333
983,725	0.113432256624	-0.179892397829	0.0664601412046
98,375	0.126314026087	-0.176541871444	0.0502278453575
983,775	0.138074623311	-0.17162434691	0.0335497235992
9,838	0.148609660404	-0.165183472523	0.0165738121191
983,825	0.157825627631	-0.15727641794	-0.000549209690707
98,385	0.165640723414	-0.147973366737	-0.0176673566764
983,875	0.171985580409	-0.137356893456	-0.0346286869535
9,839	0.176803881217	-0.125521230663	-0.0512826505537
983,925	0.180052858259	-0.112571432542	-0.067481425717
98,395	0.181703673384	-0.0986224424155	-0.0830812309684
983,975	0.181741673841	-0.0837980725085	-0.0979436013321
9,84	0.180166522334	-0.0682299049776	-0.111936617357
984,025	0.176992200021	-0.0520561239798	-0.124936076041
98,405	0.17224688241	-0.0354202891402	-0.13682659327
984,075	0.165972689277	-0.0184700613067	-0.14750262797
9,841	0.158225310804	-0.00135589190154	-0.156869418902
984,125	0.149073513271	0.0157703124962	-0.164843825767
98,415	0.13859852868	0.0327565384837	-0.171355067164
984,175	0.126893333737	0.0494520151167	-0.176345348854
9,842	0.114061824581	0.0657085521627	-0.179770376743
984,225	0.100217894594	0.0813818554478	-0.181599750042
98,425	0.0854844234808	0.0963328076227	-0.181817231103
984,275	0.0699921865726	0.110428702977	-0.18042088955
9,843	0.0538786940614	0.123544425347	-0.177423119408
984,325	0.0372869704474	0.13556355865	-0.172850529098
98,435	0.020364285044	0.14637942021	-0.166743705254
984,375	0.00326084480489	0.155896007674	-0.159156852479
9,844	-0.0138715389235	0.164028851137	-0.150157312213
984,425	-0.0308807978905	0.170705762905	-0.139824965014
98,445	-0.0476159567092	0.175867478236	-0.128251521527
984,475	-0.0639284729252	0.17946818138	-0.115539708455
9,845	-0.0796735554897	0.181475912242	-0.101802356752
984,525	-0.0947114499354	0.181872850058	-0.0871614001227
98,455	-0.108908678846	0.180655471582	-0.0717467927357
984,575	-0.122139226614	0.177834582351	-0.0556953557372
9,846	-0.134285657959	0.173435220777	-0.0391495628181
984,625	-0.145240160298	0.167496435906	-0.022256275608
98,465	-0.154905500692	0.160070940812	-0.00516544011999

### DATA ARUS KONDISI GANGGUAN

Domain	ia	ic	ib
97,575	0.240336487931	-0.144594431706	-0.0957420562256
975,775	0.241924490633	-0.125692592456	-0.116231898177
9,758	0.24136516163	-0.105675050587	-0.135690111043
975,825	0.238663460115	-0.0847194801266	-0.153943979988
97,585	0.233843361114	-0.0630118815478	-0.170831479566
975,875	0.226947642734	-0.0407449308411	-0.186202711893
9,759	0.218037506506	-0.0181162693266	-0.19992123718
975,925	0.207192034207	0.00467325060806	-0.211865284815
97,595	0.194507485967	0.0274213482778	-0.221928834245
975,975	0.180096445905	0.0499261101508	-0.230022556056
9,76	0.164086822867	0.0719877820462	-0.236074604913
976,025	0.146620715138	0.0934105421686	-0.240031257306
97,605	0.127853149203	0.114004239244	-0.241857388447
976,075	0.107950703761	0.133586080328	-0.241536784089
9,761	0.0870900311876	0.151982253304	-0.239072284492
976,125	0.0654562895867	0.169029469674	-0.234485759261
97,615	0.043241499336	0.184576413943	-0.227817913279
976,175	0.0206428387216	0.198485086733	-0.219127925454
9,762	-0.00213910621492	0.210632029708	-0.208492923493
976,225	-0.0249021220812	0.220909421436	-0.196007299355
97,625	-0.0474441629879	0.229226034455	-0.181781871468
976,275	-0.0695651439196	0.235508045058	-0.165942901138
9,763	-0.0910687167064	0.239699688596	-0.148630971889
976,325	-0.111764012831	0.2417637545	-0.12999974167
97,635	-0.131467337602	0.241681916609	-0.110214579008
976,375	-0.150003800657	0.239454895879	-0.0894510952223
9,764	-0.167208868323	0.235102454036	-0.0678935857128
976,425	-0.182929824052	0.228663218216	-0.0457333941635
97,645	-0.197027123971	0.220194338156	-0.0231672141845
976,475	-0.209375635516	0.209770978977	-0.000395343461144
9,765	-0.219865748153	0.197485654063	0.0223800940902
976,525	-0.228404346325	0.183447403943	0.0449569423814
97,655	-0.234915635993	0.167780828492	0.0671348075015
976,575	-0.239341817437	0.150624981008	0.0887168364291
9,766	-0.241643598326	0.132132134006	0.10951146432
976,625	-0.241800542535	0.112466427673	0.129334114862
97,665	-0.239811251579	0.091802412979	0.1480088386
976,675	-0.235693377078	0.0703235023786	0.165369874699
9,767	-0.229483464126	0.0482203418549	0.181263122271
976,725	-0.221236626965	0.0256891187526	0.195547508212
97,675	-0.211026059831	0.00292982042197	0.208096239409
976,775	-0.198942387329	-0.0198555408707	0.2187979282
9,768	-0.185092860084	-0.0424647210105	0.227557581094
976,825	-0.169600402819	-0.0646970391639	0.234297441983
97,685	-0.152602523315	-0.0863551590373	0.238957682352
976,875	-0.134250091911	-0.107246840454	0.241496932365
9,769	-0.114706002414	-0.1271866457	0.241892648114
976,925	-0.0941437262672	-0.145997585502	0.240141311769
97,695	-0.0727457728379	-0.163512690011	0.236258462849
976,975	-0.050702069476	-0.179576490862	0.230278560338
9,77	-0.0282082757264	-0.194046401154	0.22225467688
977,025	-0.00546404665859	-0.206793981086	0.212258027744

97,705	0.0173287392735	-0.217706078036	0.200377338763
977,075	0.0399677721106	-0.226685830949	0.186718058838
9,771	0.0622521061015	-0.233653530119	0.171401424018
977,125	0.0839839433132	-0.238547324746	0.154563381433
97,715	0.104970389304	-0.241323771966	0.136353382662
977,175	0.125025165279	-0.241958222506	0.116933057227
9,772	0.143970261527	-0.240445039514	0.0964747779869
977,225	0.161637517468	-0.236797648645	0.0751601311762
97,725	0.177870114279	-0.231048418937	0.0531783046579
977,275	0.192523966856	-0.223248375556	0.0307244087003
9,773	0.205469002755	-0.213466746937	0.00799774418181
977,325	0.216590316758	-0.201790350354	-0.014799966404
97,735	0.225789190816	-0.188322821372	-0.0374663694433
977,375	0.232983970316	-0.173183694014	-0.0598002763023
9,774	0.238110788901	-0.156507339808	-0.0816034490925
977,425	0.241124135387	-0.138441775138	-0.102682360249
97,745	0.241997257779	-0.119147347475	-0.122849910303
977,475	0.240722400764	-0.0987953121568	-0.141927088607
9,775	0.2373108746	-0.0775663123395	-0.159744562261
977,525	0.231792954773	-0.0556487756266	-0.176144179146
97,755	0.224217613314	-0.0332372415924	-0.190980371722
977,575	0.214652084175	-0.0105306350527	-0.204121449123
9,776	0.203181266497	0.0122694995912	-0.215450766089
977,625	0.189906971089	0.0349607872663	-0.224867758355
97,765	0.174947016787	0.0573418185182	-0.232288835305
977,675	0.158434184736	0.079213937236	-0.237648121972
9,777	0.140515039846	0.100383003942	-0.240898043788
977,725	0.121348629916	0.120661118995	-0.242009748911
97,775	0.101105073942	0.139868290418	-0.24097336436
977,775	0.0799640521631	0.157834031533	-0.237798083696
9,778	0.0581132112328	0.174398874238	-0.232512085471
977,825	0.0357464986753	0.189415784481	-0.225162283156
97,785	0.0130624414132	0.202751467374	-0.215813908787
977,875	-0.00973761635759	0.214287550364	-0.204549934007
9,779	-0.0324513003032	0.223921633949	-0.191470333646
977,925	-0.0548770022356	0.231568200624	-0.176691198388
97,795	-0.0768156696006	0.237159373981	-0.160343704381
977,975	-0.0980725722861	0.240645521232	-0.142572948946
9,78	-0.118459031069	0.241995693793	-0.123536662724
978,025	-0.137794092357	0.241197902038	-0.103403809681
97,805	-0.155906134364	0.238259221765	-0.0823530874013
978,075	-0.17263439046	0.233205731442	-0.0605713409817
9,781	-0.18783037617	0.226082280776	-0.0382519046063
978,125	-0.20135920716	0.216952092677	-0.0155928855163
97,815	-0.21310079652	0.205896202131	0.00720459438886
978,175	-0.222950920692	0.193012736978	0.0299381837137
9,782	-0.230822144609	0.178416046963	0.0524060976458
978,225	-0.236644597815	0.162235688803	0.0744089090113
97,825	-0.240366594683	0.144615276275	0.0957513184076
978,275	-0.241955093227	0.125711205524	0.116243887703
9,783	-0.241395988432	0.105691266917	0.135704721515
978,325	-0.238694237499	0.0847331557555	0.153961081743
97,835	-0.233873815889	0.0630228950625	0.17085020827
978,375	-0.226977504571	0.0407531844573	0.186224320113
9,784	-0.218066510336	0.018121689757	0.199944820579
978,425	-0.207219922573	-0.00467071150331	0.211890634077

97,845	-0.194534011314	-0.0274217130632	0.221955724377
978,475	-0.180121372773	-0.0499293756155	0.230050748388
9,785	-0.164109929981	-0.0719939192316	0.236103849213
978,525	-0.146641797375	-0.0934194966256	0.240061294
97,855	-0.127872019411	-0.114015931516	0.241887950928
978,575	-0.107967194422	-0.133600406656	0.241567601078
9,786	-0.0871039959037	-0.151999086547	0.239103082451
978,625	-0.0654676043784	-0.169048660439	0.234516264817
97,865	-0.0432500637451	-0.184597791907	0.227847855652
978,675	-0.0206485767021	-0.198508462158	0.21915703886
9,787	0.00213624562146	-0.210657195126	0.208520949505
978,725	0.024902164293	-0.220936153487	0.196033989194
97,875	0.0474471076571	-0.22925409587	0.181806988213
978,775	0.0695709649352	-0.235537186767	0.165966221832
9,788	0.0910773624259	-0.239729651939	0.148652289513
978,825	0.111775406538	-0.24179427352	0.130018866982
97,885	0.131481378188	-0.241712720413	0.110231342226
978,875	0.150020363518	-0.239485711046	0.0894653475284
9,789	0.167227806465	-0.235133007041	0.0679052005757
978,925	0.182950969395	-0.228693237857	0.0457422684615
97,895	0.197050288843	-0.220223557964	0.0231732691209
978,975	0.209400614317	-0.209799139582	0.000398525264453
9,79	0.219892319179	-0.19751250549	-0.0223798136894
979,025	0.228432273738	-0.183472707839	-0.0449595658989
97,905	0.234944671914	-0.167804360237	-0.067140311677
979,075	0.239371704142	-0.15064653171	-0.0887251724325
9,791	0.24167407054	-0.132151512356	-0.109522558184
979,125	0.241831329782	-0.112483461642	-0.12934786814
97,915	0.239842080584	-0.0918169513461	-0.148025129238
979,175	0.235723974193	-0.0703354160736	-0.165388558119
9,792	0.229513557759	-0.0482295251036	-0.181284032656
979,225	0.221265949991	-0.0256954900162	-0.195570459974
97,925	0.211054351962	-0.00293332312106	-0.208121028841
979,275	0.198969397425	0.0198549378538	-0.218824335279
9,793	0.185118348382	0.0424670230552	-0.227585371437
979,325	0.169624143063	0.0647022258635	-0.234326368927
97,935	0.152624304762	0.0863631843796	-0.238987489142
979,375	0.134269721206	0.107257633229	-0.241527354435
9,794	0.114723305299	0.127200110135	-0.241923415434
979,425	0.0941585491351	0.146013602106	-0.240172151241
97,945	0.0727579840933	0.163531116638	-0.236289100732
979,475	0.0507115607035	0.179597163976	-0.230308724679
9,795	0.0282149626537	0.194069137272	-0.222284099926
979,525	0.00546786990431	0.206818578415	-0.21228644832
97,955	-0.0173278136723	0.21773231826	-0.200404504588
979,575	-0.0399697523965	0.226713481165	-0.186743728769
9,796	-0.0622569747239	0.233682344909	-0.171425370185
979,625	-0.0839916570833	0.238577048351	-0.154585391268
97,965	-0.104980879778	0.241354140559	-0.13637326078
979,675	-0.125038339366	0.24198896653	-0.116950627164
9,797	-0.143986002315	0.240475886079	-0.0964898837642
979,725	-0.16165568526	0.236828323948	-0.0751726386876
97,975	-0.177890547834	0.231078650692	-0.0531881028586
979,775	-0.19254648482	0.223277895413	-0.0307314105932
9,798	-0.205493405271	0.213495292861	-0.00800188758998
979,825	-0.216616387238	0.201817668953	0.0147987182853

**DATA ARUS SETELAH PENGATURAN SUDUT FASA**

<b>Domain</b>	<b>ia</b>	<b>ib</b>	<b>ic</b>
9,956	0.192080578331	-0.114778526552	-0.0773020517792
995,625	0.19326434447	-0.0996326450233	-0.0936316994465
99,565	0.192732682605	-0.0836024170836	-0.109130265521
995,675	0.190490311804	-0.0668301281715	-0.123660183633
9,957	0.186557135511	-0.0494646503105	-0.1370924852
995,725	0.180968064876	-0.0316601207115	-0.149307944164
99,575	0.173772708885	-0.0135745736398	-0.160198135245
995,775	0.165034934028	0.0046314623086	-0.169666396337
9,958	0.154832297414	0.0227963890696	-0.177628686483
995,825	0.143255358366	0.0407589734674	-0.184014331833
99,585	0.130406874616	0.0583597783312	-0.188766652947
995,875	0.116400890214	0.075442577671	-0.191843467885
9,959	0.101361723271	0.0918557433505	-0.193217466622
995,925	0.0854228624963	0.107453590949	-0.192876453446
99,595	0.0687257823465	0.122097672868	-0.190823455214
995,975	0.0514186872872	0.135658007198	-0.187076694485
9,96	0.0336551963194	0.148014231452	-0.181669427772
996,025	0.0155929794465	0.15905667091	-0.174649650357
99,605	-0.00260764181581	0.168687312096	-0.166079670281
996,075	-0.0207851174648	0.176820672759	-0.156035555294
9,961	-0.0387781029397	0.183384560612	-0.144606457672
996,125	-0.0564268912277	0.188320714122	-0.131893822894
99,615	-0.0735748304344	0.191585319642	-0.118010489207
996,175	-0.0900697142376	0.193149400302	-0.103079686064
9,962	-0.105765132881	0.19299907321	-0.0872339403296
996,225	-0.120521772717	0.191135672682	-0.0706138999652
99,625	-0.134208652766	0.187575738392	-0.0533670856256
996,275	-0.146704287313	0.182350868569	-0.035646581256
9,963	-0.157897764219	0.175507439526	-0.0176096753075
996,325	-0.167689729392	0.167106194026	0.000583535365602
99,635	-0.175993268655	0.157221702118	0.0187715665375
996,375	-0.182734679207	0.145941699251	0.0367929799559
9,964	-0.187854123809	0.133366307529	0.0544878162795
996,425	-0.191306161909	0.119607147021	0.0716990148885
99,645	-0.193060152974	0.104786345008	0.0882738079654
996,475	-0.193100528452	0.0890354519788	0.104065076474
9,965	-0.19142692997	0.0724942739745	0.118932655996
996,525	-0.188054212506	0.0553096316622	0.132744580844
99,655	-0.183012312538	0.0376340571437	0.145378255394
996,575	-0.176345982328	0.0196244400697	0.156721542258
9,966	-0.168114392695	0.00144063507639	0.166673757618
996,625	-0.15839060781	-0.0167559570959	0.175146564906
99,665	-0.147260936678	-0.0348038222067	0.182064758885
996,675	-0.134824167046	-0.0525427661278	0.187366933174
9,967	-0.121190688563	-0.069815336737	0.1910060253
996,725	-0.106481512949	-0.0864682214748	0.192949734424
99,675	-0.0908271998878	-0.102353608157	0.193180808045
996,775	-0.0743666981701	-0.117330496968	0.191697195138
9,968	-0.0572461123748	-0.131265951981	0.188512064356
996,825	-0.0396174060334	-0.144036281112	0.183653687145
99,685	-0.0216370527913	-0.155528134014	0.177165186805

996,875	-0.00346464753685	-0.165639508189	0.169104155726
9,969	0.0147385101744	-0.174280654362	0.159542144188
996,925	0.0328108478259	-0.18137487311	0.148564025284
99,695	0.0505919540693	-0.186859195643	0.136267241574
996,975	0.0679240025468	-0.190684942728	0.122760940181
9,97	0.084653152769	-0.192818156761	0.108165003992
997,025	0.100630915614	-0.193239903185	0.0926089875706
99,705	0.115715471329	-0.191946438548	0.0762309672191
997,075	0.129772928328	-0.188949243733	0.0591763154059
9,971	0.142678511627	-0.184274922055	0.0415964104278
997,125	0.154317670357	-0.177964963123	0.023647292766
99,715	0.16458709452	-0.17007537458	0.00548828005954
997,175	0.17339563198	-0.160676184971	-0.0127194470093
9,972	0.180665097536	-0.14985082217	-0.030814275366
997,225	0.186330966896	-0.137695372863	-0.0486355940331
99,725	0.190342949402	-0.124317729678	-0.0660252197244
997,275	0.192665434415	-0.109836633523	-0.0828288008912
9,973	0.193277807391	-0.0943806196339	-0.0988971877576
997,325	0.192174632867	-0.078086876683	-0.114087756184
99,735	0.189365702697	-0.0611000290867	-0.12826567361
997,375	0.184875949143	-0.0435708533067	-0.141305095836
9,974	0.178745223577	-0.0256549395481	-0.153090284029
997,425	0.171027942752	-0.00751131072998	-0.163516632022
99,745	0.1617926058	0.010698989014	-0.172491594814
997,475	0.151121186224	0.028814323774	-0.179935509998
9,975	0.139108404301	0.0466739005564	-0.185782304858
997,525	0.125860886334	0.0641191964931	-0.189980082827
99,755	0.111496218229	0.0809953659026	-0.192491584132
997,575	0.0961419017983	0.0971526147103	-0.193294516509
9,976	0.0799342230406	0.112447530032	-0.192381753073
997,625	0.0630170424604	0.126744353117	-0.189761395577
99,765	0.0455405181501	0.13991618435	-0.1854567025
997,675	0.0276597729767	0.151846109626	-0.179505882603
9,977	0.00953351770017	0.162428238083	-0.171961755783
997,725	-0.00867735775435	0.171568642	-0.162891284246
99,775	-0.0268112123671	0.179186190505	-0.152374978138
997,775	-0.0447070887609	0.185213269697	-0.140506180936
9,978	-0.0622061418698	0.189596382796	-0.127390240926
997,825	-0.0791530488597	0.192296624978	-0.113143576119
99,785	-0.0953973877843	0.193290028704	-0.0978926409198
997,875	-0.110794972741	0.192567776451	-0.08177280371
9,979	-0.125209133677	0.190136278982	-0.0649271453054
997,925	-0.138511929478	0.18601711844	-0.0475051889626
99,795	-0.150585283587	0.180246856786	-0.0296615731995
997,975	-0.161322032058	0.172876711271	-0.0115546792129
9,98	-0.170626874752	0.163972099828	0.00665477492454
998,025	-0.178417221227	0.153612060418	0.0248051608086
99,805	-0.184623923815	0.141888549486	0.0427353743292
998,075	-0.189191891385	0.128905625743	0.0602862656419
9,981	-0.192080578333	0.11477852654	0.0773020517929
998,125	-0.19326434447	0.0996326450107	0.0936316994596
99,815	-0.192732682604	0.0836024170704	0.109130265533
998,175	-0.190490311802	0.0668301281578	0.123660183644
9,982	-0.186557135508	0.0494646502964	0.137092485211
998,225	-0.180968064871	0.0316601206971	0.149307944174
99,825	-0.173772708879	0.0135745736252	0.160198135254



998,275	-0.165034934021	-0.00463146232314	0.169666396344
9,983	-0.154832297406	-0.0227963890841	0.177628686649
998,325	-0.143255358357	-0.0407589734817	0.184014331839
99,835	-0.130406874606	-0.0583597783451	0.188766652951
998,375	-0.116400890204	-0.0754425776845	0.191843467888
9,984	-0.10136172326	-0.0918557433634	0.193217466623
998,425	-0.0854228624842	-0.107453590961	0.192876453446
99,845	-0.0687257823338	-0.122097672879	0.190823455213
998,475	-0.0514186872742	-0.135658007208	0.187076694483
9,985	-0.0336551963061	-0.148014231462	0.181669427768
998,525	-0.015592979433	-0.159056670919	0.174649650352
99,855	0.00260764182935	-0.168687312104	0.166079670275
998,575	0.0207851174782	-0.176820672765	0.156035555287
9,986	0.038778102953	-0.183384560617	0.144606457664
998,625	0.0564268912406	-0.188320714126	0.131893822885
99,865	0.0735748304469	-0.191585319644	0.118010489198
998,675	0.0900697142495	-0.193149400303	0.103079686053
9,987	0.105765132892	-0.19299907321	0.0872339403183
998,725	0.120521772728	-0.191135672681	0.0706138999533
99,875	0.134208652776	-0.187575738389	0.0533670856134
998,775	0.146704287321	-0.182350868565	0.0356465812434
9,988	0.157897764227	-0.175507439521	0.0176096752948
998,825	0.167689729398	-0.16710619402	-0.000583535378372
99,885	0.175993268661	-0.15722170211	-0.0187715665502
998,875	0.182734679211	-0.145941699242	-0.0367929799684
9,989	0.187854123812	-0.13336630752	-0.0544878162918
998,925	0.191306161911	-0.119607147011	-0.0716990149003
99,895	0.193060152974	-0.104786344997	-0.0882738079766
998,975	0.193100528451	-0.0890354519673	-0.104065076484
9,99	0.191426929968	-0.0724942739624	-0.118932656006
999,025	0.188054212502	-0.0553096316498	-0.132744580853
99,905	0.183012312533	-0.0376340571309	-0.145378255402
999,075	0.176345982322	-0.0196244400568	-0.156721542265
9,991	0.168114392688	-0.00144063506336	-0.166673757624
999,125	0.158390607802	0.0167559571088	-0.175146564911
99,915	0.147260936669	0.0348038222196	-0.182064758888
999,175	0.134824167036	0.0525427661403	-0.187366933177
9,992	0.121190688552	0.0698153367491	-0.191006025302
999,225	0.106481512937	0.0864682214864	-0.192949734424
99,925	0.0908271998754	0.102353608168	-0.193180808044
999,275	0.0743666981572	0.117330496978	-0.191697195135
9,993	0.0572461123614	0.131265951991	-0.188512064352
999,325	0.0396174060196	0.14403628112	-0.18365368714
99,935	0.0216370527774	0.155528134022	-0.177165186799
999,375	0.00346464752283	0.165639508195	-0.169104155718
9,994	-0.0147385101883	0.174280654368	-0.159542144179
999,425	-0.0328108478397	0.181374873114	-0.148564025274
99,945	-0.0505919540828	0.186859195646	-0.136267241563
999,475	-0.0679240025599	0.190684942729	-0.122760940169
9,995	-0.0846531527817	0.192818156762	-0.10816500398
999,525	-0.100630915626	0.193239903184	-0.0926089875575
99,955	-0.11571547134	0.191946438545	-0.0762309672054
999,575	-0.129772928338	0.18894924373	-0.0591763153918
9,996	-0.142678511637	0.18427492205	-0.0415964104134
999,625	-0.154317670366	0.177964963117	-0.0236472927513
99,965	-0.164587094528	0.170075374572	-0.00548828004479

**DATA TEGANGAN KONDISI TANPA GANGGUAN**

<b>Domain</b>	<b>Ea</b>	<b>Eb</b>	<b>Ec</b>
980,325	201,275,195,384	-163,392,850,797	-378,823,445,877
98,035	207,201,349,015	-149,673,450,903	-575,278,981,121
980,375	211,288,368,803	-134,625,538,863	-766,628,299,403
9,804	213,499,978,072	-118,382,681,009	-951,172,970,626
980,425	213,816,546,420	-101,089,050,098	-112,727,496,322
98,045	212,235,263,966	-828,981,456,216	-129,337,118,345
980,475	208,770,166,284	-639,714,313,362	-144,798,734,948
9,805	203,452,009,826	-444,769,020,974	-158,975,107,729
980,525	196,327,998,926	-245,875,927,267	-171,740,406,199
98,055	187,461,366,809	-448,004,214,252	-182,981,324,666
980,575	176,930,814,328	156,672,736,129	-192,598,087,941
9,806	164,829,811,414	356,755,255,387	-200,505,336,953
980,625	151,265,767,425	553,671,189,741	-206,632,886,399
98,065	136,359,077,776	745,672,699,418	-210,926,347,718
980,675	120,242,055,299	931,055,565,427	-213,347,611,841
9,807	103,057,755,826	110,817,431,632	-213,875,187,459
980,725	849,587,084,173	127,545,683,354	-212,504,391,771
98,075	661,055,614,977	14,314,183,056	-209,247,392,058
980,775	466,656,569,345	157,467,440,745	-204,133,097,679
9,808	268,115,446,968	170,395,358,778	-197,206,903,474
980,825	671,945,129,004	181,810,835,543	-188,530,286,833
98,085	-134,322,844,419	191,612,546,461	-178,180,262,019
980,875	-334,647,942,662	199,713,490,852	-166,248,696,586
9,809	-532,002,682,076	206,041,764,159	-152,841,495,952
980,925	-72,463,532,802	210,541,196,181	-138,077,663,379
98,095	-910,836,059,493	213,171,849,641	-122,088,243,692
980,975	-108,895,214,562	213,910,374,672	-10,501,516,011
9,81	-125,740,261,541	212,750,216,074	-87,009,954,533
981,025	-141,469,229,057	209,701,671,497	-682,324,424,396
98,105	-155,942,505,681	204,791,800,038	-488,492,943,565
981,075	-169,031,625,585	198,064,182,063	-290,325,564,787
9,811	-180,620,408,813	189,578,532,387	-895,812,357,415
981,125	-190,605,992,506	179,410,170,237	111,958,222,695
98,115	-198,899,743,916	167,649,350,714	31,250,393,202
981,175	-205,428,047,118	154,400,463,686	510,275,834,321
9,812	-21,013,295,643	139,781,107,211	703,518,492,193
981,225	-212,972,710,746	123,921,043,733	890,516,670,122
98,125	-213,922,104,203	106,961,048,299	106,961,055,904
981,275	-212,972,709,919	890,516,590,267	123,921,050,892
9,813	-210,132,954,785	703,518,409,252	13,978,111,386
981,325	-205,428,044,668	510,275,749,031	154,400,469,765
98,135	-198,899,740,683	312,503,845,136	167,649,356,169
981,375	-190,605,988,519	111,958,134,989	17,941,017,502
9,814	-180,620,404,107	-895,813,234,893	189,578,536,456
981,425	-169,031,620,202	-290,325,651,799	198,064,185,382
98,145	-155,942,499,669	-488,493,029,071	204,791,802,576
981,475	-141,469,222,469	-682,324,507,634	209,701,673,233
9,815	-125,740,254,436	-870,099,625,562	212,750,216,992
981,525	-108,895,207,003	-105,015,167,762	213,910,374,764
98,155	-910,835,980,027	-122,088,250,904	213,171,848,906
981,575	-724,635,245,388	-138,077,670,087	210,541,194,626

9,816	-532,002,597,009	-152,841,502,097	206,041,761,797
981,625	-334,647,855,918	-166,248,702,113	199,713,487,705
98,165	-134,322,756,767	-178,180,266,879	191,612,542,556
981,675	671,946,006,833	-188,530,290,983	181,810,830,915
9,817	2,681,155,341	-197,206,906,878	170,395,353,468
981,725	466,656,655,055	-204,133,100,306	1,574,674,348
98,175	661,055,698,504	-209,247,393,884	143,141,824,033
981,775	849,587,164,774	-21,250,439,278	127,545,676,303
9,818	103,057,763,522	-213,875,187,642	11,081,742,412
981,825	120,242,062,563	-213,347,611,198	931,055,486,356
98,185	136,359,084,543	-210,926,346,253	745,672,617,102
981,875	151,265,773,635	-206,632,884,126	553,671,104,909
9,819	164,829,817,013	-200,505,333,892	356,755,168,791
981,925	176,930,819,265	-192,598,084,119	15,667,264,854
98,195	18,746,137,104	-182,981,320,117	-448,005,092,307
981,975	196,328,002,414	-171,740,400,963	-245,876,014,511
9,82	203,452,012,540	-158,975,101,852	-444,769,106,879
982,025	208,770,168,210	-144,798,728,483	-639,714,397,167
98,205	212,235,265,067	-129,337,111,349	-82,898,153,718
982,075	213,816,546,696	-112,727,488,858	-101,089,057,838
9,821	213,499,977,520	-95,117,289,196	-118,382,688,324
982,125	211,288,367,429	-76,662,821,741	-134,625,545,688
98,215	207,201,346,831	-575,278,896,531	-149,673,457,178
982,175	201,275,192,409	-37,882,335,944	-163,392,856,465
9,822	193,562,505,131	-179,005,359,391	-175,661,969,192
982,225	184,131,743,354	224,015,048,988	-186,371,893,844
98,225	173,066,615,188	223,609,531,846	-195,427,568,373
982,275	160,465,335,493	422,832,784,759	-202,748,613,969
9,823	146,439,754,121	618,302,943,939	-208,270,048,514
982,325	131,114,363,123	808,285,002,417	-211,942,863,365
98,235	114,625,191,757	991,092,665,993	-213,734,458,356
982,375	971,185,990,737	11,651,033,209	-213,628,931,164
9,824	787,499,748,297	132,877,243,625	-211,627,218,455
982,425	59,682,360,234	148,064,727,339	-207,747,087,573
98,245	400,850,007,838	16,193,797,805	-202,022,978,834
982,475	201,318,440,289	174,373,855,805	-194,505,699,834
9,825	-4.40E+05	18,526,197,887	-185,261,974,471
982,525	-201,318,527,876	194,505,703,496	-174,373,850,708
98,255	-400,850,094,257	202,022,981,728	-161,937,972,302
982,575	-596,823,686,826	207,747,089,671	-148,064,720,989
9,826	-787,499,830,097	21,162,721,974	-13,287,723,673
982,625	-971,186,069,126	213,628,931,624	-116,510,324,712
98,265	-114,625,199,185	213,734,457,988	-991,092,588,026
982,675	-131,114,370,075	211,942,862,171	-808,284,920,961
9,827	-146,439,760,534	208,270,046,506	-618,302,859,716
982,725	-160,465,341,311	202,748,611,163	-422,832,698,515
98,275	-173,066,620,359	195,427,564,794	-22,360,944,435
982,775	-184,131,747,833	186,371,889,525	-22,401,416,926
9,828	-193,562,508,877	175,661,964,171	179,005,447,062
982,825	-20,127,519,539	163,392,850,787	378,823,446,028
98,285	-207,201,349,019	149,673,450,892	575,278,981,268
982,875	-211,288,368,805	134,625,538,851	766,628,299,546
9,829	-213,499,978,073	118,382,680,996	951,172,970,763
982,925	-21,381,654,642	101,089,050,084	112,727,496,335
98,295	-212,235,263,964	828,981,456,075	129,337,118,357
982,975	-208,770,166,281	639,714,313,216	144,798,734,959

9.83	-203,452,009,822	444,769,020,824	158,975,107,739
983,025	-19,632,799,892	245,875,927,117	171,740,406,208
98,305	-187,461,366,801	448,004,212,724	182,981,324,674
983,075	-17,693,081,432	-156,672,736,281	192,598,087,948
9,831	-164,829,811,405	-356,755,255,536	200,505,336,958
983,125	-151,265,767,414	-553,671,189,889	206,632,886,403
98,315	-136,359,077,764	-745,672,699,561	21,092,634,772
983,175	-120,242,055,286	-931,055,565,564	213,347,611,842
9,832	-103,057,755,813	-110,817,431,645	213,875,187,458
983,225	-849,587,084,032	-127,545,683,366	212,504,391,769
98,325	-661,055,614,833	-143,141,830,571	209,247,392,055
983,275	-466,656,569,196	-157,467,440,755	204,133,097,675
9,833	-268,115,446,816	-170,395,358,787	197,206,903,468
983,325	-671,945,127,491	-181,810,835,551	188,530,286,826
98,335	134,322,844,571	-191,612,546,468	178,180,262,011
983,375	334,647,942,813	-199,713,490,857	166,248,696,576
9,834	532,002,682,223	-206,041,764,163	152,841,495,941
983,425	724,635,328,164	-210,541,196,184	138,077,663,368
98,345	910,836,059,631	-213,171,849,642	122,088,243,679
983,475	108,895,214,575	-213,910,374,672	105,015,160,097
9,835	125,740,261,554	-212,750,216,073	87,009,954,519
983,525	141,469,229,069	-209,701,671,494	682,324,424,251
98,355	155,942,505,692	-204,791,800,033	488,492,943,418
983,575	169,031,625,594	-198,064,182,058	290,325,564,635
9,836	180,620,408,821	-18,957,853,238	895,812,355,889
983,625	190,605,992,513	-179,410,170,228	-111,958,222,846
98,365	198,899,743,922	-167,649,350,705	-312,503,932,171
983,675	205,428,047,122	-154,400,463,675	-510,275,834,469
9,837	210,132,956,433	-1,397,811,072	-703,518,492,336
983,725	212,972,710,747	-123,921,043,721	-890,516,670,261
98,375	213,922,104,203	-106,961,048,285	-106,961,055,918
983,775	212,972,709,918	-89,051,659,013	-123,921,050,905
9,838	210,132,954,782	-703,518,409,108	-139,781,113,871
983,825	205,428,044,663	-510,275,748,883	-154,400,469,775
98,385	198,899,740,677	-312,503,844,986	-167,649,356,179
983,875	190,605,988,512	-111,958,134,837	-179,410,175,028
9,839	180,620,404,099	89,581,323,642	-189,578,536,463
983,925	169,031,620,193	29,032,565,195	-198,064,185,388
98,395	155,942,499,659	48,849,302,922	-204,791,802,581
983,975	141,469,222,458	682,324,507,778	-209,701,673,236
9,84	125,740,254,424	870,099,625,702	-212,750,216,994
984,025	108,895,206,989	105,015,167,775	-213,910,374,764
98,405	910,835,979,889	122,088,250,916	-213,171,848,905
984,075	724,635,245,244	138,077,670,099	-210,541,194,623
9,841	532,002,596,861	152,841,502,107	-206,041,761,793
984,125	334,647,855,767	166,248,702,122	-199,713,487,699
98,415	134,322,756,615	178,180,266,888	-191,612,542,549
984,175	-671,946,008,361	188,530,290,991	-181,810,830,907
9,842	-268,115,534,252	197,206,906,884	-170,395,353,459
984,225	-466,656,655,204	20,413,310,031	-15,746,743,479
98,425	-66,105,569,865	209,247,393,887	-143,141,824,022
984,275	-849,587,164,914	212,504,392,782	-127,545,676,291
9,843	-103,057,763,536	213,875,187,643	-110,817,424,107
984,325	-120,242,062,575	213,347,611,197	-931,055,486,218
98,435	-136,359,084,555	21,092,634,625	-745,672,616,958
984,375	-151,265,773,646	206,632,884,122	-553,671,104,761

### DATA TEGANGAN KONDISI GANGGUAN

Domain	Ea	Ec	Eb
97,045	194,413,982,266	-118,476,749,584	-759,372,326,821
970,475	19,123,984,699	-132,640,062,507	-585,997,844,835
9,705	186,368,253,294	-145,626,052,844	-407,422,004,493
970,525	179,842,441,787	-157,319,456,027	-225,229,857,595
97,055	171,720,336,035	-167,616,480,582	-41,038,554,536
970,575	162,074,028,424	-176,425,729,388	143,517,009,637
9,706	150,989,140,263	-18,366,901,093	326,798,706,673
970,625	138,564,061,803	-189,282,033,329	507,179,715,255
97,065	124,909,078,922	-193,214,975	683,058,960,777
970,675	110,145,394,213	-195,432,926,874	852,875,326,607
9,707	944,040,511,877	-195,916,202,254	101,512,151,066
970,725	778,247,711,207	-194,660,511,553	116,835,740,432
97,075	605,547,128,757	-19,167,700,037	131,122,287,495
970,775	427,471,667,122	-186,992,150,563	144,244,983,851
9,708	245,601,936,708	-180,647,545,189	156,087,351,519
970,825	615,522,261,176	-172,699,499,416	166,544,276,804
97,085	-123,043,826,391	-16,321,856,066	175,522,943,299
970,875	-306,547,733,185	-152,288,882,404	182,943,655,723
9,709	-487,330,700,597	-140,007,477,247	188,740,547,307
970,925	-663,788,086,212	-12,648,335,581	192,862,164,431
97,095	-83,435,364,178	-111,836,559,153	195,271,923,331
970,975	-997,513,415,356	-961,970,932,797	195,948,434,815
9,71	-115,181,918,924	-797,037,751,959	19,488,569,412
971,025	-129,590,133,446	-625,030,007,611	192,093,134,207
97,105	-142,848,096,769	-447,474,452,667	187,595,542,036
971,075	-154,838,130,273	-265,947,082,801	181,432,838,553
9,711	-16,545,380,957	-820,591,478,026	173,659,724,351
971,125	-174,600,909,141	102,557,150,001	164,345,194,141
97,115	-182,198,238,681	286,263,143,283	153,571,924,353
971,175	-188,178,363,757	467,428,244,638	141,435,539,293
9,712	-192,488,204,354	644,444,419,802	128,043,762,374
971,225	-195,089,506,022	815,740,460,674	113,515,459,954
97,125	-195,959,179,423	979,795,931,467	979,795,862,763
971,275	-195,089,505,275	113,515,466,421	815,740,388,542
9,713	-192,488,202,867	128,043,768,379	644,444,344,882
971,325	-188,178,361,544	141,435,544,784	467,428,167,595
97,135	-182,198,235,761	153,571,929,281	286,263,064,801
971,375	-174,600,905,539	164,345,198,462	102,557,070,777
9,714	-165,453,805,319	173,659,728,026	-820,592,270,657
971,425	-15,483,812,541	18,143,284,155	-2,659,471,614
97,145	-142,848,091,338	187,595,544,329	-447,474,529,904
971,475	-129,590,127,495	192,093,135,775	-6,250,300,828
9,715	-115,181,912,506	194,885,694,949	-797,037,824,433
971,525	-997,513,347,071	195,948,434,898	-961,971,001,913
97,155	-834,353,569,998	195,271,922,667	-111,836,565,668
971,575	-663,788,011,569	192,862,163,027	-12,648,336,187
9,716	-487,330,623,757	188,740,545,173	-140,007,482,798
971,625	-306,547,654,829	182,943,652,879	-152,288,887,397
97,165	-123,043,747,215	175,522,939,771	-16,321,856,505
971,675	615,523,054,111	166,544,272,624	-172,699,503,165
9,717	245,602,015,416	156,087,346,722	-180,647,548,264
971,725	427,471,744,544	144,244,978,481	-186,992,152,935

97,175	605,547,204,207	131,122,281,599	-19,167,700,202
971,775	778,247,784,015	116,835,734,063	-194,660,512,464
9,718	944,040,581,396	10,151,214,428	-19,591,620,242
971,825	110,145,400,775	852,875,255,182	-195,432,926,293
97,185	124,909,085,035	68,305,888,642	-193,214,973,677
971,875	138,564,067,413	507,179,638,625	-189,282,031,276
9,719	15,098,914,532	326,798,628,452	-183,669,008,165
971,925	162,074,032,883	143,516,930,518	-176,425,725,935
97,195	171,720,339,857	-410,386,338,512	-167,616,476,472
971,975	179,842,444,938	-225,229,936,402	-157,319,451,297
9,72	186,368,255,745	-407,422,082,092	-145,626,047,536
972,025	191,239,848,721	-585,997,920,537	-132,640,056,667
97,205	194,413,983,261	-759,372,399,955	-118,476,743,265
972,075	195,862,485,522	-926,006,636,193	-103,261,821,903
9,721	195,572,498,496	-108,442,157,197	-871,303,412,985
972,125	193,546,596,127	-123,321,110,511	-702,254,856,167
97,215	18,980,276,047	-137,105,456,917	-52,697,303,553
972,175	184,374,222,074	-149,672,845,581	-347,013,764,923
9,722	17,730,916,503	-160,911,727,472	-163,974,375,573
972,225	168,670,299,285	-170,722,345,479	20,520,461,944
97,225	158,534,304,022	-179,017,619,861	204,833,158,387
972,275	146,991,147,054	-185,723,921,176	387,327,741,216
9,723	134,143,286,258	-190,781,723,818	566,384,375,594
972,325	120,104,760,157	-194,146,134,373	740,413,742,156
97,235	105,000,175,703	-195,787,290,095	907,871,143,927
972,375	889,636,022,549	-19,569,062,397	106,727,021,715
9,724	721,373,815,755	-193,856,994,013	121,719,612,437
972,425	546,708,643,904	-190,302,675,653	135,631,811,263
97,245	367,190,847,424	-185,059,217,271	148,340,132,529
972,475	184,413,838,989	-178,173,160,177	159,731,776,278
9,725	-3.97E+05	-169,705,625,498	169,705,629,472
972,525	-184,413,918,109	-159,731,771,674	178,173,163,485
97,255	-367,190,925,489	-148,340,127,336	185,059,219,885
972,575	-54,670,872,022	-135,631,805,527	190,302,677,549
9,726	-721,373,889,647	-121,719,606,209	193,856,995,174
972,625	-889,636,093,359	-10,672,701,505	195,690,624,386
97,265	-105,000,182,413	-907,871,073,499	195,787,289,763
972,675	-120,104,766,437	-740,413,668,575	194,146,133,294
9,727	-134,143,292,052	-566,384,299,513	190,781,722,003
972,725	-14,699,115,231	-387,327,663,312	185,723,918,641
97,275	-158,534,308,693	-20,483,307,935	179,017,616,628
972,775	-16,867,030,333	-205,203,824,757	170,722,341,578
9,728	-177,309,168,414	163,974,454,766	160,911,722,937
972,825	-184,374,224,766	34,701,384,314	149,672,840,452
97,285	-189,802,762,446	526,973,112,075	137,105,451,239
972,875	-193,546,597,371	70,225,493,036	123,321,104,335
9,729	-195,572,498,995	871,303,484,169	108,442,150,578
972,925	-195,862,485,272	103,261,828,657	926,006,566,154
97,295	-194,413,982,265	118,476,749,595	759,372,326,694
972,975	-191,239,846,987	132,640,062,517	585,997,844,701
9,73	-186,368,253,289	145,626,052,854	407,422,004,356
973,025	-179,842,441,781	157,319,456,036	225,229,857,456
97,305	-171,720,336,028	167,616,480,589	41,038,554,396
973,075	-162,074,028,416	176,425,729,394	-143,517,009,777
9,731	-150,989,140,254	183,669,010,935	-326,798,706,811
973,125	-138,564,061,793	189,282,033,332	-50,717,971,539

97,315	-124,909,078,911	193,214,975,002	-683,058,960,908
973,175	-110,145,394,202	195,432,926,875	-852,875,326,733
9,732	-944,040,511,754	195,916,202,253	-101,512,151,078
973,225	-778,247,711,078	194,660,511,551	-116,835,740,443
97,325	-605,547,128,624	191,677,000,367	-131,122,287,505
973,275	-427,471,666,985	186,992,150,559	-14,424,498,386
9,733	-24,560,193,657	180,647,545,184	-156,087,351,527
973,325	-615,522,259,777	172,699,499,409	-166,544,276,812
97,335	123,043,826,531	163,218,560,652	-175,522,943,305
973,375	306,547,733,323	152,288,882,395	-182,943,655,728
9,734	487,330,700,732	140,007,477,237	-188,740,547,311
973,425	663,788,086,343	1,264,833,558	-192,862,164,434
97,345	834,353,641,907	111,836,559,142	-195,271,923,332
973,475	997,513,415,477	961,970,932,675	-195,948,434,815
9,735	115,181,918,935	797,037,751,832	-194,885,694,119
973,525	129,590,133,456	625,030,007,479	-192,093,134,204
97,355	142,848,096,779	447,474,452,531	-187,595,542,032
973,575	154,838,130,281	265,947,082,663	-181,432,838,548
9,736	165,453,809,578	820,591,476,628	-173,659,724,344
973,625	174,600,909,147	-102,557,150,141	-164,345,194,133
97,365	182,198,238,687	-28,626,314,342	-153,571,924,345
973,675	188,178,363,761	-467,428,244,773	-141,435,539,283
9,737	192,488,204,356	-644,444,419,934	-128,043,762,363
973,725	195,089,506,023	-8,157,404,608	-113,515,459,943
97,375	195,959,179,423	-979,795,931,588	-979,795,862,642
973,775	195,089,505,274	-113,515,466,432	-815,740,388,415
9,738	192,488,202,865	-128,043,768,389	-644,444,344,751
973,825	18,817,836,154	-141,435,544,794	-467,428,167,459
97,385	182,198,235,756	-15,357,192,929	-286,263,064,663
973,875	174,600,905,533	-164,345,198,469	-102,557,070,639
9,739	165,453,805,312	-173,659,728,032	820,592,272,056
973,925	154,838,125,402	-181,432,841,556	265,947,161,539
97,395	142,848,091,329	-187,595,544,333	447,474,530,039
973,975	129,590,127,485	-192,093,135,778	625,030,082,933
9,74	115,181,912,495	-194,885,694,951	797,037,824,561
974,025	997,513,346,952	-195,948,434,899	961,971,002,033
97,405	834,353,569,871	-195,271,922,666	111,836,565,679
974,075	663,788,011,437	-192,862,163,024	12,648,336,188
9,741	487,330,623,622	-18,874,054,517	140,007,482,807
974,125	306,547,654,691	-182,943,652,874	152,288,887,405
97,415	123,043,747,075	-175,522,939,765	163,218,565,058
974,175	-615,523,055,498	-166,544,272,616	172,699,503,171
9,742	-245,602,015,554	-156,087,346,714	180,647,548,269
974,225	-427,471,744,681	-144,244,978,471	18,699,215,294
97,425	-605,547,204,339	-131,122,281,589	191,677,002,023
974,275	-778,247,784,143	-116,835,734,052	194,660,512,466
9,743	-944,040,581,519	-101,512,144,268	19,591,620,242
974,325	-110,145,400,786	-852,875,255,057	195,432,926,292
97,435	-124,909,085,045	-683,058,886,288	193,214,973,674
974,375	-138,564,067,423	-50,717,963,849	189,282,031,272
9,744	-150,989,145,329	-326,798,628,315	18,366,900,816
974,425	-162,074,032,891	-143,516,930,378	176,425,725,929
97,445	-171,720,339,864	410,386,339,913	167,616,476,465
974,475	-179,842,444,943	22,522,993,654	157,319,451,289
9,745	-186,368,255,749	407,422,082,229	145,626,047,527
974,525	-191,239,848,724	585,997,920,671	132,640,056,657

**DATA TEGANGAN SETELAH PENGATURAN SUDUT FASA**

<b>Domain</b>	<b>Ea</b>	<b>Eb</b>	<b>Ec</b>
500,375	206,449,703,419	-131,542,513,487	-749,071,899,316
5,004	208,610,665,416	-115,671,629,638	-929,390,357,782
500,425	208,919,984,378	-987,740,362,147	-110,145,948,164
50,045	207,374,914,769	-809,997,174,536	-126,375,197,316
500,475	203,989,170,736	-625,064,394,662	-14,148,273,127
5,005	198,792,804,382	-43,458,349,897	-155,334,454,485
500,525	191,831,939,022	-240,245,209,374	-167,807,418,085
50,055	183,168,359,792	-437,744,862,928	-178,790,911,163
500,575	172,878,965,233	153,084,782,227	-188,187,443,455
5,006	161,055,084,739	348,585,259,384	-195,913,610,678
500,625	147,801,667,912	5,409,916,691	-201,900,834,822
50,065	133,236,353,017	728,596,198,462	-206,095,972,863
500,675	11,748,842,282	909,733,656,387	-208,461,788,459
5,007	100,697,657,065	108,279,625,397	-208,977,282,462
500,725	830,130,917,764	124,624,787,535	-207,637,879,312
50,075	645,916,964,088	139,863,771,237	-204,455,467,646
500,775	455,969,805,712	153,861,314,203	-199,458,294,774
5,008	26,197,542,706	166,493,173,252	-192,690,715,958
500,825	656,557,359,712	177,647,227,108	-184,212,800,705
50,085	-131,246,720,077	187,224,471,601	-174,099,799,593
500,875	-326,984,220,948	195,139,898,429	-162,441,476,334
5,009	-519,819,386,725	201,323,249,703	-149,341,311,031
500,925	-708,040,598,824	205,719,641,561	-134,915,581,679
50,095	-889,977,192,445	208,290,051,317	-119,292,332,073
500,975	-10,640,142,855	209,011,663,832	-102,610,235,282
5,01	-122,860,711,243	207,878,074,021	-850,173,627,783
501,025	-138,229,473,565	204,899,343,709	-666,698,701,441
50,105	-152,371,301,294	200,101,912,317	-477,306,110,226
501,075	-165,160,670,566	193,528,362,185	-283,676,916,188
5,011	-176,484,062,034	18,523,704,061	-875,297,857,584
501,125	-186,240,968,473	175,301,541,948	109,394,265,246
50,115	-194,344,786,891	16,381,005,439	305,347,325,008
501,175	-200,723,587,222	150,864,577,192	498,590,100,296
5,012	-205,320,750,783	136,580,015,327	687,407,354,557
501,225	-208,095,472,824	121,083,159,577	870,123,132,474
50,125	-209,023,124,717	10,451,156,113	104,511,563,587
501,275	-208,095,472,557	870,123,106,682	121,083,161,889
5,013	-205,320,750,251	687,407,327,768	136,580,017,474
501,325	-20,072,358,643	498,590,072,748	150,864,579,156
50,135	-194,344,785,846	305,347,296,945	163,810,056,152
501,375	-186,240,967,185	109,394,236,918	175,301,543,493
5,014	-176,484,060,514	-875,298,141,006	185,237,041,924
501,425	-165,160,668,828	-283,676,944,293	193,528,363,257
50,145	-152,371,299,353	-477,306,137,844	200,101,913,137
501,475	-138,229,471,437	-666,698,728,326	20,489,934,427
5,015	-122,860,708,948	-850,173,653,697	207,878,074,318
501,525	-106,401,426,108	-102,610,237,753	209,011,663,861
50,155	-889,977,166,777	-119,292,334,402	20,829,005,108
501,575	-708,040,572,135	-134,915,583,845	205,719,641,059
5,016	-519,819,359,249	-149,341,313,016	201,323,248,941
501,625	-32,698,419,293	-162,441,478,119	195,139,897,412



50,165	-131,246,691,767	-174,099,801,163	187,224,470,339
501,675	656,557,643,245	-184,212,802,046	177,647,225,614
5,017	261,975,455,204	-192,690,717,057	166,493,171,537
501,725	455,969,833,396	-199,458,295,622	153,861,312,283
50,175	645,916,991,067	-204,455,468,235	139,863,769,129
501,775	830,130,943,799	-207,637,879,638	124,624,785,258
5,018	10,069,765,955	-208,977,282,521	108,279,622,971
501,825	117,488,425,166	-208,461,788,251	909,733,630,847
50,185	133,236,355,203	-20,609,597,239	728,596,171,874
501,875	147,801,669,918	-201,900,834,088	5,409,916,417
5,019	161,055,086,547	-195,913,609,689	348,585,231,414
501,925	172,878,966,827	-188,187,442,221	153,084,753,936
50,195	183,168,361,158	-178,790,909,693	-437,745,146,538
501,975	191,831,940,149	-167,807,416,394	-240,245,237,554
5,02	198,792,805,258	-155,334,452,586	-434,583,526,717
502,025	203,989,171,355	-141,482,729,181	-625,064,421,731
50,205	207,374,915,125	-126,375,195,056	-809,997,200,687
502,075	208,919,984,467	-110,145,945,753	-987,740,387,147
5,021	208,610,665,238	-929,390,332,373	-115,671,632
502,125	206,449,702,975	-749,071,872,833	-131,542,515,692
50,215	202,456,278,533	-56,210,459,832	-146,245,818,701
502,175	196,665,837,831	-370,148,043,599	-159,651,033,471
5,022	189,129,777,229	-174,906,028,638	-171,639,174,365
502,225	179,914,987,335	21,888,464,615	-182,103,833,796
50,225	169,103,259,276	218,488,674,306	-190,952,126,707
502,275	156,790,558,717	413,149,563,057	-198,105,515,023
5,023	143,086,174,059	604,143,307,037	-203,500,504,762
502,325	12,811,174,639	789,774,632,255	-207,089,209,615
50,235	11,200,018,979	968,395,861,926	-208,839,775,983
502,375	948,945,115,776	113,842,154,137	-208,736,665,715
5,024	76,946,542,962	129,834,251,062	-206,780,794,024
502,425	583,155,913,838	144,673,929,983	-202,989,521,366
50,245	39,167,026,488	158,229,472,859	-197,396,499,347
502,475	196,708,122,923	170,380,559,733	-190,051,372,025
5,025	-1.43E+05	181,019,336,696	-18,101,933,527
502,525	-196,708,151,313	190,051,373,212	-170,380,558,081
50,255	-391,670,292,892	197,396,500,285	-158,229,470,996
502,575	-583,155,941,223	202,989,522,047	-144,673,927,924
5,026	-769,465,456,135	20,678,079,444	-129,834,248,827
502,625	-948,945,141,185	208,736,665,864	-113,842,151,745
50,265	-112,000,192,198	208,839,775,864	-968,395,836,653
502,675	-128,111,748,643	207,089,209,228	-789,774,605,852
5,027	-143,086,176,137	203,500,504,111	-604,143,279,738
502,725	-156,790,560,603	198,105,514,113	-413,149,535,102
50,275	-169,103,260,952	190,952,125,547	-218,488,645,946
502,775	-179,914,988,786	182,103,832,396	-218,884,360,992
5,028	-189,129,778,443	171,639,172,737	174,906,057,056
502,825	-196,665,838,797	15,965,103,163	370,148,071,665
50,285	-202,456,279,242	146,245,816,664	562,104,625,787
502,875	-206,449,703,421	131,542,513,475	749,071,899,457
5,029	-208,610,665,417	115,671,629,625	929,390,357,916
502,925	-208,919,984,378	987,740,362,015	110,145,948,176
50,295	-207,374,914,767	809,997,174,398	126,375,197,328
502,975	-203,989,170,732	625,064,394,519	141,482,731,281
5,03	-198,792,804,377	434,583,498,823	155,334,454,495
503,025	-191,831,939,016	240,245,209,225	167,807,418,094

50,305	-183,168,359,785	437,744,861,433	17,879,091,117
503,075	-172,878,965,224	-153,084,782,377	188,187,443,462
5,031	-16,105,508,473	-348,585,259,531	195,913,610,683
503,125	-147,801,667,901	-540,991,669,245	201,900,834,826
50,315	-133,236,353,005	-728,596,198,603	206,095,972,865
503,175	-117,488,422,808	-909,733,656,522	20,846,178,846
5,032	-100,697,657,051	-10,827,962,541	208,977,282,462
503,225	-830,130,917,627	-124,624,787,548	20,763,787,931
50,325	-645,916,963,946	-139,863,771,248	204,455,467,642
503,275	-455,969,805,566	-153,861,314,213	19,945,829,477
5,033	-261,975,426,911	-166,493,173,261	192,690,715,952
503,325	-656,557,358,217	-177,647,227,116	184,212,800,698
50,335	131,246,720,227	-187,224,471,607	174,099,799,585
503,375	326,984,221,096	-195,139,898,434	162,441,476,324
5,034	51,981,938,687	-201,323,249,707	14,934,131,102
503,425	708,040,598,966	-205,719,641,564	134,915,581,667
50,345	889,977,192,581	-208,290,051,318	11,929,233,206
503,475	106,401,428,563	-209,011,663,831	102,610,235,269
5,035	122,860,711,255	-20,787,807,402	850,173,627,645
503,525	138,229,473,577	-204,899,343,706	666,698,701,298
50,355	152,371,301,305	-200,101,912,313	477,306,110,081
503,575	165,160,670,575	-193,528,362,179	283,676,916,039
5,036	176,484,062,042	-185,237,040,603	875,297,856,082
503,625	186,240,968,479	-17,530,154,194	-109,394,265,396
50,365	194,344,786,896	-163,810,054,381	-305,347,325,156
503,675	200,723,587,226	-150,864,577,182	-498,590,100,442
5,037	205,320,750,786	-136,580,015,316	-687,407,354,698
503,725	208,095,472,826	-121,083,159,565	-870,123,132,611
50,375	209,023,124,717	-104,511,561,117	-1,045,115,636
503,775	208,095,472,556	-870,123,106,546	-121,083,161,901
5,038	205,320,750,248	-687,407,327,626	-136,580,017,486
503,825	200,723,586,426	-498,590,072,602	-150,864,579,166
50,385	194,344,785,841	-305,347,296,797	-163,810,056,161
503,875	186,240,967,178	-109,394,236,768	-175,301,543,501
5,039	176,484,060,506	8,752,981,425	-185,237,041,931
503,925	165,160,668,818	283,676,944,441	-193,528,363,263
50,395	152,371,299,342	47,730,613,799	-200,101,913,141
503,975	138,229,471,426	666,698,728,468	-204,899,344,273
5,04	122,860,708,936	850,173,653,834	-207,878,074,319
504,025	106,401,426,095	102,610,237,766	-209,011,663,861
50,405	889,977,166,642	119,292,334,414	-208,290,051,078
504,075	708,040,571,994	134,915,583,857	-205,719,641,056
5,041	519,819,359,104	149,341,313,026	-201,323,248,936
504,125	326,984,192,782	162,441,478,128	-195,139,897,407
50,415	131,246,691,617	174,099,801,171	-187,224,470,333
504,175	-656,557,644,745	184,212,802,053	-177,647,225,606
5,042	-261,975,455,352	192,690,717,063	-166,493,171,528
504,225	-455,969,833,542	199,458,295,627	-153,861,312,273
50,425	-64,591,699,121	204,455,468,238	-139,863,769,117
504,275	-830,130,943,936	20,763,787,964	-124,624,785,246
5,043	-100,697,659,564	208,977,282,522	-108,279,622,958
504,325	-117,488,425,179	20,846,178,825	-909,733,630,712
50,435	-133,236,355,214	206,095,972,387	-728,596,171,734
504,375	-147,801,669,928	201,900,834,084	-540,991,641,555
5,044	-161,055,086,557	195,913,609,684	-348,585,231,266
504,425	-172,878,966,836	188,187,442,214	-153,084,753,787

**DATA KECEPATAN KONDISI TANPA GANGGUAN**

<b>Domain</b>	<b>Output speed</b>	<b>Domain</b>	<b>Output speed</b>
5,768	0.982694105547	578,125	0.982848272129
576,825	0.982697191825	57,815	0.982851003819
57,685	0.982700271013	578,175	0.982853729217
576,875	0.982703343128	5,782	0.982856448338
5,769	0.982706408185	578,225	0.982859161196
576,925	0.982709466201	57,825	0.982861867805
57,695	0.982712517191	578,275	0.982864568179
576,975	0.982715561171	5,783	0.982867262332
5,77	0.982718598156	578,325	0.982869950278
577,025	0.982721628163	57,835	0.982872632031
57,705	0.982724651207	578,375	0.982875307606
577,075	0.982727667304	5,784	0.982877977016
5,771	0.982730676469	578,425	0.982880640275
577,125	0.982733678717	57,845	0.982883297397
57,715	0.982736674066	578,475	0.982885948395
577,175	0.982739662529	5,785	0.982888593285
5,772	0.982742644122	578,525	0.982891232078
577,225	0.982745618861	57,855	0.98289386479
57,725	0.982748586762	578,575	0.982896491435
577,275	0.982751547839	5,786	0.982899112024
5,773	0.982754502108	578,625	0.982901726573
577,325	0.982757449584	57,865	0.982904335095
57,735	0.982760390283	578,675	0.982906937604
577,375	0.982763324219	5,787	0.982909534113
5,774	0.982766251409	578,725	0.982912124636
577,425	0.982769171866	57,875	0.982914709186
57,745	0.982772085607	578,775	0.982917287777
577,475	0.982774992646	5,788	0.982919860422
5,775	0.982777892999	578,825	0.982922427135
577,525	0.98278078668	57,885	0.982924987929
57,755	0.982783673704	578,875	0.982927542818
577,575	0.982786554087	5,789	0.982930091815
5,776	0.982789427844	578,925	0.982932634933
577,625	0.982792294989	57,895	0.982935172185
57,765	0.982795155537	578,975	0.982937703585
577,675	0.982798009503	5,79	0.982940229147
5,777	0.982800856902	579,025	0.982942748882
577,725	0.982803697749	57,905	0.982945262805
57,775	0.982806532058	579,075	0.982947770929
577,775	0.982809359845	5,791	0.982950273266
5,778	0.982812181123	579,125	0.982952769831
577,825	0.982814995908	57,915	0.982955260635
57,785	0.982817804214	579,175	0.982957745692
577,875	0.982820606056	5,792	0.982960225015
5,779	0.982823401448	579,225	0.982962698617
577,925	0.982826190405	57,925	0.982965166511
57,795	0.982828972941	579,275	0.98296762871
577,975	0.982831749071	5,793	0.982970085227
5,78	0.98283451881	579,325	0.982972536074
578,025	0.982837282171	57,935	0.982974981265
57,805	0.982840039169	579,375	0.982977420812
578,075	0.982842789819	5,794	0.982979854728
5,781	0.982845534134	579,425	0.982982283026

57,945	0.982984705718	58,085	0.983111810774
579,475	0.982987122818	580,875	0.983113934127
5,795	0.982989534338	5,809	0.983116052568
579,525	0.98299194029	580,925	0.983118166108
57,955	0.982994340687	58,095	0.983120274757
579,575	0.982996735543	580,975	0.983122378527
5,796	0.982999124869	5,81	0.98312447743
579,625	0.983001508677	581,025	0.983126571475
57,965	0.983003886981	58,105	0.983128660674
579,675	0.983006259793	581,075	0.983130745039
5,797	0.983008627126	5,811	0.983132824579
579,725	0.983010988991	581,125	0.983134899307
57,975	0.983013345402	58,115	0.983136969233
579,775	0.98301569637	581,175	0.983139034368
5,798	0.983018041908	5,812	0.983141094723
579,825	0.983020382028	581,225	0.983143150309
57,985	0.983022716743	58,125	0.983145201137
579,875	0.983025046065	581,275	0.983147247218
5,799	0.983027370005	5,813	0.983149288561
579,925	0.983029688578	581,325	0.983151325179
57,995	0.983032001793	58,135	0.983153357083
579,975	0.983034309664	581,375	0.983155384281
5,8	0.983036612203	5,814	0.983157406787
580,025	0.983038909422	581,425	0.983159424609
58,005	0.983041201333	58,145	0.98316143776
580,075	0.983043487948	581,475	0.983163446249
5,801	0.983045769279	5,815	0.983165450087
580,125	0.983048045338	581,525	0.983167449285
58,015	0.983050316137	58,155	0.983169443853
580,175	0.983052581688	581,575	0.983171433802
5,802	0.983054842003	5,816	0.983173419143
580,225	0.983057097094	581,625	0.983175399885
58,025	0.983059346972	58,165	0.98317737604
580,275	0.98306159165	581,675	0.983179347618
5,803	0.983063831139	5,817	0.98318131463
580,325	0.983066065452	581,725	0.983183277085
58,035	0.983068294599	58,175	0.983185234994
580,375	0.983070518593	581,775	0.983187188368
5,804	0.983072737445	5,818	0.983189137217
580,425	0.983074951168	581,825	0.983191081552
58,045	0.983077159772	58,185	0.983193021381
580,475	0.98307936327	581,875	0.983194956717
5,805	0.983081561672	5,819	0.983196887569
580,525	0.983083754991	581,925	0.983198813947
58,055	0.983085943238	58,195	0.983200735862
580,575	0.983088126425	581,975	0.983202653324
5,806	0.983090304563	5,82	0.983204566342
580,625	0.983092477664	582,025	0.983206474928
58,065	0.983094645739	58,205	0.983208379091
580,675	0.983096808799	582,075	0.983210278841
5,807	0.983098966857	5,821	0.983212174189
580,725	0.983101119923	582,125	0.983214065144
58,075	0.983103268008	58,215	0.983215951717
580,775	0.983105411125	582,175	0.983217833917
5,808	0.983107549284	5,822	0.983219711754
580,825	0.983109682496	582,225	0.98322158524

58,225	0.983223454382	58,365	0.983321492809
582,275	0.983225319192	583,675	0.983323130174
5,823	0.98322717968	5,837	0.983324763737
582,325	0.983229035854	583,725	0.983326393507
58,235	0.983230887726	58,375	0.983328019493
582,375	0.983232735304	583,775	0.983329641702
5,824	0.983234578599	5,838	0.983331260145
582,425	0.983236417621	583,825	0.983332874829
58,245	0.983238252378	58,385	0.983334485763
582,475	0.983240082882	583,875	0.983336092956
5,825	0.983241909142	5,839	0.983337696417
582,525	0.983243731167	583,925	0.983339296153
58,255	0.983245548967	58,395	0.983340892174
582,575	0.983247362551	583,975	0.983342484488
5,826	0.983249171931	5,84	0.983344073104
582,625	0.983250977114	584,025	0.983345658029
58,265	0.983252778111	58,405	0.983347239273
582,675	0.983254574931	584,075	0.983348816844
5,827	0.983256367584	5,841	0.98335039075
582,725	0.98325815608	584,125	0.983351961
58,275	0.983259940427	58,415	0.983353527602
582,775	0.983261720635	584,175	0.983355090565
5,828	0.983263496715	5,842	0.983356649896
582,825	0.983265268674	584,225	0.983358205605
58,285	0.983267036523	58,425	0.9833597577
582,875	0.983268800272	584,275	0.983361306188
5,829	0.983270559929	5,843	0.983362851079
582,925	0.983272315503	584,325	0.983364392379
58,295	0.983274067005	58,435	0.983365930099
582,975	0.983275814444	584,375	0.983367464245
5,83	0.983277557828	5,844	0.983368994827
583,025	0.983279297168	584,425	0.983370521852
58,305	0.983281032471	58,445	0.983372045328
583,075	0.983282763749	584,475	0.983373565264
5,831	0.983284491009	5,845	0.983375081668
583,125	0.983286214262	584,525	0.983376594547
58,315	0.983287933515	58,455	0.983378103911
583,175	0.983289648779	584,575	0.983379609766
5,832	0.983291360063	5,846	0.983381112122
583,225	0.983293067375	584,625	0.983382610986
58,325	0.983294770725	58,465	0.983384106366
583,275	0.983296470122	584,675	0.98338559827
5,833	0.983298165575	5,847	0.983387086707
583,325	0.983299857093	584,725	0.983388571683
58,335	0.983301544684	58,475	0.983390053208
583,375	0.983303228359	584,775	0.983391531289
5,834	0.983304908125	5,848	0.983393005934
583,425	0.983306583993	584,825	0.98339447715
58,345	0.98330825597	58,485	0.983395944946
583,475	0.983309924066	584,875	0.98339740933
5,835	0.98331158829	5,849	0.98339887031
583,525	0.98331324865	584,925	0.983400327893
58,355	0.983314905156	58,495	0.983401782086
583,575	0.983316557816	584,975	0.983403232899
5,836	0.983318206639	5,85	0.983404680339
583,625	0.983319851634	585,025	0.983406124412

**DATA KECEPATAN KONDISI GANGGUAN**

<b>Domain</b>	<b>Output speed</b>	<b>Domain</b>	<b>Output speed</b>
991,775	-0.932116488245	9,931	-0.933399592351
9,918	-0.932140694903	993,125	-0.933423804826
991,825	-0.932164901671	99,315	-0.933448017411
99,185	-0.932189108548	993,175	-0.933472230105
991,875	-0.932213315535	9,932	-0.933496442909
9,919	-0.932237522632	993,225	-0.933520655823
991,925	-0.932261729838	99,325	-0.933544868847
99,195	-0.932285937155	993,275	-0.933569081998
991,975	-0.932310144581	9,933	-0.933593295223
9,92	-0.932334352117	993,325	-0.933617508576
992,025	-0.932358559762	99,335	-0.933641722039
99,205	-0.932382767518	993,375	-0.933665935611
992,075	-0.932406975383	9,934	-0.933690149294
9,921	-0.932431183358	993,425	-0.933714363086
992,125	-0.932455391442	99,345	-0.933738576987
99,215	-0.932479599637	993,475	-0.933762790999
992,175	-0.932503807941	9,935	-0.93378700512
9,922	-0.932528016355	993,525	-0.933811219351
992,225	-0.932552224878	99,355	-0.933835433692
99,225	-0.932576433512	993,575	-0.933859648142
992,275	-0.932600642255	9,936	-0.933883862703
9,923	-0.932624851108	993,625	-0.933908077373
992,325	-0.93264906007	99,365	-0.933932292153
99,235	-0.932673269143	993,675	-0.933956507042
992,375	-0.932697478325	9,937	-0.933980722042
9,924	-0.932721687617	993,725	-0.934004937151
992,425	-0.932745897018	99,375	-0.93402915237
99,245	-0.93277010653	993,775	-0.934053367698
992,475	-0.932794316151	9,938	-0.934077583137
9,925	-0.932818525882	993,825	-0.934101798685
992,525	-0.932842735723	99,385	-0.934126014343
99,255	-0.932866945673	993,875	-0.934150230111
992,575	-0.932891155733	9,939	-0.934174445988
9,926	-0.932915365903	993,925	-0.934198661975
992,625	-0.932939576183	99,395	-0.934222878073
99,265	-0.932963786572	993,975	-0.934247094279
992,675	-0.932987997071	9,94	-0.934271310596
9,927	-0.93301220768	994,025	-0.934295527022
992,725	-0.933036418399	99,405	-0.934319743558
99,275	-0.933060629228	994,075	-0.934343960204
992,775	-0.933084840166	9,941	-0.93436817696
9,928	-0.933109051214	994,125	-0.934392393825
992,825	-0.933133262372	99,415	-0.9344166108
99,285	-0.933157473639	994,175	-0.934440827885
992,875	-0.933181685016	9,942	-0.93446504508
9,929	-0.933205896503	994,225	-0.934489262384
992,925	-0.9332301081	99,425	-0.934513479798
99,295	-0.933254319807	994,275	-0.934537697322
992,975	-0.933278531623	9,943	-0.934561914956
9,93	-0.933302743549	994,325	-0.9345861327
993,025	-0.933326955585	99,435	-0.934610350553
99,305	-0.933351167731	994,375	-0.934634568516
993,075	-0.933375379986	9,944	-0.934658786589

994,425	-0.934683004771	995,825	-0.93603939819
99,445	-0.934707223064	99,585	-0.93606362263
994,475	-0.934731441466	995,875	-0.936087847179
9,945	-0.934755659978	9,959	-0.936112071839
994,525	-0.934779878599	995,925	-0.936136296607
99,455	-0.934804097331	99,595	-0.936160521486
994,575	-0.934828316172	995,975	-0.936184746475
9,946	-0.934852535123	9,96	-0.936208971573
994,625	-0.934876754184	996,025	-0.936233196781
99,465	-0.934900973354	99,605	-0.936257422099
994,675	-0.934925192634	996,075	-0.936281647526
9,947	-0.934949412025	9,961	-0.936305873064
994,725	-0.934973631524	996,125	-0.936330098711
99,475	-0.934997851134	99,615	-0.936354324468
994,775	-0.935022070853	996,175	-0.936378550335
9,948	-0.935046290682	9,962	-0.936402776311
994,825	-0.935070510621	996,225	-0.936427002397
99,485	-0.93509473067	99,625	-0.936451228593
994,875	-0.935118950828	996,275	-0.936475454899
9,949	-0.935143171097	9,963	-0.936499681315
994,925	-0.935167391475	996,325	-0.93652390784
99,495	-0.935191611962	99,635	-0.936548134475
994,975	-0.93521583256	996,375	-0.93657236122
9,95	-0.935240053267	9,964	-0.936596588075
995,025	-0.935264274084	996,425	-0.93662081504
99,505	-0.935288495011	99,645	-0.936645042114
995,075	-0.935312716048	996,475	-0.936669269298
9,951	-0.935336937194	9,965	-0.936693496592
995,125	-0.93536115845	996,525	-0.936717723996
99,515	-0.935385379816	99,655	-0.936741951509
995,175	-0.935409601292	996,575	-0.936766179132
9,952	-0.935433822877	9,966	-0.936790406865
995,225	-0.935458044572	996,625	-0.936814634708
99,525	-0.935482266377	99,665	-0.93683886266
995,275	-0.935506488292	996,675	-0.936863090723
9,953	-0.935530710317	9,967	-0.936887318895
995,325	-0.935554932451	996,725	-0.936911547177
99,535	-0.935579154695	99,675	-0.936935775568
995,375	-0.935603377049	996,775	-0.93696000407
9,954	-0.935627599513	9,968	-0.936984232681
995,425	-0.935651822086	996,825	-0.937008461402
99,545	-0.935676044769	99,685	-0.937032690233
995,475	-0.935700267562	996,875	-0.937056919173
9,955	-0.935724490465	9,969	-0.937081148224
995,525	-0.935748713478	996,925	-0.937105377384
99,555	-0.9357729366	99,695	-0.937129606654
995,575	-0.935797159832	996,975	-0.937153836034
9,956	-0.935821383174	9,97	-0.937178065523
995,625	-0.935845606625	997,025	-0.937202295122
99,565	-0.935869830187	99,705	-0.937226524831
995,675	-0.935894053858	997,075	-0.93725075465
9,957	-0.935918277639	9,971	-0.937274984579
995,725	-0.93594250153	997,125	-0.937299214617
99,575	-0.93596672553	99,715	-0.937323444765
995,775	-0.93599094964	997,175	-0.937347675023
9,958	-0.936015173861	9,972	-0.937371905391

997,225	-0.937396135869	998,625	-0.938753217832
99,725	-0.937420366456	99,865	-0.938777454567
997,275	-0.937444597153	998,675	-0.938801691413
9,973	-0.93746882796	9,987	-0.938825928368
997,325	-0.937493058877	998,725	-0.938850165433
99,735	-0.937517289903	99,875	-0.938874402607
997,375	-0.93754152104	998,775	-0.938898639892
9,974	-0.937565752286	9,988	-0.938922877286
997,425	-0.937589983641	998,825	-0.93894711479
99,745	-0.937614215107	99,885	-0.938971352404
997,475	-0.937638446682	998,875	-0.938995590128
9,975	-0.937662678368	9,989	-0.939019827961
997,525	-0.937686910163	998,925	-0.939044065904
99,755	-0.937711142067	99,895	-0.939068303957
997,575	-0.937735374082	998,975	-0.93909254212
9,976	-0.937759606206	9,99	-0.939116780393
997,625	-0.93778383844	999,025	-0.939141018775
99,765	-0.937808070784	99,905	-0.939165257267
997,675	-0.937832303238	999,075	-0.939189495869
9,977	-0.937856535801	9,991	-0.939213734581
997,725	-0.937880768475	999,125	-0.939237973403
99,775	-0.937905001258	99,915	-0.939262212334
997,775	-0.937929234151	999,175	-0.939286451375
9,978	-0.937953467153	9,992	-0.939310690526
997,825	-0.937977700266	999,225	-0.939334929787
99,785	-0.938001933488	99,925	-0.939359169157
997,875	-0.93802616682	999,275	-0.939383408638
9,979	-0.938050400262	9,993	-0.939407648228
997,925	-0.938074633813	999,325	-0.939431887928
99,795	-0.938098867475	99,935	-0.939456127737
997,975	-0.938123101246	999,375	-0.939480367657
9,98	-0.938147335127	9,994	-0.939504607686
998,025	-0.938171569117	999,425	-0.939528847825
99,805	-0.938195803218	99,945	-0.939553088074
998,075	-0.938220037428	999,475	-0.939577328433
9,981	-0.938244271748	9,995	-0.939601568902
998,125	-0.938268506178	999,525	-0.93962580948
99,815	-0.938292740718	99,955	-0.939650050168
998,175	-0.938316975367	999,575	-0.939674290966
9,982	-0.938341210127	9,996	-0.939698531874
998,225	-0.938365444996	999,625	-0.939722772891
99,825	-0.938389679974	99,965	-0.939747014018
998,275	-0.938413915063	999,675	-0.939771255255
9,983	-0.938438150262	9,997	-0.939795496602
998,325	-0.93846238557	999,725	-0.939819738059
99,835	-0.938486620988	99,975	-0.939843979626
998,375	-0.938510856516	999,775	-0.939868221302
9,984	-0.938535092153	9,998	-0.939892463088
998,425	-0.9385593279	999,825	-0.939916704984
99,845	-0.938583563758	99,985	-0.939940946989
998,475	-0.938607799725	999,875	-0.939965189105
9,985	-0.938632035801	9,999	-0.93998943133
998,525	-0.938656271988	999,925	-0.940013673665
99,855	-0.938680508284	99,995	-0.94003791611
998,575	-0.93870474469	999,975	-0.940062158665
9,986	-0.938728981206	10.0	-0.940086401329



**DATA KECEPATAN SETELAH PENGATURAN SUDUT FASA**

<b>Domain</b>	<b>Output speed</b>	<b>Domain</b>	<b>Output speed</b>
782,125	0.979780405343	78,345	0.979892098215
78,215	0.979782614555	783,475	0.979894103217
782,175	0.979784819731	7,835	0.97989610455
7,822	0.979787020879	783,525	0.97989810222
782,225	0.979789218005	78,355	0.979900096235
78,225	0.979791411117	783,575	0.979902086601
782,275	0.979793600223	7,836	0.979904073324
7,823	0.979795785328	783,625	0.979906056411
782,325	0.979797966441	78,365	0.979908035869
78,235	0.979800143569	783,675	0.979910011703
782,375	0.979802316718	7,837	0.979911983921
7,824	0.979804485897	783,725	0.979913952529
782,425	0.979806651111	78,375	0.979915917534
78,245	0.979808812369	783,775	0.979917878942
782,475	0.979810969677	7,838	0.979919836759
7,825	0.979813123042	783,825	0.979921790992
782,525	0.979815272471	78,385	0.979923741648
78,255	0.979817417972	783,875	0.979925688732
782,575	0.979819559552	7,839	0.979927632252
7,826	0.979821697217	783,925	0.979929572214
782,625	0.979823830975	78,395	0.979931508624
78,265	0.979825960832	783,975	0.979933441488
782,675	0.979828086796	7,84	0.979935370813
7,827	0.979830208874	784,025	0.979937296606
782,725	0.979832327072	78,405	0.979939218872
78,275	0.979834441398	784,075	0.979941137619
782,775	0.979836551858	7,841	0.979943052851
7,828	0.979838658459	784,125	0.979944964577
782,825	0.97984076121	78,415	0.979946872801
78,285	0.979842860115	784,175	0.979948777531
782,875	0.979844955182	7,842	0.979950678772
7,829	0.979847046419	784,225	0.979952576532
782,925	0.979849133832	78,425	0.979954470815
78,295	0.979851217427	784,275	0.979956361629
782,975	0.979853297213	7,843	0.97995824898
7,83	0.979855373194	784,325	0.979960132873
783,025	0.97985744538	78,435	0.979962013316
78,305	0.979859513775	784,375	0.979963890315
783,075	0.979861578387	7,844	0.979965763875
7,831	0.979863639224	784,425	0.979967634003
783,125	0.979865696291	78,445	0.979969500704
78,315	0.979867749595	784,475	0.979971363986
783,175	0.979869799144	7,845	0.979973223855
7,832	0.979871844943	784,525	0.979975080316
783,225	0.979873887	78,455	0.979976933375
78,325	0.979875925321	784,575	0.97997878304
783,275	0.979877959914	7,846	0.979980629315
7,833	0.979879990784	784,625	0.979982472208
783,325	0.979882017939	78,465	0.979984311723
78,335	0.979884041385	784,675	0.979986147868
783,375	0.979886061129	7,847	0.979987980649
7,834	0.979888077178	784,725	0.97998981007
783,425	0.979890089538	78,475	0.979991636139

784,775	0.979993458862	786,175	0.980090372337
7,848	0.979995278244	7,862	0.980092013977
784,825	0.979997094292	786,225	0.980093652604
78,485	0.979998907011	78,625	0.980095288223
784,875	0.980000716409	786,275	0.98009692084
7,849	0.980002522489	7,863	0.98009855046
784,925	0.980004325259	786,325	0.980100177089
78,495	0.980006124725	78,635	0.980101800732
784,975	0.980007920893	786,375	0.980103421395
7,85	0.980009713768	7,864	0.980105039082
785,025	0.980011503356	786,425	0.9801066538
78,505	0.980013289664	78,645	0.980108265553
785,075	0.980015072697	786,475	0.980109874348
7,851	0.980016852461	7,865	0.980111480189
785,125	0.980018628963	786,525	0.980113083082
78,515	0.980020402207	78,655	0.980114683032
785,175	0.980022172201	786,575	0.980116280044
7,852	0.980023938949	7,866	0.980117874124
785,225	0.980025702458	786,625	0.980119465277
78,525	0.980027462733	78,665	0.980121053509
785,275	0.980029219781	786,675	0.980122638824
7,853	0.980030973607	7,867	0.980124221228
785,325	0.980032724216	786,725	0.980125800726
78,535	0.980034471616	78,675	0.980127377324
785,375	0.980036215811	786,775	0.980128951027
7,854	0.980037956808	7,868	0.98013052184
785,425	0.980039694612	786,825	0.980132089768
78,545	0.980041429229	78,685	0.980133654816
785,475	0.980043160664	786,875	0.98013521699
7,855	0.980044888924	7,869	0.980136776295
785,525	0.980046614015	786,925	0.980138332737
78,555	0.980048335941	78,695	0.980139886319
785,575	0.980050054709	786,975	0.980141437048
7,856	0.980051770324	7,87	0.980142984929
785,625	0.980053482792	787,025	0.980144529966
78,565	0.98005519212	78,705	0.980146072166
785,675	0.980056898311	787,075	0.980147611532
7,857	0.980058601373	7,871	0.980149148071
785,725	0.98006030131	787,125	0.980150681788
78,575	0.980061998129	78,715	0.980152212686
785,775	0.980063691835	787,175	0.980153740773
7,858	0.980065382434	7,872	0.980155266052
785,825	0.980067069931	787,225	0.980156788529
78,585	0.980068754332	78,725	0.980158308209
785,875	0.980070435642	787,275	0.980159825097
7,859	0.980072113868	7,873	0.980161339198
785,925	0.980073789014	787,325	0.980162850517
78,595	0.980075461087	78,735	0.980164359059
785,975	0.980077130091	787,375	0.98016586483
7,86	0.980078796033	7,874	0.980167367833
786,025	0.980080458918	787,425	0.980168868075
78,605	0.980082118751	78,745	0.98017036556
786,075	0.980083775538	787,475	0.980171860294
7,861	0.980085429285	7,875	0.98017335228
786,125	0.980087079997	787,525	0.980174841525
78,615	0.980088727679	78,755	0.980176328033

787,575	0.98017781181	788,975	0.980256692679
7,876	0.980179292859	7,89	0.980258028675
787,625	0.980180771187	789,025	0.980259362213
78,765	0.980182246797	78,905	0.980260693297
787,675	0.980183719696	789,075	0.980262021932
7,877	0.980185189887	7,891	0.980263348122
787,725	0.980186657377	789,125	0.980264671872
78,775	0.980188122169	78,915	0.980265993185
787,775	0.980189584268	789,175	0.980267312068
7,878	0.98019104368	7,892	0.980268628523
787,825	0.98019250041	789,225	0.980269942555
78,785	0.980193954462	78,925	0.980271254169
787,875	0.980195405841	789,275	0.98027256337
7,879	0.980196854551	7,893	0.98027387016
787,925	0.980198300599	789,325	0.980275174546
78,795	0.980199743989	78,935	0.980276476531
787,975	0.980201184724	789,375	0.98027777612
7,88	0.980202622812	7,894	0.980279073317
788,025	0.980204058255	789,425	0.980280368126
78,805	0.980205491059	78,945	0.980281660552
788,075	0.980206921229	789,475	0.980282950599
7,881	0.98020834877	7,895	0.980284238272
788,125	0.980209773685	789,525	0.980285523574
78,815	0.980211195981	78,955	0.98028680651
788,175	0.980212615662	789,575	0.980288087085
7,882	0.980214032732	7,896	0.980289365302
788,225	0.980215447196	789,625	0.980290641166
78,825	0.98021685906	78,965	0.980291914682
788,275	0.980218268327	789,675	0.980293185853
7,883	0.980219675003	7,897	0.980294454684
788,325	0.980221079092	789,725	0.980295721179
78,835	0.980222480599	78,975	0.980296985342
788,375	0.980223879529	789,775	0.980298247178
7,884	0.980225275886	7,898	0.980299506691
788,425	0.980226669674	789,825	0.980300763884
78,845	0.9802280609	78,985	0.980302018763
788,475	0.980229449567	789,875	0.980303271332
7,885	0.980230835679	7,899	0.980304521594
788,525	0.980232219243	789,925	0.980305769554
78,855	0.980233600261	78,995	0.980307015217
788,575	0.98023497874	789,975	0.980308258585
7,886	0.980236354682	7,9	0.980309499664
788,625	0.980237728094	790,025	0.980310738458
78,865	0.98023909898	79,005	0.98031197497
788,675	0.980240467344	790,075	0.980313209206
7,887	0.980241833191	7,901	0.980314441168
788,725	0.980243196525	790,125	0.980315670862
78,875	0.980244557351	79,015	0.980316898291
788,775	0.980245915674	790,175	0.98031812346
7,888	0.980247271498	7,902	0.980319346372
788,825	0.980248624828	790,225	0.980320567032
78,885	0.980249975668	79,025	0.980321785444
788,875	0.980251324023	790,275	0.980323001612
7,889	0.980252669897	7,903	0.98032421554
788,925	0.980254013294	790,325	0.980325427233
78,895	0.98025535422	79,035	0.980326636693