

TUGAS AKHIR

**SIMULASI PENGATURAN KECEPATAN MOTOR ASINKRON
ROTOR SANGKAR DENGAN MENGATUR FREKUENSI STATOR
MENGUNAKAN *CYCLOCONVERTER***

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH GELAR
SARJANA TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK.

OLEH:

R.LANDESTRI HUTAGALUNG

NIM : 1152050001



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2016**

**SIMULASI PENGATURAN KECEPATAN MOTOR ASINKRON
ROTOR SANGKAR DENGAN MENGATUR FREKUENSI STATOR
MENGUNAKAN *CYCLOCONVERTER***

TUGAS AKHIR

DIAJUKAN UNTUK MELENGKAPI PERSYARATAN GUNA MEMPEROLEH GELAR
SARJANA TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN TEKNIK ENERGI LISTRIK.

OLEH :

R.LANDESTRI HUTAGALUNG

NIM : 1152050001

Jakarta, 01 Juni 2016

Menyetujui,

Ir. Robinson Purba, MT
Pembimbing I

Ir. Bambang Widodo, MT
Pembimbing II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknik

Ir. Bambang Widodo, MT

PENYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis yang saya buat ini bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah pernah dipublikasikan atau sudah pernah dipergunakan untuk memperoleh gelar sarjana teknik di Universitas lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasinya dicantumkan yang dijadikan sebagai referensi yang semestinya.

Jakarta, 01 Juni 2016

R.LANDESTRI HUTAGALUNG

ABSTRAK

Untuk menjalankan motor-motor listrik pada industri, terkadang dibutuhkan sumber tegangan listrik AC dengan amplituda dan frekuensi yang berbeda dengan sumber tegangan listrik AC yang disediakan oleh jaringan jala-jala/*grid*. Dalam hal ini jala-jala yang disediakan oleh PT. PLN adalah bertegangan 220 V dengan frekuensi 50 Hz. Pada penelitian ini dilakukan simulasi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Dengan Cycloconverter, yang mereduksi frekuensi fundamental 50 Hz menjadi frekuensi variabel. Tujuannya untuk mengurangi kecepatan motor induksi dengan cara mereduksi frekuensi masukan motor induksi tersebut. Komponen yang digunakan dalam pembuatan rangkaian *cycloconverter* adalah SCR (*Silicon Controlled Rectifier*). SCR merupakan keluarga dari komponen elektronika daya *thyristor*. Spesifikasi motor induksi satu fasa yang digunakan dalam pengujian rangkaian *cycloconverter* ini adalah motor Induksi 1200 rpm, 380 V, 50 Hz, 2hp. Hasil pengujian pada beban motor induksi tiga fasa dengan beban 4 Nm, untuk $f = 35$ Hz, kecepatan motor $n = 1911$ rpm, Pada $f = 25$ Hz, kecepatan motor $n = 1414$ rpm.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita haturkan kehadiran Tuhan Yesus yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulisan laporan tugas akhir ini dapat terselesaikan, meskipun dalam proses penyusunannya sering mengalami berbagai hambatan namun berkat kesabaran dan motivasi penulis laporan ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.

Tugas akhir yang dibuat dengan judul “**SIMULASI PENGATURAN KECEPATAN MOTOR ASINKRON ROTOR SANGKAR DENGAN MENGATUR FREKUENSI STATOR MENGGUNAKAN *CYCLOCONVERTER***” disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknik Program Studi Elektro Universitas Kristen Indonesia.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala bantuan dan bimbingan serta saran dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung dengan demikian saya sampaikan salam terima kasih saya kepada:

1. Bapak Ir. Robinson Purba, MT selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Bambang Widodo, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Indonesia.
3. Kedua orang tua penulis, Nahum Hutagalung, Lasmaida Sitompul dan segenap keluarga R. Landestri Hutagalung yang telah memberikan kepercayaan, kesabaran, dorongan dan segala bantuan secara moril maupun materi sehingga tugas akhir ini selesai.
4. Segenap Dosen Fakultas Teknik Program Studi Elektro Universitas Kristen Indonesia yang telah memberikan ilmu pengetahuan selama masa perkuliahan.
5. Bapak Dwi, Bapak Parno, dan segenap staf karyawan Fakultas Teknik Program Studi Elektro Universitas Kristen Indonesia atas bantuan selama ini
6. Aldi Hadi Kencana, Roy Raming, Theograha Rakyan, Hendrik Yosua, Hendra Helmylton, Sri Murdanu, Sintong Panjaiatan dan Hendrik Amrico yang membantu penulis tugas akhir ini dan membantu dalam perkuliahan baik secara langsung maupun tidak langsung.

7. Teman-teman di kampus baik angkatan 2010, 2012, 2013, 2014 dan 2015 yang selalu mendukung dan memberi motivasi sehingga penulisan laporan ini dapat terselesaikan.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat tidak bisa disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari dengan keterbatasan kemampuan, pengetahuan, dan pengalaman yang dimiliki, penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis dengan senang hati mengharapkan kritik dan saran yang bisa membangun dari semua pihak.

Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penyusun tugas akhir ini sendiri, maupun semua pihak serta dapat bermanfaat bagi kemajuan Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia. Tuhan Yesus memberkati.

Jakarta, 01 Juni 2016

R.LANDESTRI HUTAGALUNG

DAFTAR ISI

PENYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Metodologi Penelitian.....	2
1.5.Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	4
1.1.Motor Induksi	4
2.1.1. Konstruksi Motor Induksi.....	4
2.1.1.1.Stator.....	4
2.1.1.2.Rotor	5
2.1.2. Medan Putar	7
2.1.3. Prinsip Kerja Motor Induksi.. ..	12
2.1.4. Pengaruh <i>Slip</i> Terhadap Frekuensi dan Tegangan Rotor.....	13
2.1.5. Rangkaian Pengganti Motor Asinkron.....	14
2.1.6. Daya Pada Motor Asinkron.....	17
2.1.7. Karakteristik Kopel Fungsi <i>Slip</i> dan Putaran.....	19
2.2. Pengaturan Kecepatan Pada Motor Induksi Rotor Sangkar.....	21
2.3. Silicon controlled rectifier.....	23
2.4. Konverter Tiga Fasa Dengan SCR.....	25
2.5. Cycloconverter.....	27
2.6. Motor Induksi Rotor Sangkar Dengan Cycloconverter Tiga Fasa.....	29
BAB III PERANCANGAN SIMULASI	32
3.1.Metode Penelitian.....	32

3.1.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.1.2. Pengumpulan Data.....	33
3.1.3. Analisa Data.....	33
3.1.4. Penarikan Kesimpulan.....	33
3.2.MATLAB.....	34
3.3.Rangkaian Simulasi.....	34
3.3.1. Rangkaian Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor Asinkron Rotor Sangkar Dengan Mengatur Frekuensi Stator Menggunakan <i>Cycloconverter</i>	34
3.4.Spesifikasi Komponen Simulasi.....	35
3.5.Prosedur Simulasi.....	42
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS SIMULASI.....	43
4.1. Data Hasil Simulasi.....	43
4.1.1. Pengaturan Kecepatan Motor Asinkron Rotor Sangkar Menggunakan <i>Cycloconverte3</i>	43
4.2. Analisa Data Hasil Simulasi.....	50
BAB V KESIMPULAN.....	51
DAFTAR PUSAKA.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	konstruksi Motor Asinkron.....	4
Gambar 2.2	Konstruksi Stator Motor Asinkron.....	5
Gambar 2.3	Konstruksi Rotor Motor Asinkron.....	5
Gambar 2.4	Rotor Sangkar.....	6
Gambar 2.5	Rotor Belitan Dengan Tahanan Luar.....	7
Gambar 2.6	Stator yang Memiliki Terminal A, B, C Terhubung Dengan Sumber Tiga Fasa.....	8
Gambar 2.7	Nilai Seaat Arus Dan Posisi Flux.....	8
Gambar 2.8a	Fluks Yang Dihasilkan Oleh Kumparan Stator Pada $\omega = 0^\circ$	9
Gambar 2.8b	Fluks Yang Dihasilkan Oleh Kumparan Stator Pada $\omega = 60^\circ$	9
Gambar 2.8c	Fluks Yang Dihasilkan Oleh Kumparan Stator Pada $\omega = 120^\circ$	10
Gambar 2.8d	Fluks Yang Dihasilkan Oleh Kumparan Stator Pada $\omega = 180^\circ$	10
Gambar 2.8e	Fluks Yang Dihasilkan Oleh Kumparan Stator Pada $\omega = 240^\circ$	11
Gambar 2.8f	Fluks Yang Dihasilkan Oleh Kumparan Stator Pada $\omega = 360^\circ$	11
Gambar 2.10a	Rangkain Pengganti Rotor Motor Asinkron.....	15
Gambar 2.10b	Rangkain Pengganti Rotor Motor Asinkron Yang Dipindahkan Kesisi Stator.....	15
Gambar 2.11	Rangkaian Pengganti Motor Asinkron	17
Gambar 2.12	Diagram Daya dan Rugi-rugi Motor Asinkro.....	19
Gambar 2.13	Karakteristik Kopel Fungsi <i>Slip</i> /Putaran	21
Gambar. 2.14	Karakteristik Pengaturan Kecepatan Terhadap Perubahan Frekuensi.....	22
Gambar 2.17	Simbol SCR Dan Tiga pn-Juntion.....	23
Gambar 2.18	Karakteristik V_I SCR.....	24
Gambar 2.19	Efek arus gerbang pada tegangan maju blocking.....	25
Gambar 2.20	Tegangan searah yang dihasilkan oleh konverter tiga fasa gelombang penuh dengan SCR untuk berbagai sudut penyalan (α).....	27
Gambar 2.21a	Rangkaian Cycloconverter.....	27
Gambar 2.21b	Bentuk Gelombang Cycloconverter.....	29
Gambar 2.22	Motor Induksi Rotor Sangkar Dengan Cycloconverter 3 Fasa.....	31
Gambar 3.1	Rangkaian simulasi pengaturan kecepatan motor asinkron rotor	

	sangkar menggunakan <i>cycloconverter</i>	36
Gambar 3.2	AC Voltage Source.....	36
Gambar 3.3	Block parameters AC voltage source.....	36
Gambar 3.4	Ground.....	37
Gambar 3.5	Block Transformator.....	37
Gambar 3.6	Block Parameter Transformator.....	38
Gambar 3.7a	thyristor –P.....	38
Gambar 3.7b	thyristor –N.....	38
Gambar 3.8	Blok Parameter Thyristor.....	39
Gambar 3.9	Pulsa Generator.....	39
Gambar 3.10	Blok Parameter Pulsa Generator.....	40
Gambar 3.11	Motor asinkron 3 fasa rotor sangkar.....	41
Gambar 3.12	Parameter Motot asinkron 3 Fasa Rotor sangkar.....	41
Gambar 3.13	<i>Scope</i>	42
Gambar 3.14	<i>Display Measurement</i>	42
Gambar 4.1.1a	Grafik Percobaan Tanpa Beban.....	44
Gambar 4.1.1b	Grafik Percobaan Beban 4 Nm.....	45
Gambar 4.1.1c	Grafik Percobaan Beban 7 Nm.....	46
Gambar 4.1.1d	Grafik Percobaan Tanpa Beban.....	47
Gambar 4.1.1e	Grafik Percobaan Beban 4 Nm.....	48
Gambar 4.1.1f	Grafik Percobaan Beban 7 Nm.....	49