

**SIMULASI PENGATURAN KECEPATAN
MOTOR INDUKSI TIGA PHASA ROTOR BELITAN
DENGAN *CHOPPER* MENGGUNAKAN MATLAB**

TUGAS AKHIR

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

OLEH :

RAVLES MANGASI

NIM : 1252057008



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2014**

SIMULASI PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI
TIGA PHASA ROTOR BELITAN
DENGAN *CHOPPER* MENGGUNAKAN MATLAB

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

OLEH :
RAVLES MANGASI
NIM : 1252057008

Menyetujui,

Pembimbing 1

(Ir. Robinson Purba, MT)

Pembimbing 2

(Ir. Bambang Widodo, MT)

Mengetahui,

FAKULTAS TEKNIK UKI
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

Ketua,

(Susilo. S, S.Kom., MT)

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TULIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa, sejauh yang saya ketahui, karya tulis ini bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah pernah di publikasikan, atau yang sudah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana lainnya di Universitas yang lain, kecuali pada bagian-bagian dimana sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Jakarta, Agustus 2014

Ravles Mangasi

ABSTRAK

Dalam bidang perindustrian banyak sekali digunakan motor – motor listrik untuk keperluan suatu produksi atau lainnya, salah satu yang digunakan adalah motor induksi rotor belitan. Pada industri, beban mekanik yang digunakan ada bermacam – macam, untuk itu dibutuhkan suatu sistem pengaturan kecepatan agar kecepatan motor induksi tersebut sesuai dengan yang diinginkan. Permasalahan yang paling umum dalam mengendalikan kecepatan motor induksi adalah sempitnya daerah pengaturan yang diperoleh. Hal ini disebabkan karena motor induksi dirancang untuk berkerja pada kecepatan yang relative konstan. Untuk memperoleh daerah pengaturan yang kecepataannya lebar, diperlukan biaya yang cukup mahal. Dari berbagai cara pengaturan kecepatan motor induksi, salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan merubah parameter rotornya.

Dari hal tersebut, Penulis mencoba mensimulasikan suatu system yang dapat mengatur perubahan kecepatan putar pada rotor sesuai dengan kebutuhan. Dimana pada penulisan ini, Penulis menambahkan *Chopper* pada rangkaian rotor, sehingga mendapatkan daerah pengaturan kecepatan yang lebih luas.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan anugrahNya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Simulasi Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Belitan Dengan Chopper Menggunakan Matlab” dengan baik dan tepat waktu.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Robinson Purba, ST., MT sebagai Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Ir. Bambang Widodo, MT sebagai Dosen Pembimbing 2, atas masukan dan bimbingannya selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini. Terima kasih juga kepada Universitas Kristen Indonesia, seluruh dosen, pegawai yang turut membantu selama pengerjaan Tugas Akhir ini. Terkhusus untuk segenap keluarga besar Panjaitan, Manurung, teman-teman pelayanan, serta seluruh pihak atas dorongan semangat dan doa kepada Penulis selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan, terkhusus bagi Universitas Kristen Indonesia. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini, karena itu Penulis mengharapkan saran dan kritik dari setiap pembaca laporan ini. Terima kasih, Tuhan Yesus memberkati.

Jakarta, Agustus 2014

Ravles Mangasi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I	
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	1
1.3 Pembatasan Masalah	1
1.4 Metode Penulisan	2
1.5 Sistematika Pembahasan	2
BAB II	
TEORI DASAR	3
2.1 Motor Induksi	3
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi	4
2.1.1.1 Stator	4
2.1.1.2 Rotor	5
2.1.2 Prinsip Kerja Motor Induksi	7
2.1.3 Rangkaian Ekuivalen Motor Induksi	10
2.1.4 Torsi Motor Induksi	15
2.1.5 Efisiensi	18
2.2 Pengendalian Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa	20
2.2.1 Mengubah Tegangan Jala-jala Stator	21
2.2.2 Mengubah Resistansi Rangkaian Motor	22
2.2.3 Mengubah Frekuensi Jaringan	23

2.2.4	Mengubah Tegangan di Rotor Menggunakan <i>Chopper</i>	23
2.3	Rectifier	25
2.4	DC <i>Chopper</i>	27
2.5	Pengaturan Tahanan Eksternal Menggunakan <i>Chopper</i>	28
2.6	<i>Insulated Gate Bipolar Transistor</i> (IGBT)	29

BAB III

PERANCANGAN SISTEM DAN RANGKAIAN SIMULASI 30

3.1	Rangkaian Simulasi	31
3.2	Prinsip Kerja Rangkaian Simulasi	31
3.3	Spesifikasi Rangkaian	32

BAB IV

HASIL SIMULASI DAN ANALISA 38

4.1	Hasil Simulasi	38
4.1.1	Simulasi $R = 1\Omega$ dan Periode 10s	38
4.1.1.1	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 1%	38
4.1.1.2	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 10%	39
4.1.1.3	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 30%	40
4.1.1.4	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 50%	41
4.1.1.5	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 75%	42
4.1.1.6	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 99%	43
4.1.2	Simulasi $R = 5\Omega$ dan Periode 10s	44
4.1.2.1	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 1%	44
4.1.2.2	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 10%	45
4.1.2.3	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 30%	46
4.1.2.4	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 50%	47
4.1.2.5	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 75%	48
4.1.2.6	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 99%	49
4.1.3	Simulasi $R = 10\Omega$ dan Periode 10s	50
4.1.3.1	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 1%	50
4.1.3.2	Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 10%	51

4.1.3.3 Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 30%	52
4.1.3.4 Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 50%	53
4.1.3.5 Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 75%	54
4.1.3.6 Hasil Simulasi dengan kondisi <i>Pulse Width</i> 99%	55
4.2 Analisa	55

BAB V

KESIMPULAN	57
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	(a) Stator (b) Rotor	4
Gambar 2	(a) Lempengan Inti (b) Tumpukan Inti dengan Kertas Isolasi pada Beberapa Alurnya (c) Tumpukan Inti dan Kumputan dalam Cangkang Stator	5
Gambar 3	(a) Bagian Slip Ring Rotor Belitan (b) Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Belitan	6
Gambar 4	Skematik Diagram Motor Induksi Rotor Belitan	6
Gambar 5	(a) Rotor Sangkar Tupai dan Bagian-bagiannya (b) Motor Induksi Tiga Fasa Rotor Sangkar Tupai	7
Gambar 6	Rangkaian ekivalen perfasa motor induksi tiga fasa rotor belitan	11
Gambar 7	Penambahan rangkaian eksitasi pada rangkaian ekivalen motor induksi tiga fasa rotor belitan	12
Gambar 8	Rangkaian ekivalen (dilihat dari sisi stator) perfasa motor induksi tiga fasa rotor belitan sebelum rotor berputar	14
Gambar 9	Rangkaian ekivalen perfasa motor induksi	15
Gambar 10	Karakteristik torsi terhadap kecepatan motor	17
Gambar 12	Perbandingan antara motor berefisiensi tinggi dengan motor standar ...	20
Gambar 13	Grafik pengaruh perubahan tegangan terhadap kecepatan putar motor..	21
Gambar 14	Grafik pengaruh perubahan resistansi terhadap kecepatan putar motor	22
Gambar 15	Grafik pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan putar motor	23
Gambar 16	Prinsip Kerja <i>Chopper</i>	24
Gambar 17	Grafik Pengaturan Tegangan Motor di Rotor Menggunakan <i>Chopper</i> .	24
Gambar 18	Skematik Penyearah 3-Fasa dengan Dioda	25
Gambar 19	Grafik Sumber Tegangan 3 fasa	25
Gambar 20	Grafik Tegangan Input Rectifier phase-phase	26
Gambar 21	Grafik Tegangan Output Rectifier phase-phase.....	26
Gambar 22	(a) Simbol IGBT (b) Karakteristik IGBT (c) Karakteristik ideal IGBT	29

Gambar 23	Rancangan Sistem	30
Gambar 24	Rangkaian Simulasi Matlab	31
Gambar 25	Model Sumber 3 Phase	32
Gambar 26	Blok Parameter Sumber 3 Phasa	32
Gambar 27	Model Motor Induksi	33
Gambar 28	Blok Parameter pada Motor Induksi	33
Gambar 29	Model Universal Bridge	34
Gambar 30	Blok Parameter dari Universal Bridge	34
Gambar 31	Model IGBT	35
Gambar 32	Blok Parameter dari IGBT	35
Gambar 33	Model Pulse Generator	36
Gambar 34	Blok Parameter dari Pulse Generator	36
Gambar 35	Model Scope	36
Gambar 36	Display	37
Gambar 37	Series RLC Branch	37
Gambar 38	Blok Parameter dari Series RLC Branch	37
Gambar 39	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 1%	38
Gambar 40	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 10%	39
Gambar 41	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 30%	40
Gambar 42	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 50%	41
Gambar 43	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 75%	42
Gambar 44	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 99%	43
Gambar 45	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 1%	44
Gambar 46	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 10%	45
Gambar 47	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 30%	46
Gambar 48	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 50%	47
Gambar 49	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 75%	48
Gambar 50	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 99%	49
Gambar 51	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 1%	50
Gambar 52	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 10%	51
Gambar 53	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 30%	52
Gambar 54	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 50%	53

Gambar 55	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 75%	54
Gambar 56	Hasil Simulasi dengan <i>Pulse Width</i> 99%	55

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Hasil Simulasi Kecepatan Motor Induksi	56
---------	--	----