



**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA  
20 HP DENGAN PERBANDINGAN KONTROL PI DAN PID**

**SKRIPSI**

oleh

**DIMAS DHARMAWAN  
NIM 071910201041**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**



**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR INDUKSI 3 FASA  
20 HP DENGAN PERBANDINGAN KONTROL PI DAN PID**

**SKRIPSI**

**diajukan guna melengkapi skripsi dan memenuhi syarat-syarat  
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)  
dan guna mencapai gelar Sarjana Teknik**

**oleh**

**DIMAS DHARMAWAN  
NIM 071910201041**

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK ELEKTRO  
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS JEMBER  
2013**

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : “Analisa Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa 20HP dengan Perbandingan kontrol PI dan PID“ telah diuji dan disahkan oleh Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember pada :

Hari : Senin  
Tanggal : 28 oktober 2013  
Tempat : Ruang Seminar 1

### Tim Penguji

Pembimbing Utama (Ketua penguji),

Pembimbing Pendamping (Sekretaris),

Dr. Triwahju Hardianto, S.T., M.T.  
NIP 19700826 199702 1 001

Penguji I,

Andi Setiawan, S.T.,M.T.  
NIP 19691010 199702 1 001

Penguji II,

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T.,M.T.  
NIP 19710402 200312 1 001

H. Samsul Bachri M, S.T.,M.MT.  
NIP 19640317 199802 1 001

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik,  
Universitas Jember

Ir. Widyono Hadi, M.T.  
NIP 19610414 198902 1 001

*Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa 20 Hp Dengan Perbandingan Kontrol PI Dan PID (Analysis Setting Speed Induction Motor 3 Phase 20 Hp Comparison With PI And PID Control)*

**Dimas Dharmawan**

Jurusan Teknk Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRAK**

Pada proyek akhir ini telah dikerjakan pengembangan sistem kendali kecepatan motor induksi menggunakan kontrol PI dengan sistem DTC (Direct Torque Control). Dengan menggunakan metode DTC (Direct Torque Control), pengaturan torsi pada motor induksi akan lebih mudah. Kontrol kecepatan dengan metode ini telah banyak dikembangkan dan dimodelkan melalui matlab-simulink. Pada proyek akhir ini dicoba merealisasikan metode tersebut dengan matlab-simulink dengan menggunakan kontrol PID. Dari hasil yang didapat kontrol PID lebih baik dari kontrol yang dihasilkan *Propositional Integral* (PI). Ini dapat dilihat dari hasil *rise time* pada beban 80Nm PI 0,6 detik, *peak time* 0,61 detik, *settling time* 0.65 detik, dan pada PID *rise time* yang dimiliki 0,56s detik, *peak time* 0,57s detik, *settling time* 0.62s detik.

**Kata kunci:** motor 3 Phasa, DTC, kontrol PID, kontrol PI

*Analisis Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa 20 Hp Dengan Perbandingan Kontrol PI Dan PID (Analysis Setting Speed Induction Motor 3 Phase 20 Hp Comparison With PI And PID Control)*

**Dimas Dharmawan**

Jurusan Teknk Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

**ABSTRACT**

*In this final project have been worked on the development of an induction motor speed control system using PI control-based DTC (Direct Torque Control). By using DTC (Direct Torque Control), setting the induction motor torque will be much easier. Motor speed control with this method has been developed and modeled through a matlab-simulink. At the end of the project is attempted to realize these methods with matlab-simulink control system using PID control. From the results obtained PID control is better than control with PI, it can be seen from the rise time at the load 80nm PI 0.6 seconds, peak time 0.61 seconds, 0.65 seconds settling time, and at PID rise time 0.56 s seconds, 0.57 s second peak time, settling time 0.62 s seconds.*

**keywords:** motor 3 phasa, DTC, PID control, PI control

## RINGKASAN

**Analisa Pengaturan Kecepatan Motor Induksi 3 Fasa 20HP dengan perbandingan kontrol PI dan PID;** Dimas Dharmawan, 071910201041; 2013:64 halaman; Jurusan Teknik Elektro Program Studi S1 Teknik Universitas Jember.

Sekarang ini banyak peralatan listrik yang menggunakan motor. Motor terbagi menjadi beberapa macam seperti motor DC dan motor Induksi. Tetapi peralatan yang menggunakan motor DC sangat sedikit, dikarenakan motor DC memiliki banyak kelemahan. Kelemahannya antara lain harga motor DC sendiri sangat mahal, ukuran motor yang sangat besar sehingga menyebabkan banyak perusahaan jarang menggunakan dan membutuhkan pemeliharaan (*maintenance*) yang rutin. Maka daripada itu, banyak perusahaan yang beralih menggunakan motor induksi. Selain harganya lebih murah dibandingkan motor DC, motor induksi memiliki ukuran yang lebih kecil. Tetapi motor induksi juga memiliki kekurangan yaitu sulit untuk mengatur kecepatan. Oleh karena itu diperlukan suatu sistem kontrol untuk mengatur kecepatan tersebut.

Motor induksi juga memiliki dua bagian utama, yaitu bagian yang diam (stator) dan bagian yang berputar (rotor). Dua jenis rotor pada motor induksi yang umum digunakan berdasar konstruksinya adalah jenis *squirrel cage* dan *wound*. Bagian stator memiliki inti magnet berurat silinder yang diletakkan didalam tutup logam dan dilengkapi pelat bed, tutup luar, dan kotak terminal batang. Pada tengah tutup luar dipasang *bearing* yang menyangga batang rotor. Bagian rotor terdiri dari lapisan-lapisan besi berbentuk silinder yang berjarak sama antar slot yang berisi lilitan rotor.

Motor induksi yang digunakan adalah motor induksi jenis rotor sangkar (*squirrel-cage*) hubungan bintang, Y. Pada motor induksi ini dapat diketahui besar tegangan atau arus tiap fasanya. Keluaran yang dihasilkan dari motor induksi tiga fasa ini terdiri dari sistem elektrik, yaitu nilai fluks stator dan torsi elektromagnetik dan sistem mekanis, yaitu kecepatan putaran rotor.

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAHAN PENGESAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>RINGKASAN ..</b>	<b>ix</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Dan Manfaat .....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	2
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Motor Induksi 3 Fasa .....	4
2.1.1 Konstruksi Motor Induksi 3 Fasa.....	4
2.1.2 Prinsip kerja Motor Induksi 3 Fasa .....	4

2.1.3 Frekuensi dan Slip Motor.....	5
2.1.4 Rangkaian Ekvivalen Motor Induksi 3 fasa .....	6
2.2 Tranformasi Vektor.....	8
2.2.1 Transformasi Clarke.....	8
2.2.2 Transformasi Park .....	8
2.3 Direct Torque Control.....	10
2.3.1 Konsep dasar DTC.....	11
2.3.2 Kontroler DTC.....	12
2.4 Kontroler Proposional Integral dan derivatif .....	16
2.4.1 Kontroler Proposional.....	16
2.4.2 Kontroler Integral.....	18
2.4.3 Kontroler Derivatif.....	19
2.6 Inverter.....	20
 <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian .....	26
3.2 Studie Literatur.....	26
3.3 Penentuan Parameter Motor Induksi Tiga Fasa .....	26
3.4 Pemodelan Direct Torque Control .....	27
3.4.1 Pemodelan Komparator Pada Direct Torque Control.....	27
3.4.2 Pemodelan Estimator Fluks dan Torsi Pada DTC .....	29
3.4.3 Perancangan Sektor Sudut Fluks Stator Pada DTC.....	30
3.2.4 Perancangan <i>Switching Table</i> Pada DTC.....	32
3.5 Perancangan Kontroler Kecepatan pada DTC .....	33
 <b>BAB 4 ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Simulasi dan Analisa .....	35
4.2 Pengujian dari sistem metode DTC dengan menggunakan kontrol <i>Proposional integral</i> dan Kontrol <i>Proposional,integral dan</i> <i>Derivatif</i> .....	36



4.2.1. Pengujian Kontrol Logika PI Tanpa Menggunakan Beban 80 Nm.....	39
4.2.2 Pengujian Menggunakan Beban 80 Nm Dengan Kontrol.....	43
4.2.3 Pengujian Dengan Menggunakan Beban 80 Nm Dengan Kontrol PI.....	47
4.2.4 Pengujian Dengan Menggunakan Beban 80Nm Dengan PID.....	51
4.2.5 Pengujian Dengan Menggunakan Beban fluktuatif Dengan PI.....	54
4.2.6 Pengujian dengan Menggunakan Beban fluktuatif.....	57

## **BAB 5 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	62
5.2 Saran .....	62

**DAFTAR PUSTAKA .....**

**LAMPIRAN .....**

## DAFTAR GAMBAR

2.1	Bagian –bagian motor induksi.....	4
2.2	Rangkaian ekivalen dq motor induksi 3 fasa.....	7
2.3	Koordinat Transformasi Clarke .....	8
2.4	Koordinat Transformasi Park's .....	9
2.5	Blok diagram DTC pada motor induksi.....	10
2.6	Ruang vektor tegangan keluaran inverter dan bidang vektor dari enam sector.....	12
2.7	(a) Fluks histeresis komparator dan (b) Torsi histeresis komparator .....	13
2.8	Vektor tegangan inverter dan sektor <i>switching</i> fluks stator pada DTC konvensional.....	16
2.9	Blok diagram kontroler proporsional .....	17
2.10	Blok Diagram Kontroler Integral.....	18
2.11	Setengah rangkaian inverter satu fasa.....	21
2.12	Rangkaian penuh VSI satu fasa .....	22
2.13	Topologi dasar dari VSI tiga fasa .....	23
2.14	Sinyal tegangan keluaran dalam enam langkah.....	23
3.1	Pemodelan Komparator Pada DTC .....	28
3.2	Pemodelan Estimator Blok Pada DTC .....	29
3.3	Pemodelan sektor sudut fluks pada DTC .....	31
3.4	Pemodelan Switching tabel pada DTC .....	32
3.5	Gambar kontrol kecepatan PI pada simulink.....	34
3.14	Diagram Alir Penelitian.....	33
3.15	Diagram sistem pengaturan motor induksi 3 fasa.....	34
4.1	Pemodelan simulink DTC tanpa beban .....	37
4.2	Pemodelan simulink DTC menggunakan beban.....	38
4.3	Hasil Rotor Speed dalam keadaan tanpa beban kontrol PI.....	40
4.4	Hasil Torsi Elektromagnetic Dalam Keadaan tanpa beban kontrol PI .....	41

4.5	Hasil Scope Pada Respon Fluks .....	42
4.6	Hasil Scope Pada Respon Fluks saat diperbesar.....	43
4.7	Hasil Torsi Speed dalam keadaan tanpa beban kontrol PID.....	44
4.8	Hasil Torsi Elektromagnetic dalam keadaan tanpa beban kontrol PID .....	45
4.9	Hasil Scope Fluks dalam keadaan tanpa.....	46
4.10	Hasil Torsi Speed Dengan beban 80Nm Kontrol PI .....	47
4.10	Hasil Torsi Elektromagnetic dengan beban 80 Nm kontrol PI.....	49
4.12	Hasil fluks menggunakan kontrol PID .....	50
4.13	Hasil Torsi Speed Dengan beban 80 Nm Kontrol PID .....	51
4.14	Hasil Respon Torsi Elektromagnetic Dengan Kontrol PID .....	52
4.15	Hasil Fluks Dengan Kontrol PID .....	53
4.16	Hasil Respon Rotor Speed Dengan beban fluktuatif Kontrol PI.....	54
4.17	Hasil Torsi Elektromagnetic Dengan beban fluktuatif Kontrol PI.....	55
4.18	Hasil Respon Fluks Dengan beban Kontrol PI.....	56
4.16	Hasil Respon Rotor Speed Dengan beban fluktuatif Kontrol PID .....	54
4.17	Hasil Torsi Elektromagnetic Dengan beban fluktuatif Kontrol PID .....	55
4.18	Hasil Respon Fluks Dengan beban Kontrol PID .....	56

## DAFTAR TABEL

2.1	Pengaruh tiap – tiap vektor tegangan terhadap nilai fluks stator dan torsi.....	12
2.3	Nilai tegangan tiap – tiap vektor pada inverter .....	24
3.1	Tabel Parameter Motor Induksi 3 Fasa 20 HP.....	27
3.2	Switching table dari vektor tegangan inverter .....	32