

# **ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN**

## **KONTROL PID (*Proportional Integral Derivative*)**



### **TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Sarjana pada Program  
Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UHAMKA,  
Program Pendidikan Strata-1 (S1)

**Ibnu Qosim**

**1103025002**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2017**

**ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN  
KONTROL PID (*Proportional Integral Derivative*)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Kelulusan Sarjana pada Program  
Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UHAMKA,  
Program Pendidikan Strata-1 (S1)

**Ibnu Qosim**

**1103025002**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2017**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Ibnu Qosim  
NIM : 1103025002  
Judul Skripsi : Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC  
Menggunakan Kontrol PID

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ini adalah observasi, pemikiran dan hasil pemaparan asli. Apabila terdapat referensi terhadap karya pihak lain, saya lakukan dengan menyebut sumber secara jelas.

Demikian pernyataan ini dibuat sebagaimana mestinya.

Penulis,  
  
Ibnu Qosim  
1103025002

## HALAMAN PERSETUJUAN

### ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL PID (*Proportional Integral Derivative*)

#### SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Elektro

Oleh :

**Ibnu Qosim**

**1103025002**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke sidang ujian skripsi, Program studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Jakarta, 18 Agustus 2017

**Pembimbing I**



**Rosalina, S.T., M.T.**

**Pembimbing II**



**Ir. Gunarwan Prayitno, M.Eng**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Elektro**

**Fakultas Teknik UHAMKA**



**Oktarina Heriyani, S.Si., MT**

## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISIS PENGATURAN KECEPATAN MOTOR DC MENGGUNAKAN KONTROL PID (*Proportional Integral Derivative*)

#### SKRIPSI

Oleh:

Ibnu Qosim

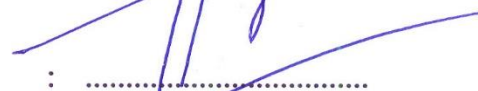
1103025002

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik UHAMKA

Pada: Jumat, 25 Agustus 2017

Pembimbing I :   
.....  
Rosalina, S.T., M.T.

Pembimbing II :    
.....  
Ir. Gunarwan Prayitno, M.Eng.

Penguji I :   
.....  
Ir. Harry Ramza, M.T., Ph.D

Penguji II :   
.....  
M. Mujirudin, S.T., M.T.

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik UHAMKA



  
Dr. Sugema, S.T., M.Kom

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro

  
Oktarina Heriyani, S.Si., M.T

## ABSTRAK

Motor DC merupakan motor yang saat ini banyak digunakan untuk proses produksi dalam industri, karena mudah untuk diaplikasikan. Motor DC sering digunakan pada pemakaian yang memerlukan rentang kecepatan yang lebar. Selain itu, motor DC juga mempunyai kekurangan yaitu dalam hal pengaturan kecepatan dan besarnya saat putaran awal. Oleh karena itu untuk menekan tingginya *overshot* pada putaran awal motor perlu dilakukan pengaturan sehingga kecepatan motor sesuai dengan *set poin* yang diinginkan dengan *risetime* yang tinggi dan *overshot* yang lebih kecil.

PID (*Proportional Integral Derivative*) merupakan salah satu kontroler untuk mengatur kecepatan motor. Kontrol PID mempunyai kelebihan – kelebihan tertentu untuk mengatur putaran motor yaitu kontrol *proporsional* mempunyai kelebihan *risetime* yang cepat, kontrol *integral* mempunyai kelebihan untuk memperkecil *error*, dan kontrol *derivative* mempunyai kelebihan untuk meredam *overshot / undershot*. Untuk itu agar dapat menghasilkan *output* dengan *risetime* yang tinggi dan *error* yang kecil kita dapat menggabungkan ketiga kontrol tersebut.

*Kata kunci : motor DC, Proporsional, Integral, Derivative*

## **ABSTRACT**

*DC motor is a motor that currently used for industrial processes, because it's easy to apply. DC motor are often used on applications that requires a wide range of speeds. In the other side, DC motor also has deficiency in terms of speed setting and amount of the round at the beginning. Therefore, to supress the high overshoot in the beginning, it need to make arrangements, so that motor speed appropriate with set point that desired with higher risetime and smaller overshoot.*

*PID (Propotional Integral Derivative) it's one of controller to control speeds. PID control have something function to set the motor of control proposional has the advantage fast risetime, control plan has the advantage to minimize error and control derivative has the advantage to keeps the overshoot nor undershoot. So, in order to produce output with risetime and smaller error we can combine the third control.*

*Key word: Motor DC, Proposional, Integral, Derivative*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, berkat Rahmat dan karuniaNya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW, keluarga, dan para sahabatnya, amin.

Penyusunan skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar sarjana pada program studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA dengan judul ***“Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Kontrol PID”***

Dalam penyusunan skripsi ini, tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis dengan bangga menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang dengan doa – doa dan kasih sayangnya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir. Serta Mba Ika Wiajanti yang selalu memberikan support emisonal untuk penulis.
2. Rosalina, S.T., M.T selaku pembimbing I dan Ir.Gunarwan Prayitno, M.Eng selaku pembimbing II yang tidak pernah lelah untuk memberikan ilmu serta motivasi sehingga penulis mampu mnyelesaikan tugas akhir ini.
3. Dr. Sugema, S.T., M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA



4. Oktarina Heriyani, S.Si., M.T selaku Kaprodi teknik elektro yang telah mewakili orang tua dalam hal pendidikan dikampus Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
5. Drs. Arjoni Amir, M.T yang telah memberikan masukan penulis dalam penyusunan proposal skripsi.
6. Seluruh dosen Teknik Elektro UHAMKA yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan selama menempuh pendidikan di Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA.
7. Teman seperjuangan Teknik Elektro UHAMKA 2011, Tamyiz Abrori, M.Rivai, Miftah Azhari, Hadied Hardiansyah, Apiudin, Reza Fahrurozi, Iman Setiawan, Eka Riyadiyanto, Rizki Saputra, Tomy Waldan, Mulyadi, dan Kodrat Jeliensyah yang telah menjadi saudara seperjuangan bagi dalam menempuh perkuliahan maupun berorganisasi.
8. Seluruh teman – teman KMFT UHAMKA dan teman – teman di KMPA PATUHA yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah bekerjasama baik dalam perkuliahan maupun berorganisasi selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Teknik UHAMKA.
9. Amirudin, pemilik Lenovo B490.
10. Dan kepada semua pihak lain yang tidak dapat disebut satu persatu yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

*Jazakumullah khairan katsiran.*

Sebagai manusia tentunya kami tidak pernah luput dari kesalahan, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu saran dan kritik yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan demi penyempurnaan selanjutnya. Akhirnya hanya kepada Allah SWT kita kembalikan semua urusan dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi penulis dan para pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT meridhoi dan dicatat sebagai ibadah disisi-Nya, amin.

Jakarta, Agustus 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Metodologi penelitian.....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	4
2.1. Motor Arus Searah (DC).....	4
2.1.1 Konstruksi Motor Arus Searah (DC).....	4
2.1.2 Macam macam motor arus searah.....	9
2.1.3 Prinsip kerja motor arus searah.....	17
2.2. Kontrol PID.....	21

2.2.1	Kontrol Proportional.....	21
2.2.2	Kontrol <i>Integral</i> .....	23
2.2.3	Kontrol <i>Derivative</i> .....	24
2.2.4	Kontrol <i>Proportional Integral</i> .....	26
2.2.5	Kontrol <i>Proportional Integral Derivative</i> .....	27
2.3.	Root Locus.....	28
2.3.1	Diagram Root Locus.....	28
2.3.2	Root Locus untuk Sistem Orde Kedua.....	29
2.3.3	Prosedur Penggambaran <i>Root Locus</i> .....	30
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	33
3.1.	Kerangka penelitian.....	33
3.2.	Keterangan Kerangka Penelitian.....	34
3.2.1	Perencanaan.....	34
3.2.2	Studi Literatur.....	34
3.2.3	Pengumpulan Data dengan Simulasi.....	35
3.3.	Analisa Data Hasil Simulasi.....	39
BAB 4	PEMBAHASAN.....	42
4.1.	Uji <i>Open Loop</i> .....	42
4.1.1	Respon <i>Open Loop</i> .....	42
4.1.2	Kestabilan <i>Open Loop</i> .....	43
4.2.	Analisis dengan Kendali <i>Proporsional, Integral</i> .....	44
4.2.1	Respon kendali <i>Proportional, Integral</i> .....	44
4.2.2	Kestabilan Kendali <i>Proportional Integral</i> .....	45
4.3.	Analisis dengan Kendali <i>Proporsional, Integral, Derivative</i> .....	46

4.3.1	Respon kendali <i>Proportional, Integral, Derivative</i> .....	46
4.3.2	Kestabilan Kendali <i>Proportional Integral, Derivative</i> .....	47
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1.	Kesimpulan.....	48
5.2.	Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA .....	49
	LAMPIRAN	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Motor Arus Searah.....	5
Gambar 2.2 Inti jangkar .....	7
Gambar 2.3 Sikat – Sikat .....	8
Gambar 2.4 Rangkaian ekivalen Motor arus searah penguatan bebas.....	10
Gambar 2.5 Motor arus searah penguatan shunt .....	12
Gambar 2.6 Motor arus searah penguatan seri.....	13
Gambar 2.7 Motor Arus Searah Penguatan Kompon Panjang.....	15
Gambar 2.8 Motor Arus Searah Penguatan Kompon Panjang.....	16
Gambar 2.9 pengaruh penempatan konduktor berarus dalam medan magnet . ....	17
Gambar 2.10 Prinsip perputaran motor DC .....	18
Gambar 2.11 Aturan Tangan Kiri Penentuan Arah Gerak Kawat Berarus.....	19
Gambar 2.12. Diagram blok kontroler proporsional.....	22
Gambar 2.13 Diagram blok kontroler <i>integral</i> .....	23
Gambar 2.14 Diagram Blok Kontrol Derivative.....	25
Gambar 2.15 Diagram blok kontroler <i>proportional integral</i> .....	26
Gambar 2.16 Diagram blok kontrol <i>proportional, derivative</i> .....	27
Gambar 2.17 Blok Diagram Sistem Pengaturan .....	28
Gambar 2.18 Blok diagram sistem ordo dua.....	29
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian.....	33
Gambar 3.2. Kurva unit step .....	40
Gambar 4.1 Respon keluaran <i>open loop</i> .....	42
Gambar 4.2 Diagram kestabilan <i>rootlocus open loop</i> .....	43

Gambar 4.3 Respon keluaran kendali PI.....	44
Gambar 4.4 Diagram kestabilan <i>root locus</i> kendali PI .....	45
Gambar 4.5 Respon keluaran kendali PID .....	46
Gambar 4.6 Diagram kestabilan <i>root locus</i> kendali PID .....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Nilai respon keluaran <i>open loop</i> .....	42
Tabel 4.2 Nilai Respon keluaran kendali PI.....	44
Tabel 4.3 Nilai respon keluaran kendali PID .....	46



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Motor DC merupakan motor yang mudah untuk diaplikasikan. Karena kemudahannya, pada saat ini motor DC sering digunakan untuk macam – macam keperluan, seperti peralatan industri maupun rumah tangga. Namun dalam pengaplikasiannya kecepatan motor DC sering terjadi penurunan akibat dari beban yang ada, sehingga kecepatannya menjadi tidak konstan.

Dalam pemakaian motor, kadang – kadang diinginkan putaran yang dapat diubah – ubah sesuai dengan putaran beban dengan pengaturan perpindahan putaran yang halus. Hal tersebut diperlukan dengan tujuan antara lain untuk mengurangi besarnya arus *start*, meredam getaran dan hentakan mekanis saat *starting*. Oleh karena itu banyak dilakukan usaha bagaimana cara mengatur putaran motor tersebut. Salah satunya adalah dengan kontrol PID. Kontrol PID merupakan teknik kontrol yang sering digunakan dalam rekayasa kontrol. Kendali PID merupakan kombinasi dari tiga macam kendali yaitu *Proportional*, *Integral*, dan *Derivative*..

Banyak aplikasi yang membutuhkan jangkauan kecepatan yang lebar, dan kestabilan putaran terhadap nilai acuan (*set point*) yang diinginkan, sehingga diperlukan sebuah data tentang perbandingan nilai respon sistem kecepatan motor yang menggunakan kontrol PID dan tanpa menggunakan kontrol PID atau *open loop* sehingga penggunaan motor bisa lebih efisien.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang, maka dapat dirumuskan suatu permasalahan yaitu:

1. Bagaimana menentukan respon keluaran dengan kendali PID?
2. Bagaimana mendapatkan kestabilan motor DC dengan pengendali PID?

## **1.3. Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan nilai respon keluaran kontrol PID
2. Menentukan kestabilan sistem.

## **1.4. Batasan Masalah**

Batasan masalahnya dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- pengujian Pengaturan kecepatan menggunakan program matlab 2009a.
- Pengujian hanya dilakukan dengan menggunakan kontrol PI dan kontrol PID.
- Pengujian kestabilan digunakan metode *Root locus*

### **1.5. Metodologi penelitian**

Metodologi yang digunakan dalam penulisan penelitian ini adalah :

1. Studi literature yaitu mencari referensi teori yang berkaitan dengan permasalahan dari sumber pustaka yang dapat dipertanggung jawabkan.
2. Studi lapangan yaitu pengambilan data dari hasil pengukuran langsung terhadap objek penelitian.

### **1.6. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi lima bab penyajian tulisan yang masing – masing bab meliputi :

**Bab I Pendahuluan;** Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

**Bab II Landasan Teori;** Pada bab ini akan dipaparkan berbagai dasar teori yang mendukung dan mendasari penulisan tugas akhir ini.

**Bab III Metodologi Penelitian;** Pada bab ini akan dijelaskan mengenai metodologi yang digunakan oleh penulis.

**Bab IV Hasil Analisa;** pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisa terhadap system

**Bab VI Kesimpulan dan saran;** Pada bab ini akan diberikan kesimpulan dan saran mengenai permasalahan yang dibahas berdasarkan serangkaian penelitian yang telah dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Rijono, Dasar Teknik Tenaga Listrik, Yogyakarta: ANDI, 1997.
- [2] Zuhail dan Zhanggischan, Prinsip Dasar Elektroteknik, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Ilmu, 2004.
- [3] H. Berahim, Pengantar Teknik Tenaga Listrik, Yogyakarta: ANDI, 1991.
- [4] H. D. Laksoni, Sistem Kendali dengan PID I, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014.
- [5] K. Ogata, Modern Control Engineering (Part I), New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- [6] Endra dan dkk, "Simulasi Auto Tuning PID Controller Untuk Motor DC Menggunakan Metode Multiple Integration," *Jurnal Teknik Komputer*, vol. XVIII, pp. 123-139, 2008.
- [7] D. Hanselman dan B. Littlefield, MATLAB Bahasa Komputansi Teknis, Yogyakarta: Andi, 2000.
- [8] H. Wicaksono, Catatan Kuliah "Automasi 1", Surabaya: Universitas Kristen Petra, 2009.
- [9] D. Happyanto dan M. Purnomo, Teknik Kendali Motor Induksi Tiga Fasa, Jogjakarta: Graha Ilmu, 2014.

- [10] A. Sofwan dan R. S. Baqo, “jurnal elektronika,” *Sistim Pengendali Kecepatan Putaran Motor AC Satu Fasa Menggunakan Mikrokontroler AT85S8252*, pp. 2-4, 2014.
- [11] H. D. Laksono, *Sistem Kendali dengan PID II*, Yogyakarta: TEKNOSAIN, 2016.
- [12] W. Setiawan dan P. Raharjo, *Pengendali Motor DC dengan PID Controller*, Yogyakarta: Inkubator Teknologi, 2014.
- [13] Waluyo dan dkk, “Analisis Penalaan Kontrol PID Pada Simulasi Kendali Kecepatan Putaran Motor DC Berbeban menggunakan Metode Heuristik,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. I, pp. 79-92, 2013.