

HALAMAN JUDUL

**SISTEM PENGENDALIAN MOTOR DC MENGGUNAKAN PID DENGAN
METODE ZIEGLER – NICHOLS
(IMPLEMENTASI PALANG PINTU PARKIR)**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1
Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun Oleh :

Rio Febrianto Nugroho

20150120133

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rio Febrianto Nugroho

NIM : 20150120133

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir “**SISTEM PENGENDALIAN MOTOR DC MENGGUNAKAN PID DENGAN METODE ZIEGLER – NICHOLS (IMPLEMENTASI PALANG PINTU PARKIR)**” merupakan murni benar – benar hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat kata – kata penjiplakan atau penyalinan data orang lain. Terkecuali landasan teori yang dirujuk dari beberapa penelitian yang dicantumkan dalam naskah penulisan dan sumber disebutkan pada daftar pustaka tugas akhir ini.

Yogyakarta, Oktober 2019



Rio Febrianto Nugroho

MOTTO

“Man Jadda Wa Jadda - Barang siapa yang bersungguh - sungguh maka pasti akan berhasil”

“Janganlah membanggakan dan meyombongkan diri apa-apa yang kita peroleh, turut dan ikutilah ilmu padi makin berisi makin tunduk dan makin bersyukur kepada yang menciptakan kita Allah SWT”

“Urip Iku Uru – Hidup hendaknya memberi manfaat bagi orang lain di sekitar”

“Aja Kuminter Mundak Keblinger, Aja Cidra Mundak Cilaka – Jangan merasa paling pandai agar tidak salah arah, jangan suka berbuat curang agar tidak celaka”

“Nrimo Ing Pandum”

“Tetaplah merasa bodoh, agar kita belajar. Tetaplah merasa lapar, agar kita berusaha.” - Steve Jobs

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur selalu tercurahkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**SISTEM PENGENDALIAN MOTOR DC MENGGUNAKAN PID DENGAN METODE ZIEGLER – NICHOLS (IMPLEMENTASI PALANG PINTU PARKIR)**”. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad SAW, sahabat – sahabatnya dan para pengikut yang senantiasa istiqomah di jalan-Nya. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian sampai terselesaikannya penyusunan tugas akhir ini tidak dapat lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Dr. Iswanto, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama yang sabar dan teliti memberikan bimbingan, saran, kritik, arahan, motivasi serta membantu menyempurnakan kegiatan penulis selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Kunnu Purwanto S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing kedua yang telah berkenan meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran, dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir.
4. Muhamad Yusvin Mustar S.T., M.Eng., selaku dosen penguji. Terimakasih atas masukan dan arahnya sehingga membuat tugas akhir ini menjadi lebih baik lagi.

5. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Elektro yang telah banyak memberikan ilmu kepada penulis serta seluruh Laboran Prodi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah memberikan fasilitas dan bantuannya.
6. Kedua orangtua tercinta, bapak Kasimin dan ibu Suningsih yang senantiasa memberikan do'a serta dukungannya.
7. Saudara Lutfi Ardiyanto, S.T., selaku sahabat, teman selalu mengingatkan, menyemangati, membantu dalam pembuatan alat dan memotivasi untuk segera menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Teman baik, yang telah memberikan semangat dan motivasi agar tugas akhir ini cepat selesai.
9. Teman – teman Teknik Elektro 2015, khususnya Teknik Elektro C 2015 yang telah bersama – sama menuntut ilmu selama 4 tahun dikampus tercinta ini.
10. Semua pihak yang telah mendukung penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Semoga do'a, bantuan, bimbingan serta dukungan yang telah diberikan menjadi amal baik dan mendapatkan balasan yang berlipat dari Allah. Penulis megarapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pembaca. *Aamiin ya robbal'alamin.*

Wassalamu'alaikum warahmatullah wabarakatuh.

Yogyakarta, Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN I	iii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
INTISARI.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	18
1.1. Latar Belakang.....	18
1.2. Rumusan Masalah.....	19
1.3. Tujuan	19
1.4. Batasan Masalah	20
1.5. Manfaat	20
1.6. Sistematika Penulisan	20
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	22
2.1. Tinjauan Pustaka.....	22
2.2. Dasar Teori	23
2.2.1. Definisi Parkir	23
2.2.2. Definisi Sistem	24
2.2.3. Sistem Kendali	26
2.2.4. Fungsi Alih.....	28
2.2.5. Model Matematis	30
2.2.6. Pemodelan Motor DC	31

2.2.7.	PID Kontroler.....	33
2.2.8.	Karakteristik Respon Waktu	37
2.2.9.	Identifikasi Proses	38
2.2.10.	Konsep Kestabilan	41
2.2.11.	Motor DC	42
2.2.12.	<i>Driver</i> L298N.....	46
2.2.13.	<i>Pulse Width Modulation</i>	48
2.2.14.	Arduino	49
2.2.15.	Arduino IDE.....	50
2.2.16.	MATLAB.....	51
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		55
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian.....	55
3.2.	Alat dan Bahan.....	55
3.3.	Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	57
3.4.	Deskripsi Sistem	58
3.5.	Perancangan Perangkat Keras.....	61
3.6.	Perancangan Perangkat Lunak.....	61
3.6.1.	Program Pembacaan Encoder	62
3.6.2.	Program Kontroler PID	62
3.6.3.	Program Akuisisi Data	64
3.7.	Spesifikasi Motor DC yang Dimodelkan.....	64
3.8.	Identifikasi <i>Plant</i> Motor DC.....	66
3.8.1.	Parameter Identifikasi Berdasarkan Sistem Nyata.....	67
3.9.	Desain Pengendalian PID	69
3.10.	Penalaan Parameter PID	70
3.11.	Perlakuan Pengujian Analisis Kestabilan Sistem	75
3.12.	Perlakuan Simulasi Pengujian Pengendalian PID Motor DC.....	75
3.13.	Perlakuan Pengujian dan Analisis Pengendalian PID Motor DC.....	76
BAB IV HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN		77
4.1.	Pengujian dan Pembahasan.....	77

4.1.1.	Analisis Kestabilan Sistem.....	77
4.1.2.	Simulasi Pengujian Pengendalian PID Motor DC	80
4.1.3.	Pengujian dan Analisis Pengendalian PID Motor DC	85
BAB V PENUTUP.....		100
5.1.	Kesimpulan	100
5.2.	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA		102
LAMPIRAN.....		104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sistem Kendali	26
Gambar 2. 2 Blok diagram kendali loop terbuka	27
Gambar 2. 3 Blok diagram kendali <i>loop</i> tertutup.....	27
Gambar 2. 4 Fungsi alih sederhana.....	28
Gambar 2. 5 Blok diagram sistem seri	28
Gambar 2. 6 Blok diagram sistem dengan feedback.....	29
Gambar 2. 7 Permodelan rangkaian listrik dari Motor DC.....	31
Gambar 2. 8 Blok diagram PID kontroler dari plant.....	33
Gambar 2. 9 Unit step response of plant	33
Gambar 2. 10 Kurva S.....	34
Gambar 2. 11 Sistem loop tertutup dengan penguatan proposional.....	35
Gambar 2. 12 Osilasi dengan periode P_{cr}	36
Gambar 2. 13 Kurva tanggapan undak satuan	37
Gambar 2. 14 Identifikasi proses model tangent.....	39
Gambar 2. 15 Identifikasi proses model smith	40
Gambar 2. 16 Sistem kendali loop tertutup.....	41
Gambar 2. 17 Konfigurasi kutub – kutub sistem stabil.....	42
Gambar 2. 18 konfigurasi kutub – kutub sistem tidak stabil	42
Gambar 2. 19 Motor DC sederhana	42
Gambar 2. 20 Karakteristik Motor DC <i>Shunt</i>	45
Gambar 2. 21 Karakteristik Motor Seri DC	45
Gambar 2. 22 Karakteristik Motor Kompon DC	46
Gambar 2. 23 Modul Driver L298N	46
Gambar 2. 24 Gelombang kotak (pulsa)	48
Gambar 2. 25 Board Arduino Uno.....	49
Gambar 2. 26 Tampilan Arduino IDE.....	50
Gambar 2. 27 Edit Window MATLAB.....	53

Gambar 2. 28 Tampilan IDE MATLAB	53
Gambar 3. 1 Diagram Alir Prosedur Penelitian	57
Gambar 3. 2 Blok diagram sistem keseluruhan	58
Gambar 3. 3 Diagram alir sistem keseluruhan	59
Gambar 3. 4 Skematik Perangkat Keras Sistem Keseluruhan	61
Gambar 3. 5 Program pembacaan encoder	62
Gambar 3. 6 Program kontroler PID	63
Gambar 3. 7 Fungsi nilai keluaran PWM.....	63
Gambar 3. 8 Program akuisisi data	64
Gambar 3. 9 GUI System Identification Toolbox	67
Gambar 3. 10 Hasil identifikasi plant	68
Gambar 3. 11 Grafik step respon sistem fungsi alih plant	69
Gambar 3. 12 Blok diagram kontroler PID	69
Gambar 3. 13 Fungsi alih kontroler PID	70
Gambar 3. 14 Grafik identifikasi proses penalaan model tangent	71
Gambar 3. 15 Grafik identifikasi proses penalaan model smith	72
Gambar 3. 16 Grafik identifikasi proses penalaan model dua titik.....	74
Gambar 4. 1 Kestabilan sistem sebelum mengalami pengendalian	78
Gambar 4. 2 Kestabilan sistem dengan penalaan PID model tangent.....	78
Gambar 4. 3 Kestabilan sistem dengan penalaan PID model smith	79
Gambar 4. 4 Kestabilan sistem dengan penalaan PID model dua titik	80
Gambar 4. 5 Grafik simulasi tanggapan tanpa PID	81
Gambar 4. 6 Grafik simulasi tanggapan penalaan PID model tangent	82
Gambar 4. 7 Grafik simulasi tanggapan penalaan PID model smith	83
Gambar 4. 8 Grafik simulasi tanggapan penalaan PID model dua titik.....	84
Gambar 4. 9 Grafik tanggapan tanpa pengendalian pada setpoint 90°	86
Gambar 4. 10 Grafik tanggapan tanpa pengendalian pada setpoint 180°	88
Gambar 4. 11 Grafik penalaan model tangent pada setpoint 90°	89
Gambar 4. 12 Grafik penalaan model tangent pada setpoint 180°	91

Gambar 4. 13 Grafik penalaan model Smith pada setpoint 90°	92
Gambar 4. 14 Grafik penalaan model Smith pada setpoint 180°	94
Gambar 4. 15 Grafik penalaan model Dua Titik pada setpoint 90°	95
Gambar 4. 16 Grafik penalaan model Dua Titik pada setpoint 180°	97

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Formula Penalaan PID pada Aturan Pertama	34
Tabel 2. 2 Formula Penalaan PID pada Aturan Kedua	36
Tabel 2. 3 Spesifikasi Driver L298N	47
Tabel 2. 4 Spesifikasi Arduino Uno	49
Tabel 3. 1 List Bahan	55
Tabel 3. 2 List Alat	56
Tabel 3. 3 Spesifikasi Motor 25GA370	65
Tabel 3. 4 Kecepatan dan Kecepatan Sudut Motor DC	65
Tabel 4. 1 Hasil pengujian simulasi	85
Tabel 4. 2 Hasil pengujian dengan setpoint 90 derajat	98
Tabel 4. 3 Hasil pengujian dengan setpoint 180 derajat	98