

***TRACKING CONTROL PADA ROBOT THREE OMNI-DIRECTIONAL
WHEELS BERBASIS PID DENGAN METODE PENALAN ZIGLER-
NICHOLS PERTAMA***

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Tugas Akhir Pada Prodi Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Muhammad Arif Anjas Rachmattullah 20160120126

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arif Anjas Rachmattullah
NIM : 20160120126
Program Studi : Teknik Elektro
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Judul Tugas Akhir : *Tracking Control* Pada Robot *Three Omni-Directional Wheels* Berbasis PID Dengan Metode Penalaan Zigler-Nichols Pertama

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi (Tugas Akhir) ini merupakan hasil karya tulis penulis sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan sebelumnya untuk memperoleh gelar sarjana di Perguruan Tinggi. Sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka saya siap menerima sanksi dari Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 11 Agustus 2020

 menyatakan,

Muhammad Arif Anjas Rachmattullah
NIM. 20160120126

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan sebesar-besarnya kepada-Mu Ya Allah Tuhan semesta alam, sang pemberi kekuatan, pemberi keberanian, dan pemberi kemudahan dalam setiap langkahku. Terima kasih atas waktu dan nyawa yang telah Engkau berikan, berkat itu semua saya bisa menjadi manusia yang mandiri, berilmu, beriman, penyabar, dan bersyukur atas semua kejadian. Semoga dengan menyelesaikan penelitian ini saya bisa menjadi manusia yang lebih baik dan mewujudkan impian-impian saya.

Saya persembahkan penelitian tugas akhir ini untuk keluarga saya yang sangat saya sayangi. Terima kasih untuk Mamak dan Bapak yang sudah melahirkan dan membesarkan saya hingga saya menjadi manusia yang perlahan membaik dari sebelumnya. Terima kasih atas semua perjuangan kalian, pengorbanan waktu dan materi kalian, saya akan balas dengan balasan yang lebih untuk kalian, terima kasih Mamak dan Bapak. Untuk Bagas dan Cahya, adik-adik saya, terima kasih sudah menjadi adik yang begitu membanggakan dan menyenangkan.

Untuk Pak Iswanto dan Pak Dhimas selaku dosen pembimbing saya, saya sangat berterima kasih atas semua waktu dan ilmu yang kalian alirkan kepada saya. Terima kasih sudah membimbing mahasiswa yang sedikit bengal ini, terima kasih sudah sabar dan tetap memperhatikan saya dan penelitian ini, terima kasih atas semuanya.

Untuk teman-teman yang sudah membantu saya baik secara ilmu, materi, dan moral, terima kasih. Tanpa kalian saya hanya akan menjadi manusia yang terjebak dalam kebodohan dan kesendirian. Semoga kalian selalu dalam keadaan sehat dan baik-baik saja. Saya berharap kenangan kita selama menjadi mahasiswa selalu teringat sampai akhir nanti.

Saya menyadari bawa hasil penelitian tugas akhir ini jauh dari kata sempurna, tetapi saya sudah berusaha semampu saya, semoga ilmu yang tertera pada penelitian ini bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi pembacanya

MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya”
(QS Al Baqarah : 286)

“ Batang pernah berkata pada akar : tenang saja, akan tetap kokoh diriku asal tetap kau jaga genggam itu.
Namun akar selalu menjawab : tenang saja, bila terasa olehku kau tak kuat lagi, akan kulepaskan genggam ini dan kita akan mati bersama”
(Muhammad Arif Anjas R)

“ Hari ini, atau kapan pun itu, mungkin bukan saat terbaik untuk memulai. Namun dengan kesederhanaan pagi dan semangat manusia untuk memulai hari, untukku itu adalah penjatuhan cinta terbaik manusia untuk hidup “
(Muhammad Arif Anjas R)

“ Tetaplah berterima kasih pada diri sendiri, karena seberapa kau berusaha untuk bangun dari kegagalan, dan tetap merunduk kala kesuksesan menyapa. Ingat bahwa kita adalah sosok yang saling menguatkan, terima kasih untuk semua
Anjas”
(Muhammad Arif Anjas R)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum, Wr. Wb

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Robot *Three Omni-Directional Wheels* Berbasis PID Dengan Metode Penalaan Zigler-Nichols pertama”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana pada Program Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyusun tugas akhir ini. Terlebih penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT Tuhan yang maha Esa. Terima kasih atas semua kesempatan dan waktunya.
2. Mamak dan Bapak, selaku orang tua saya, yang selalu memberi dukungan dan semangat dalam setiap kegiatan yang saya jalani.
3. Bagas dan Cahya, selaku adik-adik saya, terima kasih sudah menjadi adik yang begitu membanggakan dan selalu memberi semangat.
4. Zahra dan Aldi, selaku sahabat-sahabat saya yang selalu menemani saya dalam keadaan sulit ataupun senang. Terima kasih sudah mau berbagi cerita dan saling menguatkan.
5. Reggy Junior Muslih, sebagai teman bertukar segala pemikiran, yang memberikan pandangan dan pernyataan yang membuat saya mencoba memandang kejadian dengan berbagai kacamata yang ada.
6. Kepada teman-teman dari komunitas GBN, Isa, Milla, Dea, Idham, Welly dan seluruh anggota yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.
7. Terima kasih untuk dosen pembimbing saya, Bapak Iswanto, S.T., M.Eng dan Bapak Dhimas Arief Dharmawan, S.T.. Terima kasih atas segala waktu dan ilmu yang telah kalian berikan.

8. Terima kasih Kepada Pita, Pitri, Dyah, Ira dan kepada teman-teman yang telah memberikan dukungan moral sehingga saya mampu menyelesaikan penelitian ini.
9. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah membantu dukungan dan motivasi.
10. Seluruh teman-teman DPM periode 2017/2018, 2018/2019. Dan 2019/2020. Terima kasih sudah menjadi rekan, teman, dan adik yang begitu membanggakan.
11. Semua pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
12. Dan terima kasih untuk Muhammad Arif Anjas R, terima kasih sudah tetap kuat dan melangkah, terima kasih untuk segala kerja keras kita, terima kasih atas segala kemampuan dalam tetap bertahan ataupun mencoba melangkah. Terima kasih sudah menjadi manusia yang sedikit lebih baik.

Dalam menyusun tugas akhir ini, penulis sangat menyadari ada banyaknya kekurangan yang terdapat di dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran membangun dari berbagai pihak dan kalangan agar tugas akhir ini lebih baik lagi dan bisa bermanfaat untuk orang banyak.

Wassalamu'alaikum, Wr. Wb.

Yogyakarta, 07-07-2020
Penulis

Muhammad Arif Anjas Rachmattullah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	i
LEMBAR PENGESAHAN II	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
MOTTO	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tinjauan Pustaka.....	6
2.2. Dasar Teori	7
2.1.1. Robot Omni Wheels	7
2.2.2 Kinematika Robot	8
2.2.3 Sistem <i>Trajectory</i> pada Robot <i>Omni-directional</i>	12

2.2.4 Fungsi Alih.....	12
2.2.5 Permodelan Motor DC	16
2.2.6 Sistem Kontrol PID	19
2.2.8. Perancangan Sistem Kendali PID	22
2.2.9. Penalaan Zigler-Nichols pertama Pertama.....	25
2.3 Komponen.....	27
2.3.1 Arduino Mega 2560	27
2.3.2 Driver Motor L298N	31
2.3.3 Omni-Wheel.....	33
2.3.4 Motor DC Encoder	35
2.4 Software.....	37
2.4.1 Arduino IDE.....	37
2.4.2 MATLAB R2019A	38
2.4.3 PLX-DAQ	39
2.4.4. Solidworks.....	40
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
3.2 Tahapan Penelitian.....	42
3.2.1. Identifikasi Masalah	43
3.2.2. Tinjauan Pustaka	43
3.2.3. Perancangan Sistem.....	44
1. Sistem Mekanik.....	45
2. Sistem Elektronika	47
3. Sistem Kendali	49
3.2.4. Pembuatan Sistem	51

1. Pembuatan Sistem Mekanik.....	51
2. Pembuatan Sistem Elektronika	52
3. Pembuatan Sistem Kendali	53
4. Pengintegrasian Sistem	72
3.2.5. Pengujian Sistem	74
1. Simulasi Sistem.....	75
2. Pengujian Aktual.....	76
3.2.6. Penulisan Laporan Penelitian	76
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	78
4.1 Pendahuluan.....	78
4.2 Hasil Pembuatan Sistem	78
4.2.1 Sistem Mekanik.....	78
4.2.2 Sistem Elektronik	80
4.2.3 Sistem Kendali	82
4.2.4 Integrasi Sistem	107
4.3 Ujian Robot Tanpa Pengendali PID	109
4.3.1. Pengujian Secara Simulasi	109
4.3.2. Pengujian Aktual Robot Tanpa Kendali PID	113
4.4 Ujian Robot Dengan Kendali PID	121
4.4.1. Pengujian Secara Simulasi	121
4.4.2. Pengujian Aktual Robot Dengan Kendali PID.....	126
4.5 Perbandingan Data Hasil Uji Coba.....	132
4.5.1 Perbandingan hasil simulasi	132
4.5.2 Perbandingan pada pola persegi	136
4.5.3 Perbandingan pada pola lingkaran	140

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	144
5.1 Kesimpulan	144
5.2 Saran	145
DAFTAR PUSTAKA	145

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Omni-wheel	7
Gambar 2. 2 permodelan kinematika 3 roda	9
Gambar 2. 3 Diagram blok fungsi alih sederhana.....	13
Gambar 2. 4 fungsi alih sistem seri	14
Gambar 2. 5 blok diagram fungsi alih sistem feedback	15
Gambar 2. 6 Permodelan rangkaian listrik motor DC	16
Gambar 2. 7 Blok diagram kontrol PID	19
Gambar 2. 8 Diagram blok kontrol proporsional	20
Gambar 2. 9 Diagram blok kontrol integral	21
Gambar 2. 10 Diagram blok kontrol integral	22
Gambar 2. 11 Blok diagram kombinasi aksi kendali PID.....	23
Gambar 2. 12 Kurva reaksi sistem	26
Gambar 2. 13 Penentuan parameter L dan T.....	26
Gambar 2. 14 Arduino Mega 2560	28
Gambar 2. 15 Layout pinout Arduino Mega 2560.....	31
Gambar 2. 16 Bentuk fisik driver L298N	32
Gambar 2. 17 Mapping pinout modul driver motor L298N.....	33
Gambar 2. 18 Roda omni-directional.....	34
Gambar 2. 19 sistem kinematika roda omni.....	34
Gambar 2. 20 Motor DC TT GM25-370CA 12V 100 RPM.....	36
Gambar 2. 21 Tampilan software Arduino IDE.....	38
Gambar 2. 22 Tampilan jendela software MATLAB R2019a.....	39
Gambar 2. 23 Tampilan Jendela PLX-DAQ	39
Gambar 2. 24 Kanal aplikasi Solidworks.....	41
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahap Penelitian	43
Gambar 3. 2 Rancangan kinematika robot	45
Gambar 3. 3 Desain chassis robot 3D	46
Gambar 3. 4 Rancangan skema elektronika	48
Gambar 3. 5 Tampilan grafik respons sistem pada MATLAB R2019a.....	58
Gambar 3. 6 Tahapan operasional Sistem.....	74

Gambar 3. 7 blok diagram sistem	76
Gambar 4. 1 Hasil aktual mekanik robot tampak atas	79
Gambar 4. 2 Hasil aktual mekanik robot tampak samping	79
Gambar 4. 3 Hasil perancangan sistem elektronika tampak atas	81
Gambar 4. 4 Hasil perancangan sistem elektronika tampak bawah.....	81
Gambar 4. 5 Import pada MATLAB R2019a	84
Gambar 4. 6 Variabel yang mewakili tiap-tiap data	84
Gambar 4. 7 Tools Sistem Identification	85
Gambar 4. 8 Kanal pembuka pada tools System Identification	85
Gambar 4. 9 kanal import data	86
Gambar 4. 10 Konversi data menjadi transfer function	86
Gambar 4. 11 hasil konversi data menjadi transfer function	87
Gambar 4. 12 Import pada MATLAB R2019a	89
Gambar 4. 13 Variabel yang mewakili tiap-tiap data	89
Gambar 4. 14 Tools Sistem Identification	90
Gambar 4. 15 Kanal pembuka pada tools System Identification	90
Gambar 4. 16 kanal import data	91
Gambar 4. 17 Konversi data menjadi transfer function	91
Gambar 4. 18 hasil konversi data menjadi transfer function	92
Gambar 4. 19 Import pada MATLAB R2019a	94
Gambar 4. 20 Variabel yang mewakili tiap-tiap data	94
Gambar 4. 21 Tools Sistem Identification	95
Gambar 4. 22 Kanal pembuka pada tools System Identification	95
Gambar 4. 23 kanal import data	96
Gambar 4. 24 Konversi data menjadi transfer function	96
Gambar 4. 25 hasil konversi data menjadi transfer function	97
Gambar 4. 26 Grafik Kurva S	99
Gambar 4. 27 Grafik Kurva S	102
Gambar 4. 28 Grafik Kurva S	105
Gambar 4. 29 Hasil program	107
Gambar 4. 30 Tampak Atas	107

Gambar 4. 31 Tampak Samping.....	108
Gambar 4. 32 Blok diagram simulasi tanpa PID pada simulink	109
Gambar 4. 33 Respons kecepatan motor DC tanpa PID	110
Gambar 4. 34 Hasil uji aktual robot tanpa kendali PID	113
Gambar 4. 19 Respons kecepatan robot pada pola persegi tanpa PID.....	114
Gambar 4. 20 Hasil uji aktual robot tanpa kendali PID	117
Gambar 4. 37 Respons kecepatan aktuator tanpa PID	119
Gambar 4. 38 Blok diagram dengan kendali PID	122
Gambar 4. 39 respons kecepatan motor DC dengan PID.....	123
Gambar 4. 40 Hasil Uji Aktual Robot Pada Pola Persegi dengan kendali PID ..	126
Gambar 4. 25 Respons kecepatan robot pada pola persegi dengan PID	127
Gambar 4. 42 Hasil uji aktual robot pada pola lingkaran dengan PID	129
Gambar 4. 43 Respons kecepatan robot pada pola lingkaran dengan PID	131
Gambar 4. 44 perbandingan sistem.....	133
Gambar 4. 29 perbandingan pola persegi motor 1	136
Gambar 4. 30 perbandingan motor 2 pada pola persegi.....	138
Gambar 4. 31 perbandingan data motor DC 3 pola persegi.....	139
Gambar 4. 32 Perbandingan pola lingkaran motor 1	140
Gambar 4. 33 Perbandingan motor DC 2 pola lingkaran.....	141
Gambar 4. 34 Perbandingan pola lingkaran motor 3	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Respons dari masing-masing parameter aksi kendali PID.....	24
Tabel 2. 2 Formula penalaan metode Zigler-Nichols pertama.....	27
Tabel 2. 3 Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	28
Tabel 2. 4 Pinout Arduino Mega 2560.....	29
Tabel 2. 5 Spesifikasi Modul Driver Motor L298N.....	32
Tabel 2. 6 Pinout Modul Driver Motor L298N.....	32
Tabel 2. 7 Spesifikasi roda Omni.....	35
Tabel 2. 8 Spesifikasi Motor DC TT GM25-370CA 12V 100 RPM.....	36
Tabel 2. 9 pinout motor DC TT GM25-370CA 12V 100 RPM.....	37
Tabel 3. 1 Software yang digunakan untuk perancangan sistem	44
Tabel 3. 2 Keterangan desain kinematika robot.....	46
Tabel 3. 3 Keterangan variabel pada Gambar 3.3.....	47
Tabel 3. 4 Komponen yang dibutuhkan pada perancangan sistem elektronika	48
Tabel 4. 1 Komponen yang digunakan dalam pembuatan sistem mekanik	78
Tabel 4. 2 Dimensi board elektronik aktual	80
Tabel 4. 3 Komponen pada board elektronik.....	80
Tabel 4. 4 Dimensi komponen elektronik yang digunakan.....	81
Tabel 4. 5 Hasil pengujian RPM motor DC tanpa beban.....	81
Tabel 4. 6 Data respons kecepatan motor DC 1	82
Tabel 4. 7 Data respons kecepatan Motor DC 2	87
Tabel 4. 8 Data respons kecepatan motor DC 3.....	92
Tabel 4. 9 Tabel dimensi robot	108
Tabel 4. 10 Data respons kecepatan motor DC tanpa PID.....	110
Tabel 4. 11 Hasil trajectory pada pengujian pola persegi tanpa PID	114
Tabel 4. 12 Data respons kecepatan robot pada pola persegi tanpa PID	115
Tabel 4. 13 Hasil trajectory pengujian pola lingkaran tanpa PID	118
Tabel 4. 14 Data respons kecepatan robot pada pola lingkaran tanpa PID.....	120
Tabel 4. 15 Respons kecepatan Motor DC berbasis PID.....	123
Tabel 4. 16 Hasil trajectory pengujian pola persegi berbasis PID	127
Tabel 4. 17 Hasil Uji respons kecepatan motor DC pola persegi	128

Tabel 4. 18 Hasil trajectory pada pengujian pola lingkaran berbasis PID	129
Tabel 4. 19 Data pengujian RPM pada pola lingkaran PID	131
Tabel 4. 20 Perbandingan data simulasi.....	133
Tabel 4. 21 Perbandingan motor DC 1 pada pola persegi	137
Tabel 4. 22 Perbandingan respons pada motor DC 2 pola persegi	138
Tabel 4. 23 Perbandingan respons kecepatan pada motor DC 3 pola persegi	139
Tabel 4. 24 Perbandingan respons kecepatan motor DC 1 pola lingkaran	141
Tabel 4. 25 Perbandingan respons kecepatan pada motor DC 2 pola lingkaran.	142
Tabel 4. 26 Perbandingan respons kecepatan pada motor DC 3 pola lingkaran.	143