

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang Bertandatangan dibawah ini:

Nama : Haadi Raharja

NPM : 157002002

Fakultas : Teknik

Jurusan : Teknik Elektro

Bersama ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya, bahwa laporan skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan saya pribadi bertanggung jawab secara penuh terhadap hasil karya ini.

Tasikmalaya, 04/08/2022

Yang menyatakan,



HAADI RAHARJA




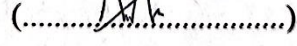
LEMBAR PENGESAHAN

Diajukan Oleh:

Nama : Haadi Raharja
NIM : 157002002
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Prototipe Robot Keseimbangan Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dengan Teknik Kendali Berbasis PID

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Siliwangi.

DEWAN PENGUJI

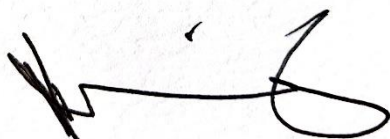
Pembimbing I : Dr. Ir. Nurul Hiron, S.T M.Eng., IPU 
Pembimbing II : Dr. Ir. Nundang Busaeri, M.T., IPU 
Penguji I : Ir. Firmansyah M. S. N., S. T., M. Kom 
Penguji II : Imam Taufiqurrahman, S.Pd., M.T. 

Ditetapkan di : Tasikmalaya

Tanggal : 04 Agustus 2022

Mengetahui,


Dekan
Fakultas Teknik



Prof. Dr.Eng. Ir. H. Aripin

NIP. 19670816 199603 1 001

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Ir. Firmansyah Maulana SN, S.T., M.Kom

NIDN. 0405128301

KATA PENGANTAR


Segala puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Siliwangi. Tak lupa saya ucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang atas kontribusi secara langsung maupun tidak langsung membantu kelancaran skripsi ini, diantaranya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak Dr. Ir. Nundang Busaeri, M.T., IPU selaku Rektor Universitas Siliwangi Tasikmalaya dan dosen pembimbing II atas segala kebijakan dan motivasinya selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Siliwangi
3. Bapak Dr. Ir. Nurul Hiron, S.T M.Eng., IPU Selaku Pembimbing 1 Dalam Penyusunan Laporan Tugas Akhir Ini.
4. Bapak Prof. Dr.Eng. Ir. H. Aripin selaku Dekan Fakultas Teknik atas segala kebijakan dan motivasinya selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Siliwangi.
5. Bapak Ir. Firmansyah M. S. N. S.T., M.T., selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Siliwangi.
6. Bapak Sutisna, M.T., Selaku Kepala Laboratorium Teknik Elektro Universitas Siliwangi.
7. Dosen Teknik Elektro yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang telah diajarkan.
8. Staff Dan Karyawan SBAP Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2015.
10. Keluarga Tercinta Yang Telah Memberikan Dorongan Moril, Maupun Materil Serta Kasih Sayang Yang Tak Terbatas.

11. Dan Semua Pihak Yang Tidak Dapat Disebutkan Satu Persatu Yang Telah Membantu Baik Moril Maupun Materil.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Tasikmalaya, 04 Agustus 2022

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping letters and a long horizontal stroke extending to the right.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
LEMBAR PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xivv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Perumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian	I-3
1.5 Batasan Penelitian	I-3
1.6 Metode Penelitian	I-4
1.7 Sistematika Pelaporan	I-5
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Robot	II-1
2.2 Mikrokontroler	II-3
2.3 Implementasi Teknologi Digital	II-3
2.3.1 Arduino Nano	II-3
2.3.2 Gyroscope	II-10
2.3.3 Kontroler PID	II-11
2.3.3.1 Proporsional	II-12
2.3.3.2 Integral	II-13
2.3.3.3 Derivatif	II-14
2.3.4 Metode Tuning PID	II-15
2.3.4.1 Manual Tunning	II-15
2.3.4.2 Metode Ziegler-Nichlos	II-17
2.3.4.3 Metoda Cohen-Coon	II-20
2.3.4.4 Direct Synthesis	II-22

2.3.5	LCD	II-22
2.3.6	<i>Bluetooth HC-05</i>	II-24
2.3.7	Sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	II-25
2.3.8	Motor DC	II-29
2.3.9	Prinsip kerja motor DC	II-31
2.3.10	<i>Driver Motor L298</i>	II-32
2.3.11	Teknik Pengendalian Motor	II-34
2.3.12	<i>Pulse Width Modulation (PWM)</i>	II-35
2.3.13	Modulasi lebar pulsa (<i>Pulse Width Modulation</i>)	II-36
BAB III METODE PENELITIAN		III-1
3.1	<i>Flowchart</i> Tahapan penelitian	III-1
3.2	Lokasi Penelitian	III-6
3.3	Bahan, Alat, dan <i>Software</i> Penelitian	III-6
3.3.1	Bahan	III-6
3.3.2	Alat	III-7
3.3.3	<i>Software</i>	III-7
3.4	Konsep	III-7
3.5	Perancangan Perangkat keras (<i>Hardware</i>)	III-8
3.5.1	Perancangan <i>Bluetooth HC-05</i>	III-9
3.5.2	Perancangan Sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	III-9
3.5.3	Perancangan <i>Driver Motor L298N</i>	III-10
3.5.4	Perancangan Sensor <i>Gyroscope MPU-6050</i>	III-10
3.6	Metode Pengumpulan Data	III-11
3.7	Perancangan Alat	III-12
3.8	Penjelasan Desain Alat	III-13
3.9	Alur Kerja Sistem	III-14
3.10	Metode Pengujian	III-17
BAB IV PEMBAHASAN		IV-1
4.1	Pengujian Unit	IV-1
4.1.1	Pengujian Arduino Nano	IV-1
4.1.2	Pengujian <i>Driver L298N</i>	IV-2
4.1.3	Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	IV-4
4.1.4	Pengujian MPU6050	IV-7

4.1.5	Pengujian <i>Bluetooth</i> HC-05	IV-10
4.2	Perakitan Sistem	IV-11
4.3	Pengujian Sistem	IV-12
4.3.1	Pengujian Motor DC Dengan Kendali P	IV-13
4.3.2	Pengujian Motor DC Dengan Kendali PD	IV-16
4.3.3	Pengujian Motor DC Dengan Kendali PID	IV-19
4.3.4	Mencari Nilai PID dengan <i>Tuning Manual</i>	IV-23
4.4	Analisa dan Hasil Pengujian	IV-26
4.4.1	Analisa Pengujian Dengan Kendali P	IV-26
4.4.2	Analisa Pengujian Dengan Kendali PID	IV-27
4.4.3	Analisa Pengujian Ultrasonic Sistem Pada Rintangan	IV-27
4.4.4	Analisa Pengujian Sistem Keseluruhan	IV-28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		V-1
5.1	Kesimpulan	V-1
5.2	SARAN	V-1
DAFTAR PUSTAKA		I

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Robot Beroda (Naili Suri, 2017).....	II-2
Gambar 2. 2 Diagram Sederhana Mikrokontroler Atmega 328	II-6
Gambar 2. 3 Bentuk Fisik Arduino Nano (Rangga, 2016).....	II-8
Gambar 2. 4 Diagram Block PID	II-12
Gambar 2. 5 Respon Setiap Kendali.....	II-15
Gambar 2. 6 Memasukan Nilai Kp.....	II-16
Gambar 2. 7 Memasukan Nilai Ki.....	II-16
Gambar 2. 8 Memasukan Nilai Kd.....	II-17
Gambar 2. 9 Sistem Diberi Input Step.....	II-17
Gambar 2. 10 Proses Desain Penentuan Parameter L dan T	II-18
Gambar 2. 11 Sistem closed loop dengan menggunakan Kp saja.....	II-19
Gambar 2. 12 Proses Desain Menentukan Parameter Pcr	II-19
Gambar 2. 13 Sistem Open Loop Diberi Input Step	II-20
Gambar 2. 14 Sinyal Steady-state Kembali Diberi Input Step.....	II-20
Gambar 2. 15 Proses Desain Menentukan Parameter g_p , τ , dan τ_d	II-21
Gambar 2. 16 Blok Diagram dari Sistem Kontrol Berumpan balik	II-22
Gambar 2. 17 LCD (Angga Rusdinar, 2015)	II-23
Gambar 2. 18 Bluetooth HC-05 (Asep Saefullah, dkk., 2015).....	II-24
Gambar 2. 19 Sensor Ultrasonic HC-SR04 (Dwi Aji, 2017)	II-26
Gambar 2. 20 Cara kerja Sensor Ultrasonic HC-SR04 (Dwi Aji, 2017).....	II-27
Gambar 2. 21 Timing HC-SR04 (Dwi Aji, 2017).....	II-29
Gambar 2. 22 Motor DC (Hebi Jaya, 2015)	II-31
Gambar 2. 23 Prinsip kerja motor DC (Risidian tata, 2013)	II-32
Gambar 2. 24 Driver motor L298N (Yosua D. Widiarto, 2018).....	II-34
Gambar 3. 1 Flowchart tahapan penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 Flowchart Konsep.....	III-8
Gambar 3. 3 Skematik Bluetooth HC-05	III-9
Gambar 3. 4 Skematik Sensor Ultrasonic HC-SR-04	III-10
Gambar 3. 5 Skematik Driver Motor L298N dengan Bluetooth HC-05	III-10
Gambar 3. 6 Skematik Gyroscope MPU-6050.....	III-11
Gambar 3. 7 Desain Alat Tampak Depan.....	III-12
Gambar 3. 8 Flowchart Sistem Kerja Alat	III-15
Gambar 3. 9 Diagram Blok Rangkaian	III-16
Gambar 4. 1 <i>Sketch</i> Program Blink	IV-2
Gambar 4. 2 Pengujian Arduino.....	IV-2
Gambar 4. 3 <i>Sketch</i> Program Pengujian <i>Driver Motor</i> L298N.....	IV-3
Gambar 4. 4 Rangkaian <i>Driver Motor</i> L298N	IV-3
Gambar 4. 5 <i>Sketch</i> Program Pengujian Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04	IV-5
Gambar 4. 6 Uji Coba Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04.....	IV-6
Gambar 4. 7 Grafik Perbandingan Pengukuran Sensor <i>Ultrasonic</i> HC-SR04 Dengan Penggaris 30 Cm.....	IV-7
Gambar 4. 8 <i>Sketch</i> Program MPU6050	IV-8

Gambar 4. 9 Hasil dari serial <i>monitor</i>	IV-9
Gambar 4. 10 Uji Sensor <i>Gyroscope</i>	IV-9
Gambar 4. 11 Perakitan Sistem	IV-12
Gambar 4. 12 <i>Sketch</i> Program Untuk Nilai PID	IV-13
Gambar 4. 13 Grafik dari Nilai $K_p=21$	IV-14
Gambar 4. 14 Grafik dari Nilai $K_p=21$, $K_d=0,8$	IV-17
Gambar 4. 15 Grafik dari Nilai $K_p=21$, $K_i=140$, $K_d =0,8$	IV-20
Gambar 4. 16 Axis MPU6050	IV-24
Gambar 4. 17 Rumus PID Controller	IV-25
Gambar 4. 18 Hasil Program Komputasi PID	IV-25
Gambar 4. 19 Hasil Nilai PID	IV-26

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek Dari Setiap Kontroler.....	II-15
Tabel 2.2 Tabel Parameter PID Untuk ZN Tipe 1.....	II-18
Tabel 2.3 Tabel Parameter PID Untuk ZN Tipe 2.....	II-19
Tabel 2.4 Tabel Parameter PID Untuk Cohen-Coon.....	II-21
Tabel 3.1 Pengujian sensor <i>gyroscope</i>	III-17
Tabel 3.2 Pengujian <i>Bluetooth HC-05</i>	III-18
Tabel 3.3 Pengujian sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	III-19
Tabel 3.4 Pengujian Memberi nilai P.....	III-20
Tabel 3.5 Pengujian Memberi nilai PD.....	III-20
Tabel 3.6 Pengujian Memberi nilai PID.....	III-21
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Driver Motor L298N</i>	IV-4
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor <i>Ultrasonic HC-SR04</i>	IV-6
Tabel 4.3 Sampel data pengujian sensor <i>gyroscope MPU6050</i>	IV-9
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>Bluetooth HC-05</i>	IV-10
Tabel 4.5 Nilai Respon dan Sudut dengan kendali P pada Setpoint 180.....	IV-14
Tabel 4.6 Pengujian Memberi Nilai P.....	IV-16
Tabel 4.7 Nilai Respon dan Sudut dengan Kendali PD pada Set Point 180...IV-17	IV-17
Tabel 4.8 Pengujian Memberi Nilai PD.....	IV-19
Tabel 4.9 Nilai Respon dan Sudut dengan kendali PID pada Set Point 180...IV-20	IV-20
Tabel 4.10 Pengujian Memberi Nilai PID.....	IV-22
Tabel 4.11 Hasil Uji Jarak Jangkauan Sensor Ultrasonic.....	IV-29
Tabel 4.12 Hasil Uji Motor.....	IV-29
Tabel 4.13 Data Pengamatan Pengujian sistem keseluruhan.....	IV-29

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Siliwangi, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haadi Raharja
NIM : 157002002
Program Studi : Teknik Elektro
Departemen : Universitas Siliwangi
Fakultas : Teknik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Siliwangi Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“PROTOTYPE ROBOT KESEIMBANGAN MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO DENGAN TEKNIK KENDALI BERBASIS PID”

beserta produk yang ada (jika hasil TA berupa Produk/proTOTYPE). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Siliwangi berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengembangkan, mengubah, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Tasikmalaya

Pada tanggal : 04 Agustus 2022



52CAFAKX226375062

(Haadi Raharja)

