

# **TUGAS AKHIR**

## **SISTEM KENDALI *SELF BALANCING* ROBOT DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH**



**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada  
Jurusan Teknik Elektro Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro  
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH**

**FAJAR BASRIANSYAH  
061840341536**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO  
PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO  
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA  
PALEMBANG**

**2022**

**HALAMAN PENGESAHAN  
TUGAS AKHIR**

**SISTEM KENDALI *SELF BALANCING* ROBOT DENGAN  
KOMUNIKASI BLUETOOTH**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Terapan Program Studi Teknik Elektro**

Oleh :

**FAJAR BASRIANSYAH  
061840341536**

**Palembang, 19 September 2022**

**Menyetujui,**

**Pembimbing 1**



**Yeni Irdavanti, S.T., M.Kom.  
NIP. 197612212002122001**

**Pembimbing 2**



**Yudi Wijanarko, S.T., M.T.  
NIP. 196705111992031003**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan  
Teknik Elektro**



**Ir. Iskandar Lutfi, M.T.  
NIP. 196501291991031002**

**Koordinator Program Studi  
Sarjana Terapan Teknik Elektro**



**Masayu Anisah, S.T., M.T.  
NIP. 197012281993032001**

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fajar Basriansyah

NIM : 0618 4034 1536

Judul : Sistem Kendali *Self Balancing* Robot Dengan Komunikasi  
*Bluetooth*

Dengan ini saya menyatakan bahwasanya laporan tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya yang saya kerjakan sendiri di bawah pengawasan oleh tim pembimbing I dan II serta bukan hasil plagiarisme. Jika suatu saat ditemukan plagiarisme di dalam laporan tugas akhir ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dari Politeknik Negeri Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, 19 September 2022



Fajar Basriansyah

061840341536

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE – PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Fajar Basriansyah

NIM : 061840341536

Judul : Sistem Kendali *Self Balancing* Robot Dengan Komunikasi  
*Bluetooth*

Dengan ini menyatakan bahwasanya saya memberi izin kepada Politeknik Negeri Sriwijaya serta pembimbing tugas akhir dalam memublikasikan penelitian saya untuk keperluan akademik, apabila saya tidak memublikasikan hasil penelitian saya dalam kurun waktu satu tahun dan saya juga menyetujui agar ditempatkan pembimbing tugas akhir saya sebagai penulis korespondensi.

Demikian, Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun

Palembang, 15 September 2022



Fajar Basriansyah

061840341536

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

**Cukup Allah (menjadi penolong) bagi kami dan Dia sebaik-baik pelindung (Q.S Al Imron 3:173)**

### PERSEMBAHAN

*Tugas Akhir ini ku persembahkan untuk :*

- ❖ Keluarga Tercinta dan Terkasih yang tanpa lelah selalu mendidik, mendukung, memberikan doa, semangat dan motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat sangat besar yang tak mungkin bisa dibalas dengan apapun.
- ❖ Kepada bibi (Susilawati) yang telah memberikan dukungan moral dan moril selama kuliah.
- ❖ Kedua dosen pembimbing yang telah menuntun dan memberikan arahan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
- ❖ Teman - Teman Satu Angkatan Mekatronika DIV 2018 yang telah bekerja sama dengan baik
- ❖ Teman - teman seperjuangan Mekatronika ELA 2018 yang telah berjuang Bersama selama kurang lebih 4 tahun.
- ❖ Kepada teman - teman dan pihak - pihak yang telah membantu dalam pembuatan Tugas Akhir ini

## ABSTRAK

### SISTEM KENDALI *SELF BALANCING* ROBOT DENGAN KOMUNIKASI BLUETOOTH

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, September 2022

Fajar Basriansyah; dibimbing oleh Yeni Irdyanti, S.T., M.Kom. dan Yudi Wijanarko, S.T., M.T.

Perkembangan teknologi robot saat ini terus berkembang pesat dari masa ke masa. Salah satunya adalah *self balancing* robot. *Self balancing* robot merupakan suatu *mobile* robot yang dilengkapi dua buah roda disisi kiri dan kananya. Robot ini adalah sebuah pengembangan dari model pendulum terbalik yang terletak diatas kereta beroda. Kunci dari keseimbangan *balancing* robot adalah diperlukannya sebuah metode kendali yang mempunyai agar robot dapat bertahan dalam keadaan tegak lurus terhadap permukaan bumi. Penelitian ini membahas mengenai sistem kendali robot *balancing* menggunakan sebuah metode kendali *PID (Proportional Integral Derivative)* dengan komunikasi bluetooth. Fitur koneksi bluetooth dipasang dan disambungkan di perangkat android sehingga dapat memudahkan dalam mengendalikan mobilitas robot tanpa kabel (*Wireless*). *Software* yang digunakan berupa Arduino IDE. Untuk komponen pendukung yang digunakan dalam sistem ini meliputi Arduino Nano, sensor MPU6050, driver A4988, modul bluetooth HC-05 dan motor stepper Nema 17. Berjalannya sistem berdasarkan masukan dari sensor MPU6050 untuk memperoleh nilai keseimbangan dari robot, pada nilai *tuning* parameter kontrol *proposional, Integral* dan *Derivative* ditentukan menggunakan cara *trial and error*.

Kata Kunci : *Self balancing robot*, Arduino Nano, modul bluetooth HC-05, *PID (Proportional–Integral–Derivative)*

## **ABSTRACT**

### ***SELF BALANCING ROBOT CONTROL SYSTEM WITH BLUETOOTH COMMUNICATION***

*Scientific Paper of a Final Project, September 2022*

*Fajar Basriansyah; supervised by Yeni Irdyanti, S.T., M.Kom. and Yudi  
Wijanarko, S.T., M.T.*

*The development of robot technology is currently growing rapidly from time to time. One of them is self balancing robot. Self Balancing Robot is a mobile robot equipped with two wheels on the left and right. This robot is a development of the inverted pendulum model which is located on a wheeled train. The key to balancing robotic balance is the need for an adequate control method so that the robot can survive in a state perpendicular to the earth's surface. This study discusses the balancing robot control system using a PID (Proportional Integral Derivative) control method with bluetooth communication. The bluetooth connection feature is installed and connected to the android device so that it can make it easier to control the mobility of the robot without cables (Wireless). The software used is Arduino IDE. The supporting components used in this system include Arduino Nano, MPU6050 sensor, A4988 driver, bluetooth module HC-05 and Nema 17 stepper motor. The system runs based on input from the MPU6050 sensor to obtain the balance value from the robot, on the proportional control parameter tuning value, Integral and Derivative determined using trial and error.*

*Keywords: Self balancing robot, Arduino Nano, bluetooth module HC-05, PID (Proportional–Integral–Derivative)*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat serta rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan akhir yang berjudul “Sistem Kendali *Self Balancing* Robot Dengan Komunikasi Bluetooth”. Sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Saya menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam penulisan laporan ini. Dalam proses pengerjaan laporan ini tak luput bantuan berupa moral dan moril serta arahan dari banyak pihak sampai pengerjaan laporan selesai dan semua itu sangat berarti bagi saya, karena itulah saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ing. Ahmad Taqwa, M.T. Selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya;
2. Bapak Ir. Iskandar Lutfi, M.T. Selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
3. Bapak Destra Andika Pratama, S.T., M.T. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
4. Ibu Masayu Anisah, S.T., M.T. Selaku Koordinator Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya,
5. Ibu Yeni Irdayanti, S.T., M.Kom. Selaku Pembimbing I yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam pembuatan proposal Tugas Akhir;
6. Bapak Yudi Wijanarko, S.T., M.T. Selaku Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan masukkan dalam pembuatan proposal Tugas Akhir;
7. Seluruh Dosen, Staf, dan Instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya;
8. Orang tua dan saudara (Riska Anggraini dan Rio Ramdhan) yang telah memberikan bantuan dukungan
9. Bibi (Susilawati) yang telah memberikan bantuan dukungan; dan
10. Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan Proposal Penelitian Tugas Akhir ini.



Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, saya menyadari bahwa masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, saya sangat mengharapkan adanya kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan dalam penulisan ini. Akhir kata, saya ucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu, baik dalam penyusunan laporan ini maupun masukan yang telah diberikan dalam bentuk kritik dan saran yang membangun. Semoga Laporan Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Palembang, 13 September 2022



Fajar Basriansyah

061840341536

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	Error! Bookmark not defined.
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.i
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS</b> .....	.....iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN RE – PUBLIKASI</b> .....	iv
<b>MOTTO DAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>ABSTRAK</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Latar Belakang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.2. Rumusan Masalah .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.3. Batasan Masalah.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4. Tujuan dan Manfaat.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.1. Tujuan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.4.2. Manfaat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.5 Metodologi Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
1.6 Sistematika Penulisan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	Error! Bookmark not defined.
2.1. <i>Mobile Robot</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.1.1. <i>Self Balancing Robot</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2. Arduino Nano .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1. Spesifikasi Arduino Nano .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2. Pin Input/Output Arduino Nano .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3. Sensor MPU6050 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4. Motor Steper.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1. Prinsip Kerja Motor Stepper .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2. Konstruksi Motor Stepper.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.3. Motor Stepper Nema 17.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.4. Spesifikasi Nema 17 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5. Modul Driver A4988 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6. HC-05 Bluetooth Modul.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.4. Spesifikasi Modul Bluetooth H-05 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7. Baterai .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7.1 Baterai Li-Po.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.8. EZ-GUI Apk.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9. Kendali PID .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.1. Proportional (elemen P) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.2. Integral (elemen I) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.9.3. Derivative (elemen D) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.10. Komunikasi Bluetooth.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.12. Arduino IDE .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB III PERANCANGAN SISTEM</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1. Kerangka TA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2. Kebutuhan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

3.3. Perancangan Sistem.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1. Blok diagram.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2. Flowchart.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4. Prinsip kerja.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Perancangan Mekanik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Perancangan Elektrik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Overview Pengujian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.2. Alat – Alat Pendukung Pengukuran .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.3. Langkah-langkah Pengkoneksian Bluetooth dan Pengoprasian Alat.....	38
4.4. Pengujian Motor Stepper Dan Driver A4988.....	45
4.4.1 Menentukan Arah Perputaran Motor Stepper.....	46
4.4.2 Menentukan Kecepatan Motor Stepper.....	47
4.5. Pengujian Sensor MPU 6050.....	47
4.6. Pengujian Kendali PID.....	49
4.7. Pengujian Komunikasi Bluetooth Hc-05.....	51
4.7.1. Pengujian Jarak Komunikasi Bluetooth dan Mobilitas Robot Tanpa Penghalang.....	51
4.7.2. Pengujian jarak komunikasi bluetooth dan mobilitas robot dengan penghalang.....	53
4.8. Analisa.....	54
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>55</b>
5.1. Kesimpulan.....	57

5.2.Saran.....	57
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Self Balancing Robot.....	5
<b>Gambar 2.2</b> Arduino nano.....	6
<b>Gambar 2.3</b> Skematik arduino nano.....	6
<b>Gambar 2.4</b> Pin out arduino nano.....	7
<b>Gambar 2.5</b> Sensor MPU6050.....	10
<b>Gambar 2.6</b> Skematik sensor MPU6050.....	10
<b>Gambar 2.7</b> Accelerometer Sensing.....	11
<b>Gambar 2.8</b> Gyroscope Sensing.....	12
<b>Gambar 2.9</b> Motor Stepper.....	12
<b>Gambar 2.10</b> prinsip kerja motor stepper.....	14
<b>Gambar 2.11</b> Konstruksi Motor Stepper.....	15
<b>Gambar 2.12</b> Motor Stepper Nema 17.....	16
<b>Gambar 2.13</b> Modul Driver A498.....	17
<b>Gambar 2.14</b> HC-05 Bluetooth Modul.....	18
<b>Gambar 2.15</b> Skematik modul bluetooth.....	19
<b>Gambar 2.16</b> Baterai.....	21
<b>Gambar 2.17</b> Tampilan aplikasi EZ-GUI.....	22
<b>Gambar 2.18</b> Blok Diagram kontrol PID.....	22
<b>Gambar 2.19</b> Tampilan Software Arduino IDE.....	25
<b>Gambar 3.1.</b> Blok Diagram Rancangan Penelitian.....	27
<b>Gambar 3.2</b> Blok Diagram.....	30
<b>Gambar 3.3</b> Flowchart komunikasi Bluetooth.....	31
<b>Gambar 3.4</b> Flowchart.....	32
<b>Gambar 3. 5</b> Ilustrasi Prinsip Kerja Bagian 1.....	33

<b>Gambar 3. 6</b> Ilustrasi Prinsip Kerja Bagian 1.....	33
<b>Gambar 3. 7</b> Ilustrasi Prinsip Kerja Bagian 1.....	34
<b>Gambar 3.8</b> Desain 3d self balancing robot tampak depan.....	34
<b>Gambar 3.9</b> Desain 3d self balancing robot tampak atas.....	34
<b>Gambar 3.10</b> Desain 3d self balancing robot tampak samping.....	35
<b>Gambar 3.11</b> Skematik rangkian self balncing robot.....	35
<b>Gambar 3.12</b> Skematik PCB rangkian self balncing robot.....	36
<b>Gambar 4.1</b> Tampilan aplikasi EZ-Gui.....	38
<b>Gambar 4.2</b> Settings pada aplikasi untuk mencari koneksi bluetooth.....	38
<b>Gambar 4.3</b> Tampilan menu connection dengan berbagai komunikasi.....	39
<b>Gambar 4.4</b> Tampilan aplikasi saat mencari perangkat bluetooth.....	39
<b>Gambar 4.5</b> Tampilan tombol next untuk kembali ke tampilan awal.....	40
<b>Gambar 4.6</b> Tampilan tombol connect untuk pengkoneksian bluetooth.....	40
<b>Gambar 4.7</b> Tampilan menu AUX pada aplikasi.....	41
<b>Gambar 4.8</b> Tampilan pengaturan AUX.....	41
<b>Gambar 4.9</b> Tampilan settings ke tampilan tuning PID.....	42
<b>Gambar 4.10</b> Tampilan pengaturan nilai PID pada aplikasi EZ-Gui.....	42
<b>Gambar 4.11</b> Tampilan settings klik tombol calibration.....	43
<b>Gambar 4.12</b> Tampilan menu kalibrasi pada aplikasi EZ-Gui.....	43
<b>Gambar 4.13</b> Tampilan settings menuju ke model kontrol robot.....	44
<b>Gambar 4.14</b> Tampilan EZ-Gui Ground Station model control.....	44
<b>Gambar 4.15</b> Tampilan joystick pengatur mobilitas robot.....	45
<b>Gambar 4.16</b> Rangkaian pengujian driver dan motor.....	46
<b>Gambar 4.17</b> Respon hasil pengujian driver A4988 dan motor stepper.....	46
<b>Gambar 4.18</b> Ilustrasi pengujian sensor MPU 6050.....	47

<b>Gambar 4.19</b> Tampilan tuning PID.....	48
<b>Gambar4.20</b> Arah sumbu x, y, z pada ROLL, PITCH, dan YAW.....	49



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Tabel konfigurasi Pin.....	18
<b>Tabel 2.2</b> Tabel Konfigurasi pin.....	19
<b>Tabel 2.3</b> Tabel Karakteristik Pengendali PID.....	23
<b>Tabel 4.1</b> Konfigurasi pin sensor MPU 6050.....	47
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengujian Arah Putaran Motor.....	48
<b>Tabel 4.3</b> Tuning nilai PID.....	49
<b>Tabel 4.4</b> Jarak dan respon robot terhadap perintah yang dikirimkan dari smartphone android tanpa penghalang.....	50
<b>Tabel 4.4</b> Jarak dan respon robot terhadap perintah yang dikirimkan dari smartphone android dengan penghalang.....	52

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1	Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing I
Lampiran 2	Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing II
Lampiran 3	Lembar Konsultasi TA Pembimbing I
Lampiran 4	Lembar Konsultasi TA Pembimbing II
Lampiran 5	Lembar Rekomendasi Ujian TA
Lampiran 6	Lembar Pelaksanaan Revisi TA
Lampiran 7	Letter Of Acceptance
Lampiran 8	Datasheet
Lampiran 9	Dokumentasi