



**RANCANG BANGUN ROBOT PENYEDOT DEBU  
*INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU) BERBASIS  
PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID) ZIEGLER-  
NICHOLS WALL FOLLOWER* DENGAN LAMPU  
ULTRAVIOLET C**

**SKRIPSI**

**RAYNALDYN RAFAEL LUMBAN TOBING**

**2010314017**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**2024**



**RANCANG BANGUN ROBOT PENYEDOT DEBU  
*INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU) BERBASIS  
PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID) ZIEGLER-  
NICHOLS WALL FOLLOWER* DENGAN LAMPU  
ULTRAVIOLET C**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik**

**RAYNALDYN RAFAEL LUMBAN TOBING**

**2010314017**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK ELEKTRO**

**2024**

## HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi diajukan oleh :

Nama : Raynaldyn Rafael Lumban Tobing

NIM : 2010314017

Program Studi : S1 Teknik Elektro

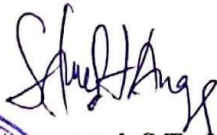
Judul Skripsi : **Rancang Bangun Robot Penyedot Debu *Inertial Measurement Unit* (IMU) Berbasis *Proportional Integral Derivative* (PID) Ziegler-Nichols *Wall Follower* Dengan Lampu Ultraviolet C**

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.



Dr. Didit Widnyanto, S.Kom., M.Si.

Penguji Utama



Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc., Ph.D.

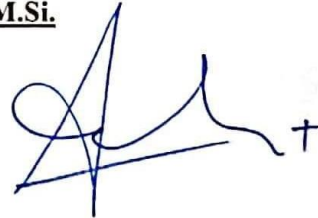
Penguji Lembaga



Dr. Muchamad Oktaviandri, ST., MT.,

IPM., ASEAN.Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,

CEC.

Penguji 1 (Pembimbing)



Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,

CEC.

Kepala Program Studi Teknik  
Elektro

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 9 Januari 2024

**LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING**

**RANCANG BANGUN ROBOT PENYEDOT DEBU  
INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU) BERBASIS *PROPORTIONAL  
INTEGRAL DERIVATIVE* (PID) ZIEGLER-NICHOLS *WALL FOLLOWER*  
DENGAN LAMPU ULTRAVIOLET C**

**Raynaldyn Rafael Lumban Tobing  
NIM. 2010314017**

**Disetujui Oleh**

**Pembimbing I**



**Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T.,  
CEC.**

**Pembimbing II**



**Fajar Rahayu, S.T., M.T.**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta**



**Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., CEC.**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Proposal skripsi ini merupakan hasil karya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Raynaldyn Rafael Lumban Tobing

NIM : 2010314017

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 9 Januari 2023

Yang menyatakan,



(Raynaldyn Rafael Lumban Tobing)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI  
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta,  
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raynaldyn Rafael Lumban Tobing

NIM : 2010314017

Fakultas : Teknik

Program Studi : S1 Teknik Elektro

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Rights) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**RANCANG BANGUN ROBOT PENYEDOT DEBU *INERTIAL MEASUREMENT UNIT* (IMU) BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE* (PID) ZIEGLER-NICHOLS *WALL FOLLOWER* DENGAN LAMPU ULTRAVIOLET C**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta  
Pada tanggal : 9 Januari 2023  
Yang menyatakan,



Raynaldyn Rafael Lumban Tobing

**RANCANG BANGUN ROBOT PENYEDOT DEBU  
INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU) BERBASIS  
PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE (PID) ZIEGLER-  
NICHOLS WALL FOLLOWER DENGAN LAMPU  
ULTRAVIOLET C**

**RAYNALDYN RAFAEL LUMBAN TOBING**

**ABSTRAK**

Kebersihan merupakan suatu aspek penting dalam kehidupan manusia sehari-hari karena berhubungan langsung dengan kesehatan dan kenyamanan manusia. Terlebih lagi kebersihan lantai harus tetap diperhatikan, sebab lantai adalah area yang sering diinjak orang, terpapar debu, kotoran, serta terdapat mikroorganisme penyebab penyakit (patogen). Robot bisa sangat membantu aktifitas sehari-hari manusia dan dapat menghemat waktu. Melalui penelitian ini dibuat inovasi robot penyedot debu yang mampu bergerak secara otomatis dengan mikrokontroler serta dilengkapi dengan lampu Ultraviolet C berbasis kendali PID Ziegler-Nichols *Wall Follower*. Berdasarkan metode *trial error* diperoleh hasil pengujian yang menunjukkan bahwa robot penyedot debu mampu bergerak secara otomatis, bisa mendeteksi halangan pada jalur sehingga tidak menabrak, kecepatan dinamis dan nilai  $K_p = 8,77$ ;  $K_i = 0,0000000187$ ;  $K_d = 3,877$ .

**Kata Kunci:** Kebersihan, Mikrokontroler, Penyedot Debu, PID, Ultraviolet C

***DESIGN OF AN INERTIAL MEASUREMENT UNIT (IMU)  
VACUUM CLEANER ROBOT BASED ON PROPORTIONAL  
INTEGRAL DERIVATIVE (PID) ZIEGLER-NICHOLS WALL  
FOLLOWER WITH ULTRAVIOLET C LAMP***

**RAYNALDYN RAFAEL LUMBAN TOBING**

***ABSTRACT***

*Cleanliness is an important aspect in daily human life because it is directly related to human health and comfort. Moreover, the cleanliness of the floor must be considered, because the floor is an area that is often stepped on by people, exposed to dust, dirt, and the presence of disease-causing microorganisms (pathogens). Robots can be very helpful for human daily activities and can save time. Through this research, an innovative robot vacuum cleaner is made that is able to move automatically with a microcontroller and is equipped with an Ultraviolet C lamp based on Ziegler-Nichols Wall Follower PID control. Based on the trial error method, test results were obtained which showed that the vacuum cleaner robot was able to move automatically, could detect obstacles in the path so it did not crash, dynamic speed and  $K_p$  value = 8.77;  $K_i$  = 0.0000000187;  $K_d$  = 3.877.*

***Keywords:*** *Cleanliness, Microcontroller, Vacuum Cleaner, PID, Ultraviolet C*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas kehendak-Nya, penulis berhasil menyusun skripsi dengan baik. Dalam penelitian ini, penulis memilih judul "RANCANG BANGUN ROBOT PENYEDOT DEBU *INERTIAL MEASUREMENT UNIT* (IMU) BERBASIS *PROPORTIONAL INTEGRAL DERIVATIVE* (PID) ZIEGLER-NICHOLS *WALL FOLLOWER* DENGAN LAMPU ULTRAVIOLET C". Dalam pembuatan skripsi ini tidak sedikit masalah yang harus penulis hadapi. Namun penulis sadar bahwa keberhasilan dalam menyusun skripsi ini tidak akan tercapai tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Achmad Zuchriadi S.T., M.T., CEC selaku dosen pembimbing I yang memberikan banyak saran serta masukan yang sangat bermanfaat.
3. Ibu Fajar Rahayu S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak saran serta masukan yang sangat bermanfaat.
4. Keluarga yang selalu memberikan dorongan kepada penulis agar dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Teman-teman Program Studi S1 Teknik Elektro UPN Veteran Jakarta angkatan 2020 yang telah memberikan semangat, dukungan dan doa sehingga skripsi ini dapat selesai tepat waktu.

Jakarta, Januari 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB 2 KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 State of Art .....	6
2.2 Arduino IDE .....	9
2.3 Arduino Mega 2560.....	10
2.4 Inertial Measurement Unit (IMU) MPU6050.....	10

2.5	Sensor Pengukur Jarak .....	11
2.5.1	Sensor Inframerah .....	11
2.5.2	Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	12
2.6	Motor DC .....	12
2.7	Relay.....	13
2.8	Ultraviolet C .....	14
2.9	Kendali Proporsional Integral Derivatif (PID Controller) Dengan Metode Ziegler-Nichols .....	14
2.10	Wall Follower .....	15
2.11	Metode Penelitian .....	15
<b>BAB 3</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1	Tahapan Penelitian .....	17
3.1.1	Studi Literatur .....	18
3.1.2	Merumuskan Masalah .....	18
3.1.3	Proses Pembuatan .....	18
3.1.4	Konfigurasi Parameter PID .....	19
3.1.5	Uji Coba .....	20
3.1.6	Analisis Dan Pembahasan Respon PID Serta Parameter PID Yang Diperoleh.....	20
3.1.7	Kesimpulan dan Saran.....	20
3.2	Cara Kerja Rangkaian .....	21
3.3	Desain Awal .....	22
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>23</b>
4.1	Proses Pembuatan.....	23
4.1.1	Pembuatan Hardware Robot .....	23

4.1.2	Pembuatan Program Robot .....	27
4.2	Konfigurasi Parameter PID .....	28
4.3	Pengambilan Data.....	28
4.4	Hasil Pengambilan Data .....	29
4.4.1	Pergerakan Robot .....	29
4.4.2	Respon Robot Berdasarkan Kendali PID.....	30
4.4.3	Jarak Kiri.....	33
4.5	PWM Motor DC Gearbox .....	50
4.6	Nilai Akhir Kp, Ki, dan Kd .....	52
4.7	Penyedot Debu .....	53
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>54</b>
5.1	Kesimpulan.....	54
5.2	Saran.....	54

**DAFTAR PUSTAKA**  
**RIWAYAT HIDUP**  
**LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino IDE.....	9
Gambar 2. 2 Arduino Mega 2560 .....	10
Gambar 2. 3 MPU6050 .....	11
Gambar 2. 4 Sensor Inframerah .....	11
Gambar 2. 5 Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	12
Gambar 2. 6 Motor DC .....	13
Gambar 2. 7 Relay 2 Channel .....	13
Gambar 2. 8 Ultraviolet C.....	14
Gambar 3. 1 Alur Tahapan Penelitian.....	17
Gambar 3. 2 Diagram Pengkabelan .....	18
Gambar 3. 3 Alur Kerja Rangkaian .....	21
Gambar 3. 4 Desain disertai Wiring.....	22
Gambar 4. 1 Rangka Robot Penyedot Debu .....	23
Gambar 4. 2 Tampak Samping Penyedot Debu .....	24
Gambar 4. 3 Tampak Tutup Tabung Dan Baling-Baling.....	24
Gambar 4. 4 Tampak Bawah Tabung Dan Lubang Masuk Debu .....	25
Gambar 4. 5 Tampak Depan Robot Penyedot Debu .....	25
Gambar 4. 6 Tampak Atas Robot Penyedot Debu .....	26
Gambar 4. 7 Tampak Dekat IMU MPU6050 Pada Breadboard .....	26
Gambar 4. 8 Tampak Bawah Robot Penyedot Debu .....	27
Gambar 4. 9 Program Robot Penyedot Debu.....	28
Gambar 4. 10 Jenis Lintasan .....	29
Gambar 4. 11 Grafik Putaran 1 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	34
Gambar 4. 12 Grafik Putaran 2 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	34
Gambar 4. 13 Grafik Putaran 3 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	35
Gambar 4. 14 Grafik Putaran 4 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	35
Gambar 4. 15 Grafik Putaran 5 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	36
Gambar 4. 16 Grafik Putaran 6 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	36
Gambar 4. 17 Grafik Putaran 7 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	37

Gambar 4. 18 Grafik Putaran 8 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	37
Gambar 4. 19 Grafik Putaran 9 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	38
Gambar 4. 20 Grafik Putaran 10 Lintasan Persegi Panjang Polos.....	38
Gambar 4. 21 Grafik Putaran 1 Lintasan 1 Sisi Miring .....	39
Gambar 4. 22 Grafik Putaran 2 Lintasan 1 Sisi Miring .....	39
Gambar 4. 23 Grafik Putaran 3 Lintasan 1 Sisi Miring .....	40
Gambar 4. 24 Grafik Putaran 4 Lintasan 1 Sisi Miring .....	40
Gambar 4. 25 Grafik Putaran 5 Lintasan 1 Sisi Miring .....	41
Gambar 4. 26 Grafik Putaran 6 Lintasan 1 Sisi Miring .....	41
Gambar 4. 27 Grafik Putaran 7 Lintasan 1 Sisi Miring .....	42
Gambar 4. 28 Grafik Putaran 8 Lintasan 1 Sisi Miring .....	42
Gambar 4. 29 Grafik Putaran 9 Lintasan 1 Sisi Miring .....	43
Gambar 4. 30 Grafik Putaran 10 Lintasan 1 Sisi Miring .....	43
Gambar 4. 31 Grafik Putaran 1 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	44
Gambar 4. 32 Grafik Putaran 2 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	44
Gambar 4. 33 Grafik Putaran 3 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	45
Gambar 4. 34 Grafik Putaran 4 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	45
Gambar 4. 35 Grafik Putaran 5 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	46
Gambar 4. 36 Grafik Putaran 6 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	46
Gambar 4. 37 Grafik Putaran 7 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	47
Gambar 4. 38 Grafik Putaran 8 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	47
Gambar 4. 39 Grafik Putaran 9 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	48
Gambar 4. 40 Grafik Putaran 10 Lintasan Persegi Panjang Bersekat.....	48
Gambar 4. 41 Grafik PWM Ketika Robot Bergerak Lurus Dengan Kendali PID	51
Gambar 4. 42 Grafik PWM Ketika Robot Belok Kanan Tanpa Kendali PID .....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Perbandingan 3 Robot Penyedot Debu .....	2
Tabel 2. 1 Penelitian Sebelumnya.....	6
Tabel 2. 2 Rumus Ziegler-Nichols .....	15
Tabel 3. 1 Keterangan Komponen Dari Diagram Pengkabelan.....	19
Tabel 4. 1 Keterangan Menabrak atau Tidak Menabrak.....	30
Tabel 4. 2 Data PID Lintasan Persegi Panjang Polos .....	31
Tabel 4. 3 Data PID Lintasan 1 Sisi Miring.....	31
Tabel 4. 4 Data PID Lintasan Persegi Panjang Bersekat .....	32
Tabel 4. 5 Rata-Rata Jarak Kiri Saat Bergerak Maju.....	49
Tabel 4. 6 Nilai Presisi,Error, dan Akurasi Ketika Robot Bergerak Maju.....	50
Tabel 4. 7 Keberhasilan Alat Penyedot Debu .....	53

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran Lembar Konsultasi Dengan Pembimbing I

Lampiran Lembar Konsultasi Dengan Pembimbing II