



**RANCANG BANGUN SENDOK *STABILIZER* MEGGUNAKAN
METODE PID *ZIEGLER-NICHOLS* UNTUK PENDERITA
PARKINSON**

SKRIPSI

DIO RAMADAN MANIK

2110314067

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
2025**



**RANCANG BANGUN SENDOK *STABILIZER* MEGGUNAKAN METODE
PID *ZIEGLER-NICHOLS* UNTUK PENDERITA PARKINSON**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik**

DIO RAMADAN MANIK

2110314067

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

2025

HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi yang diajukan oleh:

Nama : Dio Ramadan Manik
NIM : 2110314067
Program Studi : S1 – Teknik Elektro
Judul Skripsi : Rancang bangun sendok stabilizer menggunakan metode PID Ziegler Nichols untuk penderita Parkinson.

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.



Fajar Rahayu Ikhwanul S.T, M.T.

Penguji Utama

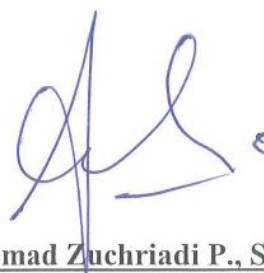


**Silvia Anggraeni, S.T., M.Sc.,
Ph.D.**

Penguji Lembaga



**Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri,
S.T., M.T., IPM., ASEAN Eng.**
**Pelaksana Tugas (Plt.) Dekan
Fakultas Teknik**



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

Penguji I (Pembimbing)



**Ir. Achmad Zuchriadi P.,
S.T., M.T.**
**Kepala Program Studi
Teknik Elektro**

Ditetapkan di: Jakarta
Tanggal Ujian: 17 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI

RANCANG BANGUN *SENDOK STABILIZER* MEGGUNAKAN METODE PID *ZIEGLER-NICHOLS* UNTUK PENDERITA PARKINSON

Dio Ramadan Manik

NIM 2110314067

Disetujui oleh,

Pembimbing I



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

Pembimbing II

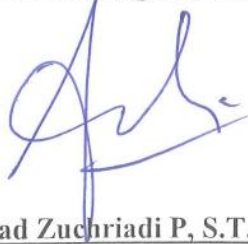


Ferdyanto, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi tersebut merupakan hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun digunakan sebagai rujukan telah saya nyatakan benar.

Nama : Dio Ramadan Manik

NIM : 2110314067

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

Apabila di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 28 Juli 2025

Yang menyatakan,



The stamp is yellow with a red border. It features the Garuda Pancasila emblem at the top center. Below the emblem, the text 'METERAI TEMPEL' is printed in red. At the bottom, the alphanumeric code '45EAMX348305716' is printed in black.

Dio Ramadan Manik

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai *civitas academica* Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dio Ramadan Manik

NIM : 2110314067

Program Studi : S1 – Teknik Elektro

menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

RANCANG BANGUN SENDOK STABILIZER MENGGUNAKAN METODE PID ZIEGLER NICHOLS UNTUK PENDERITA PARKINSON

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih-media/formatkan, mengelola (dalam bentuk pangkalan data, merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 28 Juli 2025

Yang menyatakan,



Dio Ramadan Manik

RANCANG BANGUN *SENDOK STABILIZER* MEGGUNAKAN METODE PID ZIEGLER-NICHOLS UNTUK PENDERITA PARKINSON

Dio Ramadan Manik

ABSTRAK

Penelitian ini merancang dan membangun prototipe sendok *stabilizer* noninvasif untuk mengurangi dampak tremor tangan penderita Parkinson saat makan. Perangkat memanfaatkan sensor inersia MPU6050 untuk mendeteksi sudut kemiringan *roll* dan *pitch*, dua motor servo MG90S sebagai aktuator, serta mikrokontroler Arduino Nano yang dikendalikan melalui PID berbasis metode Ziegler Nichols. Penentuan parameter kendali dilakukan dalam dua tahap. Pada tahap pertama dilakukan estimasi awal melalui osilasi kritis yang menghasilkan nilai $K_p = 1,8$, $K_i = 0,024$, dan $K_d = 33,75$ untuk *roll* serta $K_p = 2,4$, $K_i = 0,032$, dan $K_d = 45$ untuk *pitch*. Tahap kedua berupa fine tuning untuk mengoptimalkan respons sistem sehingga diperoleh parameter akhir $K_p = 3,75$, $K_i = 0,05$, dan $K_d = 33,75$ pada *roll* serta $K_p = 3,78$, $K_i = 0,1$, dan $K_d = 45$ pada *pitch*. Pengujian pada tremor tiruan menunjukkan bahwa *error* rata-rata pada *roll* menurun dari 51,96 % hingga 52,51 % menjadi 6,77 % hingga 8,54 % sedangkan *error* pada *pitch* turun dari 42,96 % hingga 44,30 % menjadi 6,58 % hingga 6,66 %. Temuan ini menegaskan bahwa penyetelan parameter PID yang teliti secara signifikan meningkatkan respons sistem terhadap gangguan tremor sehingga prototipe sendok stabilizer ini efektif mempertahankan kestabilan posisinya saat digunakan.

Kata kunci: Sendok *stabilizer*. Tremor tangan, Parkinson, MPU6050, PID Ziegler Nichols, *Fine tuning*.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF A SPOON STABILIZER USING THE ZIEGLER–NICHOLS PID METHOD FOR PARKINSON’S PATIENTS

Dio Ramadan Manik

ABSTRACT

This study designs and develops a noninvasive stabilizer spoon prototype to reduce the impact of hand tremors in Parkinson’s patients during eating. The device uses an MPU6050 inertial sensor to detect roll and pitch angles, two MG90S servo motors as actuators, and an Arduino Nano microcontroller controlled by a Ziegler–Nichols–based PID controller. Control parameters were determined in two stages. The first stage used critical oscillation to obtain $K_p = 1.8$, $K_i = 0.024$, and $K_d = 33.75$ for roll, and $K_p = 2.4$, $K_i = 0.032$, and $K_d = 45$ for pitch. The second stage involved fine tuning to optimize system response, resulting in final gains of $K_p = 3.75$, $K_i = 0.05$, and $K_d = 33.75$ for roll, and $K_p = 3.78$, $K_i = 0.1$, and $K_d = 45$ for pitch. Tests with simulated tremors showed average roll error dropping from 51.96 %–52.51 % to 6.77 %–8.54 %, while pitch error fell from 42.96 %–44.30 % to 6.58 %–6.66 %. These findings confirm that precise PID tuning significantly improves the system’s response to tremor disturbances, demonstrating that this stabilizing spoon prototype effectively maintains positional stability during use.

Keywords: Stabilizer spoon, Hand tremor, Parkinson’s disease, MPU6050, Ziegler Nichols PID, Fine tuning.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, karunia, dan petunjuk-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik dan tanpa hambatan yang berarti. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik untuk memenuhi kurikulum pada Program Studi Teknik Elektro, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta, dengan judul “Rancang bangun sendok *stabilizer* menggunakan metode PID Ziegler–Nichols untuk penderita Parkinson”.

Penulis menyadari bahwa proses penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan lancar tanpa adanya dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan arahan, motivasi, dan doa selama proses penulisan hingga penyelesaian skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada :

1. Keluarga Penulis, khususnya orang tua, yang selalu memberikan dukungan moral dan material yang tak ternilai harganya, serta doa restu yang tak henti-hentinya mengiringi setiap langkah penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Tanpa kasih sayang dan pengorbanan mereka, penulis tidak akan berada di titik ini.
2. Bapak Ir. Achmad Zuchriadi P., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah memberikan banyak bimbingan, saran, dan masukan yang sangat berharga dalam penulisan tugas akhir ini. Beliau tidak hanya membimbing secara akademis, tetapi juga memberikan motivasi dan arahan yang sangat berarti dalam penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ferdyanto, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan saran dan masukan yang telah membantu dan memotivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.

Semoga hasil karya ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif, baik bagi perkembangan ilmu pengetahuan maupun bagi penerapan teknologi di bidang elektronika kendali. Penulis juga menyadari bahwa karya ini masih jauh dari sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan di masa yang akan datang.

Jakarta, Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Studi Literatur.....	5
2.2 Arduino IDE	13
2.3 Arduino Nano ATmega328P.....	14
2.4 Inertial Measurement Unit (IMU) MPU6050.....	14
2.5 Motor Servo MG90S	15
2.6 Baterai 9V.....	16
2.7 Switch On/OFF.....	16
2.8 Kendali PID.....	17
2.9 Metode Tuning Ziegler-Nichols.....	18
2.10 Parkinson Disease	20
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Tahapan Penelitian	22
3.2 Perancangan Alat.....	23

3.2.1	Pembuatan <i>Hardware</i> Sendok <i>Stabilizer</i>	23
3.3	Perancangan Pemrograman	25
3.4	Uji Kalibrasi Sensor MPU6050.....	26
3.5	Tuning PID	27
3.6	Pengujian Fungsionalitas Alat.....	28
3.7	Pengumpulan Data	28
3.7.1	Data Kalibrasi Sensor.....	29
3.7.2	Data Tuning PID	29
3.7.3	Data Pengujian Fungsionalitas Alat.....	29
3.8	Analisis Parameter.....	30
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1	Hasil Perancangan Hardware	32
4.2	Hasil Pemrograman	33
4.3	Uji Kalibrasi MPU6050.....	37
4.3.1	Hasil Data posisi sudut berdasarkan pembacaan langsung dari gyroscope.	37
4.3.2	Hasil Data posisi <i>sudut</i> berdasarkan sensor fusion <i>gyroscope</i> dan <i>Accelerometer</i> , tanpa kalibrasi.....	38
4.3.3	Hasil Data posisi sudut berdasarkan sensor fusion <i>gyroscope</i> dan <i>Accelerometer</i> , dengan kalibrasi.	39
4.4	Tuning Kendali PID	40
4.4.1	Hasil Tuning Pada Sudut Roll.....	41
4.4.2	Hasil Tuning Sudut Pitch	42
4.5	Pengujian Fungsionalitas Alat.....	47
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA		
RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arduino IDE	14
Gambar 2. 2 Arduino Nano ATmega328P	14
Gambar 2. 3 <i>Inertial Measurement Unit</i> (IMU) MPU6050	15
Gambar 2. 4 Motor Servo MG90S	16
Gambar 2. 5 Baterai 9V	16
Gambar 2. 6 <i>Switch</i>	17
Gambar 2. 7 Pengendali PID dalam system closed loop.....	18
Gambar 2. 8 Respon sistem terhadap masukan fungsi <i>step</i>	19
Gambar 2. 9 Respon sistem berbentuk kurva S.....	19
Gambar 2. 10 Kurva Respon Osilasi Berkelanjutan.....	20
Gambar 3. 1 Tahapan Penelitian.....	22
Gambar 3. 2 Perancangan Alat	23
Gambar 3. 3 <i>Wiring</i> Komponen Alat.....	24
Gambar 3. 4 Sendok Tampak Atas	24
Gambar 3. 5 Sendok Tampak Samping.....	25
Gambar 3. 6 Sendok Komersil	25
Gambar 3. 7 Alur Kerja Pemrograman.....	26
Gambar 4. 1 Hasil Perancangan Hardware.....	33
Gambar 4. 2 Deklarasi Variabel	34
Gambar 4. 3 Fungsi Setup	34
Gambar 4. 4 Kalibrasi.....	35
Gambar 4. 5 <i>Fusion</i> Akselerometer dan <i>Gyroscope</i>	35
Gambar 4. 6 Unit PID.....	36
Gambar 4. 7 Perintah Servo.....	36
Gambar 4. 8 Peletakan Sensor Dalam Permukaan datar	37
Gambar 4. 9 Data pembacaan langsung dari <i>gyroscope</i>	38
Gambar 4. 10 Sensor fusion <i>gyroscope</i> dan <i>Accelerometer</i>	39
Gambar 4. 11 Sensor fusion dengan kalibrasi awal.....	40
Gambar 4. 12 Respon Osilasi Sudut Roll	41
Gambar 4. 13 Respon Osilasi Sudut Pitch.....	42
Gambar 4. 14 Respon Sudut Pitch Tremor 1.....	43
Gambar 4. 15 Respon Sudut Roll Tremor 1	43
Gambar 4. 16 Respon Sudut Roll Tremor 2	44
Gambar 4. 17 Respon Sudut Pitch Tremor 2.....	44
Gambar 4. 18 Respon Sudut Roll Tremor 1 Setelah Fine Tuning.....	46
Gambar 4. 19 Respon Sudut Pitch Tremor 1 Setelah Fine Tuning	46
Gambar 4. 20 Respon Roll New Tremor 2 Setelah Fine Tuning	46
Gambar 4. 21 Respon Pitch New Tremor 2 Setelah Fine Tuning.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Aturan Metode Kurva Reaksi.....	19
Tabel 2. 3 Aturan Metode Osilasi.....	20
Tabel 3. 1 Keterangan Komponen Dari <i>Wiring</i> Komponen Alat.....	24
Tabel 4. 1 Tuning Sudut Roll	41
Tabel 4. 2 Tuning Sudut Pitch.....	43
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Konsumsi Bubur	47
Tabel 4. 4 Konsumsi Sayur	48
Tabel 4. 5 Konsumsi Telur Rebus	49
Tabel 4. 6 Rata-rata Setiap Iterasi	50

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1.** Dokumentasi Perakitan Alat
- Lampiran 2.** Hasil Pemrograman
- Lampiran 3.** Data Kalibrasi MPU6050
- Lampiran 4.** Data Tuning
- Lampiran 5.** Dokumentasi Pengujian Fungsionalitas Alat
- Lampiran 6.** Lembar Konsultasi Pembimbing 1 dan 2