



Institut Teknologi Nasional Malang

SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA

**DESIGN SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN DAN
PENEREMAN PADA KURSI RODA ELEKTRIK UNTUK
KONDISI JALANAN MENURUN DAN MENANJAK**

Mohammad Syafa' Karim Amrulloh
2012060

Dosen pembimbing
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
Mochammad Ibrahim Ashari, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2024



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA
DESIGN SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN
DAN Pengereman pada Kursi Roda
ELEKTRIK UNTUK KONDISI JALANAN
MENURUN DAN MENANJAK

Mohammad Syafa' Karim Amrulloh
2012060

Dosen pembimbing
Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.
Mochammad Ibrahim Ashari, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang
Februari 2024

**“DESIGN SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN
DAN PengerEMAN PADA KURSI RODA
ELEKTRIK UNTUK KONDISI JALANAN
MENURUN DAN MENANJAK”**

SKRIPSI

Disusun Oleh :

**Mohammad Syafa' Karim Amrulloh
NIM 2012060**

Diajukan Guna Memenuhi Sebagai Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Program Studi Teknik Elektro S-I
Peminatan Teknik Elektronika
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT. Mochammad Ibrahim Ashari, ST., MT.
NIP. P. 1030100361 NIP.P. 10030100358

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT
NIP. P. 1030000365

Malang
Februari 2023

ABSTRAK

DESIGN SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN DAN Pengereman PADA Kursi Roda ELEKTRIK UNTUK KONDISI JALANAN MENURUN DAN MENANJAK

MOHAMMAD SYAFA' KARIM AMRULLOH, NIM : 2012060

Dosen Pembimbing I: Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

Dosen Pembimbing II: Mochammad Ibrahim Ashari, ST., MT.

Penelitian ini akan menganalisis kursi roda elektrik yang dapat melewati turunan dan tanjakan dengan kecepatan constant, Kursi roda telah mengalami modifikasi dengan penambahan motor DC elektrik sebagai sumber daya utama yang memungkinkan pasien berkebutuhan khusus untuk menjalankan kursi mereka sendiri tanpa perlu bantuan orang lain. Inovasi ini bertujuan untuk memberikan keamanan dan kemandirian kepada para penderita, mengatasi kendala yang diakibatkan oleh gangguan saraf motorik pada kaki mereka, serta menghilangkan ketergantungan pada bantuan orang lain. Dalam penelitian ini, sistem pengendalian kecepatan dan pengereman kursi roda elektrik telah diimplementasikan untuk menghadapi berbagai jenis medan, termasuk jalanan menurun dan menanjak. Sensor rotary encoder digunakan sebagai mekanisme umpan balik untuk mengendalikan output motor. Motor sendiri dioperasikan menggunakan metode Pulse Width Modulation (PWM). Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino Uno R3, yang berfungsi sebagai otak utama dalam pengolahan data dan mengintegrasikan sensor rotary encoder sebagai mekanisme umpan balik untuk mengontrol motor..

Kata kunci – Arduino UNO, IBT-2 H-bridge, sensor rotary encoder, kendali PID.

ABSTRACT

DESIGN SISTEM PENGENDALIAN KECEPATAN DAN Pengereman pada Kursi Roda ELEKTRIK UNTUK KONDISI JALANAN MENURUN DAN MENANJAK

MOHAMMAD SYAFA' KARIM AMRULLOH, NIM : 2012060

Supervisor I: Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT.

Supervisor II: Mochammad Ibrahim Ashari, ST., MT.

This This research will analyze an electric wheelchair that can go downhill and uphill at a constant speed. The wheelchair has been modified with the addition of an electric DC motor as the main power source which allows patients with special needs to operate their own chairs without needing help from other people. This innovation aims to provide safety and independence to sufferers, overcome obstacles caused by motor nerve disorders in their legs, and eliminate dependence on help from other people. In this research, an electric wheelchair speed control and braking system has been implemented to deal with various types of terrain, including downhill and uphill roads. The rotary encoder sensor is used as a feedback mechanism to control the output motor. The motor itself is operated using the Pulse Width Modulation (PWM) method. The microcontroller used is Arduino Uno R3, which functions as the main brain in data processing and integrates a rotary encoder sensor as a feedback mechanism to control the motor.

Keywords – – Arduino UNO, IBT-2 H-bridge, rotary encoder sensor, PID control

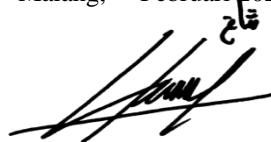
KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang . Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST, MT, dan Bapak Mochammad Ibrahim Ashari, ST., MT., selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT., selaku ketua program studi Teknik Elektro S-1 ITN Malang
3. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis atas cinta dan dukungan yang telah diberikan kepada penulis.
5. Hadrotul Mukarrom Romo Sayyid KH. Abdoel Madjid Ma'roef QS wa RA, Muallif Sholawat Wahidiyah yang senantiasa membimbing secara Rohani dan Jasmani.
6. Teman-teman Elektro ITN angkatan 2020 yang selalu mendukung satu sama lain.
7. Seluruh asisten laboratorium Jaringan Komputer atas penyediaan tempat untuk mengerjakan skripsi.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, Februari 2023



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mohammad Syafa' Karim Amrulloh
NIM : 2012060
Jurusan / Peminatan : Teknik Elektro S-1 / Teknik Elektronika
ID KTP / Paspor : 3517042307020001
Alamat : Dsn. Bulusari RT/RW 01/01, Ds. Kebondalem, Kec.
Bareng, Kab. Jombang, Prov. Jawa Timur.
Judul Skripsi : Design Sistem Pengendalian Kecepatan Dan
Pengereman Pada Kursi Roda Elektrik Untuk
Kondisi Jalanan Menurun Dan Menanjak

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar Teknik yang telah saya peroleh (S-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku.

Jombang, Februari 2024
Saya membuat pernyataan

Mohammad Syafa' Karim Amrulloh

2012060

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	7
KAJIAN PUSTAKA	7
2.1 Kajian Pustaka.....	7
2.2 Dasar Teori.....	7
2.2.1 Kursi Roda Manual.....	8
2.2.2 Kursi Roda Elektrik.....	8
2.3 Kendali PID.....	9
2.3.1 KP (Kontrol Proporsional).....	11

2.3.2	KI (Kontrol Integral)	12
2.3.3	KD (Kontrol Derivative).....	13
2.3.4	Kontroller PID.....	14
2.4	Arduino UNO.....	15
2.5	Arduino IDE.....	17
2.6	Pulse Width Modulation (PWM).....	17
2.7	H-Bridge Driver Motor	19
2.8	Sensor Rotary Encoder FC-03.....	23
2.9	Motor DC.....	24
2.10	Baterai.....	25
2.12	Disk Encoder Speed 20 Hole.....	26
2.13	Relay 12 V.....	27
BAB III	.....	29
PERANCANGAN DAN ANALISA	.....	29
3.1.	Pendahuluan	29
3.2.	Rancangan Cara Kerja Sistem	29
3.3.	Perancangan Sistem.....	30
3.3.1	Prinsip Kerja.....	31
3.4.	Perancangan Mekanik.....	33
3.4.1	Desain mekanik pada kursi roda elektrik	33
3.5.	Perancangan Perangkat Keras (Hardware)	36
3.5.1	Perancangan Rangkaian Arduino UNO R3	36
3.5.2	Perancangan Sensor Rotary Encoder.....	36
3.5.3	Perancangan Driver Motor DC	38
3.5.4	Perancangan Motor DC.....	40

3.6. Perancangan Perangkat Lunak	40
3.7. Desain Pemrograman Kontroller PID.....	40
3.7.1 Perancangan Program pengontrol PID	40
3.7.2 Perhitungan dan Rumus pada PID Controller	43
BAB IV	47
PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN SISTEM	47
4.1. Pendahuluan	47
4.2. Pengujian Pada Sensor Rotary Encoder.....	47
4.2.1 Peralatan Yang Digunakan	48
4.2.2 Langkah – Langkah Pengujian.....	48
4.2.3 Hasil Pengujian	48
4.2.4 Analisa Pengujian	49
4.3. Pengujian Pada Output Arduino Uno	49
4.3.1 Peralatan Yang Digunakan	49
4.3.2 Langkah – Langkah Pengujian.....	49
4.3.3 Hasil Pengujian	50
4.3.4 Analisa Pengujian	51
4.4. Pengujian Pada Motor Driver.....	51
4.4.1 Peralatan Yang Digunakan	51
4.4.2 Langkah – Langkah Pengujian.....	52
4.4.3 Hasil Pengujian	52
4.4.4 Analisa Pengujian	53
4.5. Pengujian Pada Kontroler PID	53
4.5.1 Peralatan Yang Digunakan	53
4.5.2 Langkah – Langkah Pengujian.....	54
4.5.3 Hasil Pengujian	54

4.5.4	Analisa Pengujian	59
4.6.	Pengujian Sistem Pada Saat Kondisi Jalanan Menanjak.....	60
4.6.1	Peralatan Yang Digunakan	60
4.6.2	Langkah – Langkah Pengujian.....	60
4.6.3	Hasil Pengujian	61
4.6.4	Analisa Pengujian	61
4.7.	Pengujian Sistem Pada Saat Kondisi Jalanan Menurun	63
4.7.1	Peralatan Yang Digunakan	63
4.7.2	Langkah – Langkah Pengujian.....	63
4.7.3	Hasil Pengujian	64
4.7.4	Analisa Pengujian	64
4.8.	Pengujian Keseluruhan Sistem.....	66
4.8.1	Peralatan Yang Digunakan	66
4.8.2	Langkah – Langkah Pengujian.....	66
4.8.3	Hasil Pengujian	66
4.8.4	Analisa Pengujian	67
BAB V	.....	68
KESIMPULAN & SARAN	.....	68
5.1.	Kesimpulan	68
5.2.	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	.....	71
LAMPIRAN	.....	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kursi Roda Manual	8
Gambar 2. 2. Kursi Roda Elektrik	9
Gambar 2. 3. Metode Kendali PID	10
Gambar 2. 4. Kontrol Proporsional.....	11
Gambar 2. 5. Kontrol Integral	12
Gambar 2. 6. Kontrol Derivative	13
Gambar 2. 7. Kontroller PID	14
Gambar 2. 8. Arduino UNO	16
Gambar 2. 9. Tampilan Awal Arduino IDE	17
Gambar 2. 10. Bentuk Pulsa PWM.....	18
Gambar 2. 11. Rangkaian Dasar Jembatan H.....	20
Gambar 2. 12. Motor Berputar Searah Jarum Jam	21
Gambar 2. 13. Motor Berputar Berlawanan Arah Jarum Jam.....	21
Gambar 2. 14. Driver Motor DC BTS7960B 43A Arduino Shield.....	22
Gambar 2. 15. Sensor Encoder FC-03	24
Gambar 2. 16. Motor gir DC 12V 24V 300W untuk kursi roda	24
Gambar 2. 17. Baterai kering Mpower plus 12V 9Ah JP 9-12	25
Gambar 2. 18. Disk Encoder Speed 20 Hole.....	26
Gambar 2. 19. Prinsip kerja relay	27
Gambar 2. 20. Relay 12 VDC	28
Gambar 3. 1. Diagram Alir Rancangan Kerja Sistem.....	29
Gambar 3. 2. Diagram Blok system.....	30
Gambar 3. 3. Tampak Depan Kursi Roda	34
Gambar 3. 4. Tampak Belakang Kursi Roda.....	34
Gambar 3. 5. Rangkaian Sistem Minimum ATmega 328 (Arduino Uno R3).....	36
Gambar 3. 6. Skema rangkaian sensor rotary encoder.....	37
Gambar 3. 7. Modul Rangkaian Driver Motor DC BTS7960	39
Gambar 3. 8. Tampilan software IDE Arduino	40
Gambar 3. 9. Flowchart Kendali PID	42
Gambar 3. 10. Sample Uji Coba PID (Hasil Pengujian error dan trial pada nilai $k_p = 25.1$, $k_i = 0.0$, dan $k_d = 1,3$)	43
Gambar 4. 1. Hasil Pengujian Output Tegangan Pin Digital Arduino Uno R3 pada Kondisi Logika High	50

Gambar 4. 2. Hasil Pengujian Output Tegangan Pin Digital Arduino Uno R3 pada Kondisi Logika High.....	50
Gambar 4. 3. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 30$, $ki = 0$, dan $kd = 0.1$	54
Gambar 4. 4. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 40$, $ki = 0$, dan $kd = 0.2$	55
Gambar 4. 5. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 14$, $ki = 0$, dan $kd = 0,3$	55
Gambar 4. 6. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 11.5$, $ki = 0$, dan $kd = 0,1$	56
Gambar 4. 7. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 10.5$, $ki = 1$, dan $kd = 0$	56
Gambar 4. 8. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 10.5$, $ki = 1.5$, dan $kd = 0$	57
Gambar 4. 9. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 10.5$, $ki = 1.7$, dan $kd = 0,4$	57
Gambar 4. 10. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 10.5$, $ki = 2.5$, dan $kd = 3$	58
Gambar 4. 11. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 10.5$, $ki = 2.5$, dan $kd = 4$	58
Gambar 4. 12. Hasil Pengujian <i>error dan trial</i> pada nilai $kp = 11.5$, $ki = 2.5$, dan $kd = 15$	59
Gambar 4. 13. Representatif kursi roda elektrik pada kondisi jalan menanjak.....	62
Gambar 4. 14. Representatif kursi roda elektrik pada kondisi jalan menurun	67

DAFTAR TABEL

Table 2.1	Spesifikasi Arduino	15
Table 2.2	Spesifikasi Motor DC	25
Table 2.3	Spesifikasi Baterai	26
Table 3.1	Spesifikasi Sensor Rotary Encoder	37
Table 3.2	Konfigurasi Ke Pin Arduino UNO R3.....	38
Table 3.3	Konfigurasi Ke Pin Arduino UNO R3.....	39
Table 4.1	Hasil pengujian sensor rotary encoder.....	48
Table 4.2	Hasil Pengujian Tegangan Output Arduino Uno R3	51
Table 4.3	Konfigurasi Pin Driver Motor	52
Table 4.4	Hasil Pengujian Arah Putaran Motor.....	52
Table 4.5	Hasil pengujian sistem pada saat kondisi jalanan menanjak	61
Table 4.6	Hasil pengujian sistem pada saat kondisi jalanan menurun	61
Table 4.7	Hasil pengujian Keseluruhan sistem.....	67