

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, laporan skripsi dengan judul “RANCANG BANGUN KURSI RODA MODEL MINI MENGGUNAKAN KONTROL PID DAN SENSOR GARIS MELALUI *SMARTPHONE*” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan skripsi ini disusun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dari 3 Maret 2020 hingga 19 Januari 2021. Skripsi merupakan persyaratan terakhir bagi mahasiswa yang wajib ditempuh sesuai dengan kurikulum Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan. Skripsi ini juga bermanfaat bagi penulis untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dan memperoleh pengalaman baru yang tidak dapat diperoleh dari perkuliahan.

Dalam penyusunan laporan skripsi ini, penulis mendapat dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Eric Jobiliong, Ph.D., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
2. Ibu Dr. Nuri Arum Anugrahati, selaku Wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
3. Bapak Laurence, M.T., selaku Direktur Administrasi dan Kemahasiswaan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Pelita Harapan.
4. Bapak Dr. Henri P. Uranus, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Pelita Harapan.
5. Bapak Dr. Marincan D. Pardede, selaku pembimbing skripsi yang senantiasa meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, mengarahkan, memotivasi dan mendukung penulis dalam pengerjaan Skripsi.
6. Seluruh dosen dan staf Universitas Pelita Harapan, khususnya Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan ilmu-ilmu dan bantuan kepada penulis sebagai bekal pengerjaan Skripsi.

7. Orang tua penulis yang selalu memberi dukungan kepada penulis secara moril maupun materil.
8. Seluruh rekan mahasiswa Program Studi Teknik Elektro Universitas Pelita Harapan yang senantiasa membantu dan mendukung penulis dalam pengerjaan Skripsi, khususnya kepada Teknik Elektro angkatan 2017 yang telah menjadi rekan seperjuangan dari proses pembelajaran hingga saat pengerjaan Skripsi.
9. Semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka akan kritik dan saran dari pembaca yang dapat membantu membuat laporan skripsi ini menjadi lebih baik lagi. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Tangerang, 10 Februari 2021



(Rendy Gunawan)

DAFTAR ISI

halaman

HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN DAN PERSETUJUAN UNGGAH TUGAS AKHIR	
PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI	
PERSETUJUAN TIM PENGUJI SKRIPSI	
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Permasalahan	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	6
2.1. Mikrokontroler Arduino Uno.....	6
2.2. Modul MPU6050	7
2.3. Servo MG996R	8
2.4. Sistem Kontrol PID.....	9
2.5. Modul Inframerah FC-51	13
2.6. Motor DC 37GB31ZY	14
2.7. Modul DC-DC <i>Buck Boost Converter</i>	14
2.8. Blynk.....	15
2.9. Modul <i>Driver Motor</i> L298N	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Tahapan Penelitian	18
3.2. Teknik Pengumpulan Data.....	20
BAB IV PERANCANGAN KURSI RODA MODEL MINI DENGAN KONTROL PID	22
4.1. Perancangan Kursi Roda Model Mini.....	22
4.2. Perancangan Konstruksi dan Penggabungan Sistem Pengendali melalui <i>Smartphone</i> dan Penambahan Fitur	28
4.3. Pemasangan Penggerak dan Sistem Kendali Kursi Roda dengan Kontrol PID.....	30

4.4.	Perancangan Program Sistem Pengendali Kursi Roda dengan Kontrol PID.....	33
4.4.1.	Pemrograman Sensor MPU6050 Pada Arduino Uno.....	35
4.4.2.	Pemrograman Kontrol PID Pada Arduino Uno	36
4.4.3.	Pemrograman Servo MG996R Pada Arduino Uno	38
4.4.4.	Pemrograman Blynk dan Motor DC untuk Fitur Dikendalikan melalui <i>Smartphone</i> Pada ESP32.....	38
4.4.5.	Pemrograman Modul Inframerah untuk Fitur Pengikut Garis Pada ESP32.....	41
BAB V	PENGUJIAN PARAMETER SISTEM PENGENDALI KURSI RODA MODEL MINI	43
5.1.	Pengujian Parameter PID Pada Kursi Roda Tanpa Sandaran	43
5.1.1.	Pengujian Nilai Kp pada Sumbu X.....	45
5.1.2.	Pengujian Nilai Kp pada Sumbu Y.....	47
5.1.3.	Pengujian Nilai Kp, Ki, dan Kd pada Sumbu X	50
5.1.4.	Pengujian Nilai Kp, Ki, dan Kd pada Sumbu Y	51
5.1.5.	Analisis Hasil Kp, Ki, dan Kd untuk Kedua Sumbu X dan Y	53
5.2.	Pengujian Parameter PID Pada Kursi Roda Dengan Sandaran.....	54
5.2.1.	Pengujian Nilai Kp, Ki, dan Kd pada Sumbu X Pada Kursi Roda Dengan Sandaran	56
5.2.2.	Pengujian Nilai Kp, Ki, dan Kd pada Sumbu Y Pada Kursi Roda Dengan Sandaran	58
5.3.	Pengujian Parameter PID Kursi Roda Model Mini Dengan Kursi Roda Dengan Sandaran Terhadap Bidang Miring	61
5.3.1.	Pengujian Parameter PID Kursi Roda Model Mini Tanpa Beban	61
5.3.2.	Pengujian Parameter PID Kursi Roda Model Mini Dengan Beban 1800 gram	63
5.4.	Pengujian Fitur Pengikut Garis dan Dapat Dikendalikan Melalui <i>Smartphone</i>	65
5.4.1.	Pengujian Fitur Pengikut Garis	65
5.4.2.	Pengujian Fitur Pengendali Kursi Roda Melalui Perintah <i>Smartphone</i>	66
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	69
6.1.	Kesimpulan	69
6.2.	Saran Pengembangan	71
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2. 1 Mikrokontroler Arduino Uno.....	6
Gambar 2. 2 Modul MPU6050	8
Gambar 2. 3 Servo motor MG996R.....	9
Gambar 2. 4 Diagram blok sistem <i>closed loop</i> kontrol PID [11]	10
Gambar 2. 5 Diagram blok sistem kontrol PID kursi roda model mini.....	12
Gambar 2. 6 Modul Inframerah FC-51	13
Gambar 2. 7 Motor DC 37GB31ZY	14
Gambar 2. 8 DC-DC <i>buck boost converter</i>	15
Gambar 2. 9 <i>Driver</i> motor L298N	17
Gambar 3. 1 <i>Flowchart</i> metode penelitian	19
Gambar 3. 2 Pengukuran kemiringan sudut terhadap bidang miring	21
Gambar 4. 1 Keseluruhan komponen kursi roda model mini dengan kontrol PID	22
Gambar 4. 2 Konstruksi sistem kontrol PID.....	23
Gambar 4. 3 Rod end ball joint.....	25
Gambar 4. 4 Rod end ball joint dan universal joint	25
Gambar 4. 5 MPU6050 pada platform.....	26
Gambar 4. 6 Konstruksi kursi roda dengan sandaran	27
Gambar 4. 7 Perancangan kursi roda (a) dudukan tanpa sandaran, dan (b) dudukan dengan sandaran	28
Gambar 4. 8 Modul inframerah FC-51 pada sistem pengendali kursi roda.....	29
Gambar 4. 9 Konstruksi roda pada kursi roda (a) tampak dari depan (b) tampak dari bawah.....	30
Gambar 4. 10 <i>Wiring diagram</i> kursi roda model mini	31
Gambar 4. 11 Ilustrasi kontrol PID pada dudukan kursi roda model mini.....	32
Gambar 4. 12 <i>Flowchart</i> program sistem pengendali kursi roda.....	33
Gambar 5. 1 Dudukan kursi roda dengan sudut kemiringan 12° untuk sumbu X	44
Gambar 5. 2 Kp, Ki, dan Kd untuk sumbu X (kotak merah) dan Y (kotak biru) pada program Arduino	44
Gambar 5. 3 Pengujian nilai Kp pada sumbu X	45
Gambar 5. 4 Pengujian nilai Kp di antara Kp = 2 hingga 3.....	46
Gambar 5. 5 Pengujian Kp = 2.2 yang diperoleh dari pengukuran sudut melalui <i>serial plotter</i> Arduino IDE.....	47
Gambar 5. 6 Pengujian nilai Kp pada sumbu Y	48
Gambar 5. 7 Pengujian nilai Kp di antara Kp = 3 hingga 4.....	49
Gambar 5. 8 Pengujian Kp = 3.5 yang diperoleh dari pengukuran sudut melalui <i>serial plotter</i> Arduino IDE.....	49
Gambar 5. 9 Karakteristik sistem pengendali kursi roda pada sumbu X dengan parameter PID yang telah dikalkulasi	51
Gambar 5. 10 Karakteristik sistem pengendali kursi roda pada sumbu Y dengan parameter PID yang telah dikalkulasi.....	52
Gambar 5. 11 Posisi MPU6050 pada dudukan <i>platform</i>	53

Gambar 5. 12	Pengujian respons sistem terhadap bidang miring (a) tanpa beban dan (b) dengan beban	55
Gambar 5. 13	Pengujian nilai K_p pada sumbu X pada kursi roda dengan sandaran	56
Gambar 5. 14	Pengujian $K_p = 2$ yang diperoleh dari pengukuran sudut melalui serial plotter Arduino Uno pada kursi roda dengan sandaran	57
Gambar 5. 15	Karakteristik kursi roda model mini pada sumbu X dengan parameter PID yang telah dikalkulasi pada kursi roda dengan sandaran	58
Gambar 5. 16	Pengujian nilai K_p pada sumbu Y pada kursi roda dengan sandaran	59
Gambar 5. 17	Pengujian $K_p = 5$ yang diperoleh dari pengukuran sudut melalui serial plotter Arduino IDE pada kursi roda dengan sandaran	59
Gambar 5. 18	Karakteristik kursi roda model mini pada sumbu X dengan parameter PID yang telah dikalkulasi pada kursi roda dengan sandaran	61
Gambar 5. 19	Pengujian parameter PID tanpa beban pada sumbu X terhadap sudut kemiringan	62
Gambar 5. 20	Pengujian parameter PID tanpa beban pada sumbu Y terhadap sudut kemiringan	63
Gambar 5. 21	Pengujian parameter PID dengan beban 1800 pada sumbu terhadap sudut kemiringan.....	64
Gambar 5. 22	Pengujian sumbu Y terhadap beban 1800 gram dengan sudut kemiringan	64
Gambar 5. 23	Pengujian fitur pengikut garis pada sistem pengendali kursi roda	66
Gambar 5. 24	Tampilan <i>joystick</i> di Blynk	67
Gambar 5. 25	Pengujian kontrol <i>joystick</i> dari serial monitor Arduino IDE	67

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2. 1 <i>Tuning</i> Ziegler-Nichols[11]	13
Tabel 5. 1 Kalkulasi nilai K_p , K_i , dan K_d pada sumbu X.....	50
Tabel 5. 2 Kalkulasi nilai K_p , K_i , dan K_d pada sumbu Y.....	52
Tabel 5. 3 Kalkulasi nilai K_p , K_i , dan K_d pada sumbu X pada kursi roda dengan sandaran.....	57
Tabel 5. 4 Kalkulasi nilai K_p , K_i , dan K_d pada sumbu Y pada kursi roda dengan sandaran.....	60



DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
LAMPIRAN A.....	A-01
Skema Lengkap Rangkaian.....	A-02
LAMPIRAN B.....	B-01
Kode Program Kursi Roda Model Mini.....	B-02
Kode Program pada Arduino Uno.....	B-02
Kode Program pada ESP32.....	B-04
LAMPIRAN C.....	C-01
<i>Log Book</i> Penelitian.....	C-02
LAMPIRAN D.....	D-01
Formulir Bimbingan Tugas Akhir.....	D-02
LAMPIRAN E.....	E-01
<i>Paper</i> IEEE.....	E-02
LAMPIRAN F.....	F-01
<i>Similarity Check Clearance</i>	F-02
Uji Similaritas BAB I.....	F-03
Uji Similaritas BAB II.....	F-04
Uji Similaritas BAB III.....	F-05
Uji Similaritas BAB IV.....	F-06
Uji Similaritas BAB V.....	F-07
Uji Similaritas BAB VI.....	F-08
Uji Similaritas BAB I – BAB VI.....	F-09