

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
SURAT PERNYATAAN KARYA SENDIRI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR PROGRAM	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Kajian Terdahulu	3
1.3 Rumusan Masalah	6
1.4 Tujuan dan Manfaat	6
1.4.1 Tujuan	7
1.4.2 Manfaat	7
1.5 Batasan Masalah	7
1.6 Kerangka Berfikir	8
1.7 Sistematika Penulisan	8
BAB II TEORI DASAR	11
2.1 <i>Image Processing</i>	11
2.2 <i>Internet of Things</i>	12
2.3 <i>Mosquitto Broker</i>	14
2.4 <i>Sistem Kendali PID</i>	14
2.4.1 Kontrol Proporsional	16
2.4.2 Kontrol Integral	17
2.4.3 Kontrol Derivative	19
2.4.4 Kontrol <i>Proporsional-Integral-Derivative</i> (PID)	20

2.5	<i>Torsi dan Rasio Gearbox</i>	21
2.6	<i>Paspberry Pi</i>	22
2.7	ESP32	24
2.8	Sensor	25
2.8.1	Sensor Pasif dan Sensor Aktif.....	26
2.8.2	Sensor Analog dan Sensor Digital	26
2.9	Potensiometer	26
2.10	Aktuator	27
2.11	Motor Stepper	27
2.12	Motor Driver A4988	28
2.13	ADS1115	29
2.14	Arduino IDE	30
2.15	Python.....	31
2.16	Trigonometri.....	32
2.17	Euclidean Distance	33
BAB III METODE PENELITIAN		35
3.1	Studi Literatur	36
3.2	Identifikasi Masalah	36
3.3	Analisis Kebutuhan.....	36
3.4	Perancangan Sistem.....	39
3.5	Implementasi Sistem.....	39
3.6	Pengujian Sistem	40
3.7	Analisis Hasil Pengujian.....	40
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI		41
4.1	Perancangan Hardware	42
4.2	Perancangan Chasis Mortir.....	42
4.3	Perancangan Printed Circuit Board (PCB)	44
4.4	Perancangan Motor <i>Stepper</i>	45
4.5	Perancangan Sensor <i>Potensiometer</i>	46
4.6	Perancangan Software	47
4.6.1	Perancangan Haar Cascade Pada Node 1.....	47

4.6.2	Perancangan Deteksi Wilayah Pada Api Menggunakan OpenCv	49
4.6.3	Perancangan PID Control Pada Node 2	52
4.6.4	Perancangan <i>Internet of Things</i> Pada Node 1, Node 2 dan Node 3...	55
4.7	Implementasi Sistem.....	58
4.7.1	Implementasi Hardware	59
4.7.2	Implementasi Software	62
4.7.3	Implementasi Keseluruhan Sistem.....	72
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		75
5.1	Pengujian Sistem	75
5.1.1	Pengujian Motor Stepper	75
5.1.2	Pengujian Sensor Encoder	77
5.1.3	Pengujian Pengenalan Api	80
5.1.4	Pengujian Pengiriman Data.....	84
5.1.5	Pengujian Step Respons	86
5.2	Analisis Keseluruhan Sistem	93
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		96
6.1	Kesimpulan	96
6.2	Saran	96
DAFTAR PUSTAKA		98
LAMPIRAN.....		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kerangka Berfikir.....	8
Gambar 2.1. Algoritma Internet of Things.	12
Gambar 2.2. Mosquitto Broker MQTT.....	14
Gambar 2.3. Diagram Sistem Kendali Loop Terbuka.	15
Gambar 2.4. Sistem Kendali Loop Tertutup.	16
Gambar 2.5. Diagram Sistem kendali PID.	21
Gambar 2.6. Raspberry Pi.	24
Gambar 2.7. ESP32.....	25
Gambar 2.8. Potensiometer.....	27
Gambar 2.9. Motor Stepper	28
Gambar 2.10. Motor Driver A4988	29
Gambar 2.11. Module ADS1115	30
Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.	35
Gambar 4.1. Diagram Alur kerja Perancangan dan Implementasi.	41
Gambar 4.2. Ilustrasi Penggabungan Gearbox.....	43
Gambar 4.3. Desain Mortir.	44
Gambar 4.4. Schematic wiring untuk PCB	45
Gambar 4.5. Perancangan Sensor Potensiometer	46
Gambar 4.6. Diagram Alir Haar Cascade Untuk Node 1.....	48
Gambar 4.7. diagram Alir Penentuan Lokasi Api dan sudut kemiringan laras	50
Gambar 4.8. Grafik Step Respon Kendali PID	53
Gambar 4.9. Diagram blok PID control	54
Gambar 4.10. Diagram blok pengiriman dan penerimaan data.	55
Gambar 4.11. Diagram alir Node 1.....	56
Gambar 4.12. Diagram alir node 2.....	57
Gambar 4.13. Diagram alir node 3.....	58
Gambar 4.14. chasis Fire Extinguishing Mortar.	59
Gambar 4.15. Implementasi Printed Circuit Board.....	60
Gambar 4.16. Implementasi 3D printed circuit board.	60

Gambar 4.17. Hasil Pencetakan Printed Circuit Board.....	60
Gambar 4.18. Implementasi Motor Stepper	61
Gambar 4.19. Implementasi Sensor Potensiometer	62
Gambar 4.20. Jendela kamera python.	63
Gambar 4.21. Penyimpanan File Python Dengan File Data Training.	64
Gambar 4.22. Hasil Deteksi Api Menggunakan Haar Cascade.	66
Gambar 4.23. Mencari letak keberadaan api	67
Gambar 4.24. Perbandingan Pengukuran Menggunakan Alat Instrumentasi	68
Gambar 4.25. Data Pada Serial Monitor Python.....	68
Gambar 4.26. Proses Pengiriman Data Dari Node 1.	69
Gambar 4.27. Menerima Data Dari Node 1 pada Node 2.....	69
Gambar 4.28. Data Monitoring pada Node 3.....	70
Gambar 4.29. Implementasi Sistem Kendali PID	71
Gambar 4.30. Implementasi Fire extinguishing Mortar.....	72
Gambar 4.31. Implementasi Visual Sistem.....	73
Gambar 5.1. Pengujian Api Pada Cahaya Terang.....	82
Gambar 5.2. Pengujian Api Pada Cahaya Redup	82
Gambar 5.3. Pengujian Api Pada Cahaya Gelap	83
Gambar 5.4. Pengiriman Data Pada Serial Monitor Node 1	85
Gambar 5.5. Penerimaan Data Pada Serial Monitor Node 2	85
Gambar 5.6. Tampilan Data Serial Monitor Sensor Pada 61 Derajat	91
Gambar 5.7. Kondisi Laras Mortir Pada 61 Derajat	91
Gambar 5.8. Tampilan Data Serial Monitor Sensor Pada 55 Derajat	92
Gambar 5.9. Kondisi Laras Mortir Pada 55 Derajat	92
Gambar 5.10. Tampilan Data Serial Monitor Sensor Pada 14 Derajat	92
Gambar 5.11. Kondisi Laras Mortir Pada 14 Derajat	93

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Tabel Referensi Utama	3
Tabel 3.1. Kebutuhan Hardware	36
Tabel 3.2. Kebutuhan Software.....	37
Tabel 3.3. Kebutuhan Fungsional	37
Tabel 3.4. Kebutuhan fungsional	38
Tabel 4.1. Pengambilan data <i>Input</i> dan <i>Output</i>	52
Tabel 5.1. Tabel Pengujian Putaran <i>Gearbox</i>	75
Tabel 5.2. Tabel Pengujian Sensor Potensiometer.....	77
Tabel 5.3. Pengujian Api Skala Besar Pada Haar Cascade.....	80
Tabel 5.4. Pengujian Api Skala Kecil Pada Haar Cascade	81
Tabel 5.5. Pengujian Deteksi Api Pada Beragam Kondisi Cahaya	81
Tabel 5.6. Tabel Pengujian Sudut miring, rotasi dan jarak.....	84
Tabel 5.7. Pengujian Pengiriman dan Penerimaan Data.....	85
Tabel 5.8. Pengujian Step Respons PID control	86
Tabel 5.9. Waktu Respons Pada PID Control.....	89
Tabel 5.10. Tabel Rata-Rata Error pada Step Respon PID Control.....	89
Tabel 5.11. Pengujian pergerakan laras mortir	90

DAFTAR PROGRAM

Program 4.1. Program Motor Stepper.....	61
Program 4.2. Program Potensiometer	62
Program 4.3. Program Python Untuk Membuka Kamera.....	63
Program 4.4. Program Haar Cascade	65
Program 4.5. Program Untuk Mendeteksi Letak Posisi Api.....	67
Program 4.6. Program Untuk Mengirimkan Data Menggunakan MQTT.....	69
Program 4.7. Program Sistem Kendali PID	71

