

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Penelitian Terdahulu	2
1.3. Rumusan Masalah	5
1.4. Tujuan dan Manfaat	5
1.4.1. Tujuan.....	5
1.4.2. Manfaat.....	6
1.5. Batasan Masalah.....	6
1.6. Kerangka Berpikir	7
1.7. Sistematika Penulisan.....	8
BAB II TEORI DASAR	11
2.1. Kualitas Udara dan Polutan.....	11
2.1.1. Polutan Kimia (<i>Chemical Pollutants</i>).....	13
2.1.2. Polutan Fisik (<i>Physical Pollutants</i>)	14
2.1.3. Polutan Biologis (<i>Biological Pollutants</i>).....	15
2.1.4. Pengaruh Okupansi Manusia terhadap Kualitas Udara Ruangan	16
2.2. Sistem Kendali	16
2.3. Logika <i>Fuzzy</i> dan YOLO	18
2.4.1. Logika <i>Fuzzy</i>	18
2.4.2. YOLO (<i>You Only Look Once</i>)	20
2.4. <i>IoT</i> dan <i>Monitoring</i> Sistem	22
2.5. ESP32	23
2.6. <i>Webcam</i>	24
2.7. <i>High Efficiency Particulate Air</i> (HEPA) Filter	25

2.8. Sinar Ultraviolet-C	26
2.9. Sensor-Sensor Pendukung.....	27
2.9.1. Sensor MQ-7.....	27
2.9.2. Sensor DHT-22.....	28
2.9.3. Sensor GP2Y1010AU0F	28
2.10. Pengujian dan Parameter Evaluasi	29
BAB III METODOLOGI DAN JADWAL PENELITIAN	31
3.1. Studi Literatur	31
3.2. Rumusan Masalah	32
3.3. Analisis Kebutuhan	32
3.3.1. Kebutuhan Fungsional	32
3.3.2. Kebutuhan Non-Fungsional.....	33
3.4. Perancangan Sistem.....	33
3.4.1. Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	34
3.4.2. Perangkat Lunak <i>Web</i> (<i>Software Web</i>).....	34
3.4.3. Perangkat Lunak Kontrol (<i>Software Control</i>)	34
3.4.4. <i>Input dan Output</i>	34
3.5. Implementasi Sistem	35
3.6. Pengujian Sistem.....	35
3.7. Analisis.....	37
BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI.....	38
4.1. Perancangan	38
4.1.1. Gambaran Umum Sistem.....	38
4.1.2. Perancangan <i>Hardware</i>	40
4.1.3. Perancangan <i>Software</i>	43
4.2. Implementasi	59
4.2.1. Implementasi <i>Hardware</i>	59
4.2.2. Implementasi <i>Software</i>	60
BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS.....	70
5.1. Pengujian Sensor Udara dan Algoritma YOLO	70
5.1.1. Kalibrasi Sensor MQ-7	70

5.1.2. Kalibrasi Sensor GP2Y1010AUF	74
5.1.3. Kalibrasi Sensor DHT-22	78
5.1.4. Pengujian Deteksi Algoritma YOLO	82
5.2. Pengujian dan Analisis Kinerja <i>Smart Air Purifier</i> pada Udara Sehat.....	86
5.2.1. Perkembangan Udara Normal tanpa <i>Smart Air Purifier</i>	86
5.2.2. Perkembangan Udara Normal dengan <i>Smart Air Purifier</i>	88
5.2.3. Perkembangan Udara dengan Polutan tanpa <i>Smart Air Purifier</i>	90
5.2.4. Perkembangan Udara dengan <i>Smart Air Purifier</i>	93
5.2.5. Perbandingan Kondisi Udara.....	95
5.3. Pengujian Okupansi Terhadap Kondisi Udara Ruangan.....	99
5.4. Pengujian dan Analisis Sistem Kontrol.....	101
5.4.1. Sistem Kontrol Otomatis	102
5.4.2. Sistem Kontrol Manual.....	104
5.5. Pengujian dan Analisis Kebutuhan Non-Fungsional.	107
5.5.1. Pengujian dan Analisis Antarmuka <i>Web Monitoring</i>	107
5.5.2. Pengujian Akses dan Keberlangsungan Sistem (<i>Compatibility & Continuity</i>).....	108
5.5.3. Pengujian dan Analisis Akses Antarmuka <i>Web</i>	110
5.6. Analisis Keseluruhan Sistem.....	111
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	114
6.1. Kesimpulan.....	114
6.2. Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA	117

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Polutan kimia di udara.....	14
Gambar 2.2.	Ilustrasi ukuran <i>particulate matter</i> (PM).....	15
Gambar 2.3.	Jamur dan lumut pada dinding rumah.	15
Gambar 2.4.	Diagram blok sistem kendali <i>loop</i> terbuka.	17
Gambar 2.5.	Diagram blok sistem kendali <i>loop</i> tertutup.	18
Gambar 2.6.	Grafik fungsi keanggotaan (<i>membership function</i>).	19
Gambar 2.7.	Arsitektur YOLO v11.....	21
Gambar 2.8.	ESP32.	24
Gambar 2.9.	<i>Webcam</i> untuk penggunaan YOLO.....	25
Gambar 2.10.	Cara kerja HEPA filter.	26
Gambar 2.11.	Lampu sinar UVC.....	27
Gambar 2.12.	Modul Sensor MQ-7.....	28
Gambar 2.13.	Modul Sensor DHT-22.....	28
Gambar 2.14.	Modul Sensor GP2Y1010AU0F.....	29
Gambar 3.1.	Diagram alir.....	31
Gambar 4.1.	Diagram hubungan antarbagian proses pada sistem <i>smart air purifier</i>	38
Gambar 4.2.	Sensor dan deteksi objek sebagai <i>input</i> atau masukan sistem.....	39
Gambar 4.3.	Proses/kontrol yang terjadi di ESP-32 setelah menerima masukan.	39
Gambar 4.4.	Hasil akhir sistem berupa <i>web monitoring</i> dan <i>output</i> aktuator. ...	40
Gambar 4.5.	<i>Line diagram smart air purifier</i>	41
Gambar 4.6.	Rancangan tampilan depan dan belakang <i>smart air purifier</i>	42
Gambar 4.7.	Rancangan tampilan depan dan belakang <i>smart air purifier</i>	43
Gambar 4.8.	Algoritma MQ-7 dalam membaca gas CO di udara.	43
Gambar 4.9.	Algoritma pada MQ-7 dalam membaca gas CO di udara.	45
Gambar 4.10.	Algoritma YOLO dalam deteksi objek.....	47
Gambar 4.11.	Algoritma logika <i>fuzzy</i> sistem <i>smart air purifier</i>	48
Gambar 4.12.	Grafik persamaan <i>membership function</i> ISPU CO.....	50

Gambar 4.13. Grafik persamaan <i>membership function</i> ISPU CO.....	51
Gambar 4.14. Grafik persamaan <i>membership function</i> kehadiran orang terdeteksi.	52
Gambar 4.15. Algoritma MQ-7 dalam membaca kelembapan di udara.	58
Gambar 4.16. Demo rancangan tampilan <i>dashboard</i> monitor.	58
Gambar 4.17. Penerapan wiring komponen pada <i>casing smart air purifier</i>	59
Gambar 4.18. Tampilan depan dan samping <i>smart air purifier</i>	60
Gambar 4.19. Konfigurasi <i>dashboard</i> dengan sistem untuk menampilkan data aktual kualitas udara.	69
Gambar 5.1. Hasil regresi linear kalibrasi sensor MQ-7.	72
Gambar 5.2. Hasil regresi linear kalibrasi sensor GP2Y1010AUF.	76
Gambar 5.3. Hasil regresi linear kalibrasi sensor GP2Y1010AUF.	76
Gambar 5.4. Hasil regresi linear kalibrasi sensor GP2Y1010AUF. (a) regresi linear kelembapan. (b) regresi linear suhu.	80
Gambar 5.5. Klasifikasi citra terhadap objek manusia.	83
Gambar 5.6. Grafik pemantauan parameter udara normal tanpa <i>smart air purifier</i>	87
Gambar 5.7. Grafik pemantauan parameter udara normal dengan <i>smart air purifier</i>	90
Gambar 5.8. Grafik pemantauan parameter udara dengan polutan tanpa <i>smart air purifier</i>	92
Gambar 5.9. Grafik pemantauan parameter udara berpolutan dengan <i>smart air purifier</i>	94
Gambar 5.10. Grafik perbandingan kadar polutan pada udara normal.	96
Gambar 5.11. Grafik perbandingan kadar polutan pada udara normal.	98
Gambar 5.12. Data perbandingan okupansi terhadap kualitas udara.	100
Gambar 5.13. Dashboard kontrol sistem <i>smart air purifier</i>	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Indeks kualitas udara.....	12
Tabel 2.2.	Konversi nilai konsentrasi.....	12
Tabel 3.1.	Kebutuhan fungsional sistem.....	32
Tabel 3.2.	Kebutuhan non-fungsional.....	33
Tabel 4.1.	Konversi nilai ISPU untuk CO.....	44
Tabel 4.2.	Konversi nilai ISPU untuk PM _{2,5}	46
Tabel 4.3.	Tabel aturan inferensi pada sistem.....	53
Tabel 4.4.	Sampel data uji untuk masukan logika <i>Fuzzy Sugeno</i>	66
Tabel 5.1.	Data kalibrasi sensor CO dengan alat referensi (<i>Air Quality Detector</i>).....	70
Tabel 5.2.	Hasil analisis statistik kalibrasi MQ-7.....	73
Tabel 5.3.	Data kalibrasi sensor PM _{2,5} dengan alat referensi (<i>Air Quality Detector</i>).....	74
Tabel 5.4.	Data kalibrasi sensor suhu dan kelembapan dengan alat referensi (termometer/higrometer digital boovi).....	78
Tabel 5.5.	Hasil regresi linear kalibrasi sensor GP2Y1010AUF.....	81
Tabel 5.6.	Dataset pengujian deteksi objek manusia dengan YOLO v11n. ...	83
Tabel 5.7.	Kondisi kualitas udara normal tanpa <i>smart air purifier</i>	86
Tabel 5.8.	Kondisi kualitas udara normal dengan <i>smart air purifier</i>	88
Tabel 5.9.	Kondisi kualitas udara berpolutan tanpa <i>smart air purifier</i>	91
Tabel 5.10.	Kondisi kualitas udara berpolutan dengan <i>smart air purifier</i>	93
Tabel 5.11.	Perbandingan kadar polutan pada udara normal.	95
Tabel 5.12.	Perbandingan kadar polutan pada udara buruk.	97
Tabel 5.13.	Data perbandingan okupansi terhadap kualitas udara.	99
Tabel 5.14.	Hasil Pengujian Akurasi Logika <i>Fuzzy Sugeno</i> pada ESP32.....	103
Tabel 5.15.	Hasil Pengujian Respons Aktuator UVC terhadap Kelembapan.	104
Tabel 5.16.	Hasil Pengujian Kontrol Kecepatan Kipas Mode Manual via <i>Dashboard</i>	105
Tabel 5.17.	Hasil Pengujian Kontrol Lampu UVC Mode Manual.....	106

Tabel 5.18.	Status pengujian berdasarkan kriteria yang dibutuhkan.	107
Tabel 5.19.	Hasil Pengujian Kompatibilitas Akses Dashboard Web.	109

