

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

ABSTRAK iv

KATA PENGANTAR vi

UCAPAN TERIMA KASIH vii

DAFTAR ISI ix

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR TABEL xvi

DAFTAR SINGKATAN xvii

**I PENDAHULUAN 1**

1.1 Latar Belakang . . . . . 1

1.2 Rumusan Masalah . . . . . 2

1.3 Tujuan dan Manfaat . . . . . 3

1.4 Batasan Masalah . . . . . 4

1.5 Metode Penelitian . . . . . 4

1.6 Sistematika Penulisan . . . . . 5

**II DASAR TEORI 7**

2.1 Sungai Citarum . . . . . 7

2.2 Internet Of Things . . . . . 8

2.3	LPWAN . . . . .	9
2.3.1	LoRa . . . . .	10
2.3.2	LoRaWan . . . . .	11
2.3.3	RfM95W LoRa Module . . . . .	12
2.4	Arduino . . . . .	13
2.4.1	LoRa ESP-32 Development Board . . . . .	13
2.5	Kualitas Air . . . . .	14
2.5.1	Parameter Kualitas Air . . . . .	18
2.5.1.1	PH . . . . .	18
2.5.1.2	Suhu . . . . .	18
2.5.1.3	Kekeruhan . . . . .	19
2.5.1.4	TDS . . . . .	19
2.6	Sensor . . . . .	20
2.6.1	Sensor PH meter . . . . .	21
2.6.2	Sensor Suhu DS18B20 . . . . .	21
2.6.3	Sensor Kekeruhan atau Turbidity Sensor . . . . .	22
2.6.4	Sensor TDS . . . . .	23
2.7	Android . . . . .	23
2.7.1	Aplikasi Android . . . . .	23
2.8	MIT APP INVENTOR . . . . .	24
2.9	Antares . . . . .	25
2.10	Algoritma Fuzzy . . . . .	25
2.11	Parameter Pengujian LoRa . . . . .	27
2.11.1	<i>Signal Noise Ratio</i> . . . . .	27
2.11.2	<i>Received Signal Strength Indicator</i> . . . . .	28
2.11.3	<i>Quality Of Service</i> . . . . .	28
2.11.4	<i>Packet Loss</i> . . . . .	29
2.11.5	<i>Delay</i> . . . . .	29

<b>III MODEL SISTEM</b>	<b>30</b>
3.1 Desain Sistem . . . . .	30
3.2 Diagram Blok . . . . .	31
3.3 Diagram Alir Penelitan . . . . .	31
3.4 Fungsi Dan Fitur . . . . .	33
3.5 Desain Perangkat Keras . . . . .	33
3.5.1 LoRa ESP-32 Module Development Board . . . . .	34
3.5.2 Sensor Haoshi H101 pH electrode . . . . .	34
3.5.3 Sensor Kekерuhan DfRobot . . . . .	35
3.5.4 Sensor Suhu DS18B20 . . . . .	36
3.5.5 Sensor TDS . . . . .	37
3.5.6 LoRa RFM95 . . . . .	38
3.6 Desain Perangkat Lunak . . . . .	39
3.7 Spesifikasi Sub Sistem . . . . .	39
3.8 Pengujian Sistem . . . . .	39
3.9 Perancangan Fuzzy . . . . .	40
3.9.1 Variabel Fuzzy . . . . .	40
3.9.2 Nilai Linguistik . . . . .	40
3.9.3 Fuzzifikasi . . . . .	41
3.9.4 Defuzzifikasi . . . . .	45
3.9.5 <i>Inference</i> . . . . .	45
<b>IV HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS</b>	<b>49</b>
4.1 Pengujian Sensor . . . . .	49
4.1.1 Pengujian Sensor Suhu DS18B20 . . . . .	49
4.1.2 Pengujian Sensor Analog TDS . . . . .	50
4.1.3 Pengujian Sensor Haoshi H101 pH electrode . . . . .	50
4.2 Pengujian Kualitas Air Sungai . . . . .	51
4.2.1 Pengujian Pertama . . . . .	52

4.2.1.1	pH Sungai Citarum Sektor 6 . . . . .	52
4.2.1.2	TDS Sungai Citarum Sektor 6 . . . . .	53
4.2.1.3	Suhu Sungai Citarum Sektor 6 . . . . .	54
4.2.1.4	Kekeruhan Sungai Citarum Sektor 6 . . . . .	54
4.2.2	Pengujian Kedua . . . . .	55
4.2.2.1	pH Sungai Citarum Sektor 21 . . . . .	55
4.2.2.2	TDS Sungai Citarum Sektor 21 . . . . .	56
4.2.2.3	Suhu Sungai Citarum Sektor 21 . . . . .	56
4.2.2.4	Kekeruhan Sungai Citarum Sektor 21 . . . . .	57
4.3	Hasil Pengujian Fuzzy . . . . .	58
4.3.1	Pengujian Kinerja Algoritma Fuzzy . . . . .	58
4.3.1.1	Pengujian Kategori Buruk . . . . .	58
4.3.1.2	Pengujian Kategori Kurang Baik . . . . .	59
4.3.1.3	Pengujian Kategori Baik . . . . .	59
4.3.1.4	Pengujian Kategori Unggul . . . . .	60
4.3.2	Hasil Pengujian Kinerja Fuzzy untuk kualitas air Sungai Ci- tarum . . . . .	61
4.3.2.1	Pengujian Fuzzy di Sungai Sektor 6 . . . . .	61
4.3.2.2	Pengujian Fuzzy di Sungai Citarum Sektor 21 . . . . .	61
4.4	Pengujian Kualitas Jaringan LoRa . . . . .	62
4.4.1	Pengujian LoRa Sungai Sektor 6 . . . . .	63
4.4.1.1	Pengukuran RSSI . . . . .	63
4.4.1.2	Pengukuran SNR . . . . .	64
4.4.1.3	Pengujian Packet Loss . . . . .	64
4.4.1.4	Pengujian Delay . . . . .	64
4.4.2	Pengujian LoRa Sungai Sektor 21 . . . . .	65
4.4.2.1	Pengukuran RSSI . . . . .	65
4.4.2.2	Pengukuran SNR . . . . .	65

4.4.2.3	Pengukuran Packet Loss . . . . .	66
4.4.2.4	Pengujian Delay . . . . .	66
4.5	Pengujian Kualitas Jaringan Alat Dengan LoRa Gateway . . . . .	66
4.5.1	Jarak Jangkauan LoRa Gateway . . . . .	67
4.5.1.1	Pengujian SNR . . . . .	67
4.5.1.2	Pengujian RSSI . . . . .	68
4.5.1.3	Pengujian Delay dan Packet Loss . . . . .	69
4.5.2	Jarak Jangkauan LoRa Gateway . . . . .	70
4.5.2.1	Pengujian SNR . . . . .	70
4.5.2.2	Pengujian RSSI . . . . .	71
4.5.2.3	Pengujian Delay dan Packet Loss . . . . .	72
<b>V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>74</b>
5.1	Kesimpulan . . . . .	74
5.2	Saran . . . . .	77
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>79</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	