

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR ORISINILITAS	iii
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR SINGKATAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metode Penelitian	4
1.6 Jadwal Pelaksanaan	5
BAB II TINJAUAN DAN DASAR TEORI	7
2.1 Kajian Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	9
2.2.1 Indeks Pencemaran Udara (ISPU)	9
2.2.2 <i>Internet Of Things</i> (IoT).....	11
2.2.3 <i>Long Range</i> (LoRa).....	13
2.2.4 <i>Long Range Wide Area Network</i> (LoRaWAN).....	14
2.2.5 <i>Message Queueing Telemetry Transport</i> (MQTT)	17
2.2.6 Parameter LoRaWAN	19
2.2.6.1 <i>Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI).....	19
2.2.6.2 <i>Signal – to – Noise Ratio</i> (SNR)	20
2.2.6.3 <i>Spreading Factor</i> (SF)	20
2.2.6.4 <i>Adaptive Data Rate</i> (ADR)	21
2.2.6.5 <i>Bandwidth</i>	22

2.2.6.6	<i>Code Rate</i>	23
2.2.6.7	<i>Packet Loss</i>	23
2.2.6.8	<i>Delay</i>	24
2.2.6.9	<i>Error</i>	24
2.2.7	<i>Network Server</i>	24
2.2.8	<i>Application Server</i>	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN DAN RANCANGAN SISTEM		26
3.1	Alat dan Bahan	26
3.1.1	<i>Hardware</i>	26
3.1.1.1	Komputer	26
3.1.1.2	<i>End Device</i>	26
3.1.1.3	<i>Gateway LoRa</i>	27
3.1.2	<i>Software</i>	28
3.1.2.1	Chirpstack	28
3.1.2.2	OpenRemote.....	29
3.2	Alur Penelitian	30
3.3	Arsitektur Sistem Pemantauan Pencemaran Udara	31
3.4	Perancangan <i>End-Device</i>	32
3.5	Perancangan <i>Gateway</i>	35
3.6	Perancangan Platform	40
3.6.1	Perancangan <i>Network Server</i>	40
3.6.2	Perancangan <i>Application Server</i>	46
BAB IV ANALISIS HASIL		53
4.1	Skenario Pengujian	53
4.1.1	Detail Pengujian Akurasi Sensor	54
4.1.2	Detail Pengujian Komunikasi Data	55
4.1.3	Detail Pengujian Cakupan Pemantauan	55
4.1.4	Detail Pengujian Penyimpanan Data	56
4.1.5	Detail Pengujian Tampilan Data	57
4.2	Hasil Pengujian Sistem	57
4.2.1	Hasil Akurasi Sensor	58
4.2.1.1	Hasil Akurasi Sensor Karbon Dioksida (CO)	58

4.2.1.2	Hasil Akurasi Sensor Karbon Dioksida (CO ₂).....	61
4.2.1.3	Hasil Pengukuran Sampel CO pada Kondisi Normal	63
4.2.1.4	Hasil Pengukuran Sampel CO ₂ pada Kondisi Normal	64
4.2.2	Hasil Komunikasi Data	64
4.2.3	Hasil Cakupan Pemantauan.....	66
4.2.3.1	Hasil pengujian Cakupan Pemantauan <i>Uplink</i>	66
4.2.3.2	Hasil Pengujian Cakupan Pemantauan <i>Downlink</i>	68
4.2.4	Hasil Penyimpanan Data	69
4.2.5	Hasil Tampilan Data	70
4.2.5.1	Tampilan Data Gedung Rektorat	71
4.2.5.2	Tampilan Data Gedung DSP	73
4.2.6	Hasil Integrasi Sistem	74
4.3	Analisis Sistem	80
4.3.1	Analisis Hasil Akurasi Sensor.....	81
4.3.1.1	Analisis Akurasi Sensor CO.....	81
4.3.1.2	Analisis Akurasi Sensor CO ₂	84
4.3.1.3	Analisis Hasil Pengukuran Sampel CO pada Kondisi Normal .	88
4.3.1.4	Analisis Hasil Pengukuran Sampel CO ₂ pada Kondisi Normal	88
4.3.2	Analisis Hasil Komunikasi data	89
4.3.3	Analisis Hasil Cakupan Pemantauan	91
4.3.3.1	Analisis Cakupan Pemantauan Data <i>Uplink</i>	91
4.3.3.2	Analisis Cakupan Pemantauan Data <i>Downlink</i>	94
4.3.4	Analisis Hasil Penyimpanan Data	98
4.3.5	Analisis Hasil Tampilan Data	99
4.3.5.1	Analisis Tampilan Data Gedung Rektorat	99
4.3.5.2	Analisis Tampilan Data Gedung DSP	101
4.3.6	Analisis Pengujian Integrasi.....	103
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		106
5.1	Kesimpulan.....	106
5.2	Saran	108
DAFTAR PUSTAKA		109
LAMPIRAN.....		115

Lampiran 1. Hasil <i>Hardware</i>	115
Lampiran 2. Kumpulan <i>Source Code</i>	118