



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Tugas akhir .....	3
1.4 Tujuan Tugas akhir .....	4
1.5 Manfaat Tugas akhir .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2 Dasar Teori.....	9
2.2.1. ESP32.....	9
2.2.2. ESP32-DevKitC V4.....	13
2.2.3. ESP-IDF ( <i>Espressif IoT Development Framework</i> ).....	15
2.2.4. FreeRTOS ( <i>Free Real-Time Operating System</i> ).....	16
2.2.5. Ubuntu .....	16
2.2.6. Virtual Private Server .....	17



2.2.7.	Node.js .....	18
2.2.8.	MariaDB .....	18
2.2.9.	phpMyAdmin.....	19
2.2.10.	PHP (Hypertext PreProcessor).....	20
2.2.11.	Apache .....	20
2.2.12.	PuTTY .....	20
2.2.13.	Sensor Node .....	22
2.2.14.	BME 680.....	22
2.2.15.	Sensor Karbon Dioksida .....	23
2.2.16.	Sensor Partikel .....	24
2.2.17.	Visualisasi Data .....	25
2.2.18.	Metabase .....	26
2.2.19.	Bahasa Pemrograman C.....	27
2.2.20.	MQTT (Message Queuing Telemetry Transport).....	28
<b>BAB 3</b>	<b>METODE TUGAS AKHIR .....</b>	<b>33</b>
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir.....	33
3.1.1.	Alat Tugas akhir.....	33
3.1.2.	Bahan Tugas akhir .....	34
3.2	Alur Tugas Akhir .....	35
3.3	Studi Literatur .....	35
3.4	Persiapan Hardware dan Software .....	36
3.5	Perancangan Sistem .....	38
3.6	Perancangan <i>Sensor Node</i> (Mikrokontroler dan Sensor).....	39
3.7	Perancangan <i>Server MQTT (Broker)</i> .....	60
3.8	Perancangan Program pada <i>Virtual Private Server</i> .....	60
3.9	Penggunaan <i>Tool</i> Visualisasi Data.....	70
3.10	Pengujian Tugas Akhir.....	77



<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	78
4.1	Pengujian Sistem <i>Node Sensor</i> .....	78
4.1.1	Pengujian Inisiasi Fungsionalitas pada <i>Node Sensor</i> .....	79
4.1.2	Pengujian Interaksi Sensor dan Pengiriman Data .....	81
4.1.3	Pengujian Nilai Baca Sensor .....	83
4.2	Pengujian Sistem <i>Broker MQTT</i> .....	88
4.3	Pengujian Sistem <i>Virtual Private Server</i> .....	89
4.4	Pengujian <i>Delay</i> Sistem .....	91
4.5	Pengujian Sistem Visualisasi Data.....	92
4.6	Kelebihan dan Kekurangan Sistem.....	99
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	100
5.1	Kesimpulan .....	100
5.2	Saran .....	100
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	101