



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xvii
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.1.1 Penelitian ESP-NOW	5
2.1.2 Perbandingan ESP-NOW, bluetooth, Wi-Fi.....	6
2.2 Analisis Perbandingan Metode	7
2.3 Sintesis dan Posisi Penelitian.....	8
2.4 Dasar Teori	9
2.4.1 Perangkat Keras Utama	9
2.4.1.1 ESP32	10
2.4.1.2 Arduino Mega 2560	11
2.4.2 Konsep Rangkaian Elektronika.....	11
2.4.2.1 Kemampuan ESP32 Menerima Tegangan	12
2.4.2.2 Pembagi Tegangan.....	12
2.4.2.3 <i>Common-Ground</i>	13
2.4.2.4 <i>Filter Noise</i>	14
2.4.2.5 <i>Brownout</i> pada ESP32.....	15
2.4.3 Dasar Teori Komunikasi	15
2.4.3.1 <i>OSI Model</i> dan Posisi ESP-NOW	16



2.4.3.2	Komponen Latensi dalam Jaringan	17
2.4.3.3	Konsep Komunikasi Data ESP-NOW	17
2.4.4	Konsep Pengukuran	19
2.4.4.1	<i>Packet Loss</i>	20
2.4.4.2	Latensi.....	20
2.4.4.3	<i>Threshold</i> Aplikasi <i>Real-Time</i>	21
2.4.5	Perangkat Lunak Pendukung	22
2.4.5.1	Perangkat Lunak Arduino IDE.....	22
2.4.5.2	Perangkat Lunak Processing	22
2.4.5.3	Perangkat Lunak KiCad	23
BAB III Metode Penelitian.....		25
3.1	Konsep Kerja dan Arsitektur Sistem	25
3.2	Prosedur Pengujian Latensi dan <i>Packet Loss</i>	26
3.3	Alat dan Bahan Tugas akhir	26
3.3.1	Alat Tugas akhir.....	26
3.3.1.1	Perangkat Keras.....	27
3.3.1.2	Perangkat Lunak	27
3.3.2	Bahan Tugas Akhir.....	28
3.4	Metode yang Digunakan.....	29
3.5	Alur Tugas Akhir	29
3.6	Tahap Persiapan	30
3.6.1	Persiapan Lingkungan Perangkat Keras	30
3.6.2	Persiapan Lingkungan Perangkat Lunak.....	34
3.6.3	<i>Library</i> yang digunakan	35
3.6.3.1	<i>Library</i> pada <i>Firmware</i> Mikrokontroler (ESP32 & Arduino)	35
3.6.3.2	<i>Library</i> pada Aplikasi Monitoring (Processing)	36
3.6.4	Uji Awal Sistem	37
3.6.4.1	Pengujian Fungsionalitas Tombol.....	37
3.6.4.2	Pengujian Level Tegangan Keluaran.....	37
3.6.4.3	Pengujian Sinyal Mengambang (<i>Floating</i>)	38
3.6.4.4	Verifikasi Sintaks dan Kompilasi	39
3.7	Skenario Pengujian Latensi dan <i>Packet Loss</i>	40
3.7.1	Skenario Pengujian Latensi.....	40
3.7.1.1	Program Kontrol untuk Pengujian Latensi	41
3.7.1.2	Program <i>Master</i> untuk Pengujian Latensi	41
3.7.1.3	Program <i>Slave</i> untuk Pengujian Latensi	42
3.7.1.4	Aplikasi Monitoring Latensi (Processing).....	42
3.7.2	Skenario Pengujian <i>Packet Loss</i>	43



3.7.2.1	Program Kontrol untuk Pengujian <i>Packet Loss</i>	46
3.7.2.2	Program <i>master</i> untuk Pengujian <i>Packet Loss</i>	46
3.7.2.3	Program <i>slave</i> untuk Pengujian <i>Packet Loss</i>	46
3.7.2.4	Aplikasi Monitoring <i>Packet Loss</i> (Processing).....	47
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....		54
4.1	Analisis Kinerja Latensi	54
4.1.1	Analisis Kinerja Latensi dengan 1 <i>Master</i>	54
4.1.2	Analisis Kinerja Latensi dengan 2 <i>Master</i>	56
4.1.3	Analisis Kinerja Latensi dengan 4 <i>Master</i>	58
4.1.4	Analisis Kinerja Latensi dengan 8 <i>Master</i>	61
4.1.5	Analisis Kinerja Latensi dengan 14 <i>Master</i>	64
4.2	Pembahasan Hasil Latensi	66
4.3	Analisis Kinerja <i>Packet loss</i>	67
4.3.1	Analisis Kinerja <i>Packet Loss</i> dengan 1 <i>Master</i>	68
4.3.2	Analisis Kinerja <i>Packet Loss</i> dengan 2 <i>Master</i>	69
4.3.3	Analisis Kinerja <i>Packet Loss</i> dengan 4 <i>Master</i>	69
4.3.4	Analisis Kinerja <i>Packet Loss</i> dengan 8 <i>Master</i>	70
4.3.5	Analisis Kinerja <i>Packet Loss</i> dengan 14 <i>Master</i>	71
4.4	Pembahasan Hasil <i>Packet Loss Rate</i>	72
4.4.1	Korelasi Antara Interval Pengiriman dan Jumlah <i>Master</i> Terhadap PLR	73
4.4.2	Menentukan Batas Operasional	75
4.5	Pembahasan Akhir dan Rekomendasi Konfigurasi Optimal	77
4.6	Perbandingan Hasil dengan Tinjauan Pustaka.....	78
BAB V Kesimpulan dan Saran.....		83
5.1	Kesimpulan.....	83
5.2	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA.....		85
LAMPIRAN		L-1
L.1	Source Code.....	L-1
L.1.1	Kode Debug Tombol Pin.....	L-1
L.1.2	Kode Arduino Mega Kontrol Latensi	L-2
L.1.3	Kode <i>Master</i> Latensi (ESP-NOW)	L-7
L.1.4	Kode Processing - Data Logger & Monitor Latensi.....	L-11
L.1.5	Kode Arduino Mega <i>Packet Loss</i>	L-30
L.1.6	Kode <i>Master</i> untuk Tes <i>Packet Loss</i>	L-33
L.1.7	Kode Processing - Monitor <i>Packet Loss</i>	L-36
L.1.8	Kode <i>Slave</i> (Latency Test)	L-45
L.1.9	Kode ESP32 <i>slave</i> (<i>Packet Loss Test</i>)	L-47