

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
INTISARI .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Metodologi Penelitian .....	3
1.7 Sistematika Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
BAB III LANDASAN TEORI .....	11
3.1 <i>Low Power Wide Area Network</i> (LPWAN) .....	11
3.2 <i>Long Range</i> (LoRa) .....	12
3.3 <i>Long Range Wide Area Network</i> (LoRaWAN) .....	12
3.3.1 <i>LoRaWAN Packet</i> .....	12
3.3.2 <i>Arsitektur LoRaWAN</i> .....	13
3.3.3 <i>Kelas End Device LoRaWAN</i> .....	14
3.3.4 <i>Alokasi Frekuensi LoRaWAN</i> .....	15
3.4 <i>Protokol Message Queuing Telemetry Transport</i> (MQTT) .....	16
3.4.1 <i>Paradigma Publish/Subscribe</i> .....	17
3.5 <i>The Things Network</i> (TTN) .....	18
3.6 <i>Lokalisasi Trilaterasi Received Signal Strength Indicator</i> (RSSI) .....	19
3.7 <i>Algoritma Machine Learning Decision Tree</i> .....	21
BAB IV ANALISIS DAN RANCANGAN SISTEM .....	24
4.1 Analisis Kebutuhan Sistem .....	24
4.2 Analisis Sistem .....	24
4.3 Pengambilan Data .....	26
4.4 Diagram Alir Penelitian .....	28
4.5 Perancangan Perangkat Keras .....	29
4.6 Perancangan Perangkat Lunak .....	32
4.7 Pengujian Sistem .....	33
BAB V IMPLEMENTASI .....	34
5.1 Implementasi Perangkat Keras <i>Gateway</i> .....	34
5.2 Implementasi Program Perangkat <i>Gateway</i> .....	36
5.3 Implementasi <i>The Things Network</i> (TTN) .....	39

5.4 Implementasi Perangkat Keras <i>End Device</i> .....	45
5.5 Implementasi Program <i>End Device</i> .....	45
5.6 Implementasi Program Trilaterasi RSSI di <i>Google Colab</i> .....	49
5.7 Implementasi Program ML <i>Decision Tree</i> di <i>Google Colab</i> .....	54
5.8 Implementasi Perangkat untuk Mengukur Penggunaan Daya.....	59
5.8.1 Implementasi Perangkat Keras .....	59
5.8.2 Implementasi Perangkat Lunak .....	60
5.8.3 Implementasi Pengukuran Arus dan Tegangan Menggunakan Multimeter Digital .....	62
5.9 Implementasi Pelacakan Lokasi Menggunakan Garmin GPS MAP 64s .....	64
<b>BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	66
6.1 Pengujian Akurasi Trilaterasi RSSI .....	66
6.2 Pengujian Performa <i>Machine Learning Decision Tree</i> .....	68
6.3 Pengujian Jangkauan Maksimum.....	70
6.4 Pengujian Penggunaan Daya .....	70
6.4.1 Pengukuran Penggunaan Daya Menggunakan Sensor INA219 .....	70
6.4.2 Pengukuran Penggunaan Daya Menggunakan Multimeter Digital .....	71
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	74
7.1 Kesimpulan .....	74
7.2 Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	75
<b>LAMPIRAN</b> .....	77