

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
INTISARI.....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
BAB I Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori .....	6
2.1 Tinjauan Pustaka .....	6
2.1.1 Studi Sensor Kelembapan Tanah untuk Peringatan Dini Tanah Longsor .....	6
2.1.2 Peringatan Dini Tanah Longsor Berdasarkan Kelembapan Tanah Secara Jarak Jauh Menggunakan Sensor FC-28 dan Node MCU...	7
2.1.3 Sistem Peringatan Dini Bencana Longsor Menggunakan Sensor <i>Accelerometer</i> dan Sensor <i>Soil Moisture</i> Berbasis Android.....	8
2.1.4 Perancangan Alat Peringatan Dini Longsor dengan Sensor Ultrasonik dan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis <i>Internet of                 Things</i> .....	9
2.1.5 Pemantauan Tanah Longsor Berbasis Sensor Kelembapan Tanah: Pendekatan Berbasis Laboratorium untuk Kota Guwahati.....	10
2.1.6 Model Tanah Longsor Sederhana dalam Skala Laboratorium .....	11
2.1.7 Perancangan Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor di Kota Manado Menggunakan Modul NodeMCU Berbasis <i>Internet Of                 Things</i> .....	12
2.1.8 Pengembangan Purwarupa Sistem Peringatan Dini Longsor Berbasis <i>Internet of Things</i> .....	13

2.1.9	Prototipe Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Translasi Berbasis Potensiometer Geser dan Sensor Kelembapan Tanah dengan Keluaran Notifikasi SMS.....	14
2.1.10	Perancangan Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Perubahan Resistivitas Tanah dengan Menggunakan Arduino MEGA 2560 dan WeMos ESP8266 D1-MINI .....	15
2.1.11	Perancangan Alat Pendeteksi Kelembapan Tanah Berbasis IoT Menggunakan NodeMCU dan Blynk .....	15
2.1.12	Internet of Things untuk Deteksi Longsor di Desa Banaran Kecamatan Pulung Kabupaten Ponorogo .....	16
2.1.13	Rancang Bangun Sistem Peringatan Dini Tanah Longsor Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Metode Penginderaan Berat .....	17
2.1.14	Rancang Bangun Alat Deteksi Tanah Longsor Berbasis <i>IoT</i> dengan NodeMCU ESP8266 dan MPU6050 .....	18
2.1.15	Rancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Longsor Berbasis SMS dan <i>Progressive Web Apps</i> .....	18
2.2	Dasar Teori .....	22
2.2.1	Tanah Longsor.....	22
2.2.2	Tanah Andosol .....	24
2.2.3	Tanah Lempung .....	25
2.2.4	ESP32.....	27
2.2.5	Sensor GS3 .....	29
2.2.5.1	VWC .....	31
2.2.5.2	Suhu Tanah.....	32
2.2.5.3	Konduktivitas Listrik .....	33
2.2.6	SDI-12 .....	34
2.2.7	MQTT ( <i>Message Queuing Telemetry Transport</i> ) .....	35
2.2.8	JSON ( <i>JavaScript Object Notation</i> ) .....	37
2.2.9	XAMPP.....	39
2.2.10	<i>Buzzer</i> .....	41
2.2.11	<i>Buck Converter</i> LM2596 .....	42
2.2.12	Bot Telegram .....	44
BAB III	Metode Penelitian.....	47
3.1	Alat dan Bahan Pengujian .....	47
3.1.1	Alat Pengujian.....	48
3.1.1.1	ESP32 .....	48
3.1.1.2	Sensor GS3.....	49
3.1.1.3	<i>Buzzer</i> .....	50

3.1.1.4	<i>Buck Converter</i> .....	51
3.1.1.5	Solder .....	52
3.1.1.6	Timah Solder .....	53
3.1.1.7	PCB Lubang .....	53
3.1.1.8	Sakelar .....	54
3.1.1.9	Kotak Plastik .....	54
3.1.1.10	Bor .....	55
3.1.1.11	Konektor Kabel .....	56
3.1.1.12	Soket Baterai .....	56
3.1.1.13	Laptop .....	57
3.1.1.14	Wadah Tampung .....	58
3.1.1.15	Wadah Uji .....	59
3.1.1.16	Palu Kecil .....	60
3.1.1.17	Saringan .....	60
3.1.1.18	XAMPP .....	61
3.1.1.19	Telegram .....	61
3.1.1.20	Arduino IDE .....	61
3.1.1.21	VS Code .....	61
3.1.2	Bahan Pengujian .....	62
3.1.2.1	Tanah Andosol .....	62
3.1.2.2	Tanah Lempung .....	63
3.2	Metode yang Digunakan .....	63
3.2.1	Persiapan Sampel Tanah .....	64
3.2.2	Skenario Pengujian .....	69
3.2.2.1	Pengujian Karakterisasi Tanah .....	69
3.2.2.2	Pengujian Kinerja Sistem .....	70
3.2.3	Parameter yang Diukur .....	70
3.2.4	Metode Analisis .....	71
3.3	Desain dan Implementasi Sistem .....	72
3.3.1	Perancangan Perangkat Keras .....	72
3.3.2	Perancangan Antarmuka .....	74
3.4	Alur Tugas Akhir .....	75
3.4.1	Studi Literatur .....	75
3.4.2	Perancangan Sistem .....	76
3.4.3	Pembuatan Prototipe dan Antarmuka .....	76
3.4.4	Persiapan Sampel Tanah .....	76
3.4.5	Pengujian dengan Variasi Tanah .....	76
3.4.6	Pengujian Fungsional Sistem .....	76
3.4.7	Analisis Data dan Pembahasan .....	76

<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan</b> .....	78
4.1 Implementasi Perangkat Keras dan Antarmuka .....	78
4.1.1 Realisasi Fisik Sistem dan Pertimbangan Desain.....	78
4.1.2 Implementasi Antarmuka .....	79
4.2 Hasil Pengujian Karakterisasi Tanah.....	80
4.2.1 Karakteristik Tanah Andosol .....	80
4.2.1.1 Pengujian Tanah Andosol 1 .....	81
4.2.1.2 Pengujian Tanah Andosol 2 .....	87
4.2.1.3 Pengujian Tanah Andosol 3 .....	92
4.2.1.4 Analisis Profil Tanah Andosol .....	98
4.2.2 Karakteristik Tanah Lempung .....	101
4.2.2.1 Pengujian Tanah Lempung 1 .....	102
4.2.2.2 Pengujian Tanah Lempung 2 .....	107
4.2.2.3 Pengujian Tanah Lempung 3 .....	113
4.2.2.4 Analisis Profil Tanah Lempung .....	118
4.2.3 Analisis Komparatif: Respons Andosol dan Lempung.....	121
4.3 Hasil Pengujian Kinerja Sistem .....	122
4.3.0.1 Hasil Pengujian Fungsional Percobaan 1 .....	123
4.3.0.2 Hasil Pengujian Fungsional Percobaan 2 .....	125
4.3.0.3 Hasil Pengujian Fungsional Percobaan 3 .....	127
4.3.0.4 Responsivitas Sistem dan Validasi Fungsi .....	130
4.4 Pengujian Stabilitas Sistem Jangka Panjang .....	130
<b>BAB V Kesimpulan dan Saran</b> .....	136
5.1 Kesimpulan.....	136
5.2 Saran.....	137
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	138
<b>LAMPIRAN</b> .....	L-1
L.1 Bagian Atas-Bawah Rangkaian PCB .....	L-1
L.2 Perangkat Keras Tampak Dalam .....	L-2
L.3 Antarmuka Halaman Data .....	L-3