

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis- Jenis Longsor.....	23
Gambar 2. 2 Proses Terjadinya Gerakan Tanah/Batuan dan Penyebabnya [11]..	24
Gambar 2. 3 Ilustrasi Kerja Sensor Akselerometer [20]	34
Gambar 2. 4 Ilustrasi Kerja Sensor Girooskop [25]	36
Gambar 2. 5 Ilustrasi Kerja Sensor Magnetometer [26].....	36
Gambar 2. 6 Diagram Blok Prinsip Kerja Sensor IMU yang Bekerja pada IMU 6-DoF.....	37
Gambar 2. 7 Percepatan Pada Tiga Sumbu	38
Gambar 2. 8 Ilustrasi Pembacaan percepatan pada sensor Akselerometer [26]...	39
Gambar 2. 9 ilustrasi gerak kemiringan sudut pitch, roll, dan yaw	41
Gambar 2. 10 Matriks Rotasi Dalam Sistem Koordinat [29]	41
Gambar 2. 11 Diagram Complementary Filter Sensor Akselerometer dan Sensor Girooskop.....	42
Gambar 2. 12 Penggunaan Filter Pada Data keluaran Akselerometer dan Girooskop untuk menentukan sudut [31].....	42
Gambar 2. 13 Macam-Macam IC Mikrokontroler	43
Gambar 2. 14 LoRa Rfm95	43
Gambar 2. 15 Konektivitas Lora	44
Gambar 2. 16 Ilustrasi Internet of Things [35].....	47
Gambar 3. 1 Diagram Alir Proses Penelitian	48
Gambar 3. 2 Rencana Umum Sistem	50
Gambar 3. 3 Diagram Blok Sistem Peringatan Dini Longsor	51
Gambar 3. 4 Desain Perangkat lunak	52
Gambar 3. 5 Alat Simulasi Pergerakan Tanah	53
Gambar 3. 6 Desain Perangkat Keras	53
Gambar 3.7 Sensor BNO055	54
Gambar 3.8 LoRa RFM95	56
Gambar 3. 9 Tampilan Aplikasi Phyphox	57
Gambar 3. 10 Gerak Rotasi Tiga Sumbu.....	61
Gambar 3. 11 Arah Putaran Pitch Dan Roll Pada Sensor.....	64
Gambar 3. 12 Gambaran Rotasi Sudut Theta dan Phi pada Sistem Koordinat	64

Gambar 3. 13	Sudut Phi pada Rotasi Roll dan Sudut Theta pada Rotasi Pitch....	65
Gambar 3. 14	Tampilan pada pengukuran Inclination/Kemiringan	66
Gambar 4. 1	Foto Papan Ilustrasi Pengujian Sudut	67
Gambar 4. 2	Putaran Roll Dan Pitch Pada Sensor.....	68
Gambar 4. 3	Keterangan Positif dan Negatif pada Putaran Sudut Theta dan Sudut Roll.....	68
Gambar 4. 4	Putaran Roll Dan Pitch Pada Aplikasi Phyphox Smartphone	68
Gambar 4. 5	Foto Papan Dan Sensor dan Smartphone.....	71
Gambar 4. 6	Grafik Perbandingan Pengukuran Sudut Dengan Sudut Pada Phyphox Pada Sudut Kemiringan 15 Derajat.....	71
Gambar 4. 7	Grafik Perbandingan Pengukuran Sudut Dengan Sudut Pada Phyphox Pada Sudut Kemiringan 15 Derajat.....	72
Gambar 4. 8	Ilustrasi Bentuk Sebelum Longsor.....	73
Gambar 4. 9	Ilustrasi Bentuk Sesudah Longsor	73
Gambar 4. 10	Ilustrasi Akrilik.....	74
Gambar 4. 11	Ilustrasi Bukaan Akrilik 1 2 3.....	74
Gambar 4. 12	Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 1 Tiang Depan	75
Gambar 4. 13	Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 1 Tiang Depan	75
Gambar 4. 14	Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 1 Tiang Tengah.....	76
Gambar 4. 15	Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 1 Tiang Tengah.....	76
Gambar 4. 16	Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 1 Tiang Belakang.....	77
Gambar 4. 17	Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 1 Tiang Belakang.....	77
Gambar 4. 18	Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 2 Tiang Tiang Depan.....	78
Gambar 4. 19	Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 2 Tiang Depan	79

Gambar 4. 20 Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 2 Tiang Tengah.....	79
Gambar 4. 21 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 2 Tiang Tengah.....	80
Gambar 4. 22 Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 2 Tiang Belakang.....	80
Gambar 4. 23 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 2 Tiang Belakang.....	81
Gambar 4. 24 Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 3 Tiang Depan	82
Gambar 4. 25 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 3 Tiang Depan	82
Gambar 4. 26 Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 3 Tiang Tengah.....	83
Gambar 4. 27 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 3 Tiang Tengah.....	83
Gambar 4. 28 Keadaan Tanah Sebelum Dan Sesudah Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 3 Tiang Belakang.....	84
Gambar 4. 29 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Bukaan Akrilik 3 Tiang Belakang.....	84
Gambar 4. 30 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Pada Bukaan Akrilik 1 Dan Tiang Sensor Di Tengah.....	86
Gambar 4. 31 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah Pada Bukaan Akrilik 2 Dan Posisi Tiang Sensor Ditengah	87
Gambar 4. 32 Grafik Pergerakan Kemiringan Tanah bukaan akrilik 3 Tiang Tengah.....	88
Gambar 4. 33 Ilustrasi Akrilik.....	90
Gambar 4. 34 Ilustrasi Posisi Tiang Di Tengah Belakang Dan Depan	90
Gambar 4. 35 Sensor Pada Saat Putaran Roll dan Saat Putaran Pitch.....	90
Gambar 4. 36 Tiang Sensor Dalam Keadaan Roll Dan Pitch.....	91
Gambar 4. 37 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaan Akrilik 1.....	92

Gambar 4. 38 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaakn Akrilik 2.....	92
Gambar 4. 39 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaakn Akrilik 3.....	93
Gambar 4. 40 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaakn Akrilik 3.....	94
Gambar 4. 41 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Depan Dengan Bukaakn Akrilik 2.....	94
Gambar 4. 42 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Depan Dengan Bukaakn Akrilik 3.....	95
Gambar 4. 43 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Belakang Dengan Bukaakn Akrilik 1	96
Gambar 4. 44 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Belakang Dengan Bukaakn Akrilik 2	96
Gambar 4. 45 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Belakang Dengan Bukaakn Akrilik 3	97
Gambar 4. 46 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaakn Akrilik 1.....	98
Gambar 4. 47 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaakn Akrilik 2.....	99
Gambar 4. 48 Grafik Pergerakan Tanah Pada Posisi Tiang Sensor Dibagian Tengah Dengan Bukaakn Akrilik 3.....	100
Gambar 4. 49 Data Yang Terkirim Ke Platform Antares.....	103