

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
INTISARI .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat Penelitian .....	3
1.6. Keaslian Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	 5
2.1. Gerakan Tanah .....	5
2.1.1. Pengertian gerakan tanah .....	5
2.1.2. Klasifikasi gerakan tanah .....	5
2.1.3. Bagian-bagian longsoran.....	6
2.2. Penyebab Terjadinya Longsor.....	9
2.3. Mitigasi Bencana Tanah Longsor .....	9
2.4. Sistem Peringatan Dini.....	10
 BAB III LANDASAN TEORI .....	 13
3.1. Analisis Stabilitas Lereng dan Faktor Aman .....	13
3.2. Metode <i>Limit Equilibrium</i> (LEM).....	14
3.3. Air Tanah .....	16
3.4. Pengaruh Infiltrasi dan Muka Air Tanah Terhadap Stabilitas Lereng ....	17
3.5. Tanah Jenuh Sebagian ( <i>Unsaturated Soil</i> ).....	19
3.6. <i>Soil Water Characteristic Curve</i> (SWCC).....	20
3.7. Fungsi Konduktivitas Hidraulik.....	21
3.8. Permeabilitas Metode Philip-Dunne .....	21
3.9. <i>Tank Model</i> untuk Simulasi Level Muka Air Tanah.....	23
3.10. <i>Visco-plastic</i> untuk Simulasi Dinamik.....	25
 BAB IV METODE PENELITIAN .....	 29
4.1. Tahapan Penelitian .....	29
4.2. Lokasi Penelitian.....	29
4.2.1. Kondisi umum lokasi penelitian.....	29
4.2.2. Topografi.....	32
4.2.3. Tata guna lahan .....	32
4.2.4. Litologi.....	34

4.3. Pengumpulan Data .....	34
4.3.1. Pengambilan foto udara .....	34
4.3.2. Pengambilan sampel tanah dan pengujian permeabilitas di lokasi penelitian.....	35
4.3.3. Pengujian sampel tanah di laboratorium.....	36
4.3.4. Data curah hujan satelit himawari-8 .....	36
4.3.5. Geolistrik .....	37
4.3.6. Hasil pemantauan ekstensometer di lapangan .....	41
4.4. Pengolahan Data.....	41
4.4.1. Model lereng yang dibangun .....	41
4.4.2. Simulasi numeris.....	42
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>45</b>
5.1. Analisis Mekanika Tanah.....	45
5.1.1. Hasil pengujian tanah .....	45
5.1.2. Hasil pengujian permeabilitas tanah .....	45
5.2. Hasil Back-Analysis.....	46
5.2.1 Analisis hujan kawasan .....	46
5.2.2 Hasil simulasi numeris .....	47
5.3. Hasil Simulasi Fluktuasi Muka Air Tanah (MAT) .....	53
5.3.1 Hasil simulasi numeris dengan SEEP/W dan SLOPE/W .....	53
5.3.2 Hasil simulasi tank model .....	57
5.3.3 Hasil verifikasi .....	62
5.4. Hasil Analisis Model <i>Visco-Plastic</i> .....	63
5.5. Pembahasan.....	66
5.6. Rekomendasi Usaha Mitigasi.....	67
5.7. Sistem Peringatan Dini Gerakan Tanah Komprehensif Sesuai Dengan SNI 8235: 2017 .....	68
5.7.1 Penilaian risiko.....	68
5.7.2 Sosialisasi.....	68
5.7.3 Pembentukan tim siaga bencana .....	69
5.7.4 Pembuatan panduan operasional evakuasi .....	69
5.7.5 Penyusunan prosedur tetap.....	69
5.7.6 Pemantauan, peringatan dini, dan geladi evakuasi.....	71
5.7.7 Membangun komitmen otoritas lokal dan masyarakat dalam pengoperasian dan pemeliharaan keseluruhan sistem peringatan dini gerakan tanah. ....	71
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>73</b>
6.1. Kesimpulan .....	73
6.2. Saran.....	74
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>75</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Longsor pada Januari 2018 di Dusun Kupon (BPBD Magelang, 2018).....	2
Gambar 2.1. Jenis-jenis gerakan tanah (Varnes, 1978) .....	7
Gambar 2.2. Bagian-bagian longsor dalam tiga dimensi .....	8
Gambar 2.3. Proses terjadinya gerakan tanah dan komponen-komponen penyebabnya..	9
Gambar 2.4. Diagram alir sistem peringatan dini (Modifikasi dari Fathani dkk, 2016)	11
Gambar 3.1. Siklus hidrologi (Hardiyatmo, 2012) .....	16
Gambar 3.2. Pengaruh muka air tanah terhadap pergeseran tanah (Faris dan Fathani, 2013).....	18
Gambar 3.3. Pendekatan lereng tak hingga dalam stabilitas lereng (Angeli, 1996).....	18
Gambar 3.4. Model fisik dan tegangan permukaan pada pipa kapiler .....	20
Gambar 3.5. Kurva SWCC pada tipe tanah yang berbeda (Fredlund dan Raharjo, 1993).....	21
Gambar 3.6. Konsep geometri Philip-Dunne falling-head permeameter (Munoz-Carpena dkk., 2002) .....	22
Gambar 3.7. Tank model pada longsor Zentoku (Hong, 2005).....	24
Gambar 3.8. Aplikasi tank model oleh JMA (Japan Meteorological Agency) (Sugiura, 2005).....	25
Gambar 3.9. Kurva hubungan kuat geser dan fungsi kecepatan menurut Hukum Bingham (Angeli, 1996).....	26
Gambar 3.10. Aliran fluida antara dua lempeng paralel (Angeli, 1996) .....	26
Gambar 4.1. Bagan alir penelitian .....	30
Gambar 4.2. Lokasi penelitian (berwarna merah) .....	31
Gambar 4.3. Rekaman di sekitar lereng.....	31
Gambar 4.4. Kerusakan pada beberapa bangunan sekolah.....	32
Gambar 4.5. Peta lokasi penelitian di Dusun Kupon .....	33
Gambar 4.6. Proses pengambilan foto udara dengan drone .....	34
Gambar 4.7. Pengeboran tanah .....	35
Gambar 4.8. Pengujian permeabilitas lapangan.....	35
Gambar 4.9. Pengujian laboratorium.....	36
Gambar 4.10. Citra Satelit Himawari-8 (Lapan, 2020) .....	37
Gambar 4.11. Peta potongan vertikal dan horizontal geolistrik .....	38
Gambar 4.12. Geolistrik Dusun Kupon lintasan vertikal (BPPTKG, 2016).....	39
Gambar 4.13. Geolistrik Dusun Kupon lintasan horizontal (BPPTKG, 2016).....	40
Gambar 4.14. Sistem pemantauan pergerakan tanah di Dusun Kupon.....	41
Gambar 4.15. Skenario model lereng potongan A- A' .....	42
Gambar 5.1. Grafik hujan kawasan Desa Baleagung 1-19 Januari 2018 .....	47
Gambar 5.2. Kondisi tekanan air pori hari ke-19 .....	50
Gambar 5.3. Distribusi tekanan air pori.....	51
Gambar 5.4. Distribusi nilai SF 1 – 19 Januari 2018.....	52
Gambar 5.5. Nilai SF hari ke-1 .....	52
Gambar 5.6. Nilai SF hari ke-19.....	53



Gambar 5.7. Distribusi tekanan air pori.....	54
Gambar 5.8. Distribusi tekanan pori hasil pengolahan SEEP/W .....	55
Gambar 5.9. Nilai faktor aman hasil simulasi SLOPE/W hari pertama .....	56
Gambar 5.10. Nilai faktor aman hasil simulasi SLOPE/W hari ke-101 .....	56
Gambar 5.11. Titik acuan pemantauan fluktuasi muka air tanah .....	57
Gambar 5.12. Grafik fluktuasi muka air tanah dari simulasi SEEP/W.....	57
Gambar 5.13. Ilustrasi potongan vertikal gambaran simulasi <i>tank model</i> .....	59
Gambar 5.14. <i>Tank Model</i> dengan tiga tank .....	60
Gambar 5.15. Hasil perbandingan antara MAT hasil dari simulasi <i>Hydraulic Conductivity</i> dan <i>Tank Model</i> .....	61
Gambar 5.16. Grafik analisis regresi linier .....	63
Gambar 5.17. Hasil perbandingan pergerakan lereng hasil pengukuran dan hasil perhitungan.....	65
Gambar 5.18. Skema pemantauan dan peringatan dini gerakan tanah (Modifikasi dari Fathani dkk, 2016) .....	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi gerakan tanah (Varnes, 1978).....	6
Tabel 2.2. Klasifikasi kecepatan longsoran (Cruden dan Varnes, 1996).....	6
Tabel 3.1. Kategori faktor aman untuk kejadian longsor (Bowles, 1984).....	14
Tabel 3.2. Kisaran nilai permeabilitas (ks) tanah pada temperatur 20° C.....	23
Tabel 4.1. Klasifikasi kemiringan lereng (Direktorat Jenderal Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, 1986).....	32
Tabel 4.2. Parameter masukan dalam analisis konduktivitas hidraulik.....	43
Tabel 5.1. Tabel indeks propertis tanah.....	45
Tabel 5.2. <i>Unit weight</i> dan parameter kuat geser .....	45
Tabel 5.3. Nilai permeabilitas tanah .....	45
Tabel 5.4. Keadaan hujan dan intensitas hujan (Sosrodarsono (1985) Dalam Triatmodjo, 2007).....	46
Tabel 5.5. Hujan kawasan Desa Baleagung 1-19 Januari 2018.....	47
Tabel 5.6. Hasil parameter kuat geser pada masing-masing <i>layer</i> .....	48
Tabel 5.7. Nilai SF dengan nilai kuat geser hasil <i>back-analysis</i> .....	48
Tabel 5.8. Parameter yang digunakan dalam <i>tank model</i> .....	60
Tabel 5.9. Hasil verifikasi simulasi <i>tank model</i> .....	62
Tabel 5.10. Nilai kecepatan dan pergerakan lereng.....	64
Tabel 5.11. Kondisi lereng kritis berdasarkan batas ambang nilai SF.....	67



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1. Peta zona kerentanan gerakan tanah Kabupaten/ Kota Magelang .....	80
Lampiran 2.1. Peta geologi lembar Magelang dan Semarang .....	81
Lampiran 3.1. Rekapitulasi hasil uji laboratorium .....	82
Lampiran 4.1. Perhitungan <i>back-analysis</i> .....	83
Lampiran 4.2. Perhitungan <i>tank model</i> .....	85
Lampiran 4.3. Perhitungan <i>visco-plastic</i> .....	90