

## DAFTAR ISI

Halaman Judul .....	i
Halaman Pengesahan .....	ii
Sari .....	iii
Kata Pengantar .....	iv
Halaman Persembahan .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	xii
Daftar Gambar .....	xiv
Daftar Lampiran .....	xviii
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang Penelitian .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Batasan Masalah .....	3
1.5. Lokasi Penelitian .....	3
1.6. Rencana dan Waktu Penelitian .....	4
1.7. Manfaat Penelitian .....	5
<b>BAB II. METODELOGI PENELITIAN .....</b>	<b>7</b>
2.1 Metode Penelitian.....	7
2.2 Tahap Pendahuluan .....	7
2.2.1. Studi Pustaka .....	7
2.2.2. Penyusunan Proposal Penelitian .....	9
2.2.3. Observasi Lapangan dan Perancangan Kerangka Kerja .....	9
2.2.4. Perijinan dan Persiapan Perlengkapan .....	9
2.3. Tahap Pengumpulan Data .....	10
2.3.1. Data Geologi.....	10
2.3.2. Data Geologi Teknik .....	10
2.4. Tahap Analisis Data .....	10

2.4.1.	Analisis Petrografi .....	10
2.4.2.	Analisis Stratigrafi .....	11
2.4.3.	Analisis Geologi Teknik .....	11
2.5.	Tahap Pembuatan Peta .....	12
2.6.	Tahap Penyusunan Laporan .....	12
 <b>BAB III. KAJIAN PUSTAKA .....</b>		<b>13</b>
3.1.	Geologi Regional .....	13
3.1.1	Fisiografi .....	13
3.2.	Geomorfologi .....	14
3.3.	Stratigrafi .....	16
3.4.	Dasar Teori Mengenai Gunung Api .....	17
3.5.	Struktur .....	35
3.6.	Geologi Teknik .....	35
3.6.1.	Dasar Teori Gerakan Tanah .....	35
3.6.2.	Faktor – Faktor Mempengaruhi Kestabilan Lereng .....	36
3.6.3.	Jenis Jenis Gerakan Longsoran .....	38
3.6.3.1.	Jenis-jenis Lonsoran Menurut Vernes (1978).....	38
3.6.4.	Sifat Fisik Tanah .....	42
3.6.4.1.	<i>Basic Properties</i> Tanah .....	42
3.6.4.2.	<i>Form Back Analysis</i> .....	43
3.6.4.3.	<i>Gran Size Analysis</i> .....	44
3.6.4.4.	Uji Kompaksi .....	44
3.6.5.	Sifat Mekanik Tanah .....	45
3.6.5.1.	Direct Shear Test.....	45
3.7.	Analisis Kestabilan Lereng .....	45
3.7.1.	<i>Limit Equilibrium Method</i> .....	45
3.8.	Metode Analisis Kestabilan Lereng .....	50
3.8.1.	Metode Fellenius .....	50
3.8.2.	Metode Analisis Kesabilan Lereng dengan <i>Software Slope.W</i> .....	40
3.9.	Cara yang Dipakai untuk Meningkatkan Kestabilan Lereng .....	55

<b>BAB IV. GEOLOGI DAERAH TELITIAN .....</b>	<b>57</b>
4.1. Geomorfologi .....	57
4.1.1. Geomorfologi Daerah Penelitian .....	59
4.1.1.1. Satuan Bentuk Lahan Lereng Vulkanik Tengah (V3).....	60
4.1.1.2. Satuan Bentuk Lahan Lereng Vulkanik Bawah (V4) .....	61
4.1.1.3. Satuan Bentuk Lahan Lembah Vulkanik (V5) .....	63
4.1.2. Pola Pengaliran .....	64
4.1.2.1. Pola Pengaliran Daerah Penelitian .....	65
4.2. Stratigrafi Daerah Telitian .....	66
4.2.1. Satuan Breksi-andesit Kaliworo .....	67
4.2.1.1. Litologi Penyusun .....	67
4.2.1.2. Penyebaran dan Ketebalan .....	69
4.2.1.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan .....	69
4.2.1.4. Hubungan Stratigrafi .....	70
4.2.2. Satuan Batulapili Sumber .....	70
4.2.2.1. Litologi Penyusun .....	70
4.2.2.2. Penyebaran dan Ketebalan .....	72
4.2.2.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan .....	72
4.2.2.4. Hubungan Stratigrafi .....	73
4.2.3. Satuan Breksi-andesit Deles .....	74
4.2.3.1. Litologi Penyusun .....	74
4.2.3.2. Penyebaran dan Ketebalan .....	76
4.2.3.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan .....	76
4.2.3.4. Hubungan Stratigrafi .....	77
4.2.4. Satuan Breksi-andesit Kaligondang .....	77
4.2.4.1. Litologi Penyusun .....	78
4.2.4.2. Penyebaran dan Ketebalan .....	83
4.2.4.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan .....	83
4.2.4.4. Hubungan Stratigrafi .....	84
4.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	84
4.4. Lingkungan Pengendapan .....	85
4.5. Potensi Geologi .....	86

4.5.1. Potensi Geologi Bersifat Positif .....	86
4.5.2. Potensi Geologi Bersifat Negatif .....	88
4.6. Sejarah Geologi .....	88
<b>BAB V. STUDI ANALISIS KESTABILAN LERENG .....</b>	<b>93</b>
5.1. Gerakan Tanah .....	93
5.2. Gerakan Massa Pada Daerah Penelitian .....	94
5.2.1 Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa .....	95
5.2.1.1. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 1 .....	96
5.2.1.2. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 2 .....	97
5.2.1.3. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 3 .....	99
5.2.1.4. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 4 .....	100
5.2.1.5. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 5 .....	101
5.2.1.6. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 6 .....	102
5.2.1.7. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 7 .....	103
5.2.1.8. Identifikasi dan Potensi Gerakan Massa Lereng 8 .....	104
5.2 Kondisi Geologi Teknik Daerah Panggang dan sekitarnya .....	105
5.2.1. Sifat Fisik Tanah .....	105
5.2.1.1. Kadar Air .....	106
5.2.1.2. Berat Isi Tanah.....	107
5.2.1.3. Berat Isi Kering .....	109
5.2.2 Sifat Mekanik Tanah .....	111
5.2.2.1. Uji Geser Langsung ( <i>Direct Shear Test</i> ) .....	111
5.3. Analisis Kestabilan Lereng.....	113
5.3.1. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 1.....	113
5.3.2. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 2 .....	116
5.3.3. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 3.....	118
5.3.4. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 4 .....	120
5.3.5. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 5 .....	123
5.3.6. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 6 .....	125
5.3.7. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 7 .....	126
5.3.8. Jenis Gerakan Tanah Debris Slide ( <i>Translational</i> ) Lereng 8 .....	127

5.4 Faktor Penyebab Gerakan Massa .....	130
5.4.1. Sifat Fisik dan Mekanik Tanah (Faktor Internal).....	130
5.4.1.1. Kadar Air .....	130
5.4.1.2. Kohesi dan Sudut Geser Dalam .....	130
5.4.1.3. Faktor Keamanan .....	132
5.4.2. Faktor-Faktor Geologi (Faktor Eksternal) .....	133
5.4.2.1. Faktor Kelerengan .....	133
5.4.2.2. Faktor Geomorfologi.....	135
5.4.2.3. Faktor Litologi.....	137
5.4.2.4. Faktor Curah Hujan dan Iklim .....	137
5.4.2.5. Intensitas Gempa .....	138
5.4.2.6. Gangguan Lereng .....	139
5.4.2.7. Penggunaan Lahan .....	139
5.5 Zona Kerentanan Gerakan Massa .....	140
5.5.1. Zona Kerentanan Gerakan Tanah Rendah.....	141
5.5.2. Zona Kerentanan Gerakan Tanah Menengah.....	141
5.5.3. Zona Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi.....	142
5.6 Mitigasi Gerakan Massa dan Sistem Penanggulangan .....	143
5.6.1. Sistem Penanggulangan Lokasi Pengamatan 59 dan 34.....	145
5.6.2. Sistem Penanggulangan Lokasi Pengamatan 43, 52 dan 8 .....	147
5.6.3. Sistem Penanggulangan Lokasi Pengamatan 11 dan 16 .....	148
<b>BAB VI. KESIMPULAN .....</b>	<b>150</b>
Daftar Pustaka .....	154
Lampiran .....	156

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Tabel Koordinat Derah Penelitian .....	4
<b>Tabel 1.2.</b> Tabel Waktu Penelitian .....	5
<b>Tabel 3.1.</b> Hubungan Stratigrafi Gunung Merapi Dengan Proses Pelaharan (Paripurno, 2006) .....	6
<b>Tabel 3.2.</b> Klasifikasi Ukuran Butir (Wenworth 1922) .....	44
<b>Tabel 3.3.</b> Kesetimbangan yang diperhitungkan pada masing – masing cara (Tjie Liong, 2012) .....	48
<b>Tabel 3.4.</b> Gaya antar irisan yang bekerja pada masing – masing cara (Tjie Liong, 2012) .....	48
<b>Tabel 3.5.</b> Nilai FK berdasarkan intensitas kelongsoran (Bowles 1991).....	49
<b>Tabel 4.1.</b> Pembagian Unit Relief (Van Zuidam, 1983) .....	58
<b>Tabel 4.2.</b> Klasifikasi Bentang Alam (Van Zuidam, 1983).....	58
<b>Tabel 4.3.</b> Klasifikasi Bentuklahan (Modifikasi Van Zuidam, 1983).....	60
<b>Tabel 4.4.</b> Stratigrafi Daerah Penelitian (Pripurno, 2006) .....	67
<b>Tabel 4.5.</b> Kedudukan Lapisan Batuan Daerah Telitian .....	86
<b>Tabel 5.1.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 1 .....	98
<b>Tabel 5.2.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 2 .....	100
<b>Tabel 5.3.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 3 .....	101
<b>Tabel 5.4.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 4 .....	102
<b>Tabel 5.5.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 5 .....	103
<b>Tabel 5.6.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 6 .....	105
<b>Tabel 5.7.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 7 .....	106
<b>Tabel 5.8.</b> Data Gerakan Tanah pada Lereng 8 .....	107
<b>Tabel 5.9.</b> Hasil Analisa Kadar Air (W) .....	108
<b>Tabel 5.10.</b> Hasil Analisa Berat Isi Tanah( $\gamma$ ) .....	110
<b>Tabel 5.11.</b> Hasil Analisa Berat Isi Kering( $\gamma_d$ ) .....	112

<b>Tabel 5.12.</b> Hasil analisa uji geser langsung ( <i>direct shear test</i> ).....	114
<b>Tabel 5.13.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 43 .....	117
<b>Tabel 5.14.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 52 .....	119
<b>Tabel 5.15.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 59 .....	122
<b>Tabel 5.16.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 6 .....	124
<b>Tabel 5.17.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 8 .....	126
<b>Tabel 5.18.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 11 .....	128
<b>Tabel 5.19.</b> Data sifat fisik dan mekanik Tanah LP 16 .....	131
<b>Tabel 5.20.</b> Faktor Keamanan Lereng .....	132
<b>Tabel 5.21.</b> Jumlah Gerakan Massa pada Tiap Klas Lereng .....	135

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Lokasi Penelitian Daerah Panggang, Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah.....	4
<b>Gambar 1.2.</b> Peta Topografi Daerah Telitian .....	4
<b>Gambar 2.1.</b> Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	8
<b>Gambar 3.1.</b> Sketsa Fisiografi Jawa (Van Bemmelen, 1949) .....	13
<b>Gambar 3.2.</b> Pembagian Zona Kemiringan Lereng dan Fasies G. Merapi.....	14
<b>Gambar 3.3.</b> Morfologi Gunung Merapi dari Arah Barat Laut .....	16
<b>Gambar 3.4.</b> Penampang Stratigrafi di K. Woro .....	21
<b>Gambar 3.5.</b> Penampang Stratigrafi di K. Boyong .....	25
<b>Gambar 3.6.</b> Penampang Stratigrafi di Kali Gendol .....	30
<b>Gambar 3.7.</b> Penyebab Gerakan Masa Tanah dan Komponen – komponen Penyertanya (Karnawati, 2005) .....	37
<b>Gambar 3.8.</b> Jenis – jenis Longsoran (Vernes 1978).....	38
<b>Gambar 3.9.</b> Longsoran Jatuhan (Vernes, 1978) .....	39
<b>Gambar 3.10.</b> Longsoran Gelinciran (Vernes, 1978) .....	40
<b>Gambar 3.11.</b> Longsoran Majemuk (Vernes, 1978) .....	41
<b>Gambar 3.12.</b> Bidang Longsor Circular (Tjie Liong, 2012) .....	46
<b>Gambar 3.13.</b> Bidang Longsor Non-Circular (Tjie Liong, 2012) .....	46
<b>Gambar 3.14.</b> Hubungan Antara Kuat Geser dan Tegangan Normal .....	46
<b>Gambar 3.15.</b> Gaya yang bekerja pada irisan (Tjie Liong, 2012) .....	47
<b>Gambar 3.16.</b> Sketsa lereng dan gaya yang bekerja .....	50
<b>Gambar 3.17.</b> Perhitungan metode Fellenius yang dipengaruhi ataupun tidak dipengaruhi oleh muka air tanah .....	51
<b>Gambar 3.18.</b> Sketsa lereng dan gaya yang bekerja .....	52
<b>Gambar 3.19.</b> Sketsa lereng dan gaya yang bekerja .....	52
<b>Gambar 3.20.</b> Stabilitas lereng dengan metode Bishop .....	53



<b>Gambar 3.21.</b> Sistem gaya pada suatu elemen menurut Bishop .....	54
<b>Gambar 4.1.</b> Diagram alur klasifikasi geomorfologi (Van Zuidam, 1983).....	59
<b>Gambar 4.2.</b> Kenampakan morfologi pada satuan Lereng Vulkanik Tengah ..	61
<b>Gambar 4.3.</b> Kenampakan morfologi pada satuan Lereng Vulkanik Bawah ...	62
<b>Gambar 4.4.</b> Kenampakan morfologi pada satuan Lembah Vulkanik .....	63
<b>Gambar 4.5.</b> Klasifikasi pola dasar pengaliran (Howard, 1967) .....	65
<b>Gambar 4.6.</b> Pola Pengaliran pada Daerah Penelitian .....	66
<b>Gambar 4.7.</b> Singkapan Satuan Breksi Andesit Kaliworo pada LP 4 terletak di Kaliworo .....	69
<b>Gambar 4.8.</b> Singkapan Satuan Breksi Andesit Kaliworo pada LP 5 terletak di Kaliworo .....	69
<b>Gambar 4.9.</b> Singkapan Batulapili Sumber (a) Batulapili Sumber (b) Breksi-andesit Deles pada LP 8 terletak di Kaliworo .....	72
<b>Gambar 4.10.</b> Singkapan Batulapili Sumber (a) Batulapili Sumber (b) Breksi-andesit Deles pada LP 53 terletak di Kaligendol .....	72
<b>Gambar 4.11.</b> Singkapan Satuan Breksi-andesit Kaligondang ditumpangi secara selaras oleh Satuan Batulapili Sumber .....	74
<b>Gambar 4.12.</b> Singkapan breksi piroklastik pada LP 59 .....	75
<b>Gambar 4.13.</b> Arang Kayu pada tubuh singkapan Breksi-andesit Deles LP 59	76
<b>Gambar 4.14.</b> Singkapan Breksi-andesit Deles LP 61 .....	76
<b>Gambar 4.15.</b> Singkapan Satuan Breksi-andesit Kaligendol pada LP 39 terletak di Tebing Kaligendol .....	78
<b>Gambar 4.16.</b> Singkapan breksi-andesit Kaligondang pada LP 19 .....	79
<b>Gambar 4.17.</b> Singkapan breksi laharik pada LP 17 terlihat perbedaan fragmen yang menunjukkan perbedaan energi saat proses pengendapan.....	79
<b>Gambar 4.18.</b> Singkapan breksi laharik pada LP 23 .....	80
<b>Gambar 4.19.</b> Singkapan breksi laharik pada LP 67 .....	80
<b>Gambar 4.20.</b> Singkapan breksi laharik pada LP 67 .....	81
<b>Gambar 4.21.</b> Foto a : Menunjukkan adanya akumulasi kerikil pada bagian bawah lapisan pasir, Foto b : <i>Point Contact</i> Antara Fragmen.....	81
<b>Gambar 4.22.</b> Foto a : Menunjukkan struktur perlapisan pada litologi Batulapili pada LP 57, Foto b : Menunjukkan struktur laminasi pada litologi	

tuff pada LP 58 .....	82
<b>Gambar 4.23.</b> Menunjukkan fragmen arang kayu pada litologi batupasir pada LP 58 .....	82
<b>Gambar 4.24.</b> Kegiatan penambangan pasir dan batu oleh warga di S. Woro ..	87
<b>Gambar 4.25.</b> Kegiatan penambangan pasir dan batu oleh warga di sekitar pemukiman warga .....	88
<b>Gambar 4.26.</b> Gerakan tanah tipe debris slide pada lereng sekitar S. Gondang	89
<b>Gambar 4.27.</b> Skema 1, pembentukan satuan breksi piroklastik Merapi 1 .....	90
<b>Gambar 4.28.</b> Skema 2, pembentukan satuan breksi laharik Merapi 1 .....	91
<b>Gambar 4.29.</b> Skema 3, pembentukan satuan breksi piroklastik Merapi 2 .....	91
<b>Gambar 4.30.</b> Skema 4, pembentukan satuan endapan laharik Merapi .....	92
<b>Gambar 4.31.</b> Skema 5, satuan batuan yang terbentuk di daerah telitian .....	92
<b>Gambar 5.1.</b> Peta kelerengan daerah telitian .....	94
<b>Gambar 5.2.</b> Bentuk lahan lembah vulkanik (V5) dengan jumlah lokasi gerakan massa terbanyak .....	95
<b>Gambar 5.3.</b> Potensi Debris Slide pada lokasi pengamatan 43 .....	97
<b>Gambar 5.4.</b> Parameter singkapan lokasi pengamatan 43 .....	97
<b>Gambar 5.3.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 52 .....	98
<b>Gambar 5.4.</b> Parameter singkapan lokasi pengamatan 52 .....	98
<b>Gambar 5.3.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 59 .....	99
<b>Gambar 5.4.</b> Parameter singkapan lokasi pengamatan 59 .....	100
<b>Gambar 5.5.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 6 .....	101
<b>Gambar 5.6.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 8 .....	102
<b>Gambar 5.7.</b> Parameter singkapan lokasi pengamatan 8 .....	102
<b>Gambar 5.8.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 34 .....	103
<b>Gambar 5.9.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 11 .....	104
<b>Gambar 5.10.</b> Potensi gerakan tanah pada lokasi pengamatan 16 .....	105
<b>Gambar 5.11.</b> Kenampakan Geometri lereng lokasi pengamatan 43 .....	114
<b>Gambar 5.12.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 43 .....	115
<b>Gambar 5.13.</b> Kenampakan Geometri lereng lokasi pengamatan 52 .....	116
<b>Gambar 5.14.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 52 .....	118
<b>Gambar 5.15.</b> Kenampakan Geometri lereng lokasi pengamatan 59 .....	119

<b>Gambar 5.16.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 59 .....	120
<b>Gambar 5.17.</b> Kenampakan Geomoteri lereng lokasi pengamatan 6 .....	121
<b>Gambar 5.18.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 6 .....	122
<b>Gambar 5.19.</b> Kenampakan Geomoteri lereng lokasi pengamatan 8 .....	123
<b>Gambar 5.20.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 8 .....	124
<b>Gambar 5.21.</b> Kenampakan Geomoteri lereng lokasi pengamatan 11 .....	125
<b>Gambar 5.22.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 11 .....	127
<b>Gambar 5.23.</b> Kenampakan Geomoteri lereng lokasi pengamatan 16 .....	128
<b>Gambar 5.24.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng pada lereng LP 16 .....	129
<b>Gambar 5.25.</b> Hubungan kadar air terhadap kohesi .....	131
<b>Gambar 5.26.</b> Hubungan Besar Ukuran yang lolos pada D60 terhadap Sudut Geser Dalam .....	132
<b>Gambar 5.27.</b> Grafik Hubungan antara FK dengan Slope .....	134
<b>Gambar 5.28.</b> Grafik jumlah longsor pada setiap bentuk lahan .....	135
<b>Gambar 5.29.</b> Grafik jumlah longsor pada setiap klas lereng .....	136
<b>Gambar 5.30.</b> Peta Indeks Curah Hujan Daerah Telitian .....	138
<b>Gambar 5.31.</b> Peta Penggunaan Lahan .....	139
<b>Gambar 5.32.</b> Skema pengendalian air permukaan .....	146
<b>Gambar 5.33.</b> Penambat dengan dinding penahan .....	146

## DAFTAR LAMPIRAN

### A. Lampiran dalam teks

1. Lampiran AP-01
2. Lampiran AP-02
3. Lampiran AP-03
4. Lampiran AP-04
5. Lampiran AP-05
6. Lampiran AP-06
7. Lampiran CH - 1
8. Analisis Harkat (Bobot) Parameter Penentu Gerakan Massa Melalui Metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP)

### B. Lampiran dalam kantong

- PT - 1. Peta Geologi
  - PT - 2. Peta Geomorfologi
  - PT - 3. Peta Kelerengan
  - PT - 4. Peta Lintasan dan Lokasi Pengamatan
  - PT - 5. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah
- Profil
- Poster