

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Peta topografi pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Madukara Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah. ....	4
<b>Gambar 1.2.</b> Peta jalan menuju lokasi penelitian dari Kota Yogyakarta. ....	4
<b>Gambar 2.1.</b> Diagram alir penelitian tugas akhir .....	11
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram fase tanah (Das, 1995). Massa tanah dibagi menjadi tiga tingkat yaitu udara, air dan butir-butir padat. Dimana $V$ = volume total, $V_s$ = volume butiran padat, $V_v$ = volume pori, $V_w$ = volume air di dalam pori, $V_a$ = volume udara di dalam pori, $W$ = berat total, $W_s$ = berat butiran padat dan $W_w$ = berat air. ....	13
<b>Gambar 3.2.</b> Skema pengujian <i>direct shear</i> (Budi, 2011). ....	16
<b>Gambar 3.3.</b> Diagram susunan alat uji geser langsung (Das B. M., 1995). ....	16
<b>Gambar 3.4.</b> Distribusi gaya pada suatu lereng (Hoek & Bray, 1989). ....	18
<b>Gambar 3.5.</b> Metode kesetimbangan batas (Abramson, L. dkk, 2002). Faktor keamanan didapatkan dari persamaan kuat geser ( $\tau_f$ ) dan tegangan geser ( $\tau$ ). ....	19
<b>Gambar 3.6.</b> Kriteria Keruntuhan Mohr – Coulomb (Coulomb, 1776 dalam Schofield & Wroth, 1968).(a) tanah adalah material homogen yang kaku dapat pecah menjadi blok-blok terpisah. (b) Hubungan antara tegangan geser ( $\tau$ ), kohesi ( $k$ ), tegangan efektif ( $\sigma'$ ) dan sudut geser dalam ( $\rho$ ). ....	21
<b>Gambar 3.7.</b> Klasifikasi Gerakan massa berdasarkan tipe pergerakannya (Varnes, 1978). Tipe pergerakannya yaitu runtuh ( <i>fall</i> ), robohan ( <i>topple</i> ), gelinciran ( <i>slide</i> ), sebaran ( <i>spread</i> ), dan aliran ( <i>flow</i> ). ....	25
<b>Gambar 3.8.</b> Metode penanggulangan longsor dengan mengurangi gaya pendorong (Arif, 2016). (A) Perubahan geometri lereng dengan mengurangi ketinggian lereng. (B) Perubahan geometri lereng dengan cara mengubah kemiringan lereng dengan cara metode pemotongan dan metode penimbunan. (C) Perubahan geometri lereng dengan cara penjenjangan ( <i>benching</i> ). ....	28
<b>Gambar 4.1.</b> Lokasi penelitian pada peta geologi regional lembar Banjarnegara – Pekalongan (Condon dkk, 1996). ....	29
<b>Gambar 4.2.</b> Fisiografi Pegunungan Serayu Utara diambil dari citra <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM). ....	30

<b>Gambar 4.3.</b> Stratigrafi Regional Serayu Utara, menurut Van Bemmelen. (1949), Bachri (2007) dan kejadian tektonik menurut Husein (2013). Formasi batuan dari umur paling tua ke muda yaitu Formasi Worawari, Formasi Merawu, Formasi Penyatan, Formasi Bodas, Formasi Ligung, Formasi Jembangan dan Aluvium Gunungapi Muda. ....	32
<b>Gambar 4.4.</b> Analisis struktur Pulau Jawa berdasarkan kinematika <i>strain ellipsoid</i> . Sesar mendatar Muria – Kebumen dan sesar mendatar Pamunukan – Cilacap merupakan sesar mendatar utama dan sesar mendatar antitetik (Satyana & Purwaningsih, 2002). ....	33
<b>Gambar 5.1.</b> Foto satuan bentuk lahan lereng struktural (ditandai dengan simbol S1) dengan <i>azimuth</i> kamera N 192 <sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 27. ....	35
<b>Gambar 5.2.</b> Foto satuan bentuk lahan perbukitan struktural (ditandai dengan dengan simbol S2) <i>azimuth</i> kamera N 219 <sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 27. ....	36
<b>Gambar 5.3.</b> Foto satuan bentuk lahan bukit intrusi (ditandai dengan simbol V1) dengan <i>azimuth</i> kamera N 014 <sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 127. ....	36
<b>Gambar 5.4.</b> Foto satuan bentuk lahan lereng denudasional (ditandai dengan simbol D1) dengan <i>azimuth</i> kamera N 237 <sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 12. ....	37
<b>Gambar 5.5.</b> Foto satuan bentuk lahan dataran alluvial (ditandai dengan simbol F1) dengan <i>azimuth</i> kamera N 279 <sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 65. ....	37
<b>Gambar 5.6.</b> Foto satuan bentuk lahan tubuh sungai (ditandai dengan simbol F2) dengan <i>azimuth</i> kamera N 065 <sup>0</sup> diambil pada lokasi pengamatan 96. ....	38
<b>Gambar 5.7.</b> Kolom stratigrafi daerah penelitian mengacu pada Van Bemmelen (1949). ....	39
<b>Gambar 5.8.</b> Foto parameter singkapan batupasir karbonatan dan batulempung napalan dengan tinggi singkapan 2,5 meter. (A) Foto parameter singkapan pada lokasi pengamatan 30 dengan arah kamera N 160 <sup>0</sup> E. (B) Pada lokasi pengamatan terdapat perulangan batupasir karbonatan dan batulempung napalan yang diambil dengan arah kamera N 175 <sup>0</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). ....	39

<b>Gambar 5.9.</b> Foto parameter litologi batulempung napalan pada satuan batulempung napalan Merawu dengan arah kamera N 328 <sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).....	40
<b>Gambar 5.10.</b> Foto parameter litologi batupasir karbonatan pada satuan batulempung napalan Merawu dengan arah kamera N 321 <sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).....	40
<b>Gambar 5.11.</b> Foto sayatan tipis petrografi batulempung napalan pada lokasi pengamatan 48. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, kuarsa, opak, kalsit dan mineral lempung. ....	41
<b>Gambar 5.12.</b> Foto sayatan tipis petrografi batupasir karbonatan pada lokasi pengamatan 30. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, kuarsa, opak, kalsit dan mineral lempung. ....	42
<b>Gambar 5.13.</b> Struktur sedimen yang ada pada satuan batulempung napalan Merawu. (1) Struktur sedimen biturbasi, (2) struktur sedimen <i>flute cast</i> , (3) struktur sedimen <i>cross bedding</i> , (4) struktur sedimen masif, (5) struktur sedimen <i>wavy lamination</i> (5) struktur sedimen laminasi, (7) struktur sedimen perlapisan. ....	43
<b>Gambar 5.14.</b> Kenampakan kontak satuan batuan batulempung napalan Merawu dengan satuan breksi monomik Bodas secara tidak selaras yaitu <i>angular unconformity</i> . (A) Foto parameter singkapan pada lokasi pengamatan 1 dengan arah kamera N 111 <sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto <i>close up</i> kontak satuan batuan batulempung napalan Merawu dengan satuan breksi monomik Bodas diambil dengan arah kamera N 103 <sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (C) Foto parameter litologi batulempung napalan diambil dengan arah kamera N 094 <sup>o</sup> E. (D) Foto parameter litologi breksi monomik diambil dengan arah kamera N 109 <sup>o</sup> E.....	44
<b>Gambar 5.15.</b> Foto parameter singkapan intrusi andesit pada lokasi pengamatan 25 (A) Foto parameter singkapan andesit dengan tinggi singkapan 2,5 meter dan arah kamera N 072 <sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi andesit pada satuan intrusi andesit dengan arah kamera N 093 <sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm). ....	45
<b>Gambar 5.16.</b> Foto sayatan tipis petrografi andesit pada lokasi pengamatan 25. Dengan komposisi mineral berupa plagioklas, augite, piroksen, hornblende, opak, kuarsa dan massa dasar gelas. ....	45
<b>Gambar 5.17.</b> (A) Foto singkapan <i>hornfels</i> pada lokasi pengamatan 64. dan arah kamera N 027 <sup>o</sup> E (B) Foto litologi <i>hornfels</i> . dan arah kamera N 038 <sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).....	46

- Gambar 5.17.** Foto parameter singkapan breksi monomik pada lokasi pengamatan 110. (A) Foto parameter singkapan breksi monomik dengan tinggi singkapan 10 meter dan arah kamera N 010<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi breksi monomik dengan arah kamera N 343<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm). .....47
- Gambar 5.18.** Foto parameter singkapan lava andesit pada lokasi pengamatan 104 (A) Foto parameter singkapan lava andesit dengan tinggi singkapan 3 meter dan arah kamera N 315<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi lava andesit dengan arah kamera N 332<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm). .....48
- Gambar 5.19.** Foto parameter singkapan tuff lapilli pada lokasi pengamatan 102 (A) Foto parameter singkapan lapilli tuff dengan tinggi singkapan 7 meter dan arah kamera N 085<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi tuuf lapili dengan arah kamera N 096<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm). .....48
- Gambar 5.20.** Foto sayatan tipis petrografi fragmen breksi monomik pada lokasi pengamatan 110. Dengan komposisi mineral berupa plagioklas, piroksen, hornblende, opak dan massa dasar gelas. ....49
- Gambar 5.21.** Foto sayatan tipis petrografi lava andesit pada lokasi pengamatan 104. Dengan komposisi mineral berupa plagioklas, piroksen, hornblende, opak dan massa dasar gelas. ....50
- Gambar 5.22.** Foto sayatan tipis petrografi tuff lapilli pada lokasi pengamatan 102. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, piroksen, opak, massa dasar gelas. ....50
- Gambar 5.23.** Kenampakan kontak satuan breksi monomik Bodas dan breksi polimik Ligung secara selaras. (A) Foto parameter singkapan pada lokasi pengamatan 62 dengan arah kamera N 032<sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto *close up* litologi breksi polimik Ligung dengan arah kamera N 314<sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (C) Foto *close up* litologi breksi monomik Bodas diambil dengan arah kamera N 329<sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). .....52
- Gambar 5.24.** Foto parameter singkapan breksi polimik pada lokasi pengamatan 118 (A) Foto parameter singkapan breksi polimik dengan tinggi singkapan 4 meter dan arah kamera N 035<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi breksi polimik pada satuan

breksi polimik ligung dengan arah kamera N 106 <sup>0</sup> E (panjang parameter 8 cm).....	53
<b>Gambar 5.25.</b> Foto sayatan tipis petrografi matriks breksi polimik pada lokasi pengamatan 118. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, kuarsa, opak, dan matrik berupa mineral lempung dan pecahan mineral.....	53
<b>Gambar 5.26.</b> Kenampakan endapan alluvial pada lokasi penelitian dengan arah kamera N 253 <sup>0</sup> E .....	55
<b>Gambar 5.27.</b> Foto struktur geologi kekar pada lokasi pengamatan 28. Foto kekar dengan arah kamera N 146 <sup>0</sup> E (Gambar A). Hasil analisis kekar dengan hasil arah tegasan utama yaitu N 196 <sup>0</sup> E. ....	56
<b>Gambar 5.28.</b> Foto struktur geologi kekar pada lokasi pengamatan 17. Foto kekar dengan arah kamera N 105 <sup>0</sup> E (Gambar A). Hasil analisis kekar dengan hasil arah tegasan utama yaitu N 205 <sup>0</sup> E (Gambar B). ....	56
<b>Gambar 5.29.</b> Foto struktur geologi sesar pada lokasi pengamatan 8. Foto pergerakan sesar di lapangan dengan azimuth arah kamera N 215 <sup>0</sup> E (Gambar A). Foto gores - garis pada bidang sesar dengan arah kamera N 283 <sup>0</sup> E (Gambar B). Gambar analisis <i>stereonet</i> (Gambar C). ....	57
<b>Gambar 5.30.</b> Foto struktur geologi sesar pada lokasi pengamatan 32. Foto pergerakan sesar di lapangan azimuth arah kamera N 086 <sup>0</sup> E (Gambar A). Foto gores - garis pada bidang sesar dengan arah kamera N 103 <sup>0</sup> E (Gambar B). Gambar analisis <i>stereonet</i> (Gambar C). ....	59
<b>Gambar 5.31.</b> Pemodelan sejarah geologi pada lokasi penelitian. Dimulai pada kala Miosen tengah diendapkan satuan batulempung napalan Merawu kemudian mengalami deformasi menyebabkan terbentuknya sesar kiri turun dan sesar naik kiri, pada kala pliosen terendapkan satuan breksi monomik Bodas beserta munculnya intrusi andesit ke permukaan melalui zona lemah berupa rekahan dan sesar, selanjutnya pada kala Plistosen terendapkan satuan breksi polimik Ligung dan diakhiri dengan terendapkannya endapan aluvial pada Holosen. ....	61
<b>Gambar 5.32.</b> Potensi Wisata Gunung Sewu. Kenampakan akses jalan menuju gunung sewu (A). Hutan pinus di Gunung Sewu (B). ....	62
<b>Gambar 5.33.</b> Potensi tambang bahan galian andesit.....	63
<b>Gambar 5.34.</b> Potensi negatif pada lokasi penelitian berupa gerakan massa. Gerakan yang terjadi di Desa Limbangan (A). Gerakan yang	

terjadi di Desa Clapar (B). Gerakan massa yang terjadi di Desa Limbangan (C). Gerakan yang terjadi di Desa Clapar (D).....	64
<b>Gambar 6.1.</b> Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 1 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Talunamba, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. ....	66
<b>Gambar 6.2.</b> Kenampakan lereng 1 yang brepotensi longsor. Lereng berada di Desa Talunamba dengan tinggi 4,2 meter, lebar 5 meter, panjang sisi miring 4,7 meter dan kemiringan lereng $71^{\circ}$ . Azimuth N $030^{\circ}$ E .....	67
<b>Gambar 6.3.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng 1 menggunakan <i>software slide</i> 6.0. Memiliki nilai properti material yaitu <i>unit weight</i> $16,0437 \text{ kN/m}^3$ , kohesi $32,587 \text{ kPa}$ , dan $\text{Phi } 29,95^{\circ}$ . Menggunakan analisis dengan metode <i>GLE/Morgenstern-Price</i> sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,935 dengan arah longsoran kekanan .....	68
<b>Gambar 6.4.</b> Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 2 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Clapar, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. ....	68
<b>Gambar 6.5.</b> Kenampakan lereng 2 yang berpotensi longsor. Lereng berada di Desa Clapar dengan tinggi 9 meter, lebar 13,3 meter, panjang sisi miring 10,4 meter dan kemiringan lereng $61^{\circ}$ . Azimuth N $291^{\circ}$ E .....	69
<b>Gambar 6.6.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng 2 menggunakan <i>software slide</i> 6.0. Memiliki nilai properti material yaitu <i>unit weight</i> $16,4425 \text{ kN/m}^3$ , kohesi $34,589 \text{ kPa}$ , dan $\text{Phi } 30,05^{\circ}$ . Menggunakan analisis dengan metode <i>GLE/Morgenstern-Price</i> sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 0,719 dengan arah longsoran kekanan. ....	70
<b>Gambar 6.7.</b> Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 2 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Gunung Giana, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. ....	70
<b>Gambar 6.8.</b> Kenampakan lereng 3 yang berpotensi longsor. Lereng berada di Desa Gunung giana dengan tinggi 7,7 meter, lebar 9,8 meter, panjang sisi miring 8 meter dan kemiringan lereng $73^{\circ}$ . Azimuth N $210^{\circ}$ E. ....	71
<b>Gambar 6.9.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng 3 menggunakan <i>software slide</i> 6.0. Memiliki nilai properti material yaitu <i>unit weight</i> $16,5209 \text{ kN/m}^3$ , kohesi $36,4005 \text{ kPa}$ , dan $\text{Phi } 28,95^{\circ}$ . Menggunakan analisis dengan metode <i>GLE/Morgenstern-Price</i>	

sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,001 dengan arah longsoran kekanan. ....	72
<b>Gambar 6.10.</b> Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 2 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Clapar, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. ....	72
<b>Gambar 6.11.</b> Kenampakan lereng 4 yang berpotensi longsor. Lereng berada di Desa Clapar dengan tinggi 4,5 meter, lebar 20,3 meter, panjang sisi miring 4,9 meter dan kemiringan lereng 65 <sup>0</sup> . Azimuth N 170 <sup>0</sup> E.....	73
<b>Gambar 6.12.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng 4 menggunakan <i>software slide</i> 6.0. Memiliki nilai properti material yaitu <i>unit weight</i> 14,3308 kN/m <sup>3</sup> , kohesi 27,48 kPa, dan Phi 30.65 <sup>0</sup> . Menggunakan analisis dengan metode <i>GLE/Morgenstern-Price</i> sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,89 dengan arah longsoran kekanan. ....	74
<b>Gambar 6.13.</b> Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 2 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Aribaya, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. ....	74
<b>Gambar 6.14.</b> Kenampakan lereng 5 yang berpotensi longsor. Lereng berada di Desa Aribaya dengan tinggi 4 meter, lebar 13 meter, panjang sisi miring 4,2 meter dan kemiringan lereng 72 <sup>0</sup> . Azimuth N 176 <sup>0</sup> E.....	75
<b>Gambar 6.15.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng 5 menggunakan <i>software slide</i> 6.0. Memiliki nilai properti material yaitu <i>unit weight</i> 14,1085 kN/m <sup>3</sup> , kohesi 36,695 kPa, dan Phi 31,21 <sup>0</sup> . Menggunakan analisis dengan metode <i>GLE/Morgenstern-Price</i> sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,759 dengan arah longsoran kekanan ....	76
<b>Gambar 6.16.</b> Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 2 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Limbangan, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. ....	76
<b>Gambar 6.17.</b> Kenampakan lereng 6 yang berpotensi longsor. Lereng berada di Desa Limbangan dengan tinggi 7 meter, lebar 12,5 meter, panjang sisi miring 7,1 meter dan kemiringan lereng 80 <sup>0</sup> . Azimuth N 131 <sup>0</sup> E.....	77
<b>Gambar 6.18.</b> Hasil analisis faktor keamanan lereng 5 menggunakan <i>software slide</i> 6.0. Memiliki nilai properti material yaitu <i>unit weight</i> 15,3768 kN/m <sup>3</sup> , kohesi 38,6055 kPa, dan Phi 31,15 <sup>0</sup> . Menggunakan analisis dengan metode <i>GLE/Morgenstern-Price</i>	

sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 0,883 dengan arah longsoran kekanan .....78

**Gambar 6.13.** Solusi Mengurangi Dampak Gerakan Massa dengan pembuatan grouting semen di lereng desa Limbangan .....89