

**GEOLOGI, ANALISIS KESTABILAN LERENG DAN ZONASI
TINGKAT KERENTANAN LONGSOR
KALURAHAN GIRIPURWO DAN SEKITARNYA,
KAPANEWON GIRIMULYO, KABUPATEN KULONPROGO,
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

Irza Elva Ramadhani

111.170.005



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**GEOLOGI, ANALISIS KESTABILAN LERENG DAN ZONASI
TINGKAT KERENTANAN LONGSOR
KALURAHAN GIRIPURWO DAN SEKITARNYA,
KAPANEWON GIRIMULYO, KABUPATEN KULONPROGO,
PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA**

Disusun Oleh:

Irza Elva Ramadhani

111.170.005

Disusun sebagai salah satu syarat mencapai gelar Strata-1 (S1) pada Program Studi
Teknik Geologi, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas
Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Yogyakarta, 22 Desember 2021

Menyetujui,

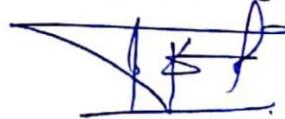
Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., MSc.

NIP. 19561219 198411 2 001

Pembimbing 2



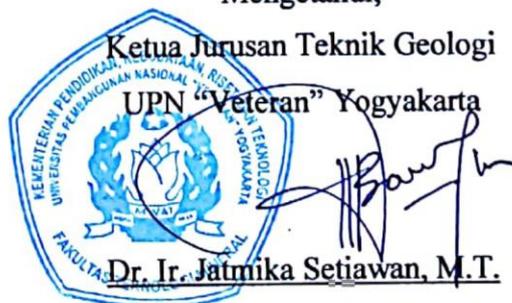
Dr. Agus Harjanto, S.T., M.T.

NIP. 19690824202121005

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geologi

UPN “Veteran” Yogyakarta



Dr. Ir. Jatmika Setiawan, M.T.

NIP. 19640411 199303 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk semua orang terutama kedua orang tua yang mengharapkan terselesaikannya skripsi ini dan untuk semua orang yang penulis hormati dan kasih

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat yang telah tercurahkan kepada insan dan semesta ini, serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar tanpa adanya halangan apapun. Sholawat serta salam senantiasa penulis panjatkan kepada kekasih Allah SWT sekaligus teladan bagi manusia yaitu Nabi Muhammad SAW dimana syafa'atnya selalu penulis nantikan di akhir zaman, aamiin.

Penulis mempersembahkan skripsi ini terutama kepada Ayah dan Ibu penulis yang selalu mengharapkan keberhasilan dan kesuksesan anaknya, keluarga besar yang selalu menanyakan kapan penulis lulus kuliah. Tidak lupa penulis persembahkan skripsi ini untuk segenap dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk mengarahkan dan membimbing penulis dengan sabar hingga terselesaikan laporan skripsi ini, serta sahabat dan teman-teman seangkatan Teknik Geologi PANGEA 2017. Akhir kata, penulis hanya dapat mengungkapkan rasa syukur dan terimakasih atas bantuan yang telah diberikan.

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat, hidayah dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Geologi 2021 sebagai pengantar dalam permohonan izin guna keikutsertaan mahasiswa dalam terlaksananya Tugas Akhir.

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua saya Bapak Masrul, Ibu Hendra Juita, beserta kakak – kakak saya Dilla Elvandec Seviana A.md, Dera Elva Junita S.Gz dan Ilham Takbiridul Adham A.md yang telah memberikan kasih sayang, semangat, doa tiada hentinya, perhatian dan dukungan baik secara batin maupun material hingga dapat terselesaikannya tugas akhir ini.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., MSc selaku pembimbing 1 yang dengan ikhlas dan sabar membimbing dan memberi arahan hingga dapat terselesaikannya laporan skripsi.
3. Bapak Dr. Agus Harjanto, S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang mendukung dan memberi masukan yang bermanfaat dalam pembuatan laporan skripsi.
4. Bapak Dr. Ir. Jatmika Setiawan, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Geologi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
5. Mas Muhammad Husein Mubarak Hady S.T. yang senantiasa memberi semangat dan meluangkan waktu menemani lapangan.
6. Sahabat saya Angga Haikal, Armala Putri, Yesica Harnisiah dan Nurul Aini S. yang telah memberi semangat dan mendengarkan keluh kesah penulis.
7. Asisten Hidrogeologi dan Geologi Teknik 17 beserta rekan-rekan PANGEA 17 yang telah memberi dukungan kepada penulis.

Penulis

ABSTRAK

GEOLOGI, ANALISIS KESTABILAN LERENG DAN ZONASI TINGKAT KERENTANAN LONGSOR KALURAHAN GIRIPURWO DAN SEKITARNYA, KAPANEWON GIRIMULYO, KABUPATEN KULONPROGO, PROVINSI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA

Disusun Oleh:

Irza Elva Ramadhani

111.170.005

Secara administratif, daerah penelitian berada di Desa Giripurwo dan sekitarnya, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dengan koordinat 404904 mT - 409904 mT dan 9140289 mU - 9145289 mU (UTM 49S WGS 84). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu studi pustaka, pengamatan lapangan beserta analisis laboratorium dan analisis data pada daerah seluas 25 km² dengan skala 1:25.000.

Secara geomorfologi, daerah penelitian terbagi menjadi empat satuan bentuk lahan yaitu Tubuh Sungai (F1), Perbukitan Karst (K1), Perbukitan Struktural (S1), dan Bukit Intrusi (V1) dengan pola pengaliran yang berkembang yaitu parallel dan radial. Stratigrafi pada daerah penelitian dari tua ke muda tersusun atas Satuan breksi vulkanik Kaligesing, Satuan lava andesit Kaligesing, Satuan tuf Dukuh, Satuan intrusi andesit Kaligesing, Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh, Satuan batugamping Jonggrangan dan Endapan alluvial. Struktur geologi terdiri dari kekar - kekar dengan tegasan utama relatif utara barat laut-selatan tenggara dan sesar-sesar yang terdiri dari sesar mendatar kanan berarah barat laut - tenggara dan relatif barat - timur, sedangkan sesar mendatar kiri berarah timur laut - barat daya, serta terdapat sesar normal.

Hasil uji laboratorium mengenai sifat fisik dan mekanik pada lima sampel tanah dihasilkan nilai faktor keamanan (FK) dengan rentang 0,816 - 1,616. Berdasarkan hasil analisis zonasi rawan bencana longsor menggunakan *software* ArcGis 10.8, didapatkan tiga zona rawan bencana longsor di daerah penelitian, yaitu tingkat kerawanan longsor rendah setempat (10%) di lokasi penelitian, tingkat kerawanan longsor sedang (83%) yang mendominasi sebagian besar daerah penelitian, tingkat kerawanan longsor tinggi (7%) di lokasi penelitian. Interpretasi dibuat berdasarkan pembobotan parameter kelerengan, ketebalan tanah, *buffer* struktur, zona keterdapatan gerakan tanah, jenis batuan, curah hujan, dan tata guna lahan.

Kata kunci : geologi, pembobotan, kestabilan lereng, zonasi rawan tanah longsor

ABSTRACT

GEOLOGY AND SLOPE STABILITY ANALYSIS AND ZONATION OF A SLIDE VULNERABILITY LEVEL OF GIRIPURWO AREA, GIRIMULYO DISTRICT, KULONPROGO REGENCY, YOGYAKARTA SPECIAL REGION PROVINCE

Arranged by:

Irza Elva Ramadhani

111.170.005

Administratively, the research area is located in Giripurwo Village and its surroundings, Girimulyo District, Kulonprogo Regency, Yogyakarta Special Region Province with coordinates 404904 mT - 409904 mT and 9140289 mU - 9145289 mU (UTM 49S WGS 84). The method used in this research is literature study, field observations along with laboratory analysis and data analysis in an area of 25 km² with a scale of 1:25,000.

Geomorphologically, the research area is divided into four landform units, namely River Body (F1), Karst Hills (K1), Structural Hills (S1), and Intrusion Hills (V1) with a growing flow pattern, namely parallel and radial. The stratigraphy in the study area from old to young is composed of the Kaligesing volcanic breccia unit, the Kaligesing andesite lava unit, the Dukuh tuff unit, the Kaligesing andesite intrusion unit, the Dukuh carbonate tuffaceous sandstone unit, the Jonggrangan limestone unit and alluvial deposits. The geological structure consists of joints with main stresses relative to north-northwest-south-southeast and faults consisting of right-hand horizontal faults trending northwest - southeast and relatively west - east, while left horizontal faults trending northeast - southwest, and there is a normal fault.

The results of laboratory tests regarding the physical and mechanical properties of the five soil samples resulted in the value of the safety factor (FK) with a range of 0.816 - 1.616. Based on the results of the landslide-prone zoning analysis using ArcGis 10.8 software, three landslide-prone zones were found in the research area, namely the local low landslide susceptibility level (10%) at the study site, moderate landslide susceptibility level (83%) which dominated most of the research area, the level of landslide susceptibility is high (7%) at the study site. Interpretation is made based on the weighting of slope parameters, soil thickness, structural buffers, soil movement zones, rock types, rainfall, and land use.

Keywords : *geology, weighting, slope stability, landslide prone zoning*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Maksud dan Tujuan.....	2
1.4. Lokasi Dan Waktu Penelitian	3
1.5. Hasil Penelitian	5
1.6. Manfaat Penelitian	5
BAB 2 METODOLOGI PENELITIAN	6
2.1. Metodologi dan Tahapan Penelitian.....	6
2.1.1. Tahap Pendahuluan	6
2.1.2. Tahap Penelitian Lapangan	6
2.1.3. Tahap Analisis Data	6
2.1.4. Tahap Penyajian Data.....	7
2.2. Alat dan Fasilitas Penelitian.....	8
2.3. Dasar Teori.....	10
2.3.1. Gerakan Massa	10
2.3.2. Mekanisme Gerakan Massa.....	13
2.3.3. Sifat Fisik Tanah.....	15
2.3.4. Sifat Mekanik Tanah	16
2.3.5. Faktor Keamanan Lereng	17

2.3.6. Prinsip Dasar Metode Bishop	18
BAB 3 TINJAUAN GEOLOGI REGIONAL	21
3.1. Fisiografi Regional.....	21
3.2. Stratigrafi Regional	21
3.2.1. Formasi Nanggulan	22
3.2.2. Formasi Andesit Tua	22
3.2.3. Formasi Jonggrangan.....	22
3.2.4. Formasi Sentolo.....	23
3.2.5. Endapan Vulkanik Kuartar	23
3.3. Tatanan Tektonik dan Struktur Geologi Regional	24
BAB 4 GEOLOGI DAERAH PENELITIAN.....	26
4.1. Pola Pengaliran Daerah Penelitian.....	26
4.1.1. Pola Pengaliran Radial	27
4.1.2. Pola Pengaliran Paralel	27
4.2. Geomorfologi Daerah Penelitian	27
4.2.1. Morfologi Umum Daerah Penelitian.....	27
4.2.2. Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian.....	28
4.3. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	32
4.3.1. Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing.....	33
4.3.2. Satuan Lava Andesit Kaligesing	38
4.3.3. Satuan Intrusi Andesit Kaligesing	42
4.3.4. Satuan Tuf Dukuh.....	44
4.3.5. Satuan Batupasir Tufan Karbonatan Dukuh.....	47
4.3.6. Satuan Batugamping Jonggrangan	49
4.3.7. Endapan Alluvial	52
4.4. Struktur Geologi Daerah Penelitian	53
4.4.1. Struktur Kekar.....	53
4.4.2. Struktur Sesar.....	54
4.5. Potensi Geologi Daerah Penelitian	59
4.5.1. Potensi Geologi Positif	59
4.5.2. Potensi Geologi Negatif.....	62

4.6. Sejarah Geologi Daerah Penelitian	63
BAB 5 ZONASI RAWAN BENCANA TANAH LONGSOR DAN ANALISIS	
KESTABILAN LERENG	66
5.1. Hasil Pemetaan Geoteknik.....	66
5.1.1. Lokasi Pengamatan Lereng 1 (T1).....	66
5.1.2. Lokasi Pengamatan Lereng 2 (T2).....	67
5.1.3. Lokasi Pengamatan Lereng 3 (T3).....	67
5.1.4. Lokasi Pengamatan Lereng 4 (T4).....	68
5.1.5. Lokasi Pengamatan Lereng 5 (T5).....	68
5.2. Kestabilan Lereng Lokasi Penelitian	68
5.2.1. Analisis Kestabilan Lereng 1 (T1).....	69
5.2.2. Analisis Kestabilan Lereng 2 (T2).....	69
5.2.3. Analisis Kestabilan Lereng 3 (T3).....	70
5.2.4. Analisis Kestabilan Lereng 4 (T4).....	70
5.2.5. Analisis Kestabilan Lereng 5 (T5).....	71
5.3. Zonasi Daerah Rawan Tanah Longsor.....	72
5.3.1. Peta Kelerengan Daerah Penelitian.....	72
5.3.2. Peta Ketebalan Tanah Daerah Penelitian	73
5.3.3. Peta <i>Buffer</i> Struktur Daerah Penelitian	73
5.3.4. Peta Zona Keterdapatan Gerakan Tanah Daerah Penelitian	74
5.3.5. Peta Jenis Batuan Daerah Penelitian.....	75
5.3.6. Peta Curah Hujan Daerah Penelitian.....	76
5.3.7. Peta Tata Guna Lahan Daerah Penelitian	77
5.3.8. Skor Parameter Peta Zonasi Rawan Tanah Longsor Daerah Penelitian .	78
5.3.9. Peta Zonasi Rawan Tanah Longsor Daerah Penelitian	82
5.4. Tata Cara Penanggulangan Gerakan Tanah Daerah Penelitian	83
BAB 6 PENUTUP	89
6.1. Kesimpulan	89
6.2. Saran.....	90

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Penelitian	3
Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian.....	9
Gambar 2.2 Jenis gerakan massa <i>topple</i> (A), <i>fall</i> (B), <i>avalanche</i> (C), <i>slide</i> (D), <i>flow</i> (E), <i>lateral spreading</i> (F), dan <i>creep</i> (G) (mengacu klasifikasi Varnes (1978) dalam Highland dan Bobrowsky (2008)).	12
Gambar 2.3 Distribusi Gaya pada Suatu Lereng (Indriani, 2017).	14
Gambar 2.4 Gaya-gaya yang bekerja pada suatu potongan (Rajagukguk, 2014). ...	19
Gambar 3.1 Peta Fisiografi Jawa dan Madura (Van Bemmelen, 1949).....	21
Gambar 3.2 Stratigrafi Daerah Kulonprogo (Harjanto, 2011).	23
Gambar 3.3 Interpretasi Kelurusan Struktur Geologi KulonProgo (Widagdo, 2018)	25
Gambar 4.1 Peta pola pengaliran daerah Giripurwo dan sekitarnya.	26
Gambar 4.2 Pola pengaliran dasar parallel (A), dan pola pengaliran dasar radial (B) menurut (Howard, 1967).....	26
Gambar 4.3 Kenampakan bentuklahan tubuh sungai, foto diambil di Desa Giripurwo, arah kamera.....	29
Gambar 4.4 Kenampakan bentuklahan perbukitan karst, foto diambil di Desa Jatimulyo, arah kamera N316 ^o E.....	30
Gambar 4.5 Kenampakan bentuklahan perbukitan struktural, foto diambil di Desa Pendoworejo, arah kamera N283 ^o E.	31
Gambar 4.6 Kenampakan bentuklahan bukit intrusi, foto diambil di Desa Jatimulyo, arah kamera.....	32
Gambar 4.7 (a) Singkapan breksi vulkanik dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 11 dengan azimuth foto N224 ^o E (b) kenampakan jarak dekat breksi vulkanik dengan fragmen andesit.	33
Gambar 4.8 (a) Singkapan breksi vulkanik dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 97 dengan azimuth foto N093 ^o E (b) kenampakan jarak dekat breksi vulkanik dengan fragmen andesit dan tuf.	34

Gambar 4.9 Sayatan petrografi LP 11, litologi berupa andesit (Streckeisen, 1976), pada sayatan menunjukkan masa dasar gelas (J9), plagioklas (C8), amfibol (H3), mineral opak (E6), k-feldspar (H5), piroksen (F5) dan kuarsa (H10).	34
Gambar 4.10 Sayatan petrografi LP 97, litologi berupa tuf gelas (Fisher, 1976), pada sayatan menunjukkan gelas vulkanik (J5), <i>clay mineral</i> (L10), mineral opak (L5), kuarsa (E2).	35
Gambar 4.11 Sayatan petrografi LP 11, litologi berupa <i>feldspatic wacke</i> (Petijjon, 1962), pada sayatan menunjukkan k-feldspar (K6), <i>matrix sand</i> (H7), kuarsa (G1), mineral opak (I6) dan piroksen (G4).	35
Gambar 4.12 Sayatan petrografi LP 64, litologi berupa <i>lithic wacke</i> (Petijjon, 1962), pada sayatan menunjukkan litik (D5), <i>matrix sand</i> (H4), plagioklas (D8), mineral opak (J4), kuarsa (M6) dan <i>clay mineral</i> (zeolit?) (I4).	36
Gambar 4.13 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan breksi vulkanik Kaligesing (Bogie dan Mackenzie, 1998).	37
Gambar 4.14 A. Kontak Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing, B. Satuan lava andesit Kaligesing, C. Satuan breksi vulkanik Kaligesing.	38
Gambar 4.15 (a) Singkapan lava andesit dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 30 dengan dengan azimuth foto N303°E (b) kenampakan jarak dekat lava andesit struktur vesikuler, dengan xenolith andesit.	39
Gambar 4.16 (a) Singkapan lava andesit dengan struktur <i>sheeting joint</i> pada lokasi pengamatan 157 dengan dengan azimuth foto N060°E (b) kenampakan jarak dekat lava andesit.	39
Gambar 4.17 Sayatan petrografi LP 157, litologi berupa andesit (Streckeisen, 1976), pada sayatan menunjukkan masa dasar gelas (D7), plagioklas (B6), amfibol (J1), mineral opak (K5), k-feldspar (E8), piroksen (H5) dan kuarsa (A3).	40
Gambar 4.18 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan lava-andesit Kaligesing (Bogie dan Mackenzie, 1998).	41
Gambar 4.19 Profil kontak Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing dengan hubungan stratigrafi menjari.	41

Gambar 4.20 Profil kontak Satuan batugamping Jonggrangan dan Satuan lava andesit Kaligesing dengan hubungan stratigrafi tidak selaras (<i>non-conformity</i>).....	42
Gambar 4.21 (a) Singkapan intrusi andesit dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 192	42
Gambar 4.22 Sayatan petrografi LP 192, litologi berupa andesit (Streckeisen, 1976), pada sayatan menunjukkan masa dasar gelas (K6), plagioklas (G3), amfibol (F10), mineral opak (K7), k-feldspar (J2), piroksen (I5), dan kuarsa (A3).....	43
Gambar 4.23 (a) Singkapan litologi tuf dengan struktur perlapisan, pada lokasi pengamatan 1, dengan azimuth foto N315°E (b) Kenampakan jarak dekat litologi tuf.	44
Gambar 4.24 Sayatan petrografi lokasi pengamatan 1, litologi berupa Tuf Gelas (Fisher, 1976),.....	45
Gambar 4.25 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan tuf Dukuh (Bogie dan Mackenzie, 1998).....	46
Gambar 4.26 Profil kontak Satuan tuf Dukuh dan Satuan breksi vulkanik Kaligesing dengan hubungan stratigrafi menjari.	46
Gambar 4.27 (a) Singkapan litologi batupasir tufan karbonatan dengan struktur perlapisan, pada MS, dengan azimuth foto N353°E (b) Kenampakan jarak dekat litologi batupasir tufan karbonatan.	47
Gambar 4.28 Sayatan petrografi MS, litologi berupa <i>Lithic wacke</i> (Petijon, 1962), pada sayatan menunjukkan litik (E6), <i>matrix sand</i> (I2), k-feldspar (H3), kalsit (C4), kuarsa (L4), mineral opak (I9) dan biotit (F10).....	48
Gambar 4.29 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh (Bogie dan Mackenzie, 1998).	49
Gambar 4.30 (a) Singkapan batugamping terumbu pada lokasi pengamatan 199 dengan azimuth foto N211°E (b) kenampakan jarak dekat batugamping terumbu...	50
Gambar 4.31 (a) Singkapan batugamping klastik pada lokasi pengamatan 193 dengan azimuth foto N043°E (b) kenampakan jarak dekat batugamping klastik.	50
Gambar 4.32 Sayatan petrografi LP 199, litologi berupa boundstone (Dunham, 1962).	51

Gambar 4.33 Sayatan petrografi LP 193, litologi berupa mudstone (Dunham, 1962).	51
Gambar 4.34 Endapan alluvial di daerah penelitian	53
Gambar 4.35 Analisa Kekar Gerus pada lokasi pengamatan 1, 26 dan MS.	53
Gambar 4.36 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Pendoworejo 1 pada LP 3.	54
Gambar 4.37 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Pendoworejo 2 pada LP 24.	55
Gambar 4.38 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 1 pada LP 52.	56
Gambar 4.39 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 2 pada LP 64.	56
Gambar 4.40 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 3 pada LP 65.	57
Gambar 4.41 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 4 pada MS.	57
Gambar 4.42 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 5 pada LP 93.	58
Gambar 4.43 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 6 pada LP 93.	59
Gambar 4.44 (a) Pemandangan bentang alam berupa perbukitan dan lembah yang dapat dilihat dari daerah tinggian seperti di Desa Giripurwo dan sekitarnya (b) Pemandangan yang indah dan dapat juga dijadikan tempat wisata berupa pemandian.	60
Gambar 4.45 Potensi air tanah di Desa Sidomulyo.	60
Gambar 4.46 Potensi bahan galian C.	61
Gambar 4.47 Pertanian pada pelapukan batuan.	62
Gambar 4.48 Gerakan massa berada di Desa Giripurwo.	62
Gambar 4.49 Sejarah geologi daerah penelitian.	65
Gambar 5.1 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 1 (T1)	69

Gambar 5.2 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 2 (T2)	70
Gambar 5.3 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 3 (T3)	70
Gambar 5.4 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 4 (T4)	71
Gambar 5.5 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 5 (T5)	71
Gambar 5.6 Peta Kelerengan Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang memiliki 4 tingkat kelerengan (mengacu pada BNPB, 2016).....	72
Gambar 5.7 Peta Ketebalan Tanah Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang memiliki 5 tingkat ketebalan tanah (mengacu pada penelitian gerakan massa tanah oleh Ayuni Pirenaningtyas, Eni Muryani, dan Dian Hudawan Santoso, 2017 dalam Jurnal Geografi).....	73
Gambar 5.8 Peta Buffer Struktur Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang memiliki 5 tingkat buffer struktur (mengacu pada penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan).....	74
Gambar 5.9 Peta Zona Keterdapatan Gerakan Tanah Daerah Giripurwo dan sekitarnya.....	75
Gambar 5.10 Peta Jenis Batuan Daerah Giripurwo dan sekitarnya (mengacu pada BNPB, 2016).....	76
Gambar 5.11 Peta Curah Hujan Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang menunjukkan daerah penelitian memiliki curah hujan rendah (mengacu pada BNPB, 2016).....	77
Gambar 5.12 Peta Tata Guna Lahan Daerah Giripurwo dan sekitarnya (mengacu pada penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan).	78
Gambar 5.13 Konsep melandaikan kemiringan lereng A. Melandaikan kemiringan lereng yang curam, B. Melandaikan kemiringan lereng landau-curam (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).....	84

Gambar 5.14 Konsep melandaikan kemiringan yang salah (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).....	84
Gambar 5.15 Konsep pembuatan trap/bangku pada lereng (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).....	85
Gambar 5.16 Konsep pembuatan trap/bangku di daerah penelitian.....	85
Gambar 5.17 Konsep drainase bawah tanah dengan pipa pengumpul dan kerikil dibungkus geotekstil (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).	86
Gambar 5.18 Konsep genangan air yang menyebabkan terjadinya longsor (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).	87
Gambar 5.19 Konsep aliran air permukaan yang mengalir ke dalam celah terbuka (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).	87
Gambar 5.20 Pembuatan dinding penahan.....	88
Gambar 5.21 Penanaman pohon pada lereng rawan longsor (https://bnpb.go.id/berita/penanaman-pohon-langkah-mitigasi-dan-pencegahan-bencana-longsor).....	88

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rencana kegiatan penelitian skripsi.....	4
Tabel 2.1 Alat dan Fasilitas Penelitian.....	8
Tabel 2.2 Klasifikasi gerakan massa oleh Varnes (1978) dalam Highland dan Bobrowsky (2008).	11
Tabel 2.3 Klasifikasi nilai faktor keamanan ditinjau dari intensitas longsor (Bowles, 1989).	18
Tabel 4.1 Legenda daerah penelitian.	33
Tabel 5.1 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 1 (T1)	67
Tabel 5.2 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 2 (T2)	67
Tabel 5.3 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 3 (T3)	67
Tabel 5.4 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 4 (T4)	68
Tabel 5.5 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 5 (T5)	68
Tabel 5.6 Skor kelerengan daerah penelitian	78
Tabel 5.7 Skor ketebalan tanah daerah penelitian.....	79
Tabel 5.8 Skor curah hujan daerah penelitian	79
Tabel 5.9 Skor buffer struktur daerah penelitian	80
Tabel 5.10 Skor zona keterdapatan gerakan tanah daerah penelitian	80
Tabel 5.11 Skor jenis batuan daerah penelitian	80
Tabel 5.12 Skor tata guna lahan daerah penelitian	81
Tabel 5.13 Hasil analisa lereng daerah penelitian.....	82

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana longsor merupakan suatu peristiwa geologi yang terjadi karena pergerakan massa batuan atau tanah dengan berbagai jenis seperti jatuhnya bebatuan atau gumpalan besar tanah. Terjadinya bencana longsor memberikan dampak yang besar bagi kehidupan dan lingkungan. Bencana longsor dapat terjadi karena faktor aktivitas manusia berupa penggunaan lahan (*land clearing*) dan infrastruktur (bangunan dan jalan) serta faktor fisik alam berupa curah hujan tahunan, kemiringan lereng, keberadaan sesar/patahan/gawir, dan geologi (jenis tanah). Bencana ini mengakibatkan berubahnya bentuk lahan dan kerugian dari segi materi dan korban jiwa.

Salah satu wilayah yang sering terdampak bencana longsor adalah Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya di Kabupaten Kulonprogo. Sepanjang tahun 2019, daerah Kulonprogo telah dilanda berbagai peristiwa bencana tanah longsor yang tersebar di berbagai lokasi, salah satunya di Kecamatan Girimulyo dan Kecamatan Pengasih. Titik-titik terjadinya tanah longsor di Kecamatan Girimulyo dan Kecamatan Pengasih tersebar di berbagai Dusun yang terdapat di Desa Pendoworejo, Giripurwo, Jatimulyo, Purwosari dan Sidomulyo.

Berdasarkan data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kulonprogo, Kecamatan Girimulyo masuk kedalam 5 kecamatan rawan bencana tanah longsor di Kulonprogo. Berdasarkan Peta Bahaya Longsor Kabupaten Kulon Progo Kecamatan Girimulyo masuk kedalam tingkat bahaya longsor sedang – tinggi. Tingkat bahaya longsor daerah ini semakin tinggi dikarenakan longSORan sering terjadi di tepi jalan raya yang banyak dilalui kendaraan (Tara, 2021).

Dari fakta survey lokasi penelitian, penulis menemukan titik-titik terjadinya tanah longsor seperti pada seperti Dusun Sekaro dan Dusun Ngrancah. Penulis berasumsi bahwa daerah telitian tersebut merupakan daerah rawan bencana longsor khususnya tanah. Sehingga perlu dilakukan penelitian tentang analisis kestabilan lereng pada daerah penelitian dan pembuatan peta zonasi rawan bencana tanah longsor untuk menanggulangi bencana gerakan massa tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini

ditujukan sebagai data pertimbangan awal untuk mitigasi bencana bagi masyarakat Desa Giripurwo dan sekitarnya.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk membatasi pembahasan berdasarkan latar belakang penelitian, penulis merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi geologi meliputi geomorfologi, variasi dan penyebaran litologi, serta struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian?
2. Bagaimana pengaruh faktor-faktor parameter seperti kelerengan, ketebalan tanah, zona keterdapatan gerakan tanah, *buffer* struktur, curah hujan, tata guna lahan dan jenis batuan dalam penentuan hasil zonasi rawan bencana tanah longsor di daerah penelitian?
3. Bagaimana penyebaran lereng yang memiliki tingkat kerawanan zona longsor rendah, sedang maupun tinggi pada daerah penelitian?
4. Bagaimana kondisi lereng yang terdapat di beberapa lokasi di daerah penelitian?
5. Bagaimana kestabilan lereng pada lokasi penelitian?

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk memenuhi kurikulum sebagai syarat kelulusan untuk mendapat gelar kesarjanaan program pendidikan Strata Satu (S1) yang ada di Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta, tahun ajaran 2021/2022.

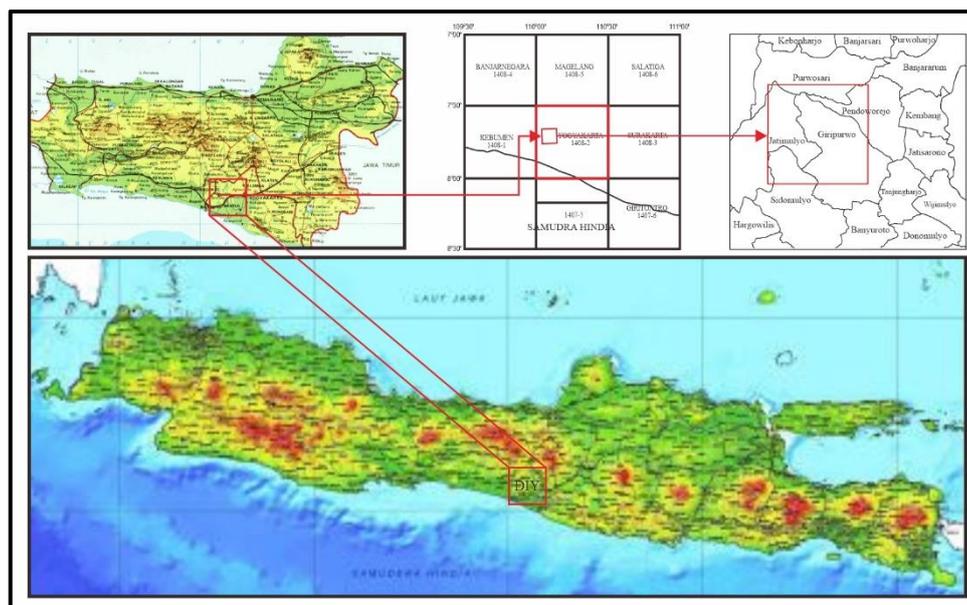
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis dan menentukan kondisi geologi, geomorfologi, variasi litologi dan penyebarannya, struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian.
2. Menentukan pengaruh parameter berupa kelerengan, ketebalan tanah, zona keterdapatan gerakan tanah, *buffer* struktur, curah hujan, tata guna lahan dan jenis batuan dalam penentuan hasil zonasi rawan bencana tanah longsor di daerah penelitian.

3. Menentukan penyebaran lereng yang memiliki tingkat kerawanan zona longsor rendah, sedang maupun tinggi pada daerah penelitian.
4. Menganalisis data tentang kondisi lereng pada beberapa lereng tanah di daerah penelitian.
5. Menganalisis kestabilan lereng melalui beberapa analisis pada lereng tanah.

1.4. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di beberapa desa seperti Giripurwo, Jatimulyo, Purwosari dan Pendoworejo, Kecamatan Girimulyo, serta desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Luas kavling daerah penelitian yaitu seluas 5 km x 5 km, dengan koordinat 404904 mT - 409904 mT dan 9140289 mU - 9145289 mU (UTM 49S WGS 84). Jarak tempuh daerah penelitian dengan Kota Yogyakarta \pm 33 km dan perjalanan memakan waktu 55 menit dengan menggunakan kendaraan roda dua.



Gambar 1.1 Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan tugas akhir dimulai dari administrasi, studi pustaka, lapangan hingga penyusunan skripsi di daerah Giripurwo dan sekitarnya dengan rincian sebagai berikut:

Tabel 1.1 Rencana kegiatan penelitian skripsi.

No	Kegiatan	Feb-21				Mar-21				Apr-21				Mei-21				Jun-21				Jul-21				Agu-21				Sep-21							Des-21	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
1	Studi Literatur	■	■	■																																			
2	Perencanaan Lapangan	■	■	■	■																																		
3	Survey Lokasi Penelitian			■																																			
4	Kegiatan Lapangan				■	■	■	■	■	■	■	■	■																										
5	Analisa Lab. Petrografi											■	■																										
6	Analisa Lab. Paleontologi												■	■																									
7	Analisa Lab. Geologi Teknik														■	■	■																						
8	Konsultasi Dosen Pembimbing TA																	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
9	Pengerjaan Data Base																	■	■	■																			
10	Pengerjaan Peta																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
11	Pengerjaan Draf Laporan																									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
12	Presentasi																																					■	

1.5. Hasil Penelitian

Dari penelitian skripsi didapatkan hasil berupa peta lintasan dan lokasi pengamatan daerah penelitian, peta pola pengaliran daerah penelitian, peta geomorfologi daerah penelitian, peta geologi daerah penelitian, peta zonasi rawan bencana tanah longsor daerah penelitian, serta laporan akhir penelitian.

1.6. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian skripsi ini bermanfaat bagi:

1. Mahasiswa

- Dapat menyelesaikan tugas akhir atau skripsi untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Geologi.
- Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah didapat selama kuliah Teknik Geologi.
- Dapat memahami kondisi geologi, potensi geologi dan pengaplikasian geologi teknik pada daerah penelitian.

2. Institusi

- Memperkenalkan institusi UPN “Veteran” Yogyakarta kepada masyarakat dan pemerintah.
- Memberikan informasi geologi dan peta zonasi rawan tanah longsor di daerah penelitian menurut interpretasi penulis yang diharapkan memberikan manfaat bagi institusi dan mahasiswa UPN “Veteran” Yogyakarta khususnya Program Studi Teknik Geologi.

3. Masyarakat

- Memberikan informasi geologi daerah penelitian, sebagai upaya untuk memperkenalkan potensi negatif geologi khususnya daerah berpotensi longsor untuk melakukan upaya mitigasi bencana.

4. Pemerintah

- Memberikan informasi mengenai geologi daerah penelitian dan peta zonasi rawan bencana tanah longsor di daerah penelitian.

BAB 2

METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Metodologi dan Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif analitik yang dibagi menjadi beberapa tahap penelitian. Secara garis besar, tahapan dari metodologi penelitian dibagi menjadi empat yaitu tahap pendahuluan, tahap penelitian lapangan, tahap analisis data dan tahap penyajian data.

2.1.1. Tahap Pendahuluan

Tahap ini berupa tahap studi pustaka daerah penelitian. Studi pustaka yang dilakukan berupa struktur geologi, geomorfologi, serta geologi regional daerah penelitian. Sebelum terjun ke lapangan, dilakukan survey pada daerah penelitian dan pembuatan peta pola pengaliran, peta geomorfologi tentatif, peta geologi tentatif, serta peta rencana lintasan agar memudahkan dalam pengambilan data lapangan.

2.1.2. Tahap Penelitian Lapangan

Tahap penelitian lapangan merupakan tahap penting dalam penelitian. Kualitas data ditentukan dengan teknis pengambilan data di lapangan. Pada tahap ini dilakukan pengambilan data geologi (litologi, struktur geologi, kontak litologi, *measuring section*), geomorfologi (bentuklahan), geologi teknik (geometri lereng), serta data penunjang dokumentasi lapangan berupa foto litologi (segar), singkapan, kontak litologi, bentuklahan, struktur geologi, serta potensi geologi baik positif maupun negatif.

2.1.3. Tahap Analisis Data

Tahap Analisis Data merupakan tahapan setelah penelitian lapangan yang meliputi analisis laboratorium serta pengolahan data yang didapat dari tahap penelitian lapangan yang telah dilakukan. Analisis laboratorium terdiri dari:

a. Analisis Petrografi

Analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui nama batuan berdasarkan atas tekstur dan komposisi penyusun batuan yang diamati melalui sayatan tipis. Analisis ini

menggunakan preparasi sayatan tipis dengan tebal 0,3 mm. Pengamatan sayatan tipis menggunakan mikroskop polarisasi dengan perbesaran 40 - 400 kali.

b. Analisis Struktur Geologi

Analisis struktur geologi dilakukan untuk mengidentifikasi struktur-struktur yang berkembang di daerah penelitian seperti kekar dan sesar. Penamaan struktur geologi berupa sesar didasarkan pada klasifikasi Rickard (1972).

c. Analisis Umur Relatif (Fosil)

Analisis ini dilakukan guna mengetahui umur relative batuan berdasarkan fosil mikro yang terkandung dalam batuan sedimen. Penarikan umur relative didasarkan pada klasifikasi Blow (1969).

d. Analisis Geoteknik

Analisis geologi teknik dilakukan untuk menentukan nilai faktor keamanan dan tipe potensi kelongsoran. Analisis yang diuji adalah sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah berupa *direct shear test*. Kemudian dari parameter yang didapat, dilakukan pemodelan 2D kestabilan lereng guna mendapatkan nilai FK dengan menggunakan software *slide*.

e. Analisis Daerah Rawan Longsor

Analisis daerah rawan longsor dilakukan menggunakan metode skoring dan pembobotan yang dilakukan pada beberapa parameter peta. Pemberian skoring dan pembobotan berdasarkan BNPB tahun 2016 dan dimodifikasi oleh penulis. Parameter peta yang dibuat adalah peta kelerengan, peta ketebalan tanah, peta zona keterdapatan gerak tanah, peta jarak terhadap struktur (*buffer* struktur), peta curah hujan dan peta tata guna lahan.

2.1.4. Tahap Penyajian Data

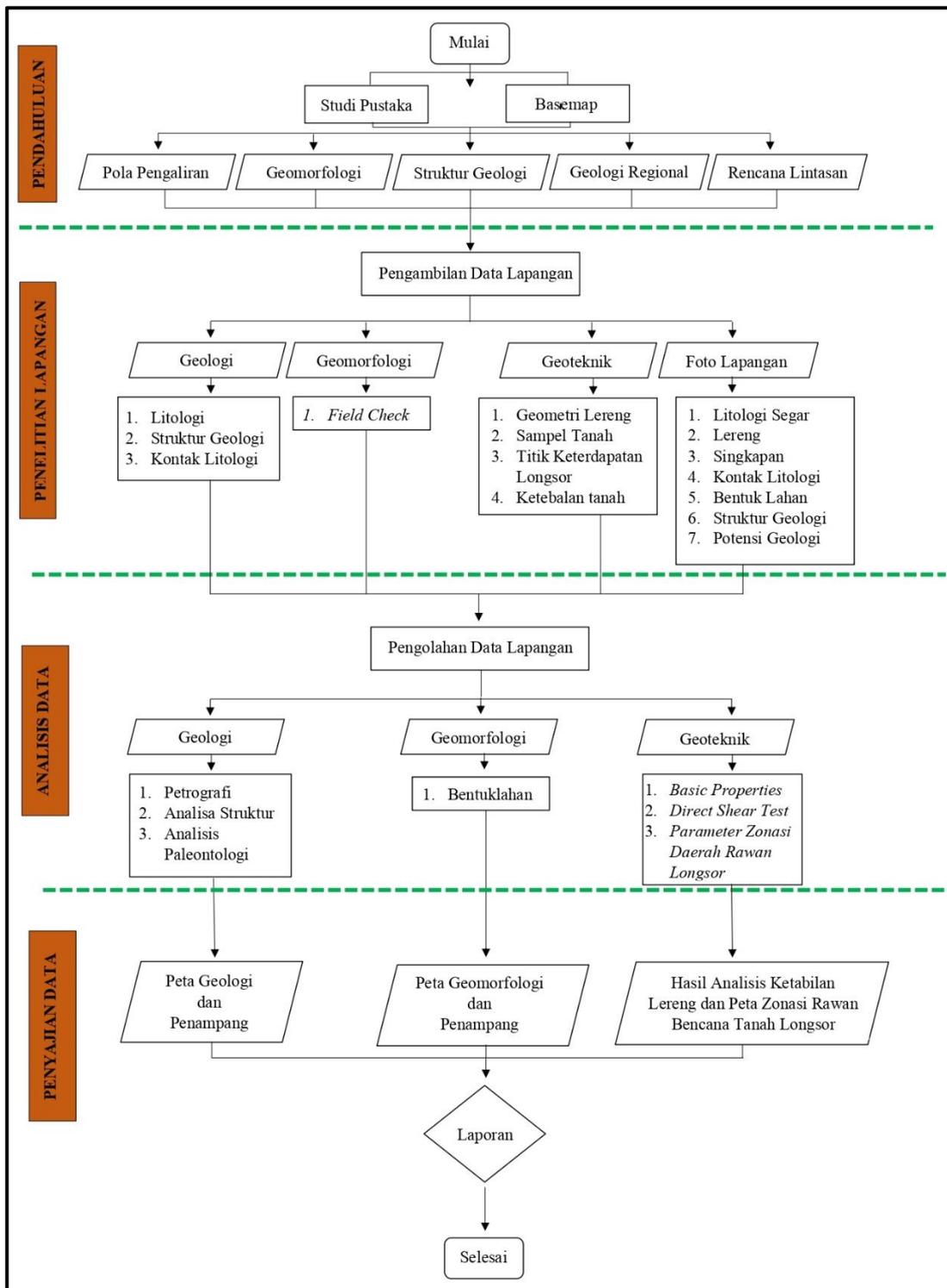
Tahap Penyajian Data merupakan tahap terakhir dalam penelitian ini, dimana tahapan ini merupakan hasil akhir interpretasi penelitian dengan menggabungkan keseluruhan data yang tersedia sehingga dapat dijadikan suatu informasi yang sistematis dalam bentuk peta-peta dan laporan. Peta-peta yang dihasilkan adalah peta lintasan dan lokasi pengamatan, peta geologi, peta pola pengaliran, peta geomorfologi, peta rawan bencana tanah longsor.

2.2. Alat dan Fasilitas Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam proses penelitian adalah:

Tabel 2.1 Alat dan Fasilitas Penelitian

NO	Alat
1	Kompas Geologi
2	Lup
3	HCl
4	Paralon
5	Plastik Sampel
6	GPS
7	Buku Lapangan
8	<i>Clipboard</i>
9	Alat Tulis
10	Penggaris
11	Busur
12	Peta Basemap
13	Palu Geologi
14	Kamera
15	Meteran
16	Komparator



Gambar 2.1 Diagram Alir Penelitian

2.3. Dasar Teori

2.3.1. Gerakan Massa

Menurut Varnes (1978) dalam Highland dan Bobrowsky (2008) gerakan massa adalah suatu peristiwa berpindahnya massa tanah dari satu tempat ke tempat lain yang menyebabkan perubahan struktur tanah pada tanah tersebut. Menurut Hardiyatmo, (2003) gerakan massa didefinisikan sebagai tanah, batuan, ataupun keduanya yang bergerak turun pada suatu bidang gelincir di bawah pengaruh bidang gravitasi. Dan faktor penyebab longsor lahan terdiri dari faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif meliputi topografi, keadaan geologi atau litologi, keadaan hidrologis, kondisi tanah, keterdapatannya longsor sebelumnya, dan kondisi vegetasi. Faktor aktif yang mempengaruhi longsor lahan diantaranya aktivitas manusia dalam penggunaan lahan dan iklim, terutama terkait dengan curah hujan (Hardiyatmo 2003 dalam Yanuar Nursani Indriani, 2017).

Gerakan massa dapat diklasifikasikan berdasarkan jenis gerakannya dan jenis material yang bergerak. Ada banyak klasifikasi mekanisme tanah longsor, contohnya seperti klasifikasi yang dikemukakan oleh Varnes (1978). Klasifikasi tanah longsor yang sering digunakan adalah klasifikasi yang dikemukakan oleh Varnes untuk lereng alami. Klasifikasi oleh Varnes didasarkan pada mekanisme gerakan dan material yang berpindah atau bergerak. Material-material terkait gerakan massa tersebut menurut Varnes dapat dibedakan menjadi batuan, tanah, lumpur dan material rombakan. Definisi masing-masing material yaitu sebagai berikut.

- Batuan adalah massa yang keras, kuat dan utuh yang belum mengalami transportasi dari tempat aslinya.
- Tanah adalah material penyusun longsor 80% atau lebih merupakan partikel yang ukurannya kurang lebih 2 mm atau tidak lebih dari ukuran pasir.
- Lumpur adalah material penyusun longsor 80% atau lebih merupakan partikel yang ukurannya kurang dari 0,06mm, hingga batas ukuran butir lanau.
- Material rombakan adalah material penyusun longsor yang terdiri dari campuran material dengan komposisi 20-80% partikelnya berukuran lebih besar dari 2mm, dan sisanya kurang dari 2 mm.

Varnes (1978) mengklasifikasi gerakan massa menjadi 6 tipe yaitu *fall* (jatuhan), *topless* (jungkiran), *slides* (longsoran), *lateral spread* (hamparan lateral), *flow* (aliran) dan *complex/compound* (kompleks atau gabungan).

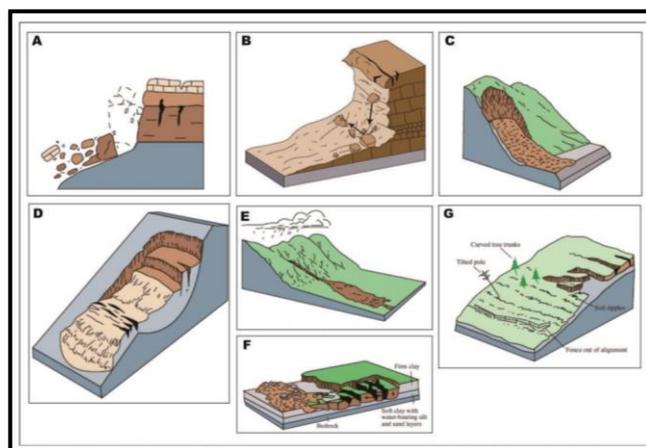
Tabel 2.2 Klasifikasi gerakan massa oleh Varnes (1978) dalam Highland dan Bobrowsky (2008).

TYPE OF MOVEMENT		TYPE OF MATERIAL		
		BEDROCK	ENGINEERING SOILS	
			Predominantly coarse	Predominantly fine
FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall
TOPPLES		Rock topple	Debris topple	Earth topple
SLIDES	ROTATIONAL	Rock slide	Debris slide	Earth slide
	TRANSLATIONAL			
LATERAL SPREADS		Rock spread	Debris spread	Earth spread
FLOWS		Rock flow (deep creep)	Debris flow	Earth flow (soil creep)
COMPLEX		Combination of two or more principal types of movement		

Definisi dari tipe gerakan massa tersebut dijelaskan oleh Varnes (1978) sebagai berikut.

- Robohan (*topples*) adalah robohnya batuan yang umumnya bergerak melalui bidang diskontinuitas (bidang-bidang yang tidak menerus) yang sangat tegak pada lereng.
- Jatuhan (*falls*) adalah runtuhnya/jatuhnya sebagian massa batuan atau tanah penyusun lereng yang terjal, dengan sedikit atau tanpa disertai terjadinya pergesaran antara massa yang runtuh dengan massa yang tidak runtuh. Material yang jatuh dengan mekanisme jatuhan, menggelinding, dan memantul.
- Longsoran (*avalanche*) merupakan gerakan massa yang umumnya terjadi pada lereng sangat terjal pada gunungapi. Jenis *avalanche* dapat mentransport material longsornya hingga beberapa kilometer. Kecepatan dari jenis gerakan massa ini sangat cepat. Kecepatannya dapat mencapai 100 meter per detik.
- Gelinciran (*slide*) adalah gerakan menurun lereng oleh suatu massa tanah dan atau batuan penyusun lereng, melalui bidang gelincir pada lereng atau pada bidang regangan geser berkembang paling intensif. Varnes (1978) menjelaskan bahwa pergerakan terjadi disepanjang bidang gelincir secara tidak serempak.

- Aliran (*flows*) adalah massa yang bersifat plastis atau berupa aliran fluida kental. Aliran ini dapat juga terjadi pada batuan, tetapi lebih sering terjadi pada pada bahan rombakan yang merupakan campuran antara material berbutir halus dan material berbutir kasar. Kecepatan dari jenis gerakan massa jenis ini mulai dari lambat hingga sangat cepat.
- Pencaran lateral (*lateral spreading*) adalah material tanah atau batuan yang bergerak dengan cara perpindahan translasi pada bidang dengan kemiringan landai sampai datar. Pergerakan terjadi pada daerah dengan komposisi tanah/batuan yang lunak, yang terbebani oleh massa batuan/tanah di atasnya. Pembebanan inilah yang menyebabkan lapisan tanah lunak tergencret dan mengembang ke arah lateral.
- Rayapan (*creep*) merupakan salah satu jenis gerakan massa aliran. Perbedaannya terletak pada kecepatan gerakannya. Jenis gerakan massa ini umumnya dijumpai di daerah dengan kemiringan landai hingga miring. Kecepatan jenis gerakan massa ini sangat lambat, umumnya dapat mencapai 1 meter per 10 tahun. Pemicu jenis gerakan massa ini antara lain adalah hujan, saluran air yang buruk atau tidak memenuhi standar. Ciri-ciri di lapangan yang dapat menjadi indikasi jenis gerakan massa ini antara lain adalah miringnya tumbuhan dan tiang listrik.



Gambar 2.2 Jenis gerakan massa *topple* (A), *fall* (B), *avalanche* (C), *slide* (D), *flow* (E), *lateral spreading* (F), dan *creep* (G) (mengacu klasifikasi Varnes (1978) dalam Highland dan Bobrowsky (2008)).

Menurut Muntohar (2006) suatu lereng akan mengalami keruntuhan atau longsor secara mekanika disebabkan oleh dua komponen yaitu meningkatnya tegangan geser dan berkurangnya kuat geser. Peningkatan tegangan geser pada lereng dapat disebabkan karena beberapa hal yaitu:

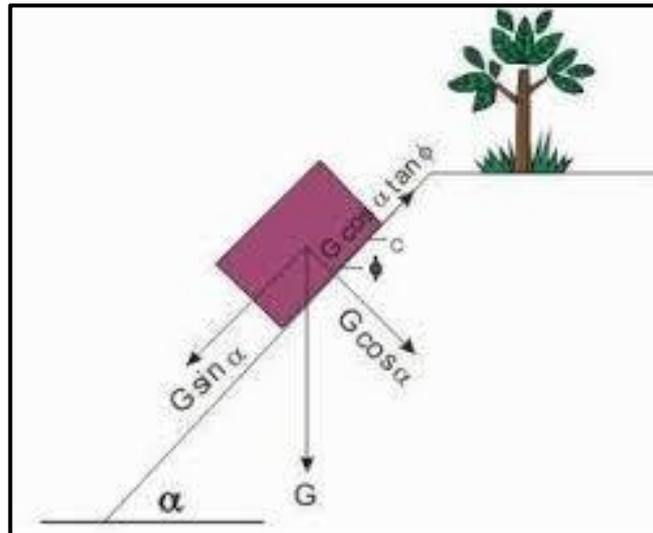
- a. penambahan beban pada lereng seperti penambahan struktur bangunan dan timbunan di bagian atas lereng,
- b. meniadakan struktur perkuatan karena pemotongan dan pemindahan bagian kaki lereng, atau keruntuhan lereng yang tertahan (*retarded slope failure*),
- c. perubahan tinggi muka air tanah yang sangat cepat pada lereng (*sudden drawdown*),
- d. gaya dari gempa bumi yang menyebabkan meningkatnya gaya yang mendorong blok tanah pada arah horizontal.

2.3.2. Mekanisme Gerakan Massa

Gerakan massa didefinisikan sebagai tanah, batuan, ataupun keduanya yang bergerak turun pada suatu bidang gelincir di bawah pengaruh bidang gravitasi. Faktor pengontrolnya yaitu nilai *slope* yang relatif besar, curah hujan tinggi, peningkatan muka air tanah, serta pelapukan yang intensif. Peristiwa ini biasanya terjadi di daerah perbukitan dengan kondisi lereng tidak stabil. Hal ini terjadi karena adanya gangguan terhadap kesetimbangan gaya penahan (*shear strength*) dan gaya peluncur (*shear stress*) yang bekerja pada suatu lereng. Menurut Goodman (1989), gaya merupakan penyebab terjadinya gerakan. Gaya yang bekerja pada luas area tertentu disebut *stress* atau tegangan. Secara mekanika, pelapukan akan mengurangi terjadinya kekuatan geser batuan dan akan memacu proses gerakan masa (Indriani, 2017).

Pada suatu lereng terdapat sistem gaya yang bekerja secara alami. Apabila keseimbangan sistem gaya tersebut terganggu, akan menyebabkan terjadinya gerakan massa. Lereng yang terdiri dari tanah atau batuan lapuk mempunyai kerentanan terhadap gerakan massa yang berbeda dengan lereng yang disusun oleh batuan keras. Kestabilan lereng yang ditempati oleh tanah sangat dipengaruhi kekuatan gesek tanah tersebut, sementara lereng yang terdiri dari batuan pada umumnya selain dipengaruhi oleh kekuatan gesek batuan, juga dikendalikan oleh kehadiran struktur geologi di

lokasi tersebut. Model sistem gaya yang bekerja pada lereng adalah sebagaimana pada Gambar 2.3 (Indriani, 2017).



Gambar 2.3 Distribusi Gaya pada Suatu Lereng (Indriani, 2017).

Dimana:

G = gaya berat

α = kemiringan lereng

Φ = sudut gesek antara massa batuan dan bidang gelincir

c = gaya kohesi

Menurut Hoek & Bray (1981), lereng yang disusun oleh batuan keras memiliki karakter yang berbeda dengan lereng dibangun oleh tanah. Kestabilan lereng pada kondisi demikian sepenuhnya sangat ditentukan oleh kekuatan geser batuan. Kuat geser batuan pada umumnya dipengaruhi oleh kehadiran bidang-bidang lemah atau bidang diskontinuitas seperti halnya bidang perlapisan, kekar, rekahan, sesar, dan foliasi atau struktur geologi lainnya (Kusumayudha, 2019).

Menurut Hardiyatmo (2003, 2012), faktor penyebab longsor lahan terdiri dari faktor pasif dan faktor aktif. Faktor pasif meliputi topografi, keadaan geologi atau litologi, keadaan hidrologis, kondisi tanah, keterdapatan longsor sebelumnya, dan kondisi vegetasi. Faktor aktif yang mempengaruhi longsor lahan diantaranya aktivitas manusia dalam penggunaan lahan dan iklim, terutama terkait dengan curah hujan (Indriani, 2017).

2.3.3. Sifat Fisik Tanah

Secara umum tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu butiran tanah yang merupakan bahan utama, air, dan udara. Udara dan air berada pada ruangan antara butiran-butiran tanah tersebut, ruang antar butiran tanah disebut dengan pori tanah. Apabila tanah benar-benar kering maka dalam pori tanah tidak mengandung air sedikitpun, tetapi keadaan semacam ini jarang ditemukan di lapangan.

a. Berat Jenis

Berat jenis didefinisikan sebagai perbandingan antara berat isi bahan terhadap berat isi air, (Bowles) 1991. Berat jenis tanah bisa dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$G = \frac{W2 - W1}{(W2 - W1) - (W4 - W3)}$$

Dengan:

G = Berat jenis tanah (gr/cm³)

W2 = Berat botol + tanah (gr)

W1 = Berat botol (gr)

W3 = Berat botol + air (pada T) (gr)

W4 = Berat botol + air + tanah (gr)

(W2 - W1) - (W4 - W3) = Isi tanah (cm³)

b. Berat Isi Tanah

Berat isi tanah/*unit weight or density* (γ) adalah perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan isi tanah seluruhnya (Wesley) 1977. Berat isi tanah tergantung pada berat masing-masing butiran tanah yang ada, jumlah total partikel yang ada dan jumlah air yang ada di dalam rongga. Berat isi tanah bisa dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\gamma = \frac{W}{V}$$

Dengan:

γ = Berat isi tanah (gr/cm³)

W = Berat tanah basah (gr)

V = Volume wadah (cm³)

c. Berat Isi Kering

Berat isi kering/*dry density* (γ_d) adalah perbandingan antara berat butir dengan isi tanah seluruhnya, (Wesley) 1977. Berat isi kering bisa dicari dengan menggunakan rumus berikut:

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$$

Dengan:

γ_d = Berat isi kering (gr/cm³)

W_s = Berat tanah kering (gr)

V = Volume wadah (cm³)

d. Kadar Air

Kadar air/*water content* (w) adalah perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah, (Wesley) 1977. Kadar air bisa dicari dengan menggunakan rumus:

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \%$$

Dengan:

w = Kadar air (%)

W_s = Berat tanah kering (gr)

W_w = Berat air (gr)

2.3.4. Sifat Mekanik Tanah

a. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Uji geser langsung dimaksudkan untuk menentukan nilai kekuatan geser tanah dengan melakukan percobaan geser langsung dengan mengubah-ubah

tegangan *axial* pada beberapa contoh sehingga diperoleh tegangan geser. Kecepatan perubahan contoh tanah pada arah horisontal disesuaikan dengan keadaan jenis tanahnya. Dengan ini diperoleh garis yang memberikan hubungan antara tegangan geser dengan tegangan normal. Oleh karena itu kekuatan tanah tergantung kepada gaya-gaya yang bekerja antara butirnya. Dengan demikian kekuatan geser tanah terdiri dari dua bagian:

1. Bagian yang bersifat kohesi yang tergantung kepada macam tanah dan kepadatan butirnya.
2. Bagian yang mempunyai sifat gesekan (*frictional*) yang sebanding dengan tegangan efektif yang bekerja pada bidang geser.

Kekuatan geser tanah dinyatakan dengan rumus:

$$s = c + \theta \tan \phi$$

Dengan:

s = Kuat geser (kg/cm^2)

c = Kohesi (kg/cm^2)

θ = Tegangan normal (kg/cm^2)

ϕ = Sudut geser dalam ($^\circ$)

2.3.5. Faktor Keamanan Lereng

Pada sebuah lereng, bekerja sistem gaya yang apabila keseimbangannya terganggu akan dapat menimbulkan gerakan massa. Masa yang bergerak merupakan massa yang berada pada atau di atas lereng tersebut. Sistem gaya terjadi akibat berat massa tanah/batuan pada lereng atau di atas lereng itu sendiri. Pada dasarnya sistem gaya pada lereng dapat diuraikan menjadi gaya yang bersifat menahan dan gaya yang bersifat mendorong gerakan.

Sistem gaya yang tidak seimbang akan mengakibatkan lereng menjadi tidak stabil. Untuk mengetahui kestabilan suatu lereng diperlukan perhitungan yang menyandingkan besarnya gaya-gaya yang bersifat menahan dan gaya-gaya yang bersifat mendorong. Penyandingan ini merupakan faktor yang dikenal sebagai faktor keamanan lereng (*factor of safety*).

Sistem keseimbangan gaya pada lereng dipengaruhi oleh banyak hal antara lain sifat fisik batuan dan perilakunya (*rock properties*), seperti sudut gesek dalam dan kohesi tanah/batuan, serta faktor-faktor eksternal seperti tekanan air di dalam pori-pori tanah/batuan, tambahan beban di atas lereng. Bagaimanapun besarnya kemiringan lereng akan sangat menentukan, karena semakin besar kemiringan lereng, semakin besar pula vektor gaya berat yang diakibatkannya.

Kestabilan suatu lereng secara kuantitatif dinyatakan dalam Faktor Keamanan (FK) atau *Factor of Safety*. Faktor Keamanan adalah perbandingan antara gaya penahan dengan gaya penggerak. Gaya penahan, yaitu gaya yang menahan massa dari pergerakan sedangkan gaya penggerak adalah gaya yang menyebabkan massa bergerak. Lereng akan longsor jika gaya penggeraknya lebih besar dari gaya penahan. Faktor Keamanan (FK) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$FK = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Penggerak}}$$

Berdasarkan perhitungan nilai Faktor Keamanan (FS) sesuai rumus di atas, maka Faktor Keamanan (FS) dapat diklasifikasikan dalam tiga kelompok ditinjau dari kejadian / intensitas longsor (Bowles, 1989), yaitu:

Tabel 2.3 Klasifikasi nilai faktor keamanan ditinjau dari intensitas longsor (Bowles, 1989).

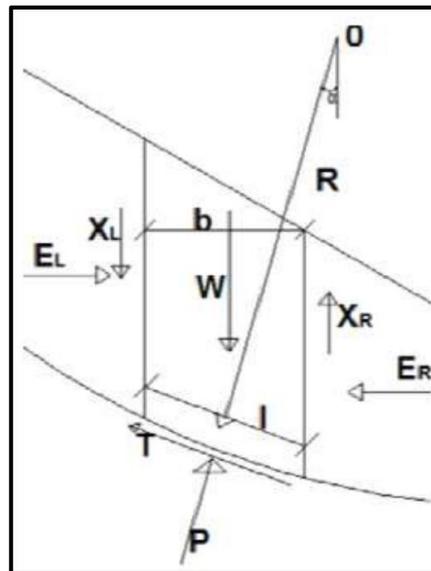
Nilai FS	Kejadian / Intensitas Longsor
< 1,07	Longsor biasa / sering terjadi (lereng labil)
1,07 < FS < 1,25	Longsor pernah terjadi (lereng kritis)
> 1,25	Lereng jarang terjadi (lereng relatif stabil)

2.3.6. Prinsip Dasar Metode Bishop

Metode Bishop mengasumsikan bidang longsor berbentuk busur lingkaran. Pertama yang harus diketahui adalah geometri dari lereng dan juga titik pusat busur lingkaran bidang luncur, serta letak rekahan. Untuk menentukan titik pusat busur lingkaran bidang luncur dan letak rekahan pada longsor busur dipergunakan grafik. Metode Bishop merupakan metode sangat populer dalam analisis kestabilan lereng dikarenakan perhitungannya yang sederhana, cepat dan memberikan hasil perhitungan

faktor keamanan yang cukup teliti. Kesalahan metode ini apabila dibandingkan dengan metode lainnya yang memenuhi semua kondisi kesetimbangan seperti Metode Spencer atau Metode Kesetimbangan Batas Umum, jarang lebih besar dari 5%. Metode ini sangat cocok digunakan untuk pencarian secara otomatis bidang runtuh kritis yang berbentuk busur lingkaran untuk mencari faktor keamanan minimum (Noor, 2017).

Metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Dalam metode ini diasumsikan bahwa gaya-gaya normal total berada/bekerja dipusat alas potongan dan bisa ditentukan dengan menguraikan gaya-gaya pada potongan secara vertikal atau normal. Persyaratan keseimbangan dipakai pada potongan-potongan yang membentuk lereng tersebut. Metode Bishop menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal ((Bishop,1955 dalam Octovian Cherianto P.R., 2014). Metode ini dapat digunakan untuk menganalisa tegangan efektif. Cara analisa yang dibuat oleh A.W. Bishop (1955) menggunakan cara elemen dimana gaya yang bekerja pada tiap elemen ditunjukkan pada seperti pada gambar.



Gambar 2.4 Gaya-gaya yang bekerja pada suatu potongan (Rajagukguk, 2014).

Dimana:

W = Berat total pada irisan

E_L, E_R = Gaya antar irisan yang bekerja secara horisontal pada penampang kiri dan kanan

- X_L, X_R = Gaya antar irisan yang bekerja secara vertikal pada penampang kiri dan kanan
- P = Gaya normal total pada irisan
- T = Gaya geser pada dasar irisan
- b = Lebar dari irisan
- l = Panjang dari irisan
- α = Sudut kemiringan lereng

Dengan memperhitungkan seluruh keseimbangan gaya maka rumus untuk faktor keamanan (Fk) metode Bishop diperoleh sebagai berikut (Anderson dan Richards, 1987):

$$Fk = \frac{[c'l + (P - ul) \tan \phi']}{W \sin \alpha}$$

BAB 3

TINJAUAN GEOLOGI REGIONAL

3.1. Fisiografi Regional

Secara fisiografis, lokasi penelitian menurut (Gambar 3.1) Van Bemmelen tahun 1949 dalam bukunya yang berjudul *The Geology of Indonesia* termasuk ke dalam zona Kubah dan Punggungan pada Zona Depresi Tengah. Van Bemmelen (1949) menyatakan bahwa fisiografi Jawa Tengah dibagi menjadi enam zona yaitu Gunung Api Kuarter, Dataran Aluvial Utara Jawa, Antiklinorium Serayu Utara, Kubah dan Punggungan pada Zona Depresi Tengah, Zona Depresi Tengah dan Pegunungan Selatan. Pegunungan Kulonprogo menempati Satuan Pegunungan Serayu Selatan yang dikenal sebagai jajaran bangunan tubuh gunung api tua, dengan urutan dari tua ke muda yaitu G. Gajah di bagian tengah, G. Ijo di bagian selatan, dan G. Menoreh di sisi utara, atau sering disebut sebagai *Oblong Dome* dengan panjang 32 km dan lebar 15-20 km (Hartono, 2017).



Gambar 3.1 Peta Fisiografi Jawa dan Madura (Van Bemmelen, 1949).

3.2. Stratigrafi Regional

Secara regional daerah penelitian merupakan bagian dari Zona Pegunungan Kulonprogo. Pegunungan Kulonprogo memiliki satuan Litostratigrafi dari umur tua ke muda yaitu: Formasi Nanggulan, Formasi Kaligesing, Formasi Dukuh, Formasi Jonggrangan, Formasi Sentolo serta endapan gunung api Kuarter dan endapan aluvial (Harjanto, 2011).

3.2.1. Formasi Nanggulan

Formasi Nanggulan merupakan Formasi tertua di daerah Kulon Progo, berdasarkan analisis foraminifera plankton umur Formasi Nanggulan adalah Eosen Tengah sampai Oligosen Awal. Formasi Nanggulan dicirikan oleh batupasir sisipan lignit, batulempung dengan konkresi limonit, napal, batupasir dan tufa (Hartono, 1969). Menurut Stragtigrafi Leksikon Indonesia Formasi Nanggulan memiliki fosil penciri yaitu *Hantkenina dumblei*, *Truncorotaloides rohri*, *Globorotalia lehneri*, *Globorotalia spinulosa*, *Tuncorotahides topilensis*, *Cribrohantkenina bermudezi*, *Globorotalia centralis*, *Discocyclina javana*, *D. omphalus*, *D. fritschi*, *Ammonia sp*, *Amphistegina, sp.*, *Quingueloculina, sp.*, *Bolivina, sp.*, *Textularia, sp.*, *Solen francisciae*, *Ptychoceritithium josephitmariaerae*, *Terebellum olypiae*, *Rimella fissurella*, *Seraphs squamosum*, *Psedamaura levesquei*, *Nanggularia puruensis*, *Cassis jogjacartaensis*, *Ancilla canalifera*, *Ancilla, (Tortoliva) papillifera*, *Spondylus radula*, *Laevicardium subfragile*, *Solecurtus zwiezykii*, *Anadara molenggraaffi*, *Dosinia (Pectunculus) dunkeri*, *Laevicardium subfragile*, *Callista boettgeri*, *Cuspidara victoriae*, *Cardiomya victoriae* (Harahap, 2003).

3.2.2. Formasi Andesit Tua

Di atas Formasi Nanggulan diendapkan Formasi Andesit Tua (Bemmelen, 1949). Pringgoprawiro dan Riyanto, (1987) merevisi penamaan Formasi Andesit Tua menjadi dua Formasi yaitu Formasi Kaligesing dan Formasi Dukuh. Formasi Kaligesing dicirikan oleh breksi monomik, dengan fragmen andesit, sisipan batupasir dan lava andesit. Rahardjo, dkk, (1995) menamakan Formasi ini sebagai Formasi Kebobutak. Sedangkan Formasi Dukuh terdiri dari breksi polimik dengan fragmen andesit, batupasir, batugamping. Umur Formasi tersebut adalah Oligosen Akhir-Miosen Awal (Harjanto, 2011).

3.2.3. Formasi Jonggrangan

Formasi Jonggrangan terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Andesit Tua. Formasi Jonggrangan dicirikan oleh napal tufaan dan batupasir gampingan dengan sisipan lignit. Di bagian atas berubah menjadi batugamping berlapis dan batugamping terumbu (Harjanto, 2011). Menurut Stragtigrafi Leksikon Indonesia

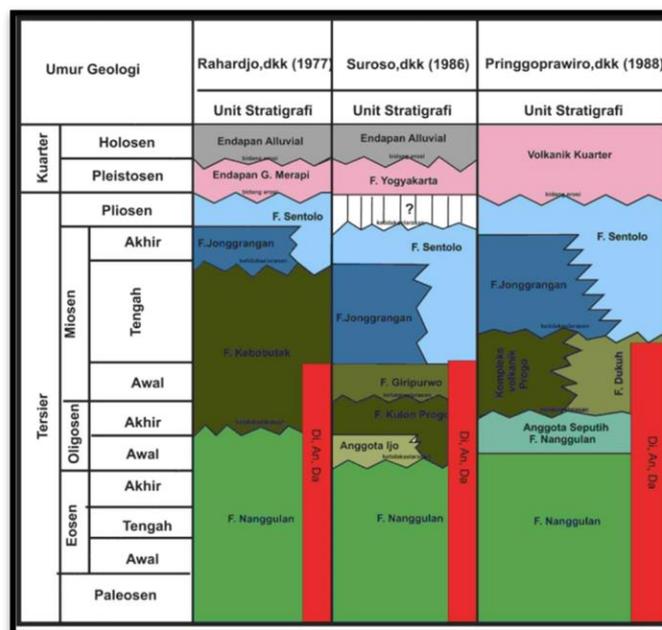
Formasi Jonggrangan memiliki fosil penciri yaitu foraminifera besar, foraminifera kecil terutama Globigerina dan moluska (Harahap, 2003).

3.2.4. Formasi Sentolo

Formasi Sentolo terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Andesit Tua dan menari dengan Formasi Jonggrangan. Formasi Sentolo pada bagian bawah dicirikan oleh perselingan batulempung dan batupasir. Semakin ke atas berubah menjadi napal sisipan batupasir dan tuf. Dan bagian teratas dari formasi ini dicirikan oleh batugamping berlapis dan batugamping terumbu (Agus Harjanto, 2011). Menurut Stragtigrafi Leksikon Indonesia Formasi Sentolo memiliki fosil penciri yaitu *Flosculinella globulosa*, *F. bontangensis*, *Lepidocyclina marginata*, *L. flexuosa*, *Miogypsina thecidaeformis*, *M. kotoi*, *Miogypsinoidea*, *sp.*, *Cycloclypeus (Katacycloclypeus) annulatus*, *Austrotrillina howchini* (Harahap, 2003).

3.2.5. Endapan Vulkanik Kuarter

Endapan vulkanik kuarter merupakan endapan hasil letusan gunung Merapi yang berada di atas formasi Sentolo. Endapan vulkanik Kuarter terendapkan secara tidak selaras yang berada di atas Formasi Sentolo. Endapan ini dicirikan dengan adanya tuf, tuf lapilli, breksi, aglomerat dan lava andesit (Harjanto, 2011).



Gambar 3.2 Stratigrafi Daerah Kulonprogo (Harjanto, 2011).

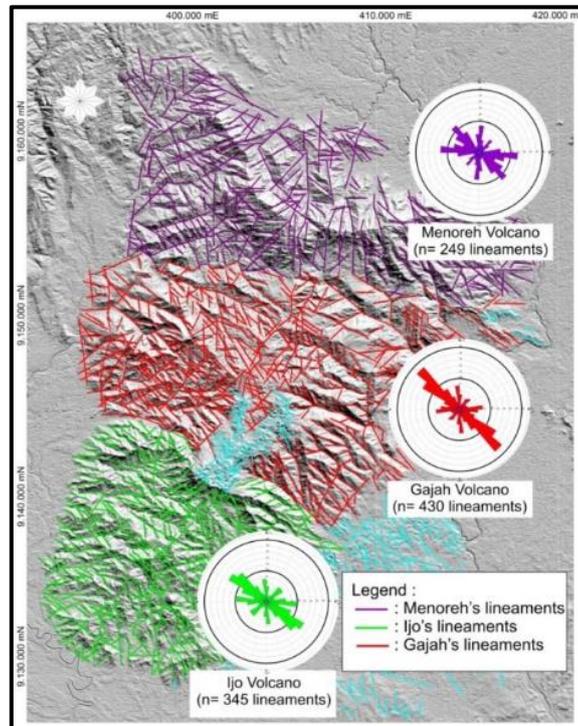
3.3. Tatanan Tektonik dan Struktur Geologi Regional

Aktivitas magmatisme di daerah Kulonprogo terjadi pada Oligosen - Miosen (Bemmelen, 1949) dengan penyebaran batuan vulkanik barat - timur. Selama zaman Tersier daerah Kulon Progo diperkirakan telah mengalami deformasi paling sedikit dua kali periode fase tektonik (Sopaheluwakan, 1994 dan Soeria Atmadja,dkk, 1991) yaitu pertama terjadi pada Oligosen Akhir - Miosen Awal dan kedua terjadi pada Miosen Tengah - Miosen Akhir yang menghasilkan busur magmatik (Harjanto, 2011).

Adanya sesar-sesar yang berpola regangan, sesar-sesar naik dan pergeseran busur magmatik dari utara ke selatan kemudian berubah dari selatan ke utara menunjukkan adanya perkembangan tatanan tektonik. Dalam hal ini gaya yang bersifat regangan berubah menjadi gaya kompresi. Gejala ini berkaitan pula dengan perubahan kecepatan lempeng samudera Hindia-Australia terhadap lempeng Eurasia. Evolusi tektonik Jawa selama Tersier menunjukkan jalur subduksi yang menerus dari lempeng Hindia-Australia menyusup ke bawah Jawa (Hamilton, 1979 dan Katili, 1971). Sedangkan busur magmatik Tersier sedikit bergeser ke arah utara dan busur magmatik Kuarter berimpit dengan busur magmatik Miosen Tengah (Soeria Atmadja dkk, 1991) dengan jalur subduksinya bergeser ke selatan (Harjanto, 2011).

Perkembangan tektonik yang lain adalah lajur subduksi Karangsembung-Meratus menjadi tidak aktif karena tersumbat oleh hadirnya material kontinen. Sribudiyani, dkk, (2003) mengatakan bahwa berdasarkan data seismik dan pemboran baru di Jawa Timur menafsirkan terdapatnya fragmen kontinen (yang disebut lempeng mikro Jawa Timur) sebagai penyebab berubahnya lajur subduksi arah baratdaya-timurlaut (pola Meratus) menjadi arah barat-timur (pola Jawa) (Agus Harjanto, 2011).

Kelurusan struktur geologi berarah N-S dan NW-SE adalah kecenderungan arah yang paling dominan di daerah Kulonprogo. Kelurusan lainnya berarah W-E juga memiliki persentase yang signifikan di Kulonprogo (Widagdo, 2018).



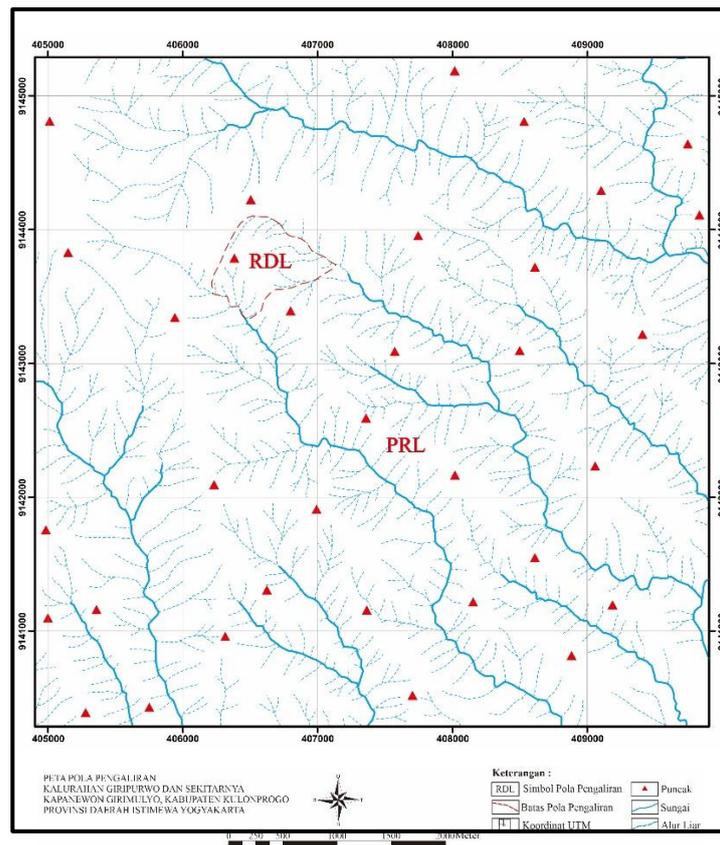
Gambar 3.3 Interpretasi Kelurusan Struktur Geologi KulonProgo (Widagdo, 2018)

BAB 4

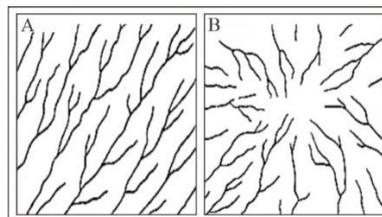
GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

4.1. Pola Pengaliran Daerah Penelitian

Pola pengaliran adalah rangkaian aliran sungai pada daerah lemah dimana erosi aktif serta daerah rendah dimana tempat air permukaan mengalir (Howard, 1967). Pada daerah penelitian, pola pengaliran dikelompokkan menjadi 2 jenis pola pengaliran berdasarkan klasifikasi Howard (1967), yaitu: pola pengaliran radial (RDL) dan pola pengaliran parallel (PRL).



Gambar 4.1 Peta pola pengaliran daerah Giripurwo dan sekitarnya.



Gambar 4.2 Pola pengaliran dasar parallel (A), dan pola pengaliran dasar radial (B) menurut (Howard, 1967).

4.1.1. Pola Pengaliran Radial

Pola pengaliran radial dicirikan dengan cabang sungai yang mengalir memancar dari satu titik ke segala arah dan menjauhi tinggian. Pola ini secara umum menunjukkan adanya gunung api, kubah, batuan intrusi dan pada morfologi sisa erosi. Pola pengaliran daerah ini memiliki bentuk lembah V yang memiliki dinding sungai yang curam-agak curam, memiliki tingkat resistensi yang tinggi dimana pada daerah ini disusun oleh batuan beku intrusi. Pola pengaliran ini tempat mengalirnya berupa *bedrock stream*.

4.1.2. Pola Pengaliran Paralel

Pola pengaliran paralel membentuk aliran cabang-cabang sungai yang sejajar dan sudut yang dibentuk antara alur liar dan sungai utama umumnya hampir sama. Faktor pengontrol dominan pada pola aliran ini yaitu struktur geologi berupa sesar terlihat dengan adanya beberapa pola kelurusan. Pola aliran ini terdiri atas dua arah dominan yang berarah timur laut-barat daya dan barat laut-tenggara. Bentuk lembah pada pola aliran ini berbentuk V berkembang pada kelerengan agak curam-curam pada batuan berbutir sedang-kasar yaitu pada batuan dengan resistensi lemah-kuat. Pola pengaliran ini tempat mengalirnya berupa *bedrock stream*.

4.2. Geomorfologi Daerah Penelitian

4.2.1. Morfologi Umum Daerah Penelitian

Daerah penelitian secara administratif berada di 2 Kecamatan yaitu Girimulyo dan Pengasih, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Secara fisiografi daerah penelitian termasuk kedalam Zona Pegunungan Kulonprogo (Van Bemmelen, 1949). Berdasarkan kenampakan di peta topografi geomorfologi, daerah penelitian terdiri dari bukit-bukit bergelombang yang dibatasi oleh sungai dengan bentuk satuan bentuklahan perbukitan struktural dan tubuh sungai yang mempunyai kelurusan topografi yang relatif berarah barat laut-tenggara. Pada barat laut daerah penelitian didapati topografi lereng yang miring-curam yang diinterpretasikan sebagai satuan bentuklahan perbukitan karst dan bukit intrusi. Daerah tertinggi pada daerah penelitian yaitu di Desa Jatimulyo dengan ketinggian kurang lebih 812,5 mdpl,

sedangkan daerah terendah pada daerah penelitian yaitu di Desa Giripurwo bagian tenggara daerah penelitian dengan ketinggian kurang lebih 187,5 mdpl.

Bentuk morfologi daerah penelitian dikontrol oleh litologi dan struktur geologi serta pelapukan yang kuat. Morfologi perbukitan struktural dipengaruhi oleh struktur geologi berupa kekar dan sesar. Litologi seperti batuan vulkanik mengontrol dan membentuk morfologi perbukitan dengan kelerengan yang relatif curam dikarenakan resistensinya yang tinggi dari pada litologi disekitarnya. Litologi yang relatif lapuk dan terdapat banyak longsoran tanah menunjukkan bahwa pelapukan mempunyai peran penting dalam pembentukan morfologi daerah penelitian.

4.2.2. Satuan Geomorfologi Daerah Penelitian

Hasil interpretasi peta topografi, pola pengaliran, dan didukung oleh hasil pengamatan di lapangan dengan berbasis pada aspek-aspek geomorfologi dari bentuk asal (Verstappen, 1977) serta klasifikasi bentuk lahan (Van Zuidam, 1985), maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi 4 bentuk asal dan 4 bentuk lahan, yaitu:

- a. Bentuk asal fluvial: bentuklahan tubuh sungai (F1),
- b. Bentuk asal karst: bentuklahan perbukitan karst (K1),
- c. Bentuk asal struktural: bentuklahan perbukitan struktural (S1),
- d. Bentuk asal vulkanik: bentuklahan bukit intrusi (V1).

4.2.2.1. Bentuklahan Tubuh Sungai (F1)

Penamaan satuan bentuklahan tubuh sungai (F1) berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, yaitu:

- a. Aspek morfologi: secara morfografi berupa lembah dan secara morfometri berupa genangan air dengan elevasi 140-200 m, memiliki kelerengan landai (2-7%). Pola pengaliran yang mengontrol ialah parallel dengan bentuk lembah V. Bentuklahan ini memiliki luasan 3% di daerah penelitian.
- b. Aspek morfogenesis terdiri atas:
 - Morfostruktur aktif: -
 - Morfostruktur pasif: Resistensi lemah, litologi berupa andesit, breksi vulkanik, tuf, dan batu pasir karbonatan
 - Morfodinamis: Pelapukan dan erosi

- c. Aspek morfoasosiasi: berasosiasi dengan perbukitan struktural.

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi tersebut didapatkan bentuklahan tubuh sungai (F1) (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Kenampakan bentuklahan tubuh sungai, foto diambil di Desa Giripurwo, arah kamera N157°E.

4.2.2.2. Bentuklahan Perbukitan Karst (K1)

Penamaan satuan bentuklahan perbukitan karst (K1) berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, yaitu:

- a. Aspek morfologi: secara morfografi berupa perbukitan dan secara morfometri berupa perbukitan dengan elevasi 625-812,5 m, memiliki kelerengan miring-curam (7-70%). Pola pengaliran yang mengontrol ialah parallel. Bentuklahan ini memiliki luasan 10% di daerah penelitian.
- b. Aspek morfogenesis terdiri atas:
 - Morfostruktur aktif: -
 - Morfostruktur pasif: Resistensi lemah-sedang, litologi berupa batu gamping terumbu
 - Morfodinamis: Pelapukan dan erosi
- c. Aspek morfoasosiasi: berasosiasi dengan bukit intrusi dan perbukitan struktural.

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi tersebut didapatkan bentuklahan perbukitan karst (K1) (Gambar 4.4).



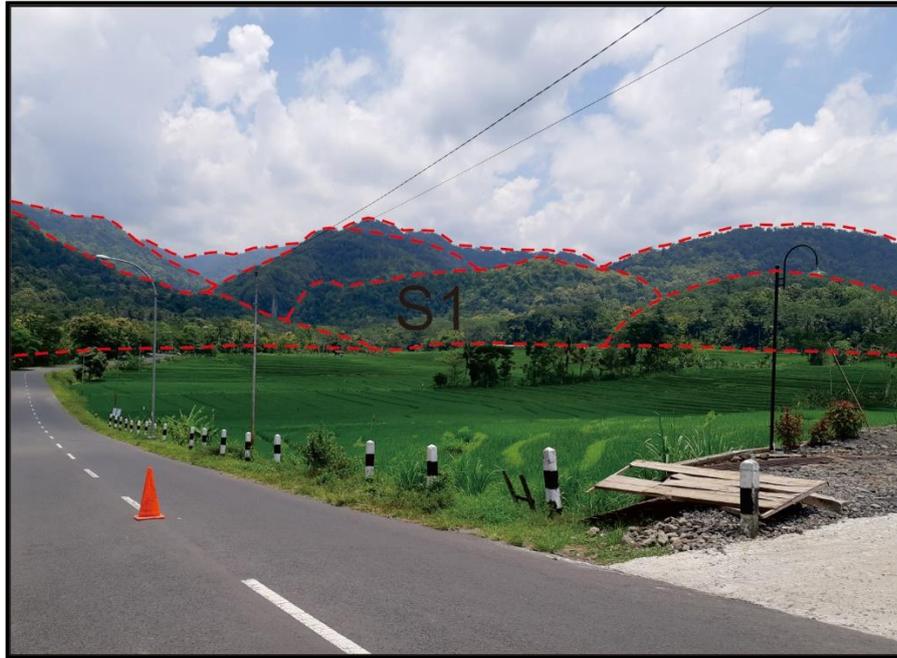
Gambar 4.4 Kenampakan bentuklahan perbukitan karst, foto diambil di Desa Jatimulyo, arah kamera N316°E.

4.2.2.3. Bentuklahan Perbukitan Struktural (S1)

Penamaan satuan bentuklahan perbukitan struktural (S1) berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, yaitu:

- a. Aspek morfologi: secara morfografi berupa perbukitan dan secara morfometri berupa perbukitan dengan elevasi 187,5-562,5 m, memiliki kelereng miring-sangat curam (7-140%). Pola pengaliran yang mengontrol ialah parallel dengan bentuk lembah V. Bentuklahan ini memiliki luasan 85% di daerah penelitian.
- b. Aspek morfogenesis terdiri atas:
 - Morfostruktur aktif: terdapat kelurusan topografi yang relatif berarah Barat Laut-Tenggara diinterpretasikan terdapat sesar yang mengontrol kelurusan tersebut
 - Morfostruktur pasif: Resistensi lemah-kuat, litologi berupa andesit, breksi vulkanik, tuf, dan batupasir karbonatan
 - Morfodinamis: Pelapukan dan erosi, daerah *recharge* air tanah dan longsor
- c. Aspek morfoasosiasi: berasosiasi dengan tubuh sungai, bukit intrusi dan perbukitan karst.

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi tersebut didapatkan bentuklahan perbukitan struktural (S1) (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Kenampakan bentuklahan perbukitan struktural, foto diambil di Desa Pendoworejo, arah kamera N283°E.

4.2.2.4. Bentuklahan Bukit Intrusi (V1)

Penamaan satuan bentuklahan perbukitan struktural (S1) berdasarkan aspek-aspek geomorfologi, yaitu:

- a. Aspek morfologi: secara morfografi berupa bukitan dan secara morfometri berupa bukit dengan elevasi 662,5-687,5 m, memiliki kelerengan miring-curam (7-70%). Pola pengaliran yang mengontrol ialah radial. Bentuklahan ini memiliki luasan 2% di daerah penelitian.
- b. Aspek morfogenesis terdiri atas:
 - Morfostruktur aktif: -
 - Morfostruktur pasif: Resistensi kuat, litologi berupa andesit
 - Morfodinamis: Pelapukan dan erosi,
- c. Aspek morfoasosiasi: berasosiasi dengan perbukitan karst dan perbukitan struktural

Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi tersebut didapatkan bentuklahan bukit intrusi (V1) (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Kenampakan bentuklahan bukit intrusi, foto diambil di Desa Jatimulyo, arah kamera N102°E.

4.3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Stratigrafi pada daerah penelitian didasarkan pada hasil pembagian satuan batuan dari deduksi lokasi pengamatan singkapan dilapangan yang telah dideskripsi litologi penyusunnya serta analisis laboratorium. Penulis membagi stratigrafi daerah penelitian menjadi tujuh satuan stratigrafi tidak resmi. Dasar penamaan satuan stratigrafi tidak resmi tersebut mengikuti tata cara penamaan litostratigrafi menurut Sandi Stratigrafi Indonesia (SSI, 1996). Urutan stratigrafi pada daerah penelitian dari tua sampai muda (Tabel 4.1) yaitu sebagai berikut :

1. Satuan breksi vulkanik Kaligesing,
2. Satuan lava andesit Kaligesing,
3. Satuan intrusi andesit Kaligesing,
4. Satuan tuf Dukuh,
5. Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh,
6. Satuan batugamping Jonggrangan,
7. Endapan Alluvial.

Tabel 4.1 Legenda daerah penelitian.

UMUR GEOLOGI			ZONASI BLOW (1969)	UMUR ABSOLUT (K-Ar)	SATUAN BATUAN	
ZAMAN	KALA				LITOSTRATIGRAFI	INTRUSI
KUARTER	HOLOSEN				Endapan Alluvial	
	PLISTOSEN					
NEOGEN	PLIOSEN	AKHIR	N14-N16		Satuan Batugamping Jonggrangan	
		AWAL				
	MIOSEN	AKHIR			Hiatus N9-N13	
		TENGAH				
PALEOGEN	OLIGOSEN	AKHIR	N8		Satuan Batupasir Tufan Karbonatan Dukuh	
		AWAL	N4 - N8		Satuan Tuf Dukuh / Satuan Lava Andesit Kaligesing	
				29.63 ± 2.26 sampai 22.64 ± 1.16 juta tahun yang lalu*	Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing	

*Radiometri K-Ar (Soeria Atmadja, 1994)

4.3.1. Satuan Breksi Vulkanik Kaligesing

1. Ciri Litologi

Litologi breksi vulkanik dicirikan dengan kenampakan berwarna abu-abu (segar), coklat (lapuk), pasir sedang-bongkah (0,25 - >256 mm), menyudut, terpilah buruk, didukung oleh butiran, fragmen: andesit dan tuf, matriks: pasir sedang dan zeolite (ditemukan di beberapa tempat), s: oksida, masif.



Gambar 4.7 (a) Singkapan breksi vulkanik dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 11 dengan azimuth foto N224°E (b) kenampakan jarak dekat breksi vulkanik dengan fragmen andesit.

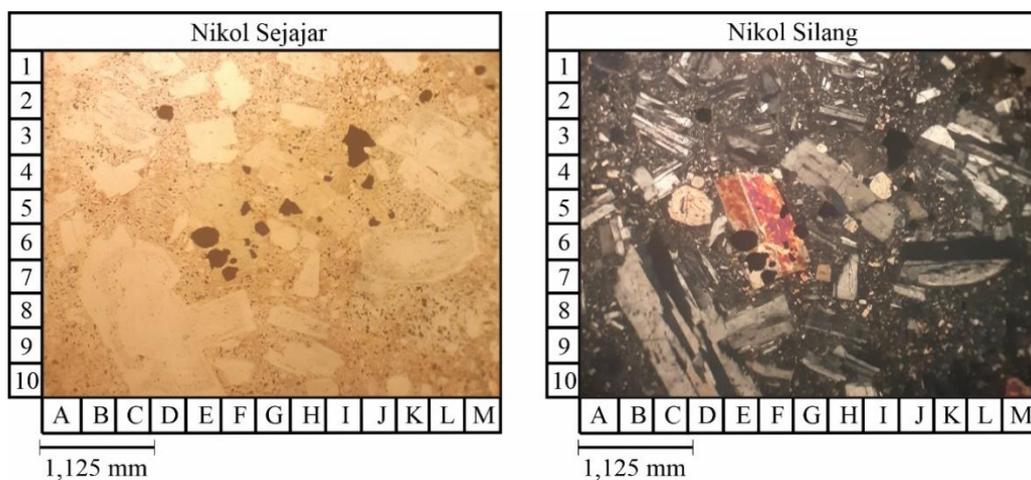


Gambar 4.8 (a) Singkapan breksi vulkanik dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 97 dengan azimuth foto N093°E (b) kenampakan jarak dekat breksi vulkanik dengan fragmen andesit dan tuf.

2. Pemerian Petrografi

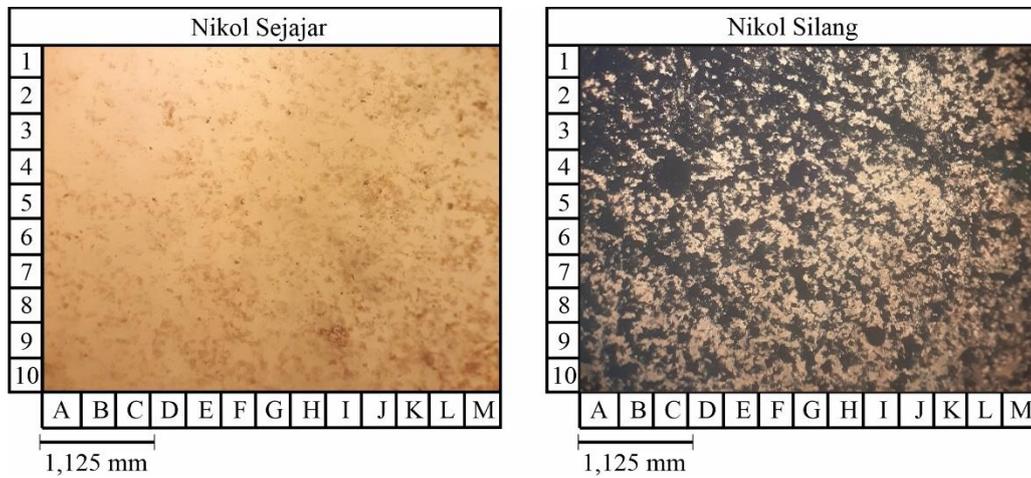
Pemerian petrografi pada breksi vulkanik, penulis membagi petrografi menjadi dua bagian yaitu petrografi pada fragmen breksi vulkanik dan pada matrik breksi vulkanik. Pemerian petrografi fragmen breksi vulkanik sebagai berikut:

- Sayatan tipis fragmen andesit (breksi vulkanik), tidak bewarna, tekstur: intersertal, ukuran butir < 0,1-2 mm, bentuk butir subhedral, disusun oleh masa dasar gelas (29%), plagioklas (26%), amfibol (20%), mineral opak (15%), k-feldspar (4%), piroksen (3%) dan kuarsa (3%), andesit (Streckeisen, 1976).



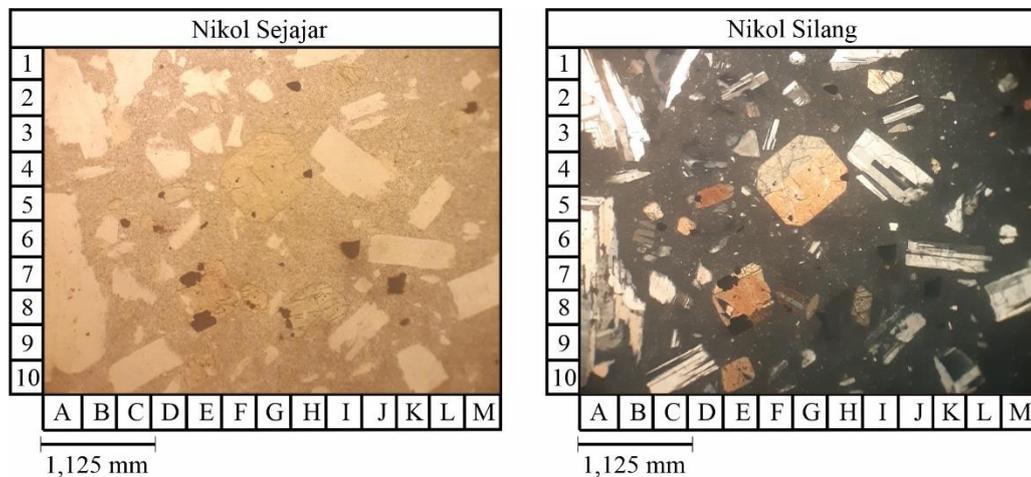
Gambar 4.9 Sayatan petrografi LP 11, litologi berupa andesit (Streckeisen, 1976), pada sayatan menunjukkan masa dasar gelas (J9), plagioklas (C8), amfibol (H3), mineral opak (E6), k-feldspar (H5), piroksen (F5) dan kuarsa (H10).

- Sayatan tipis fragmen tuf gelas (breksi vulkanik), coklat, tekstur: *non welded*, ukuran butir < 0,2 mm, didukung oleh matriks, terpilah sedang. Disusun oleh gelas vulkanik (48%), *clay mineral* (44%), mineral opak (5%), kuarsa (3%), tuf gelas (Fisher, 1976).



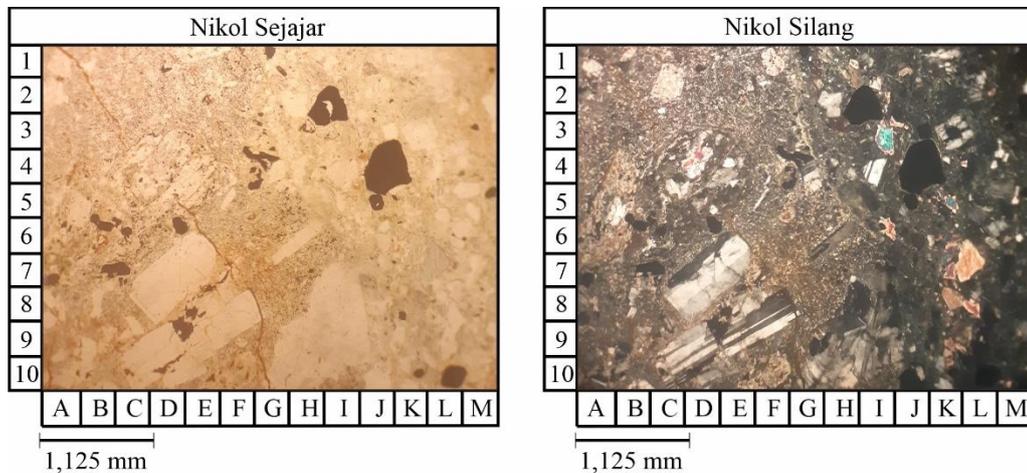
Gambar 4.10 Sayatan petrografi LP 97, litologi berupa tuf gelas (Fisher, 1976), pada sayatan menunjukkan gelas vulkanik (J5), *clay mineral* (L10), mineral opak (L5), kuarsa (E2).

- Sayatan tipis matriks *feldspatic wacke* (breksi vulkanik), krem, ukuran butir < 0,1-1,5 mm, terpilah sedang. Disusun oleh k-feldspar (45%), *matrix sand* (35%), kuarsa (15%), mineral opak (5%) dan piroksen (3%), *feldspatic wacke* (Petijon, 1962).



Gambar 4.11 Sayatan petrografi LP 11, litologi berupa *feldspatic wacke* (Petijon, 1962), pada sayatan menunjukkan k-feldspar (K6), *matrix sand* (H7), kuarsa (G1), mineral opak (I6) dan piroksen (G4).

- Sayatan tipis matriks *lithic wacke* (breksi vulkanik), krem, ukuran butir < 0,1-4 mm, terpilah sedang. Disusun oleh litik (33%), *matrix sand* (20%), plagioklas (15%), mineral opak (13%), kuarsa (12%) dan *clay mineral* (zeolit?) (7%), *lithic wacke* (Petijjon, 1962).



Gambar 4.12 Sayatan petrografi LP 64, litologi berupa *lithic wacke* (Petijjon, 1962), pada sayatan menunjukkan litik (D5), *matrix sand* (H4), plagioklas (D8), mineral opak (J4), kuarsa (M6) dan *clay mineral* (zeolit?) (I4).

3. Penyebaran dan Ketebalan

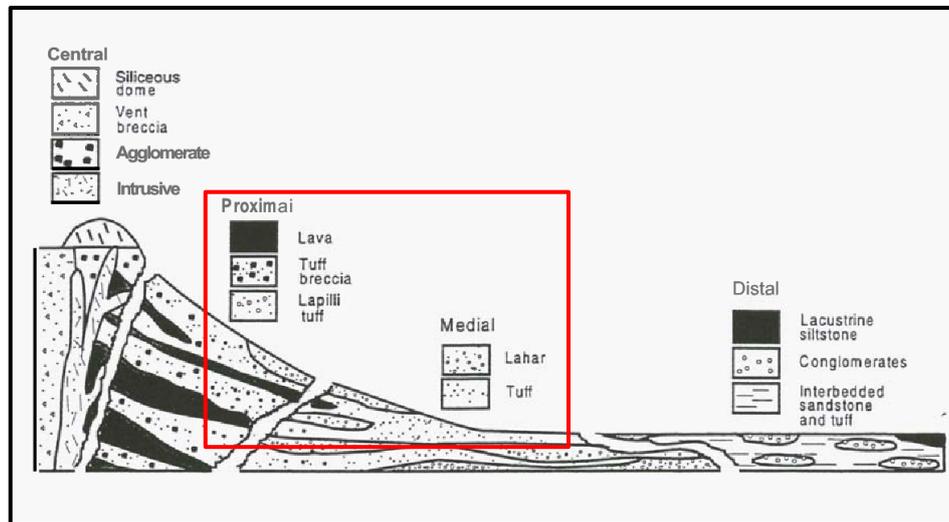
Satuan breksi vulkanik Kaligesing menempati sekitar 70% dari luas daerah penelitian. Satuan ini pada peta geologi diberi simbol orange. Dan di satuan ini terdapat sisipan batuan tuf, tuf breksia dan lava andesit. Berdasarkan penampang geologi satuan batuan ini di daerah penelitian memiliki ketebalan ± 152 meter, ketebalan diukur pada penampang geologi yang relatif tegak lurus *strike* yaitu sayatan A-A'.

4. Umur dan Lingkungan Pengendapan

Penentuan umur dan lingkungan pengendapan berdasarkan kandungan fosil mikropaleontologi pada satuan breksi vulkanik Kaligesing tidak dapat dilakukan karena peneliti tidak menemukan fosil. Penentuan umur satuan breksi vulkanik Kaligesing, peneliti mengacu pada Pringgoprawiro dan Riyanto (1987) dimana Satuan breksi vulkanik Kaligesing berumur Oligosen Akhir-Miosen Awal. Dan mengacu pada (Soeria Atmadja,dkk, 1994) melalui penentuan umur batuan dengan metode K-Ar. Berdasarkan penanggalan radiometri K-Ar oleh (Soeria Atmadja,dkk.,1994) umur

batuan vulkanik di daerah Kulonprogo berkisar antara 29.63 ± 2.26 sampai 22.64 ± 1.16 juta tahun yang lalu (Oligosen Akhir- Miosen Awal).

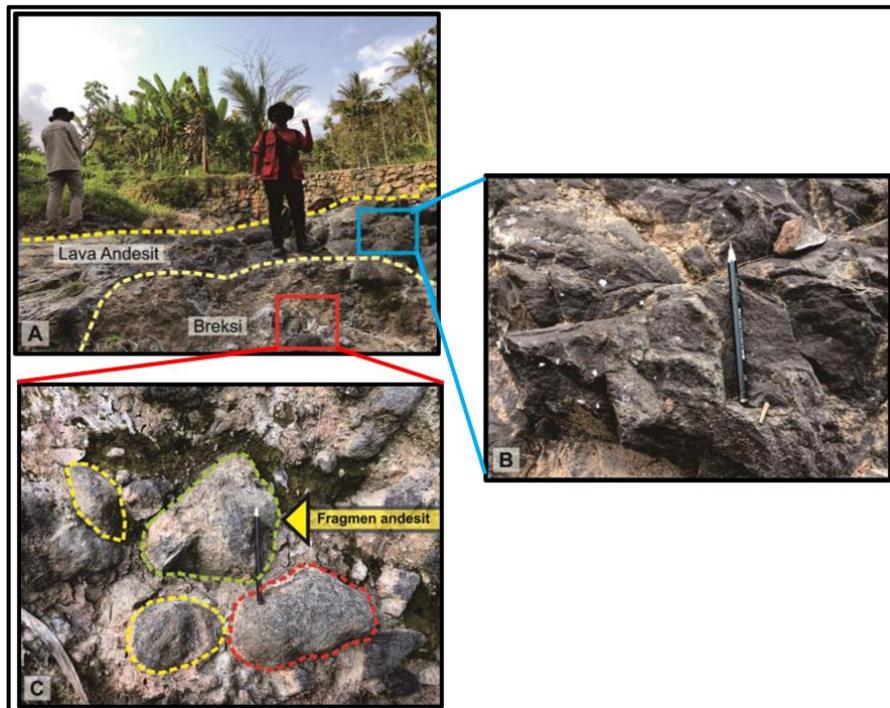
Kemudian dalam penentuan lingkungan pengendapannya, didasarkan pada interpretasi fasies gunungapi menurut Bogie dan Mackenzie (1998), satuan ini diendapkan pada fasies proximal-medial (Gambar 4.13).



Gambar 4.13 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan breksi vulkanik Kaligesing (Bogie dan Mackenzie, 1998).

5. Hubungan Stratigrafi

Berdasarkan analisis peta geologi dan penampang geologi diperoleh hubungan stratigrafi Satuan breksi vulkanik Kaligesing menjari terhadap Satuan lava-andesit Kaligesing, karena satuan tersebut beda fasies tetapi waktu pengendapannya sama, dan adanya perulangan dari Satuan breksi vulkanik Kaligesing dengan Satuan lava-andesit Kaligesing yang dapat dilihat pada Gambar 4.14 dan Gambar 4.19. Dimana Gambar 4.14 memperlihatkan Satuan breksi vulkanik Kaligesing berada di bawah Satuan lava-andesit Kaligesing. Sedangkan Gambar 4.19 memperlihatkan Satuan breksi vulkanik Kaligesing berada di atas Satuan lava-andesit Kaligesing. Hubungan antara Satuan breksi vulkanik Kaligesing terhadap Satuan tuf Dukuh adalah menjari, karena satuan tersebut beda fasies tetapi waktu pengendapannya sama. Serta hubungan stratigrafi antara Satuan breksi vulkanik Kaligesing terhadap Satuan batugamping Jonggrangan adalah tidak selaras (*disconformity*), karena jarak umur dari Satuan breksi vulkanik Kaligesing ke Satuan batugamping Jonggrangan jauh (adanya selang waktu).



Gambar 4.14 A. Kontak Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing, B. Satuan lava andesit Kaligesing, C. Satuan breksi vulkanik Kaligesing.

4.3.2. Satuan Lava Andesit Kaligesing

1. Ciri Litologi

Satuan lava andesit Kaligesing dicirikan oleh litologi berupa andesit yang memiliki struktur masif hingga *sheeting joint*. Andesit ini dicirikan pula dengan adanya struktur vesikuler, dan terdapat urat-urat kuarsa di beberapa tempat. Arah aliran lava diketahui dengan melihat kedudukan *sheeting joint*.

Litologi satuan lava andesit Kaligesing dicirikan dengan kenampakan berwarna abu-abu (segar), kecoklatan (lapuk), hipokristalin, afanitik-fanerik sedang (<0,1-5 mm), anhedral-subhedral, inequigranular vitroverik, plagioklas (35%), kuarsa (4%), amfibol (11%), massa dasar gelas (42%), k-feldspar (8%), masif.



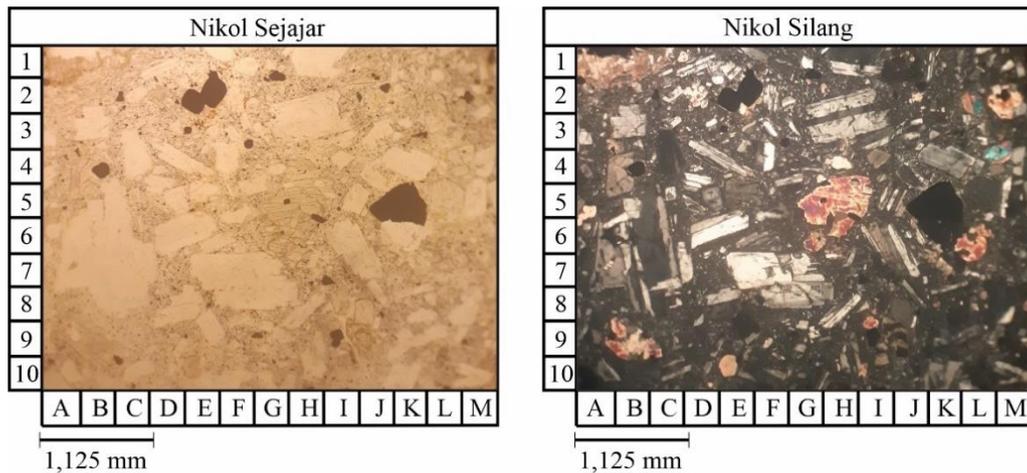
Gambar 4.15 (a) Singkapan lava andesit dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 30 dengan dengan azimuth foto N303°E (b) kenampakan jarak dekat lava andesit struktur vesikuler, dengan xenolith andesit.



Gambar 4.16 (a) Singkapan lava andesit dengan struktur *sheeting joint* pada lokasi pengamatan 157 dengan dengan azimuth foto N060°E (b) kenampakan jarak dekat lava andesit.

2. Pemerian Petrografi

Satuan lava andesit memiliki pemerian petrografis berupa, batuan andesit, tidak berwarna, tekstur: intersertal, ukuran butir < 0,1-1,5 mm, bentuk butir subhedral, disusun oleh masa dasar gelas (35%), plagioklas (30%), amfibol (15%), mineral opak (10%), k-feldspar (5%), piroksen (3%), dan kuarsa (2%), andesit (Streckeisen, 1976).



Gambar 4.17 Sayatan petrografi LP 157, litologi berupa andesit (Streckeisen, 1976), pada sayatan menunjukkan masa dasar gelas (D7), plagioklas (B6), amfibol (J1), mineral opak (K5), k-feldspar (E8), piroksen (H5) dan kuarsa (A3).

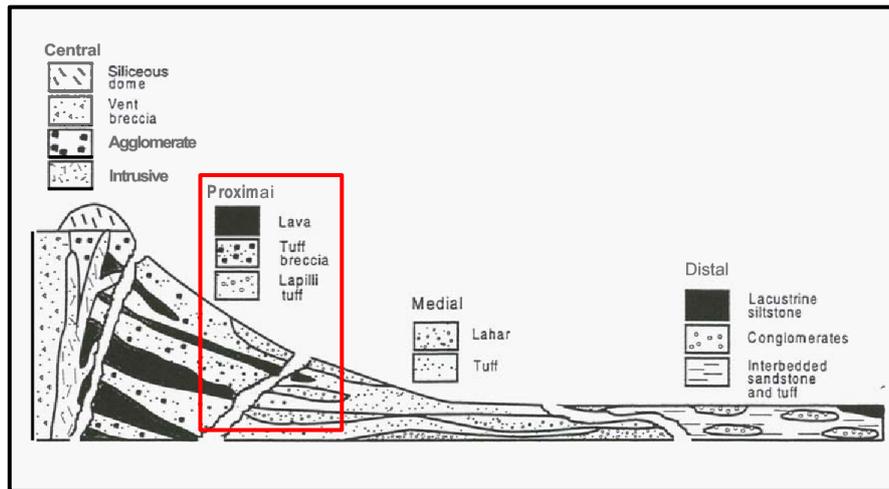
3. Penyebaran dan Ketebalan

Satuan lava andesit Kaligesing menempati sekitar 13% dari luas daerah penelitian. Satuan ini pada peta geologi diberi simbol merah cerah. Berdasarkan penampang geologi satuan batuan ini di daerah penelitian memiliki ketebalan ± 350 meter, ketebalan diukur pada penampang geologi yang relatif tegak lurus *strike* yaitu sayatan A-A'.

4. Umur dan Lingkungan Pengendapan

Penentuan umur Satuan lava andesit Kaligesing, penulis mengacu pada (Soeria Atmadja,dkk, 1994) melalui penentuan umur batuan dengan metode K-Ar. Berdasarkan penanggalan radiometri K-Ar oleh (Soeria Atmadja,dkk.,1994) umur batuan vulkanik di daerah Kulonprogo berkisar antara 29.63 ± 2.26 sampai 22.64 ± 1.16 juta tahun yang lalu (Oligosen Akhir-Miosen Awal).

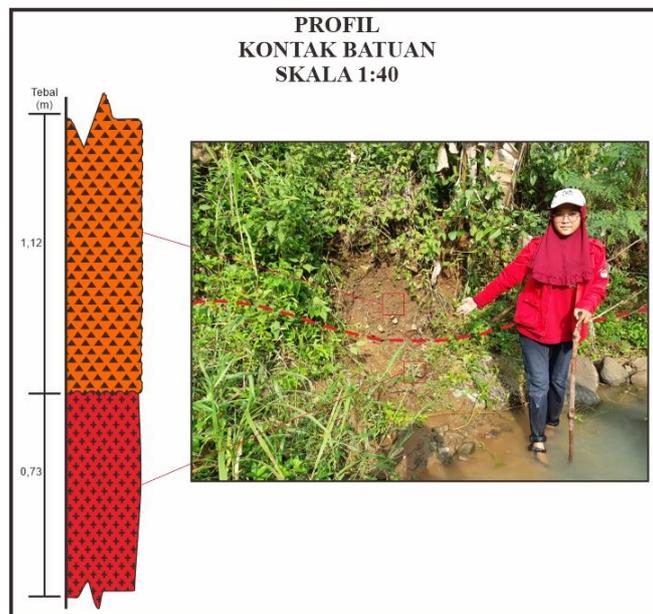
Kemudian dalam penentuan lingkungan pengendapannya, didasarkan pada interpretasi fasies gunungapi menurut Bogie dan Mackenzie (1998), satuan ini diendapkan pada fasies proximal (Gambar 4.18).



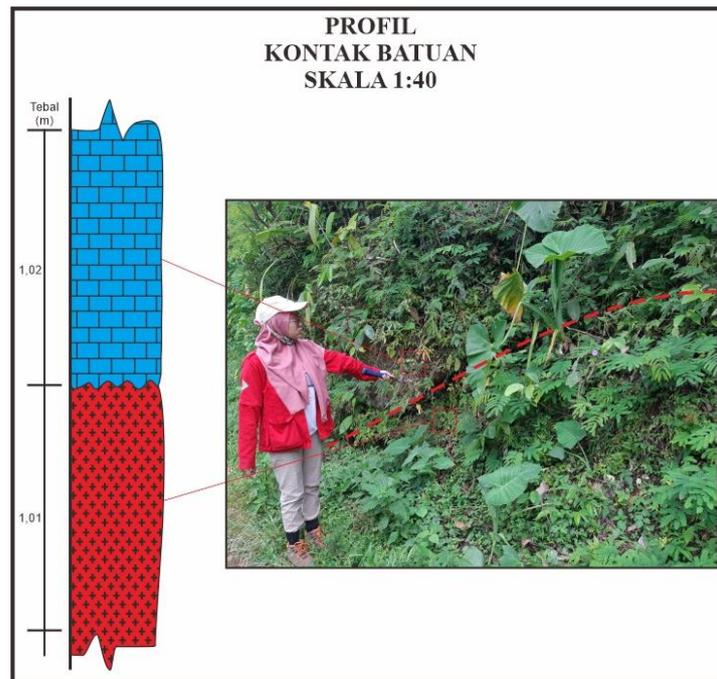
Gambar 4.18 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan lava-andesit Kaligesing (Bogie dan Mackenzie, 1998).

5. Hubungan Stratigrafi

Berdasarkan analisis peta geologi dan penampang geologi diperoleh hubungan stratigrafi Satuan lava-andesit Kaligesing menjari terhadap Satuan breksi vulkanik Kaligesing. Serta hubungan stratigrafi antara Satuan lava-andesit Kaligesing terhadap Satuan batugamping Jonggrangan adalah tidak selaras (*non-conformity*) dikarenakan adanya rentang waktu yang lama, sehingga Satuan lava-andesit Kaligesing sebagian ada yang lapuk menjadi soil (Paleosoil).



Gambar 4.19 Profil kontak Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing dengan hubungan stratigrafi menjari.



Gambar 4.20 Profil kontak Satuan batugamping Jonggrangan dan Satuan lava andesit Kaligesing dengan hubungan stratigrafi tidak selaras (*non-conformity*).

4.3.3. Satuan Intrusi Andesit Kaligesing

1. Ciri Litologi

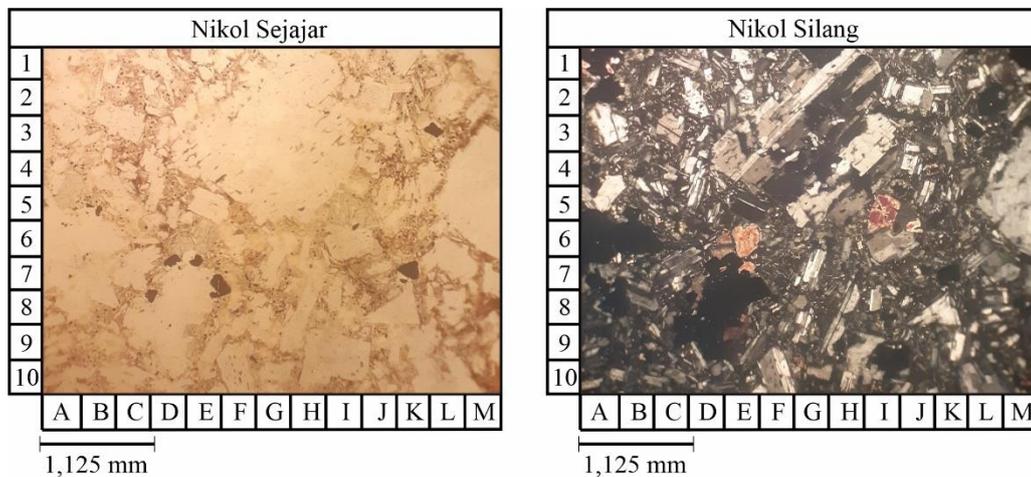
Litologi intrusi andesit dicirikan dengan kenampakan berwarna abu-abu (segar), abu-abu kehitaman (lapuk), hipokristalin, afanitik-fanerik sedang ($<0,1-5$ mm), anhedral-subhedral, inequigranular vitroverik, plagioklas (33%), kuarsa (4%), amfibol (10%), massa dasar gelas (45%), k-feldspar (8%), masif.



Gambar 4.21 (a) Singkapan intrusi andesit dengan struktur masif pada lokasi pengamatan 192 dengan azimuth foto N167°E (b) kenampakan jarak dekat andesit.

2. Pemerian Petrografi

Intrusi andesit memiliki pemerian petrografis berupa, batuan andesit, tidak bewarna, tekstur: intersertal, ukuran butir < 0,1-2,2 mm, bentuk butir subhedral, disusun oleh masa dasar gelas (34%), plagioklas (28%), amfibol (17%), mineral opak (10%), k-feldspar (5%), piroksen (3%), dan kuarsa (3%).



Gambar 4.22 Sayatan petrografi LP 192, litologi berupa andesit (Streckeisen, 1976), pada sayatan menunjukkan masa dasar gelas (K6), plagioklas (G3), amfibol (F10), mineral opak (K7), k-feldspar (J2), piroksen (I5), dan kuarsa (A3).

3. Penyebaran

Satuan intrusi andesit Kaligesing menempati sekitar 2% dari luas daerah penelitian. Satuan ini pada peta geologi diberi simbol merah tua.

4. Umur

Penentuan umur Satuan intrusi andesit Kaligesing, penulis mengacu pada (Soeria Atmadja,dkk, 1994) melalui penentuan umur batuan dengan metode K-Ar. Berdasarkan penanggalan radiometri K-Ar oleh (Soeria Atmadja,dkk.,1994) umur batuan vulkanik di daerah Kulonprogo berkisar antara 29.63 ± 2.26 sampai 22.64 ± 1.16 juta tahun yang lalu (Oligosen Akhir-Miosen Awal).

5. Hubungan Stratigrafi

Berdasarkan analisis peta geologi dan penampang geologi diperoleh hubungan stratigrafi yaitu Satuan intrusi andesit Kaligesing menerobos Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava-andesit Kaligesing.

4.3.4. Satuan Tuf Dukuh

1. Ciri Litologi

Satuan tuf Dukuh memiliki pemerian lapangan yaitu:

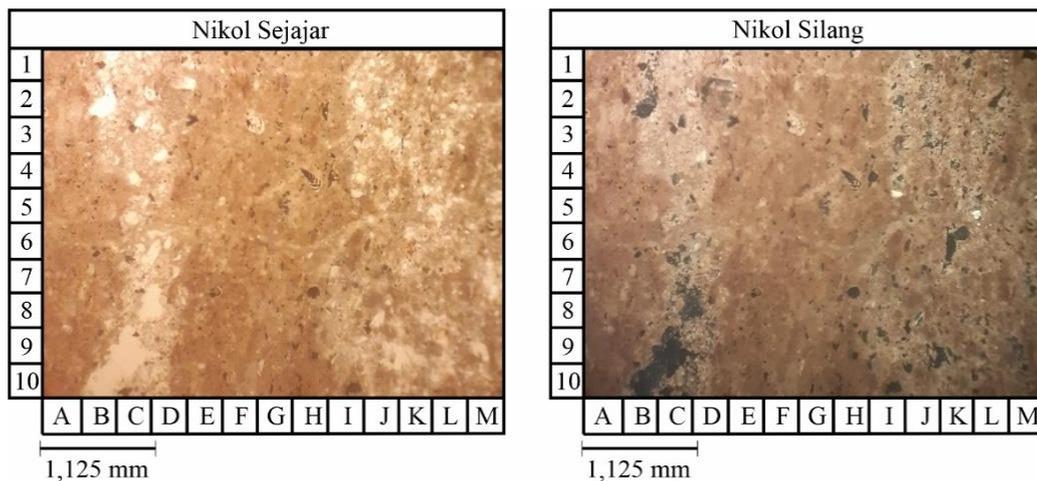
- Tuf, abu- abu cerah, debu (< 2 mm) agak menyudut, terpilah buruk, terbuka, disusun oleh mineral sialis kuarsa dan plagioklas, mineral feromagnesian amfibol, mineral tambahan debu halus, masif, perlapisan, laminasi, *graded bedding*, *wavy lamination*, terdapat vein kalsit.



Gambar 4.23 (a) Singkapan litologi tuf dengan struktur perlapisan, pada lokasi pengamatan 1, dengan azimuth foto N315°E (b) Kenampakan jarak dekat litologi tuf.

2. Pemerian Petrografi

Pengamatan petrografis dari sayatan tuf lokasi pengamatan 1 (Gambar 4.24) menunjukkan, sayatan tipis batuan piroklastik, warna coklat, tekstur: *non welded*, ukuran butir <0,2 mm, didukung oleh matriks, terpilah sedang, disusun oleh *clay mineral* (46%), gelas vulkanik (44%), mineral opak (5%), kuarsa (3%), skeletal (2%). Dari hasil pengamatan petrografis didapatkan nama batuan Tuf Gelas (Fisher, 1976).



Gambar 4.24 Sayatan petrografi lokasi pengamatan 1, litologi berupa Tuf Gelas (Fisher, 1976), pada sayatan menunjukkan *clay mineral* (F9), gelas vulkanik (B10), mineral opak (H8), kuarsa (L5), dan skeletal (H4).

3. Penyebaran dan Ketebalan

Satuan tuf Dukuh menempati sekitar 2% dari luas daerah penelitian. Satuan ini pada peta geologi diberi simbol warna merah muda. Berdasarkan penampang geologi satuan batuan ini di daerah penelitian memiliki ketebalan ± 160 meter, ketebalan diukur pada penampang geologi yang relatif tegak lurus *strike* yaitu sayatan A-A'.

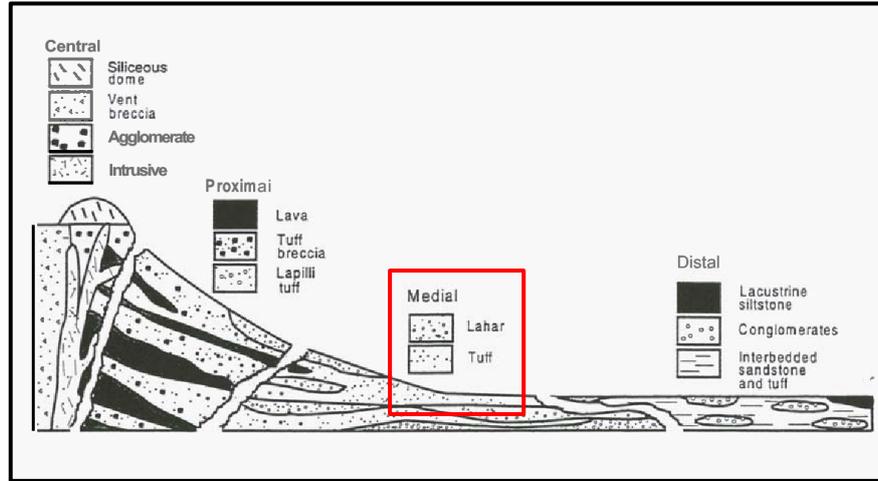
4. Umur dan Lingkungan Pengendapan

Umur dan lingkungan batimetri daerah penelitian disimpulkan berdasarkan analisis fosil foraminifera planktonik dan bentonik yang ditemukan pada sampel batuan LP 1 dan 2.

Mikrofosil planktonik yang ditemukan yaitu *Globorotalia kugleri* (N3-N5), *Globorotalia pseudokugleri* (N3-N4), *Globigerinoides primordius* (N4), *Orbulina universa* (N9-N23), *Praeorbulina curva* (N8), dan *Globorotalia peripheroronda* (N6-N11). Dari hasil analisis mikrofosil planktonik, didapatkan kisaran umur satuan ini pada Kala Miosen Awal (N4-N8).

Lingkungan batimetri ditentukan berdasarkan analisis mikrofosil bentonik. Mikrofosil bentonik yang ditemukan yaitu *Planorbulinaella laruta* yang memiliki lingkungan hidup pada kedalaman 32,94 meter dan *Lagena ampula-clistorna* yang memiliki lingkungan hidup pada kedalaman 31,11 meter. Dari hasil analisis ini, disimpulkan bahwa pembentukan batuan terjadi pada lingkungan neritik tengah (32,94-31,11 m) (Barker, 1960).

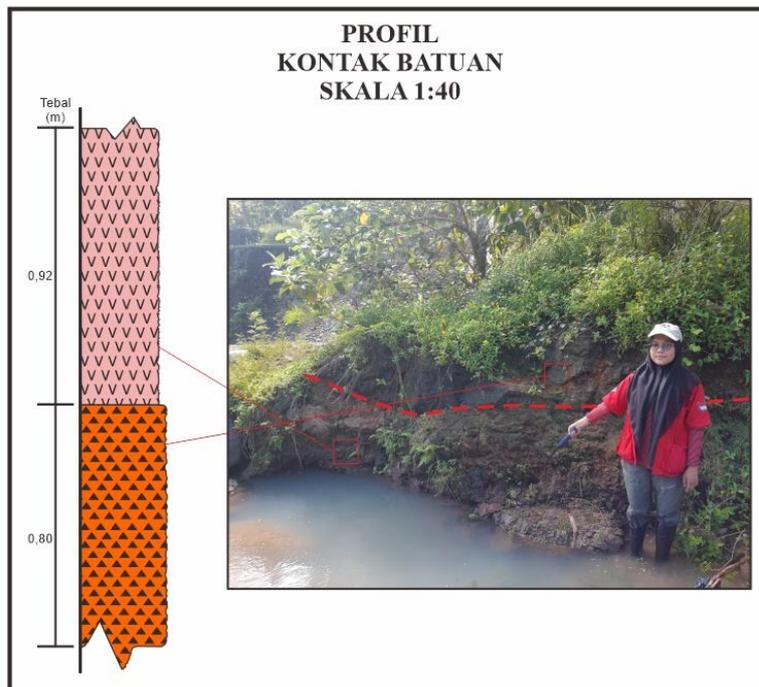
Berdasarkan interpretasi fasies gunungapi menurut Bogie dan Mackenzie (1998), satuan ini diendapkan pada fasies medial (Gambar 4.25).



Gambar 4.25 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan tuf Dukuh (Bogie dan Mackenzie, 1998).

5. Hubungan Stratigrafi

Berdasarkan analisis peta geologi dan penampang geologi diperoleh hubungan stratigrafi antara Satuan tuf Dukuh dan Satuan breksi vulkanik Kaligesing adalah menjari.



Gambar 4.26 Profil kontak Satuan tuf Dukuh dan Satuan breksi vulkanik Kaligesing dengan hubungan stratigrafi menjari.

4.3.5. Satuan Batupasir Tufan Karbonatan Dukuh

1. Ciri Litologi

Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh memiliki pemerian lapangan yaitu:

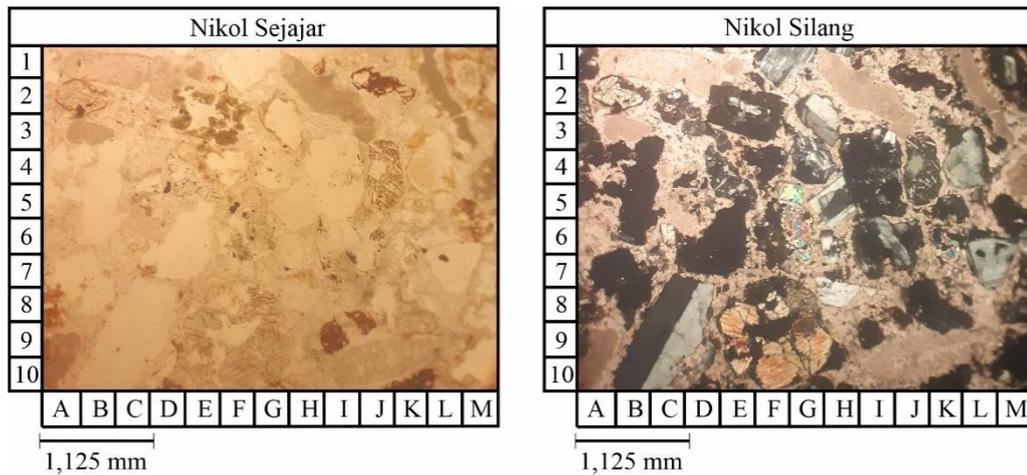
- Batupasir tufan karbonatan, abu-abu (segar), coklat kehitaman (lapuk), pasir halus-pasir sangat kasar (0,125-2 mm), agak menyudut, terpilah sedang, didukung oleh butiran, fragmen: amfibol, kuarsa, plagioklas, cangkang fosil, litik, matriks: material berukuran lempung(karbonat) serta debu halus dan s: silika, perlapisan.



Gambar 4.27 (a) Singkapan litologi batupasir tufan karbonatan dengan struktur perlapisan, pada MS, dengan azimuth foto N353°E (b) Kenampakan jarak dekat litologi batupasir tufan karbonatan.

2. Pemerian Petrografi

Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh memiliki pemerian petrografis berupa tidak berwarna, ukuran butir < 0,1-1,5 mm, agak menyudut, terpilah buruk, didukung oleh matriks, serta disusun oleh litik (28%), *matrix sand* (20%), k-feldspar (15%), kalsit (13%), kuarsa (10%), mineral opak (8%) dan biotit (6%). Mengacu pada klasifikasi Petijon (1962), nama batuan berupa *lithic wacke*.



Gambar 4.28 Sayatan petrografi MS, litologi berupa *Lithic wacke* (Petijon, 1962), pada sayatan menunjukkan litik (E6), *matrix sand* (I2), k-feldspar (H3), kalsit (C4), kuarsa (L4), mineral opak (I9) dan biotit (F10).

3. Penyebaran dan Ketebalan

Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh menempati sekitar 3% dari luas daerah penelitian. Satuan ini pada peta geologi diberi simbol warna kuning. Berdasarkan penampang geologi satuan batuan ini di daerah penelitian memiliki ketebalan ± 139 meter, ketebalan diukur pada penampang geologi yang relatif tegak lurus *strike* yaitu sayatan B-B'.

4. Umur dan Lingkungan Pengendapan

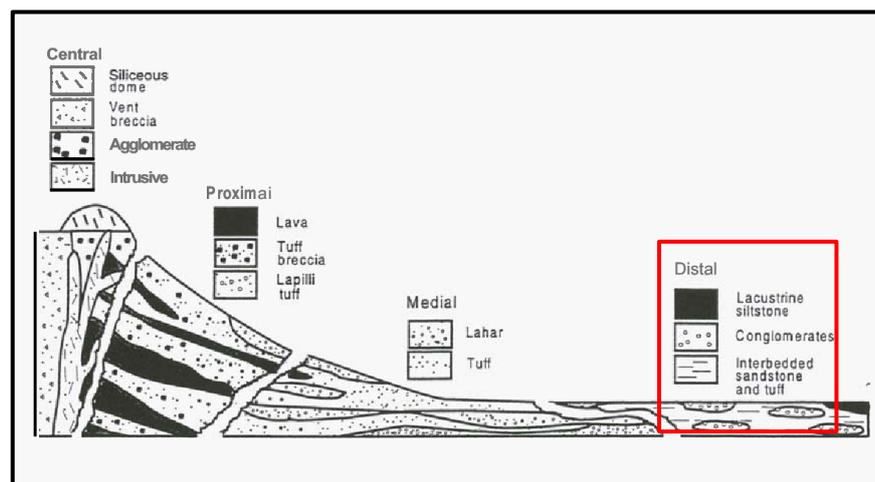
Umur dan lingkungan batimetri daerah penelitian disimpulkan berdasarkan analisis fosil foraminifera planktonik dan bentonik yang ditemukan pada sampel batuan LP MS.

Mikrofosil planktonik yang ditemukan yaitu *Globigerinoides quadrilobatus* (N4-N23), *Praeorbulina curva* (N8), *Globigerinoides venezuelana* (N3-N12), *Globigerinoides sacculifer* (N6-N23), *Globigerina fakonensis* (N7-N23), *Globigerinoides subquadratus* (N5-N13), *Globorotalia siakensis* (N2-N15), *Globorotalia mayeri* (N9-N13), *Orbulina universa* (N9-N23), *Globigerinoides obliquus* (N6-N22), *Globorotalia bermudezi* (N8-N10), *Globigerinoides trilobus* (N6-N23). Dari hasil analisis mikrofosil planktonik, didapatkan kisaran umur satuan ini pada Kala Miosen Awal (N8).

Lingkungan batimetri ditentukan berdasarkan analisis mikrofosil bentonik. Mikrofosil bentonik yang ditemukan yaitu *Tubinella funalis* yang memiliki lingkungan

hidup pada kedalaman 91,5-274,5 m, *Hyperammina cylendrica* (109,8-118,95 m), *Orthomorphina challengriana* (236,07 m), *Caltrops Csponge spicules*, *Nonion depressulum* (10,98 m), *Orthomorphina challengriana* (236,07 m), *Cibicides praecinctus* (67,71 m), *Anomalina colligera* (67,71 m). Dari hasil analisis ini, disimpulkan bahwa pembentukan batuan terjadi pada lingkungan neritik tengah - batial tepi (67,71-236,07 m) (Barker, 1960).

Berdasarkan interpretasi fasies gunungapi menurut Bogie dan Mackenzie (1998), satuan ini diendapkan pada fasies distal (Gambar 4.29).



Gambar 4.29 Interpretasi fasies gunungapi pada Satuan batupasir tuffan karbonatan Dukuh (Bogie dan Mackenzie, 1998).

5. Hubungan Stratigrafi

Berdasarkan analisis peta geologi dan penampang geologi diperoleh hubungan stratigrafi antara Satuan batupasir tuffan karbonatan Dukuh dan Satuan breksi vulkanik Kaligesing adalah selaras, karena adanya beda fasies, waktu pengendapan yang hampir sama dan tidak di temukan adanya perulangan karena pada bukti yang didapat menunjukkan Satuan batupasir tuffan karbonatan Dukuh berada di atas Satuan breksi vulkanik Kaligesing.

4.3.6. Satuan Batugamping Jonggrangan

1. Ciri Litologi

Satuan ini terdiri batugamping terumbu dan batugamping klastik, pemerian lapangan yaitu:

- Batugamping terumbu, krem (segar), hitam (lapuk), fossiliferous, amorf, kalsit, *mud carbonat*, skeletal, *boundstone* (Dunham, 1962).
- Batugamping klastik, krem (segar), abu-abu gelap (lapuk), ukuran butir < 0,1-2 mm, didukung oleh matriks. Disusun oleh *mud carbonate* (80%), kalsit (12%), dan skeletal (8%), *mudstone* (Dunham, 1962).



Gambar 4.30 (a) Singkapan batugamping terumbu pada lokasi pengamatan 199 dengan azimuth foto N211°E (b) kenampakan jarak dekat batugamping terumbu.

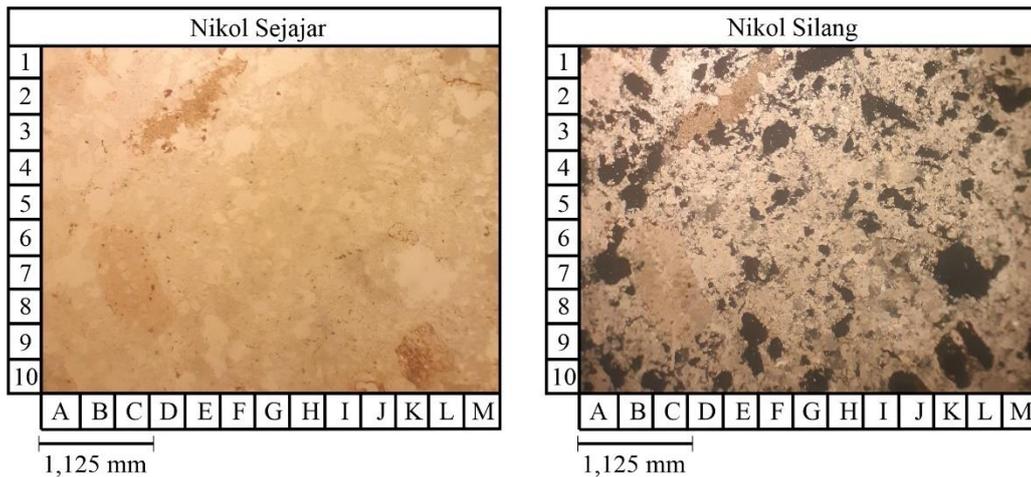


Gambar 4.31 (a) Singkapan batugamping klastik pada lokasi pengamatan 193 dengan azimuth foto N043°E (b) kenampakan jarak dekat batugamping klastik.

2. Pemerian Petrografi

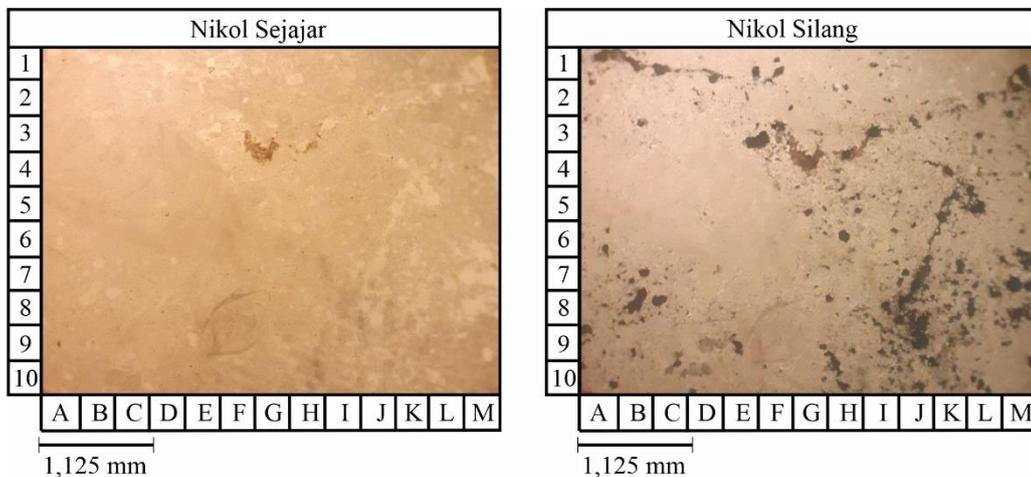
Pengamatan petrografis dari sayatan litologi batugamping di lokasi pengamatan 199 dan 193 menunjukkan, sayatan tipis batuan sebagai berikut:

- Sayatan tipis *boundstone*, krem, fossiliferous, amorf, kalsit (57%), *mud carbonat* (28%), skeletal (15%), *boundstone* (Dunham, 1962).



Gambar 4.32 Sayatan petrografi LP 199, litologi berupa boundstone (Dunham, 1962).

- Sayatan tipis *mudstone*, krem, tekstur: klastik, ukuran butir < 0,1-2 mm, didukung oleh matriks. Disusun oleh *mud carbonate* (80%), kalsit (12%), dan skeletal (8%), *mudstone* (Dunham, 1962).



Gambar 4.33 Sayatan petrografi LP 193, litologi berupa mudstone (Dunham, 1962).

3. Penyebaran dan Ketebalan

Satuan batugamping Jonggrangan menempati sekitar 10% dari luas daerah penelitian. Satuan ini pada peta geologi diberi simbol warna biru muda. Berdasarkan penampang geologi satuan batuan ini di daerah penelitian memiliki ketebalan ± 125 meter, ketebalan diukur pada penampang geologi yang relatif tegak lurus *strike* yaitu sayatan B-B'.

4. Umur dan Lingkungan Pengendapan

Umur dan lingkungan batimetri daerah penelitian disimpulkan berdasarkan analisis fosil foraminifera planktonik dan bentonik yang ditemukan pada sampel batuan LP 199, 203 dan 210.

Mikrofosil planktonik yang ditemukan yaitu *Globigerinoides immaturus* (N14-N23), *Globigerina venezuelana* (N3-N19), *Globorotalia gigantea* (N7-N15), *Globigerina druryi* (N10-N14), *Orbulina bilobata* (N9-N23), *Orbulina universa* (N9-N23), *Orbulina suturalis* (N9-N23), *Globorotalia para linguaensis* (N15-N16). Dari hasil analisis mikrofosil planktonik, didapatkan kisaran umur satuan ini pada Kala Miosen Tengah-Miosen Akhir (N14-N16).

Lingkungan batimetri ditentukan berdasarkan analisis mikrofosil bentonik. Mikrofosil bentonik yang ditemukan yaitu *Quinqueloculina venusta* yang memiliki lingkungan hidup pada kedalaman 27,45-36,6 m, *Oolina globosa* (69,54-73,2 m), *Elphidium crispum* (12,81-14,64 m), *Nonionella turgida* (67,71 m), *Quinqueloculina seminulum* (82,35 -109,8 m), *Amphistegina gibbosa* (20,13 m), *Tubinella funalis* (36,6-109,8 m). Dari hasil analisis ini, disimpulkan bahwa pembentukan batuan terjadi pada lingkungan neritik luar-neritik tengah (109,8-73,2 m) (Barker, 1960).

5. Hubungan Stratigrafi

Berdasarkan analisis peta geologi dan penampang geologi diperoleh hubungan stratigrafi Satuan batugamping Jonggrangan tidak selaras terhadap Satuan breksi vulkanik Kaligesing (*disconformity*) dan Satuan lava andesit Kaligesing (*non-conformity*).

4.3.7. Endapan Alluvial

Endapan Alluvial ini memiliki ciri fisik berupa material lepas dengan ukuran pasir hingga brangkal hasil pelapukan batuan yang berada di sekitarnya dan tertransportasi oleh sungai. Endapan ini tersusun atas komponen material breksi vulkanik dan lava andesit. Satuan endapan alluvial tersebar kurang dari 1% dari daerah telitian. Terletak pada bagian Timur daerah telitian yang berada di Sungai. Umur endapan alluvial mengacu pada umur regional, maka satuan endapan alluvial ini

terendapkan pada Kala Holosen, endapan ini merupakan satuan yang termuda pada daerah telitian.



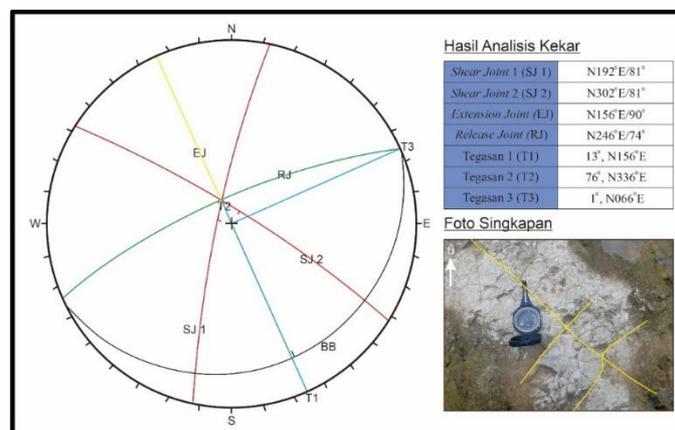
Gambar 4.34 Endapan alluvial di daerah penelitian

4.4. Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi pada daerah penelitian terdiri atas kekar berpasangan dan sesar. Pada daerah penelitian teramati kekar gerus berpasangan dan sesar di lima lokasi pengamatan. Struktur geologi menjadi salah satu faktor utama dalam terbentuknya morfologi saat ini di daerah penelitian. Terdapat kekar gerus berpasangan dan delapan sesar yang berhasil penulis ukur dan analisa.

4.4.1. Struktur Kekar

Pengambilan data kekar di lapangan bertujuan untuk mengetahui arah umum kekar serta arah tegasan pembentuk kekar tersebut. Data kekar diperoleh berdasarkan pengukuran kekar gerus pada lokasi pengamatan 1, MS dan 26. Hasil analisis kekar dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.35 Analisa Kekar Gerus pada lokasi pengamatan 1, 26 dan MS.

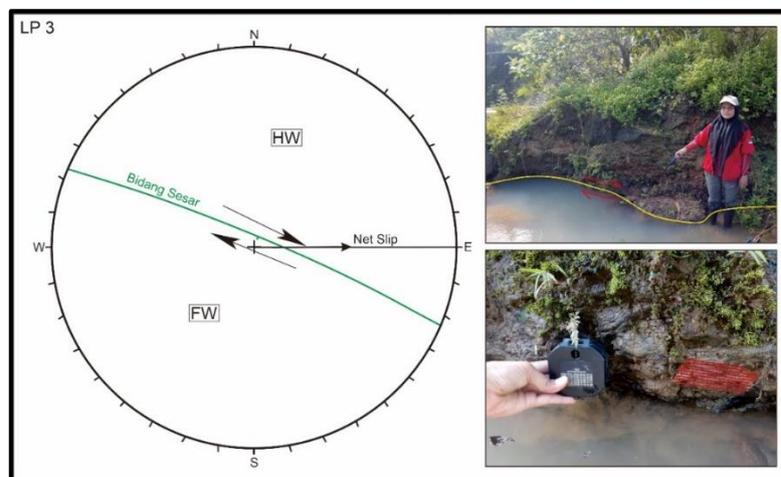
4.4.2. Struktur Sesar

Struktur sesar pada daerah penelitian ditunjukkan dengan adanya pergeseran yang cukup berarti pada batuan. Gejala atau indikasi terdapatnya pensesaran yang teramati di lapangan pada umumnya berupa bidang sesar, gores-garis, stepping. Selain data pengukuran di lapangan, penulis juga melakukan interpretasi struktur geologi yaitu pembelokan sungai, dan studi pustaka. Data-data pengukuran lapangan yang didapat pada daerah penelitian kemudian dilakukan analisis dengan metode stereografis untuk mendapatkan netslip, arah pergerakan dan dilakukan penamaan sesar dengan menggunakan klasifikasi Rickard, 1972.

Penamaan dari struktur geologi pada daerah telitian berdasarkan nama desa dimana struktur geologi tersebut dijumpai. Pada daerah telitian dijumpai adanya delapan sesar, yaitu Sesar Pendoworejo 1, Sesar Pendoworejo 2, Sesar Giripurwo 1, Sesar Giripurwo 2, Sesar Giripurwo 3, Sesar Giripurwo 4, Sesar Giripurwo 5, Sesar Giripurwo 6.

1. Sesar Pendoworejo 1

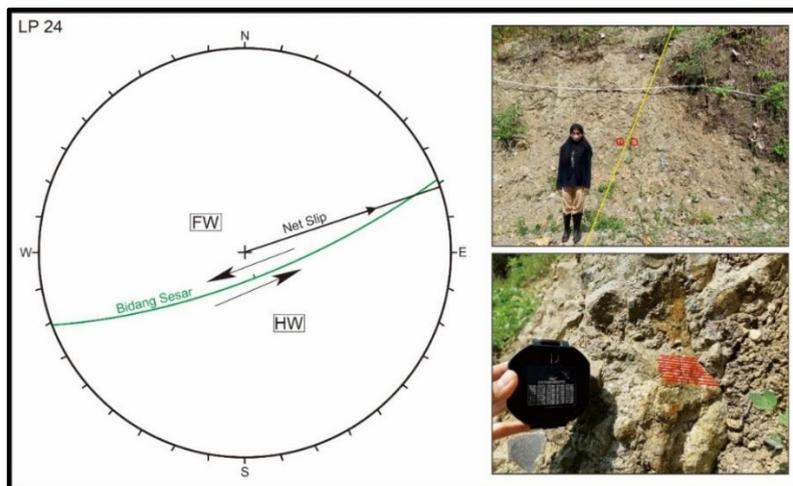
Sesar Pendoworejo 1 berada pada lokasi pengamatan 3 (LP 3). Penamaan sesar Pendoworejo 1 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar dan gores garis. Hasil analisis pada LP 3 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N293^{\circ}E/83^{\circ}$, netslip 5° ; $N270^{\circ}E$, dan rake 8° , nama sesarnya adalah *Right Slip Fault* / Sesar Mendatar Kanan, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.36).



Gambar 4.36 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Pendoworejo 1 pada LP 3.

2. Sesar Pendoworejo 2

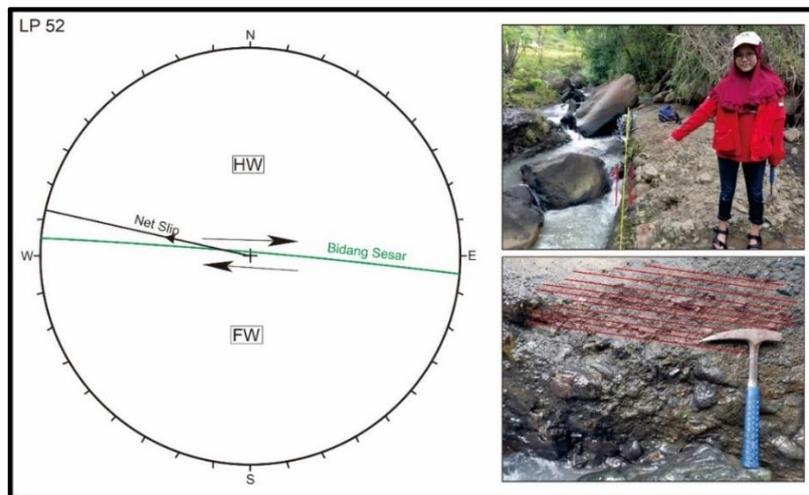
Sesar Pendoworejo 2 berada pada lokasi pengamatan 24 (LP 24). Penamaan sesar Pendoworejo 2 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar, gores garis dan *stepping* pada bidang sesarnya. Hasil analisis pada LP 24 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N069^{\circ}E/75^{\circ}$, netslip 9° ; $N071^{\circ}E$, dan rake 6° , nama sesarnya adalah *Left Slip Fault* / Sesar Mendatar Kiri, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.37).



Gambar 4.37 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Pendoworejo 2 pada LP 24.

3. Sesar Giripurwo 1

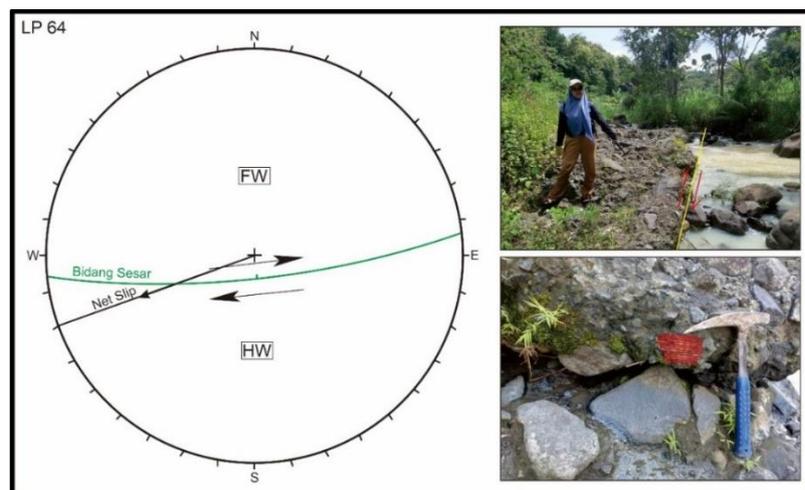
Sesar Giripurwo 1 berada pada lokasi pengamatan 52 (LP 52). Penamaan sesar Giripurwo 1 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar dan gores garis. Hasil analisis pada LP 52 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N275^{\circ}E/88^{\circ}$, netslip 10° ; $N283^{\circ}E$, dan rake 8° , nama sesarnya adalah *Right Slip Fault* / Sesar Mendatar Kanan, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.38).



Gambar 4.38 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 1 pada LP 52.

4. Sesar Giripurwo 2

Sesar Giripurwo 2 berada pada lokasi pengamatan 64 (LP 64). Penamaan sesar Giripurwo 2 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar dan gores garis. Hasil analisis pada LP 64 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N084^{\circ}E/77^{\circ}$, netslip 5° ; $N070^{\circ}E$, dan rake 6° , nama sesarnya adalah *Right Slip Fault* / Sesar Mendatar Kanan, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.39).

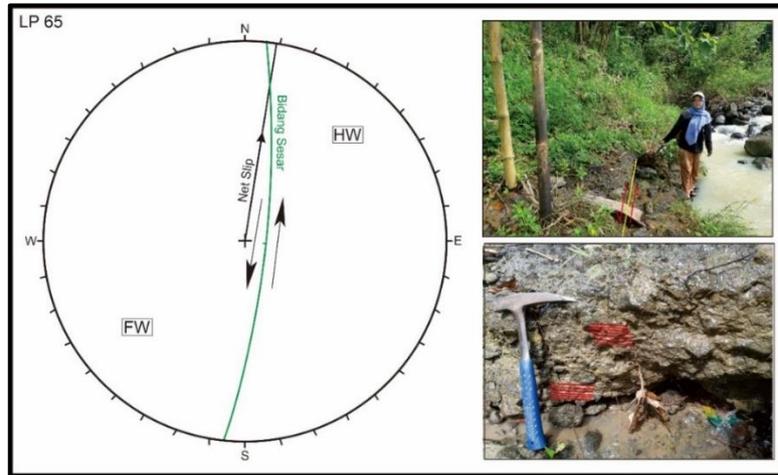


Gambar 4.39 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 2 pada LP 64.

5. Sesar Giripurwo 3

Sesar Giripurwo 3 berada pada lokasi pengamatan 65 (LP 65). Penamaan sesar Giripurwo 3 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan.

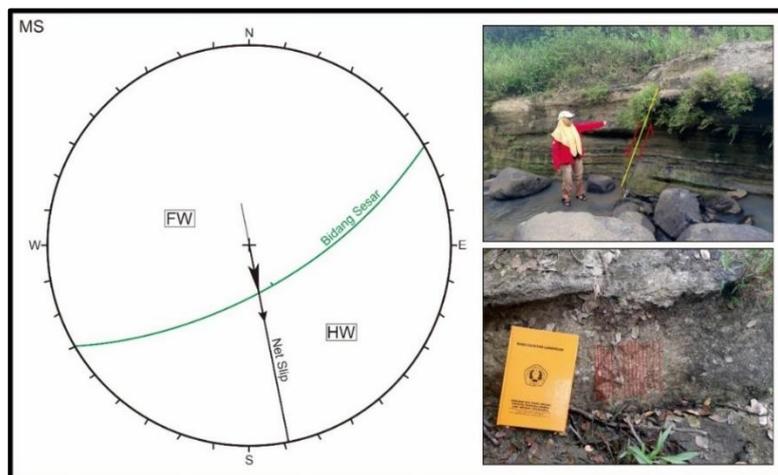
Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar dan gores garis. Hasil analisis pada LP 65 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N006^{\circ}E/78^{\circ}$, netslip 6° ; $N009^{\circ}E$, dan rake 3° , nama sesarnya adalah *Left Slip Fault* / Sesar Mendatar Kiri, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.40).



Gambar 4.40 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 3 pada LP 65.

6. Sesar Giripurwo 4

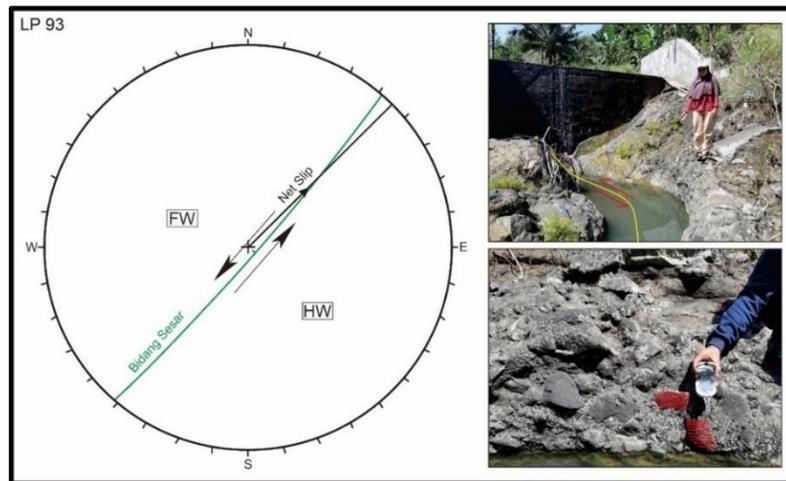
Sesar Giripurwo 4 berada pada lokasi pengamatan MS (LP MS). Penamaan sesar Giripurwo 4 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar dan gores garis. Hasil analisis pada LP MS dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N060^{\circ}E/64^{\circ}$, netslip 61° ; $N169^{\circ}E$, dan rake 88° , nama sesarnya adalah *Normal Slip Fault* / Sesar Turun, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.41).



Gambar 4.41 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 4 pada MS.

7. Sesar Giripurwo 5

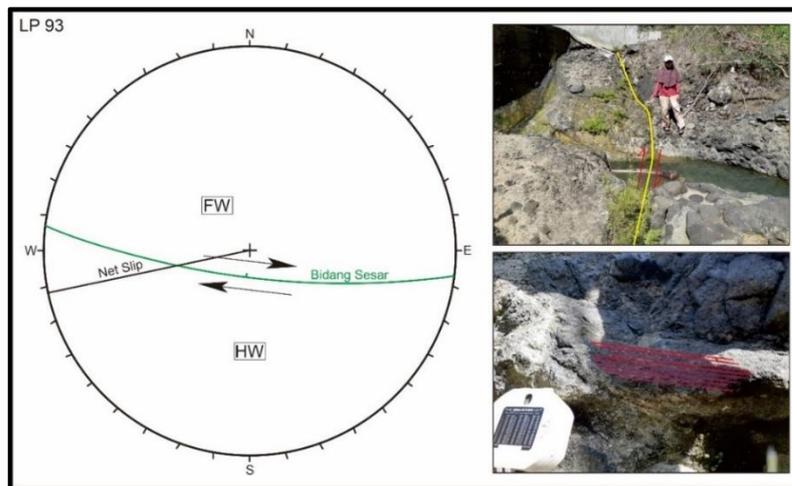
Sesar Giripurwo 5 berada pada lokasi pengamatan 93 (LP 93). Penamaan sesar Giripurwo 5 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar dan gores garis. Hasil analisis pada LP 93 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N041^{\circ}E/85^{\circ}$, netslip 5° ; $N045^{\circ}E$, dan rake 5° , nama sesarnya adalah *Left Slip Fault* / Sesar Mendatar Kiri, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.42).



Gambar 4.42 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 5 pada LP 93.

8. Sesar Giripurwo 6

Sesar Giripurwo 6 berada pada lokasi pengamatan 93 (LP 93). Penamaan sesar Giripurwo 6 diambil dari nama daerah disekitar singkapan sesar tersebut ditemukan. Data sesar yang didapatkan berupa bidang sesar, gores garis dan *stepping* pada bidang sesarnya. Hasil analisis pada LP 93 dengan stereonet didapatkan bidang sesar $N097^{\circ}E/75^{\circ}$, netslip 8° ; $N078^{\circ}E$, dan rake 7° , nama sesarnya adalah *Right Slip Fault* / Sesar Mendatar Kanan, menurut Rickard (1972) (Gambar 4.43).



Gambar 4.43 Analisa Stereografis dan Kenampakan Singkapan Sesar Giripurwo 6 pada LP 93.

4.5. Potensi Geologi Daerah Penelitian

Potensi geologi adalah suatu peristiwa geologi yang berkemungkinan akan terjadi pada suatu daerah, yang dapat memberikan manfaat atau merugikan bagi manusia. Potensi geologi yang dapat memberikan manfaat atau menguntungkan bagi manusia disebut sebagai potensi positif, sedangkan potensi geologi yang merugikan bagi manusia disebut potensi negatif. Berikut potensi geologi yang ada pada daerah penelitian.

4.5.1. Potensi Geologi Positif

1. Geowisata

Potensi geowisata pada daerah penelitian berupa pemandangan bentang alam berupa perbukitan dan lembah yang dapat dilihat dari daerah tinggian seperti di Desa Giripurwo dan sekitarnya. Pemandangan tersebut terlihat indah apabila berkunjung dalam keadaan cuaca yang cerah. Selain itu di daerah rendahan juga terdapat potensi geowisata dengan memanfaatkan sungai yang dialiri air cukup deras ditambah dengan singkapan batuan membuat pemandangan yang indah dan dapat juga dijadikan tempat wisata berupa pemandian. Selain wisata manfaat yang dapat diambil adalah dapat meningkatkan wawasan dan pemahaman tentang proses fenomena fisik alam. Kondisi sarana dan prasarana seperti jalan sudah cukup mendukung dikarenakan terletak di dekat jalan utama. Namun demikian akses jalan yang relatif curam menjadi tantangan tersendiri bagi wisatawan.



Gambar 4.44 (a) Pemandangan bentang alam berupa perbukitan dan lembah yang dapat dilihat dari daerah tinggian seperti di Desa Giripurwo dan sekitarnya (b) Pemandangan yang indah dan dapat juga dijadikan tempat wisata berupa pemandian.

2. Air Tanah

Air adalah sumber kehidupan bagi makhluk hidup, tidak terkecuali bagi manusia. Air sangat dibutuhkan oleh manusia bahkan sejak manusia purba hidup dimana mereka bertempat tinggal di sekitar sungai sebagai sumber air. Daerah penelitian memiliki banyak sungai-sungai yang selalu dialiri air dan morfologi perbukitan struktural serta curah hujan sedang, membuat daerah penelitian memiliki potensi air tanah cukup baik. Ditemukan beberapa mata air di lokasi penelitian yang salah satunya berada di Desa Sidomulyo yang dimanfaatkan beberapa masyarakat untuk keperluan sehari-hari.



Gambar 4.45 Potensi air tanah di Desa Sidomulyo.

3. Bahan Galian Golongan C

Potensi bahan galian golongan C yang terdapat di daerah penelitian yaitu andesit yang digunakan sebagai material bangunan. Keterdapatannya yang melimpah di Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulonprogo menjadi daya tarik ekonomi bagi warga lokal sekitar. Potensi ini sudah mulai dimanfaatkan dengan baik oleh warga lokal sekitar dengan membuka lahan pertambangan andesit dengan nama perusahaan CV. Muncul Karya.



Gambar 4.46 Potensi bahan galian C.

4. Pertanian

Potensi pertanian pada Desa Giripurwo dan sekitarnya ini lumayan baik dilihat dari warga yang umumnya memiliki mata pencaharian sebagai petani, baik itu berkebun maupun kegiatan bercocok tanam lainnya seperti bersawah, kebun tebu dan lainnya. Di daerah tersebut memiliki curah hujan yang relatif sedang menyebabkan adanya terjadi pelapukan, sehingga menimbulkan tanah yang subur untuk bercocok tanam bagi masyarakat.

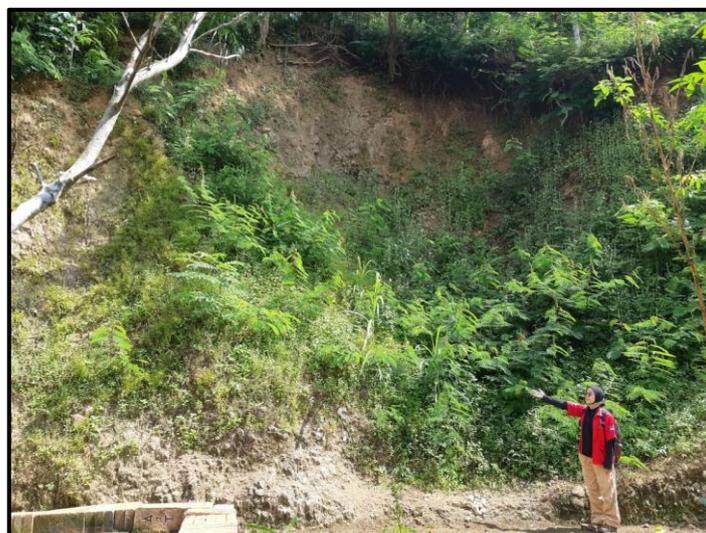


Gambar 4.47 Pertanian pada pelapukan batuan.

4.5.2. Potensi Geologi Negatif

1. Tanah Longsor

Potensi negatif yang teramati di Desa Giripurwo dan sekitarnya adalah tanah longsor. Tanah longsor pada daerah penelitian cukup intensif dilihat dari titik longsor yang ditemukan di lapangan mencapai 28 titik longsor. Daerah penelitian berada pada elevasi yang relatif tinggi dengan topografi yang relatif curam serta curah hujan yang relatif sedang menyebabkan tingginya intensitas pelapukan dan erosi. Sehingga banyak dijumpai soil-soil yang tebal pada daerah tinggian. Hal ini menjadikan daerah penelitian merupakan daerah yang sering terjadi tanah longsor.



Gambar 4.48 Gerakan massa berada di Desa Giripurwo.

4.6. Sejarah Geologi Daerah Penelitian

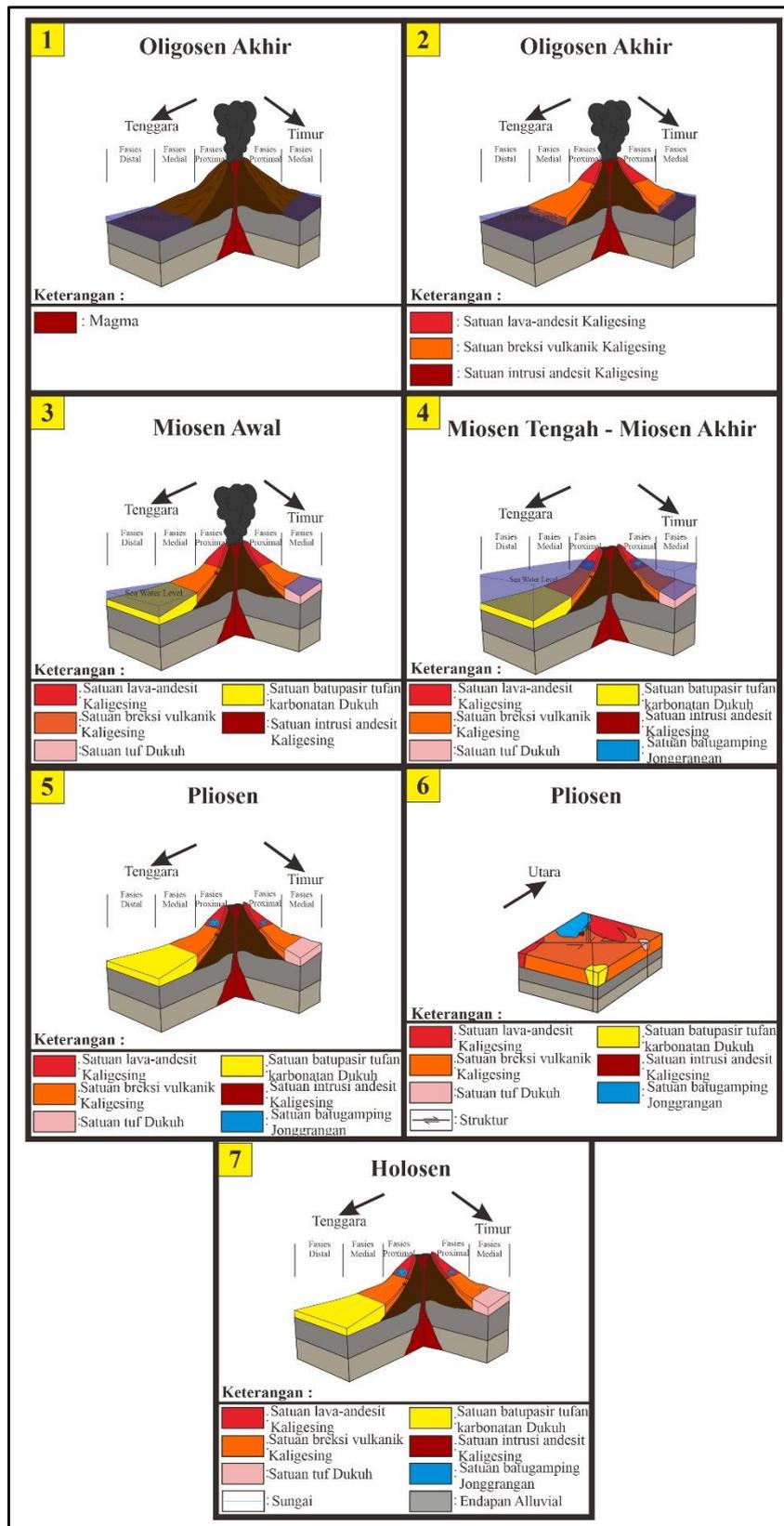
Sejarah geologi adalah suatu rentenan fenomena geologi yang terjadi sejak proses awal pembentukan batuan sampai kondisi saat ini dalam konteks terhadap aspek ruang dan waktu. Dalam penentuan sejarah geologi dibutuhkan adanya suatu pengintegrasian dari semua data lapangan, analisa laboratorium, analisis serta hipotesis khusus mengenai geologi daerah penelitian.

Pada kala Oligosen Akhir (29.63 ± 2.26) daerah penelitian merupakan gunungapi yang berada di laut, dimana sebagian tubuh gunungapi terendam air laut dan sebagian lagi merupakan daratan. Pada kala Oligosen Akhir inilah dimulai terjadinya aktivitas vulkanisme. Aktivitas vulkanisme mengeluarkan material berupa lava dan aliran piroklastik yang membentuk litologi berupa andesit dan breksi vulkanik. Aktivitas ini mengakibatkan terbentuknya Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing. Setelah terbentuk, Satuan breksi vulkanik Kaligesing dan Satuan lava andesit Kaligesing di terobos oleh Satuan intrusi andesit Kaligesing. Fase ini terbentuklah Formasi Kaligesing yang terdiri dari Satuan lava andesit Kaligesing yang terendapkan pada lingkungan darat dan secara fasies gunungapi berada pada fasies proximal, Satuan breksi vulkanik Kaligesing yang terendapkan pada lingkungan darat dan secara fasies gunungapi berada pada fasies proximal-medial dan Satuan intrusi andesit Kaligesing. Fase ini berlangsung hingga Miosen Awal (22.64 ± 1.16 juta tahun yang lalu). Penentuan umur ini berdasarkan penanggalan radiometri K-Ar oleh Soeria Atmadja, dkk. (1994).

Pada Miosen Awal (N4-N8) terjadi kenaikan air laut dan aktivitas vulkanisme masih berlangsung. Sehingga Satuan tuf Dukuh terendapkan di laut dangkal dan secara fasies gunungapi berada pada fasies medial. Kemudian terbentuk Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh. Satuan ini terendapkan pada lingkungan laut dangkal dan secara fasies gunungapi berada pada fasies distal. Pada fase ini terbentuklah Formasi Dukuh yang terdiri dari Satuan tuf Dukuh dan Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh. Dan pada kala Miosen Awal juga terjadi aktivitas eksogen yang menyebabkan erosi pada Satuan breksi vulkanik Kaligesing sehingga Satuan intrusi andesit Kaligesing tersingkap.

Pada kala Miosen Tengah (N9-N13) aktivitas vulkanisme berhenti, kemudian pada kala Miosen Tengah (N14) mulai terjadinya peningkatan kenaikan air laut selama Miosen Akhir (N15-N16) yang menyebabkan daerah gunungapi tergenang sampai fasies proximal sehingga menyebabkan bertumbuhnya *reef* atau kumpulan terumbu karang. Pada kala inilah terbentuk Satuan batugamping Jonggrangan yang diendapkan secara tidak selaras diatas Formasi Kaligesing.

Kala Plistosen terjadi kegiatan tektonik berupa pengangkatan, turunnya muka air laut dan pensesaran di beberapa tempat sehingga menghasilkan kekar dan sesar dengan arah tegasan utama yaitu utara-selatan. Daerah telitian menjadi daratan sampai Kala Holosen, kemudian proses eksogen mulai bekerja, seperti pelapukan, erosi dan sedimentasi yang berlangsung hingga saat ini dan membentuk Endapan Alluvial.



Gambar 4.49 Sejarah geologi daerah penelitian.

BAB 5

ZONASI RAWAN BENCANA TANAH LONGSOR DAN ANALISIS KESTABILAN LERENG

Zonasi rawan bencana tanah longsor, dalam pelaksanaannya menggunakan banyak parameter yang dipersyaratkan di dalam RSNI untuk metode deterministik. Parameter tersebut merupakan justifikasi terhadap ketersediaan data secara spasial.

Dalam Penelitian ini, pada Daerah Giripurwo dan sekitarnya digunakan tujuh parameter, yang merupakan modifikasi dari parameter yang diberikan oleh RBI BNPB tahun 2016, yaitu kelereng, ketebalan tanah, *buffer* struktur, zona keterdapatan gerakan tanah, curah hujan, tata guna lahan, dan jenis batuan. Penilaian dan pembobotan dari tiap parameter mengikuti RBI BNPB tahun 2016 dan beberapa jurnal yang penulis modifikasi. Setelah dilakukannya zonasi, maka dilakukan pengklasifikasian daerah zonasi berdasarkan Permen PU No.22 Tahun 2007. Terakhir dilakukan analisis lereng guna mengetahui keadaan lapangan dan faktor keamanan.

5.1. Hasil Pemetaan Geoteknik

Pemetaan Geoteknik dilakukan pada daerah penelitian untuk memetakan lokasi-lokasi yang memiliki potensi gerakan tanah (rawan longsor). Pada penelitian ini, penulis melakukan 5 analisis faktor keamanan lereng yang terdiri dari lima lereng tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan di wilayah yang dekat dengan pemukiman, tempat-tempat umum dan jalan yang menghubungkan antar desa. Setelah didapatkan nilai FK dari tiap lereng, penulis kemudian melakukan penyesuaian klasifikasi Faktor Keamanan menurut Bowles (1989).

5.1.1. Lokasi Pengamatan Lereng 1 (T1)

Pada lokasi pengamatan lereng 1 (T1) dilakukan pengambilan sampel tanah, pengukuran geometri lereng dan pengamatan tipe longsor. Dari analisis laboratorium geoteknik metode *Mohr Coloumb* didapatkan hasil berupa sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah sebagai berikut (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 1 (T1)

Letak Administratif	Desa Giripurwo	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik	
Letak Geografis	x: 406840	Lebar	12,2 m	Densitas	13,7292 kN/m ³
	y: 9142660	Tinggi	9,45 m	Kadar Air	25,56%
Jenis Longsoran	Tidak Ada	Sisi Miring	13,6 m	Kohesi	33,34 kN/m ²
Arah Longsoran	Tidak Ada	Slope	44 ^o	Sudut Geser Dalam	21,95 ^o

5.1.2. Lokasi Pengamatan Lereng 2 (T2)

Pada lokasi pengamatan lereng 2 (T2) dilakukan pengambilan sampel tanah, pengukuran geometri lereng dan pengamatan tipe longsoran. Dari analisis laboratorium geoteknik metode *Mohr Coloumb* didapatkan hasil berupa sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah sebagai berikut (Tabel 5.2).

Tabel 5.2 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 2 (T2)

Letak Administratif	Desa Giripurwo	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik	
Letak Geografis	x: 409208	Lebar	4,9 m	Densitas	11,3756 kN/m ³
	y: 9140702	Tinggi	4,7 m	Kadar Air	24,62%
Jenis Longsoran	<i>Earth Rotational Slide</i>	Sisi Miring	5,31 m	Kohesi	19,6 kN/m ²
Arah Longsoran	N245 ^o E	Slope	62 ^o	Sudut Geser Dalam	21,19 ^o

5.1.3. Lokasi Pengamatan Lereng 3 (T3)

Pada lokasi pengamatan lereng 3 (T3) dilakukan pengambilan sampel tanah, pengukuran geometri lereng dan pengamatan tipe longsoran. Dari analisis laboratorium geoteknik metode *Mohr Coloumb* didapatkan hasil berupa sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah sebagai berikut (Tabel 5.3).

Tabel 5.3 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 3 (T3)

Letak Administratif	Desa Giripurwo	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik	
Letak Geografis	x: 407803	Lebar	2,93 m	Densitas	16,2790 kN/m ³
	y: 9140580	Tinggi	4,64 m	Kadar Air	48,07%
Jenis Longsoran	<i>Earth Rotational Slide</i>	Sisi Miring	4,9 m	Kohesi	15,7 kN/m ²
Arah Longsoran	N002 ^o E	Slope	71 ^o	Sudut Geser Dalam	23,76 ^o

5.1.4. Lokasi Pengamatan Lereng 4 (T4)

Pada lokasi pengamatan lereng 4 dilakukan pengambilan sampel tanah, pengukuran geometri lereng dan pengamatan tipe longsoran. Dari analisis laboratorium geoteknik metode *Mohr Coloumb* didapatkan hasil berupa sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah sebagai berikut (Tabel 5.4).

Tabel 5.4 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 4 (T4)

Letak Administratif	Desa Sidomulyo	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik	
Letak Geografis	x: 405386	Lebar	8,5 m	Densitas	15,8867 kN/m ³
	y: 9141125	Tinggi	10,39 m	Kadar Air	34,08%
Jenis Longsoran	<i>Earth Rotational Slide</i>	Sisi Miring	11,46 m	Kohesi	29,42 kN/m ²
Arah Longsoran	N296 ^o E	Slope	65 ^o	Sudut Geser Dalam	19,49 ^o

5.1.5. Lokasi Pengamatan Lereng 5 (T5)

Pada lokasi pengamatan lereng 5 dilakukan pengambilan sampel tanah, pengukuran geometri lereng dan pengamatan tipe longsoran. Dari analisis laboratorium geoteknik metode *Mohr Coloumb* didapatkan hasil berupa sifat fisik tanah dan sifat mekanik tanah sebagai berikut (Tabel 5.5).

Tabel 5.5 Data pemetaan geoteknik dan hasil analisis laboratorium pada lokasi pengamatan lereng 5 (T5)

Letak Administratif	Desa Giripurwo	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik	
Letak Geografis	x: 407874	Lebar	5,4 m	Densitas	13,0428 kN/m ³
	y: 9144071	Tinggi	9,1 m	Kadar Air	22,97%
Jenis Longsoran	<i>Earth Rotational Slide</i>	Sisi Miring	9,7 m	Kohesi	36,28 kN/m ²
Arah Longsoran	N003 ^o E	Slope	70 ^o	Sudut Geser Dalam	20,31 ^o

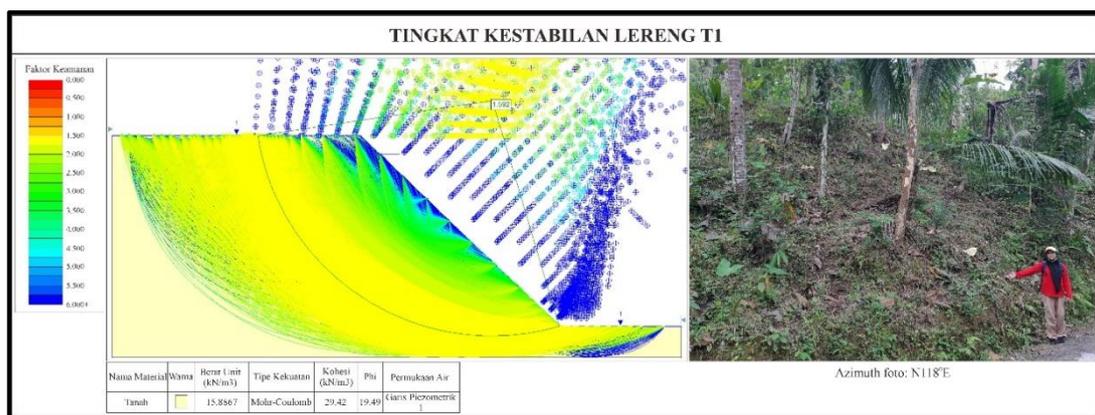
5.2. Kestabilan Lereng Lokasi Penelitian

Nilai faktor keamanan (FK) didapatkan pada analisis kestabilan lereng pada lokasi penelitian yang diambil sampel geotekniknya. Metode yang digunakan dalam analisis adalah metode Bishop yang menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal. Parameter yang digunakan dalam analisis faktor keamanan lereng (FK) yaitu:

- a. Geometri lereng meliputi tinggi, sisi miring, lebar, *slope*
 - b. Sifat Fisik dan Mekanik meliputi densitas, kadar air, kohesi, sudut geser dalam
- Dalam melakukan analisis kestabilan lereng, penulis menggunakan perangkat lunak *Slide* untuk mempermudah dalam pengolahan data parameter mekanika tanah.

5.2.1. Analisis Kestabilan Lereng 1 (T1)

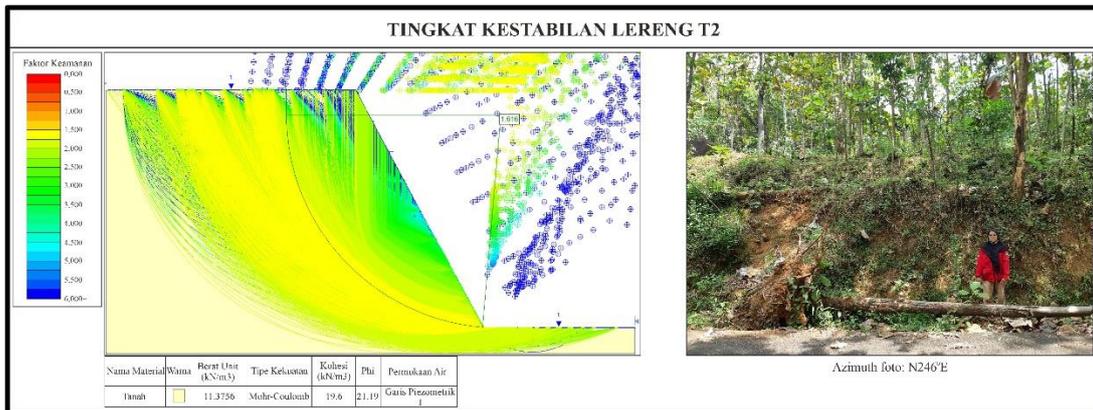
Analisis kestabilan lereng 1 (T1) dilakukan pada lereng alami di Desa Giripurwo dengan nilai densitas $13,7292 \text{ kN/m}^3$, kohesi $33,34 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam $21,95^\circ$ dengan kemiringan lereng 44° didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,592, sehingga lereng dikatakan sebagai lereng stabil (Bowles, 1991) (Gambar 5.1).



Gambar 5.1 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 1 (T1)

5.2.2. Analisis Kestabilan Lereng 2 (T2)

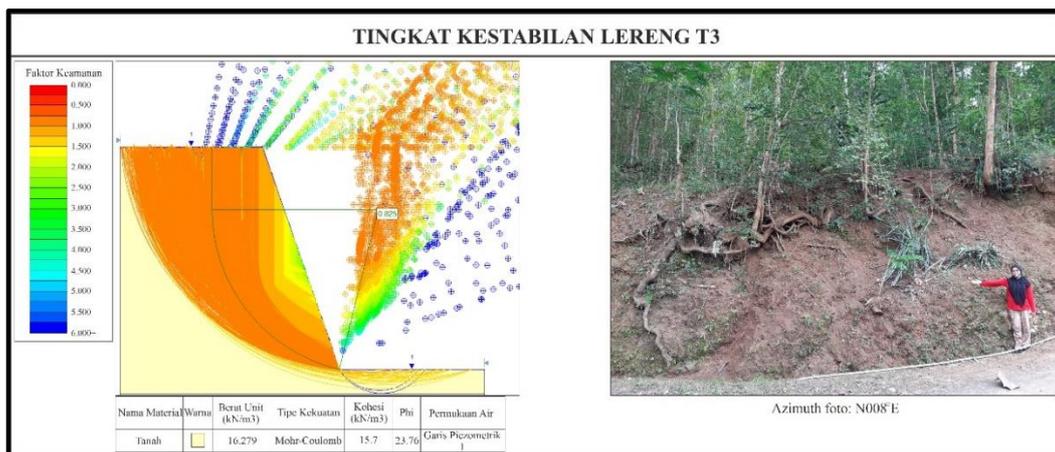
Analisis kestabilan lereng 2 (T2) dilakukan dengan pengambilan sampel pada lereng yang sebelah lerengnya telah mengalami gerakan tanah, lokasi berada di Desa Giripurwo dengan nilai densitas $11,3756 \text{ kN/m}^3$, kohesi $19,6 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam $21,19^\circ$ dengan kemiringan lereng 62° didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,616, sehingga lereng dikatakan sebagai lereng stabil (Bowles, 1991) (Gambar 5.2).



Gambar 5.2 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 2 (T2)

5.2.3. Analisis Kestabilan Lereng 3 (T3)

Analisis kestabilan lereng 3 (T3) dilakukan dengan pengambilan sampel pada lereng yang sebelah lerengnya telah mengalami gerakan tanah, lokasi berada di Desa Giripurwo dengan nilai densitas $16,2790 \text{ kN/m}^3$, kohesi $15,7 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam $23,76^\circ$ dengan kemiringan lereng 71° didapatkan nilai faktor keamanan sebesar $0,825$, sehingga lereng dikatakan sebagai lereng labil (Bowles, 1991) (Gambar 5.3).

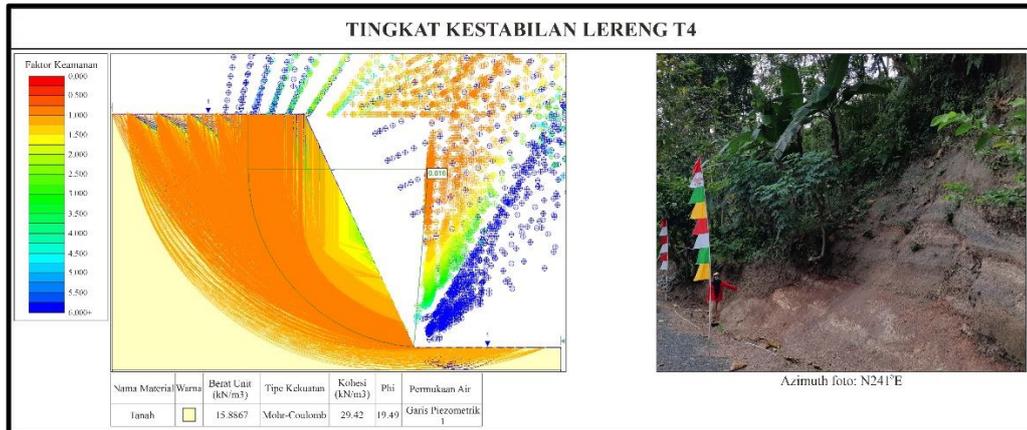


Gambar 5.3 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 3 (T3)

5.2.4. Analisis Kestabilan Lereng 4 (T4)

Analisis kestabilan lereng 4 (T4) dilakukan dengan pengambilan sampel pada lereng yang sebelah lerengnya telah mengalami gerakan tanah, lokasi berada di Desa Sidomulyo dengan nilai densitas $15,8867 \text{ kN/m}^3$, kohesi $29,42 \text{ kN/m}^2$, sudut geser

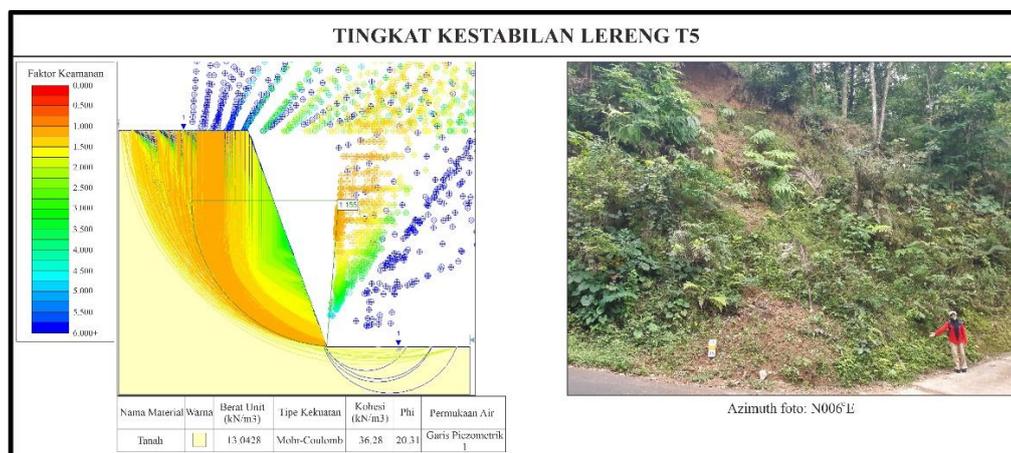
dalam $19,49^\circ$ dengan kemiringan lereng 65° didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 0,816, sehingga lereng dikatakan sebagai lereng labil (Bowles, 1991) (Gambar 5.4).



Gambar 5.4 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 4 (T4)

5.2.5. Analisis Kestabilan Lereng 5 (T5)

Analisis kestabilan lereng 5 (T5) dilakukan dengan pengambilan sampel pada lereng yang sebelah lerengnya telah mengalami gerakan tanah, lokasi berada di Desa Giripurwo dengan nilai densitas $13,0428 \text{ kN/m}^3$, kohesi $36,28 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam $20,31^\circ$ dengan kemiringan lereng 70° didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,155, sehingga lereng dikatakan sebagai lereng kritis (Bowles, 1991) (Gambar 5.5).



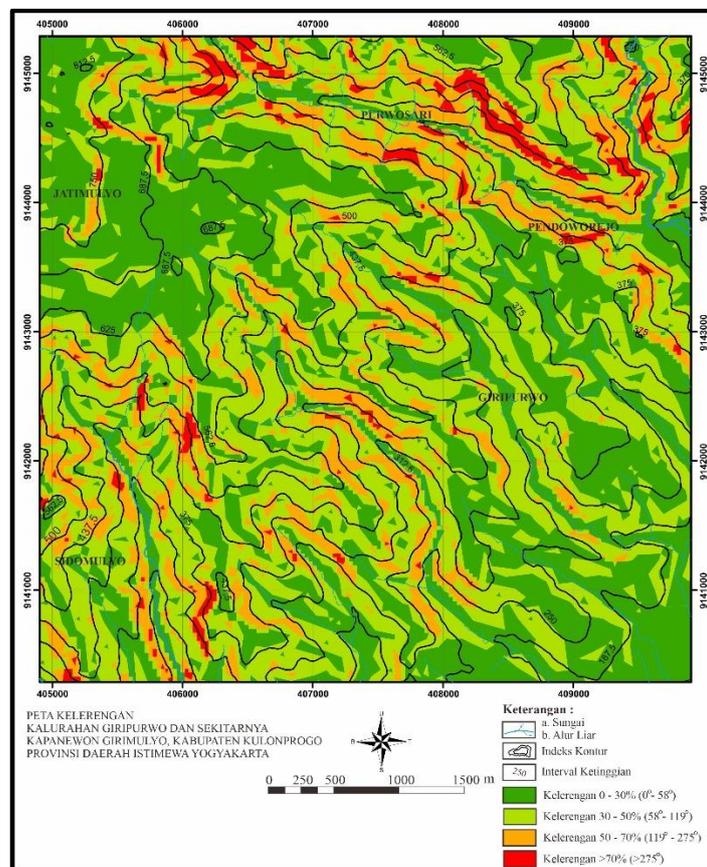
Gambar 5.5 Analisis kestabilan lereng menggunakan Slide dan foto lereng pada lokasi pengamatan lereng 5 (T5)

5.3. Zonasi Daerah Rawan Tanah Longsor

Zonasi daerah rawan tanah longsor pada Daerah Giripurwo dan sekitarnya diharapkan dapat bermanfaat bagi pemerintah dan masyarakat dalam menanggulangi dan mengantisipasi adanya bahaya dari gerakan tanah tersebut. Faktor - faktor yang digunakan dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor dengan sistem pembobotan yaitu kelereng, ketebalan tanah, curah hujan, *buffer* struktur, tata guna lahan, dan jenis batuan. Dalam pembuatan peta-peta tersebut penulis menggunakan perangkat lunak *ArcMap* 10.8 guna mempermudah dalam pengolahan data dan interpretasi data.

5.3.1. Peta Kelereng Daerah Penelitian

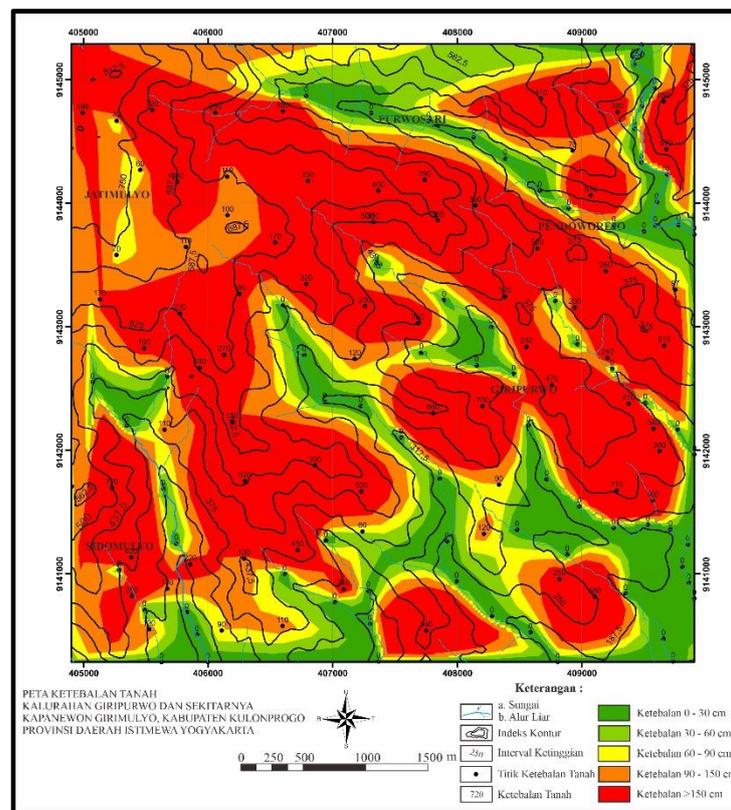
Peta Kelereng Daerah Giripurwo dan Sekitarnya dibuat dengan menggunakan data DEM srtm. Klasifikasi kelereng yang digunakan yaitu berdasarkan BNPB tahun 2016. Peta kelereng memiliki pembobotan 20% dalam pembuatan peta zonasi rawan tanah longsor.



Gambar 5.6 Peta Kelereng Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang memiliki 4 tingkat kelereng (mengacu pada BNPB, 2016).

5.3.2. Peta Ketebalan Tanah Daerah Penelitian

Peta Ketebalan Tanah Daerah Giripurwo dan Sekitarnya dibuat berdasarkan data ketebalan tanah yang diambil pada 72 titik daerah penelitian. Klasifikasi ketebalan tanah yang digunakan berdasarkan penelitian gerakan massa tanah oleh Ayuni Pirenaningtyas, Eni Muryani, dan Dian Hudawan Santoso tahun 2017 dalam Jurnal Geografi. Pembobotan untuk peta ketebalan tanah yaitu sebesar 15%.

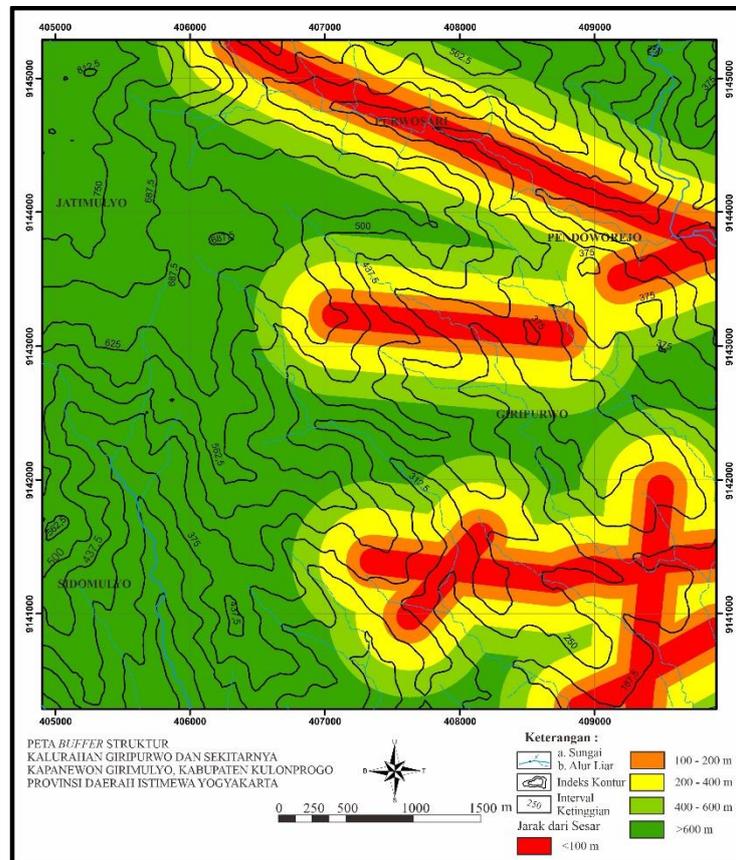


Gambar 5.7 Peta Ketebalan Tanah Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang memiliki 5 tingkat ketebalan tanah (mengacu pada penelitian gerakan massa tanah oleh Ayuni Pirenaningtyas, Eni Muryani, dan Dian Hudawan Santoso, 2017 dalam Jurnal Geografi).

5.3.3. Peta Buffer Struktur Daerah Penelitian

Peta *Buffer* Struktur Daerah Giripurwo dan Sekitarnya dibuat berdasarkan peta struktur yang diklasifikasikan berdasarkan jarak dari sesar yang ada di daerah penelitian. Klasifikasi *buffer* struktur yang digunakan berdasarkan penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan. Struktur geologi memiliki peranan penting dalam menentukan zonasi rawan longsor dikarenakan kehadiran struktur geologi dapat

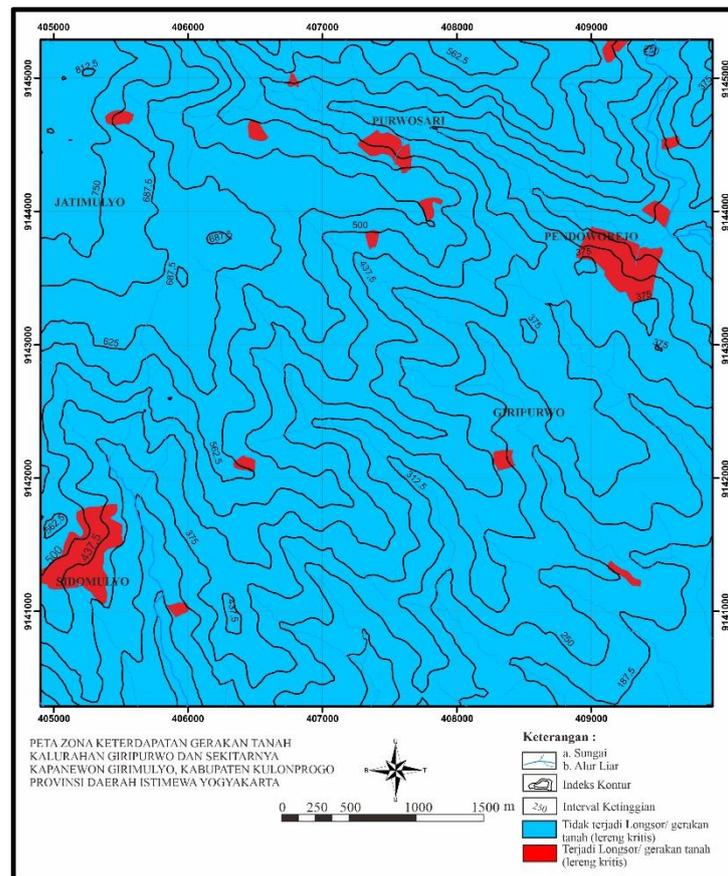
mengurangi daya dukung tanah. Semakin dekat suatu daerah dengan struktur geologi, maka semakin tinggi tingkat resiko bencana tanah longsor. Peta *buffer* struktur memiliki pembobotan 15% dalam pembuatan peta zonasi rawan tanah longsor.



Gambar 5.8 Peta Buffer Struktur Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang memiliki 5 tingkat buffer struktur (mengacu pada penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan).

5.3.4. Peta Zona Keterdapatan Gerakan Tanah Daerah Penelitian

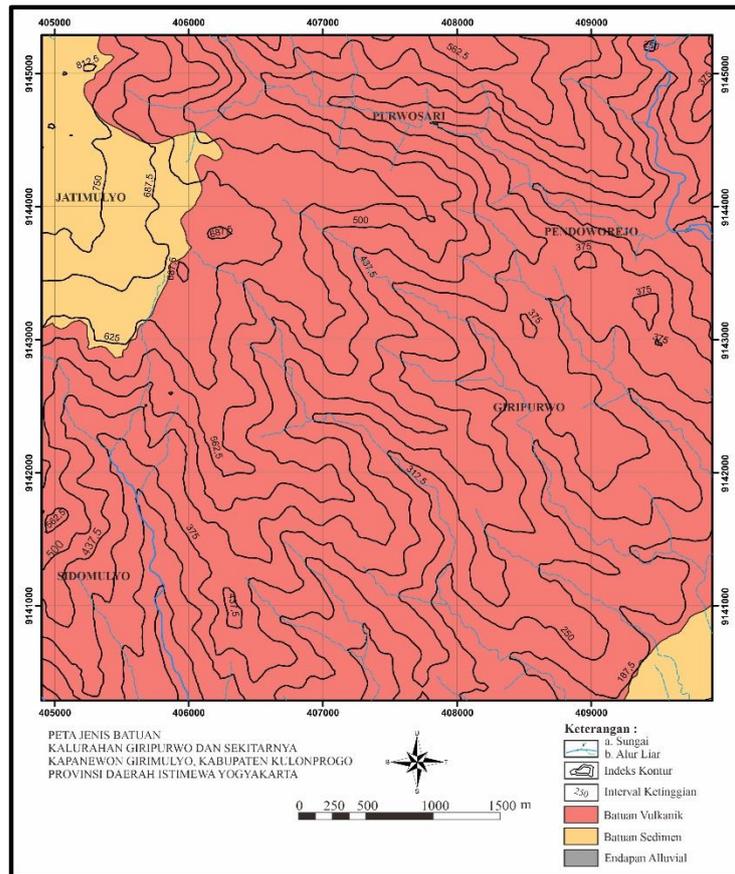
Peta zona keterdapatan gerakan tanah daerah Giripurwo dan sekitarnya dibuat berdasarkan hadirnya gerakan tanah berupa longsor. Zona dibagi menjadi 2 bagian yaitu zona terdapat gerakan tanah dimana lerengnya kritis dan zona tidak terdapat gerakan tanah dimana lerengnya stabil. Peta zona keterdapatan gerakan tanah memiliki 15% dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor.



Gambar 5.9 Peta Zona Keterdapatan Gerakan Tanah Daerah Giripurwo dan sekitarnya.

5.3.5. Peta Jenis Batuan Daerah Penelitian

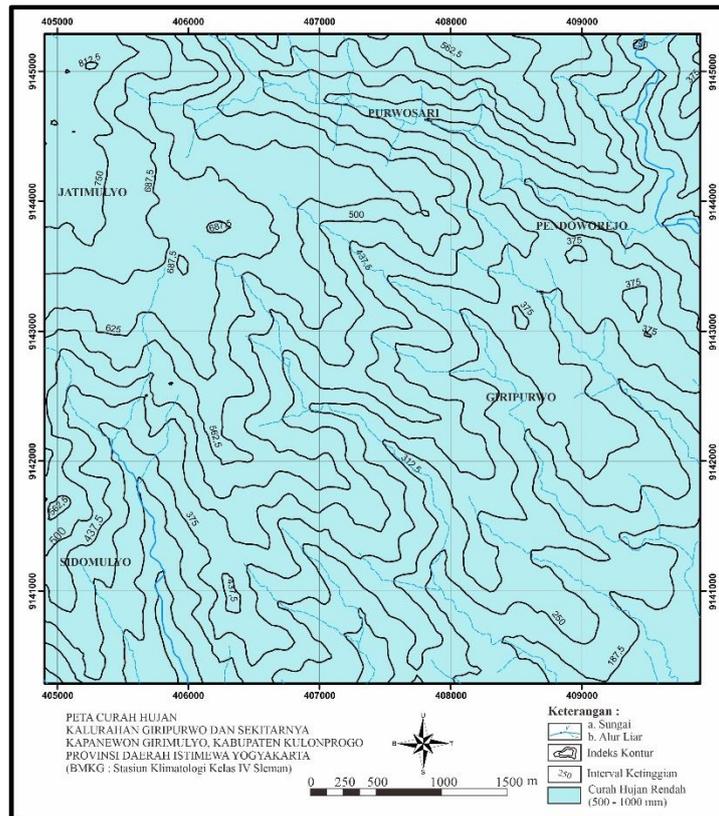
Peta Jenis Batuan dibuat berdasarkan data pemetaan geologi Daerah Giripurwo dan Sekitarnya, Girimulyo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. Pembagian satuan dibuat berdasarkan jenis batuan yang mengacu pada BNPB (2016), sehingga penulis membagi satuan batuan daerah penelitian menjadi endapan alluvial, batuan sedimen dan batuan vulkanik. Pembobotan Peta ini dalam pembuatan peta zonasi rawan tanah longsor yaitu 15%.



Gambar 5.10 Peta Jenis Batuan Daerah Giripurwo dan sekitarnya (mengacu pada BNPB, 2016).

5.3.6. Peta Curah Hujan Daerah Penelitian

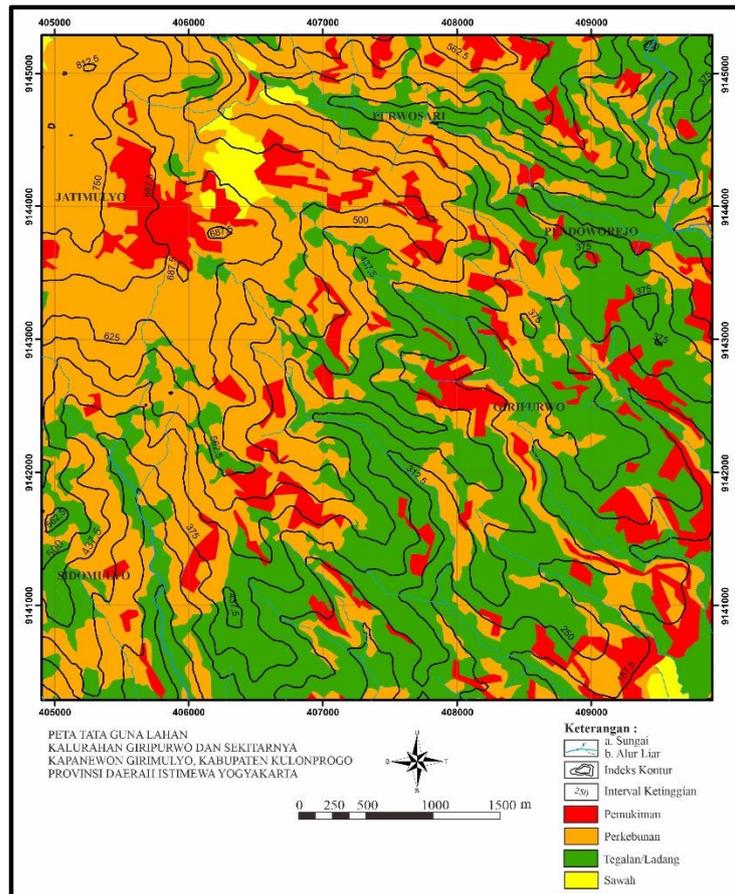
Peta Curah Hujan Daerah Giripurwo dan Sekitarnya dibuat berdasarkan data curah hujan stasiun Girimulyo pada bulan Januari 2019 sampai bulan April 2021 oleh BMKG Stasiun Klimatologi Kelas IV Sleman. Daerah Giripurwo dan Sekitarnya, Girimulyo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta memiliki curah hujan rendah (500-1000 mm per tahun). Klasifikasi curah hujan yang digunakan yaitu berdasarkan BNPB tahun 2016. Peta curah hujan memiliki pembobotan 10% dalam pembuatan peta zonasi rawan tanah longsor.



Gambar 5.11 Peta Curah Hujan Daerah Giripurwo dan sekitarnya yang menunjukkan daerah penelitian memiliki curah hujan rendah (mengacu pada BNPB, 2016).

5.3.7. Peta Tata Guna Lahan Daerah Penelitian

Peta Tata Guna Lahan Daerah Giripurwo dan Sekitarnya merupakan salah satu parameter dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor yang didasarkan pada tingkat resiko daerah kegiatan masyarakat yang dapat terdampak tanah longsor. Pembobotan untuk peta tata guna lahan yaitu sebesar 10%.



Gambar 5.12 Peta Tata Guna Lahan Daerah Giripurwo dan sekitarnya (mengacu pada penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan).

5.3.8. Skor Parameter Peta Zonasi Rawan Tanah Longsor Daerah Penelitian

Tabel 5.6 Skor kelerengn daerah penelitian

Kelerengn (%)	Skor
0 - 30	1
30 - 50	2
50 - 70	3
> 70	4

Dalam mengklasifikasikan kelerengan dan skor mengacu pada BNPB tahun 2016 tentang Risiko Rawan Bencana. Semakin tinggi sudut lereng, maka semakin tinggi skornya.

Tabel 5.7 Skor ketebalan tanah daerah penelitian

Ketebalan Tanah (cm)	Skor
0 - 30	1
30 - 60	2
60 - 90	3
90 - 150	4
> 150	5

Dalam mengklasifikasikan ketebalan tanah daerah penelitian mengacu pada penelitian gerakan massa tanah oleh Ayuni Pirenaningtyas, Eni Muryani, dan Dian Hudawan Santoso tahun 2017 dalam Jurnal Geografi. Pemberian skor mengacu pada BNPB tahun 2016 tentang Risiko Rawan Bencana.

Tabel 5.8 Skor curah hujan daerah penelitian

Curah Hujan Tahunan (mm)	Skor
500 - 1000	1
1001 - 1500	2
1500 - 2000	3
2001 - 2500	4

Dalam mengklasifikasikan curah hujan daerah penelitian mengacu pada BMKG tahun 2018/2019 dengan pemberian skor mengacu pada BNPB tahun 2016 tentang Risiko Rawan Bencana. Curah hujan daerah penelitian memiliki curah hujan 500-1000 per tahun.

Tabel 5.9 Skor buffer struktur daerah penelitian

Kelas Jarak terhadap Struktur (m)	Skor
> 600	1
400 - 600	2
200 - 400	3
100 – 200	4
0 - 100	5

Dalam pemberian skor *buffer* struktur mengacu pada penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan dengan modifikasi kelas jarak terhadap struktur geologi.

Tabel 5.10 Skor zona keterdapatan gerakan tanah daerah penelitian

Kejadian	Skor
Tidak Terdapat Gerakan Tanah (Zona Lereng Stabil)	1
Terdapat Gerakan Tanah (Zona Lereng Kritis)	5

Dalam mengklasifikasikan zona keterdapatan gerakan tanah penulis bagi menjadi dua dengan pemerian skor yang sesuai dengan parameter.

Tabel 5.11 Skor jenis batuan daerah penelitian

Jenis Batuan	Skor
Alluvial	1

Sedimen	2
Vulkanik	3

BNPB (2016) membagi pembobotan tipe batuan menjadi 3 kelas yaitu endapan alluvial, batuan sedimen dan batuan vulkanik. Pada daerah penelitian, penulis membagi tipe batuan menjadi 3 yaitu endapan alluvial, batuan sedimen dan batuan vulkanik. Dimana batuan vulkanik terdiri atas Satuan intrusi-andesit Kaligesing, Satuan lava-andesit Kaligesing, Satuan tuf Dukuh dan Satuan breksi vulkanik Kaligesing sedangkan batuan sedimen terdiri atas Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh dan Satuan batugamping Jonggrangan.

Tabel 5.12 Skor tata guna lahan daerah penelitian

Bentuk Lahan	Skor
Sungai	1
Pemukiman	2
Perkebunan	3
Ladang/Tegalan	4
Sawah	5

Dalam mengklasifikasikan dan pemberian skor tata guna lahan mengacu pada penelitian zonasi rawan bencana tanah longsor oleh Tara S. D., Sari B. K., Heru S. P., 2017 dalam Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan.

Pada pembobotan faktor keamanan, penulis melakukan modifikasi pembobotan dengan memasukkan nilai faktor keamanan dalam pembuatan zonasi rawan bencana tanah longsor. Nilai kelas faktor keamanan yang penulis gunakan mengacu pada Bowles (1989) dengan modifikasi pembobotan oleh penulis.

5.3.9. Peta Zonasi Rawan Tanah Longsor Daerah Penelitian

Pemberian nilai pembobotan untuk peta zonasi rawan tanah longsor didapatkan berdasarkan parameter peta kelerengan, peta ketebalan tanah, peta curah hujan, peta *buffer* struktur, peta zona keterdapatan gerakan tanah dan peta tata guna lahan dengan persentase pembobotan sebagai berikut:

- a. Peta Kelerengan 20%,
- b. Peta Ketebalan Tanah 15%,
- c. Peta *Buffer* Struktur 15%,
- d. Peta Jenis Batuan 15%
- e. Peta Zona Keterdapatan Gerakan Tanah 15%,
- f. Peta Curah Hujan 10%,
- g. Peta Tata Guna Lahan 10%.

Parameter tersebut kemudian di-overlay menggunakan perangkat lunak *ArcMap* 10.8 perangkat lunak *ArcMap* 10.8. Berdasarkan hasil perhitungan bobot, didapatkan zonasi wilayah rawan bencana longsor yaitu dibagi menjadi tiga tingkat klasifikasi dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 22/PRT/M/2007, yaitu:

- a. Tingkat kerawanan longsor rendah (120-200) memiliki 10% daerah penelitian.
- b. Tingkat kerawanan longsor sedang (201-280) 83% yang mendominasi sebagian besar daerah penelitian.
- c. Tingkat kerawanan longsor tinggi (281-385) memiliki 7% daerah penelitian.

Tabel 5.13 Hasil analisa lereng daerah penelitian

Sampel Parameter	T1	T2	T3	T4	T5
Lokasi	Desa Giripurwo	Desa Giripurwo	Desa Giripurwo	Desa Sidomulyo	Desa Giripurwo
Letak Geografis	x: 406840	x: 409208	x: 407803	x: 405386	x: 407874
	y: 9142660	y: 9140702	y: 9140580	y: 9141125	y: 9144071
Batuan Penyusun	Breksi Vulkanik	Breksi Vulkanik	Breksi Vulkanik	Lava Andesit	Lava Andesit

Kohesi	33,34 kN/m ²	19,6 kN/m ²	15,7 kN/m ²	29,42 kN/m ²	36,28 kN/m ²
Sudut Geser Dalam	21,95 ^o	21,19 ^o	23,76 ^o	19,49 ^o	20,31 ^o
Faktor Keamanan	1,592	1,616	0,825	0,816	1,155
Jenis Longsoran	Tidak Ada	<i>Earth Rotational Slide</i>	<i>Earth Rotational Slide</i>	<i>Earth Rotational Slide</i>	<i>Earth Rotational Slide</i>

5.4. Tata Cara Penanggulangan Gerakan Tanah Daerah Penelitian

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk menanggulangi terjadinya gerakan tanah khususnya di daerah penelitian. Penanggulangan gerakan tanah sangat perlu dilakukan agar dapat mengurangi terjadinya gerakan tanah. Ada beberapa metode yang dapat dilakukan yaitu:

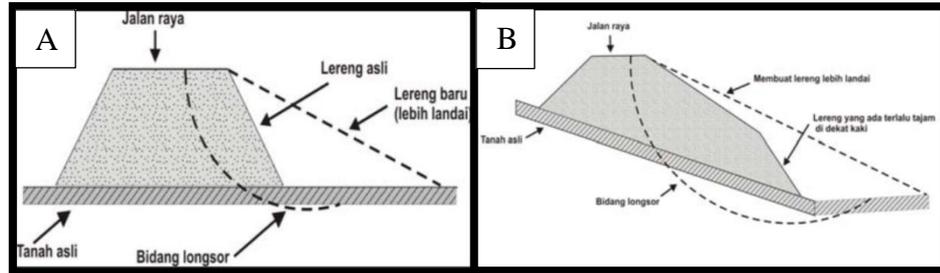
1. Mengubah geometri lereng

Mengubah geometri suatu lereng bertujuan untuk mengurangi atau memperkecil gaya yang menyebabkan terjadinya gerakan pada suatu lereng. Cara ini sangat sederhana dan efektif untuk mencegah dan mengendalikan gerakan tanah (tanah longsor) seperti jenis runtuh batuan, runtuh debris, longsor batuan, longsor debris dan nendatan. Ada hal yang harus diperhatikan dalam penerapan pengendalian gerakan tanah dengan metode mengubah geometri lereng yaitu: ketersediaan biaya/dana, topografi di lokasi, pengangkutan dan pembuangan tanah hasil galian, dan ketersediaan peralatan dan pekerja. Mengubah geometri lereng terdapat dua metode, di antaranya:

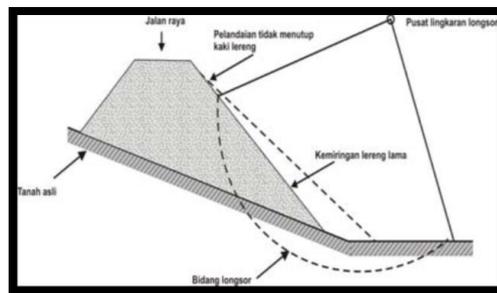
- Metode pelandaian kemiringan lereng

Metode ini merupakan metode yang sangat mudah dan efisien untuk dilakukan, metode ini dilakukan dengan cara melandaikan kemiringan lereng dengan memperhatikan ruang bebas yang tersedia. Namun ada hal yang perlu diperhatikan, jika melakukan metode ini pada lereng yang curam maka material yang digunakan untuk menimbun cukup banyak dan menimbulkan biaya yang banyak, karena harus menutupi area (Gambar 5.13). Dan ada juga hal yang perlu diperhatikan dalam metode ini yaitu harus menutupi area longsor pada (Gambar 5.14) di mana kaki longsor tidak tertutup oleh tanah timbunan, sehingga menyebabkan

ambahan gaya pendorong atau beban dari lereng tersebut. Metode ini biasanya dilakukan pada lereng yang terletak pada tepi jalan.



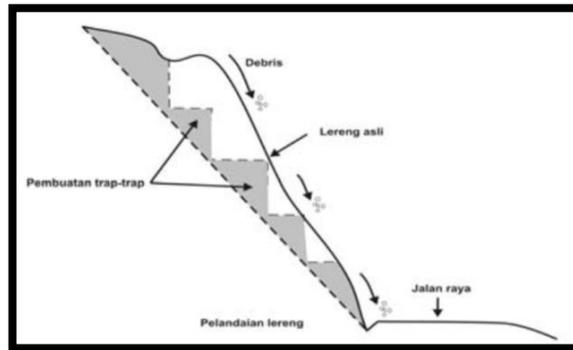
Gambar 5.13 Konsep melandaikan kemiringan lereng A. Melandaikan kemiringan lereng yang curam, B. Melandaikan kemiringan lereng landau-curam (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).



Gambar 5.14 Konsep melandaikan kemiringan yang salah (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).

- Metode trap/bangku

Metode ini dilakukan dengan cara mengendalikan gerakan material lereng berbentuk trap atau bangku yang cukup efektif dan efisien diterapkan pada lereng yang terjal. Cara kerja metode trap atau bangku ialah dengan cara menghambat laju erosi tanah serta dapat menahan gerakan material menuruni lereng. Metode ini dilakukan apabila cara metode pelandaian kemiringan lereng sulit untuk dilakukan dikarenakan beberapa faktor (Gambar 5.15).



Gambar 5.15 Konsep pembuatan trap/bangku pada lereng (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).



Gambar 5.16 Konsep pembuatan trap/bangku di daerah penelitian.

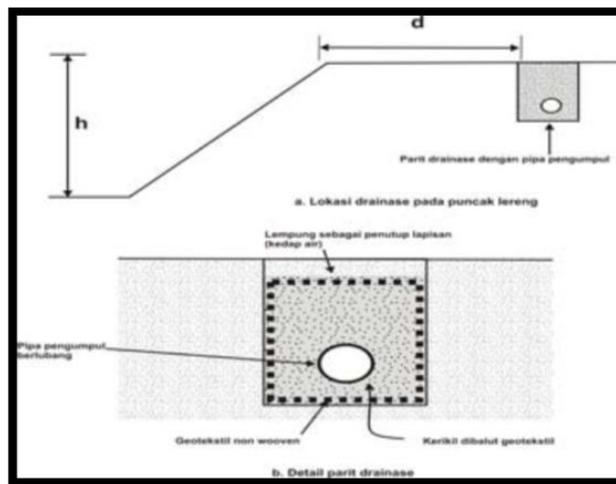
2. Mengontrol drainase dan rembesan

Drainase permukaan dan rembesan bawah tanah sering memicu terjadinya gerakan tanah (tanah longsor) pada suatu lereng. Oleh karena itu pengontrolan rembesan permukaan maupun bawah permukaan sangat penting dilakukan dalam mencegah terjadinya gerakan tanah. Terdapat beberapa metode dalam drainase permukaan dan bawah permukaan yaitu:

- Pengalihan air permukaan

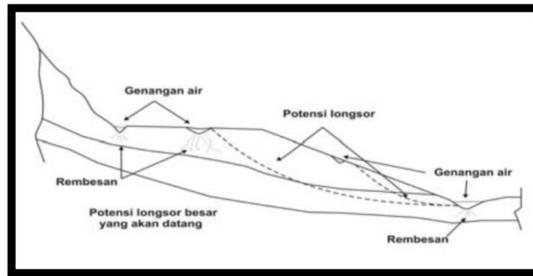
Aliran air yang mengalir pada permukaan lereng atau kedalaman lereng yang berpotensi longsor, dapat dialirkan dengan cara menggali parit drainase di sekitar puncak lereng yang berpotensi longsor. Parit drainase yang sudah digali akan menjadi saluran drainase yang bagian dasarnya dilindungi oleh batuan berpori, geotekstil (*non woven*) dan pipa pengumpul

berlubang yang digunakan untuk mengalirkan air permukaan dan di dalam tanah air tidak dapat mengalir ke zona tanah tidak stabil, sehingga tidak menambahkan gaya penggerak pada lereng yang berpotensi longsor. Disarankan untuk membuat saluran drainase menjauhi dari tepi puncak lereng dengan jarak minimal sama dengan tinggi lereng ($d=h$), sehingga kestabilan pada puncak lereng tetap terjaga (Gambar 5.17).



Gambar 5.17 Konsep drainase bawah tanah dengan pipa pengumpul dan kerikil dibungkus geotekstil (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).

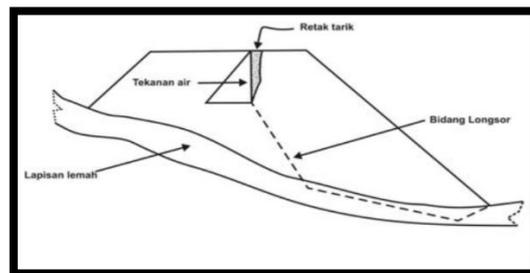
- Membuat parit permukaan
Pembuatan parit terbuka pada permukaan digunakan untuk mengontrol aliran air permukaan/genangan agar tidak masuk ke dalam tanah yang berpotensi longsor. Pembuatan parit permukaan harus menggunakan bahan yang kedap air agar air tidak merembes kemana-mana.
- Perataan permukaan tanah untuk menghilangkan genangan air
Genangan air permukaan pada suatu lereng yang tidak stabil dapat diatasi dengan cara menghilangkan genangan tersebut dengan meratakan permukaan tanah dimana genangan air permukaan berada (Gambar 5.18). Jika air yang tergenang tidak dilakukan perataan permukaan tanah, maka air akan merembes ke dalam tanah yang mengakibatkan bertambahnya gaya gerak lereng dan menjadikan batuan tidak kompak bahkan mudah lapuk. Sehingga dapat menyebabkan potensi longsor.



Gambar 5.18 Konsep genangan air yang menyebabkan terjadinya longsor (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).

- Menutup retakan pada bagian atas lereng

Terdapatnya celah terbuka berupa retakan pada suatu lereng dapat mempengaruhi kestabilan lereng, dimana air permukaan dapat masuk melalui celah-celah terbuka tersebut. Retakan timbul karena adanya gaya tarik oleh pembebanan material lereng. Retakan yang mencapai beberapa meter dapat menyebabkan terjadinya longsor. Sehingga pentingnya menutup retakan yang terjadi pada puncak lereng, agar tidak terjadi longsor (Gambar 5.19).



Gambar 5.19 Konsep aliran air permukaan yang mengalir ke dalam celah terbuka (Hardiyatmo, 2006 dalam Norrohman, 2008).

3. Membuat dinding penahan

Pembuatan dinding penahan pada bagian bawah lereng dapat menahan gaya penggerak pada suatu lereng. Dinding penahan dapat dibuat di tempat-tempat umum atau tempat yang sering dilintasi seperti jalan dan pemukiman warna yang termasuk ke daerah rawan longsor.



Gambar 5.20 Pembuatan dinding penahan.

4. Penanaman tumbuh-tumbuhan

Menanam tumbuh-tumbuhan pada daerah lereng akan sangat berguna dalam upaya memperkuat stabilitas tanah. Namun ada hal yang perlu diperhatikan dalam memilih jenis tanaman untuk daerah lereng, terutama lereng bagian atas. Jenis tanaman yang tepat adalah tanaman yang mempunyai akar serabut. Pemilihan tanaman berakar serabut dikarenakan dapat menyerap air hujan yang masuk kedalam tanah. Dan dalam hal penanaman juga perlu diatur jarak tanaman.



Gambar 5.21 Penanaman pohon pada lereng rawan longsor (<https://bnpb.go.id/berita/penanaman-pohon-langkah-mitigasi-dan-pencegahan-bencana-longsor>)

BAB 6

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan fakta lapangan, analisis laboratorium, dan studi pustaka yang diolah, diintegrasikan dan digunakan sebagai dasar penginterpretasian pada daerah Giripurwo dan sekitarnya, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Pola pengaliran daerah penelitian berupa pola pengaliran parallel dan radial.
2. Geomorfologi dibagi menjadi 4 bentuk asal dan 4 bentuk lahan yaitu :
 - a. Bentukasal fluvial: satuan bentuklahan tubuh sungai
 - b. Bentukasal karst: satuan bentuklahan perbukitan karst
 - c. Bentukasal struktural: satuan bentuklahan perbukitan struktural
 - d. Bentukasal vulkanik: satuan bentuklahan bukit intrusi
3. Stratigrafi dibagi menjadi 7 satuan dari tua ke muda yaitu :
 - a. Satuan breksi vulkanik Kaligesing, kala oligosen akhir-miosen awal
 - b. Satuan lava andesit Kaligesing, kala oligosen akhir-miosen awal
 - c. Satuan intrusi andesit Kaligesing, kala oligosen akhir-miosen awal
 - d. Satuan tuf Dukuh, kala miosen awal
 - e. Satuan batupasir tufan karbonatan Dukuh, kala miosen awal
 - f. Satuan batugamping Jonggrangan, kala miosen tengah-miosen akhir
 - g. Endapan alluvial, kala holosen
4. Struktur Geologi berupa kekar: Kekar Gerus yang menunjukkan arah tegasan utama yaitu relatif utara barat laut-selatan tenggara. Sesar: Sesar Pendoworejo 1 (sesar mendatar kanan), Sesar Pendoworejo 2 (sesar mendatar kiri), Sesar Giripurwo 1 (sesar mendatar kanan), Sesar Giripurwo 2 (sesar mendatar kanan), Sesar Giripurwo 3 (sesar mendatar kiri), Sesar Giripurwo 4 (sesar normal), Sesar Giripurwo 5 (sesar mendatar kiri), Sesar Giripurwo 6 (sesar mendatar kanan).
5. Analisis zonasi rawan bencana tanah longsor dengan menggunakan pembobotan dan parameter berdasarkan RBI BNPB 2016 dan beberapa jurnal

yang penulis modifikasi meliputi kelereng, ketebalan tanah, *buffer* struktur, zona keterdapatan gerakan tanah, curah hujan, tata guna lahan, dan jenis batuan dalam *ArcMap* 10.8. Terdapat 3 kelas tingkat kerawanan yaitu tingkat kerawanan longsor rendah setempat (10%) daerah penelitian, tingkat kerawanan longsor sedang (83%) yang mendominasi sebagian besar daerah penelitian, tingkat kerawanan longsor tinggi (7%) daerah penelitian.

6. Analisis kestabilan lereng berdasarkan Metode Bishop didapatkan rentang FK dari 0,816-1,616. Dari 5 analisis kestabilan lereng, terdapat 2 lereng stabil pada T1 dan T2, 2 lereng labil pada T3 dan T4 dan 1 lereng kritis pada T5 (klasifikasi Bowles, 1989).

6.2. Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya, jika memungkinkan pengambilan sampel lereng yang dianalisis lebih banyak lagi, tersebar, dan pada zona kerentanan tinggi yang ada aktivitas manusia. Agar data yang didapat lebih terperinci dan teliti.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai air tanah yang berpengaruh terhadap kestabilan lereng dan pengaruh struktur geologi terhadap kestabilan lereng.
3. Untuk penelitian selanjutnya dalam analisis kestabilan lereng menggunakan metode yang berbeda.
4. Untuk pemerintah dan masyarakat di daerah penelitian, hampir semua area di daerah penelitian berpotensi untuk longsor, sehingga perlu adanya mitigasi bencana lebih lanjut berupa pembuatan dinding penahan, membuat *trap*/bangku pada lereng, mengendalikan air permukaan dan sosialisasi kepada masyarakat setempat mengenai tanda-tanda lereng yang mulai tidak stabil, untuk mencegah dan mengurangi bahaya dan kerugian yang akan ditimbulkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmadja, dkk. 1994. Tertiary Magmatic Belts in Java. *Journal of South East Asian Earth Sciences*, 9, h.13-12.
- Badan Informasi Geospasial. 2021. *DEMNAS*. <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas> (Diakses tanggal 12 Juli 2021)
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2016. *Risiko Bencana Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB)
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). 2021. <https://bnpb.go.id/berita/penanaman-pohon-langkah-mitigasi-dan-pencegahan-bencana-longsor> (Diakses tanggal 11 Oktober 2021)
- BMKG Stasiun Klimatologi Kelas IV Sleman. 2021. Yogyakarta
- Bowles J.E. 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Dewi, T. S. dkk. 2017. Zonasi Rawan Bencana Tanah Longsor dengan Metode Analisis GIS: Studi Kasus Daerah Semono dan sekitarnya, Kecamatan Bagelen, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi dan Lingkungan*. Vol. 1 No. 1, hal 50-59
- Harahap, B. H., dkk. 2003. *Stratigraphic Lexicon of Indonesia*. Bandung : Geological Research and Development Centre
- Harjanto, A. (2011) “Vulkanostratigrafi Di Daerah Kulon Progo Dan Sekitarnya, Daerah Istimewa Yogyakarta,” *Jurnal Ilmiah MTG*, 4(8), pp. 1–18.
- Hartono, H. G. (2017) Evolusi Batuan Gunung Api Kompleks G. Ijo, Kulonprogo, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XI (ReTII)*. Yogyakarta: STTNAS, pp. 305–312
- Highland, L., M., Bobrowsky, P. 2008. *The Landslide Handbook-A Guide to Understanding Landslides*. U.S. Geological Survey, Reston, Virginia
- Howard, A. D. 1967. Drainage Analysis in Geologic Interpretations: A *Summation*. *American Association of Petroleum Geologists (AAPG) Bulletin*, vol. 51, h. 2246-2259

- Indriani, Y. N., dkk. 2017. Analisis Gerakan Massa Berdasarkan Sifat Fisik Tanah Daerah Kali Jambe Dan Sekitarnya, Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*. Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Vol 1, No.2, p. 39-49
- Kusumayudha, S. B., dkk. 2019. Potensi Kandas Batuan berdasarkan Metode Markland, dan Zona Rawan Longsor di Daerah Kaliwader, Kecamatan Bener, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Mineral, Energi, dan Lingkungan*. Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Vol 3, No. 2, p. 60-68
- Muntohar, A. S. 2006. *Tanah Longsor (Analisis-Prediksi-Mitigasi)*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Noor, D. dan Solihin. 2017. Kajian Geoteknik Kestabilan Lereng di Daerah Quarry Hambalang, Kecamatan Citeureup, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi*. Vol. I No. 29, hal 34-42
- Norrohman dan Miftahussalam. 2008. Gerakan Tanah dan Arahannya Penanggulangan di Daerah Dongko dan Sekitarnya Kecamatan Dongko Kabupaten Trenggalek Jawa Timur. *Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi*. Yogyakarta: IST AKPRIND
- Permen PU No 22 Tahun 2007 tentang kawasan rawan bencana longsor.
- Pirenaningtyas, A., dkk. 2020. Teknik Rekayasa Lereng untuk Pengelolaan Gerakan Massa Tanah di Dusun Bengle, Desa Dlepih, Kecamatan Tirtomoyo, Kabupaten Wonogiri, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Geografi*. Vol.17 No.2, hal 15-22
- Rajagukguk, O. C. P., dkk. 2014. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop (Studi Kasus: Kawasan Citraland sta.1000m). *Jurnal Sipil Statik*. Vol.2 No.3, hal 139-147
- Rickard. 1972. *Classification of Translational Fault Slip*. Geological Society of America.
- Tara, L. L., dkk. 2021. Identifikasi Bencana Tanah Longsor Berdasarkan Pengamatan Geomorfologi di Desa Giripurwo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten

- Kulonprogo, DIY. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII Tahun 2021 (ReTII)*. Hal 524-534
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. The Hague: Martinus Nyhof
- Van Zuidam R.A. 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*, Smith Publisher, The Hague, Amsterdam.
- Varnes, D. J. 1978. *Slope Movement types and process, Special report 176; Landslides; Analysis and Control*. Eds: R.L. Schuster and R.J. Krizek. Transport Research Board, National Research Council, Washington, DC.
- Wesley, L. D. 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan.
- Widagdo, A., dkk. 2018. Morphotectono-Volcanic of Menoreh-Gajah-Ijo Volcanic Rock In Western Side of Yogyakarta-Indonesia. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*. Vol 3 No.3

LAMPIRAN

1. Peta Pola Pengaliran (**Lampiran A-1**)
2. Peta Geomorfologi (**Lampiran A-2**)
3. Peta Lintasan dan Lokasi Pengamatan (**Lampiran A-3**)
4. Peta Geologi (**Lampiran A-4**)
5. Peta Zonasi Rawan Bencana Tanah Longsor (**Lampiran A-5**)
6. Petrografi (**Lampiran B-1 – B-10**)
7. Paleontologi (**Lampiran C1 – C-8**)
8. Penampang Stratigrafi Terukur MS (**Lampiran D-1**)
9. Analisis Tanah (**Lampiran E1 – E-10**)
10. Data Curah Hujan (**Lampiran F1**)