

**GEOLOGI DAN MODEL GERAKAN MASSA DI DAERAH  
CLAPAR DAN SEKITARNYA, KECAMATAN  
MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
JAWA TENGAH**

**SKRIPSI**



Disusun Oleh :

**PRADIPTA NURLISTYO PRATAMA**

111.160.089

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI**

**JURUSAN TEKNIK GEOLOGI**

**FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL**

**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”**

**YOGYAKARTA**

**2021**

## HALAMAN PENGESAHAN

# GEOLOGI DAN MODEL GERAKAN MASSA DI DAERAH CLAPAR DAN SEKITARNYA, KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI JAWA TENGAH

## SKRIPSI

Disusun Oleh :

PRADIPTA NURLISTYO PRATAMA

111.160.089

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Geologi

Yogyakarta, 22 April 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

**Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti K., M.Sc**  
NIP. 19561219 198411 2 001

Dosen Pembimbing 2

**Dr. Ir. C. Prasetvadi, M.Sc**  
NIP. 19581104 198703 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan,



**Dr. Ir. Jatmika Setiawan, M.T.**  
NIP. 19640411 199303 1 001

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Skripsi ini dipersembahkan kepada keluarga penulis.

Bapak Nur Muttaqien

Ibu Nurdjannah Sulistijati

Adik Pranindiska Nurlistyو Naistana

Terimakasih kepada bapak yang sudah merawat dan bekerja hingga membanting tulang demi bisa menyekolahkan anakmu ini sampai lulus kuliah. Kepada ibu yang sudah mengandung dan melahirkan saya, serta mendidik saya agar menjadi orang yang berbakti kepada kedua kedua orang tuanya dan ikut membantu bapak dalam bekerja demi anaknya bisa kuliah. Kepada adik saya yang selalu menjadi penghibur dan menjadi motivasi agar selalu semangat dan berjuang dalam hidup supaya bisa menjadi kebanggan keluarga dan menjalani kehidupan yang lebih baik. Terimakasih atas dukungan dan doa kalian selama ini. Kalian merupakan harta yang tak ternilai.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul **“Geologi dan Model Gerakan Massa di Derah Clapar dan Sekitarnya Kecamatan Madukara Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah”**. Laporan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S. T.) di jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, UNiversitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Selanjutnya penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini, terutama :

1. Bapak Dr. Ir. Jatmika Setiawan, M. T. selaku ketua Jurusan Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Sari Bahagiarti, M. Sc. selaku pembimbing I dan bapak Dr. Ir. C. Prasetyadi, M. Sc. selaku pembimbing II yang telah menyediakan waktu untuk membimbing selama proses penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, sehingga masukan, kritik dan saran yang diharapkan penulis dapat membantu melengkapi hal-hal yang kurang dalam laporan ini. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 22 April 2021

Penulis



Pradipta Nurlisty Pratama

**GEOLOGI DAN MODEL GERAKAN MASSA DI DAERAH  
CLAPAR DAN SEKITARNYA, KECAMATAN MADUKARA,  
KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI JAWA TENGAH**

**ABSTRAK**

Lokasi penelitian berada di Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah yang memiliki kawasan pegunungan dengan resiko tanah longsor cukup tinggi. Perlu dilakukan penelitian secara geologi dan kestabilan lereng sehingga dapat menanggulangi bencana gerakan massa pada daerah penelitian. Secara geologi dapat dijelaskan meliputi pola pengaliran, geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi. Terdapat 2 pola pengaliran pada lokasi penelitian yaitu parallel dan subparallel. Kondisi geomorfologi pada lokasi penelitian terdapat 5 bentuk lahan yaitu dataran aluvial, lereng denudasional, perbukitan struktural, lereng struktural, dan bukit intrusi. Stratigrafi pada lokasi penelitian meliputi 5 satuan batuan yaitu satuan batulempung napalan Merawu (Miosen Tengah), satuan intrusi andesit (Pliosen), satuan breksi monomik Bodas (Pliosen), satuan breksi polimik Ligung (Plistosen), dan endapan aluvial (Holosen – sekarang). Struktur sesar pada lokasi penelitian yaitu sesar naik kiri dan sesar kiri turun. Struktur kekar pada lokasi penelitian memiliki arah tegasan utama yaitu relatif utara – selatan  $N 196^{\circ} E$  dan  $N 208^{\circ} E$ . Dilakukan analisis kestabilan lereng dengan mengambil 6 lereng tanah menggunakan metode kesetimbangan batas dihasilkan 3 lereng dengan sifat labil (faktor keamanan  $< 1,07$ ) dan 3 lereng dengan sifat stabil (faktor keamanan  $> 1,25$ ). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak gerakan massa dapat dilakukan dengan cara memperbesar gaya penahan dengan cara pembuatan bronjong dan tembok penahan serta pengubahan geometri lereng dapat dilakukan dengan cara memotong geometri lereng, mengubah kemiringan lereng dan melakukan penjenjangan pada lereng. Parameter – parameter yang digunakan dalam pembuatan zonasi rawan longsor diantaranya kemiringan lereng, curah hujan, tata guna lahan, jarak terhadap struktur dan jenis batuan dan proporsi kejadian gerakan massa. Zonasi rawan longsor pada daerah penelitian dibagi dalam 3 zona yaitu zona tingkat kerawanan rendah, zona tingkat kerawanan sedang, dan zona tingkat kerawanan tinggi. Zona tingkat kerawanan tinggi meliputi Desa Clapar, Desa Limbangan, Desa Nagasari dan Desa Plondongan.

Kata kunci : geologi, kestabilan lereng, mekanika tanah, zonasi, gerakan massa.

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xviii
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Lokasi dan Waktu Tempuh Tempat Penelitian .....	2
1.5. Hasil Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	5
BAB II .....	7
METODE PENELITIAN .....	7
2.1. Metode Penelitian .....	7
2.1.1. Tahap pendahuluan .....	7
2.1.2. Tahap Pengambilan Data Lapangan .....	8
2.1.3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data .....	9
2.1.4. Tahap Penyusunan Laporan .....	10
2.1.5. Peralatan Pemetaan .....	10
BAB III .....	12
LANDASAN TEORI .....	12
3.1. Mekanika Tanah .....	12
3.1.1. Pengujian Laboratorium .....	12
3.1.1.1. Sifat Fisik Tanah .....	12
3.1.1.2. Sifat Mekanik Tanah .....	15
3.2. Analisis Kestabilan Lereng .....	17
3.2.1. Metode Keseimbangan Batas .....	18

3.2.2.	Kriteria Keruntuhan <i>Mohr – Coulomb</i> .....	20
3.2.3.	Metode Perhitungan Morgenstern – Price .....	21
3.3.	Faktor Keamanan Lereng Tanah .....	22
3.4.	Gerakan Massa .....	22
3.4.1.	Pengertian Gerakan Massa .....	22
3.4.2.	Klasifikasi Gerakan Massa .....	23
3.5.	Zonasi Rawan Longsor.....	25
3.5.1.	Parameter Zonasi Rawan Longsor.....	25
3.5.2.	Analisis Zonasi Rawan Longsor.....	27
3.5.3.	Klasifikasi Tingkat Kerawanan Longsor.....	27
3.5.4.	Solusi Mengurangi Dampak Gerakan Massa .....	27
BAB IV	.....	29
GEOLOGI REGIONAL	.....	29
4.1	Geologi Regional .....	29
4.1.1	Fisiografi.....	29
4.1.2.	Stratigrafi .....	30
4.1.3	Struktur Geologi Regional .....	32
BAB V	.....	34
GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	.....	34
5.1.	Geomorfologi Daerah Penelitian .....	34
5.1.1	Pola Pengaliran .....	34
5.1.1.1.	Pola Pengaliran Parallel .....	34
5.1.1.2.	Pola Pengaliran Subparallel .....	34
5.2.	Dasar Pembagian Bentuk Lahan .....	35
5.2.1.	Bentuk Asal Struktural.....	35
5.2.1.1.	Satuan Bentuk Lahan Lereng Struktural.....	35
5.2.1.2.	Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Struktural.....	36
5.2.2.	Bentuk Asal Vulkanik.....	36
5.2.2.1.	Satuan Bentuk Lahan Bukit Intrusi .....	36
5.2.3.	Bentuk Asal Denudasional.....	37
5.2.3.1.	Satuan Bentuk Lahan Lereng Denudasional.....	37
5.2.3.	Bentuk Asal Fluvial .....	37

5.2.3.1. Satuan Bentuk Lahan Dataran aluvial.....	37
5.2.3.2. Satuan Bentuk Lahan Tubuh Sungai.....	38
5.3. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	38
5.3.1. Satuan Batulempung napalan Merawu .....	39
5.3.1.1. Ciri Litologi .....	39
5.2.2.2. Penyebaran .....	42
5.2.2.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan.....	42
5.2.2.4. Hubungan Stratigrafi.....	43
5.3.2. Satuan Intrusi Andesit.....	44
5.3.2.1. Ciri Litologi .....	44
5.3.2.2. Penyebaran .....	46
5.3.2.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan.....	46
5.3.2.4. Hubungan Stratigrafi.....	46
5.3.3. Satuan Breksi Monomik Bodas .....	47
5.3.3.1. Ciri Litologi .....	47
5.3.3.2. Penyebaran .....	51
5.3.3.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan.....	51
5.3.3.4. Hubungan Stratigrafi.....	51
5.3.4. Satuan Breksi Polimik Ligung .....	52
5.3.4.1. Ciri Litologi .....	52
5.3.4.2. Penyebaran .....	54
5.3.4.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan.....	54
5.3.4.4. Hubungan Stratigrafi.....	54
5.3.5. Endapan Aluvial.....	54
5.3.5.1. Material Penyusun .....	54
5.3.5.2. Penyebaran .....	55
5.3.5.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan.....	55
5.3.5.4. Hubungan Stratigrafi.....	55
5.4. Struktur Geologi Lokasi Penelitian.....	55
5.4.1. Kekar.....	55
5.4.2. Sesar.....	57
5.4.2.1. Sesar Naik Kiri Clapar .....	57



5.4.2.2. Sesar Kiri Turun Aribaya .....	58
5.5 Sejarah Geologi.....	57
5.6 Potensi Geologi.....	62
5.6.1 Potensi Positif .....	62
5.6.1.1 Potensi Wisata Gunung Sewu .....	62
5.6.1.2 . Potensi Tambang Bahan Galian Andesit .....	62
5.5.2. Potensi Negatif.....	63
5.7.2.1 Gerakan Massa.....	63
<b>BAB VI</b> .....	<b>65</b>
<b>PEMODELAN LERENG dan ZONASI GERAKAN MASSA</b> .....	<b>65</b>
6.1 Gerakan Massa Tanah.....	65
6.2 Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah..	65
6.2.1 Analisis Kestabilan Lereng 1 Desa Talunamba .....	66
6.2.2 Analisis Kestabilan Lereng 2 Desa Clapar .....	68
5.2.3 Analisis Kestabilan Lereng 3 Desa Gunung Giana.....	70
6.2.4 Analisis Kestabilan Lereng 4 Desa Clapar .....	72
6.2.5. Analisis Kestabilan Lereng 5 Desa Aribaya .....	74
5.2.6. Analisis Kestabilan Lereng 6 Desa Limbangan .....	76
6.3 Zonasi Rawan Longsor .....	81
6.3.1. Parameter Zonasi Rawan Longsor .....	81
6.3.1.1. Kemiringan Lereng .....	81
6.3.1.2. Curah Hujan .....	82
6.3.1.3. Jenis Batuan .....	83
6.3.1.4. Proporsi Kejadian Gerakan Massa.....	83
6.3.1.5. Tata Guna Lahan.....	84
6.3.1.6. Jarak Terhadap Struktur Geologi .....	85
6.3.2. Tingkat Kerawanan Longsor.....	86
6.3.2.1. Tingkat Kerawanan Rendah.....	87
6.3.2.2. Tingkat Kerawanan Sedang .....	87
6.3.2.3. Tingkat Kerawanan Tinggi .....	88
6.4. Solusi Mengurangi Dampak Gerakan Massa Pada Daerah Penelitian .....	88
<b>BAB VII</b> .....	<b>90</b>

KESIMPULAN .....	90
DAFTAR PUSTAKA.....	92

## DAFTAR GAMBAR

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

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

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

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

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

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



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

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

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

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Koordinat lokasi penelitian. Luas kavling 30 km <sup>2</sup> dan panjang sisi 6 km x 5 km.....	3
<b>Tabel 3.1.</b> Jenis tanah berdasarkan ukuran butir menurut USCS ( <i>United Soil Classification System</i> ) dalam buku Mekanika Jilid 1 (Das, 1995). .....	12
<b>Tabel 3.2.</b> Nilai faktor kemanan (FK) berdasarkan intensitas kelongsoran Bowles (1979). Terdapat 3 kelas yaitu kelas labil, kelas kelas kritis dan kelas stabil. ....	22
<b>Tabel 3.3.</b> Tipe Gerakan massa (Varnes, 1978). Klasifikasi gerakan massa dibedakan berdasarkan tipe material yaitu tanah ( <i>earth</i> ), batu ( <i>rock</i> ) dan campuran ( <i>debris</i> ). Berdasarkan tipe pergerakannya (runtuhan ( <i>fall</i> ), robohan ( <i>topple</i> ), gelinciran ( <i>slide</i> ), sebaran ( <i>spread</i> ), dan aliran ( <i>flow</i> ). Terdapat tipe longsoran yang terdiri 2 atau lebih tipe gerakan massa yang disebut majemuk ( <i>complex</i> )...23	23
<b>Tabel 3.4.</b> Pembobotan dan penilaian parameter zonasi rawan longsor yang terdiri dari kemiringan lereng, curah hujan, jenis batuan, faktor keamanan lereng, tata guna lahan dan jarak terhadap struktur geologi. ....	26
<b>Tabel 3.5.</b> Pengkelasan zona berpotensi longsor dan nilai bobot tertimbang (SNI, 2016). Terdapat 3 kelas yang digunakan yaitu rendah (1,00 – 1,69), sedang (1,70 – 2,39), tinggi (2,40 – 3,00). ....	27
<b>Tabel 6.1.</b> Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada Lereng 1 .....	67
<b>Tabel 6.2.</b> Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng 2.....	69
<b>Tabel 6.3.</b> Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng 3.....	71
<b>Tabel 6.4.</b> Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng 4.....	73
<b>Tabel 6.5.</b> Nilai sifat fisik dan mekanik tanah lereng 5. ....	75
<b>Tabel 6.6.</b> Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng 6.....	77
<b>Tabel 6.7.</b> Hasil rekapitulasi data analisa mekanika tanah pada lereng 1 – 3. .....	79
<b>Tabel 6.8.</b> Hasil rekapitulasi data analisa mekanika tanah pada lereng 4 – 6 .80	80
<b>Tabel 6.9.</b> Skor parameter kemiringan lereng pada lokasi penelitian .....	82
<b>Tabel 6.10.</b> Skor parameter curah hujan pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Terdapat 1 kategori curah hujan yang ada di lokasi penelitian.....	83

- Tabel 6.11.** Skor parameter jenis batuan pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Amri, dkk (2016) dalam buku Resiko Benca Indonesia. Terdapat 6 kategori jenis batuan yang ada di lokasi penelitian. ....83
- Tabel 6.12.** Skor parameter proporsi kejadian gerakan massa pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Badan Standarisasi Nasional (2016). Terdapat 3 kelas yang ada di lokasi penelitian. ..84
- Tabel 6.13.** Skor parameter tata guna lahan pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Terdapat 4 kategori tata guna lahan yang ada di lokasi penelitian. ....85
- Tabel 6.14.** Skor parameter jarak terhadap struktur geologi pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Amri, dkk (2016) dalam buku Resiko Benca Indonesia. Terdapat 5 kategori jarak terhadap struktur geologi yang ada di lokasi penelitian. ....86

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar belakang**

Kabupaten Banjarnegara adalah salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang memiliki kawasan pegunungan dengan resiko tanah longsor cukup tinggi. Kabupaten Banjarnegara memiliki relief berupa perbukitan dengan tingkat kelerengan yang miring hingga curam serta curah hujan yang tinggi. Selain itu, daerah ini juga memiliki kondisi struktur geologi yang kompleks sehingga memicu terjadinya bencana longsor.

Untuk mengurangi korban jiwa dan kerugian materil jika terjadi bencana longsor, perlu adanya mitigasi bencana melalui tahap keteknikan, salah satunya dengan metode geologi teknik. Terdapat hubungan antara kondisi geologi serta kontrol geologi struktur pada gerakan massa yang terjadi pada Kecamatan Madukara dan sekitarnya. Sehingga perlu dilakukan analisis kestabilan lereng berdasarkan data geologi yang terdapat pada lokasi penelitian untuk menanggulangi bencana gerakan massa tersebut. Sehingga, penelitian ini akan menghasilkan peta penyebaran wilayah (zonasi) daerah yang rawan longsor maupun tidak dan rekomendasi untuk tipe – tipe mitigasi geoteknik (*treatment*) yang perlu digunakan untuk daerah yang memang dibutuhkan.

Berdasarkan uraian diatas, maka dalam rangka menanggulangi dan meminimalisir resiko bencana tanah longsor di Kabupaten Banjarnegara yang dapat menimbulkan kerugian yang besar, perlu dilakukan suatu pemetaan geologi serta analisis kestabilan lereng pada daerah yang rawan akan gerakan massa, yaitu di Desa Clapar dan sekitarnya Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merumuskan permasalahan pada daerah telitian untuk dapat dikaji dari data primer, data sekunder, pengamatan peta topografi, kondisi geologi dan geologi teknik di lapangan, sebagai berikut :

1. Bagaimana keadaan geomorfologi pada daerah penelitian ?
2. Bagaimana kondisi geologi, hubungan stratigrafi dan struktur geologi pada daerah penelitian ?
3. Bagaimana kondisi kestabilan lereng pada daerah penelitian ?
4. Bagaimana bentuk pemodelan analisa kestabilan lereng pada daerah penelitian ?
5. Apa saja parameter yang digunakan pada zonasi kerentanan gerakan massa ?
6. Bagaimana zonasi kerentanan massa pada daerah penelitian ?
7. Bagaimana rekomendasi solusi yang tepat untuk mengurangi dampak buruk yang dihasilkan oleh pergerakan tanah ?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan kajian dan analisis geologi serta kestabilan lereng, guna:

1. Mengidentifikasi keadaan geomorfologi di lokasi penelitian
2. kondisi geologi, geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi yang berkembang
3. Menganalisis kestabilan lereng melalui beberapa analisis lereng berupa lereng tanah.
4. Menentukan bentuk pemodelan lereng untuk analisi kestabilan lereng pada lokasi penelitian
5. Menentukan parameter yang digunakan pada pembuatan zonasi kerentanan gerakan massa pada lokasi penelitian
6. Menentukan zona kerentanan gerakan massa pada lokasi penelitian
7. Menentukan solusi yang tepat untuk mengurangi dampak buruk yang dihasilkan oleh pergerakan tanah

### **1.4. Lokasi dan Waktu Tempuh Tempat Penelitian**

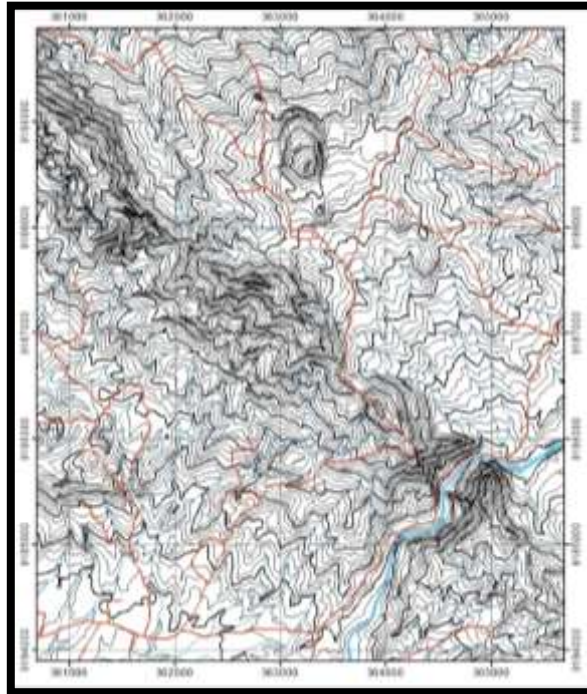
Secara Astronomi Kabupaten Banjarnegara terletak diantara  $7^{\circ}12'$  –  $7^{\circ}31'$  lintang selatan dan  $109^{\circ}20'$  –  $109^{\circ}45'$  bujur timur. Luas wilayah Kabupaten Banjarnegara

tercatat 106.970,997 Ha. Topografi wilayah Kabupaten Banjarnegara terletak pada jalur pegunungan di bagian tengah Jawa Tengah sebelah barat. Ditinjau dari ketinggian wilayah kecamatan di Kabupaten Banjarnegara berada pada ketinggian kurang dari 100 mdpl sebanyak 10 %, 101 – 500 mdpl sebanyak 45 %, 501 – 1000 mdpl sebanyak 15 %, dan lebih dari 1000 mdpl sebanyak 30 % (Banjarnegara, 2019).

Lokasi penelitian terletak di bagian utara Kabupaten Banjarnegara, yaitu di Kecamatan Madukara. Daerah penelitian memiliki luas 30 km<sup>2</sup> (5 km x 6 km) dengan batas-batas yang tertera pada tabel dan gambar dibawah ini (Gambar 1.1 dan Tabel 1.1).

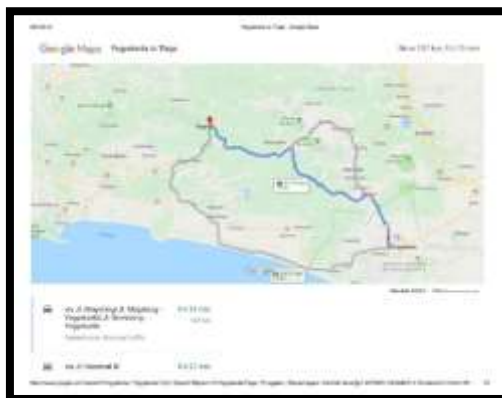
**Tabel 1.1.** Koordinat lokasi penelitian. Luas kavling 30 km<sup>2</sup> dan panjang sisi 6 km x 5 km.

No.	Koordinat	No.	Koordinat
1.	X: 360690 Y: 9189890 X: 109 <sup>0</sup> 44' 15.95" BT Y: 7 <sup>0</sup> 19' 37.74" LS	3.	X: 365690 Y: 9183890 X: 109 <sup>0</sup> 44' 15.95" BT Y: 7 <sup>0</sup> 22' 53.08" LS
2.	X: 365690 Y: 9189890 X: 109 <sup>0</sup> 46' 59.01" BT Y: 7 <sup>0</sup> 19' 37.74" LS	4.	X: 360690 Y: 9183890 X: 109 <sup>0</sup> 46' 59.01" BT Y: 7 <sup>0</sup> 22' 53.08" LS



**Gambar 1.1.** Peta topografi pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian berada di Kecamatan Madukara Kabupaten Banjarnegara Provinsi Jawa Tengah.

Untuk menuju ke lokasi penelitian, dari Yogyakarta dapat dengan menggunakan kendaraan berupa mobil atau sepeda motor dengan menempuh 137 km dengan estimasi waktu tempuh  $\pm$  4 jam via Jl.Magelang/ Jl. Magelang-Yogyakarta (Gambar 1.2).



**Gambar 1.2.** Peta jalan menuju lokasi penelitian dari Kota Yogyakarta.

## 1.5. Hasil Penelitian

Hasil dari penelitian berupa:



1. Peta geologi dan penampang geologi
2. Peta geomorfologi dan penampang geomorfologi
3. Penampang stratigrafi terukur
4. Peta pola pengaliran
5. Pemodelan analisis kestabilan lereng
6. Peta – peta parameter zonasi kerentanan gerakan massa
7. Peta zonasi kerentanan gerakan massa
8. Laporan penelitian

### **1.6. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat bagi beberapa pihak, diantaranya:

#### **A. Bagi Mahasiswa**

- 1) Dapat mengaplikasikan ilmu yang telah didapat selama bangku perkuliahan di Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta
- 2) Dapat mengetahui dan mempraktekkan cara-cara melakukan pemetaan geologi yang baik dan benar, serta menyelesaikan masalah-masalah teknis maupun masalah geologi di lapangan.
- 3) Dapat menyelesaikan kurikulum Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta dan mendapatkan gelar sarjana pada program pendidikan strata satu (S1).

#### **B. Bagi Keilmuan**

- 1) Memperbanyak data-data geologi dan geologi teknik sehingga dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya
- 2) Menambah wawasan keilmuan tentang gerakan tanah terhadap kestabilan lereng, yang sangat berguna dalam perencanaan wilayah dan upaya mitigasi

#### **C. Bagi Masyarakat**

- 1) Memperdalam pengetahuan masyarakat mengenai keadaan geologi daerah tempat tinggalnya
- 2) Memberikan wawasan kepada masyarakat mengenai gerakan tanah, sehingga dapat melakukan upaya penanggulangan bencana yang tepat.

**D. Bagi Pemerintah**

- 1) Dapat memberikan informasi tentang kondisi geologi daerah penelitian yang dapat menimbulkan potensi positif maupun negatif terkait tentang bencana geologi bagi Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB).

## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

#### **2.1. Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan supaya tercapai tujuan dari penelitian yaitu metode pemetaan. Metode pemetaan berdasarkan pada data yang diperoleh di lapangan berupa data primer (sampel batuan, struktur geologi dan sampel lereng) serta dilakukan analisis sehingga hasilnya dapat berupa peta dan laporan. Data sekunder juga diperlukan dalam melakukan penelitian untuk mendukung data primer. Maka dari itu metode penelitian dilakukan dalam 4 tahap yaitu : tahap pendahuluan, tahap pengambilan data lapangan, tahap analisis dan pengolahan data, dan tahap penyusunan laporan (Gambar 2.1).

##### **2.1.1. Tahap pendahuluan**

Tahap pendahuluan dilakukan sebelum menuju langsung ke lokasi penelitian, dilakukan dengan cara mempelajari hasil penelitian terdahulu guna mendapatkan gambaran mengenai apa yang pernah dilakukan serta disimpulkan mengenai keadaan geologi di daerah penelitian, agar selama pemetaan dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Kegiatan tahap pendahuluan antara lain :

###### **a. Studi Literatur**

Kajian pustaka yaitu mempelajari hasil penelitian pada lokasi oleh peneliti terdahulu. Media yang digunakan untuk mempelajari hasil penelitian terdahulu yaitu berupa paper, jurnal maupun buku. Poin-poin dalam mengkaji penelitian terdahulu yaitu:

Meliputi studi literatur mengenai geologi lokasi penelitian. Hal-hal yang perlu dipelajari untuk studi literatur yaitu :

- Geologi regional
- Geomorfologi regional
- Geologi teknik

###### **b. Interpretasi lokasi penelitian**

Setelah mengkaji studi literatur pada lokasi penelitian, maka perlu dilakukan interpretasi pada lokasi penelitian, antara lain :

- Interpretasi geologi, yaitu melakukan intepretasi mengenai stratigrafi, struktur geologi dan satuan batuan menggunakan peta geologi regional, peta SRTM dan *google earth*
- Intrepetasi geomorfologi, yaitu melakukan intepretasi bentuk morfologi pada lokasi penelitian menggunakan peta topografi
- Membuat peta lintasan, yaitu membuat perencanaan lintasan selama kegiatan pemetaan berlangsung agar lebih efektif dan efisien.

### **2.1.2. Tahap Pengambilan Data Lapangan**

Tahap ini berupa pemetaan geologi permukaan detil dan pencocokan dari hasil studi pustaka yang telah dilakukan sebelum pergi ke lapangan. Berikut ini merupakan jenis-jenis pengamatan yang dilakukan.

#### 1. Pengamatan geomorfologi

Meliputi pengamatan bentang alam dan morfologi daerah penelitian, pengamatan pola pengaliran, analisis morfogenesis dan tingkat erosional dari bentang alam dan pembagian satuan bentuk lahan.

#### 2. Pengamatan singkapan

Diawali dari pengamatan singkapan dari kejauhan, pembuatan sketsa singkapan, pendeskripsian singkapan, pendiskripsian batuan, pengambilan foto dan pengambilan sampel batuan.

#### 3. Pengamatan struktur geologi

Pengukuran dan pencatatan data struktur yang ada dan tersingkap baik berupa struktur garis maupun struktur bidang yang keterdapatannya didasari pada hipotesis kelurusan struktur.

#### 4. Pengamatan geologi teknik

Pengukuran geometri lereng yang akan dikaji, dalam hal ini data yang perlu diukur berupa lebar lereng, tinggi lereng, arah muka lereng, dan kemiringan lereng.

#### 5. Pengambilan sampel tanah

Sampel tanah yang diambil berupa sampel yang tidak terganggu (*undisturbed*) menggunakan pipa PVC untuk mendapatkan hasil sampel yang alami dengan memperhatikan prosedur yang baik dan benar.

### **2.1.3. Tahap Analisis dan Pengolahan Data**

Tahapan setelah pemetaan adalah tahap analisis data lapangan, pengolahan data lapangan yang di sertai dengan diskusi dengan dosen pembimbing, dosen ahli terkait dan rekan penulis. Tahap analisis dan pengolahan data secara detail meliputi:

1. Analisis geomorfologi

Pembagian satuan geomorfologi berdasarkan bentuk asal, morfologi daerah telitian yang terbagi menjadi morfografi dan morfometri, morfogenesis yang terdiri dari morfostruktur aktif, morfostruktur pasif, dan morfo dinamis yang kemudian didapatkan satuan bentuk lahan pada daerah telitian. Analisis pola pengaliran mengacu pada Howard (1967) , dan untuk deskriptif dari klasifikasi bentuk lahan penulis mengacu pada klasifikasi van Zuidam (1983).

2. Analisis petrologi dan petrografi

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui nama dari sampel batuan yang diambil di lapangan. Penamaan batuan beku mengacu pada Nesse (1982), dan batuan sedimen pada Pettijohn (1975).

3. Analisis struktur geologi

Analisis struktur dilakukan dengan menginput data struktur yang didapat dilapangan baik berupa struktur garis maupun bidang yang meliputi data kedudukan kekar, bidang sesar, dan gores garis untuk mengetahui arah umum dan arah tegasan utama dengan analisis stereografis dengan menggunakan *software Dips 6.0*, kemudian diklasifikasikan mengacu pada klasifikasi Rickard (1972).

4. Analisis sifat fisik-mekanik tanah

Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah yang selanjutnya akan digunakan untuk mengetahui kondisi kestabilan lereng. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan sampel tanah yang

tidak terganggu (*undisturbed*). Sifat fisik dan mekanik tanah yang diuji adalah sebagai berikut:

- Berat jenis
- Berat isi tanah
- Berat isi kering
- Kekuatan geser tanah

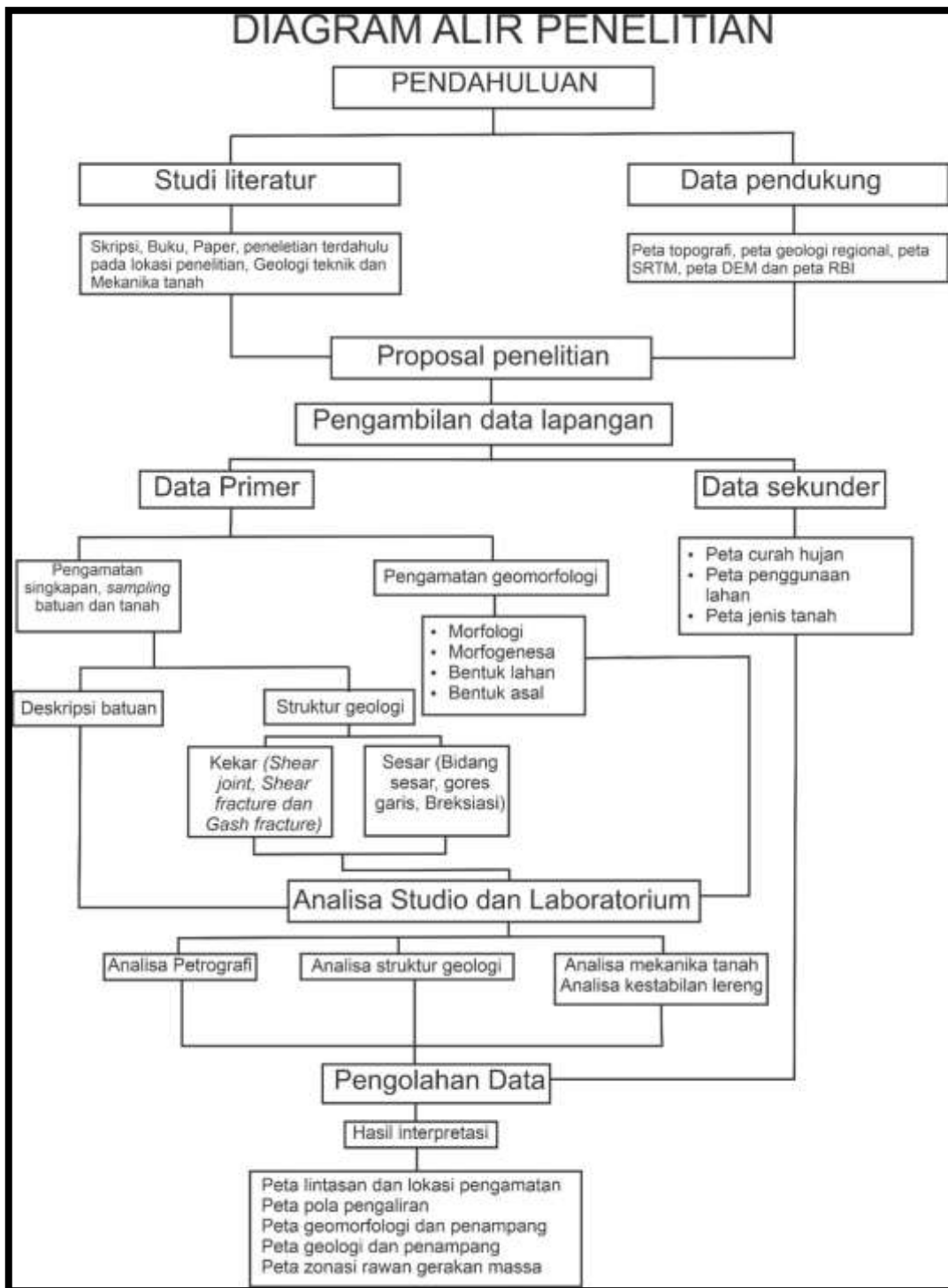
#### **2.1.4. Tahap Penyusunan Laporan**

Tahap keempat ini adalah tahap terakhir dimana data - data yang berhasil dikumpulkan dari kegiatan lapangan dan analisis akan disajikan dalam bentuk laporan dan peta.

#### **2.1.5. Peralatan Pemetaan**

Peralatan yang digunakan untuk pemetaan, diantaranya:

1. Peta topografi daerah penelitian
2. GPS
3. Kompas geologi
4. Palu geologi
5. Meteran
6. Parameter
7. Komparator batuan beku dan sedimen
8. Buku lapangan
9. Lup
10. Alat tulis lengkap
11. HCL
12. Kamera
13. Pipa PVC untuk pengambilan sampel tanah
14. Plastik sampel batuan



**Gambar 2.1.** Diagram alir penelitian tugas akhir

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Mekanika Tanah**

Tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan. dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo H. C., 2002). Sedangkan menurut Das (1995), tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel - partikel padat tersebut. Jenis tanah dibedakan berdasarkan ukuran butirnya berdasarkan klasifikasi ukuran butir menurut USCS (*United Soil Classification System*) dalam buku Mekanika Tanah Jilid 1 (Das, 1995) (Tabel 3.1) .

Mekanika tanah adalah pengetahuan yang menerapkan kaidah mekanika dan hidrolika untuk memecahkan persoalan - persoalan teknik sipil yang berhubungan dengan endapan dan kumpulan butir - butir padat yang terurai (*unconsolidated*) dihasilkan oleh proses penghancuran (*disintegration*) secara alami dan kimiawi batuan (Terzaghi & Peck, 1987).

**Tabel 3.1.** Jenis tanah berdasarkan ukuran butir menurut USCS (*United Soil Classification System*) dalam buku Mekanika Jilid 1 (Das, 1995).

No	Jenis Tanah	Ukuran Butir
1.	Kerikil	4,75 – 76,2 mm
2.	Pasir	0,075 – 4,75 mm
3.	Lanau dan Lempung	< 0,075 mm

#### **3.1.1. Pengujian Laboratorium**

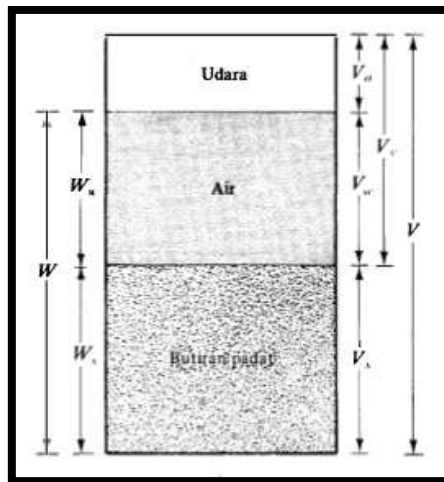
Pengujian laboratorium dilakukan agar mendapatkan sifat fisik dan mekanik tanah yang bertujuan untuk Analisis kestabilan lereng.

##### **3.1.1.1. Sifat Fisik Tanah**

Secara umum, tanah terdiri dari tiga unsur yaitu butiran tanah atau partikel padat (*solid*) , air (*water*), dan udara (*air*). Kandungan air dan udara yang terdapat di



dalam tanah menempati rongga (*void*) yang terdapat di antara butiran, yang disebut pori tanah. Bila volume pori di dalam tanah dipenuhi oleh air, maka tanah dinyatakan dalam kondisi jenuh. Sebaliknya bila didalam pori tanah tidak berisi air sama sekali, maka tanah dalam kondisi kering. Untuk mendapatkan hubungan antara berat isi tanah, berat jenis tanah dan kadar air, maka kita anggap bahwa massa tanah tersebut dalam sistem tiga tingkat yaitu: udara, air dan butiran-butir padat seperti tertera pada gambar diagram fase (Gambar 3.2).



**Gambar 3.1.** Diagram fase tanah (Das, 1995). Massa tanah dibagi menjadi tiga tingkat yaitu udara, air dan butiran-butir padat. Dimana  $V$  = volume total,  $V_s$  = volume butiran padat,  $V_v$  = volume pori,  $V_w$  = volume air di dalam pori,  $V_a$  = volume udara di dalam pori,  $W$  = berat total,  $W_s$  = berat butiran padat dan  $W_w$  = berat air.

a) Kadar Air

Besarnya kandungan air yang terdapat di dalam suatu contoh tanah yang sering disebut kadar air,  $W_c$  (*moisture content* atau *water content*) dinyatakan dalam prosentase terhadap berat tanah dalam keadaan kering (Budi, 2011). Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan kadar air yang terkandung di dalam suatu contoh tanah, sehingga dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W_c = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \% \dots \dots \dots (3.1)$$

Keterangan :

$W_c$  = Kadar air (gram)

$W_w$  = Berat air (gram)

$W_s$  = Berat tanah dalam keadaan kering (gram)

b) Berat Jenis (*specific gravity*)

Berat jenis adalah perbandingan (rasio) antara massa berat kering butiran tanah dan berat air suling (*distilled water*) pada volume yang sama dengan volume butiran tersebut. Nilai  $G_s$  ini dapat dipakai untuk mengetahui berat relatif tanah terhadap berat air yang mempunyai berat-volume sebesar satu (Budi, 2011). Tujuan dari percobaan ini adalah untuk menentukan berat jenis yang terkandung di dalam suatu contoh tanah, sehingga dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$G_s = \frac{W_s}{W_w} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan :

$G_s$  = Berat Jenis

$W_s$  = Berat kering (gram)

$$= W_2 - W_1$$

$W_w$  = Berat air yang dipindahkan oleh tanah kering (gram)

$$= W_4 + (W_2 - W_1) - W_3$$

c) Berat Isi

Terdapat 2 berat isi tanah berdasarkan keadaan tanah yaitu berat isi tanah jenuh dan berat isi tanah kering.

Berat isi tanah jenuh ( $\gamma_b$ ) adalah perbandingan antara berat butiran tanah termasuk air dan udara ( $W$ ) dengan volume total tanah ( $V$ ) (Hardiyatmo, 2002). Bila ruang udara terisi oleh air seluruhnya ( $V_a = 0$ ), maka tanah menjadi jenuh.

$$\gamma_b = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (3.3)$$

keterangan :

$\gamma_b$  = Berat isi basah ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$W$  = Berat butiran tanah (gram)

$$= W_w + W_s + W_a \quad (W_a = 0)$$

$V$  = Volume total ( $\text{cm}^3$ )

Berat isi tanah kering ( $\gamma_s$ ) adalah perbandingan antara berat butiran ( $W_s$ ) dengan volume total ( $V$ ) tanah (Hardiyatmo, 2002).

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V} \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan :

$\gamma_s$  = Berat isi kering ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$W_s$  = Berat butiran tanah kering (gram)

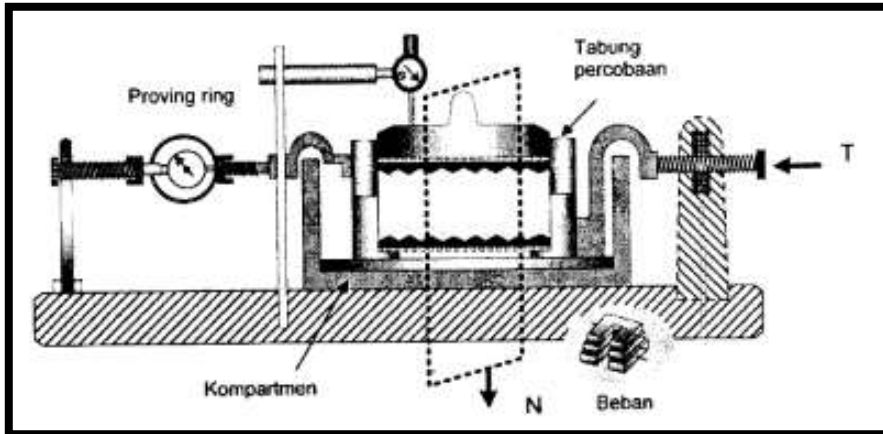
$$= W_w + W_s + W_a \quad (W_a = 0)$$

$V$  = Volume total ( $\text{cm}^3$ )

### 3.1.1.2. Sifat Mekanik Tanah

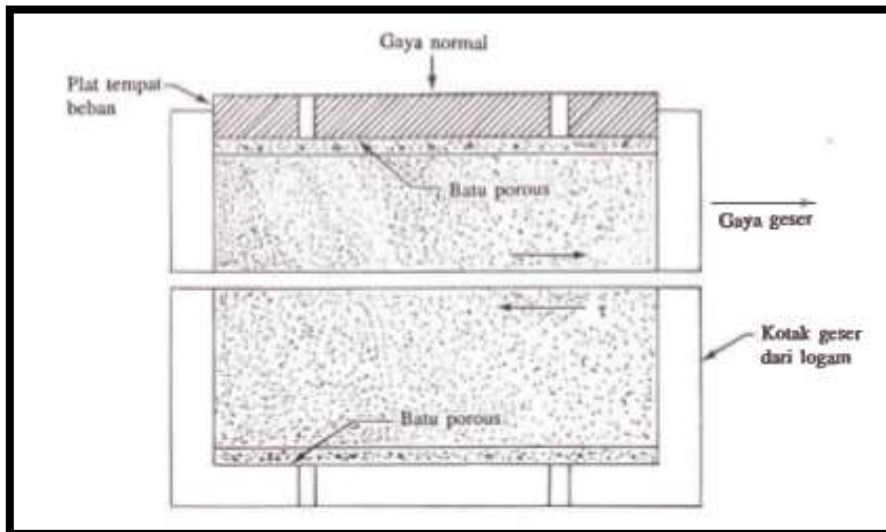
#### 1. Uji Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisis kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng, dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Menurut Budi (2011), pada pengujian *direct Shear* (Gambar 3.3), kekuatan geser tanah diperoleh dengan cara menggeser contoh tanah yang diberi beban normal ( $N$ ). Kekuatan tanah yang diperoleh dari percobaan tersebut adalah dalam kondisi *drained*, karena air di dalam pori tanah diijinkan keluar selama pembebanan. oleh karena itu percobaan *direct shear* pada umumnya digunakan untuk tanah pasir (*granular*).



Gambar 3.2. Skema pengujian *direct shear* (Budi, 2011).

Tujuan dari pengujian *direct shear* yaitu untuk memperoleh parameter kuat geser dan sudut geser tanah tidak terganggu (*undisturbed*). Memperhatikan skema pembebanan pada Gambar 3.4, maka besarnya tekanan normal ( $\delta$ ) dan tegangan geser ( $\tau$ ) dapat diperoleh dari perumusan:



Gambar 3.3. Diagram susunan alat uji geser langsung (Das B. M., 1995).

$$\delta = \frac{N}{A} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\tau = \frac{T}{A} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$S = c + \delta \tan \Theta \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan :

$\delta$  = Tekanan normal (kPa)

N = Gaya normal (kN)

A = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

$\tau$  = Tegangan geser (kPa)

T = Gaya geser (kN)

S = Kuat geser (kPa)

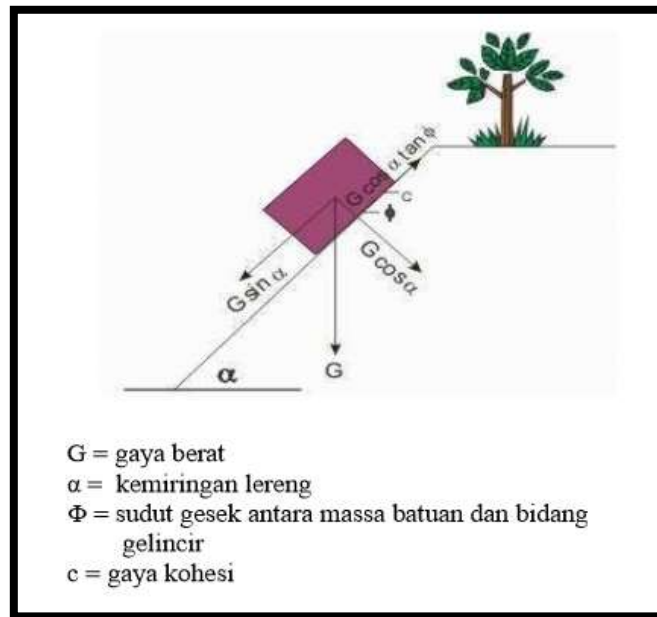
C = Kohesi (kPa)

$\Theta$  = Sudut geser dalam ( $^{\circ}$ )

### 3.2. Analisis Kestabilan Lereng

Permukaan tanah tidak selalu membentuk bidang datar atau mempunyai perbedaan elevasi antara tempat yang satu dengan yang lain sehingga membentuk suatu lereng (*slope*). Lereng merupakan suatu kondisi topografi yang banyak dijumpai pada berbagai pekerjaan konstruksi sipil. Lereng dapat terjadi secara alami maupun sengaja dibuat oleh manusia dengan tujuan tertentu. Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia (Pangemanan dkk, 2014).

Pada kemiringan lereng terdapat sistem gaya atau tegangan yang bila kesetimbangannya terganggu akan menimbulkan gerakan massa. Distribusi tegangan lereng ditunjukkan pada gambar 3.5. Lereng yang tersusun atas batuan keras dan koheren secara umum dicirikan oleh terjadinya tegangan yang berbeda dengan lereng yang tersusun batuan atau tanah yang lapuk. Lereng tanah jauh lebih lemah daripada lereng batuan (Price, 2009). Kestabilan lereng yang ditempati tanah sangat dipengaruhi oleh kuat geser tanah, sedangkan tanah sering memicu potensi longsor (Kusumayudha dkk, 2016).



**Gambar 3.4.** Distribusi gaya pada suatu lereng (Hoek & Bray, 1989).

Berhubung sifat - sifat tanah pada lereng tidak selalu memenuhi harapan dalam merencanakan suatu konstruksi, maka apabila dijumpai tanah yang sifat-sifatnya sangat jelek, tanah tersebut harus distabilkan sehingga dapat memenuhi syarat - syarat teknis yang diperlukan.

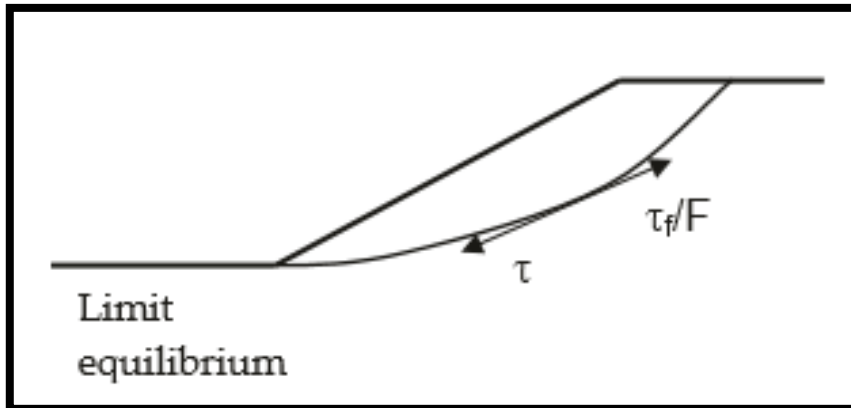
### 3.2.1. Metode Kesetimbangan Batas

Metode kesetimbangan batas atau *Limit Equilibrium Method* (LEM) adalah metode yang digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng tipe gelinciran translasional dan rotasional. Pada metode ini, perhitungan analisis kestabilan lereng hanya menggunakan kondisi kesetimbangan statik dan mengabaikan adanya hubungan tegangan- tegangan pada lereng. Asumsi lainnya, yaitu geometri dari bentuk bidang runtuh, harus diketahui dan ditentukan terlebih dahulu.

Kondisi kestabilan lereng dalam metode kesetimbangan batas dinyatakan dalam indeks faktor keamanan. Faktor keamanan dihitung menggunakan kesetimbangan gaya, kesetimbangan momen, atau menggunakan kedua kondisi kesetimbangan tersebut, tergantung metode perhitungan yang dipakai.

Metode kesetimbangan batas didasarkan pada kuat geser, yang dapat diperoleh dengan dua cara (Gambar 3.5): Pendekatan tegangan total (analisis  $S_u$ ) dan

pendekatan tegangan efektif (analisis  $\sigma$ - $\phi$ ). Jenis kekuatan tegangan tergantung pada jenis tanah, kondisi pembebanan. Kekuatan tegangan total digunakan untuk kondisi jangka pendek di tanah liat, sedangkan kekuatan tegangan efektif digunakan dalam kondisi jangka panjang di semua jenis tanah, atau kondisi di mana tekanan pori telah diketahui (Janbu, 1973).



**Gambar 3.5.** Metode kesetimbangan batas (Abramson dkk, 2002). Faktor keamanan didapatkan dari persamaan kuat geser ( $\tau_f$ ) dan tegangan geser ( $\tau$ ).

Metode kesetimbangan batas :

$$F = \frac{S_u}{\tau} \quad (\text{Tegangan total}) \dots\dots\dots(3.8)$$

$$F = \frac{c' + \sigma' \tan \phi'}{\tau} \quad (\text{Tegangan efektif}) \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan

F = Faktor keamanan

$S_u$  = Tegangan total (kPa)

$c'$  = Kohesi (kPa)

$\sigma'$  = Tegangan normal (kPa)

$\phi'$  = Sudut Geser Dalam ( $^{\circ}$ )

### 3.2.2. Kriteria Keruntuhan *Mohr – Coulomb*

Coulomb (dalam Scofield & Wroth, 1968) mengatakan bahwa tanah adalah material homogen yang kaku dapat pecah menjadi blok-blok terpisah (Gambar 3.6a.). Blok – blok ini masih tetap bersentuhan tetapi relatif meluncur satu sama lain di sepanjang permukaan kontak. Coulomb mengamati permukaan yang pecah tersebut pada tanah dan batu. Eksperimennya pada spesimen batuan yang solid dan mekanisme dengan kontak geser ternyata baik itu kohesi dan sudut geser dalam harus menanggulangi kegelinciran selama sepanjang permukaan yang pecah (Gambar 3.6b.).

Semua metode kesetimbangan batas menggunakan kriteria keruntuhan Mohr - Coulomb untuk menentukan kuat geser ( $\tau_f$ ) sepanjang permukaan geser. Tegangan geser di mana tanah runtuh dalam tegangan geser didefinisikan sebagai kekuatan geser tanah. Menurut Janbu (1973), keadaan kesetimbangan batas terjadi ketika tegangan geser yang dimobilisasi ( $\tau$ ) dinyatakan sebagai sebagian kecil dari kekuatan geser. Nash (dalam Scofield & Wroth, 1968) mengatakan, “Pada saat keruntuhan, kekuatan geser sepenuhnya dimobilisasi sepanjang permukaan yang runtuh ketika kondisi keadaan kritis tercapai”. Kekuatan geser biasanya dinyatakan dengan hubungan linier Mohr - Coulomb, dimana  $\tau_f$  dan  $\tau$  ditentukan sebagai :

$$\text{Kuat geser : } \tau_f = c' + \sigma' \tan \varphi' \text{ atau } (a + \sigma') \tan \varphi' \dots\dots\dots(3.10)$$

$$\text{Tegangan geser ; } \tau = \frac{\tau_f}{F} = \frac{c' + \sigma' \tan \varphi'}{F} \dots\dots\dots(3.11)$$

Keterangan :

a = Daya Tarik

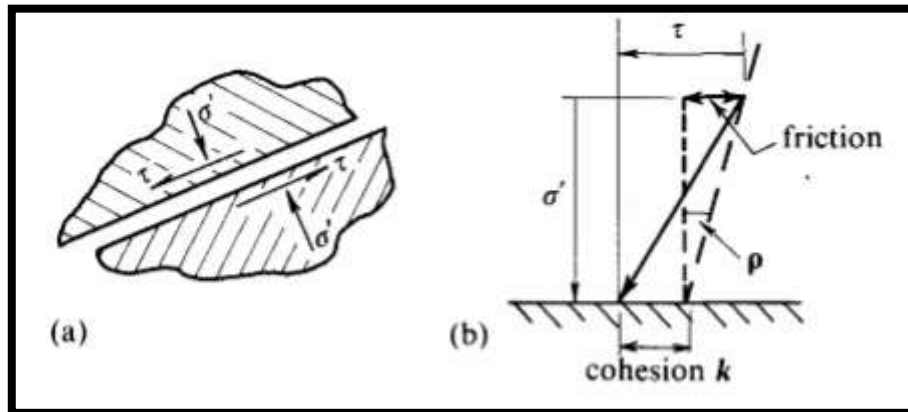
c' = Kohesi

$\varphi'$  = Sudut geser dalam

F = Faktor keamanan



Kuat geser yang tersedia bergantung pada jenis tanah dan tegangan normal efektif, sedangkan tegangan geser yang dimobilisasi bergantung pada gaya luar yang bekerja pada massa tanah. Ini mendefinisikan faktor keamanan sebagai rasio dari  $\tau_f$  ke  $\tau$  dalam analisis kesetimbangan batas.



**Gambar 3.6.** Kriteria Keruntuhan Mohr – Coulomb (Coulomb, 1776 dalam Schofield & Wroth, 1968). (a) tanah adalah material homogen yang kaku dapat pecah menjadi blok-blok terpisah. (b) Hubungan antara tegangan geser ( $\tau$ ), kohesi ( $k$ ), tegangan efektif ( $\sigma'$ ) dan sudut geser dalam ( $\rho$ ).

### 3.2.3. Metode Perhitungan Morgenstern – Price

Metode Morgenstern - Price (1965) menggunakan asumsi yang sama dengan metode kesetimbangan batas umum yaitu terdapat hubungan antara gaya geser antar-irisan dan gaya normal antar-irisan. Asumsi yang diterapkan dalam metode ini adalah kemiringan gaya geser antar irisan besarnya sebanding dengan fungsi tertentu yang diasumsikan. Metode Morgentern – Price dapat memperhitungkan kedua gaya pada irisan, mengasumsikan fungsi gaya pada irisan dan menghitung faktor keamanan untuk kesetimbangan gaya.

Metode Morgenstern- Price termasuk dalam metode kesetimbangan batas dan mengasumsikan fungsi gaya *interslice*. Menurut Morgenstern- Price (1965), kemiringan gaya interslice dapat bervariasi dengan fungsi ( $f(x)$ ) sebagai berikut :

$$T = f(x) \cdot \lambda \cdot E \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan :

- T = Gaya geser pada irisan (kN)
- f(x) = Fungsi gaya pada irisan
- $\lambda$  = Faktor skala
- E = Gaya normal pada irisan (kN)

### 3.3. Faktor Keamanan Lereng Tanah

Faktor keamanan (FK) didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$F = \frac{\tau}{\tau_d} \dots \dots \dots (3.13)$$

Menurut Bowles (1979), terdapat klasifikasi faktor keamanan lereng menjadi 3 kelas yang membagi nilai faktor keamanan lereng berdasarkan intensitas kelongsoran sesuai dengan tabel dibawah ini (Tabel 3.2).

**Tabel 3.2.** Nilai faktor kewanan (FK) berdasarkan intensitas kelongsoran Bowles (1979). Terdapat 3 kelas yaitu kelas labil, kelas kelas kritis dan kelss stabil.

Nilai faktor kewanan (FK)	Intesitas longsor
$FK < 1,07$	Longsoran sering terjadi (kelas labil)
$1,07 < FK < 1,25$	Longsoran pernah terjadi (kelas kritis)
$FK > 1,25$	Longsoran jarang terjadi (kelas stabil)

### 3.4. Gerakan Massa

#### 3.4.1. Pengertian Gerakan Massa

Gerakan tanah menurut Hadiwidjoyo (dalam Arif, 2016) dapat didefinisikan sebagai berpindahnya massa tanah dan batuan pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukannya semula.

Tanah longsor terjadi karena dua faktor utama yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol adalah faktor-faktor yang memengaruhi kondisi material itu sendiri seperti kondisi geologi, kemiringan lereng, litologi, sesar dan kekar pada batuan. Faktor pemicu adalah faktor yang menyebabkan Bergeraknya material tersebut seperti curah hujan, gempabumi, erosi kaki lereng dan aktivitas manusia (Naryanto, 2017).

Menurut Hardiyatmo (2002), kelongsoran lereng alam dapat terjadi dari hal-hal sebagai berikut:

1. Penambahan beban pada lereng. Tambahan beban lereng dapat berupa bangunan baru, tambahan beban oleh air yang masuk ke pori-pori tanah

maupun yang menggenang di permukaan tanah dan beban dinamis oleh tumbuh-tumbuhan yang tertiuip angin dan lain-lain,

2. Penggalian atau pemotongan tanah pada kaki lereng,
3. Penggalian yang mempertajam kemiringan lereng,
4. Perubahan posisi muka air secara cepat (rapid drawdown) (pada bendungan, sungai dan lain-lain),
5. Kenaikan tekanan lateral oleh air (air yang mengisi retakan akan mendorong tanah ke arah lateral),
6. Gempa bumi,
7. Penurunan tahanan geser tanah pembentuk lereng oleh akibat kenaikan kadar air, kenaikan tekanan air pori, tekanan rembesan oleh genangan air di dalam tanah, tanah pada lereng mengandung lempung yang mudah kembang susut dan lain-lain.

### 3.4.2. Klasifikasi Gerakan Massa

Klasifikasi Gerakan massa umumnya dapat dibedakan berdasarkan jenis dari materialnya dan pergerakan material tersebut. Berikut (Tabel 3.3) klasifikasi dari Varnes (1978) yang berdarkan tipe material dan tipe pergerakannya (Gambar 3.7).

**Tabel 3.3.** Tipe Gerakan massa (Varnes, 1978). Klasifikasi gerakan massa dibedakan berdasarkan tipe material yaitu tanah (*earth*), batu (*rock*) dan campuran (*debris*). Berdasarkan tipe pergerakannya (runtuhan (*fall*), robohan (*topple*), gelinciran (*slide*), sebaran (*spread*), dan aliran (*flow*). Terdapat tipe longSORAN yang terdiri 2 atau lebih tipe gerakan massa yang disebut majemuk (*complex*).

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		

#### 1. Runtuhan (*fall*)

Runtuhan (*fall*) adalah gerakan tiba-tiba dari massa material geologi seperti bebatuan dan bongkahan batu, yang terlepas dari lereng atau tebing curam. Pemisahan material terjadi disepanjang bidang diskontinuitas atau

bidang yang tidak menerus seperti sesar, kekar dan bidang perlapisan. Tipe gerakan runtuh (*fall*) sangat dipengaruhi oleh gravitasi, pelapukan dan keberadaan air pada lereng yang memberikan beban berlebih pada lereng.

#### 2. Robohan (*topple*)

Robohan (*topple*) adalah gerakan robohnya material dengan gerakan rotasi kedepan. Tipe gerakan robohan (*topple*) dipengaruhi oleh gravitasi dan fluida yang berada di dalam rekahan pada lereng sehingga memberikan gaya kedepan.

#### 3. Gelinciran (*slide*)

Gelinciran (*slide*) terjadi karena adanya zona lemah yang dapat memisahkan tanah yang stabil dengan material longsor yang tidak stabil. Dalam tipe gerakan massa gelincir (*slide*) dibagi lagi menjadi 2 berdasarkan mekanisme gerakannya yaitu *rotational landslide* dan *translational landslide*. *Rotational landslide* adalah jenis gerakan massa yang gerakannya berputar pada sumbu longsor yang sejajar dengan permukaan tanah dan gerakannya mengikuti bidang longornya. *Translational landslide* adalah jenis gerakan massa yang gerakannya sedikit rotrasi dan sedikit miring kebelakang dengan bidang gelincir yang rata.

#### 4. Sebaran (*spread*)

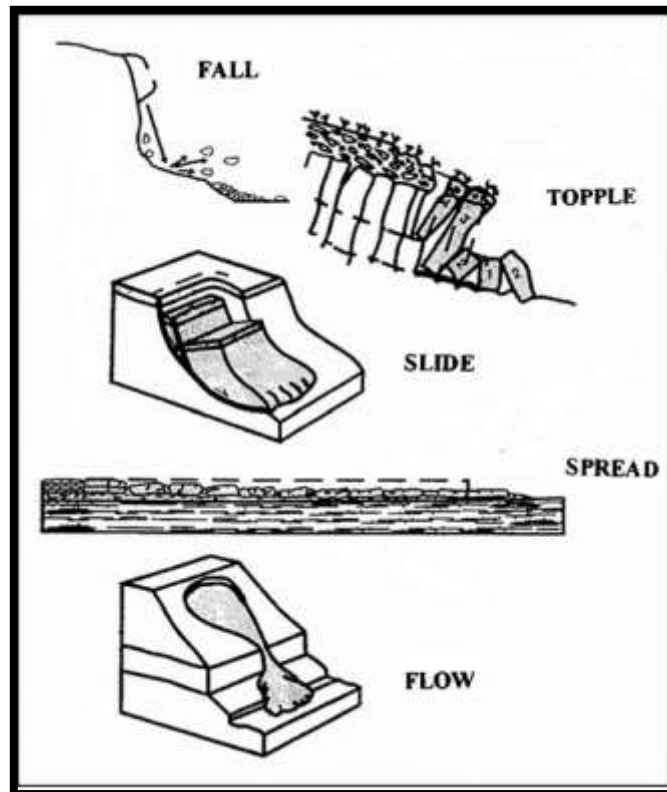
Sebaran (*spread*) terjadi pada lereng yang relatif landai dipengaruhi adanya sesar mendatar. Tipe gerakan sebaran (*spread*) disebabkan oleh likuifaksi atau proses batuan sedimen dalam keadaan padat menjadi cair.

#### 5. Aliran (*flow*)

Aliran (*flow*) adalah tipe gerakan massa yang pergerakannya seperti fluida kental. Pergerakan massa biasanya pendek dan batas antara material yang solid dengan material yang longsor berupa zona aliran.

#### 6. Majemuk (*compelx*)

Majemuk (*compelx*) merupakan tipe gerakan dengan 2 atau lebih tipe gerakan massa yang berbeda.



**Gambar 3.7.** Klasifikasi Gerakan massa berdasarkan tipe pergerakannya (Varnes, 1978). Tipe pergerakannya yaitu runtuh (*fall*), robohan (*topple*), gelinciran (*slide*), sebaran (*spread*), dan aliran (*flow*).

### 3.5. Zonasi Rawan Longsor

#### 3.5.1. Parameter Zonasi Rawan Longsor

Dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor dibutuhkan beberapa parameter yang dibutuhkan sebagai data pendukung. Parameter – parameter yang digunakan mengacu pada modifikasi dari klasifikasi yang dikemukakan oleh Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor serta dalam buku Resiko Bencana Indonesia yang dikemukakan oleh Amri, dkk (2016) dan Permen PU No.22/PRT/M/2007. Terdapat 6 parameter yang digunakan yaitu kemiringan lereng, curah hujan, jenis batuan, proporsi kejadian gerakan massa, tata guna lahan dan jarak terhadap struktur geologi (Tabel 3.4).

**Tabel 3.4.** Pembobotan dan penilaian parameter zonasi rawan longsor yang terdiri dari kemiringan lereng, curah hujan, jenis batuan, faktor keamanan lereng, tata guna lahan dan jarak terhadap struktur geologi.

Parameter	Klasifikasi	Skor	Bobot	Referensi
Kemiringan lereng	< 25 %	1	25 %	Paimin, Sukresno & Pramono (2009)
	25 – 44 %	2		
	45 – 64 %	3		
	65 – 85 %	4		
	> 85%	5		
Curah hujan	< 2000 mm/tahun	2	25 %	Paimin, Sukresno & Pramono (2009)
	2000 – 3000 mm/tahun	3		
	> 3000 mm/tahun	4		
Jenis batuan	Batuan alluvial	1	15 %	Amri, dkk.(2016)
	Batuan sedimen	2		
	Batuan vulkanik	3		
Proporsi kejadian gerakan massa	< 10 %	1	15 %	SNI (2016)
	10 – 25 %	2		
	> 25 %	3		
Tata guna lahan	Sawah	1	10 %	Paimin, Sukresno & Pramono (2009)
	Semak/belukar/rumput	2		
	Hutan/perkebunan	3		
	Tegal/pekarangan	4		
	Pemukiman	5		
Jarak terhadap sesar	> 400 m	1	10 %	Amri, dkk.(2016)
	300 – 400 m	2		
	200 - 300 m	3		
	100 - 200 m	4		
	< 100 m	5		

### 3.5.2. Analisis Zonasi Rawan Longsor

Setelah didapatkan parameter – parameter yang mendukung untuk pembuatan peta zonasi rawan longsor, dilakukan pengolahan kelas dan pembobotan skor yang berbeda dilakukan analisis pada *software arcmap* 10.5 dengan cara menggabungkan setiap parameter – parameter tersebut. Analisis daerah potensi rawan longsor didasarkan pada nilai total skor pada masing – masing parameter.

$$\text{Nilai total} = (\text{nilai kemiringan lereng} \times 25 \% + \text{nilai curah hujan} \times 25 \% + \text{nilai jenis batuan} \times 15 \% + \text{nilai proporsi kejadian gerakan masa} \times 15 \% + \text{nilai tata guna lahan} \times 10 \% + \text{nilai jarak terhadap struktur} \times 10 \%)$$

### 3.5.3. Klasifikasi Tingkat Kerawanan Longsor

Setelah dilakukan Analisis zonasi rawan longsor maka akan didapatkan nilai hasil dari tiap parameter, kemudian dari nilai – nilai tersebut dikelompokkan menjadi kelas atau zona berpotensi longsor. Menurut Permen PU No.22/PRT/M/2007, pembagian kelas zona berpotensi longsor dibagi menjadi 3 kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi (Tabel 3.5).

**Tabel 3.5.** Pengkelasan zoba berpotensi longsor dan nilai bobot tertimbang (Permen PU No.22/PRT/M/2007). Terdapat 3 kelas yang digunakan yaitu rendah (1,00 – 1,69), sedang (1,70 – 2,39), tinggi (2,40 – 3,00).

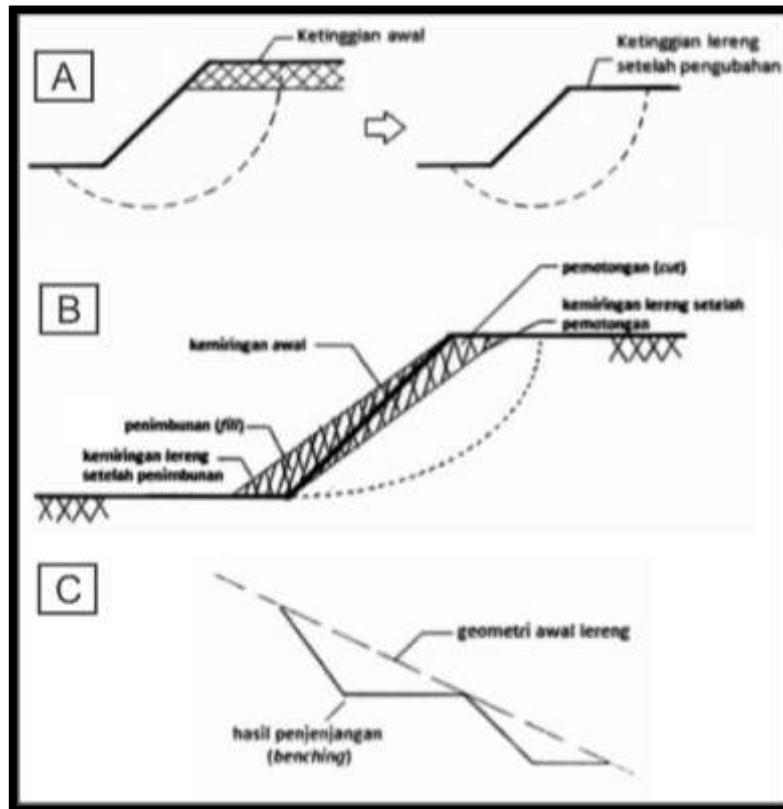
Zona kerentanan Gerakan tanah	Nilai bobot tertimbang
Rendah	1,00 – 1,69
Sedang	1,70 – 2,39
Tinggi	2,40 – 3,00

### 3.5.4. Solusi Mengurangi Dampak Gerakan Massa

Penanggulangan keruntuhan lereng dapat dilakukan dengan mengurangi gaya pendorong atau memperbesar gaya penahan. Metode penanggulangan longsor dengan mengurangi gaya pendorong dapat dilakukan dengan cara mengubah geometri lereng dan memperbesar gaya penahan dengan cara membuat bangunan penguat.

Pengubahan geometri lereng dapat dilakukan dengan pemotongan dan penimbunan (*cut and fill*). Mengurangi ketinggian lereng (Gambar 3.8A), mengurangi kemiringan lereng (Gambar 3.8B), memindahkan material yang tidak stabil dan

berpotensi tidak stabil, serta melakukan penjenjangan (*benching*) (Gambar 3.8C) merupakan metode-metode perubahan geometri lereng dengan cara pemotongan. Penetapan metode ini perlu mempertimbangkan mekanisme longsoran yang terjadi. Pemotongan tidak efektif untuk tipe longsoran berantai yang gerakannya dimulai dari bagian kaki lereng.



**Gambar 3.8.** Metode penanggulangan longsoran dengan mengurangi gaya pendorong (Arif, 2016). (A) Perubahan geometri lereng dengan mengurangi ketinggian lereng. (B) Perubahan geometri lereng dengan cara mengubah kemiringan lereng dengan cara metode pemotongan dan metode penimbunan. (C) Perubahan geometri lereng dengan cara penjenjangan (*benching*).

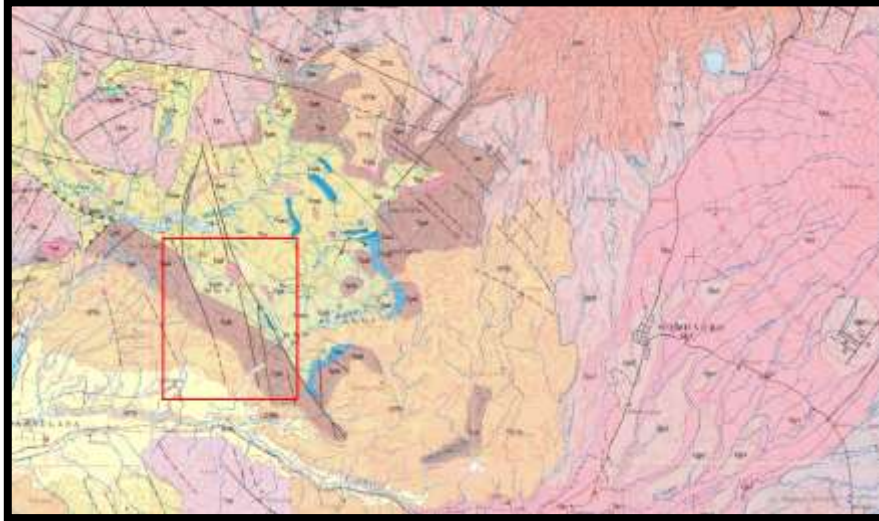
Tindakan penguatan untuk menanggulangi longsoran pada lereng tanah dapat dilakukan dengan menggunakan bangunan penguat, antara lain bronjong, tembok penahan, sumuran batu, tiang pancang, tanah bertulang, dan dinding penopang isian batu.



## BAB IV

### GEOLOGI REGIONAL

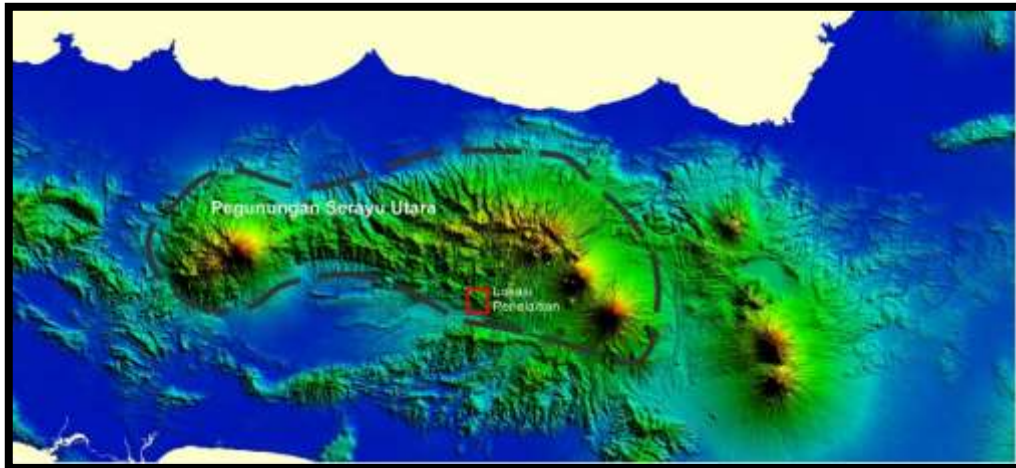
#### 4.1 Geologi Regional



**Gambar 4.1.** Lokasi penelitian pada peta geologi regional lembar Banjarnegara – Pekalongan (Condon dkk, 1996).

##### 4.1.1 Fisiografi

Menurut Van Bemmelen (1949), jajaran pegunungan di Jawa tengah umumnya terbentuk dari 2 puncak antiklin yaitu Pegunungan Serayu Utara dan Pegunungan Serayu Selatan. Banjarnegara merupakan daerah yang terbelah Sungai Serayu dan terletak di bagian barat Wonosobo. Menurut Van Bemmelen (1949), secara fisiografi Banjarnegara berada pada jajaran pegunungan serayu utara (Gambar 4.2) yang terdiri dari 1 jajaran pegunungan berarah timur - barat dengan geometri melengkung membuka ke arah selatan. Pegunungan serayu utara memiliki luas sekitar 30 – 50 km dengan batas pada bagian barat berupa Gunung Slamet (3248 m) dan pada bagian timur ditutupi oleh endapan gunungapi muda dari Gunung Rogodjembangan (2177 m), kompleks vulkanik Dieng (Gunung Prahau 2565 m) dan Gunung Ungaran (2050 m).



**Gambar 4.2.** Fisiografi Pegunungan Serayu Utara diambil dari citra *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM).

#### 4.1.2. Stratigrafi

Stratigrafi cekungan serayu utara sebagaimana diutarakan oleh Van Bemmelen (1949), disusun oleh formasi batuan yang diurutkan dari tua ke muda yaitu sebagai berikut (Gambar 4.3.) :

##### 1. Formasi Merawu

Formasi Merawu merupakan endapan dataran pasang-surut sampai laut dangkal yang diendapkan pada Miosen Awal – Miosen Tengah, terdiri atas dua anggota, yaitu anggota batupasir dan anggota batulempung.

Hubungan stratigrafi Formasi Merawu dengan batugamping Sigugur menjari dan secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Penyatan yang merupakan runtunan batupasir – batulempung yang merupakan endapan turbidit pada lingkungan batial, yang diendapkan pada Pliosen.

Karena anggota batulempung menjemari dengan anggota batupasir maka keduanya mempunyai lingkungan pengendapan yang saling berhubungan, yang keduanya di dataran pasang surut. Sebagai pembeda adalah anggota batulempung diendapkan pada zona lempung (mud zone), sedangkan anggota batupasir diendapkan pada zona pasir (sand zone).

##### 2. Formasi Penyatan

Formasi Penyatan (Van Bemmelen, 1949) mempunyai hubungan menjemari dengan Batuan Gunungapi Kumbang yang secara dominan tersusun oleh lava bantal andesitan. Formasi Penyatan secara selaras

ditindih oleh Formasi Bodas dan Kalibiuk. Umur dari Formasi Penyatan Miosen akhir – Pliosen awal. Ketebalan singkapan Formasi Penyatan rata – rata berkisar 20 – 40 meter, yang tersusun oleh perselingan lapisan napal dan batulempung gampingan. Formasi Penyatan terdapat struktur sedimen berupa konvolut yang mengindikasikan endapan turbidit.

### 3. Formasi Bodas

Formasi bodas terbentuk dari aktifitas gunungapi yang berasal dari gunung Condong, gunung Rajah dan gunung Lumbang ketiga gunung tersebut merupakan gunungapi bawah laut yang berada di Serayu Utara. Jenis batuanya terdiri dari breksi monomik, tuff dan breksi polimik. Fragmen yang berada pada breksi terdiri dari batugamping yang berumur miosen bawah, diorite porfiri, granit, marmer, dll (Van Bemmelen, 1949). Hubungan stratigrafi antara formasi Bodas dengan formasi Penyatan yaitu ketidakselarasan dan selaras dengan formasi Ligung. Formasi Bodas berumur pliosen.

### 4. Formasi Ligung

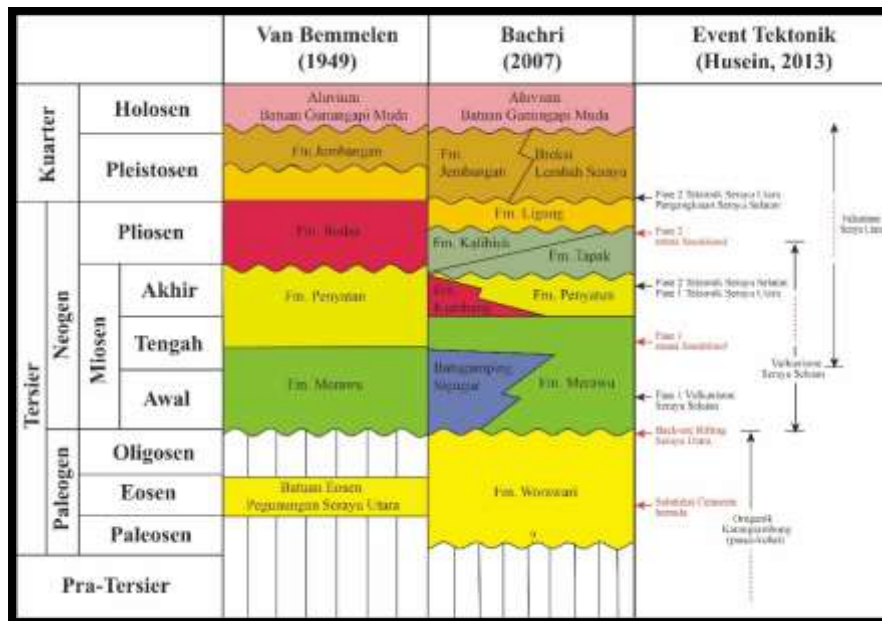
Formasi Ligung berumur Pliosen Awal – Pliosen Akhir. Formasi Ligung secara tidak selaras ditindih oleh Formasi Jembangan dan Breksi Lembah Serayu, yang keduanya mempunyai hubungan menjemari. Formasi merupakan sedimen darat dengan lensa - lensa batubara dan breksi andesitan dengan augit dan horeblend dari Gunung Korakan (Van Bemmelen, 1949).

### 5. Formasi Jembangan

Formasi Jembangan merupakan hasil kegiatan kegunungapian dari Gunung Jembangan (disebut juga Gunung Ragajembangan) yang menyebar sampai ke lembah atau Depresi Serayu, dengan ketebalan mencapai 200 meter (Van Bemmelen, 1949). Jenis batuanya terdiri atas breksi andesit augit – hipersten, olivin basal, dan andesit horeblend. Umur Formasi Jembangan diperkirakan Plistosen, Anggota breksi yang dijumpai di Lembah Serayu disebut pula sebagai Breksi Lembah Serayu (Condon dkk, 1996).

### 6. Aluvium dan Endapan Gunungapi Muda

Aluvium dan endapan gunungapi muda merupakan satuan termuda di daerah Cekungan Serayu Utara, menumpang tidak selaras di atas batuan lain yang lebih tua. Umurnya Holosen dengan ketebalan sangat beragam. Aluvium terdiri atas pasir, lempung dan konglomerat (Van Bemmelen, 1949).

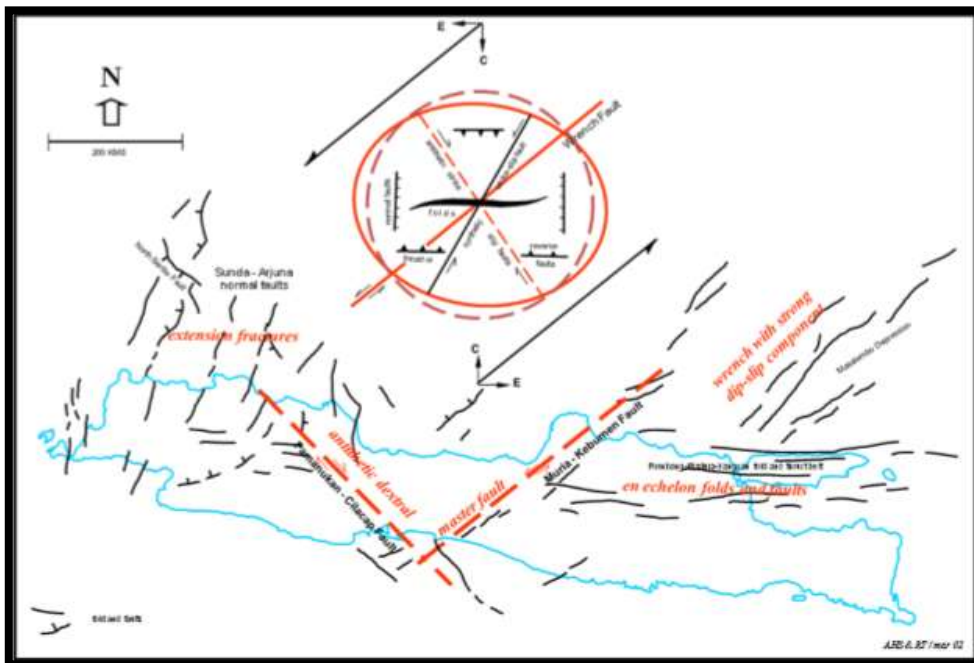


**Gambar 4.3.** Stratigrafi Regional Serayu Utara, menurut Van Bemmelen. (1949), Bachri (2007) dan kejadian tektonik menurut Husein (2013). Formasi batuan dari umur paling tua ke muda yaitu Formasi Worawari, Formasi Merawu, Formasi Penyatan, Formasi Bodas, Formasi Ligung, Formasi Jembangan dan Aluvium Gunungapi Muda.

#### 4.1.3 Struktur Geologi Regional

Pulau Jawa menempati posisi tepi aktif interaksi lempeng-lempeng antara Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera Hindia yang saling beradu sejak Kapur Akhir. Elemen tektonik utama sebagai akibat interaksi Lempeng Eurasia dan Hindia adalah jalur subduksi, jalur magmatik-vulkanik, jalur kerak akresi, dan cekungan belakang dan depan busur vulkanik Akibatnya, Pulau Jawa disusun oleh gabungan antara kerak benua Eurasia (sebagian besar Jawa Barat dan Jawa Tengah bagian utara), kerak hasil akresi antara dua lempeng (bagian selatan Jawa Barat dan Jawa Tengah, dan hampir seluruh bagian Jawa Timur), batuan beku magmatik dan vulkanik Jalur Gunungapi Jawa dan seluruh batuan sedimen yang berasal dari padanya (Satyana & Purwaningsih, 2002).

Menurut Pulunggono dan Martodjojo (1994) yang dikutip pada jurnal *Geology of Yogyakarta and Central Java* (Satyana & Purwaningsih, 2002), menyebutkan bahwa terdapat tiga arah dominan pola struktur di Pulau Jawa yaitu Arah Meratus (baratdaya - timurlaut), Arah Sunda (utara-selatan), dan Arah Jawa (barat-timur). Umur pembentukan keempat arah struktur ini dari tua ke muda adalah berturut-turut : Arah Meratus (Kapur Akhir) yang segera disusul Arah Sumatra (Kapur Akhir-Paleosen), Arah Sunda (Eosen-Oligosen Akhir), dan Arah Jawa (Miosen Awal). Struktur-struktur Arah Meratus, Sumatra, dan Sunda umumnya berupa sesar normal dan sesar mendatar; sedangkan struktur Arah Jawa berupa jalur lipatan dan sesar naik.



**Gambar 4.4.** Analisis struktur Pulau Jawa berdasarkan kinematika *strain ellipsoid*. Sesar mendatar Muria – Kebumen dan sesar mendatar Pamunukan – Cilacap merupakan sesar mendatar utama dan sesar mendatar antitetik (Satyana & Purwaningsih, 2002).

## **BAB V**

### **GEOLOGI DAERAH PENELITIAN**

#### **5.1. Geomorfologi Daerah Penelitian**

##### **5.1.1 Pola Pengaliran**

Kegiatan erosi dan tektonik yang menghasilkan bentuk - bentuk lembah sebagai tempat pengaliran air, selanjutnya akan membentuk pola - pola tertentu yang disebut sebagai pola aliran. Pola pengaliran adalah rangkaian bentuk aliran - aliran sungai pada daerah lemah tempat erosi mengambil bagian secara aktif serta daerah rendah tempat air permukaan mengalir dan berkumpul (Howard, 1967). Pola aliran ini sangat berhubungan dengan jenis batuan, struktur geologi kondisi erosi dan sejarah bentuk bumi.

Menurut Howard (1967) pola pengaliran dibedakan menjadi pola pengaliran dasar dan pola pengaliran modifikasi. Pola pengaliran dasar adalah salah satu sifat yang terbaca dan dapat dipisahkan dari pola dasar lainnya dan pola pengaliran modifikasi adalah salah satu perbedaan yang dibuat dari pola dasar setempat.

Pola pengaliran dari lokasi penelitian dapat dilihat pada lampiran 2 dan dibagi menjadi 2, yaitu :

##### **5.1.1.1. Pola Pengaliran Paralel**

Pola pengaliran paralel yang dipengaruhi oleh topografi yang agak curam hingga miring dengan bentuk aliran yang sejajar dengan sungai utama. Pola pengaliran ini berkembang pada lereng dengan kemiringan miring – curam. Pada lokasi penelitian pola pengaliran ini berkembang pada bentuk lahan pebukitan struktural dan lereng denudasional.

##### **5.1.1.2. Pola Pengaliran Subparalel**

Pola pengaliran subparalel yang dipengaruhi oleh struktur geologi berupa sesar dan kekar dengan bentuk aliran yang tidak sejajar dengan sungai utama dan tak beraturan. Pola pengaliran ini berkembang pada lereng dengan kemiringan miring – curam. Pada lokasi penelitian pola pengaliran ini berkembang pada bentuk lahan lereng struktural, pebukitan struktural dan lereng denudasional.

## 5.2. Dasar Pembagian Bentuk Lahan

Terdapat empat aspek penting dalam kajian geomorfologi (Van Zuidam, 1983), yaitu morfologi atau tampilan relief, mencakup morfografi atau aspek deskriptif geomorfologi suatu wilayah, dan morfometri atau aspek kuantitatif suatu wilayah; morfogenesis atau asal mula dan perkembangan proses yang membentuk suatu bentuklahan, meliputi morfostruktur pasif atau jenis batuan, morfostruktur aktif atau jenis struktur geologi akibat tektonik dan vulkanisme, dan morfodinamis atau proses-proses eksogenik yang bekerja di permukaan bumi.

Pada lokasi penelitian terdapat tiga bentuk asal, yaitu bentuk lahan struktural, bentuk asal vulkanik, dan bentuk asal fluvial. Bentuk asal struktural dapat dibagi menjadi dua bentuk lahan, yaitu bentuk lahan perbukitan struktural dan bentuk lahan lereng struktural. Bentuk asal vulkanik, yaitu bukit intrusi. Bentuk asal fluvial dibagi menjadi dua bentuk lahan, yaitu dataran alluvial dan satuan bentuk lahan tubuh sungai. Peta persebaran satuan geomorfologi dan dan penampang geomorfologi dapat dilihat pada lampiran 3.

### 5.2.1. Bentuk Asal Struktural

#### 5.2.1.1. Satuan Bentuk Lahan Lereng Struktural

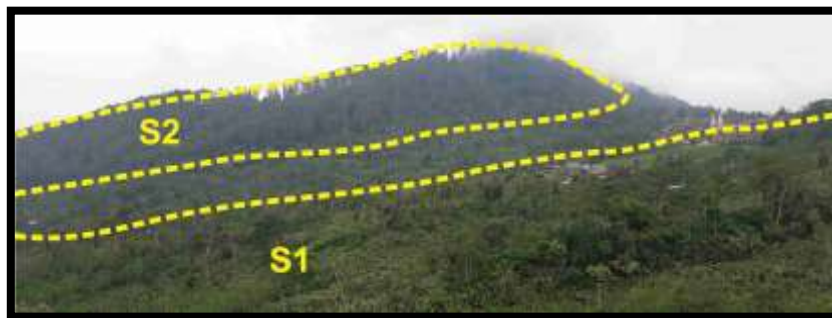
Satuan bentuk lahan lereng struktural (Gambar 5.1) menempati 30 % luasan peta. Satuan ini memiliki bentuk kelerengan cukup curam (15-30%) serta memiliki elevasi 400-800 meter, dengan pola pengaliran sub parallel dan bentuk lembah U-V. Disusun oleh batuan beresistensi sedang dengan litologi berupa batupasir karbonatan dan batulempung napalan. Proses eksogen berupa erosi dan pelapukan. Struktur geologi berupa sesar dan kekar.



**Gambar 5.1.** Foto satuan bentuk lahan lereng struktural (ditandai dengan simbol S1) dengan *azimuth* kamera N 192<sup>o</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 27.

### 5.2.1.2. Satuan Bentuk Lahan Perbukitan Struktural

Satuan bentuk lahan perbukitan struktural (Gambar 5.2) menempati 21 % luasan peta. Satuan ini memiliki bentuk lereng yang memanjang barat laut-tenggara dengan kelereng cukup curam (15-30%) serta memiliki elevasi 650-1000 meter, dengan pola pengaliran parallel dan bentuk lembah V. Disusun oleh batuan beresistensi tinggi dengan litologi berupa breksi monomik, lapilli tuf dan lava andesit. Proses eksogen berupa erosi dan pelapukan. Struktur geologi berupa sesar.



**Gambar 5.2.** Foto satuan bentuk lahan perbukitan struktural (ditandai dengan dengan simbol S2) *azimuth* kamera N 219<sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 27.

### 5.2.2. Bentuk Asal Vulkanik

#### 5.2.2.1. Satuan Bentuk Lahan Bukit Intrusi

Satuan bentuk lahan bukit intrusi (Gambar 5.3) menempati 7 % luasan peta. Satuan ini memiliki bentuk kelereng curam 30-70% serta memiliki elevasi 825-1000 meter, dan bentuk lembah V. Disusun oleh batuan beresistensi tinggi dengan litologi berupa andesit. Proses eksogen berupa pelapukan.



**Gambar 5.3.** Foto satuan bentuk lahan bukit intrusi (ditandai dengan simbol V1) dengan *azimuth* kamera N 014<sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 127.



### 5.2.3. Bentuk Asal Denudasional

#### 5.2.3.1. Satuan Bentuk Lahan Lereng Denudasional

Satuan bentuk lahan lereng denudasional (Gambar 5.4) menempati 26 % dari luasan daerah penelitian. Satuan ini memiliki bentuk kelerengan miring - agak curam (7 – 30 %) serta memiliki elevasi 350 – 650 meter, dengan pola pengaliran parallel dan bentuk lembah U. Disusun oleh batuan beresistensi rendah dengan litologi breksi polimik Ligung karena kondisi di lapangan berupa lapuk. Proses eksogen berupa erosi dan pelapukan.



**Gambar 5.4.** Foto satuan bentuk lahan lereng denudasional (ditandai dengan simbol D1) dengan *azimuth* kamera N 237<sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 12.

### 5.2.3. Bentuk Asal Fluvial

#### 5.2.3.1. Satuan Bentuk Lahan Dataran aluvial

Satuan bentuk lahan dataran alluvial (Gambar 5.5) menempati 13 % dari luasan peta. Satuan ini memiliki bentuk kelerengan miring landai (2-7%) serta memiliki elevasi 337-400 meter. Terbentuk akibat proses fluvial dan proses eksogen berupa erosi.



**Gambar 5.5.** Foto satuan bentuk lahan dataran alluvial (ditandai dengan simbol F1) dengan *azimuth* kamera N 279<sup>0</sup> E diambil pada lokasi pengamatan 65.

### 5.2.3.2. Satuan Bentuk Lahan Tubuh Sungai

Satuan bentuk lahan tubuh sungai (Gambar 5.6) menempati 3 % dari luasan peta. Satuan ini memiliki bentuk kelerengan datar (0-2%) serta memiliki elevasi 325-350 meter, merupakan sungai induk dari pola pengaliran trellis dan bentuk lembah U. Disusun oleh material lepas dan tingkat pengendapan yang tinggi. Proses eksogen berupa erosi.



**Gambar 5.6.** Foto satuan bentuk lahan tubuh sungai (ditandai dengan simbol F2) dengan *azimuth* kamera N 065<sup>0</sup> diambil pada lokasi pengamatan 96.

### 5.3. Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan pengamatan dan pengambilan data di lapangan yang kemudian dilakukan analisis laboratorium dan juga dilihat dari aspek fisika, kimia dan biologi dari batuan yang bisa dilihat dari kenampakan komposisi, tekstur, struktur dan kandungan fosilnya. Analisis laboratorium yang dilakukan yaitu analisis petrografi, analisis mikropaleontologi dan analisis kalsimetri. Dari hasil data dilapangan dan laboratorium, pada lokasi penelitian terdapat 5 satuan batuan yang berbeda yaitu satuan batulempung napalan Merawu (Miosen Tengah), satuan, satuan breksi monomik Bodas (Pliosen), satuan intrusi andesit (Pliosen), satuan breksi polimik Ligung (Plistosen) dan endapan alluvial (Holosen) (Gambar 5.7). Peta geologi dan penampang geologi dapat dilihat pada lampiran 4.

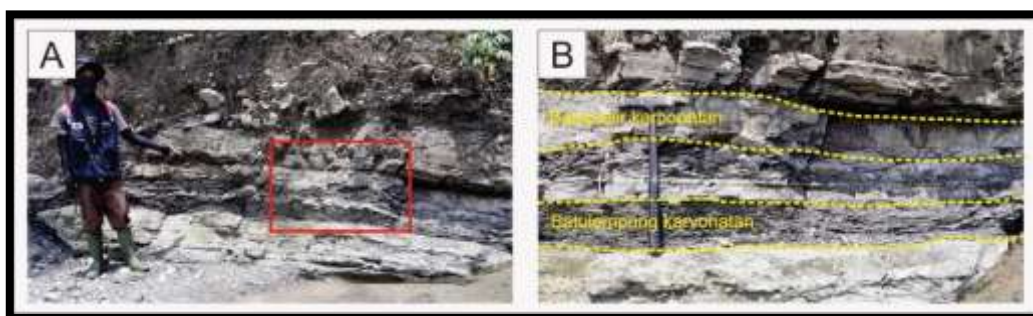
UMUR GEOLOGI		NAMA SATUAN	SIMBOL SATUAN	
ZAMAN	KALA		LITOSTRATIGRAFI	LITODEMIK
KUARTER	HOLOSEN	Endapan aluvial	[Symbol: Grey and Yellow layers]	[Symbol: Grey and Yellow blocks]
	PLISTOSEN	Satuan breksi polimik Ligung		
TERSIER	PLIOSEN	Satuan breksi monomik Bodas	[Symbol: Orange layer]	[Symbol: Red block]
		MIOSEN		
	TENGAH AKHIR			

Gambar 5.7. Kolom stratigrafi daerah penelitian.

### 5.3.1. Satuan Batulempung napalan Merawu

#### 5.3.1.1. Ciri Litologi

Satuan batulempung napalan Merawu disusun oleh batulempung napalan sisipan perulangan batupasir karbonatan. Satuan ini didominasi oleh batulempung napalan yang dibuktikan dengan uji kalsimetri pada lampiran 14 serta memiliki warna segar abu – abu dan warna lapuk abu - abu gelap. Pada satuan ini terdapat perulangan batulempung napalan dan batupasir karbonatan. Kondisi singkapan pada lokasi penelitian terbilang masih cukup baik (Gambar 5.7).



**Gambar 5.8.** Foto parameter singkapan batupasir karbonatan dan batulempung napalan dengan tinggi singkapan 2,5 meter. (A) Foto parameter singkapan pada lokasi pengamatan 30 dengan arah kamera N 160° E. (B) Pada lokasi pengamatan terdapat perulangan batupasir karbonatan dan batulempung napalan yang diambil dengan arah kamera N 175° E (Foto oleh Jennifer Pohvera).

### Pemerian Lapangan

#### 1. Batulempung napalan

Batulempung napalan pada lokasi pengamatan 30 ini berwarna segar : abu – abu, warna lapuk : abu – abu gelap, ukuran butir : lempung (< 1/256

mm), derajat pembundaran : -, derajat pemilahan : -, kemas : -, komposisi mineral ; mineral berukuran lempung; semen : karbonat, stuktur sedimen : menyerpil. (Gambar 5.9).



**Gambar 5.9.** Foto parameter litologi batulempung napalan pada lokasi pengamatan 30 pada satuan batulempung napalan Merawu dengan arah kamera N 328<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).

## 2. Batupasir karbonatan

Batupasir karbonatan pada lokasi pengamatan 30 ini berwarna segar : abu – abu, warna lapuk : coklat, ukuran butir : pasir halus (1/16 - 1/8 mm), derajat pembundaran : -, derajat pemilahan : -, kemas : -, komposisi mineral ; mineral berukuran pasir halus; semen : karbonat stuktur sedimen : laminasi. (Gambar 5.9).

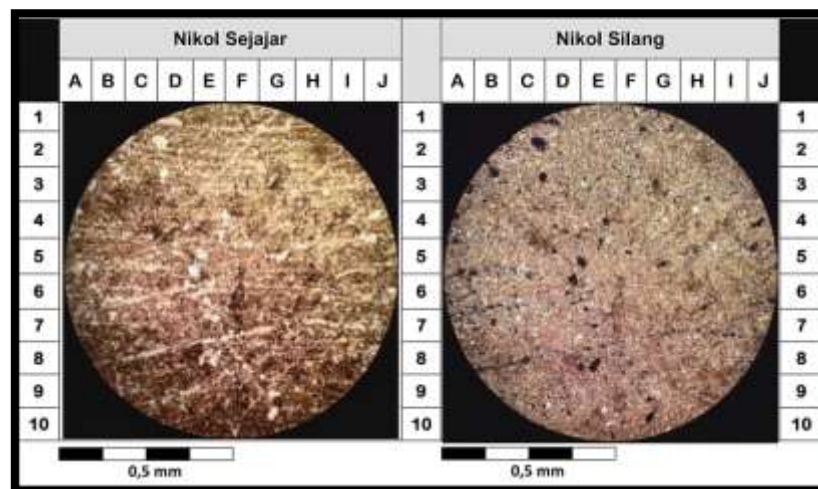


**Gambar 5.10.** Foto parameter litologi batupasir karbonatan pada satuan batulempung napalan Merawu pada lokasi pengamatan 30 dengan arah kamera N 321<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).

## Pemerian Petrografi

### 1. Batulempung napalan

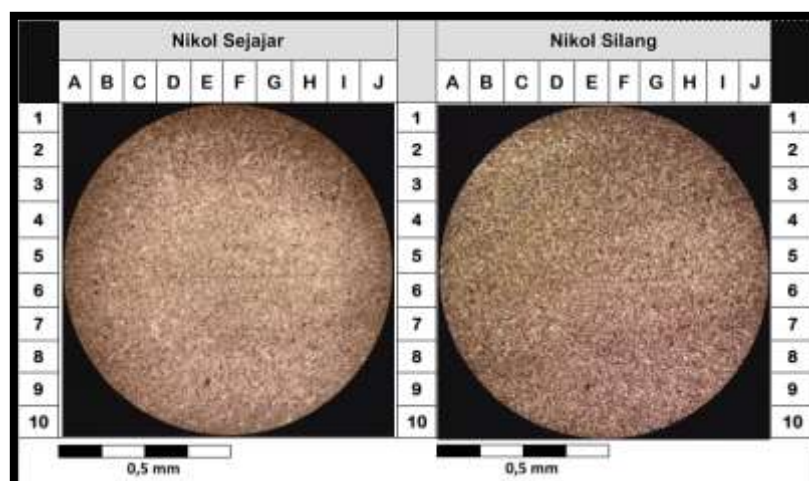
Sayatan tipis batulempung napalan pada lokasi pengamatan 48 dapat dilihat pada lampiran 13A dengan kode sayatan BLP 6.2; warna coklat; bertekstur klastik; ukuran butir < 0,2 mm; didukung oleh *matriks supported*; bentuk butir *subrounded – rounded*; terpilah baik; kontak butiran *float contact*; disusun oleh mineral lithik (I4) (5%), feldspar (D8) (5%), kuarsa (G3) (2%), opak (5%), kalsit (5%) dan matriks berukuran lempung (78%). Nama batuan *Calcareous Mudrocks* (Pettijohn, 1975). Perbesaran 4 kali (Gambar 5.11).



**Gambar 5.11.** Foto sayatan tipis petrografi batulempung napalan pada lokasi pengamatan 48. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, kuarsa, opak, kalsit dan mineral lempung.

## 2. Batupasir Karbonatan

Sayatan tipis batupasir karbonatan pada lokasi pengamatan 30 dapat dilihat pada lampiran 13C dengan kode sayatan BPR 7.4; warna coklat; bertekstur klastik; ukuran butir; 0,08 – 0,1 mm; didukung oleh *matriks supported*; bentuk butir *subrounded – angular*; terpilah baik; kontak butiran *float contact*; disusun oleh mineral lithik (F5) (39%), feldspar (E3) (7%), kuarsa (D3) (8%), opak (E9) (4%), kalsit (5%) dan matriks berukuran lempung (37%). Nama batuan *Calcareous Lithic Wacke* (Pettijohn, 1975). Perbesaran 4 kali (Gambar 5.12).



**Gambar 5.12.** Foto sayatan tipis petrografi batupasir karbonatan pada lokasi pengamatan 30. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, kuarsa, opak, kalsit dan mineral lempung.

### 5.2.2.2. Penyebaran

Satuan batulempung napalan ditemukan melampar pada bagian utara daerah penelitian dengan luasan sekitar 37 %. Kedudukan didapatkan pada litologi batupasir karbonatan dengan kedudukan sekitar N 302<sup>0</sup>/32<sup>0</sup> E. Topografi yang ada pada satuan batulempung napalan yaitu bergelombang agak curam karena faktor litologi dan struktur geologi. Struktur sedimen yang berkembang yaitu *flute cast*, *wavy lamination*, laminasi, bioturbasi, perlapisan dan masif.

### 5.2.2.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan umur dari satuan batulempung napalan yaitu miosen tengah. Penulis melakukan uji mikropaleontologi pada lampiran 12 didapat fosil planktonik dengan umur miosen tengah (N9 – N14). Fosil planktonik yang ditemukan berupa *Globigerinoides subquadratus*, *Orbulina bilobate*, *Globoquadrina advena*, *Globigerina praebulloides*, dan *Globigerina falconensis*.

Didapatkan juga fosil bentonik untuk menentukan lingkungan batimetri. Fosil bentonik yang ditemukan berupa *Streblus geimardii*, *Lenticulina calcar*, *Discorbis australis*, *Operculina ammonoides*, dan *Pleurostomella rapa*. Dari fosil bentonik tersebut mengindikasikan satuan batuan batulempung Merawu ini terbentuk pada lingkungan pengendapan berupa laut pada kedalaman neritik (5 – 180 meter). Pada penampang stratigrafi (lampiran 17) didapatkan juga lingkungan pengendapan berupa

subtidal (Walker & James, 1992). Pada satuan batulempung napalan Merawu terdapat beberapa struktur sedimen seperti bioturbasi, *flute cast*, *cross bedding*, masif, *wavy lamination*, *laminasi*, perlapisan (Gambar 5.13).



**Gambar 5.13.** Struktur sedimen yang ada pada satuan batulempung napalan Merawu. (1) Struktur sedimen bioturbasi pada lokasi pengamatan 29, (2) struktur sedimen *flute cast* pada lokasi pengamatan 36, (3) struktur sedimen *cross bedding* pada lokasi pengamatan 30, (4) struktur sedimen masif pada lokasi pengamatan 51, (5) struktur sedimen *wavy lamination* pada lokasi pengamatan 30, (6) struktur sedimen laminasi pada lokasi pengamatan 28, (7) struktur sedimen perlapisan pada lokasi pengamatan 30.

#### 5.2.2.4. Hubungan Stratigrafi

Pada lokasi penelitian diatas satuan batulempung napalan Merawu diendapkan satuan breksi monomik Bodas (Van Bemmelen, 1949). Hubungan stratigrafi antara satuan batulempung Merawu (Miosen tengah) dengan satuan breksi monomik Bodas (Pliosen) yaitu tidak selaras berupa *parallel unconformity* pada lokasi pengamatan 1 (Gambar 5.14). Meskipun pada lokasi peangamatan tidak ditemukan beda kedudukan namun apabila dilihat pada peta geologi terdapat beda kedudukan. Kedudukan satauan batulempung napalan Merawu N 302<sup>o</sup>/32<sup>o</sup> E sedangkan kedudukan breksi monomik Bodas N 084<sup>o</sup>/36<sup>o</sup> E.



**Gambar 5.14.** Kenampakan kontak satuan batuan batulempung napalan Merawu dengan satuan breksi monomik Bodas secara tidak selaras yaitu *angular unconformity* pada lokasi pengamatan 1. (A) Foto parameter singkapan pada lokasi pengamatan 1 dengan arah kamera N 111° E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto *close up* kontak satuan batulempung napalan Merawu dengan satuan breksi monomik Bodas diambil dengan arah kamera N 103° E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (C) Foto parameter litologi batulempung napalan diambil dengan arah kamera N 094° E. (D) Foto parameter litologi breksi monomik diambil dengan arah kamera N 109° E.

### 5.3.2. Satuan Intrusi Andesit

#### 5.3.2.1. Ciri Litologi

Berdasarkan data lapangan satuan intrusi andesit ini berupa andesit dengan stuktur berupa masif. Singkapan intrusi andesit ditemukan pada Bukit Pining yang berada di Desa Aribaya.

#### Pemerian Lapangan

Secara pemerian lapangan batuan andesit ini berwarna *fresh* : abu – abu kehitaman, struktur masif, derajat kristalisasi hipokristalin, derajat granularitas afanitik – fanerik halus (< 1 mm), bentuk kristal anhedral dan relasi inequigranular porfiritik. Komposisi mineral plagioklas, hornblende, piroksen dan massa dasar gelas (Gambar 5.15).

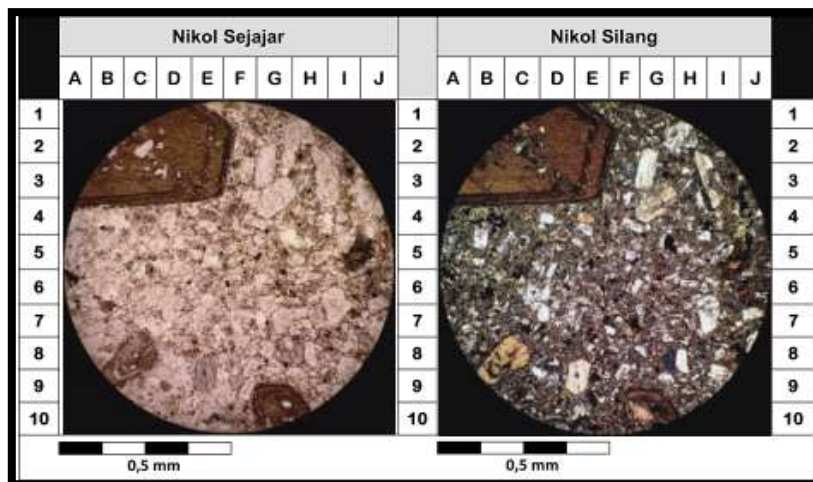




**Gambar 5.15.** Foto parameter singkapan intrusi andesit pada lokasi pengamatan 25 (A) Foto parameter singkapan andesit dengan tinggi singkapan 2,5 meter dan arah kamera N 072<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi andesit pada satuan intrusi andesit dengan arah kamera N 093<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).

### Pemerian Petrografis

Sayatan tipis andesit pada lokasi pengamatan 25 dapat dilihat pada lampiran 13B dengan kode sayatan AND-4.3; warna putih kecoklatan; bertekstur porfiritik; indeks warna 21%; derajat kristanilitas hipokristalin; derajat granularitas afanitk - fanerik halus (< 1 mm); bentuk kristal subhedral – anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0,5 mm; relasi inequigranular porfiritik; disusun oleh plagioklas (G3) (51%), augite (H8) (3%), piroksen (B8) (13 %), hornblende (C2) (8%), opak (I3) (3%), kuarsa (A8) (9%) dan massa dasar gelas (13%). Perbesaran 4 kali. Nama batuan *Porphyritic Andesite* (William, 1982) (Gambar 5.16).



**Gambar 5.16.** Foto sayatan tipis petrografi andesit pada lokasi pengamatan 25. Dengan komposisi mineral berupa plagioklas, augite, piroksen, hornblende, opak, kuarsa dan massa dasar gelas.

### 5.3.2.2. Penyebaran

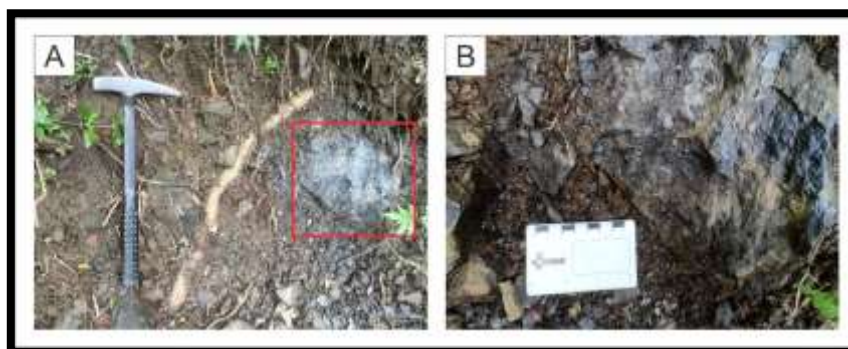
Satuan intrusi andesit melampar pada bagian utara lokasi penelitian dengan luasan 9 % lokasi penelitian dengan ketebalan sekitar 1000 meter. Topografi yang ada pada intrusi andesit berupa bukit.

### 5.3.2.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan terbentuknya intrusi bersamaan proses magmatisme serayu utara. Pada kenampakan di lapangan dan penampang geologi, intrusi andesit menerobos satuan batulempung napalan formasi merawu dibuktikan dengan adanya metamorfisme kontak berupa *hornfels* (Gambar 5.17), sehingga dapat diinterpretasi umurnya lebih muda dari satuan batulempung napalan Merawu. Menurut Speelman (1979), satuan intrusi andesit berumur pliosen merupakan fase intrusi dari formasi Bodas. Berdasarkan penelitian terdahulu lingkungan pengendapannya berupa darat.

### 5.3.2.4. Hubungan Stratigrafi

Dari penampang geologi satuan intrusi andesit menerobos dua satuan batuan yaitu satuan batulempung napalan Merawu, sehingga dapat diinterpretasikan bahwa terdapat ketidakselarasan berupa *nonconformity*. Dibuktikan dengan adanya metamorfisme kontak berupa *hornfels* pada lokasi pengamatan 64 (Gambar 5.17). Dilakukan analisis petrografis pada litologi *hornfels* yang terlampir pada lampiran 13H.



**Gambar 5.17.** (A) Foto singkapan *hornfels* pada lokasi pengamatan 64. dan arah kamera N 027° E  
(B) Foto litologi *hornfels*. dan arah kamera N 038° E (panjang parameter 8 cm).

### 5.3.3. Satuan Breksi Monomik Bodas

Satuan breksi monomik Bodas dicirikan dengan fragmen yang dominan berupa material vulkanik berupa andesit. Satuan ini didominasi oleh breksi monomik, dengan litologi berupa breksi monomik, lava andesit dan tuff lapili.

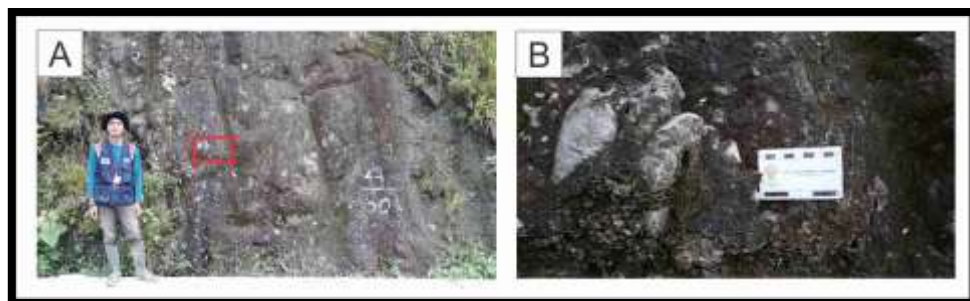
#### 5.3.3.1. Ciri Litologi

Satuan breksi monomik bodas dalam kenampakan di lapangan ditemukan dalam kondisi *fresh* maupun lapuk.

#### Pemerian Lapangan

##### 1. Breksi monomik

Breksi monomik pada lokasi pengamatan 110 ini berwarna segar : abu – abu, warna lapuk : abu – abu gelap, ukuran butir : kerikil - bongkah ( 2 - 256 mm), derajat pembundaran : subangular – angular, derajat pemilahan : terpilah buruk, kemas : terbuka, komposisi mineral: fragmen andesit, matriks : material vulkanik berukuran pasir, semen : silika, stuktur sedimen : masif. (Gambar 5.17).

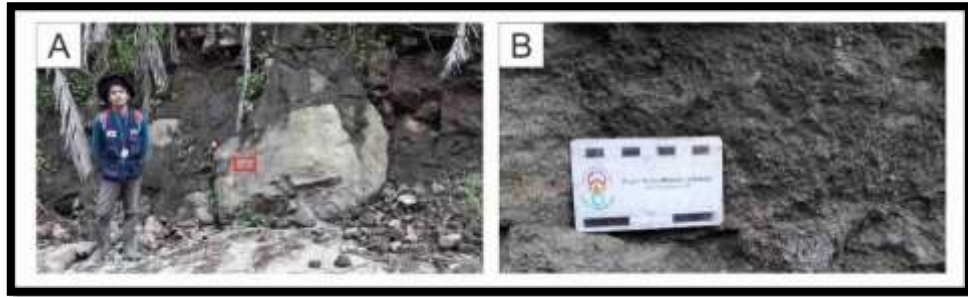


**Gambar 5.17.** Foto parameter singkapan breksi monomik pada lokasi pengamatan 110. (A) Foto parameter singkapan breksi monomik dengan tinggi singkapan 10 meter dan arah kamera N 010<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi breksi monomik dengan arah kamera N 343<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).

##### 2. Lava andesit

Lava andesit pada lokasi pengamatan 104 (Gambar 5.18) ini berwarna *fresh* : abu – abu kehitaman, warna lapuk : coklat, struktur masif, derajat kristalisasi hipokristalin, derajat granularitas afanitik – fanerik halus (< 1 mm), bentuk

kristal anedral, relasi inequigranular vitroverik, komposisi mineral : massa dasar, kuarsa, hornblende dan plagioklas.



**Gambar 5.18.** Foto parameter singkapan lava andesit pada lokasi pengamatan 104 (A) Foto parameter singkapan lava andesit dengan tinggi singkapan 3 meter dan arah kamera N 315<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi lava andesit dengan arah kamera N 332<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).

### 3. Tuff lapili

Litologi tuff lapilli pada lokasi pengamatan 102 (Gambar 5.19) ini berwarna *fresh* : abu – abu keputihan, struktur masif, ukuran butir lapillus ( 0,04 – 2 mm), derajat pembudaran menyudut, derajat pemilahan terpilah buruk, kemas terbuka, komposisi mineral : mineral sialis lithik, mineral ferromagnesian : piroksen, mineral tambahan debu halus.



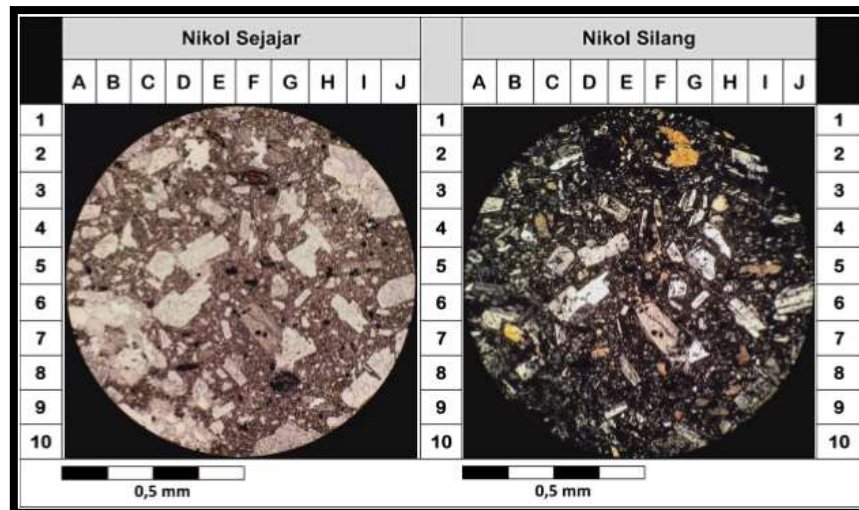
**Gambar 5.19.** Foto parameter singkapan tuff lapilli pada lokasi pengamatan 102 (A) Foto parameter singkapan lapilli tuff dengan tinggi singkapan 7 meter dan arah kamera N 085<sup>o</sup> E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi tuuf lapili dengan arah kamera N 096<sup>o</sup> E (panjang parameter 8 cm).

## Pemerian Petrografi

### 1. Breksi monomik

Sayatan tipis fragmen breksi monomik pada lokasi pengamatan 110 dapat dilihat pada lampiran 13F dengan kode sayatan BM-17.10; warna putih keabu - abuan; bertekstur porfiritik; indeks warna 20%; derajat kristanilitas

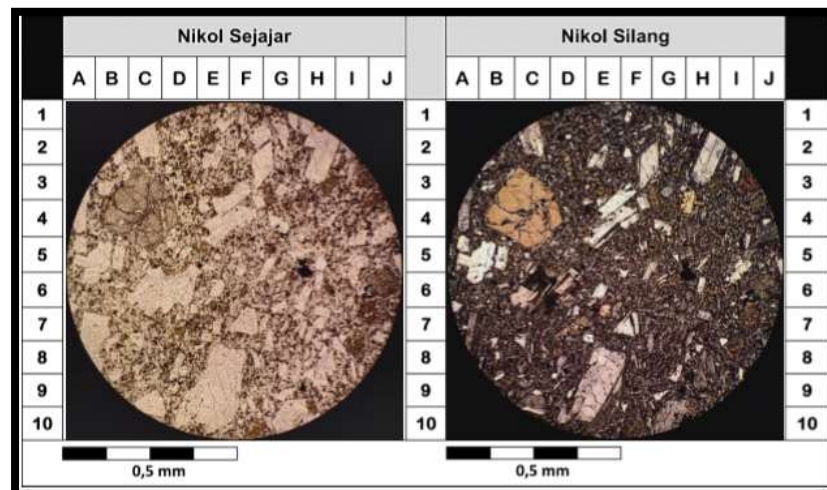
hipokristalin; derajat granularitas fanerik halus ( $< 1$  mm); bentuk kristal euhedral - subhedral; ukuran kristal 0,05 – 0,25 mm; relasi inequigranular vitroverik; disusun oleh plagioklas (J6) (59%), piroksen (I8) (12%), hornblende (G2) (8%), opak (F5) (7%) dan massa dasar gelas (14%). Perbesaran 4 kali. Nama batuan *Piroxene Andesite* (Williams, 1982) (Gambar 5.21).



**Gambar 5.20.** Foto sayatan tipis petrografi fragmen breksi monomik pada lokasi pengamatan 110. Dengan komposisi mineral berupa plagioklas, piroksen, hornblende, opak dan massa dasar gelas.

## 2. Lava andesit

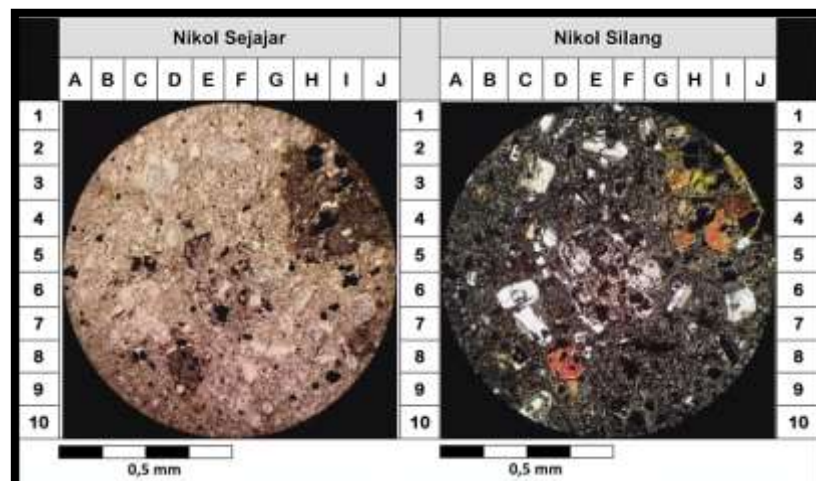
Sayatan tipis lava andesit pada lokasi pengamatan 104 dapat dilihat pada lampiran 13E dengan kode sayatan AND-8.1; warna putih kecoklatan; bertekstur pilotaksitik; indeks warna 21 %; derajat kristanilitas hipokristalin; derajat granularitas fanerik halus ( $< 1$  mm); bentuk kristal subhedral - anhedral; ukuran kristal 0,05 – 0,4 mm; relasi inequigranular vitroverik; disusun oleh plagioklas (A7) (37%), piroksen (C4) (14%), hornblende (I3) (7%), opak (G5) (4%) dan massa dasar gelas (38%). Perbesaran 4 kali. Nama batuan *Pilotaxitic piroxene Andesit* (Williams, 1982) (Gambar 5.21).



**Gambar 5.21.** Foto sayatan tipis petrografi lava andesit pada lokasi pengamatan 104. Dengan komposisi mineral berupa plagioklas, piroksen, hornblende, opak dan massa dasar gelas.

### 3. Tuff lapili

Sayatan tipis tuff lapili pada lokasi pengamatan 102 dapat dilihat pada lampiran 13D dengan kode sayatan LT-17.9; warna putih kecoklatan; bertekstur klastik; ukuran butir 0,05 - 0,2 mm; didukung oleh *grain supported*; bentuk butir *subangular* – *angular*; terpilah buruk; kontak butiran *float contact*; disusun oleh mineral lithik (GHI-3.4) (45%), feldspar (E5) (15%), Piroksen (D8) (6%), opak (H2) (9%) dan massa dasar gelas (25%). Perbesaran 4 kali. Nama batuan *Pumice Lithic Tuff* (Williams, 1982) (Gambar 5.22).



**Gambar 5.22.** Foto sayatan tipis petrografi tuff lapilli pada lokasi pengamatan 102. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, piroksen, opak, massa dasar gelas.

### **5.3.3.2. Penyebaran**

Satuan breksi monomik Bodas ditemukan melampar dari ujung ke ujung lokasi penelitian dengan arah barat laut – tenggara. Penyebaran satuan ini meliputi 19 % dari luasan daerah penelitian. Kedudukan didapatkan pada breksi monomik dengan kedudukan sekitar N 098<sup>0</sup>/36<sup>0</sup> E. Topografi yang ada pada satuan breksi monomik Bodas yaitu bergelombang curam karena faktor litologi dan struktur geologi.

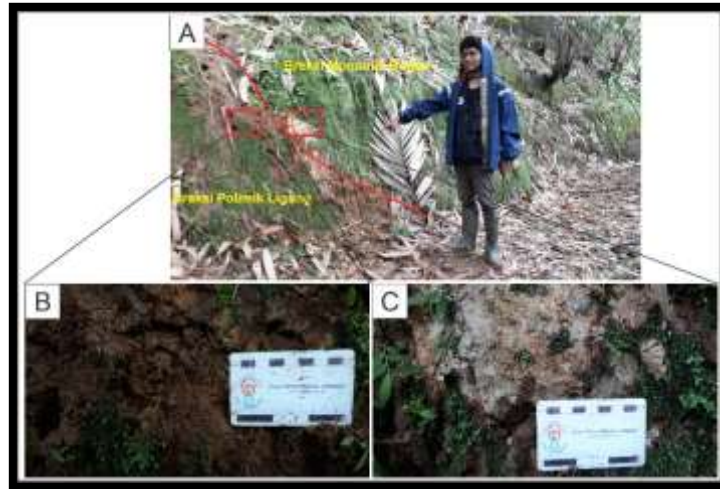
### **5.3.3.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan**

Berdasarkan umur dari satuan breksi monomik Bodas terbentuk pada kala pliosen. Dari kenampakan di lapangan dan penampang geologi, terdapat kontak satuan ini dengan satuan batulempung napalan Merawu (Miosen tengah) dan breksi polimik Ligung (Plistosen). Dari kedua kontak tersebut, satuan breksi monomik Bodas menindih satuan batulempung napalan Merawu dan berada di bawah satuan breksi polimik Ligung (Plistosen). Sehingga dapat diintrepetasi bahwa umurnya lebih muda dari satuan batulempung napalan Merawu dan lebih tua dari breksi polimik Ligung yaitu kala pliosen (Van Bemmelen, 1949).

Satuan breksi monomik bodas terbentuk pada lingkungan pengendapan berupa darat karena tidak ditemukannya material karbonat pada batuan.

### **5.3.3.4. Hubungan Stratigrafi**

Diatas satuan breksi monomik Bodas diendapkan satuan breksi polimik Ligung (Van Bemmelen, 1949). Hubungan stratigrafi antara satuan breksi monomik Bodas dengan satuan breksi polimik Ligung tidak selaras yaitu *parallel unconformity* pada lokasi pengamatan 82. Meskipun tidak ditemukan bidang ketidakselarasannya, namun apabila dilihat dari peta geologi kedudukan satuan breksi monomik Bodas dan satuan breksi polimik Ligung terdapat beda kedudukan. Kedudukan satuan breksi monomik Bodas N 098<sup>0</sup>/36<sup>0</sup> E sedangkan kedudukan satuan breksi polimik Ligung N 077<sup>0</sup>/32<sup>0</sup> E (Gambar 5.23).



**Gambar 5.23.** Kenampakan kontak satuan breksi monomik Bodas dan breksi polimik Ligung secara tidak selaras. (A) Foto parameter singkapan pada lokasi pengamatan 62 dengan arah kamera N 032<sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto *close up* litologi breksi polimik Ligung dengan arah kamera N 314<sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera). (C) Foto *close up* litologi breksi monomik Bodas diambil dengan arah kamera N 329<sup>o</sup> E (Foto oleh Jennifer Pohvera).

### 5.3.4. Satuan Breksi Polimik Ligung

#### 5.3.4.1. Ciri Litologi

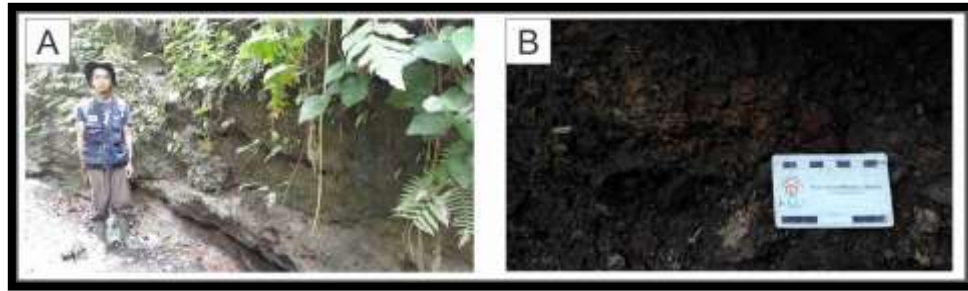
Satuan breksi polimik ligung dicirikan dengan fragmen yang dominan berupa batupasir, batulempung, andesit dan litik. Litologi penyusun satuan breksi polimik Ligung yaitu breksi polimik. Satuan breksi polimik ligung dalam kenampakan di lapangan ditemukan dalam kondisi lapuk.

#### Pemerian Lapangan

##### 1. Breksi Polimik

Breksi polimik pada lokasi pengamatan 118 ini berwarna segar : abu – abu, warna lapuk : coklat, ukuran butir : pasi halus - bongkah ( 1/8 - 256 mm), derajat pembundaran : subngular – angular, derajat pemilahan : terpilah buruk, kemas : terbuka, komposisi mineral: fragmen : *lithic*, andesit, batupasir, batulempung, matriks : material berukuran pasir halus, semen : silika, struktur sedimen : masif (Gambar 5.24).



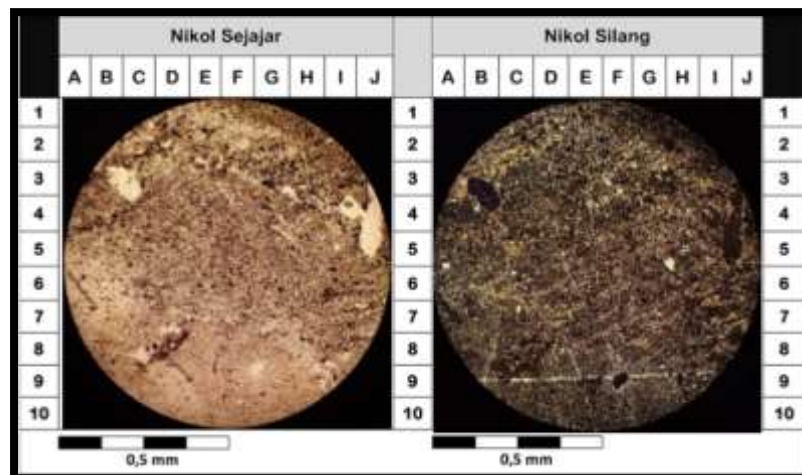


**Gambar 5.24.** Foto parameter singkapan breksi polimik pada lokasi pengamatan 118 (A) Foto parameter singkapan breksi polimik dengan tinggi singkapan 4 meter dan arah kamera N 035° E (tinggi parameter 1,65 meter dan foto diambil oleh Jennifer Pohvera). (B) Foto parameter litologi breksi polimik pada satuan breksi polimik ligung dengan arah kamera N 106° E (panjang parameter 8 cm).

## Pemerian Petrografi

### 1. Breksi polimik

Sayatan tipis matriks breksi polimik pada lokasi pengamatan 118 dapat dilihat pada lampiran 13G dengan kode sayatan BP-13.8; warna abu – abu kecoklatan; bertekstur klastik; ukuran butir 0,08 - 0,5 mm; didukung oleh *grain supported*; bentuk butir *angular – subrounded*; terpilah baik; kemas tertutup; kontak butiran *float contact*; disusun oleh mineral lithik (H3) (31%), feldspar (G5) (11%), kuarsa (F3) (8%), opak (E6) (5%) dan matriks berupa mineral lempung dan pecahan mineral (45%). Perbesaran 4 kali. Nama batuan *Lithic Wacke* (Pettijohn, 1975) (Gambar 5.25).



**Gambar 5.25.** Foto sayatan tipis petrografi matriks breksi polimik pada lokasi pengamatan 118. Dengan komposisi mineral berupa lithik, feldspar, kuarsa, opak, dan matriks berupa mineral lempung dan pecahan mineral.

#### **5.3.4.2. Penyebaran**

Satuan breksi polimik ligung ditemukan melampar pada bagian selatan daerah penelitian. Penyebaran endapan alluvial ini meliputi 31 % dari luasan daerah penelitian. Kedudukan didapatkan pada breksi polimik dengan kedudukan sekitar N 077<sup>o</sup>/32<sup>o</sup> E. Topografi yang ada pada satuan breksi polimik ligung yaitu bergelombang agak curam karena faktor litologi.

#### **5.3.4.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan**

Berdasarkan umur dari satuan breksi polimik ligung terbentuk pada kala plistosen (Van Bemmelen, 1949). Satuan breksi polimik ligung muncul pada saat proses vulkanisme serayu utara kembali aktif. Jika dilihat dari fragmennya berupa batupasir, batulempung dan andesit, struktur batuan berupa masif dan tidak adanya material karbonat pada batuan.

#### **5.3.4.4. Hubungan Stratigrafi**

Berdasarkan umur pada geologi regional satuan breksi polimik ligung (Plistosen) menindih secara tidak selaras dengan satuan breksi monomik Bodas berupa (Plioson) (Van Bemmelen, 1949) berupa *parallel unconformity* pada lokasi pengamatan 82. Dibuktikan dari peta geologi, kedudukan satuan breksi monomik Bodas dan satuan breksi polimik Ligung terdapat beda kedudukan.

#### **5.3.5. Endapan Aluvial**

##### **5.3.5.1. Material Penyusun**

Endapan aluvial tersusun dari material lepas yang belum terkompaksi, berukuran lempung sampai bongkah, merupakan hasil dari pelapukan dan erosi rombakan satuan batuan yang lebih tua (Gambar 5.26).



**Gambar 5.26.** Kenampakan endapan alluvial pada lokasi pengamatan 96 dengan arah kamera N 253° E

### **5.3.5.2. Penyebaran**

Endapan alluvial ditemukan melampar pada bagian selatan daerah penelitian dan di sepanjang Sungai Tulis. Penyebaran endapan aluvial ini meliputi 4 % dari luasan lokasi penelitian dengan ketebalan sekitar 25 meter. Topografi yang ada pada endapan alluvial ini berupa dataran dan tubuh sungai.

### **5.3.5.3. Umur dan Lingkungan Pengendapan**

Berdasarkan umur dari endapan alluvial terbentuk pada kala holosen dan prosesnya masih terbentuk sampai sekarang.

Lingkungan pengendapan dari endapan alluvial yaitu darat karena merupakan hasil erosi dari satuan batuan di bawahnya dan dicirikan oleh endapan yang belum kompak.

### **5.3.5.4. Hubungan Stratigrafi**

Berdasarkan kenampakan di lapangan dan mengacu pada umur di regional, hubungan stratigrafi endapan alluvial dengan satuan batuan di bawahnya yaitu ketidakselarasan karena ada perbedaan umur yang mencolok atau terjadi proses sedimentasi yang tidak menerus.

## **5.4. Struktur Geologi Lokasi Penelitian**

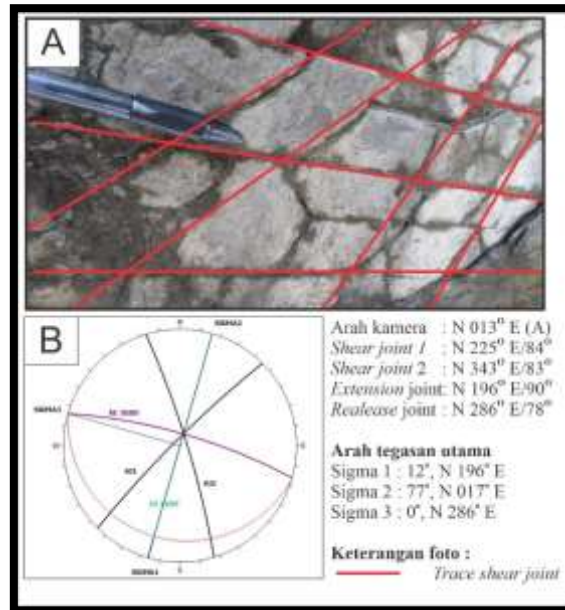
Struktur geologi yang berkembang di lokasi penelitian yaitu sesar dan kekar.

### **5.4.1. Kekar**

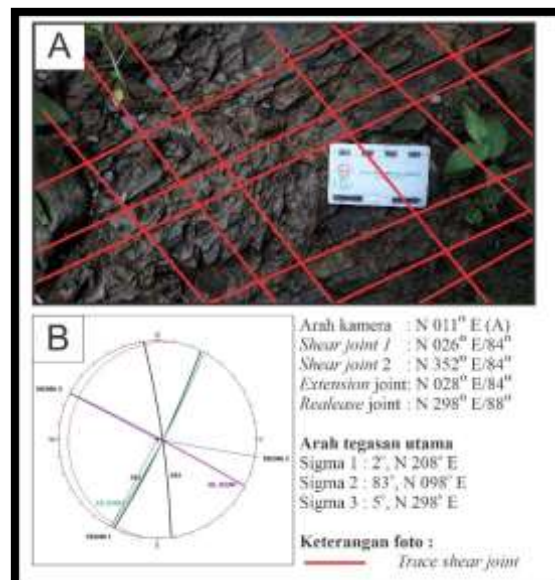
Pengukuran struktur kekar pada daerah penelitian berupa kekar gerus (*shear joint*), lalu dilakukan analisis struktur geologi sehingga didapatkan arah tegasan utama yang berperan di daerah penelitian. Terdapat 2 kekar yang ditemukan di lokasi

penelitian yang berada pada satuan batulempung napalan Merawu. Berikut hasil analisis struktur yang didapatkan di lapangan.

Pada satuan batulempung napalan Merawu terdapat 2 kekar yaitu pada lokasi pengamatan 28 (Gambar 5.27) dan lokasi pengamatan 17 (Gambar 5.28) dengan arah tegasan utama relatif utara – selatan masing – masing N 196<sup>0</sup> E dan N 208<sup>0</sup> E.



**Gambar 5.27.** Foto struktur geologi kekar pada lokasi pengamatan 28. (A) Foto kekar dengan arah kamera N 013<sup>0</sup> E. (B) Hasil analisis kekar dengan hasil arah tegasan utama yaitu N 196<sup>0</sup> E.



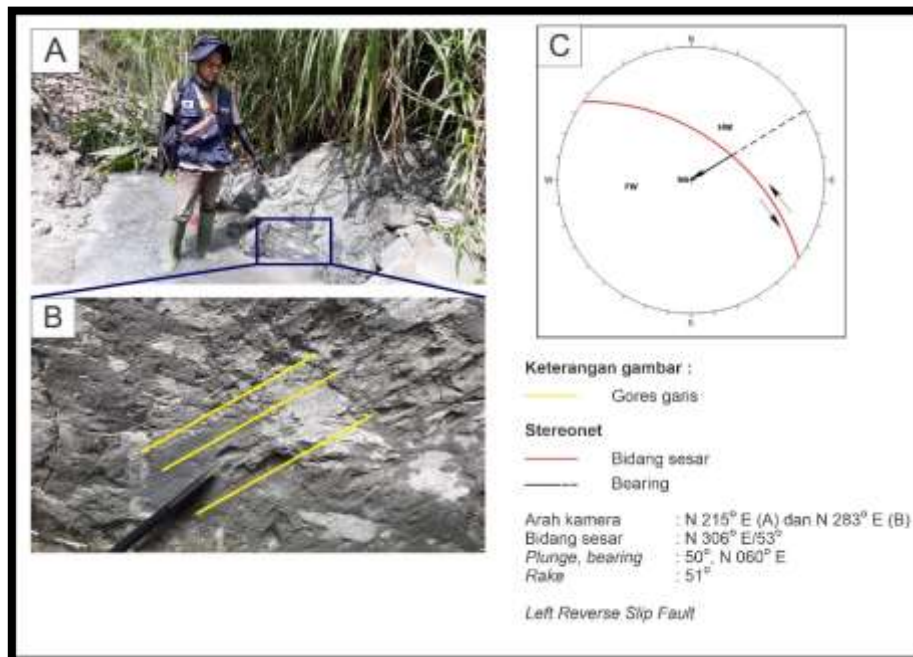
**Gambar 5.28.** Foto struktur geologi kekar pada lokasi pengamatan 17. (A) Foto kekar dengan arah kamera N 011<sup>0</sup> E. (B) Hasil analisis kekar dengan hasil arah tegasan utama yaitu N 208<sup>0</sup> E.

## 5.4.2. Sesar

Berdasarkan data lapangan diperoleh sesar naik kiri dan sesar kiri naik. Bidang sesar yang ditemukan di lapangan dalam kondisi yang cukup baik. Data yang digunakan untuk menganalisis sesar yaitu berupa gores garis (*bearing, plunge, rake*), kemudian diberi penamaan sesar berdasarkan klasifikasi Rickard (1972).

### 5.4.2.1. Sesar Naik Kiri Clapar

Sesar naik kiri terdapat di Desa Clapar. Berdasarkan data lapangan pada lokasi pengamatan 8 (Gambar 5.29) dengan data yang diperoleh berupa gores – garis pada bidang sesar. Struktur terletak pada litologi batupasir karbonatan pada satuan batulempung napalan Merawu dan di sungai. Hasil analisis menunjukkan arah bidang sesar  $N 306^{\circ} E/53^{\circ}$  (Barat laut – Tenggara). Dengan gores – garis berupa *plunge, bearing* :  $50^{\circ}$ ,  $N 060^{\circ} E$  dan *rake* :  $51^{\circ}$  sehingga dalam klasifikasi Rickard 1972 merupakan *Left Reverse Slip Fault* atau sesar naik kiri (Rickard, 1972).



**Gambar 5.29.** Foto struktur geologi sesar pada lokasi pengamatan 8. (A) Foto pergerakan sesar di lapangan dengan arah kamera  $N 215^{\circ} E$ . (B) Foto gores - garis pada bidang sesar dengan arah kamera  $N 283^{\circ} E$ . (C) Gambar analisis *stereonet* didapatkan nama sesar *Left Reverse Slip Fault* (Rickard, 1972).

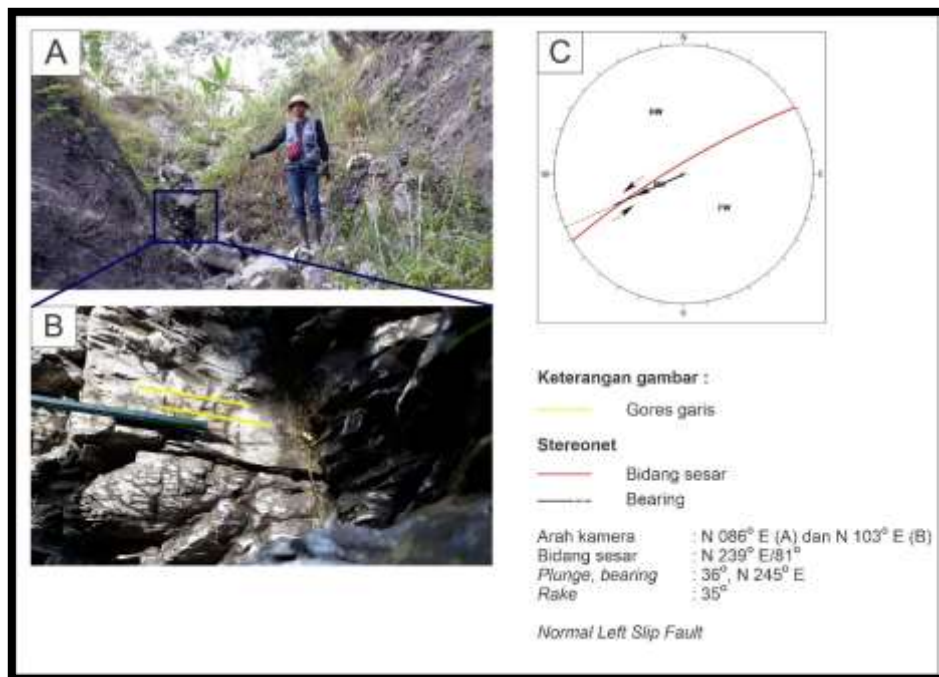
Salah satu indikasi terdapat sesar naik kiri dilapangan yaitu adanya lapisan tegak yang berada di daerah penelitian pada lokasi pengamatan 61.



**Gambar 5.30.** Foto parameter singkapan batulempung napalan dengan tinggi singkapan 1,6 meter pada lokasi pengamatan 61. Foto parameter singkapan batulempung napalan dengan arah kamera N 113° E (A). Singkapan batulempung napalan sebagai indikasi adanya sesar naik kiri karena adanya kedudukan tegak dengan kedudukan N 296° E/ 76° (B).

#### 5.4.2.2. Sesar Kiri Turun Aribaya

Sesar kiri turun terdapat di Desa Aribaya. Berdasarkan data lapangan pada lokasi pengamatan 35 (Gambar 5.30) dengan data yang diperoleh berupa gores – garis pada bidang sesar. Struktur terletak pada litologi batulempung napalan dan terletak di sungai. Hasil analisis menunjukkan arah bidang sesar N 239° E/ 81° (Barat daya – Timur laut). Dengan gores – garis berupa *plunge*, *bearing* : 36°, N 245° E dan *rake* : 35° sehingga dalam klasifikasi Rickard 1972 merupakan *Normal Left Slip Fault* atau sesar kiri naik (Rickard, 1972).



**Gambar 5.31.** Foto struktur geologi sesar pada lokasi pengamatan 32. (A) Foto pergerakan sesar di lapangan dengan arah kamera N 086° E. (B) Foto gores - garis pada bidang sesar dengan arah kamera N 103° E. (C) Gambar analisis *stereonet* didapatkan nama sesar *Normal Left Slip Fault* (Rickard, 1972).

## 5.5 Sejarah Geologi

Berdasarkan data yang diperoleh dari lokasi penelitian kemudian dilakukan analisis dan diinterpretasi serta literatur penelitian dari peneliti terdahulu. Maka, dapat disimpulkan rentetan sejarah geologi dalam kurun ruang dan waktu (Gambar 5.31).

Pada kala Miosen tengah terjadi naiknya genangan air laut sehingga memicu terendapkan satuan batulempung napalan Merawu yang terbentuk pada lingkungan laut pada zona neritik (12 – 183 meter). Kemudian terjadi kompresi yang disebabkan oleh adanya proses rotasi *sundaland* yang baru mulai terjadi di Jawa Tengah sehingga membentuk sesar kiri turun. Selanjutnya munculnya intrusi berupa batuan beku andesit menerobos batulempung napalan Merawu melalui zona – zona lemah berupa rekahan dan sesar. Terjadi kompresi yang menyebabkan terbentuknya lipatan berupa antiklin. Pada saat satuan batulempung napalan Merawu yang terdeformasi membentuk antiklin dengan kompresi yang melebihi batas elatisitas satuan batulempung napalan Merawu maka terbentuk sesar naik kiri.

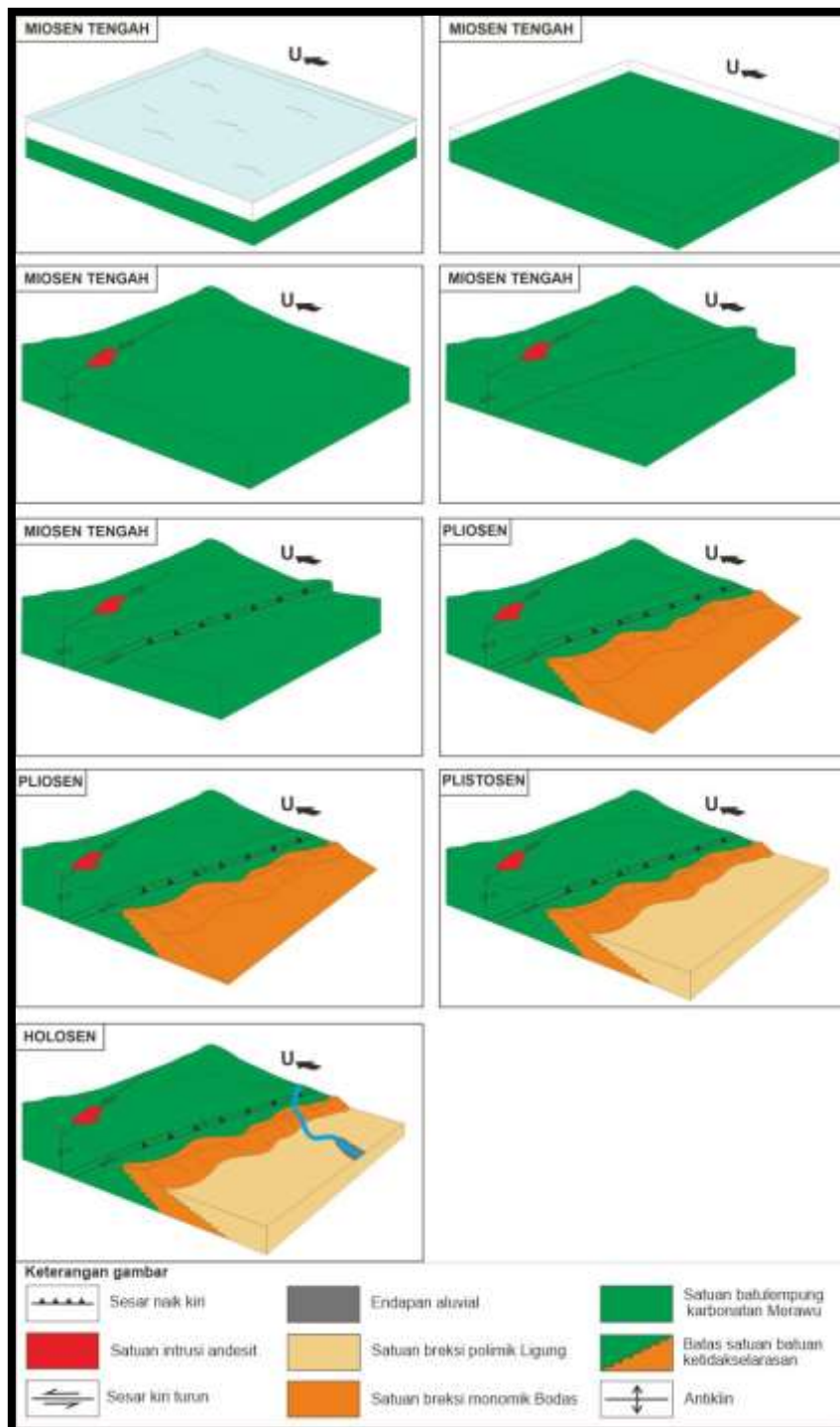
Pada kala Pliosen terjadi perubahan tatanan subduksi akibat proses rotasi *sundaland* yang kembali berlanjut dan disertai pemendekan/kompresi. Kegiatan

tektonik mencapai puncaknya demikian juga dengan kegiatan gunungapi yang mencapai puncaknya sebagaimana dengan terbentuknya satuan breksi monomik Bodas.

Pada kala Plistosen terjadi pengaktifan kembali kegiatan vulkanisme sehingga terbentuk gunungapi kuartar di sepanjang Pulau Jawa. Dari gunungapi kuartar tersebut terbentuk satuan breksi polimik Ligung yang terendapkan diatas satuan breksi monomik Bodas yang diendapkan pada lingkungan pengendapan berupa darat.

Pada kala Holosen ditandai dengan intensitas denudasi yang sangat tinggi menyebabkan terbentuk satuan paling muda pada lokasi penelitian yaitu endapan aluvial.





**Gambar 5.32.** Pemodelan sejarah geologi pada lokasi penelitian. Dimulai pada kala Miosen tengah diendapkan satuan batulempung napalan Merawu kemudian mengalami deformasi menyebabkan terbentuknya sesar kiri turun. Munculnya intrusi andesit ke permukaan melalui zona lemah berupa rekahan dan sesar, kemudian mengalami deformasi menyebabkan terbentuknya lipatan berupa antiklin dan sesar naik kiri, pada kala pliosen terendapkan satuan breksi monomik Bodas, selanjutnya pada kala Plistosen terendapkan satuan breksi polimik Ligung dan diakhiri dengan terendapkannya endapan aluvial pada Holosen.

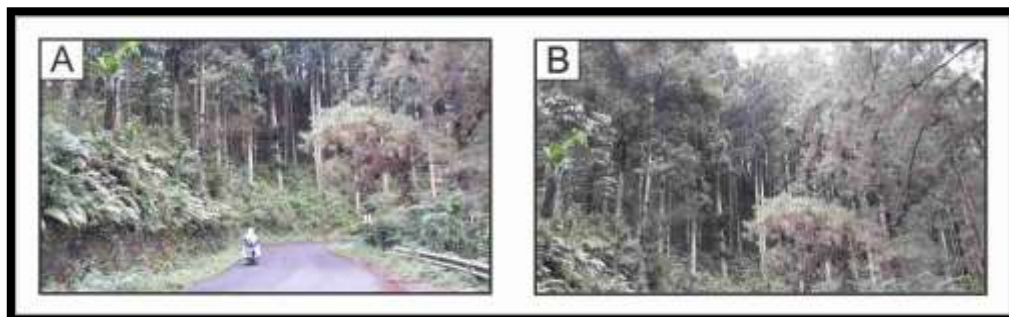
## 5.6 Potensi Geologi

Potensi geologi adalah hasil dari proses-proses geologi yang dapat memberikan manfaat atau kerugian bagi masyarakat. Potensi geologi dibagi menjadi dua yaitu potensi positif dan potensi negatif. Potensi positif adalah suatu kondisi geologi yang dapat menghasilkan sumber daya yang bermanfaat bagi masyarakat dan potensi negatif adalah suatu kondisi geologi yang dapat menyebabkan kerugian bagi masyarakat.

### 5.6.1 Potensi Positif

#### 5.6.1.1 Potensi Wisata Gunung Sewu

Gunung sewu memiliki bentuk morfologi berupa perbukitan struktural yang memanjang dari barat laut sampai tenggara pada lokasi penelitian. Karena bentuknya yang memanjang maka lokasinya meliputi beberapa desa antara lain : Desa Pakelen, Desa Gununggiana, Desa Clapar, Desa Limbangan, dan Desa Suroyudan. Vegetasi yang tumbuh di Gunung Sewu Sebagian besar berupa pohon pinus. Karena lokasinya berupa tinggian maka udaranya sejuk sepanjang hari (Gambar 5.32).



**Gambar 5.33.** Potensi Wisata Gunung Sewu pada lokasi penelitian 53. Kenampakan akses jalan menuju gunung sewu (A). Hutan pinus di Gunung Sewu (B).

#### 5.6.1.2 . Potensi Tambang Bahan Galian Andesit

Terdapat intrusi andesit yang membentuk morfologi bukit intrusi. Bukit ini terletak di bagian utara lokasi penelitian lebih tepatnya berada di Desa Aribaya. Bukit ini dinamakan oleh warga sekitar yaitu Bukit Pining yang memiliki ketinggian 1000 mdpl. Vegetasi yang tumbuh Sebagian besar di Bukit Pining yaitu pohon salak. Bisa dikatakan banyak singkapan yang masih baik yang bisa digunakan oleh warga setempat untuk menambang andesit untuk bahan bangunan dan lain – lain (Gambar 5.33).



**Gambar 5.34.** Potensi tambang bahan galian andesit pada lokasi penelitian 22.

## **5.5.2. Potensi Negatif**

### **5.7.2.1 Gerakan Massa**

Gerakan massa merupakan potensi geologi yang bersifat negatif karena dapat membahayakan masyarakat yang ada di sekitarnya. Gerakan massa yang ada di lokasi penelitian cukup banyak terjadi pada bagian tenggara dan selatan. Kondisi geologi yang kompleks dengan banyaknya struktur geologi yang berkembang menimbulkan banyak zona lemah pada batuan serta iklim yang tropis membuat tingkat pelapukan batuan yang tinggi, hal tersebutlah yang membuat banyak terjadi gerakan massa pada lokasi penelitian.

Gerakan massa yang terjadi di lokasi penelitian berupa gerakan massa batuan dan tanah. gerakan massa batuan yang yang terjadi pada lokasi penelitian berupa *rock fall* dengan material utama berupa batuan beku lapuk sebagai penyusun lereng (Gambar 5.34AD) sedangkan untuk gerakan massa tanah yang terjadi pada lokasi penelitian berupa *earth slide* dengan material tanah yang homogen sehingga menyebabkan tertutupnya jalan atau bangunan oleh material tanah (Gambar 5.34BC). Gerarakan massa tanah yang terjadi pada morfologi berupa perbukitan struktural, lereng struktural dan lereng denudasional.



**Gambar 5.35.** Potensi negatif pada lokasi penelitian berupa gerakan massa. Gerakan yang terjadi di Desa Limbangan pada lokasi penelitian 103 (A). Gerakan yang terjadi di Desa Clapar pada lokasi penelitian 9 (B). Gerakan massa yang terjadi di Desa Limbangan pada lokasi penelitian 107(C). Gerakan massa yang terjadi di Desa Clapar pada lokasi penelitian 8(D).

## **BAB VI**

### **PEMODELAN LERENG dan ZONASI GERAKAN MASSA**

#### **6.1 Gerakan Massa Tanah**

Setiap gerakan massa yang ada di lokasi penelitian umumnya tidak lepas dari adanya pengaruh dari kondisi geomorfologi dan stratigrafi. Geomorfologi yang berkembang pada lokasi gerakan massa berupa lereng denudasional, lereng struktural dan perbukitan struktural. Litologi penyusun lereng pada lokasi penelitian berupa batupasir karbonatan, batulempung napalan, breksi monomik dan breksi polimik dalam kondisi yang lapuk sehingga menyebabkan lereng berpotensi mengalami gerakan massa.

#### **6.2 Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Sifat Fisik dan Mekanik Tanah**

Analisis kestabilan lereng di daerah penelitian dilakukan berdasarkan sifat fisik dan mekanik tanah. Lereng yang dianalisis merupakan lereng yang berpotensi mengalami gerakan massa yang ditentukan dengan cara pengamatan di lapangan. Dari hasil pengamatan di lapangan didapatkan 6 lereng yang berpotensi mengalami gerakan massa. Penentuan lereng yang akan dianalisis berdasarkan dari keberadaan lereng yang dekat dengan pemukiman maupun jalan raya.

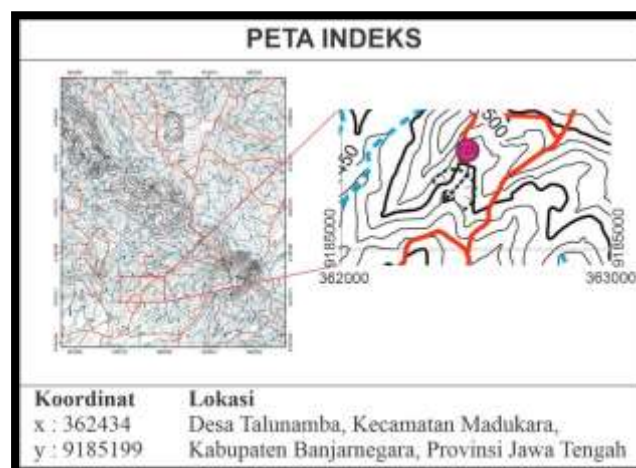
Setiap lereng yang dianalisis dilakukan pengukuran geometri dan pengambilan sampel tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 2 kali dengan mengambil bagian dari bawah dan atas lereng sehingga didapat rata – rata sifat fisik dan mekanik tanah pada setiap lereng. Pengujian sifat fisik dan mekanik tanah dilakukan di laboratorium sehingga didapatkan hasil analisis dari sifat fisik tanah dan mekanik berupa berat isi tanah basah, berat isi tanah kering, kohesi dan sudut geser dalam. Untuk mengidentifikasi lereng dan mengetahui potensi dari gerakan massa dilakukan dengan bantuan perangkat lunak berupa *software slide*. Penggunaan *software slide* dilakukan untuk mengetahui nilai faktor keamanan dengan memasukkan data geometri lereng serta sifat fisik dan mekanik tanah kedalam *software slide*.

Analisis sifat fisik dan mekanik tanah juga menggunakan metode kesetimbangan batas Morgenstern & Price dengan kriteria keruntuhan menurut Mohr – coulomb. Lokasi analisis kestabilan lereng di lokasi penelitian, sebagai berikut :

1. Lereng 1 Desa Talunamba
2. Lereng 2 Desa Clapar
3. Lereng 3 Desa Gunung giana
4. Lereng 4 Desa Clapar
5. Lereng 5 Desa Aribaya
6. Lereng 6 Desa Limbangan

### 6.2.1 Analisis Kestabilan Lereng 1 Desa Talunamba

Lokasi lereng 1 pada lokasi pengamatan 124 berada pada koordinat x : 362434, y : 9185199, termasuk dalam wilayah Desa Talunamba, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 6.1.** Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 1 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Talunamba, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

Lereng 1 memiliki geometri dengan tinggi 4,2 meter, lebar 5 meter, panjang sisi miring 4,7 meter dan kemiringan lereng  $71^{\circ}$ . Lereng berada dekat dengan rumah dan jalan desa.



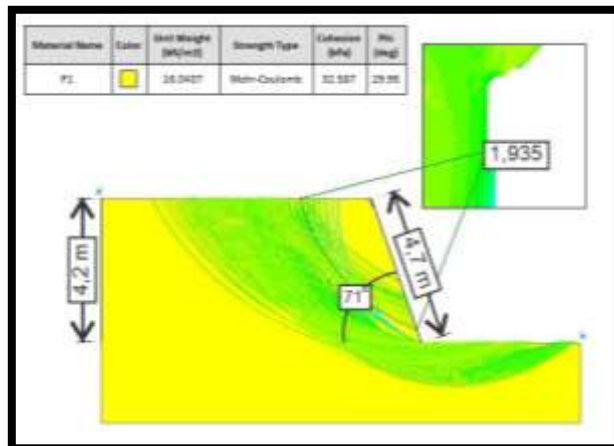
**Gambar 6.2.** Kenampakan lereng 1 yang brepotensi longsor pada lokasi pengamatan 124. Lereng berada di Desa Talunamba dengan tinggi 4,2 meter, lebar 5 meter, panjang sisi miring 4,7 meter dan kemiringan lereng  $71^{\circ}$ . Azimuth N  $030^{\circ}$  E

Hasil dari pengujian analisis kestabilan lereng 1 berupa sifat fisik dan mekanik tanah pada lampiran 15A-B dan lampiran 16A berupa berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam. Lereng 1 merupakan lereng dengan material *soil* yang tersusun dari lapukan breksi polimik Ligung.

**Tabel 6.1.** Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada Lereng 1

Sifat Fisik dan Mekanik Tanah	Nilai
Berat Isi	16,0437 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	32,587 kPa
Sudut Geser Dalam	29,95 <sup>0</sup>

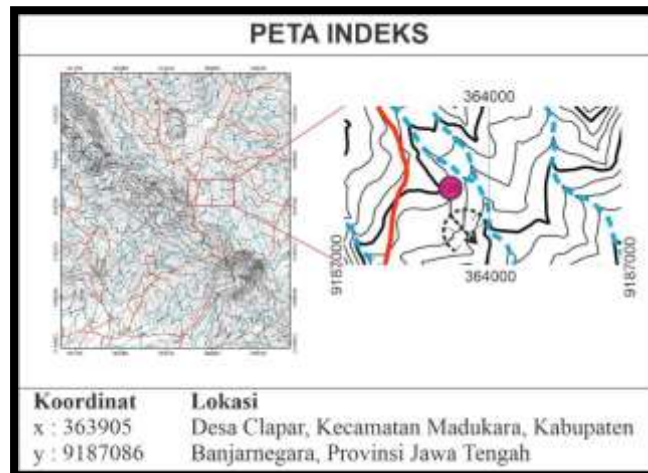
Analisis kestabilan lereng 1 menggunakan *software slide* dengan metode analisis yaitu *GLE/Morgenstern-Price* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,935 dalam keadaan lereng jenuh. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1979) dengan nilai faktor keamanan yang mengacu pada intensitas kelongsoran maka termasuk dalam kelas lereng yang stabil (longsoran yang jarang terjadi).



**Gambar 6.3.** Hasil analisis faktor keamanan lereng 1 menggunakan *software slide 6.0*. Memiliki nilai properti material yaitu *unit weight* 16,0437 kN/m<sup>3</sup>, kohesi 32,587 kPa, dan Phi 29,95<sup>0</sup>. Menggunakan analisis dengan metode *GLE/Morgenstern-Price* sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,935 dengan arah longsoran kekanan

### 6.2.2 Analisis Kestabilan Lereng 2 Desa Clapar

Lokasi lereng 2 pada lokasi pengamatan 125 berada pada koordinat x : 363905, y : 9187086, termasuk dalam wilayah Desa Clapar, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 6.4.** Peta indeks lokasi pengambilan sampel tanah 2 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Clapar, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

Lereng 2 memiliki geometri dengan tinggi 9 meter, lebar 13,3 meter, panjang sisi miring 10.4 meter dan kemiringan lereng 61<sup>0</sup>. Pada bagian atas lereng terdapat sekolah dan bagian bawah lereng dekat dengan pemukiman.





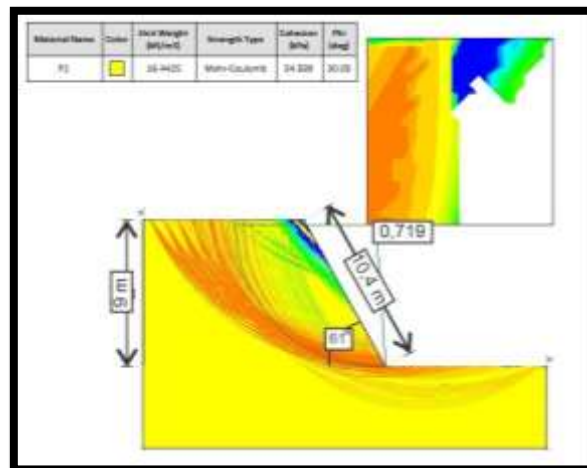
**Gambar 6.5.** Kenampakan lereng 2 yang berpotensi longsor pada lokasi pengamatan 125. Lereng berada di Desa Clapar dengan tinggi 9 meter, lebar 13,3 meter, panjang sisi miring 10,4 meter dan kemiringan lereng  $61^{\circ}$ . Azimuth N  $291^{\circ}$ E

Hasil dari pengujian analisis kestabilan lereng 2 berupa sifat fisik dan mekanik tanah pada lampiran 15C-D dan lampiran 16A-B berupa berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam. Lereng 2 merupakan lereng dengan material *soil* yang tersusun dari lapukan batulempung napalan Merawu.

**Tabel 6.2.** Nilai fisik dan mekanik tanah pada lereng 2

Sifat Fisik dan Mekanik Tanah	Nilai
Berat Isi	16,4425 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	34,589 kPa
Sudut Geser Dalam	30,05 <sup>o</sup>

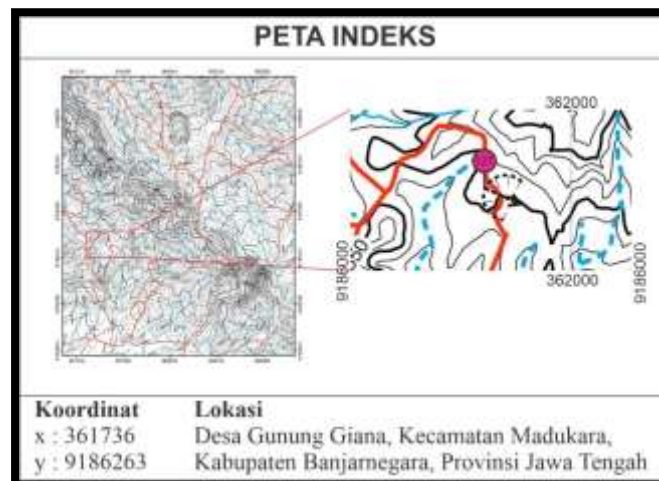
Analisis kestabilan lereng 2 menggunakan *software slide* dengan metode analisis yaitu *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 0,719 dalam keadaan lereng jenuh. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1979) dengan nilai faktor keamanan yang mengacu pada intensitas kelongsoran maka termasuk dalam kelas lereng yang labil (longsoran yang sering terjadi).



**Gambar 6.6.** Hasil analisis faktor keamanan lereng 2 menggunakan *software slide 6.0*. Memiliki nilai properti material yaitu *unit weight* 16,4425 kN/m<sup>3</sup>, kohesi 34,589 kPa, dan Phi 30,05°. Menggunakan analisis dengan metode *GLE/Morgenstern-Price* sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 0,719 dengan arah longsoran kekanan.

### 5.2.3 Analisis Kestabilan Lereng 3 Desa Gunung Giana

Lokasi lereng 3 pada lokasi pengamatan 126 berada pada koordinat x : 361736, y : 9186263, termasuk dalam wilayah Desa Gunung Giana, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 6.7.** Peta indeks lokasi pembambilan sampel tanah 3 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Gunung Giana, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

Lereng 3 memiliki geometri dengan tinggi 7,7 meter, lebar 9,8 meter, panjang sisi miring 8 meter dan kemiringan lereng 73°. Lereng berada dekat dengan pemukiman.



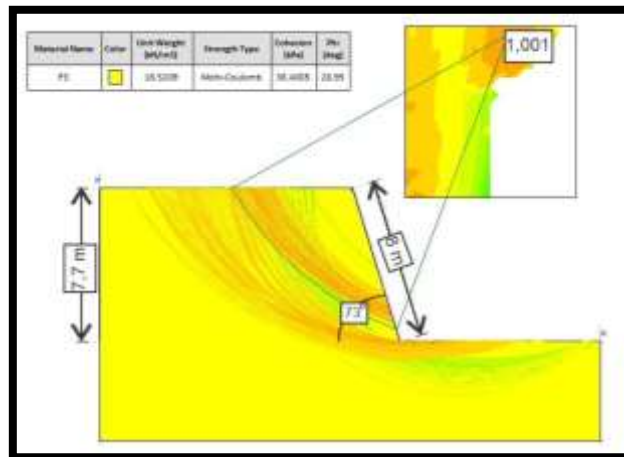
**Gambar 6.8.** Kenampakan lereng 3 yang berpotensi longsor pada lokasi pengamatan 126. Lereng berada di Desa Gunung giana dengan tinggi 7,7 meter, lebar 9,8 meter, panjang sisi miring 8 meter dan kemiringan lereng  $73^{\circ}$ . Azimuth N  $210^{\circ}$  E.

Hasil dari pengujian analisis kestabilan lereng 3 berupa sifat fisik dan mekanik tanah pada lampiran 15E-F dan lampiran 16B berupa berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam. Lereng 3 merupakan lereng dengan material *soil* yang tersusun dari lapukan breksi polimik Ligung.

**Tabel 6.3.** Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng 3

Sifat Fisik dan Mekanik Tanah	Nilai
Berat Isi	16,5029 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	36,4005 kPa
Sudut Geser Dalam	28,95 <sup>0</sup>

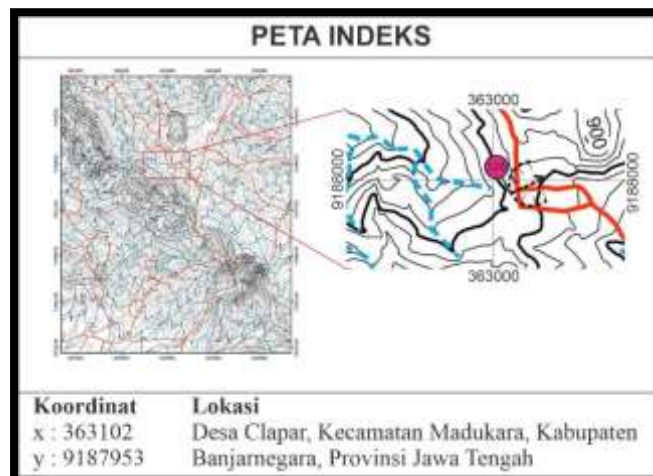
Analisis kestabilan lereng 3 menggunakan *software slide* dengan metode analisis yaitu *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,001 dalam keadaan lereng jenuh. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1979) dengan nilai faktor keamanan yang mengacu pada intensitas kelongsoran maka termasuk dalam kelas lereng yang labil (longsoran yang sering terjadi).



**Gambar 6.9.** Hasil analisis faktor keamanan lereng 3 menggunakan *software slide 6.0*. Memiliki nilai properti material yaitu *unit weight* 16,5209 kN/m<sup>3</sup>, kohesi 36,4005 kPa, dan Phi 28.95<sup>0</sup>. Menggunakan analisis dengan metode *GLE/Morgenstern-Price* sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,001 dengan arah longsoran kekanan.

#### 6.2.4 Analisis Kestabilan Lereng 4 Desa Clapar

Lokasi lereng 4 pada lokasi 127 berada pada koordinat x: 363102, y : 9187953, termasuk dalam wikayah Desa Clapar, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 6.10.** Peta indeks lokasi pengambilan sampel tanah 4 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Clapar, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

Lereng 4 memiliki geometri dengan tinggi 4,5 meter, lebar 20,3 meter, panjang sisi miring 4,9 meter dan kemiringan lereng 65<sup>0</sup>. Lereng berada dekat dengan pemukiman dan jalan raya.



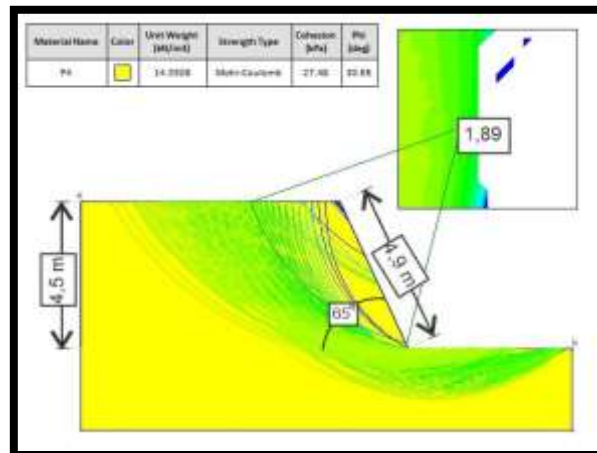
**Gambar 6.11.** Kenampakan lereng 4 yang berpotensi longsor pada lokasi pengamatan 127. Lereng berada di Desa Clapar dengan tinggi 4,5 meter, lebar 20,3 meter, panjang sisi miring 4,9 meter dan kemiringan lereng  $65^{\circ}$ . Azimuth N  $170^{\circ}$  E.

Hasil dari pengujian analisis kestabilan lereng 4 berupa sifat fisik dan mekanik tanah pada lampiran 15G-H dan lampiran 16C berupa berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam. Lereng 4 merupakan lereng dengan material *soil* yang tersusun dari lapukan batupasir karbonatan Merawu.

**Tabel 6.4.** Nilai fisik dan mekanik tanah pada lereng 4.

Sifat Fisik dan Mekanik Tanah	Nilai
Berat Isi	14,3308 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	27,48 kPa
Sudut Geser Dalam	30,65 <sup>o</sup>

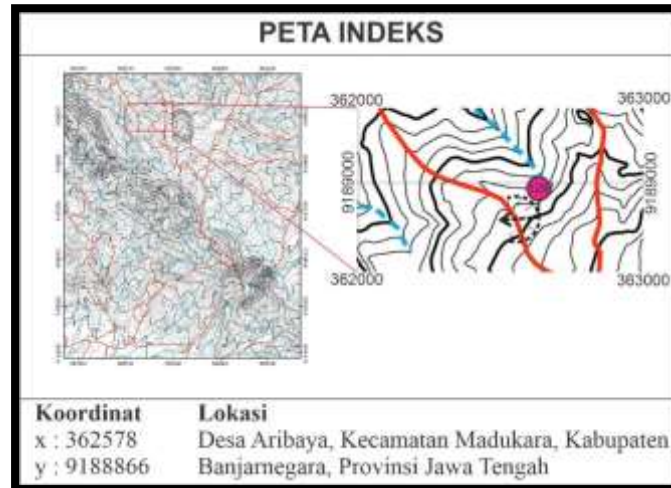
Analisis kestabilan lereng 4 menggunakan *software slide* dengan metode analisis yaitu *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,89 dalam keadaan lereng jenuh. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1979) dengan nilai faktor keamanan yang mengacu pada intensitas kelongsoran maka termasuk dalam kelas lereng yang stabil (longsoran yang jarang terjadi).



**Gambar 6.12.** Hasil analisis faktor keamanan lereng 4 menggunakan *software slide 6.0*. Memiliki nilai properti material yaitu *unit weight* 14,3308 kN/m<sup>3</sup>, kohesi 27,48 kPa, dan Phi 30,65°. Menggunakan analisis dengan metode *GLE/Morgenstern-Price* sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 1,89 dengan arah longsoran kekanan.

### 6.2.5. Analisis Kestabilan Lereng 5 Desa Aribaya

Lokasi lereng 5 pada lokasi pengamatan 128 berada pada koordinat x : 362578, y : 9188866, termasuk dalam wilayah Desa Aribaya, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 6.13.** Peta indeks lokasi pengambilan sampel tanah 5 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Aribaya, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

Lereng 5 memiliki geometri dengan tinggi 4 meter, lebar 13 meter, Panjang sisi miring 4,2 meter dan kemiringan lereng 72°. Lereng berada dekat dengan pemukiman dan jalan raya.



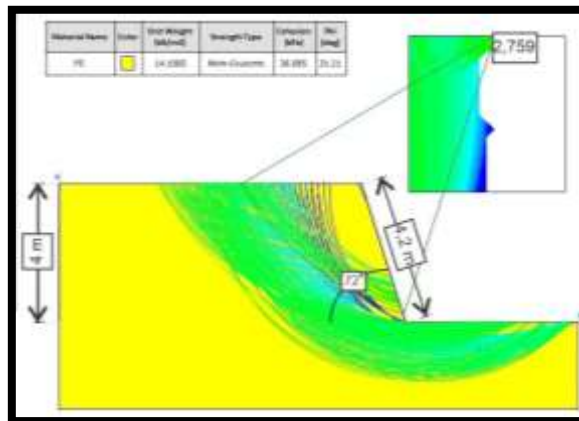
**Gambar 6.14.** Kenampakan lereng 5 yang berpotensi longsor lokasi pengamatan 128. Lereng berada di Desa Aribaya dengan tinggi 4 meter, lebar 13 meter, panjang sisi miring 4,2 meter dan kemiringan lereng  $72^{\circ}$ . Azimuth N  $176^{\circ}$ E

Hasil dari pengujian analisis kestabilan lereng 5 berupa sifat fisik dan mekanik tanah pada lampiran 15I-J dan lampiran 16C-D berupa berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam. Lereng 5 merupakan lereng dengan material *soil* yang tersusun dari lapukan batulempun karbonatan Merawu.

**Tabel 6.5.** Nilai sifat fisik dan mekanik tanah lereng 5.

<b>Sifat Fisik dan Mekanik Tanah</b>	<b>Nilai</b>
Berat Isi	14,1085 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	36,695 kPa
Sudut Geser Dalam	31,21 <sup>o</sup>

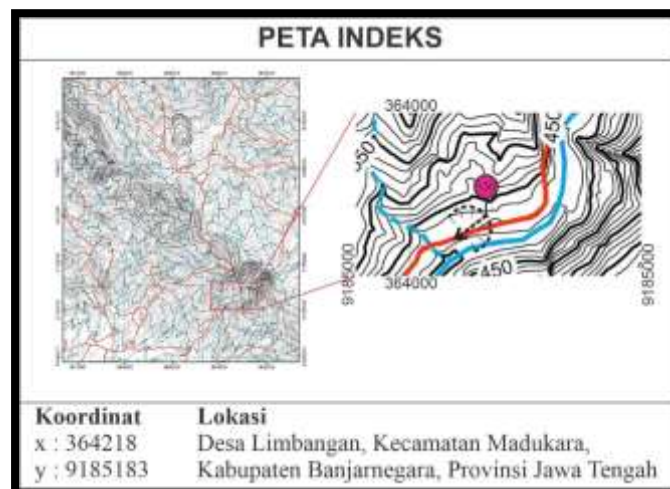
Analisis kestabilan lereng 5 menggunakan *software slide* dengan metode analisis yaitu *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 2,579 dalam keadaan lereng jenuh. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1979) dengan nilai faktor keamanan yang mengacu pada intensitas kelongsoran maka termasuk dalam kelas lereng yang stabil (longsoran yang jarang terjadi).



**Gambar 6.15.** Hasil analisis faktor keamanan lereng 5 menggunakan *software slide 6.0*. Memiliki nilai properti material yaitu *unit weight* 14,1085 kN/m<sup>3</sup>, kohesi 36,695 kPa, dan Phi 31,21°. Menggunakan analisis dengan metode *GLE/Morgenstern-Price* sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 2,759 dengan arah longsoran kekanan

### 5.2.6. Analisis Kestabilan Lereng 6 Desa Limbangan

Lokasi lereng 6 pada lokasi 129 berada pada koordinat x : 364218, y: 9185183, termasuk dalam wilayah Desa Limbangan, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.



**Gambar 6.16.** Peta indeks lokasi pengambilan sampel tanah 6 pada lokasi penelitian yang berada di Desa Limbangan, Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah.

Lereng 6 memiliki geometri dengan tinggi 7 meter, lebar 12,5 meter, Panjang sisi miring 7,1 meter dan kemiringan lereng 80°. Lereng berada dekat dengan pemukiman.





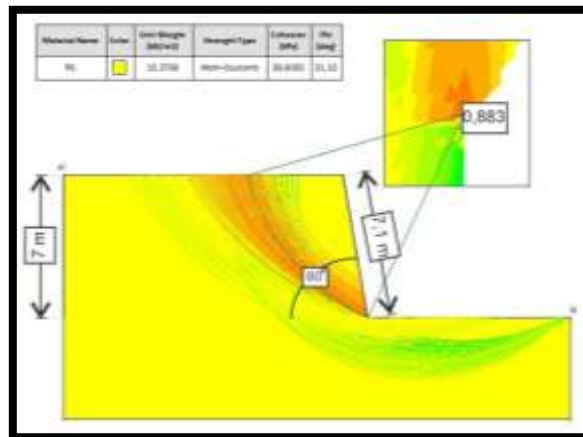
**Gambar 6.17.** Kenampakan lereng 6 yang berpotensi longsor lokasi pengamatan 129. Lereng berada di Desa Limbangan dengan tinggi 7 meter, lebar 12,5 meter, panjang sisi miring 7,1 meter dan kemiringan lereng  $80^{\circ}$ . Azimuth N  $131^{\circ}$ E

Hasil dari pengujian analisis kestabilan lereng 6 berupa sifat fisik dan mekanik tanah pada lampiran 15K-L dan lampiran 16D-E berupa berat isi tanah, kohesi dan sudut geser dalam. Lereng 6 merupakan lereng dengan material *soil* yang tersusun dari lapukan breksi monomik Bodas.

**Tabel 6.6.** Nilai sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng 6

Sifat Fisik dan Mekanik Tanah	Nilai
Berat Isi	15,3768 kN/m <sup>3</sup>
Kohesi	38,6055 kPa
Sudut Geser Dalam	31,15 <sup>o</sup>

Analisis kestabilan lereng 6 menggunakan *software slide* dengan metode analisis yaitu *Morgenstern-Price* menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 0,883 dalam keadaan lereng jenuh. Berdasarkan klasifikasi Bowles (1979) dengan nilai faktor keamanan yang mengacu pada intensitas kelongsoran maka termasuk dalam kelas lereng yang labil (longsoran yang sering terjadi).



**Gambar 6.18.** Hasil analisis faktor keamanan lereng 6 menggunakan *software slide 6.0*. Memiliki nilai properti material yaitu *unit weight* 15,3768 kN/m<sup>3</sup>, kohesi 38,6055 kPa, dan Phi 31,15<sup>0</sup>. Menggunakan analisis dengan metode *GLE/Morgenstern-Price* sehingga didapatkan nilai faktor keamanan sebesar 0,883 dengan arah longsoran kekanan

**Tabel 6.7.** Hasil rekapitulasi data analisa mekanika tanah pada lereng 1 – 3.

No. Lereng	Lokasai		Litologi	Geomorfologi, Topografi	Sifat Fisik/ Mekanik Tanah	Tipe Longsor dan Arah Gerakan (N..E)	Faktor Keamanan, Klasifikasi
	Kecamatan	Desa/ Dusun, Koordinat					
1	Madukara	Talunamba (x : 362434, y : 9185199)	Soil pelapukan breksi polimik Ligung	Lereng denudasional, dengan lereng agak curam (30%)	Berat isi = 16,0437 kN/m <sup>3</sup> Berat jenis = 2,695 Kohesi = 32,587 kPa Sudut geser dalam = 29,95 <sup>0</sup>	<i>Earth fall</i> , Arah longsor ke N 170 <sup>0</sup> E	FK = 1,935 – 2,17 Klas = Lereng relatif stabil
2	Madukara	Clapar (x : 363905, y : 918706)	Soil pelapukan batulempung napalan Merawu	Lereng struktural, dengan lereng agak curam (30%)	Berat isi = 16,4425 kN/m <sup>3</sup> Berat jenis = 2,67 Kohesi = 34,589 kPa Sudut geser dalam = 30,05 <sup>0</sup>	<i>Earth fall</i> , Arah longsor ke N 145 <sup>0</sup> E	FK = 0,719 – 1,216 Klas = Lereng labil
3	Madukara	Gunung giana (x : 361736, y : 9186263)	Soil pelapukan breksi polimik Ligung	Lereng Denudasional, dengan lereng agak curam (30%)	Berat isi = 16,5029 kN/m <sup>3</sup> Berat jenis = 2,7 Kohesi = 36,4005 kPa Sudut geser dalam = 28,95 <sup>0</sup>	<i>Earth fall</i> , Arah longsor ke N 105 <sup>0</sup> E	FK = 1,001 – 1,350 Klas = Lereng kritis

**Tabel 6.8.** Hasil rekapitulasi data analisa mekanika tanah pada lereng 4 – 6.

No. Lereng	Lokasai		Litologi	Geomorfologi, Topografi	Sifat Fisik/ Mekanik Tanah	Tipe Longsor dan Arah Gerakan (N..E)	Faktor Keamanan, Klasifikasi
	Kecamatan	Desa/ Dusun, Koordinat					
4	Madukara	Clapar (x: 363102, y : 918793)	Soil pelapukan batupasir karbonatan Merawu	Lereng Struktural, dengan lereng agak curam (30%)	Berat isi = 14,3308 kN/m <sup>3</sup> Berat jenis = 2,635 Kohesi = 27,48 kPa Sudut geser dalam = 30,65 <sup>0</sup>	<i>Earth fall</i> , Arah longsor ke N 063 <sup>0</sup> E	FK = 1,89 – 2,159 Klas = Lereng relatif stabil
5	Pagentan	Aribaya (x : 362578, y : 9188866)	Soil pelapukan batulempung napalan Merawu	Lereng Struktural, dengan lereng agak curam (30%)	Berat isi = 14,1085 kN/m <sup>3</sup> Berat jenis = Kohesi = 36,695 kPa Sudut geser dalam = 31,21 <sup>0</sup>	<i>Earth fall</i> , Arah longsor ke N 280 <sup>0</sup> E	FK = 2,759 – 3,352 Klas = Lereng relatif stabil
6	Madukara	Limbangan (x : 364218, y: 9185183)	Soil pelapukan breksi monomik Bodas	Perbukitan Struktural, dengan lereng curam (60%)	Berat isi = 15,3768 kN/m <sup>3</sup> Berat jenis = Kohesi = 38,6055 kPa Sudut geser dalam = 31,15 <sup>0</sup>	<i>Earth fall</i> , Arah longsor ke N 140 <sup>0</sup> E	FK = 0,883 – 1,551 Klas = Lereng kritis

### **6.3 Zonasi Rawan Longsor**

Zonasi rawan longsor yang dilakukan di lokasi penelitian bertujuan untuk mengetahui daerah atau lokasi mana saja yang rawan longsor. Penentuan zonasi rawan longsor berdasarkan parameter – parameter yang mendukung dalam pembuatan zonasi rawan longsor.

#### **6.3.1. Parameter Zonasi Rawan Longsor**

Parameter – parameter yang digunakan dalam pembuatan zonasi rawan longsor tentunya dipilih sesuai dengan faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya gerakan massa. Parameter yang diperlukan diantaranya kemiringan lereng, curah hujan, tata guna lahan, jarak terhadap struktur dan jenis batuan dan proporsi kejadian gerakan massa. Dari setiap parameter memiliki skor atau nilai yang diakumulasikan menjadi peta zonasi rawan longsor.

##### **6.3.1.1. Kemiringan Lereng**

Menurut Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor, dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor diperlukan beberapa parameter yang mendukung salah satunya adalah kemiringan lereng yang dapat dilihat pada lampiran 5. Banyak keterdapatannya kemiringan lereng yang beragam pada lokasi penelitian, semakin tinggi tingkat kemiringan lereng maka daerah tersebut berpotensi terjadi gerakan massa, begitu juga sebaliknya semakin rendah tingkat kemiringan lereng maka daerah tersebut mengurangi potensi dari adanya gerakan massa. Terdapat 5 kategori pada skor kemiringan lereng yaitu  $< 25\%$  atau  $< 8^\circ$  (rendah),  $25 - 44\%$  atau  $9^\circ - 16^\circ$  (agak rendah),  $45 - 64\%$  atau  $17^\circ - 35^\circ$  (sedang),  $65 - 85\%$  atau  $35^\circ - 69^\circ$  (agak tinggi) dan  $> 85\%$  atau  $> 70^\circ$  (tinggi).

Pada lokasi penelitian hanya terdapat 4 kategori lereng yang termasuk dalam kelas pada parameter kemiringan lereng. Kelas lereng  $< 25\%$  atau  $< 8^\circ$  memiliki nilai skor 1,  $25 - 44\%$  atau  $9^\circ - 16^\circ$  memiliki nilai skor 2,  $45 - 65\%$  atau  $17^\circ - 35^\circ$  memiliki nilai skor 3 dan  $65 - 85\%$  atau  $35^\circ - 69^\circ$  memiliki nilai skor 4. Luasan lereng dengan kemiringan  $< 25\%$  merupakan luasan lereng terbanyak mencakup 40% luasan daerah penelitian, diikuti lereng dengan kemiringan  $25 - 44\%$  mencakup 30%, lereng dengan kemiringan  $45 - 65\%$  mencakup 20% dan lereng dengan

kemiringan 65 – 85 % mencakup 10 %. Dalam peta zonasi rawan longsor parameter kemiringan lereng memiliki bobot 25 %.

**Tabel 6.9.** Skor parameter kemiringan lereng pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor.

Terdapat 4 kategori kemiringan lereng yang ada di lokasi penelitian.

Kelas	Skor
< 25 % (< 8 <sup>0</sup> )	1
25 – 44 % (9 <sup>0</sup> - 16 <sup>0</sup> )	2
45 – 64 % (17 <sup>0</sup> - 35 <sup>0</sup> )	3
65 – 85 % (35 <sup>0</sup> - 69 <sup>0</sup> )	4

### 6.3.1.2. Curah Hujan

Menurut Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor, dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor diperlukan beberapa parameter yang mendukung salah satunya adalah curah hujan yang dapat dilihat pada lampiran 6. Data curah hujan didapat dari *CRHS Portal Data*, data yang digunakan berupa data curah hujan tahunan. Pada lokasi penelitian curah hujan tahunan berada di kisaran 2250 – 3000 mm/tahun. Sehingga dalam zonasi peta rawan longsor memiliki nilai skor 3. Parameter curah hujan dalam zonasi peta rawan longsor memiliki bobot sebesar 25 %.

**Tabel 6.10.** Skor parameter curah hujan pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Terdapat 1 kategori curah hujan yang ada di lokasi penelitian.

Kelas	Skor
2250 – 3000 mm/tahun	3

### 6.3.1.3. Jenis Batuan

Menurut Amri, dkk (2016) dalam buku Resiko Bencana Indonesia, dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor diperlukan beberapa parameter yang mendukung salah satunya adalah jenis batuan yang dapat dilihat pada lampiran 7. Pada lokasi penelitian terdapat 5 satuan batuan yaitu endapan alluvial, satuan breksi polimik Ligung, satuan breksi monomik Bodas, satuan batulempung napalan Merawu, dan intrusi andesit. Setiap satuan batuan terdapat nilai *skoring* dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor.

Pembagian kelas pada parameter jenis batuan berdasarkan jenis batumannya maka endapan alluvial termasuk dalam dataran alluvial dengan nilai skor 1, Satuan batulempung Merawu termasuk dalam batuan sedimen dengan nilai skor 2, serta Satuan intrusi andesit, Satuan breksi polimik Ligung dan Satuan breksi monomik Bodas termasuk dalam batuan vulkanik dengan nilai skor 3. Dalam peta zonasi rawan longsor parameter jenis batuan memiliki bobot 15 %.

**Tabel 6.11.** Skor parameter jenis batuan pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Amri, dkk (2016) dalam buku Resiko Benca Indonesia. Terdapat 6 kategori jenis batuan yang ada di lokasi penelitian.

Kelas	Skor
Endapan alluvial	1
Satuan batulempung napalan Merawu	2
Satuan intrusi andesit,	3
Satuan breksi polimik Ligung	3
Satuan breksi monomik Bodas	3

### 6.3.1.4. Proporsi Kejadian Gerakan Massa

Pada lokasi penelitian, banyak terjadi peristiwa gerakan massa. Setiap desa memiliki banyak proporsi kejadian gerakan massa yang berbeda – beda. Proporsi kejadian gerakan massa didapat dari banyaknya gerakan massa yang terjadi pada

lokasi penelitian lalu diakumulasikan berdasarkan jumlahnya pada setiap desa, yang dapat dilihat pada lampiran 8.

Terdapat klasifikasi proporsi kejadian gerakan massa yang dibuat oleh Badan Standarisasi Nasional. Pada lokasi penelitian terdapat 14 lokasi gerakan massa, sehingga pada pembagian klasifikasinya terdapat 3 kelas. Zona kerentanan gerakan massa rendah adalah wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah kurang dari 10%. Zona kerentanan gerakan massa menengah adalah wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah antara 10 – 25 %. Zona kerentanan gerakan massa tinggi adalah wilayah yang mempunyai proporsi kejadian gerakan tanah lebih dari 25 %. Dalam peta zonasi rawan longsor parameter proporsi kejadian gerakan massa memiliki bobot 15 %.

**Tabel 6.12.** Skor parameter proporsi kejadian gerakan massa pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Badan Standarisasi Nasional (2016). Terdapat 3 kelas yang ada di lokasi penelitian.

Kelas	Skor
Zona kerentanan gerakan massa rendah	1
Zona kerentanan gerakan massa menengah	2
Zona kerentanan gerakan massa tinggi	3

### 6.3.1.5. Tata Guna Lahan

Menurut Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor, dalam pembuatan peta zonasi rawan longsor diperlukan beberapa parameter yang mendukung salah satunya adalah tata guna lahan yang dapat dilihat pada lampiran 9. Parameter tata guna lahan digunakan dalam zonasi peta rawan longsor karena banyak tata guna lahan yang dapat menambah resiko terjadinya longsor atau gerakan massa. Data tata guna lahan didapatkan dari Peta Rupa Bumi Indonesia. Pada lokasi penelitian terdapat banyak tata guna lahan. Setiap tata guna lahan memiliki nilai skor nya masing – masing. Tata guna lahan pemukiman memiliki nilai skor 5, tata guna lahan hutan pinus memiliki nilai skor 3, tata guna lahan perkebunan memiliki nilai skor 3, tata guna lahan semak belukar memiliki nilai skor 2, tata guna lahan ladang memiliki nilai skor 2 dan tata guna lahan sawah memiliki



nilai skor 1. Parameter tata guna lahan dalam zonasi peta rawan longsor memiliki bobot sebesar 10 %.

**Tabel 6.13.** Skor parameter tata guna lahan pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor. Terdapat 4 kategori tata guna lahan yang ada di lokasi penelitian.

Kelas	Skor
Sawah	1
Semak belukar dan ladang	2
Hutan pinus dan perkebunan	3
Pemukiman	5

#### 6.3.1.6. Jarak Terhadap Struktur Geologi

Parameter jarak terhadap struktur geologi pada zonasi peta rawan longsor didapatkan dari data sesar di lapangan yang dapat dilihat pada lampiran 10. Sesar yang ada di lokasi penelitian yaitu sesar naik kiri dengan arah barat laut – tenggara dan sesar kiri naik dengan arah timur laut – barat daya. Lokasi dengan jarak yang dekat dengan struktur geologi memiliki potensi terkena gerakan massa atau longsor lebih tinggi. Sehingga dilakukan pembagian klasifikasi jarak terhadap struktur geologi. Daerah dengan jarak < 100 meter maka memiliki nilai skor 5, daerah dengan jarak 100 – 200 meter maka memiliki nilai skor 4, daerah dengan jarak 200 – 300 meter maka memiliki nilai skor 3, daerah dengan jarak 300 – 400 meter maka memiliki nilai skor 2, daerah dengan jarak > 400 meter maka memiliki nilai skor 1. Parameter jarak terhadap struktur geologi dalam zonasi peta rawan longsor memiliki bobot 10 %.

**Tabel 6.14.** Skor parameter jarak terhadap struktur geologi pada lokasi penelitian. Klasifikasi tersebut diambil dari Amri, dkk (2016) dalam buku Resiko Bencu Indonesia. Terdapat 5 kategori jarak terhadap struktur geologi yang ada di lokasi penelitian.

Kelas	Skor
> 400 m	1
300 – 400 m	2
200 – 300 m	3
100 – 200 m	4
< 100 m	5

### 6.3.2. Hubungan Analisis Kesatabilan Lereng dengan gerakan massa

Terdapat 6 lereng yang berpotensi mengalami gerakan massa. Penentuan lereng yang akan dianalisis dari keberadaan lereng yang dekat dengan pemukiman maupun jalan raya. Didapatkan hasil dengan 3 lereng dengan sifat stabil dan 3 lereng dengan sifat labil bila dari nilai faktor keamanannya.

Lereng dengan sifat stabil terdapat pada lereng 1, lereng 4, dan lereng 5. Letak ketiga lereng tersebut berdekatan dengan pemukiman maupun jalan raya. Apabila dilihat dari kajian geologi lokasi dari ketiga lereng tersebut berada jauh dari bidang kontinuitas seperti struktur geologi, bidang perlapisan, dan kontak antara batuan yang *fresh* dengan batuan yang lapuk.

Lereng dengan sifat labil terdapat pada lereng 2, lereng 3, dan lereng 6. Letak ketiga lereng tersebut berdekatan dengan pemukiman maupun jalan raya. Apabila dilihat dari kajian geologi lokasi dari ketiga lereng tersebut berada dekat dengan bidang kontinuitas seperti struktur geologi, bidang perlapisan, dan kontak antara batuan yang *fresh* dengan batuan yang lapuk.

### 6.3.3. Tingkat Kerawanan Longsor

Setelah dilakukan analisis zonasi kerawanan longsor yang didapatkan dari pemberian skor pada masing-masing kelas dan bobot pada masing - masing parameter, maka akan dihasilkan zonasi rawan longsor yang dibagi menjadi 3 yaitu zona dengan tingkat kerawanan longsor rendah, sedang, tinggi yang dapat dilihat pada lampiran 11. Pembagian menjadi 3 zona tingkat mengikuti dari pengkelasan zona gerakan tanah dan perhitungan indeks bahaya yang dilakukan oleh Departemen

Pekerjaan Umum dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22 tahun 2007 (Republik Indonesia, 2007).

#### **6.3.2.1. Tingkat Kerawanan Rendah**

Daerah dengan tingkat kerawanan sangat rendah dicirikan dengan nilai indeks pembobotan setiap parameter dengan nilai 1,00 – 1,69 menggunakan klasifikasi zona kerentanan gerakan tanah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22 tahun 2007. Pada lokasi penelitian daerah dengan tingkat kerawanan rendah meliputi Desa Pekauman, Desa Larangan, Desa Karanangka, Desa Sokaraja, Desa Gumingsir, Desa Aribaya, Desa Gumsir dan Desa Nagasari.

Karakteristik daerah dengan tingkat kerawanan sangat rendah – rendah berada pada kemiringan lereng 0 – 30 % atau  $0^{\circ} - 16^{\circ}$ , tersusun atas endapan alluvial, satuan batulempung napalan Merawu dan breksi polimik Ligung, tata guna lahan dengan dominasi sawah, perkebunan dan semak belukar, curah hujan 2500 – 3000 mm/tahun, kejadian gerakan massa yang sedikit yaitu  $< 5\%$  dari total kejadian gerakan massa pada daerah penelitian dan terletak  $> 400$  meter dari struktur geologi berupa sesar.

#### **6.3.2.2. Tingkat Kerawanan Sedang**

Daerah dengan tingkat kerawanan sedang dicirikan dengan nilai indeks pembobotan setiap parameter dengan nilai 1,70 – 2,39 menggunakan klasifikasi zona kerentanan gerakan tanah menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22 tahun 2007. Pada lokasi penelitian daerah dengan tingkat kerawanan sedang meliputi Desa Madukara, Desa Talunamba, Desa Penawangan, Desa Gunung giana dan Desa Sempol.

Karakteristik daerah dengan tingkat kerawanan sedang berada pada kemiringan lereng 25 – 44 % atau  $9^{\circ} - 16^{\circ}$ , tersusun atas satuan batulempung napalan Merawu, satuan breksi monomik Bodas, satuan intrusi andesit dan breksi polimik Ligung, tata guna lahan dengan dominasi perkebunan dan sawah, curah hujan 2500 - 3000 mm/tahun, kejadian gerakan massa yang sedang yaitu 5 – 10 % dari total kejadian gerakan massa pada daerah penelitian dan terletak 200 - 400 meter dari struktur geologi berupa sesar.

### **6.3.2.3. Tingkat Kerawanan Tinggi**

Daerah dengan tingkat kerawanan tinggi dicirikan dengan nilai indeks pembobotan setiap parameter dengan nilai 2,40 – 3,00 menggunakan klasifikasi zona kerentanan gerakan tanah menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22 tahun 2007. Pada lokasi penelitian daerah dengan tingkat kerawanan tinggi – sangat tinggi meliputi Desa Clapar, Desa Limbangan, Desa Nagasari dan Desa Plondongan.

Karakteristik daerah dengan tingkat kerawanan tinggi berada pada kemiringan lereng 45 – 65% atau  $17^{\circ}$  –  $69^{\circ}$ , tersusun atas satuan breksi monomik Bodas, satuan intrusi andesit dan satuan breksi polimik Ligung, tata guna lahan dengan dominasi hutan pinus, pemukiman dan perkebunan, curah hujan 2500 – 3000 mm/tahun, kejadian gerakan massa yang banyak yaitu 10 sampai > 25% dari total kejadian gerakan massa pada daerah penelitian dan terletak < 200 meter dari struktur geologi berupa sesar.

### **6.4. Solusi Mengurangi Dampak Gerakan Massa Pada Daerah Penelitian**

Berdasarkan metode stabilitas lereng yang dikemukakan oleh Arif (2016), terdapat beberapa metode stabilitas lereng yang dapat digunakan seperti mengurangi gaya pendorong dan memperbesar gaya penahan. Metode yang paling banyak dilakukan oleh pemerintahan dan masyarakat pada daerah penelitian yaitu metode stabilitas lereng dengan cara memperbesar gaya penahan seperti pembuatan tembok penahan.

Tembok penahan merupakan bangunan penguat tanah dari pasangan batu, beton atau beton bertulang. Tipe tembok penahan terdiri dari dinding gaya berat (*gravity wall*), semi gaya berat (*semigravity wall*), dan dinding pertebalan. Tembok penahan harus diberi fasilitas drainase seperti lubang penetes dan pipa salir yang diberi bahan filter agar air tidak tersumbat dan tidak menimbulkan tekan hidrostatis yang besar. Keberadaan tembok penahan pada lokasi penelitian kebanyakan berada di pinggir jalan raya.

Metode stabilitas lereng selain memperbesar gaya penahan, pada lokasi penelitian juga dapat dilakukan metode stabilitas lereng dengan cara mengurangi gaya pendorong. Perubahan geometri lereng dapat dilakukan dengan cara memotong

geometri lereng, mengubah kemiringan lereng dan melakukan penjenjangan pada lereng.



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

## **BAB VII**

### **KESIMPULAN**

Hasil penelitian yang dilakukan pada lokasi penelitian yang berada di Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah didapatkan hasil berupa geomorfologi, studi geologi, dan geologi teknik yang dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Terdapat 2 pola pengaliran yang ada pada lokasi penelitian yaitu *parallel* dan *subparallel*.
2. Secara geomorfologi pada lokasi penelitian didapatkan 4 bentuk asal dan 6 bentuk lahan yang berupa bentuk asal fluvial terdiri dari bentuk lahan dataran alluvial (F1) dan tubuh sungai (F2); bentuk asal denudasional yang terdiri dari bentuk lahan lereng denudasional (D1); bentuk asal struktural yang terdiri dari bentuk lahan lereng struktural (S1) dan perbukitan struktural (S2); bentuk asal vulkanik terdiri dari bentuk lahan bukit intrusi (V1).
3. Stratigrafi pada lokasi penelitian terdiri dari 5 satuan batuan, jika diurutkan dari tua – muda yaitu satuan batulempung napalan Merawu (Miosen Tengah), satuan intrusi andesit (Miosen Tengah), satuan breksi monomik Bodas (Pliosen), satuan breksi polimik Ligung (Plistosen) dan endapan aluvial (Holosen – sekarang).
4. Struktur geologi pada lokasi penelitian terdapat sesar dan kekar. Sesar pada lokasi penelitian yaitu sesar naik kiri pada lokasi pengamatan 18, dan sesar kiri turun pada lokasi pengamatan 35. Kekar pada lokasi penelitian memiliki tegasan dengan arah tegasan utama relatif utara - selatan masing – masing  $N 196^{\circ} E$  dan  $N 208^{\circ} E$ .
5. Potensi geologi pada lokasi penelitian terdapat potensi positif dan negatif. Potensi positif dapat berupa potensi wisata Gunung Sewu dan potensi tambang bahan galian andesit. Potensi negatif dapat berupa adanya kejadian gerakan massa yang membahayakan masyarakat.

6. Analisis kestabilan lereng dilakukan pada 6 lereng tanah didapatkan hasil 3 lereng stabil (longsoran jarang terjadi)  $FK > 1,25$  dan 3 lereng labil (longsoran sering terjadi)  $FK < 1,25$  (Bowles, 1991).
7. Parameter – parameter yang digunakan dalam pembuatan zonasi rawan longsor diantaranya kemiringan lereng, curah hujan, tata guna lahan, jarak terhadap struktur dan jenis batuan dan proporsi kejadian gerakan massa.
8. Zonasi rawan longsor pada lokasi penelitian dibagi dalam 3 zona yaitu zona tingkat kerawanan rendah, zona tingkat kerawanan sedang, dan zona tingkat kerawanan tinggi. Zona tingkat kerawanan rendah meliputi Desa Pekauman, Desa Larangan, Desa Karanangka, Desa Sokaraja, Desa Gumingsir, Desa Aribaya, Desa Gumsir dan Desa Nagasari. Zona tingkat kerawanan sedang meliputi Desa Madukara, Desa Talunamba, Desa Penawangan, Desa Gunung giana dan Desa Sempol. Zona tingkat kerawanan tinggi meliputi Desa Clapar, Desa Limbangan, Desa Nagasari dan Desa Plondongan.
9. Upaya penanggulangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode stabilitas lereng yaitu :
  - a) Memperbesar gaya penahan seperti tembok penahan.
  - b) mengurangi gaya pendorong data dilakukan dengan cara pengubahan geometri lereng seperti memotong geometri lereng, mengubah kemiringan lereng dan melakukan penjenjangan pada lereng.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, L. W., Lee, T. S., Sharma, S., & Boyce, G. M. (2002). *Slope Stability Concepts. Slope Stabilisation and Stabilisation Methods, Second edition*. San Francisco: John Willey & Sons.
- Amri, M. R., Yulianti, G., Ridwan, Y., Wiguna, S., Adi, A. W., Ichwana, A. N., . . . Septian, R. T. (2016). *Resiko Bencana Indonesia*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.
- Arif, I. (2016). *Geoteknik Tambang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Bachri, S. (2010). *Pengaruh Kegiatan Tektonik dan Gunungapi Terhadap Karakteristik Sedimentologi Sedimen Neogen Awal Daerah Bagian Tengah Cekungan Serayu*. Bandung: LIPI Press.
- Bachri, S., & Panggabean, H. (2010). Sedimentologi Formasi Worawari Paleogen di Pegunungan Serayu Utara. In *Jurnal Sumber Daya Geologi*. Bandung: Pusat Survei Geologi.
- Banjarnegara, B. P. (2019). *Kabupaten Banjarnegara Dalam Angka*. Banjarnegara: BPS Kabupaten Banjarnegara.
- Bowles, J. E. (1979). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*. Tokyo: McGraw-Hill.
- Budi, G. S. (2011). *Pengujian Tanah di Laboratorium Penjelasan dan Panduan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Cheng, Y. M., & Lau, C. K. (2008). *Slope Stability Analysis and Stabilization*. New York: Rountledge.
- Condon, W. H., Pardyanto, L., Samodra, H., Ketner, L., Amin, T. C., & Gafouer, S. (1996). *Peta Geologi Lembar Banjarnegara dan Pekalongan Skala 1:100.000 Edisi ke-2*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1*. Surabaya: Erlangga.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 1*. Suarabaya: Erlangga.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah Jilid 2*. Surabaya: Erlangga.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Mekanika Tanah II.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hoek, E., & Bray, J. (1989). *Rock Slopes: Design, Excavation, Stabilization*. Virginia: Turner-Fairbank Highway Research Center .
- Howard, A. D. (1967). Drainage Analysis in Geologic Interpretation a Summation. *The American Association of Petreleum Geologists Bulletin*, 2246-2259.
- Hungr, O., Leroueil, S., & Picarelli, L. (2013). *The Varnes Classification of Landslide Types, an Update*. Berling: Springer-Verlag.
- Janbu, N. (1973). *Slope Stability Computations*. Embankment Dam Engineering.
- Kusumayudha, S. B., Citrabhuwana, B. N., & Purwanto. (2016). Geology and Slope Stability Analysis using Markland Method on Road Segment of Piyungan – Patuk, Sleman and Gunungkidul Regencies, Yogyakarta Special Region,



- Indonesia. In *International Journal of Economic and Enviromental Geology* (pp. 42-52). Karachi: University of Karachi, Pakistan.
- Martodjojo, S., & Djuhaeni. (1996). *Sandi Stratigrafi Indonesia*. Bandung: Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Morgenstern, N. R., & Price, V. E. (1965). *The Analysis of the Stability of General Slip Surface*. Geotechnique.
- Naryanto, H. S. (2017). Analisis Kejadian Bencana Tanah Longsor Tanggal 12 Desember 2014 di Dusun Jemblung, Desa Sampang, Kecamatan Karangobar, Kabupaten Banjarnegara, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Alami*.
- Paimin, Sukresno, & Pramono, I. B. (2009). *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*. Bogor: Tropenbos International Indonesia Programme.
- Pangemanan, V. G., Turangan, A. E., & Sompie, O. B. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Fellenius. *Jurnal Sipil Statik*, 37-46.
- Pettijohn, F. J. (1975). *Sedimentary Rocks*. New York: Harper & Row Publishers.
- Price, D. G. (2009). *Engineering Geology Principle and Practice*. Springer.
- Republik Indonesia. (2007). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22 tahun 2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Rickard, M. J. (1972). *Fault Classification : Discussion*. Canberra: Australian National University.
- Salahuddin, H., Jyalita, J., & Nursecha, M. A. (2013). Kendali Stratigrafi dan Struktur Gravitasi Pada Rembesan Hidrokarbon Sijenggung, Cekungan Serayu Utara. In *Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-6* (pp. 474-489). Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Satjana, A. H., & Purwaningsih, M. E. (2002). Lekukan Struktur Jawa Tengah : Suatu Segmentasi Sesar Mendatar. *Indonesian Association of Geoligist (IAGI) Yogyakarta – Central Java Section “Geology of Yogyakarta and Central Java”*.
- Schofield, A., & Wroth, P. (1968). *Critical State Soil Mechanics*. Cambridge: McGraw Hill.
- SNI. (2016). *Penyusunan dan Penentuan Zona Kerentanan Tanah*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Soedarmo, D. G., & Purnomo, E. J. (1993). *Mekanika Tanah I*. Malang: Kanisius.
- Speelman, H. (1979). *Geology, Hidrogeology, and Engineering Geological Feature of The Serayu River Basin, Central Java, Indonesia*. Amsterdam: Rodopi.
- Terzaghi, K., & Peck, R. B. (1987). *Mekanika Tanah Dalam Praktek Rekayasa Jilid 1 Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.
- Van Bemmelen, R. W. (1949). *The Geology of Indonesia-Vol. I A*. The Hague: Martinus Nijhoff.
- Van Zuidam, R. A. (1983). *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation and Mapping*. Enschede: Earth Science (ITC).

- Varnes, D. J. (1978). Slope Movement Types and Processes. In R. L. Schuster, & R. J. Krizek, *Transportation Research Board* (pp. 11-33). Washington, D.C: National Academy of Sciences.
- Walker, R. G., & James, N. P. (1992). *Facies Models: Response to Sea Level Change*. Newfoundland: Geological Association of Canada.
- William, D. N. (1982). *Introduction to Optical Mineralogy Second Edition*. Oxford: Oxford University Press.

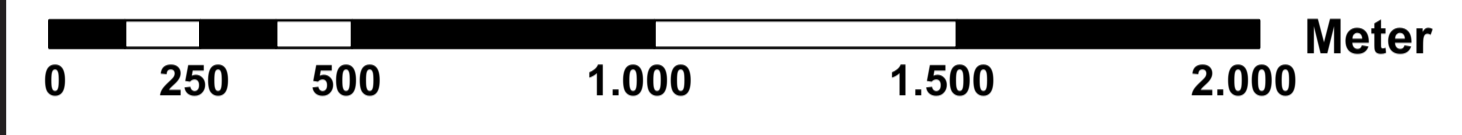
PROGAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA  
2021



PETA LINTASAN dan LOKASI PENGAMATAN  
DESA CLAPAR dan SEKITARNYA,  
KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
Pradipta Nurlisty Pratama  
111.160.089

Keterangan

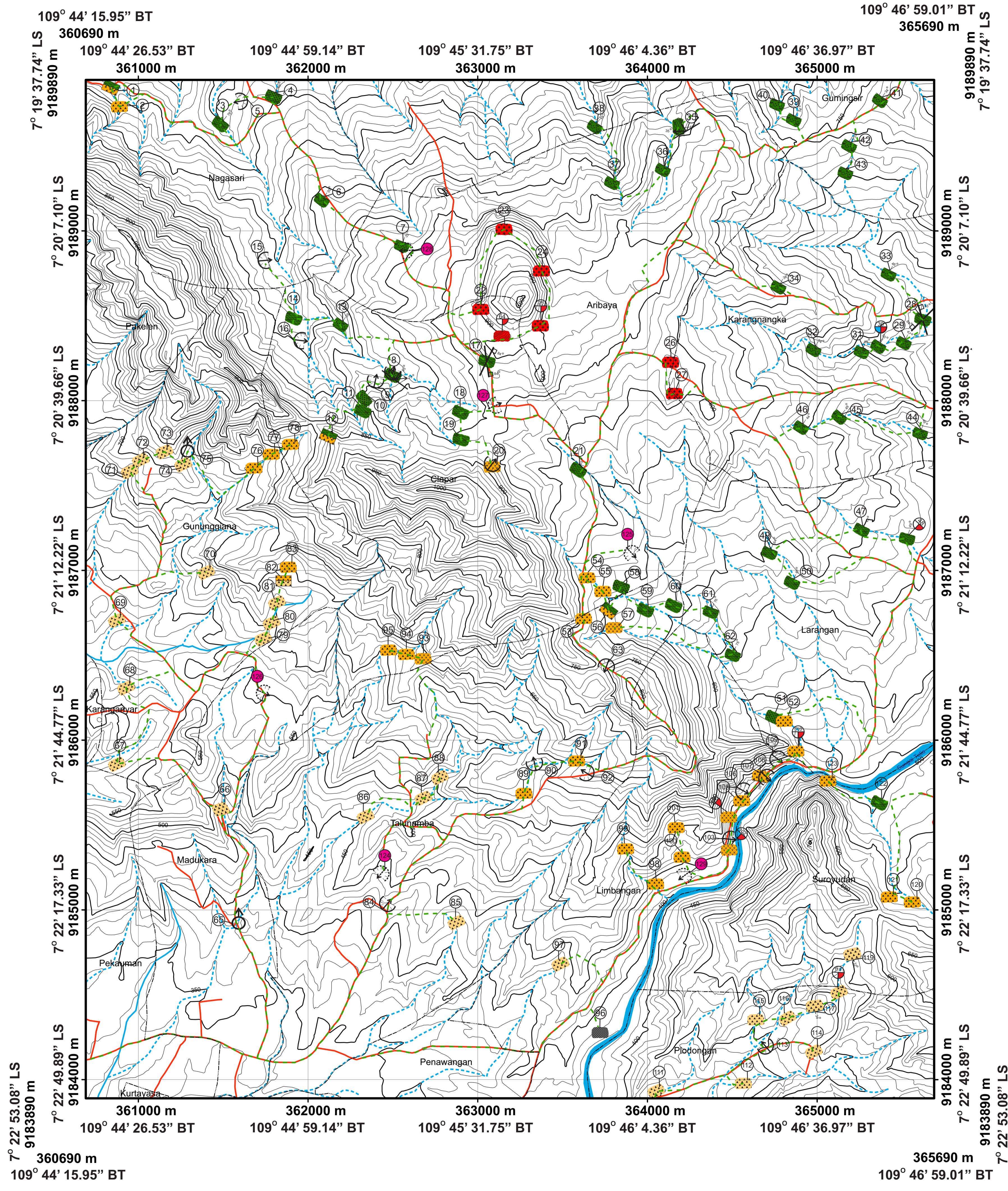
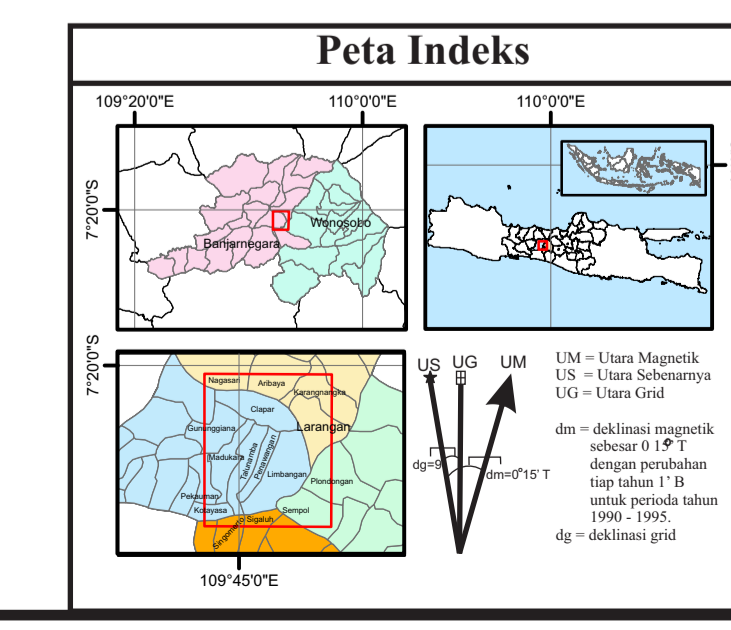
- = Jalan
- = Jalur lintasan
- = Kontur indeks
- = Kontur interval
- = Sungai musiman
- = Alur - liar
- = Sungai utama
- = Mata air
- = Longsor
- = Potensi longsor
- = Batas desa
- = Lokasi pengamatan
- = Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel petrografi
- = Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel mikropaleontologi
- = Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel mikropaleontologi serta petrografi
- = Lokasi pengamatan dan pengambilan sampel mekanika tanah
- = Kekar gerus
- = Kedudukan bidang sesar dan arah garis penunjaman
- = Strike dan dip lapisan batuan
- = Administrasi desa daerah penelitian

Simbol Litologi

- = Batulempung napalan
- = Batulempung napalan sisipan batupasir karbonatan
- = Batupasir karbonatan
- = Perulangan batupasir karbonatan dan batulempung napalan
- = Andesit
- = Kontak litologi batulempung napalan dengan breksi
- = Tuff lapili
- = Lava andesit
- = Breksi
- = Hornfels
- = Endapan aluvial

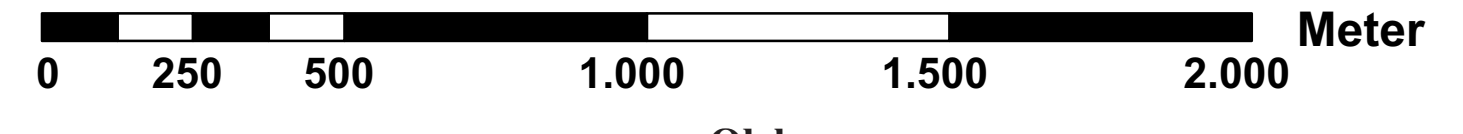
Warna satuan batuan

- = Satuan batulempung napalan Merawu
- = Satuan intrusi andesit
- = Satuan breksi monomik Bodas
- = Satuan breksi polimik Ligung
- = Endapan aluvial

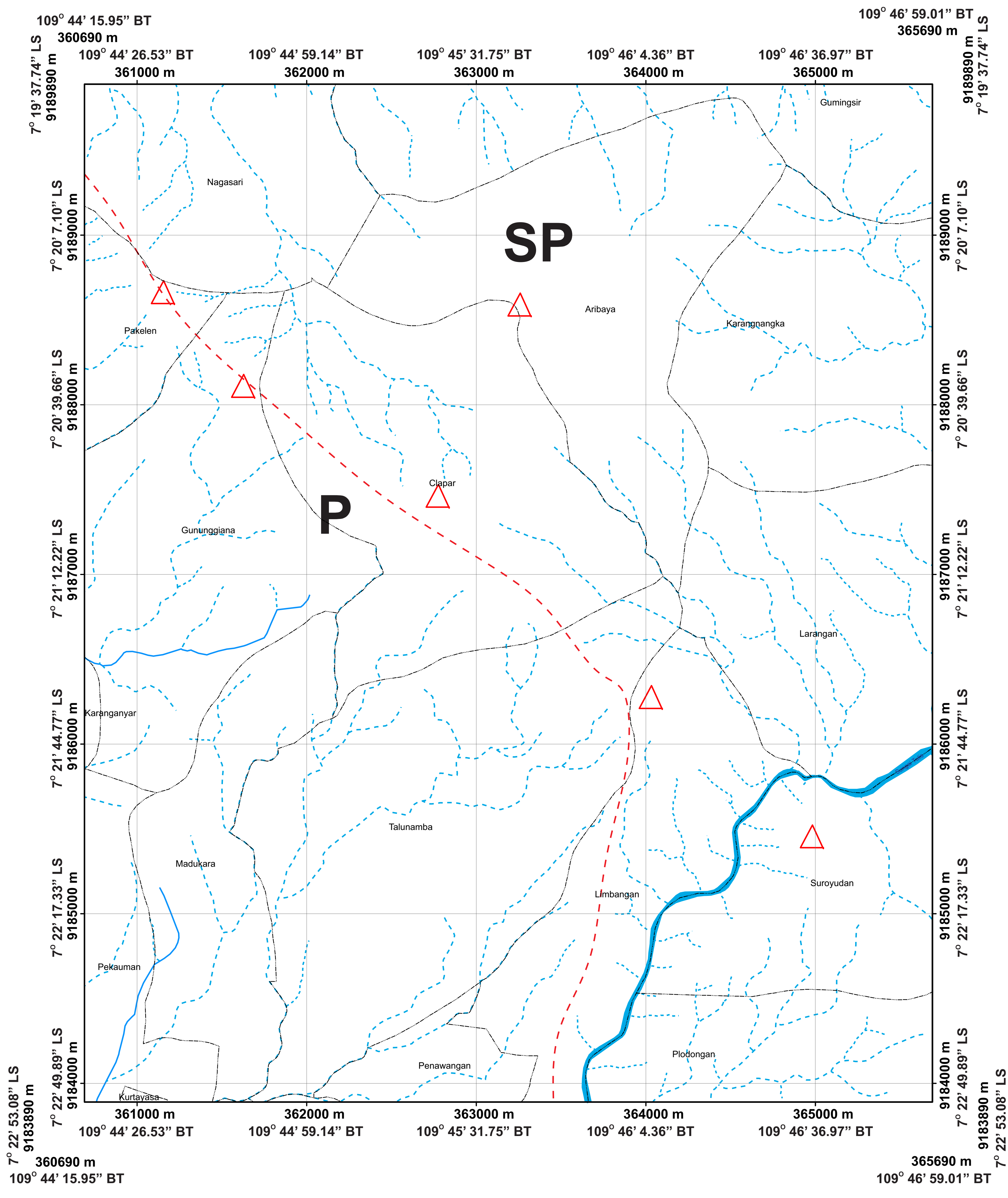




1 : 12.500



Oleh : Pradipta Nurlistyo Pratama  
111.160.089

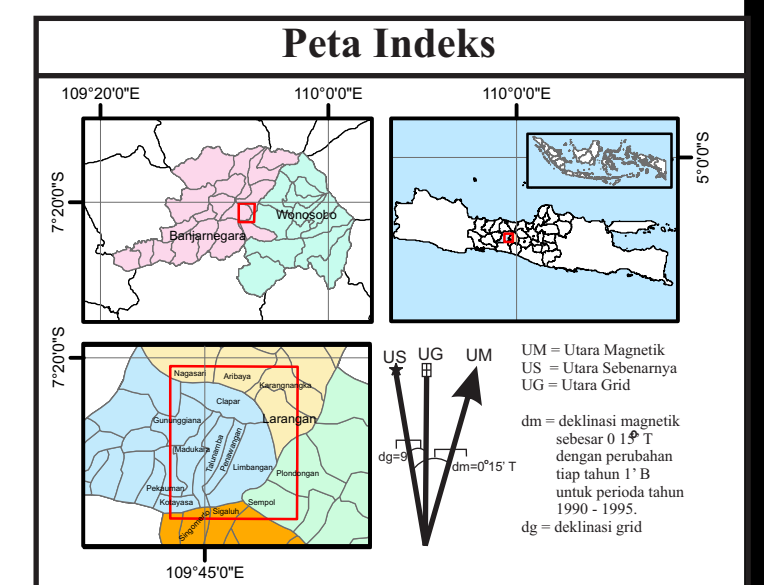
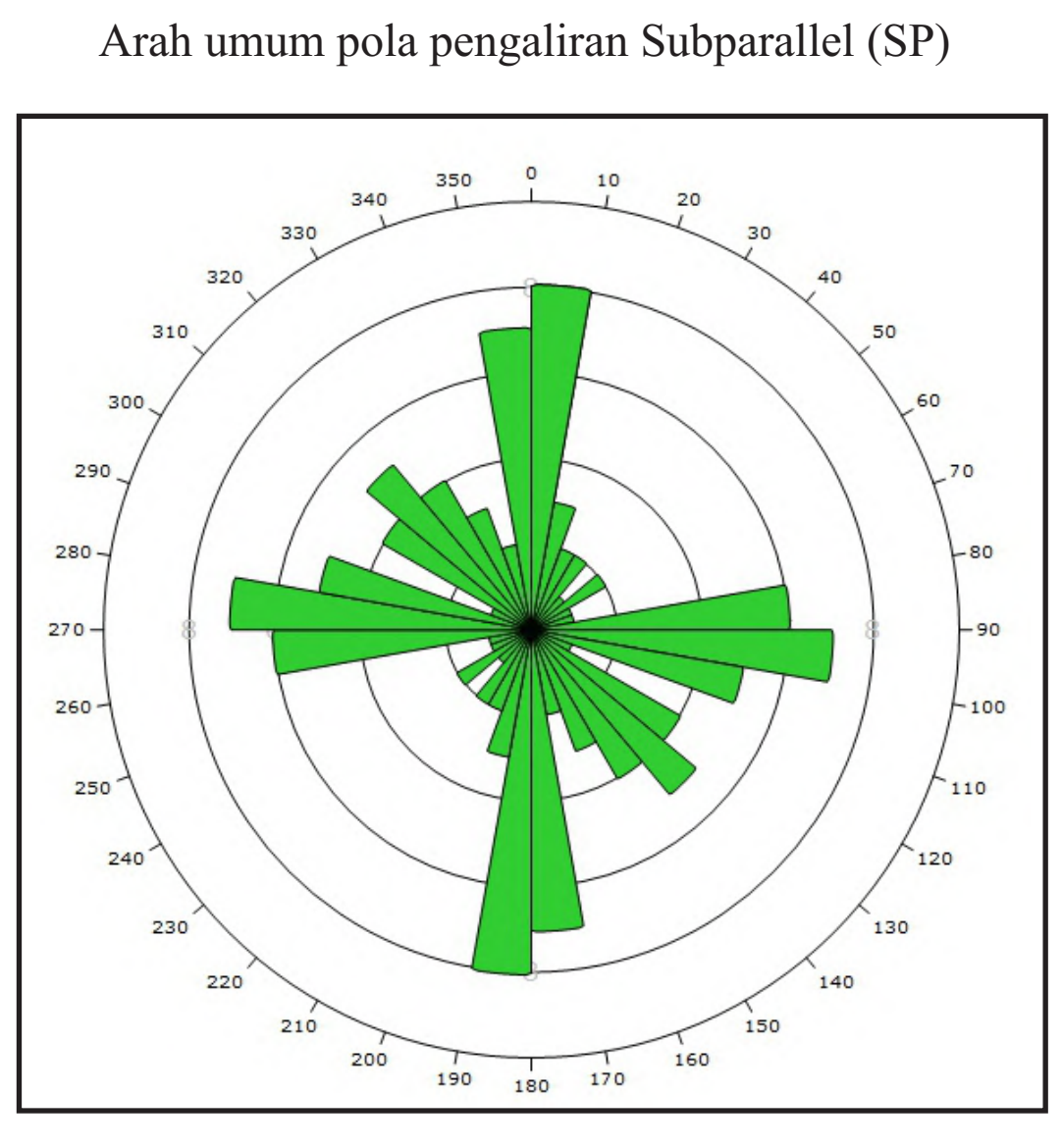
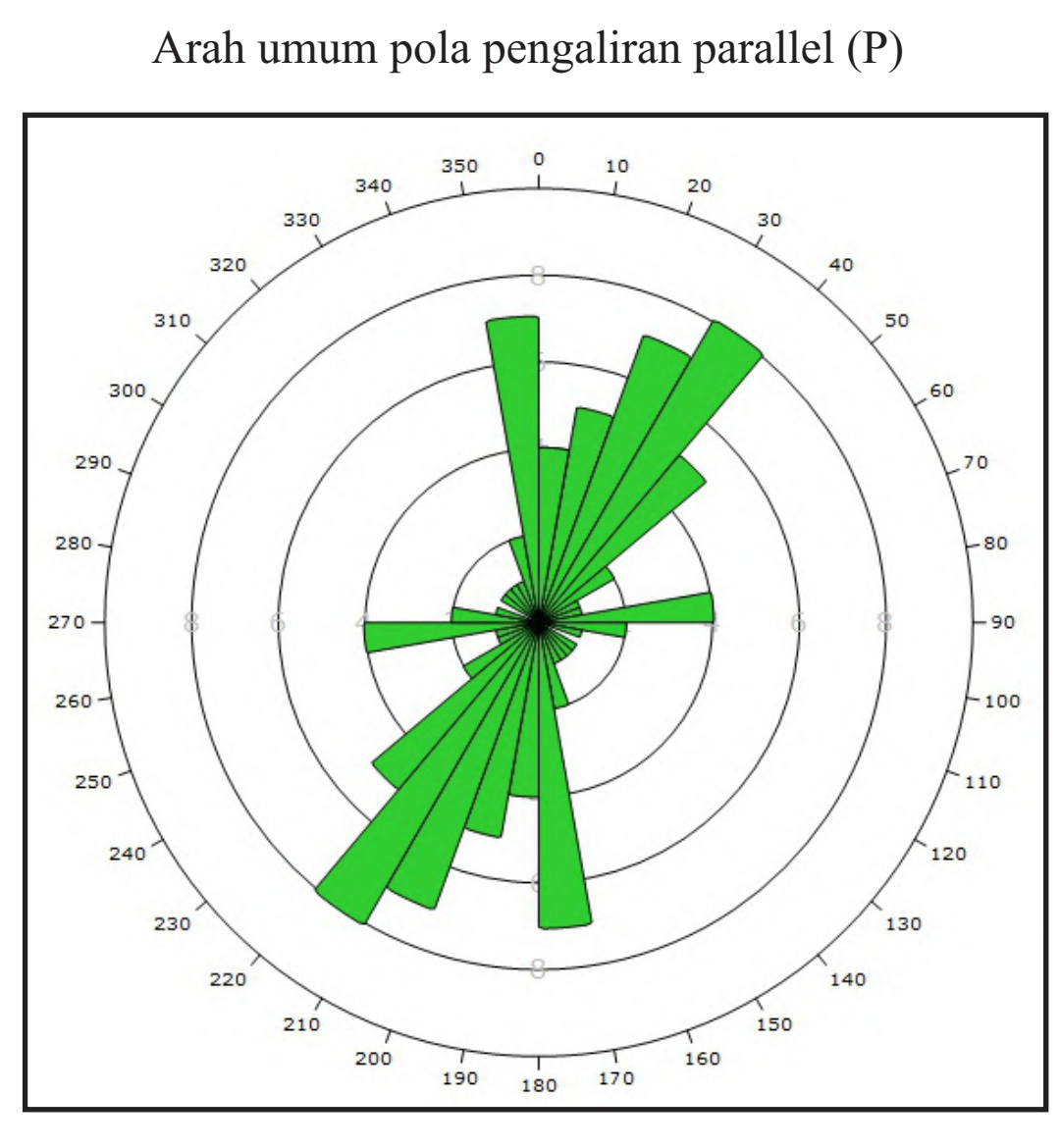


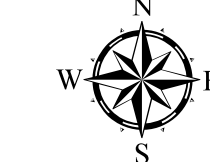
Pemerian

PARAMETER PENGAMATAN	JENIS	MAKNA GEOLOGI
POLA PENGALIRAN	Subparalel (SP)	Pola pengaliran yang dipengaruhi oleh struktur geologi berupa sesar dan kekar dengan bentuk aliran yang tidak sejajar dengan sungai utama dan tak beraturan.
BENTUK LEMBAH	Bentuk lembah V	Bentuk lembah ini berkembang pada bagian timur dan utara dengan arah aliran barat laut - tenggara dan utara - selatan. Memiliki kelerengan miring sampai curam.
TEMPAT MENGALIR	Bedrock stream alluvial	Sungai yang mengalir pada batuan dasar berupa breksi dan batulempung serta mengalir pada sungai stadia muda. Proses erosi lebih dominan daripada proses sedimentasi
FAKTOR PENGONTROL	Dikontrol oleh struktur geologi berupa sesar dan kekar.	

PARAMETER PENGAMATAN	JENIS	MAKNA GEOLOGI
POLA PENGALIRAN	Paralel (P)	Merupakan pola pengaliran dasar dengan bentuk alirannya memperlihatkan penajiran sungai-sungai utama. Umumnya dikontrol oleh topografi dan litologi.
BENTUK LEMBAH	Bentuk lembah U-V	Bentuk lembah ini berkembang pada bagian barat peta dengan arah aliran utara selatan. Memiliki kelerengan miring sampai agak curam.
TEMPAT MENGALIR	Bedrock stream breksi	Sungai yang mengalir pada batuan dasar berupa breksi, serta mengalir pada sungai stadia muda. Proses erosi lebih dominan daripada proses sedimentasi.
FAKTOR PENGONTROL	Dikontrol oleh topografi dan litologi. Lalu pengaruh bentuk topografi juga mendukung berupa perbukitan dan lereng.	

- Keterangan
- - - - - Batas pola pengaliran
  - - - - - Ahir liar
  - P = Paralel
  - SP = Subparalel
  - △ = Puncak
  - - - - - Batas desa
  - - - - - Sungai utama
  - = 2250 - 3000 mm/tahun
  - - - - - Sungai musiman
  - Clapar = Administrasi desa daerah penelitian





1 : 12.500

0 250 500 1.000 1.500 2.000 Meter

Oleh :  
Pradipta Nurlistyo Pratama  
111.160.089

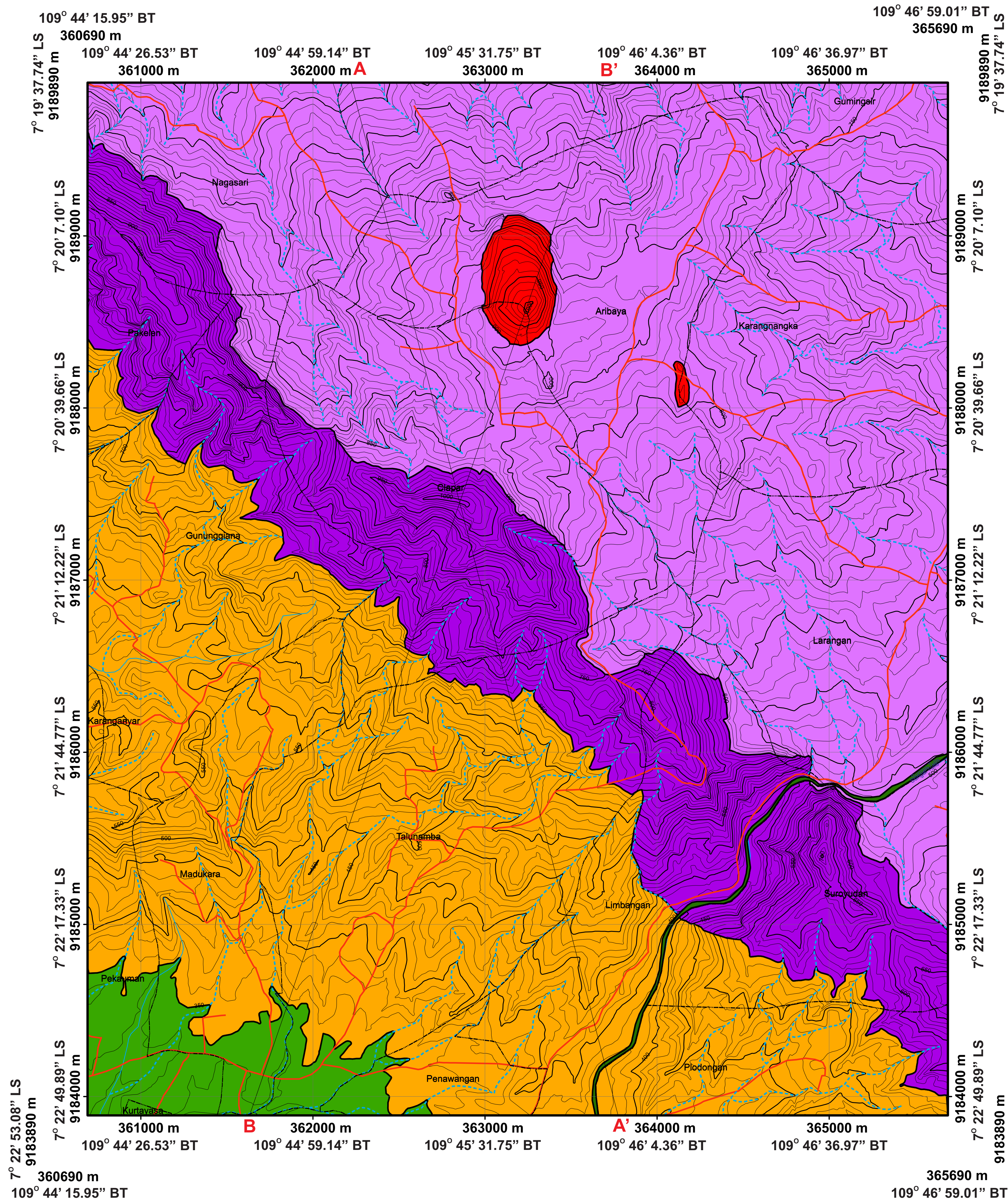
Pemerian

Bentuk asal	Simbol	Morfologi		Morfogenesis		Bentuk lahan
		Morfografi	Morfometri	Morfotekstur	Morfodinamis	
Struktural	S1	Lereng	Tingkat kelergangan agak curam (15-30% atau 8° - 16°) dan topografi agak curam	Sesar dan kekar	Resistensi sedang dari batupasir karbonatan	Erosi dan pelapukan
Struktural	S2	Bukit	Tingkat kelergangan curam (30-70% atau 16°-35°) dan topografi curam	Sesar	Resistensi tinggi dari beksi monomik	Erosi dan pelapukan
Vulkanik	V1	Bukit	Tingkat kelergangan curam (30-70% atau 16°-35°) dan topografi curam		Resistensi tinggi dari andesit	Erosi dan pelapukan
Demadasional	D1	Lereng	Tingkat kelergangan miring - agak curam (7-30% atau 4°-16°) dan topografi miring - agak curam		Resistensi rendah dari breksi polimik	Erosi dan pelapukan
Fluvial	F1	Dataran	Tingkat kelergangan miring landai (2-7% atau 2° - 4°) dan topografi miring landai		Resistensi rendah dari material lepas	Erosi
Fluvial	F2	Dataran	Tingkat kelergangan landai (0-2% atau 0°-2°) dan topografi landai		Resistensi rendah dari material lepas	Erosi

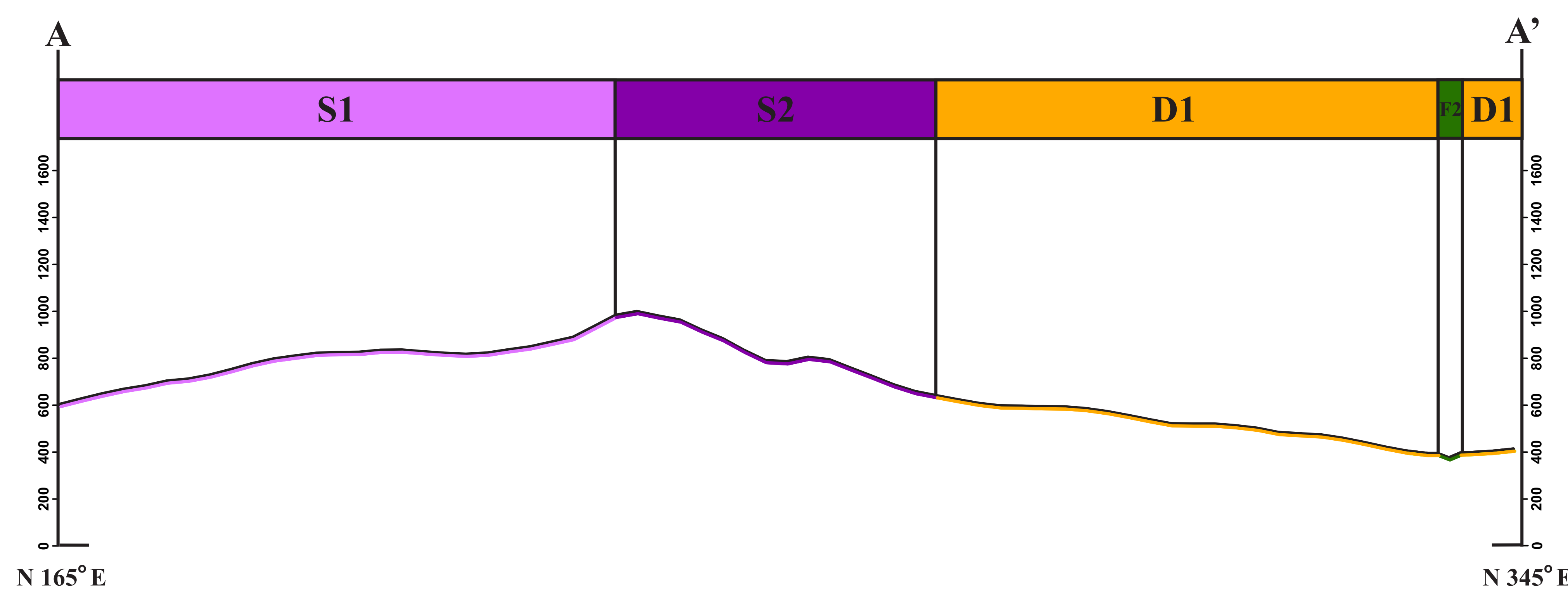
(Mengacu pada Van Zuidam, 1983)

Keterangan

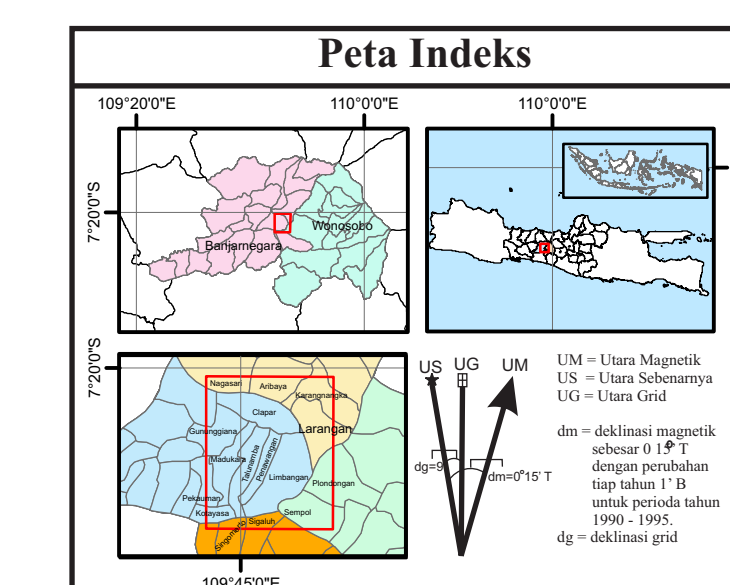
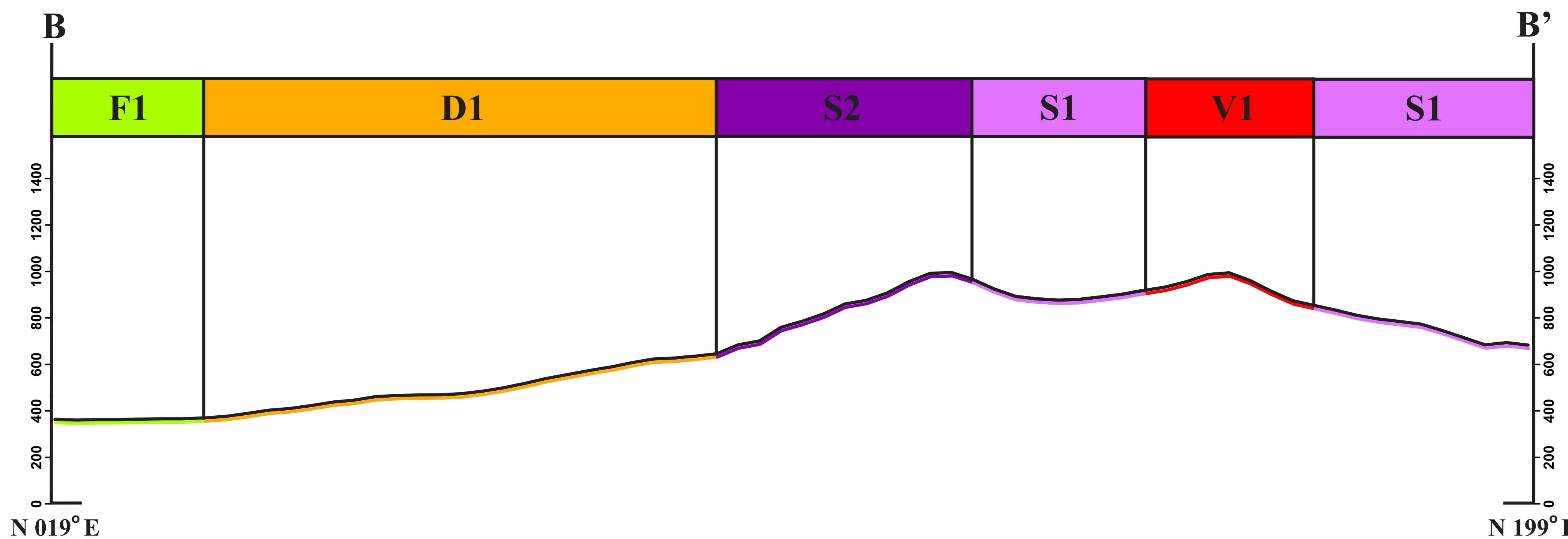
- Jalan
- Alur - liar
- Kontur indeks
- Sungai utama
- Kontur interval
- Batas bentuk lahan
- S1 = Simbol bentuk lahan
- Sungai musiman
- Sayatan geomorfologi
- Clapar = Administrasi desa daerah penelitian
- Batas desa



PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN A - A'  
H : V = 1 : 1  
SKALA = 1 : 12.500

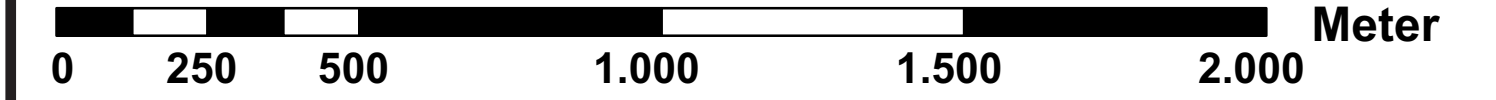


PENAMPANG GEOMORFOLOGI SAYATAN B - B'  
H : V = 1 : 1  
SKALA = 1 : 12.500





1 : 12.500



Oleh :  
Pradipta Nurhliyo Pratama  
111.160.089

Legenda :

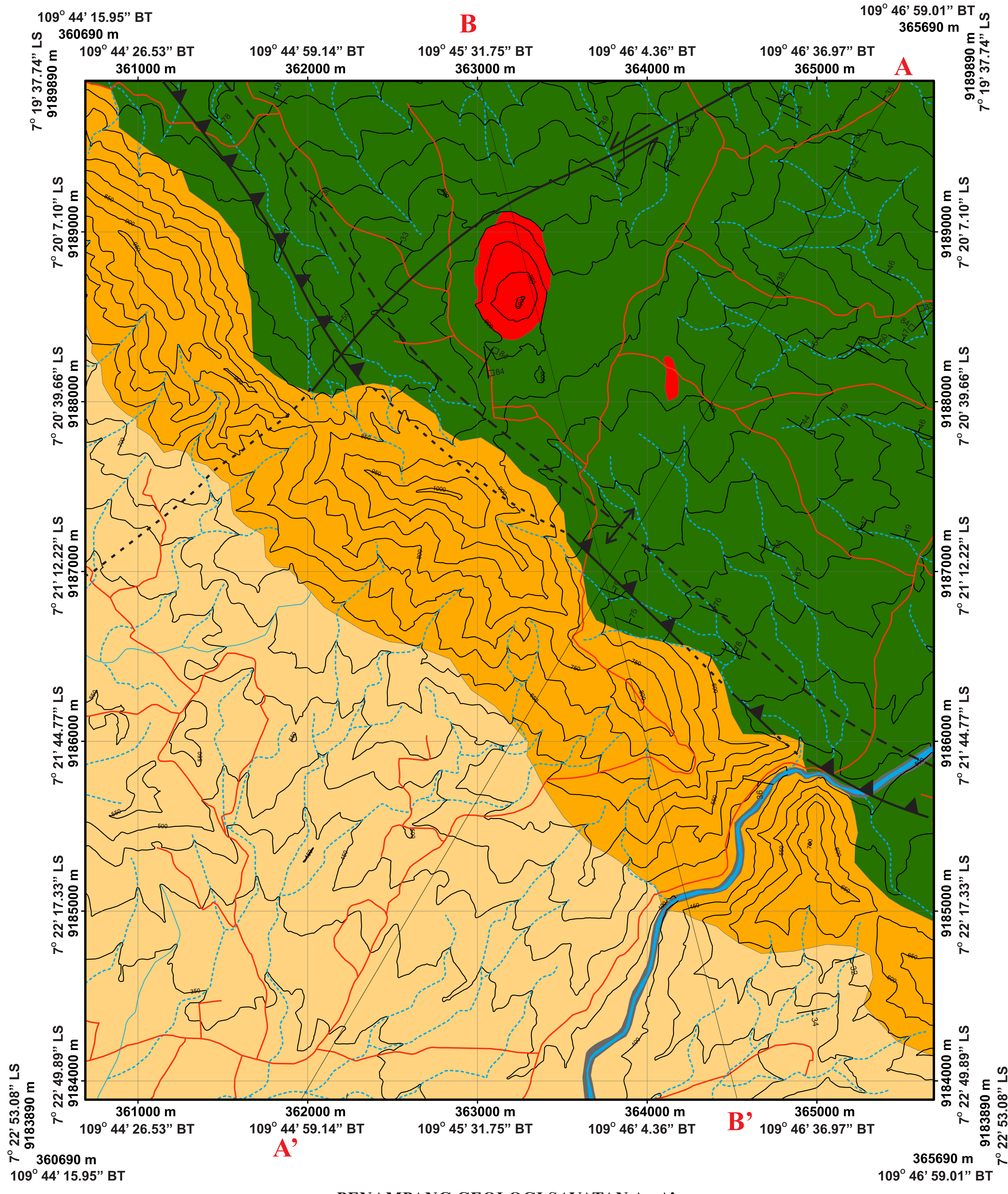
UMUR GEOLOGI	ZAMAN	KALA	NAMA SATUAN	SIMBOL SATUAN	
				LITOSTRATIGRAFI	LITODEMIK
KUARTER	HOLOSEN		Endapan aluvial		
		PLISTOSEN	Satuan breksi polimik Ligung		
TERSIER	MIOSEN		Satuan breksi monomik Bodas		
		TENGGAH	Satuan batulempung napalan Merawu		
			Satuan intrusi andesit		

Keterangan Satuan Batuan :

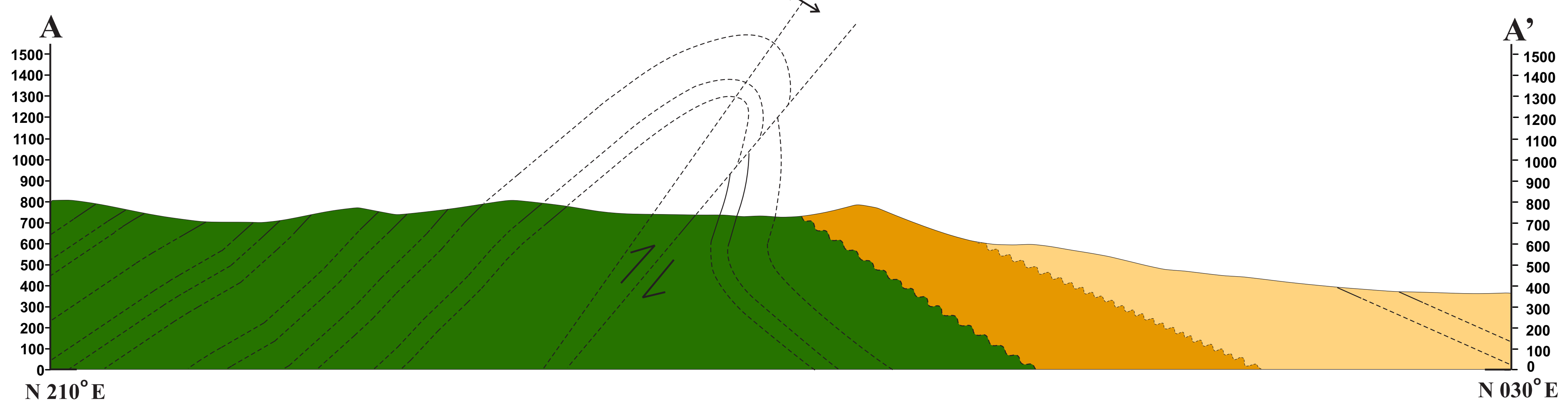
- = Endapan aluvial tersusun dari material lepas yang belum terkompaksi, berukuran lumpur sampai bongkah, merupakan hasil dari pelapukan dan erosi rombakan satuan batuan yang lebih tua. Menempati 4% dari luasan lokasi penelitian.
- = Satuan breksi polimik Ligung terdiri dari breksi dengan fragmen *litic*, andesit, batupasir dan batulempung, matriks berupa pasir halus - pasir sedang, semen berupa silika. Struktur sedimen berupa masif. Menempati 31% dari luasan lokasi penelitian.
- = Satuan breksi monomik Bodas terdiri dari breksi monomik, lava andesit dan tuff lapili. Breksi dengan fragmen andesit, matriks berupa material pasir berukuran pasir halus, semen berupa silika. Struktur sedimen berupa masif. Menempati 19% dari luasan lokasi penelitian.
- = Satuan intrusi andesit terdiri dari batuan terobosan andesit dengan struktur masif, tersebar di daerah Clapar yaitu Bukit Pining. Menempati 9% dari luasan lokasi penelitian.
- = Satuan batulempung napalan Merawu terdiri dari batulempung karbonatan sipisan penulangan batupasir karbonatan, dijumpai juga urat - urat kalsit, struktur sedimen yang berkembang berupa laminasi, *fute cast*, bioturbasi, *wavy lamination*, perlapisan dan masif. Menempati 37% dari luasan lokasi penelitian.

Keterangan

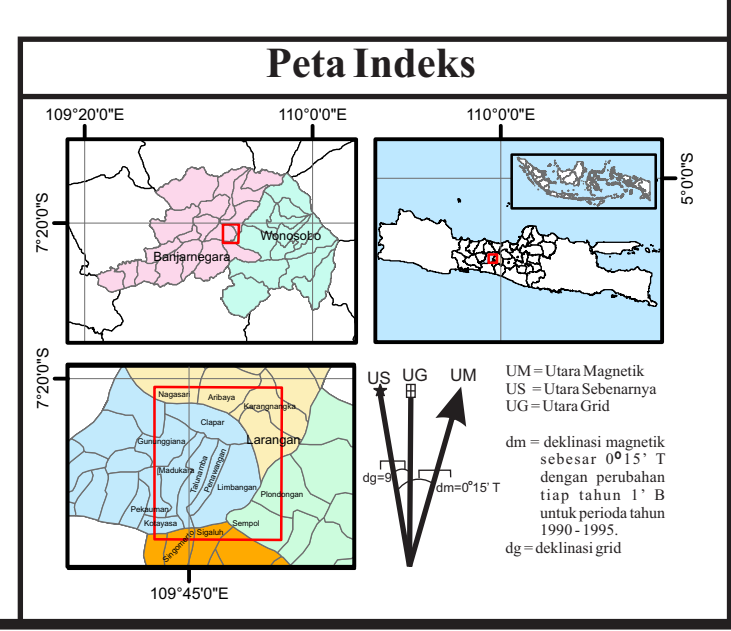
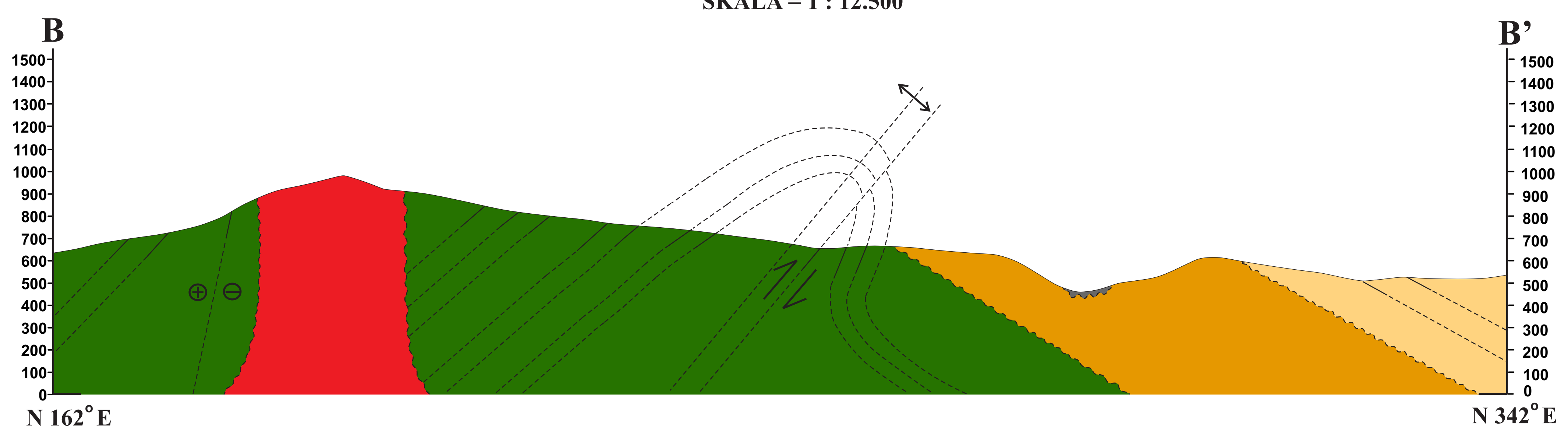
- = Jalan
- = Kontur indeks
- = Kontur interval
- = Sungai musiman
- = Ahir - liar
- = Sungai utama
- = Sayatan geologi
- = Antiklin
- = Batas desa
- = Sesar naik kiri
- = Sesar kiri turun
- = Shear joint
- = Strike dan dip lapisan batuan
- = Batas satuan batuan ketidakselarasan
- = Batas satuan batuan diperkirakan
- = Sesar tertimban
- = Clapar = Administrasi desa daerah penelitian



PENAMPANG GEOLOGI SAYATAN A - A'  
H : V = 1 : 1  
SKALA = 1 : 12.500



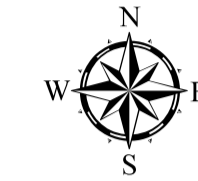
PENAMPANG GEOLOGI SAYATAN B - B'  
H : V = 1 : 1  
SKALA = 1 : 12.500



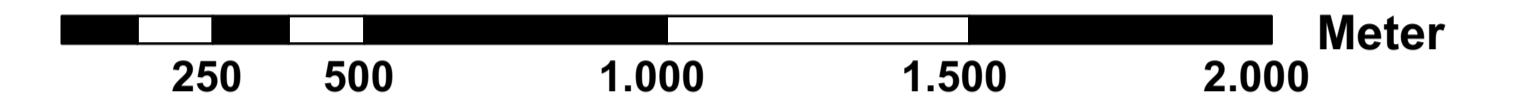
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
 JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
 YOGYAKARTA  
 2021



PETA KEMIRINGAN LERENG  
 DESA CLAPAR DAN SEKITARNYA,  
 KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
 JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
 Pradipta Nurlistyo Pratama  
 111.160.089

Pemerian

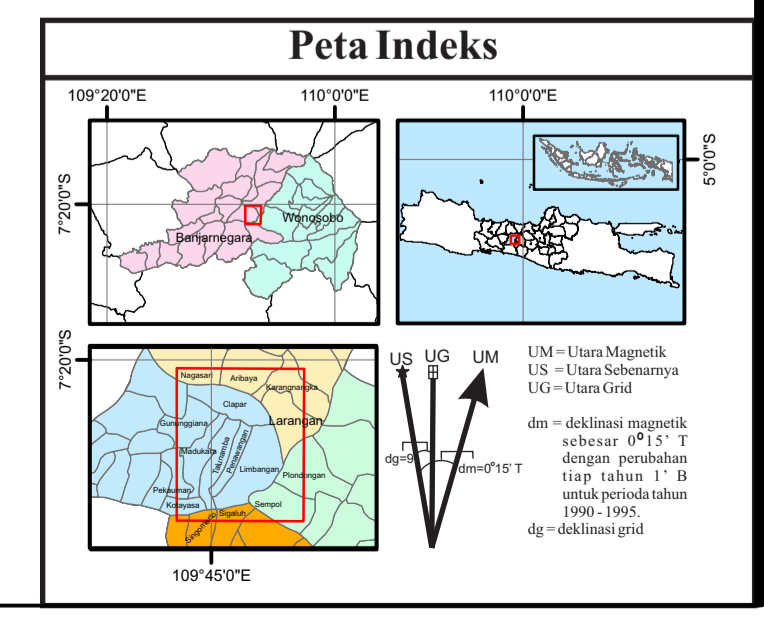
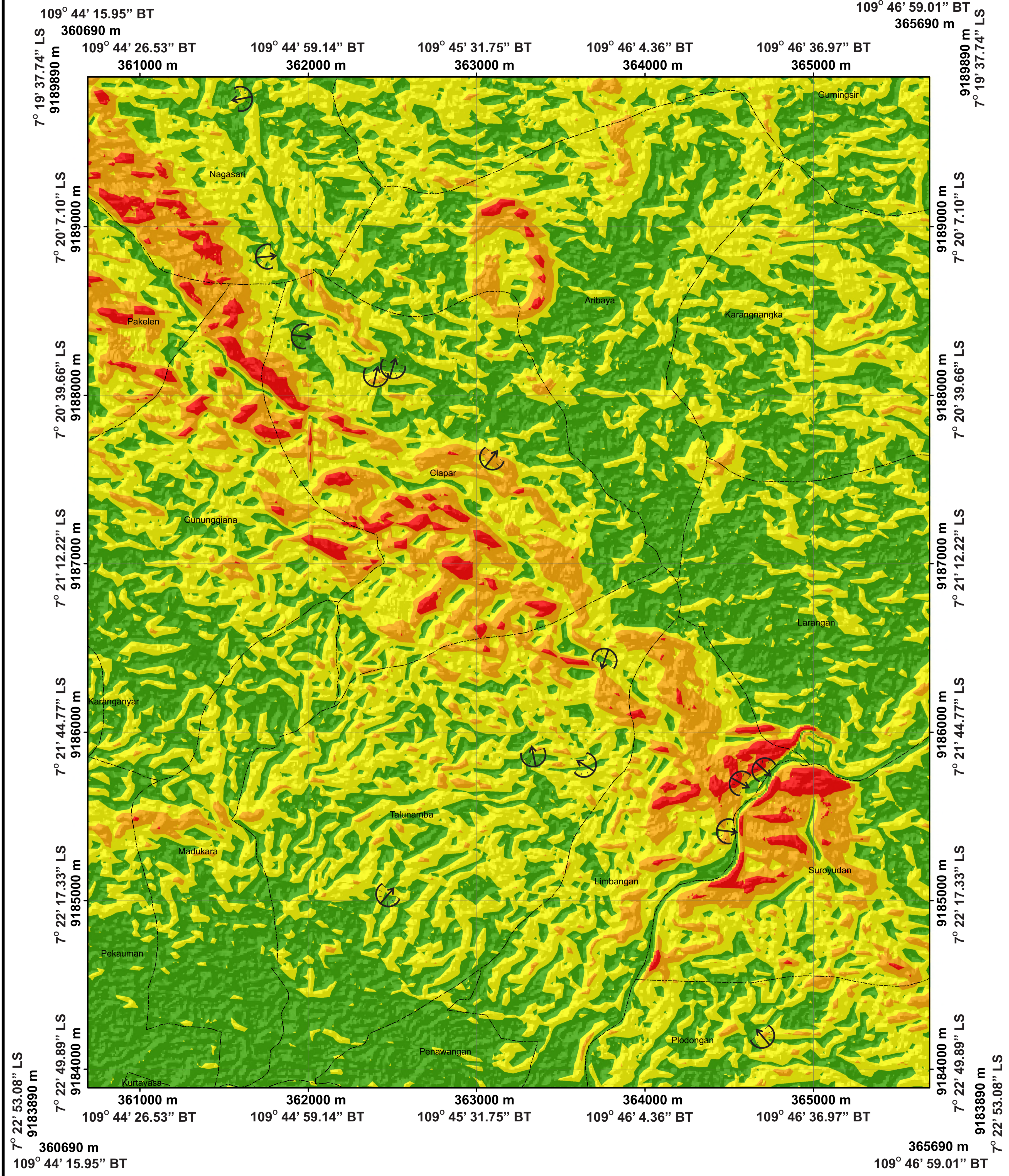
Kelas Parameter : Kemiringan Lereng  
 Presentasi pembobotan : 25 %

Warna	Kemiringan Lereng (%)	Skor dalam penentuan zonasi rawan bencana longsor
	< 25 % (< 8°)	1
	25 - 44 % (9 - 16°)	2
	45 - 64 % (17 - 35°)	3
	> 65 % (35° - 69°)	4

Klasifikasi pembobotan diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor.

Keterangan

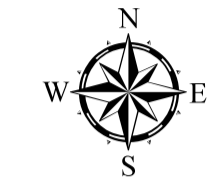
- = Batas desa
- = Lokasi longsor
- = Kemiringan lereng < 25 % (< 8°)
- = Kemiringan lereng 25 - 44 % (9 - 16°)
- = Kemiringan lereng 45 - 64 % (17 - 35°)
- = Kemiringan lereng > 65 % (35° - 69°)
- = Administrasi desa daerah penelitian



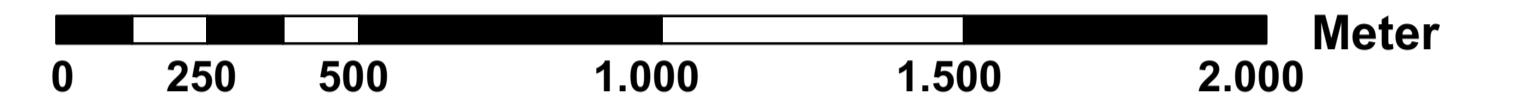
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
 JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
 YOGYAKARTA  
 2021



PETA CURAH HUJAN  
 DESA CLAPAR DAN SEKITARNYA,  
 KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
 JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
 Pradipta Nurlistyo Pratama  
 111.160.089

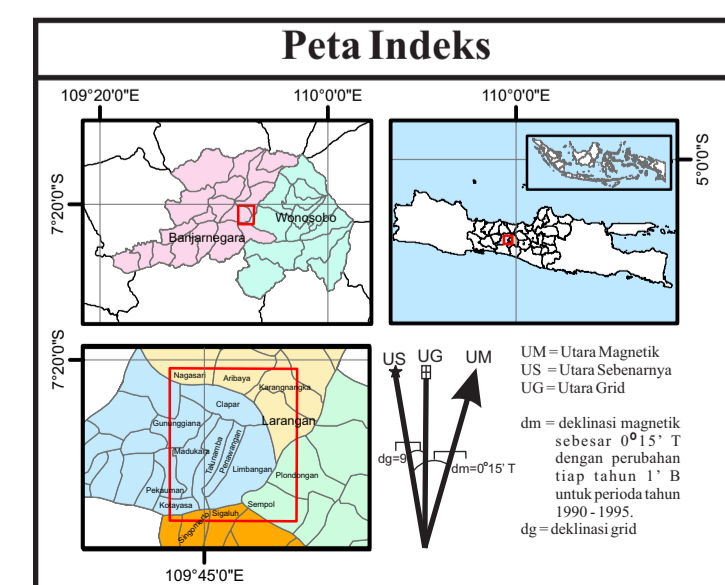
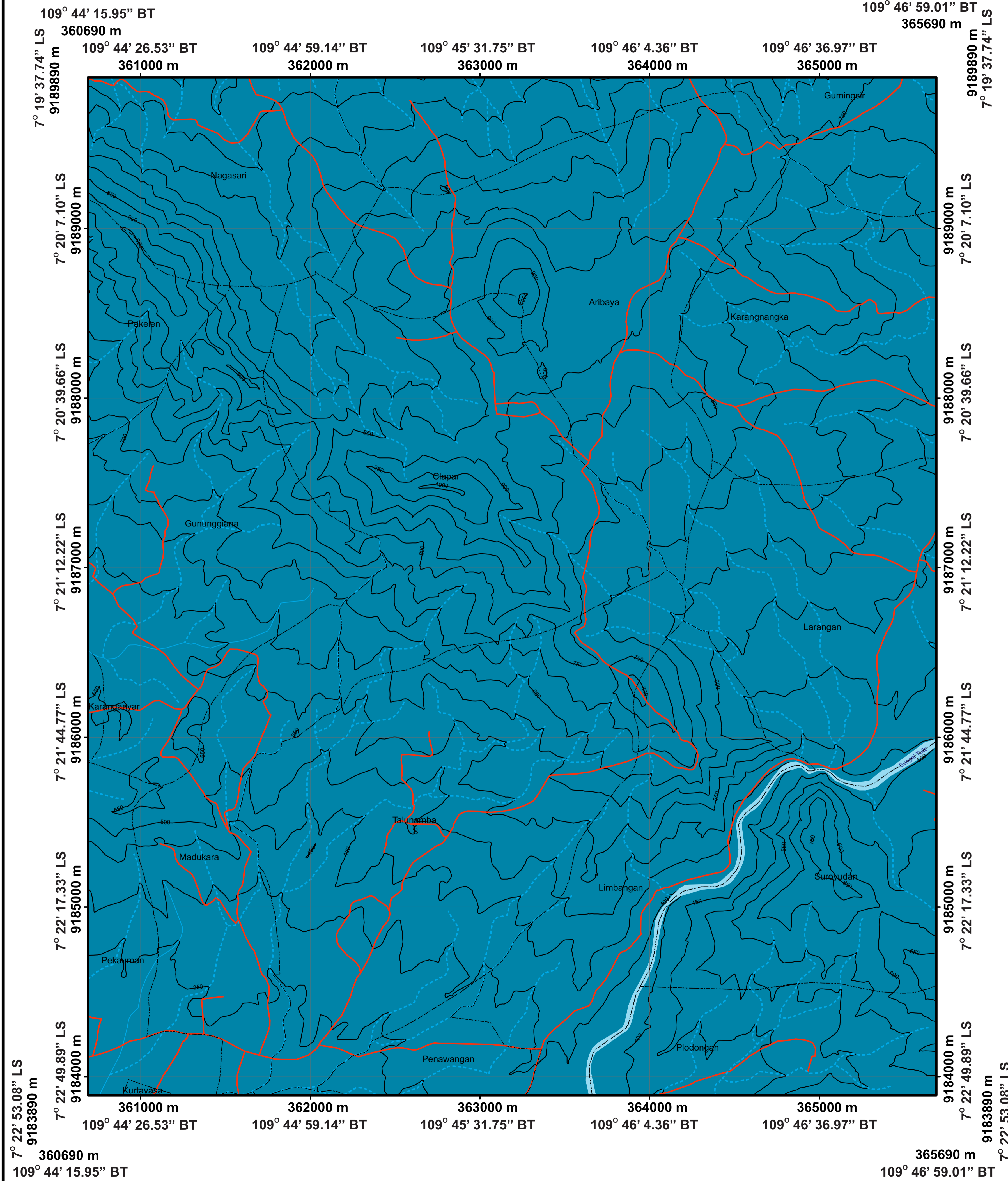
Pemerian

Kelas Parameter : Curah Hujan Presentasi pembobotan : 25 %		
Warna	Intensitas curah hujan	Skor dalam penentuan zonasi rawan bencana longsor
	2250 - 3000 mm/tahun	3

Sumber data curah hujan : CRHS Portal Data tahun 2019  
 Klasifikasi pembobotan diambil dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor.

Keterangan

- = Jalan
- = Alur liar
- = Kontur indeks
- = Sungai utama
- = Kontur interval
- = Sungai musiman
- = 2250 - 3000 mm/tahun
- = Lokasi longsor
- = Batas desa
- = Administrasi desa daerah penelitian





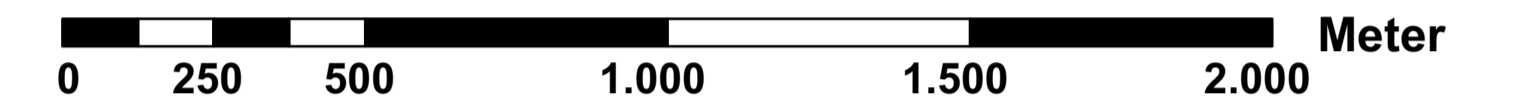
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
 JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
 YOGYAKARTA  
 2021



PETA JENIS BATUAN  
 DESA CLAPAR DAN SEKITARNYA,  
 KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
 JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
 Pradipta Nurlistyo Pratama  
 111.160.089

Pemerian

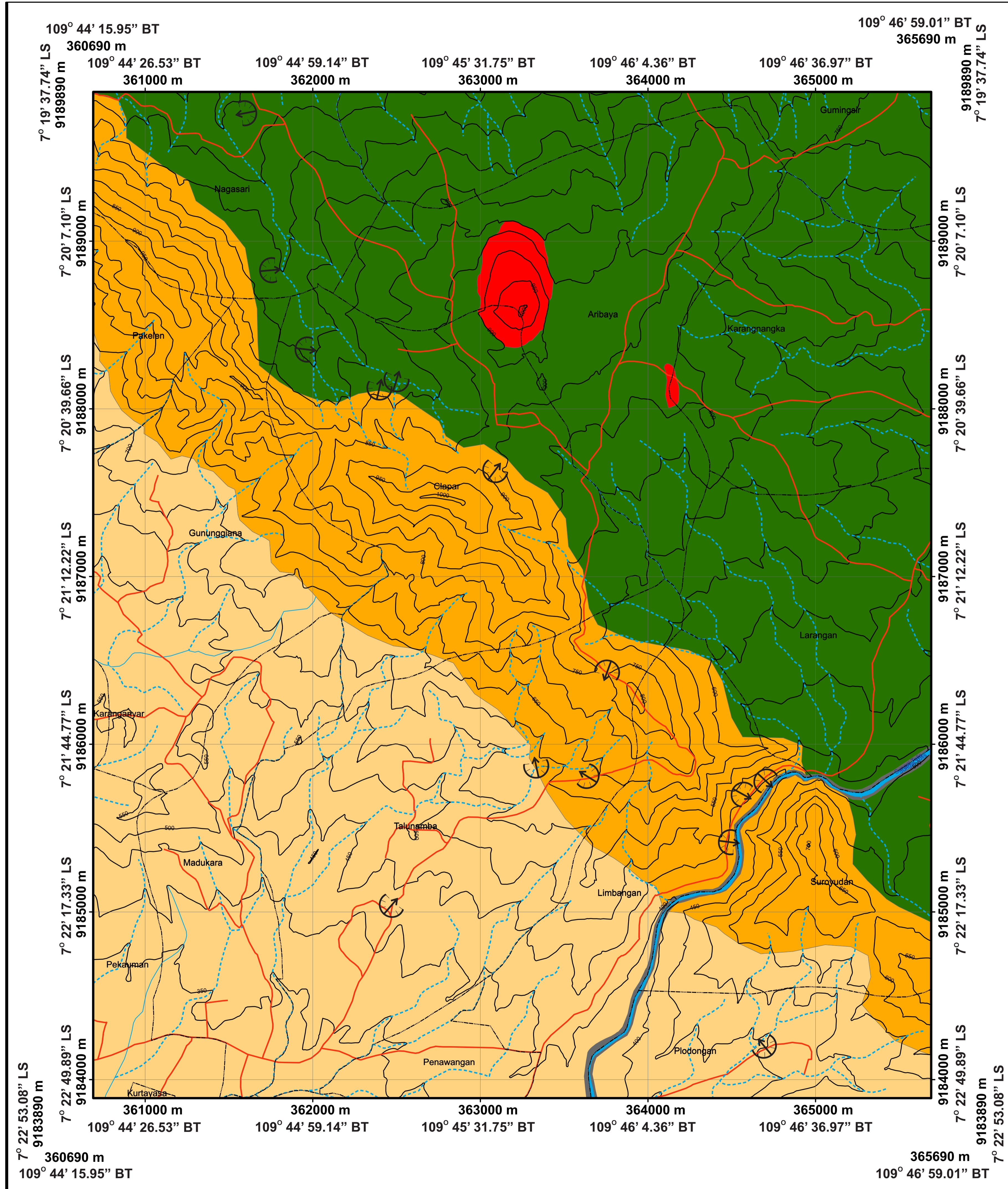
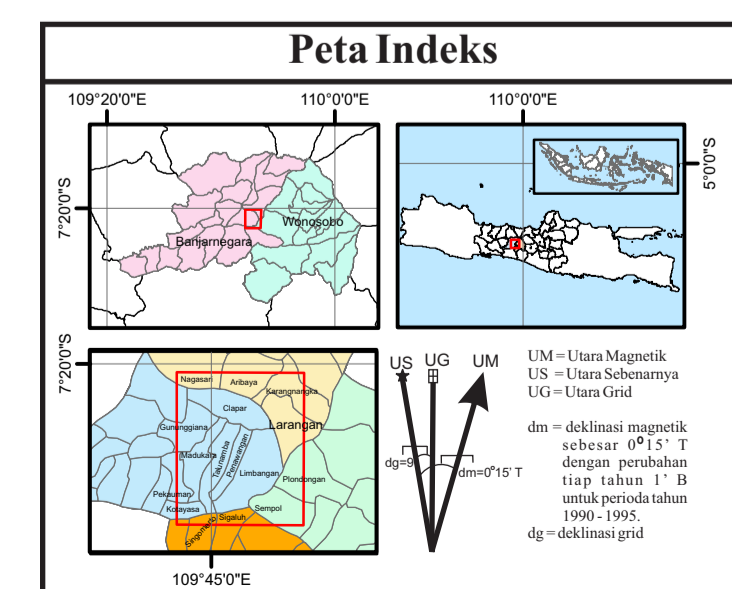
Kelas Parameter : Jenis Batuan  
 Presentasi pembobotan : 15 %

Warna	Satuan batuan	Skor dalam penentuan zonasi rawan bencana longsor
	Endapan aluvial	1
	Satuan breksi polimik Ligung	3
	Satuan breksi monomik Bodas	3
	Satuan intrusi andesit	3
	Satuan batulempung napalan Merawu	2

Sumber data : Pemetaan Geologi  
 Klasifikasi pembobotan berdasarkan modifikasi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2016)

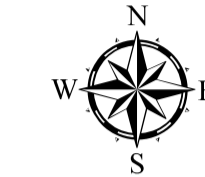
Keterangan

- = Jalan
- = Endapan aluvial
- = Kontur indeks
- = Satuan breksi polimik Ligung
- = Kontur interval
- = Satuan breksi monomik Bodas
- = Sungai musiman
- = Satuan intrusi andesit
- = Alur liar
- = Satuan batulempung napalan Merawu
- = Sungai utama
- = Lokasi longsor
- = Batas desa
- = Administrasi desa daerah penelitian

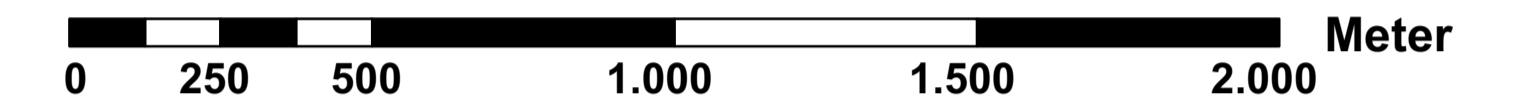




PETA PROPORSI KEJADIAN TANAH LONGSOR  
 DESA CLAPAR DAN SEKITARNYA,  
 KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
 JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
 Pradipta Nurlisty Pratama  
 111.160.089

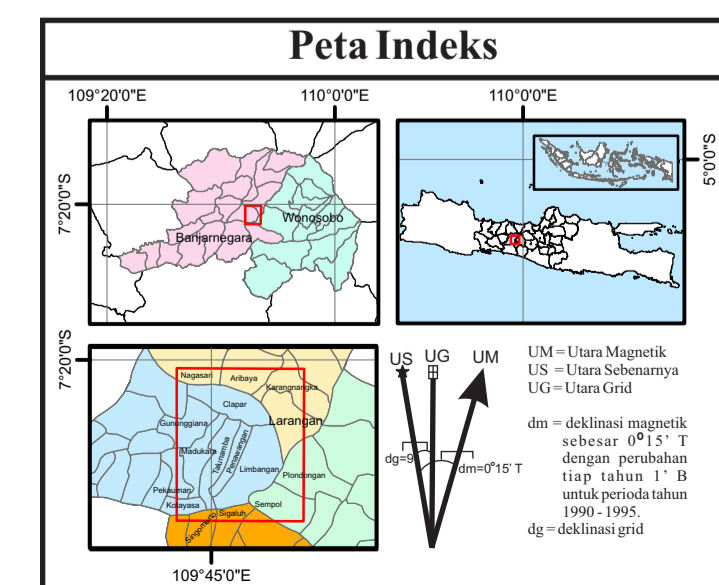
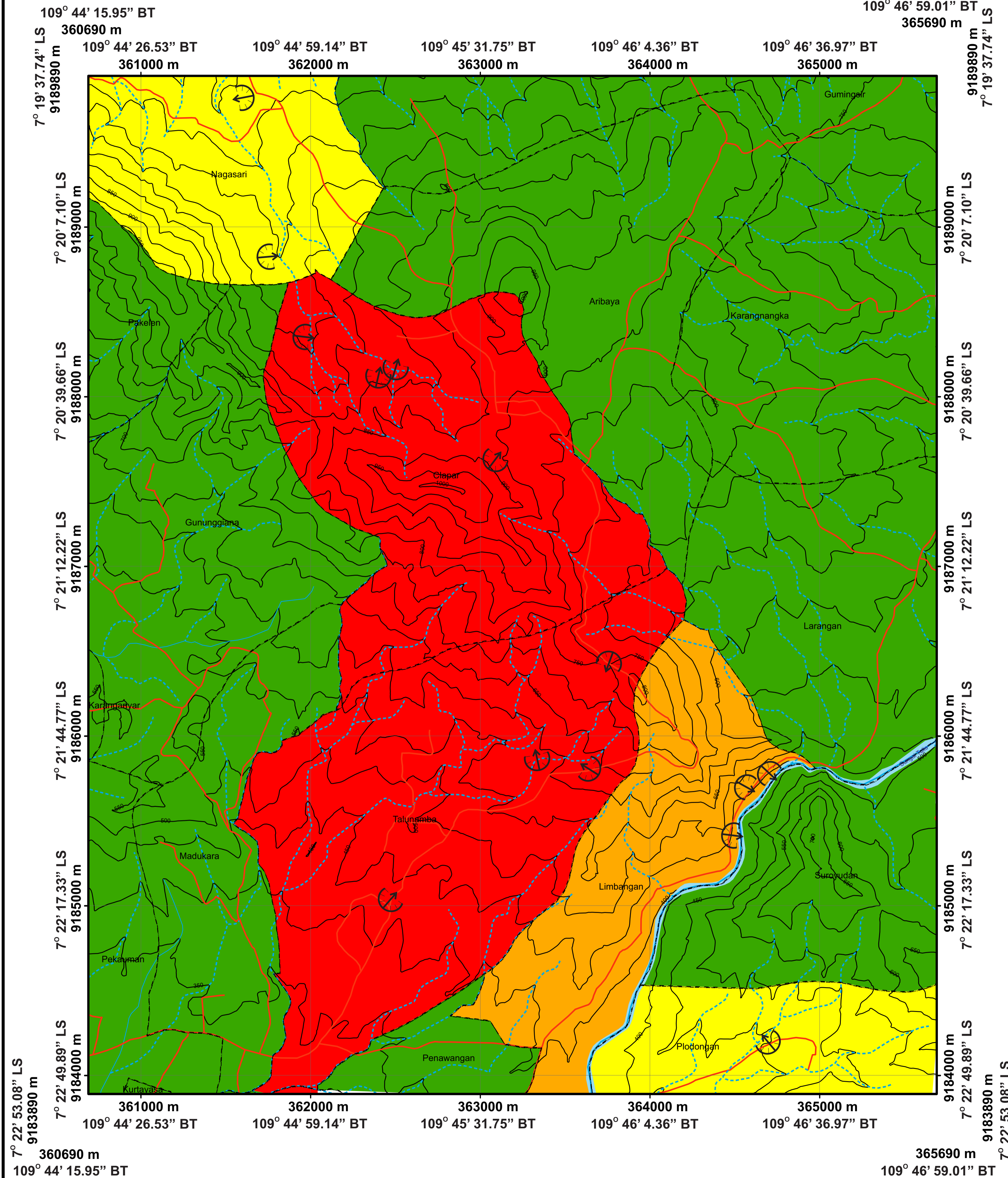
Pemerian

Kelas Parameter : Jenis Batuan Presentasi pembobotan : 15 %		
Warna	Proporsi kejadian gerakan massa (%)	Skor dalam penentuan zonasi rawan bencana longsor
	< 5 %	1
	5 - 10 %	2
	10 - 25 %	3
	> 25 %	4

Klasifikasi pembobotan berdasarkan modifikasi dari Badan Standarisasi Nasional (2016) dalam buku Penyusunan dan Penentuan Zona Gerakan Tanah.

Keterangan

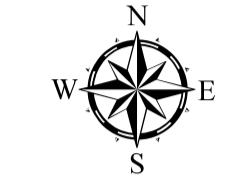
- = Jalan
- = Kontur indeks
- = Kontur interval
- = Sungai musiman
- = Alur liar
- = Sungai utama
- = Batas desa
- = Proporsi kejadian gerakan massa < 5 %
- = Proporsi kejadian gerakan massa 5 - 10 %
- = Proporsi kejadian gerakan massa 10 - 25 %
- = Proporsi kejadian gerakan massa > 25 %
- = Lokasi longsor
- = Administrasi desa daerah penelitian



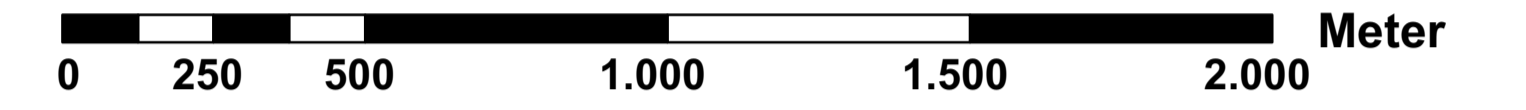
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
 JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
 UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
 YOGYAKARTA  
 2021



PETA TATA GUNA LAHAN  
 DESA CLAPAR DAN SEKITARNYA,  
 KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
 JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
 Pradipta Nurlistyo Pratama  
 111.160.089

Pemerian

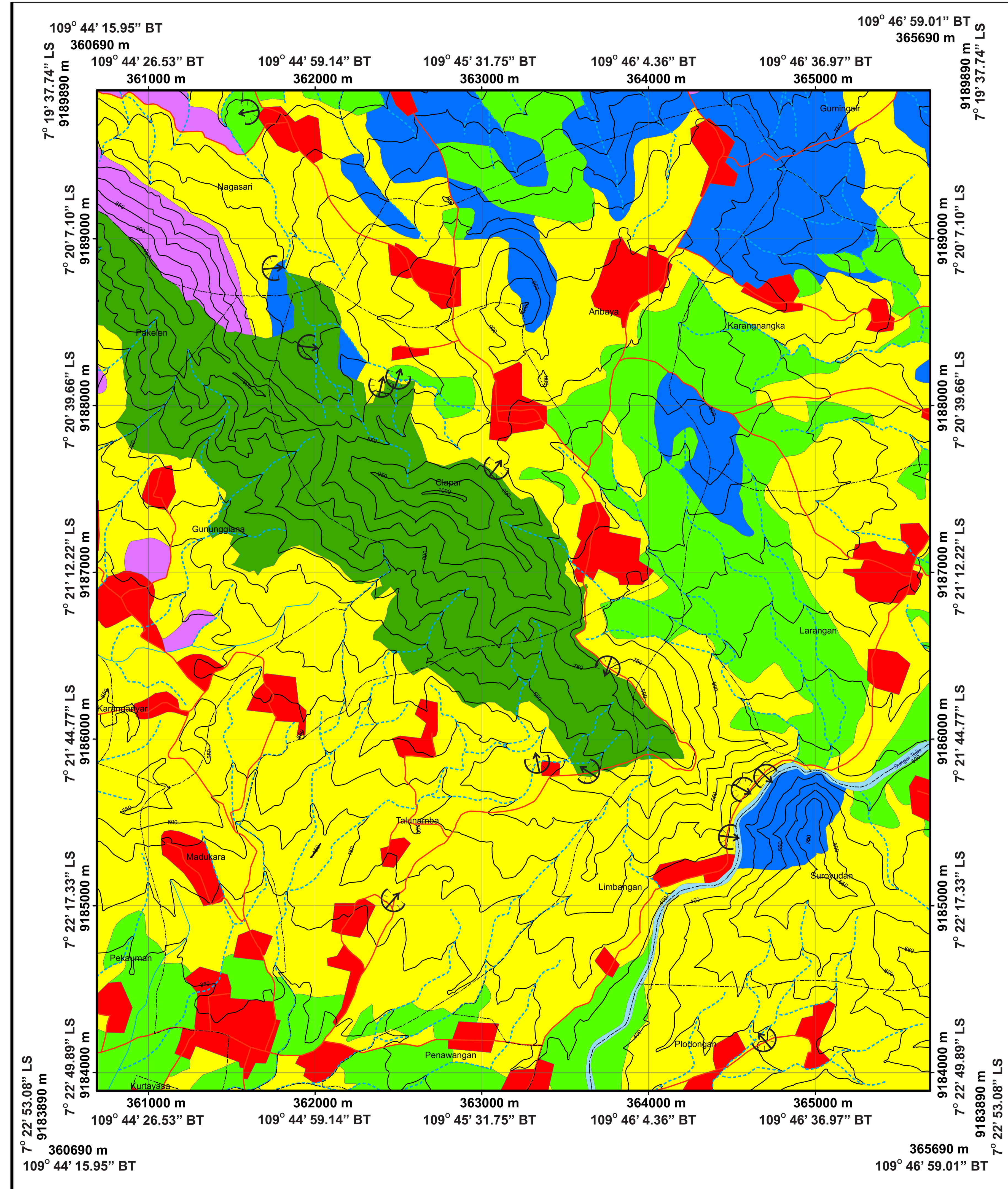
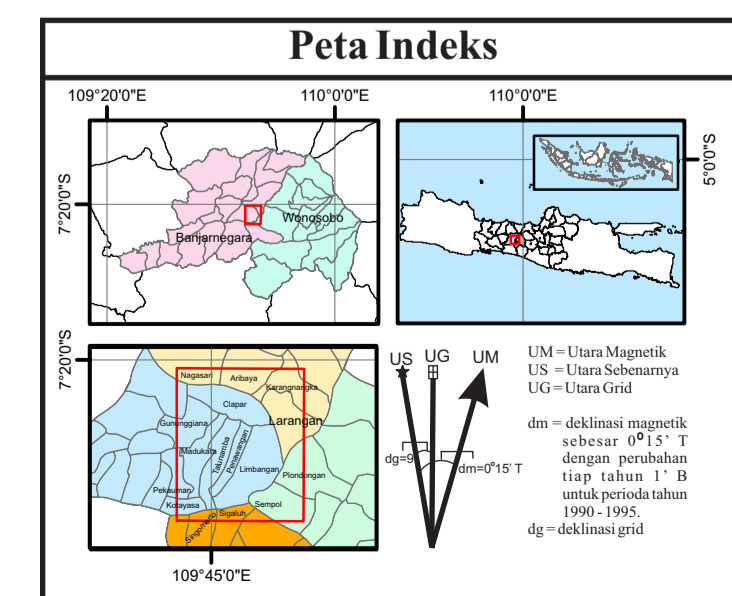
Kelas Parameter : Tata Guna Lahan  
 Presentasi pembobotan : 10 %

Warna	Tata Guna Lahan	Skor dalam penentuan zonasi rawan bencana longsor
	Sawah	1
	Semak belukar	2
	Ladang	2
	Hutan pinus	3
	Perkebunan	3
	Pemukiman	5

Klasifikasi pembobotan berdasarkan dari Paimin, Sukresno, & Pramono (2009) dalam buku Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor.

Keterangan

- = Jalan
- = Sawah
- = Kontur indeks
- = Semak belukar
- = Kontur interval
- = Ladang
- = Sungai musiman
- = Hutan pinus
- = Alur liar
- = Perkebunan
- = Sungai utama
- = Pemukiman
- = Batas desa
- = Administrasi desa daerah penelitian
- = Lokasi longsor

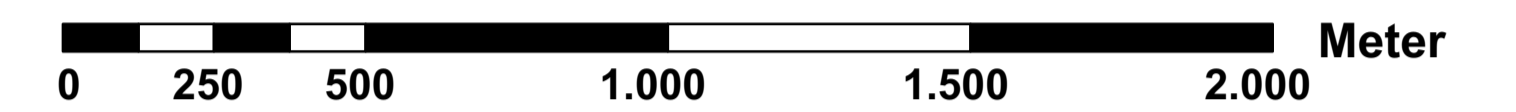




PETA JARAK TERHADAP STRUKTUR SESAR  
 DESA CLAPAR DAN SEKITARNYA,  
 KECAMATAN MADUKARA, KABUPATEN BANJARNEGARA PROVINSI  
 JAWA TENGAH



1 : 12.500



Oleh :  
 Pradipta Nurlistyo Pratama  
 111.160.089

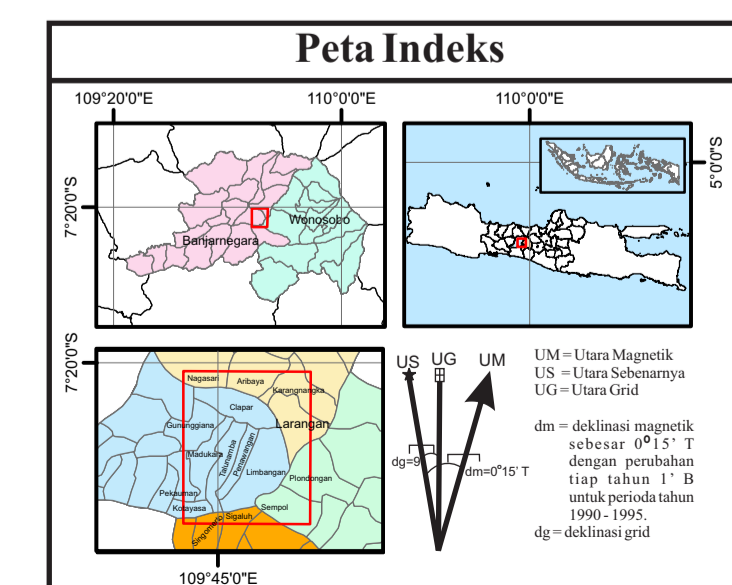
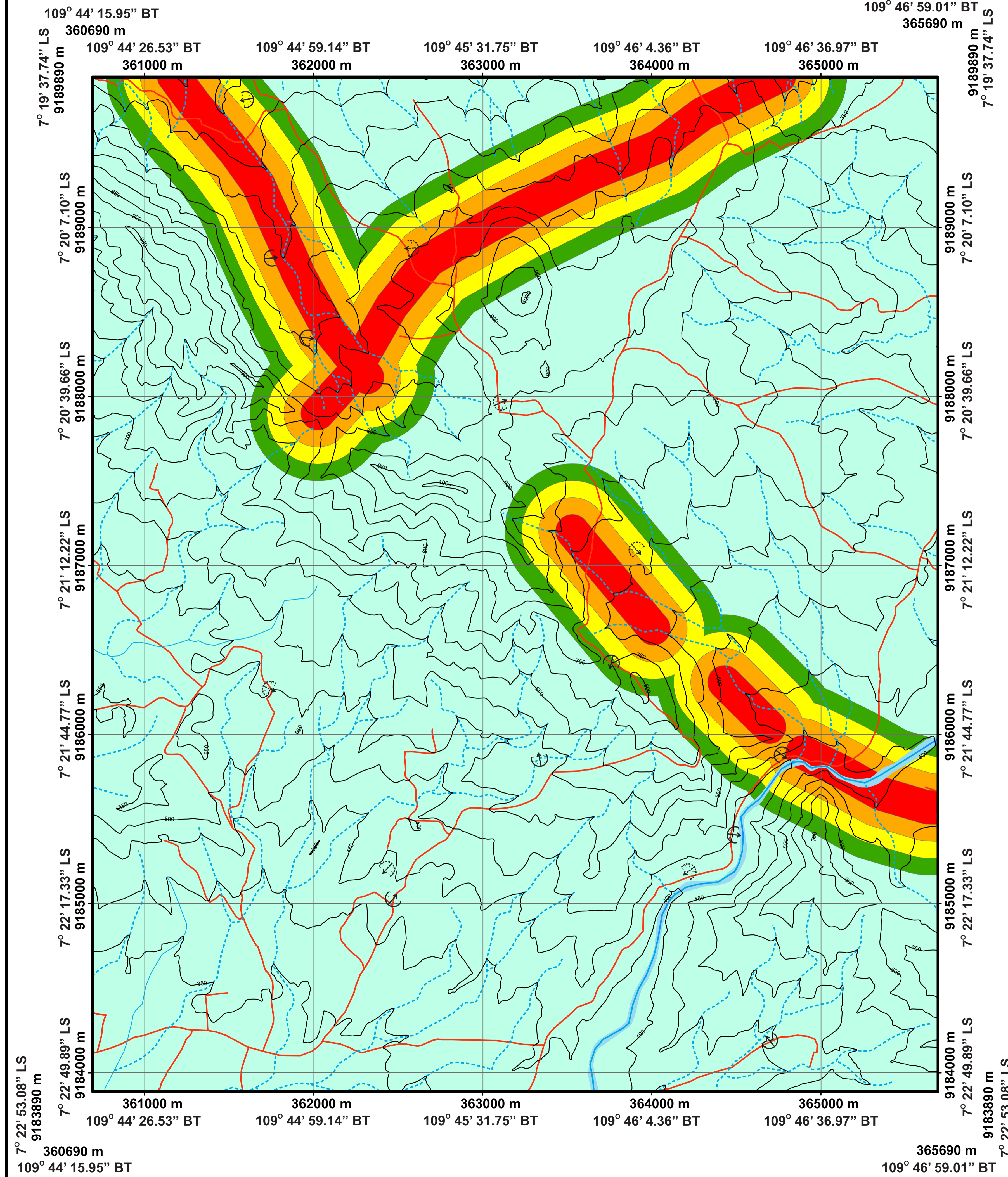
Pemerian

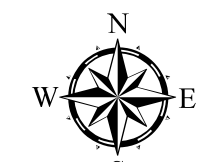
Kelas Parameter : Jarak Terhadap Struktur Sesar Presentasi pembobotan : 10 %		
Warna	Jarak terhadap struktur geologi (meter)	Skor dalam penentuan zonasi rawan bencana longsor
	> 400 meter	1
	300 - 400 meter	2
	200 - 300 meter	3
	100 - 200 meter	4
	< 100 meter	5

Klasifikasi pembobotan berdasarkan modifikasi dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (2016)

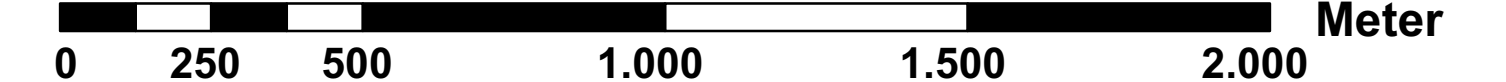
Keterangan

- = Jalan
- = > 400 meter
- = Kontur indeks
- = 300 - 400 meter
- = Kontur interval
- = 200 - 300 meter
- = Sungai musiman
- = 100 - 200 meter
- = Alur liar
- = < 100 meter
- = Sungai utama
- = Longsor
- = Batas desa
- = Clapar
- = Administrasi desa daerah penelitian





1 : 12.500



Oleh :  
Pradipta Nurlistyo Pratama  
111.160.089

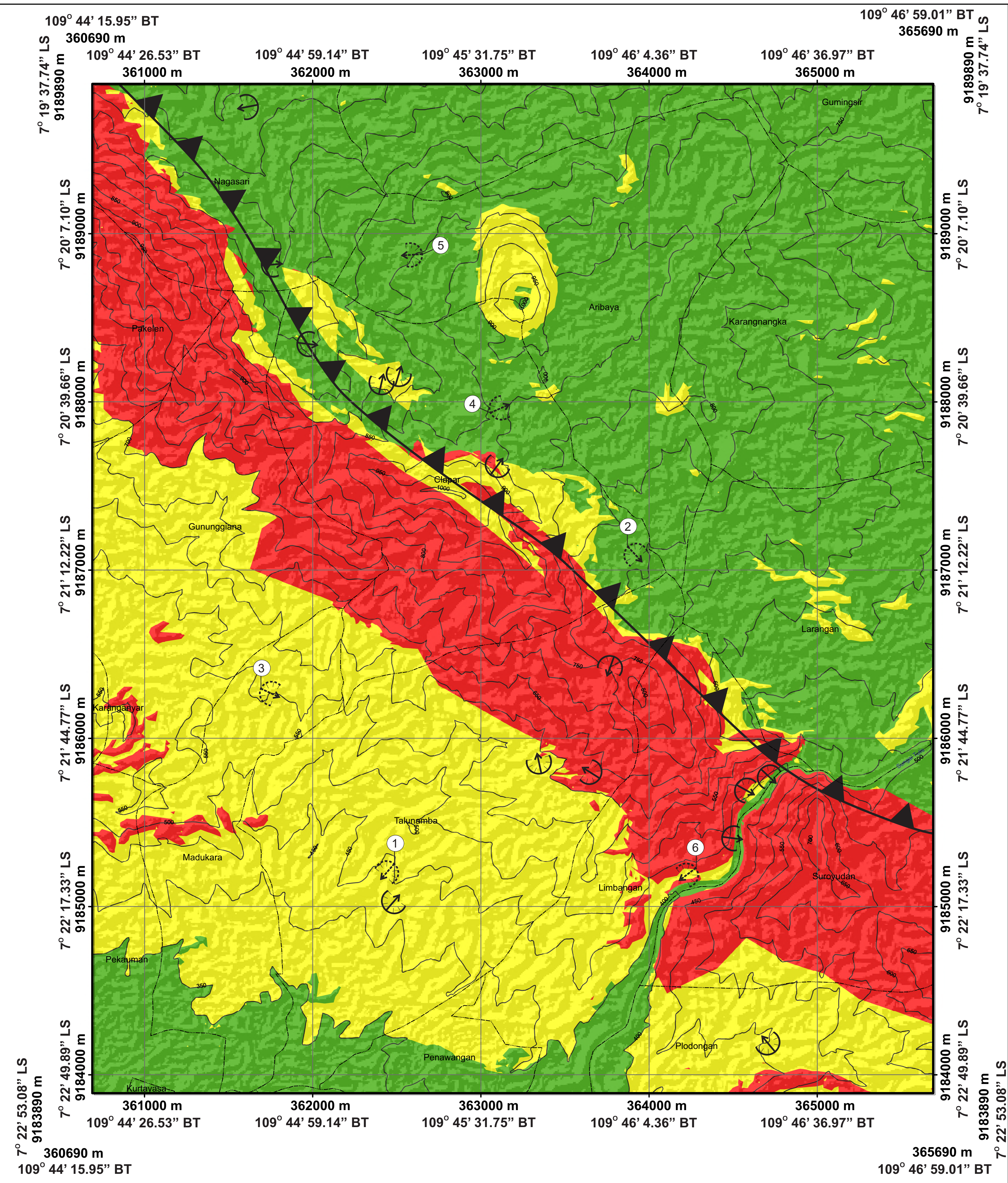
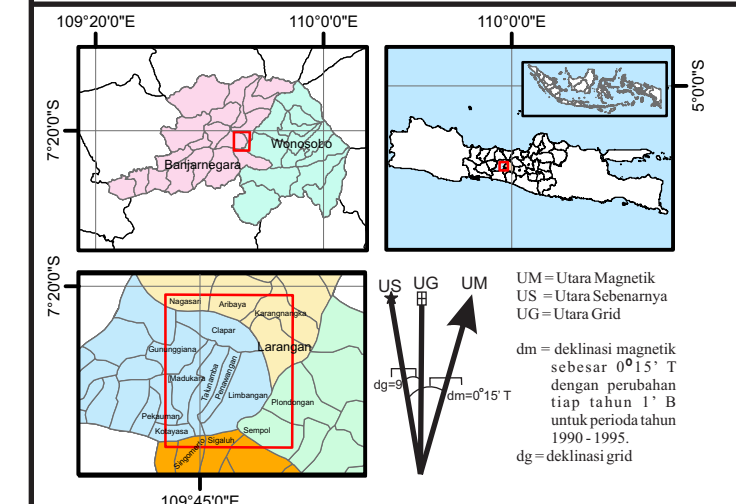
Pemerian

Simbol	Keterangan
	Zona kerentanan gerakan massa rendah meliputi 28% daerah penelitian, zona ini meliputi beberapa desa, diantaranya Desa Gumingsir, Desa Nagasari, Desa Madukara, Desa Larangan, Desa Penawangan dan Desa Karangnangka. Kondisi di lapangan menunjukkan tidak adanya kejadian tanah longsor. Tidak dilakukan pengambilan sampel lereng.
	Zona kerentanan gerakan massa sedang meliputi 47% daerah penelitian, zona ini meliputi beberapa desa, diantaranya Desa Nagasari, Desa Clapar, Desa Talunamba, Desa Limbangan, Desa Suroyudan, Desa Gunung giana, Desa Pakelen, Desa Madukara, Desa Plodongan, Desa Pekuman, Desa Aribaya, Desa Larangan dan Desa Karangnangka. Kondisi di lapangan menunjukkan sebanyak 5 kejadian tanah longsor. Dilakukan pengambilan sampel lereng pada lereng 1, lereng 4 dan lereng 5 didapatkan nilai faktor keamanan lereng adalah stabil, sehingga bisa dikatakan bahwa lereng aman dan longsor jarang terjadi.
	Zona kerentanan gerakan massa tinggi meliputi 25% daerah penelitian, zona ini meliputi beberapa desa, diantaranya Desa Nagasari, Desa Clapar, Desa Talunamba, Desa Limbangan, Desa Suroyudan, Desa Gunung giana dan Desa Pakelen. Kondisi di lapangan menunjukkan sebanyak 7 kejadian tanah longsor. Dilakukan pengambilan sampel lereng pada lereng 2, lereng 3 dan lereng 6 didapatkan nilai faktor keamanan lereng adalah labil, sehingga bisa dikatakan bahwa lereng tidak aman dan longsor sering terjadi.

Keterangan

- = Jalan
- = Kontur indeks
- = Sungai utama
- = Lokasi longsor
- = Lokasi potensi longsor
- = Lokasi pengambilan sampel lereng
- = Sesar naik kiri

Peta Indeks



1			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometri Lereng</th> <th colspan="2">Sifat Fisik dan Mekanik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Desa Talunamba (LP 125)</td> <td>Berat Isi</td> <td>16,0437 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Penggunaan Lahan</td> <td>Lahan pemukiman</td> <td>Berat Jenis</td> <td>2,695</td> </tr> <tr> <td>Sudut Kemiringan</td> <td>29,95<sup>o</sup></td> <td>Kadar Air</td> <td>21,89%</td> </tr> <tr> <td>Lebar Lereng</td> <td>5 Meter</td> <td>Kohesi</td> <td>32,587 kPa</td> </tr> <tr> <td>Tinggi Lereng</td> <td>4,2 Meter</td> <td>Sudut Geser Dalam</td> <td>29,95<sup>o</sup></td> </tr> <tr> <td>Litologi</td> <td>Lapukan breksi</td> <td>Faktor Keamanan</td> <td>1,935 (stabil)</td> </tr> <tr> <td>Tipe Longsor</td> <td>Earth fall</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik		Lokasi	Desa Talunamba (LP 125)	Berat Isi	16,0437 kN/m <sup>3</sup>	Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,695	Sudut Kemiringan	29,95 <sup>o</sup>	Kadar Air	21,89%	Lebar Lereng	5 Meter	Kohesi	32,587 kPa	Tinggi Lereng	4,2 Meter	Sudut Geser Dalam	29,95 <sup>o</sup>	Litologi	Lapukan breksi	Faktor Keamanan	1,935 (stabil)	Tipe Longsor	Earth fall		
	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik																																
Lokasi	Desa Talunamba (LP 125)	Berat Isi	16,0437 kN/m <sup>3</sup>																																
Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,695																																
Sudut Kemiringan	29,95 <sup>o</sup>	Kadar Air	21,89%																																
Lebar Lereng	5 Meter	Kohesi	32,587 kPa																																
Tinggi Lereng	4,2 Meter	Sudut Geser Dalam	29,95 <sup>o</sup>																																
Litologi	Lapukan breksi	Faktor Keamanan	1,935 (stabil)																																
Tipe Longsor	Earth fall																																		
2			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometri Lereng</th> <th colspan="2">Sifat Fisik dan Mekanik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Desa Clapar (LP 126)</td> <td>Berat Isi</td> <td>16,4425 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Penggunaan Lahan</td> <td>Lahan pemukiman</td> <td>Berat Jenis</td> <td>2,67</td> </tr> <tr> <td>Sudut Kemiringan</td> <td>61<sup>o</sup></td> <td>Kadar Air</td> <td>21,05%</td> </tr> <tr> <td>Lebar Lereng</td> <td>13,3 Meter</td> <td>Kohesi</td> <td>34,589 kPa</td> </tr> <tr> <td>Tinggi Lereng</td> <td>9 Meter</td> <td>Sudut Geser Dalam</td> <td>30,05<sup>o</sup></td> </tr> <tr> <td>Litologi</td> <td>Lapukan batulempung</td> <td>Faktor Keamanan</td> <td>0,719 (labil)</td> </tr> <tr> <td>Tipe Longsor</td> <td>Earth fall</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik		Lokasi	Desa Clapar (LP 126)	Berat Isi	16,4425 kN/m <sup>3</sup>	Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,67	Sudut Kemiringan	61 <sup>o</sup>	Kadar Air	21,05%	Lebar Lereng	13,3 Meter	Kohesi	34,589 kPa	Tinggi Lereng	9 Meter	Sudut Geser Dalam	30,05 <sup>o</sup>	Litologi	Lapukan batulempung	Faktor Keamanan	0,719 (labil)	Tipe Longsor	Earth fall		
	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik																																
Lokasi	Desa Clapar (LP 126)	Berat Isi	16,4425 kN/m <sup>3</sup>																																
Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,67																																
Sudut Kemiringan	61 <sup>o</sup>	Kadar Air	21,05%																																
Lebar Lereng	13,3 Meter	Kohesi	34,589 kPa																																
Tinggi Lereng	9 Meter	Sudut Geser Dalam	30,05 <sup>o</sup>																																
Litologi	Lapukan batulempung	Faktor Keamanan	0,719 (labil)																																
Tipe Longsor	Earth fall																																		
3			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometri Lereng</th> <th colspan="2">Sifat Fisik dan Mekanik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Desa Gunung giana (LP 127)</td> <td>Berat Isi</td> <td>16,5028 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Penggunaan Lahan</td> <td>Lahan pemukiman</td> <td>Berat Jenis</td> <td>2,7</td> </tr> <tr> <td>Sudut Kemiringan</td> <td>73<sup>o</sup></td> <td>Kadar Air</td> <td>26,72%</td> </tr> <tr> <td>Lebar Lereng</td> <td>9,8 Meter</td> <td>Kohesi</td> <td>36,405 kPa</td> </tr> <tr> <td>Tinggi Lereng</td> <td>7,7 Meter</td> <td>Sudut Geser Dalam</td> <td>28,95<sup>o</sup></td> </tr> <tr> <td>Litologi</td> <td>Lapukan breksi</td> <td>Faktor Keamanan</td> <td>1,001 (labil)</td> </tr> <tr> <td>Tipe Longsor</td> <td>Earth fall</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik		Lokasi	Desa Gunung giana (LP 127)	Berat Isi	16,5028 kN/m <sup>3</sup>	Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,7	Sudut Kemiringan	73 <sup>o</sup>	Kadar Air	26,72%	Lebar Lereng	9,8 Meter	Kohesi	36,405 kPa	Tinggi Lereng	7,7 Meter	Sudut Geser Dalam	28,95 <sup>o</sup>	Litologi	Lapukan breksi	Faktor Keamanan	1,001 (labil)	Tipe Longsor	Earth fall		
	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik																																
Lokasi	Desa Gunung giana (LP 127)	Berat Isi	16,5028 kN/m <sup>3</sup>																																
Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,7																																
Sudut Kemiringan	73 <sup>o</sup>	Kadar Air	26,72%																																
Lebar Lereng	9,8 Meter	Kohesi	36,405 kPa																																
Tinggi Lereng	7,7 Meter	Sudut Geser Dalam	28,95 <sup>o</sup>																																
Litologi	Lapukan breksi	Faktor Keamanan	1,001 (labil)																																
Tipe Longsor	Earth fall																																		
4			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometri Lereng</th> <th colspan="2">Sifat Fisik dan Mekanik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Desa Clapar (LP 128)</td> <td>Berat Isi</td> <td>14,3308 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Penggunaan Lahan</td> <td>Lahan pemukiman</td> <td>Berat Jenis</td> <td>2,63</td> </tr> <tr> <td>Sudut Kemiringan</td> <td>65<sup>o</sup></td> <td>Kadar Air</td> <td>27,98%</td> </tr> <tr> <td>Lebar Lereng</td> <td>20,3 Meter</td> <td>Kohesi</td> <td>27,48 kPa</td> </tr> <tr> <td>Tinggi Lereng</td> <td>4,5 Meter</td> <td>Sudut Geser Dalam</td> <td>30,65<sup>o</sup></td> </tr> <tr> <td>Litologi</td> <td>Lapukan batulempung</td> <td>Faktor Keamanan</td> <td>1,89 (stabil)</td> </tr> <tr> <td>Tipe Longsor</td> <td>Earth fall</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik		Lokasi	Desa Clapar (LP 128)	Berat Isi	14,3308 kN/m <sup>3</sup>	Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,63	Sudut Kemiringan	65 <sup>o</sup>	Kadar Air	27,98%	Lebar Lereng	20,3 Meter	Kohesi	27,48 kPa	Tinggi Lereng	4,5 Meter	Sudut Geser Dalam	30,65 <sup>o</sup>	Litologi	Lapukan batulempung	Faktor Keamanan	1,89 (stabil)	Tipe Longsor	Earth fall		
	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik																																
Lokasi	Desa Clapar (LP 128)	Berat Isi	14,3308 kN/m <sup>3</sup>																																
Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,63																																
Sudut Kemiringan	65 <sup>o</sup>	Kadar Air	27,98%																																
Lebar Lereng	20,3 Meter	Kohesi	27,48 kPa																																
Tinggi Lereng	4,5 Meter	Sudut Geser Dalam	30,65 <sup>o</sup>																																
Litologi	Lapukan batulempung	Faktor Keamanan	1,89 (stabil)																																
Tipe Longsor	Earth fall																																		
5			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometri Lereng</th> <th colspan="2">Sifat Fisik dan Mekanik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Desa Aribaya (LP 129)</td> <td>Berat Isi</td> <td>14,1085 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Penggunaan Lahan</td> <td>Lahan pemukiman</td> <td>Berat Jenis</td> <td>2,66</td> </tr> <tr> <td>Sudut Kemiringan</td> <td>65<sup>o</sup></td> <td>Kadar Air</td> <td>28,6%</td> </tr> <tr> <td>Lebar Lereng</td> <td>13 Meter</td> <td>Kohesi</td> <td>36,695 kPa</td> </tr> <tr> <td>Tinggi Lereng</td> <td>4 Meter</td> <td>Sudut Geser Dalam</td> <td>31,21<sup>o</sup></td> </tr> <tr> <td>Litologi</td> <td>Lapukan batulempung</td> <td>Faktor Keamanan</td> <td>2,579 (stabil)</td> </tr> <tr> <td>Tipe Longsor</td> <td>Earth fall</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik		Lokasi	Desa Aribaya (LP 129)	Berat Isi	14,1085 kN/m <sup>3</sup>	Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,66	Sudut Kemiringan	65 <sup>o</sup>	Kadar Air	28,6%	Lebar Lereng	13 Meter	Kohesi	36,695 kPa	Tinggi Lereng	4 Meter	Sudut Geser Dalam	31,21 <sup>o</sup>	Litologi	Lapukan batulempung	Faktor Keamanan	2,579 (stabil)	Tipe Longsor	Earth fall		
	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik																																
Lokasi	Desa Aribaya (LP 129)	Berat Isi	14,1085 kN/m <sup>3</sup>																																
Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,66																																
Sudut Kemiringan	65 <sup>o</sup>	Kadar Air	28,6%																																
Lebar Lereng	13 Meter	Kohesi	36,695 kPa																																
Tinggi Lereng	4 Meter	Sudut Geser Dalam	31,21 <sup>o</sup>																																
Litologi	Lapukan batulempung	Faktor Keamanan	2,579 (stabil)																																
Tipe Longsor	Earth fall																																		
6			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Geometri Lereng</th> <th colspan="2">Sifat Fisik dan Mekanik</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lokasi</td> <td>Desa Aribaya (LP 130)</td> <td>Berat Isi</td> <td>15,3028 kN/m<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td>Penggunaan Lahan</td> <td>Lahan pemukiman</td> <td>Berat Jenis</td> <td>2,68</td> </tr> <tr> <td>Sudut Kemiringan</td> <td>80<sup>o</sup></td> <td>Kadar Air</td> <td>25,07%</td> </tr> <tr> <td>Lebar Lereng</td> <td>12,5 Meter</td> <td>Kohesi</td> <td>38,605 kPa</td> </tr> <tr> <td>Tinggi Lereng</td> <td>7 Meter</td> <td>Sudut Geser Dalam</td> <td>31,15<sup>o</sup></td> </tr> <tr> <td>Litologi</td> <td>Lapukan breks</td> <td>Faktor Keamanan</td> <td>0,883 (labil)</td> </tr> <tr> <td>Tipe Longsor</td> <td>Earth fall</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik		Lokasi	Desa Aribaya (LP 130)	Berat Isi	15,3028 kN/m <sup>3</sup>	Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,68	Sudut Kemiringan	80 <sup>o</sup>	Kadar Air	25,07%	Lebar Lereng	12,5 Meter	Kohesi	38,605 kPa	Tinggi Lereng	7 Meter	Sudut Geser Dalam	31,15 <sup>o</sup>	Litologi	Lapukan breks	Faktor Keamanan	0,883 (labil)	Tipe Longsor	Earth fall		
	Geometri Lereng		Sifat Fisik dan Mekanik																																
Lokasi	Desa Aribaya (LP 130)	Berat Isi	15,3028 kN/m <sup>3</sup>																																
Penggunaan Lahan	Lahan pemukiman	Berat Jenis	2,68																																
Sudut Kemiringan	80 <sup>o</sup>	Kadar Air	25,07%																																
Lebar Lereng	12,5 Meter	Kohesi	38,605 kPa																																
Tinggi Lereng	7 Meter	Sudut Geser Dalam	31,15 <sup>o</sup>																																
Litologi	Lapukan breks	Faktor Keamanan	0,883 (labil)																																
Tipe Longsor	Earth fall																																		



Formulir analisis Mikrofosil

Jenis Fosil yang diperiksa :				Tanggal : 17-11-2020	Lokasi Pengambilan :	No. sampel : LP 30
Preparasi Contoh	Mesh	Sayatan	Smear	Penganalisa :		Berat Sampel yang dianalisa :
Pengawetan Fosil	Buruk	Sedang	Baik	Zonasi : Blow, 1969		

Kelimpahan			Oligosen	Miosen			Pliosen		Plistosen
Jarang	Medium	Melimpah	Awal			Tengah			Akhir

No	Spesies	Jml	P20	P21	P22	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23
			N1	N2	N3																				
1	<i>Globigerina falconensis</i>	R																							
2	<i>Orbulina bilobata</i>	R																							
3	<i>Globoquadrina advena</i>	R																							
4	<i>Globigerina praebulloides</i>	R																							

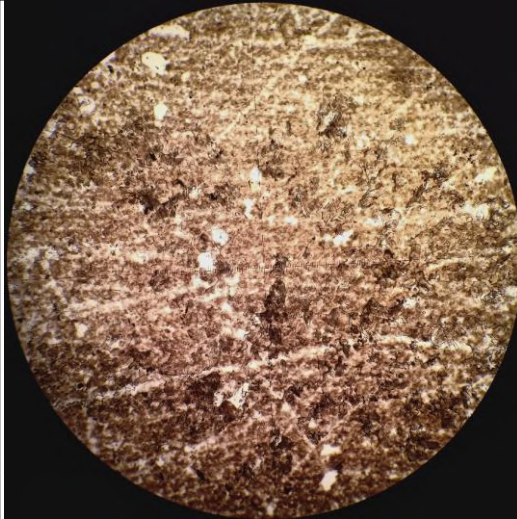
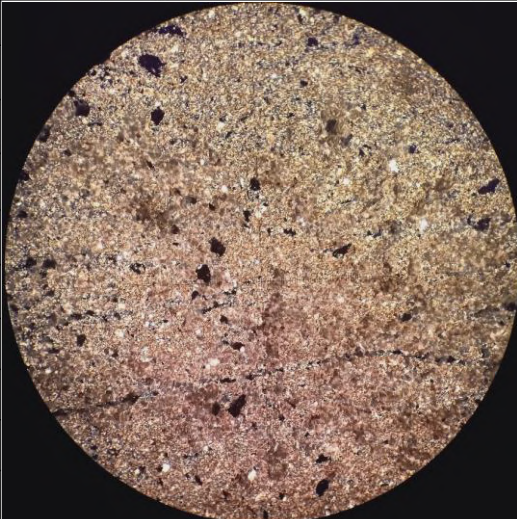
No	Lingkungan Pengendapan	Spesies	Jml	Neritik			Batial		Abisal	Hadal
				Tepi	Tengah	Luar	Tepi	Luar		
				20	100	200	500	2000	4000	

1	<i>Streblus geimardii</i> (12,81 - 14,64 m)	R		—					
2	<i>Lenticulina calcar</i> (173,85 - 183 m)	R				—			
3	<i>Discorbis australis</i> (32,94 m)	R		●					
4	<i>Operculina ammonoides</i> (32,94 m)	R		●					
5	<i>Pleurostomella rapa</i> (236,017 m)	R				●			

Barker, 1970

A : Abundance ( >50)      R : Rare (1 - 25)  
 M : Medium (50 - 26)

Nomor Sampel	: BLP-6.2	Perbesaran	: 4X
Jenis Batuan	: Sedimen	Tipe Mikroskop	: CX31-P

		Nikol Sejajar												Nikol Silang									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J			A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1																							1
2												2											
3												3											
4												4											
5												5											
6												6											
7												7											
8												8											
9												9											
10												10											
		0,5 mm												0,5 mm									

**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**

Sayatan menunjukkan tekstur klastik, laminasi, ukuran butir <0.2 mm, bentuk butir cenderung membulat-membulat tanggung, kemas tertutup, tersortasi baik. Grain penyusun batuan berupa lithic, feldspar, kuarsa, mineral opak dan matriks berupa mineral lempung yang dominan.

**Komposisi Mineral (Minerals Compositio) :**

**1. Kuarsa 2% (G3)**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat bewarna putih, dengan bentuk cenderung membulat (equant) anhedral. Tidak nampak adanya belahan ataupun pleokroisme, kenampakan relief mineral cenderung rendah. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1 dengan BF 0.008, tidak dijumpai adanya kembaran.

**2. Lithic 5% (I4)**

Abu-abu kecoklatan, berupa batuan beku dan batuan sedimen dengan ukuran butir 0,4-2 mm, bentuk menyudut tanggung – membulat tanggung.

**3. Felspar 5% (D8)**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat bewarna putih. Bentuk yang teramati berupa prismatic-subhedral hingga euhedral, tanpa belahan, dengan relief yang cenderung sedang dan tidak nampak adanya pleokroisme. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1.

**4. Mineral Opak 5%**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat mineral opak bewarna hitam dengan relief tinggi. Tidak nampak adanya belahan, pleokroisme. Berdasarkan bentuk mineral (equant) sehingga mineral opak yang ada diperkirakan adalah magnetit.

**5. Calcite 5%**

Kalsit dijumpai dalam keadaan PPL tidak bewarna, tidak nampak adanya belahan, memiliki relief yang rendah. Dalam keadaan XPL, BF rendah (orde 1) dan tidak memiliki sudut pepadaman, dijumpai sebagai sparite.

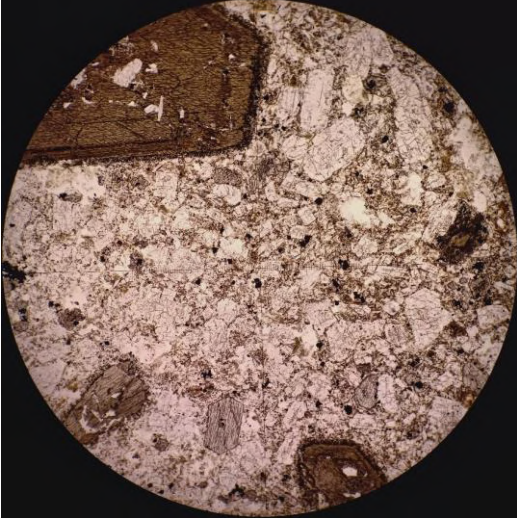
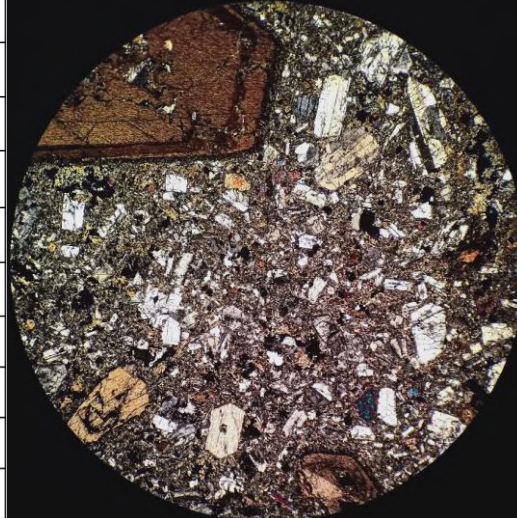
**5. Matriks batuan 78%**

Mineral lempung dalam keadaan PPL tidak bewarna, tidak nampak adanya belahan, memiliki relief yang rendah. Dalam keadaan XPL, BF rendah (orde 1) dan tidak memiliki sudut pepadaman.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

- **Calcareous Mudrocks (Pettijohn 1957)**

Nomor Sampel	: AND-4.3	Perbesaran	: 4X
Jenis Batuan	: Beku	Tipe Mikroskop	: CX31-P

Nikol Sejajar											Nikol Silang											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1											1											1
2											2											
3											3											
4											4											
5											5											
6											6											
7											7											
8											8											
9											9											
10											10											

**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**

Pengamatan PPL menunjukkan warna abu-abu kehijauan, tekstur *porphyritic* (fenokris tertanam dalam masa dasar fine grain plagioklas, piroksen, min opak dan gelas), bentuk subhedral-anhedral, komposisi batuan tersusun oleh mineral plagioclase, hornblende, pyroxene, biotite, augite, opaque dan glass. Dijumpai beberapa mineral membentuk kenampakan zoning.

**Komposisi Mineral (Minerals Compositon) :**

**1. Plagioclase 51 % (G3)**

Dalam pengamatan terlihat tanpa warna, belahan 1 arah, relief rendah, tanpa pleokrosime, subhedral-euhedral, warna interferensi putih abu-abu (orde 1), kembaran albit. Nama plagioklas adalah An37 (andesine).

**2. Hornblende 8 % (C2)**

Pada keadaan PPL, Hornblende colorless, menunjukkan adanya pleokroisme lemah. Relief sedang- tinggi dengan belahan 1 arah. Dalam keadaan XPL, Hornblende memiliki BF 0,016 dengan warna interverensi merah kekuningan. Pemasaman miring.

**3. Pyroxene 13 % (B8)**

Hijau muda pucat, abu-abu pucat, relief sedang, pleokroisme lemah - tidak ada, bentuk subhedral - anhedral, ukuran 0,05-0,5 mm. Sebagian membentuk kembaran carlsbad. Sebagian mineral piroksen telah mengalami ubahan menjadi mineral chlorite.

**4. Augite 3 % (H8)**

Tidak berwarna/colorless relief tinggi, belahan 1-2 arah. Dalam keadaan XPL BF 0,033 cerah kebiruan, pemasaman miring orientasi lenth slow , tanpa kembaran

**5. Opaque 3 % (I3)**

Pada pengamatan PPL & XPL mineral menunjukkan warna hitam gelap, relief tinggi, bentuk berbentuk quant/cubik dan kristal euhedral-subhedral

**6. Kuarsa 9% (A.8)**

Berwarna putih/silang; relief tinggi; menunjukkan tidak adanya belahan; bentuk kristal subhedral; hadir setempat dalam sayatan

**7. Glass 13%**

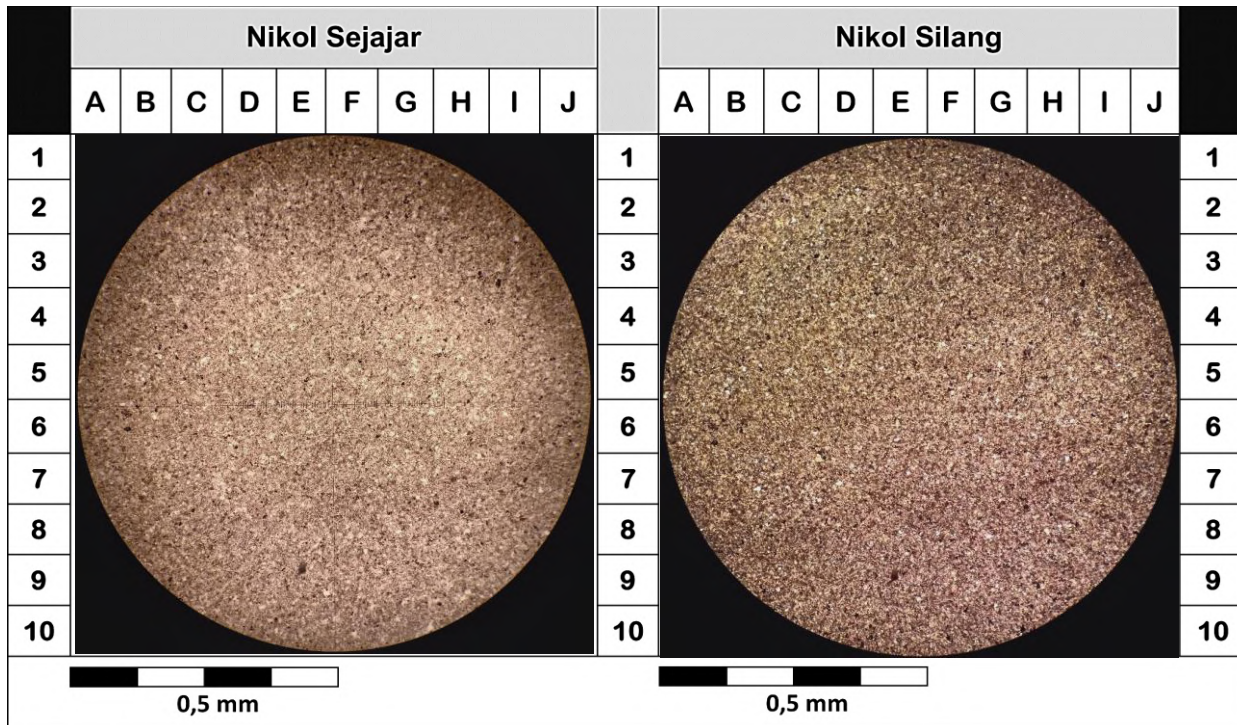
Tidak berwarna, hadir sebagai masa dasar. Pengamatan pada posisi nikol bersilang bewarna gelap, dengan menggunakan keping gips bewarna ungu muda berkabut.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

- **Porphyritic Andesite (Williams, 1982)**



Nomor Sampel	: BPR-7.4	Perbesaran	: 4X
Jenis Batuan	: Sedimen	Tipe Mikroskop	: CX31-P



**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**

Sayatan batuan sedimen, warna abu-abu kecoklatan, tekstur klastik, komposisi terdiri dari fragmen batuan, feldspar, hornbelnde, dan mineral opak, dengan ukuran butir 0,08-0,1 mm (*very fine sand*), bentuk butir menyudut-membulat tanggung, matriks berupa mineral lempung dan sedikit kalsit.

**Komposisi Mineral (Minerals Compotition) :**

**1. Kuarsa 8% (D3)**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat bewarna putih, dengan bentuk cenderung membulat (equant) anhedral. Tidak nampak adanya belahan ataupun pleokroisme, kenampakan relief mineral cenderung rendah. Ukuran <0,1 mm. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1 dengan BF 0.008, tidak dijumpai adanya kembaran.

**2. Lithic 39% (F5)**

Abu-abu kecoklatan, berupa batuan beku dan batuan sedimen dengan ukuran butir <0,4 mm, bentuk menyudut tanggung – membulat tanggung. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi bervariasi tergantung mineral penyusunnya

**3. Felspar 7% (E3)**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat bewarna putih. Bentuk yang teramati menyudut tanggung-membulat tanggung tanpa belahan, indeks bias  $n < n_{kb}$ , ukuran butir 0,05-0,1mm, dengan relief yang cenderung sedang dan tidak nampak adanya pleokroisme. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1. sebagian menampakkan kembaran.

**4. Mineral Opak 4% (E9)**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat mineral opak bewarna hitam dengan relief tinggi. Tidak nampak adanya belahan, pleokroisme. Berdasarkan bentuk mineral (equant) sehingga mineral opak yang ada diperkirakan adalah magnetit.

**6. Calcite 5%**

Kalsit dijumpai dalam keadaan PPL tidak bewarna, tidak nampak adanya belahan, memiliki relief yang rendah. Dalam keadaan XPL, BF rendah (orde 1) dan tidak memiliki sudut pepadaman.

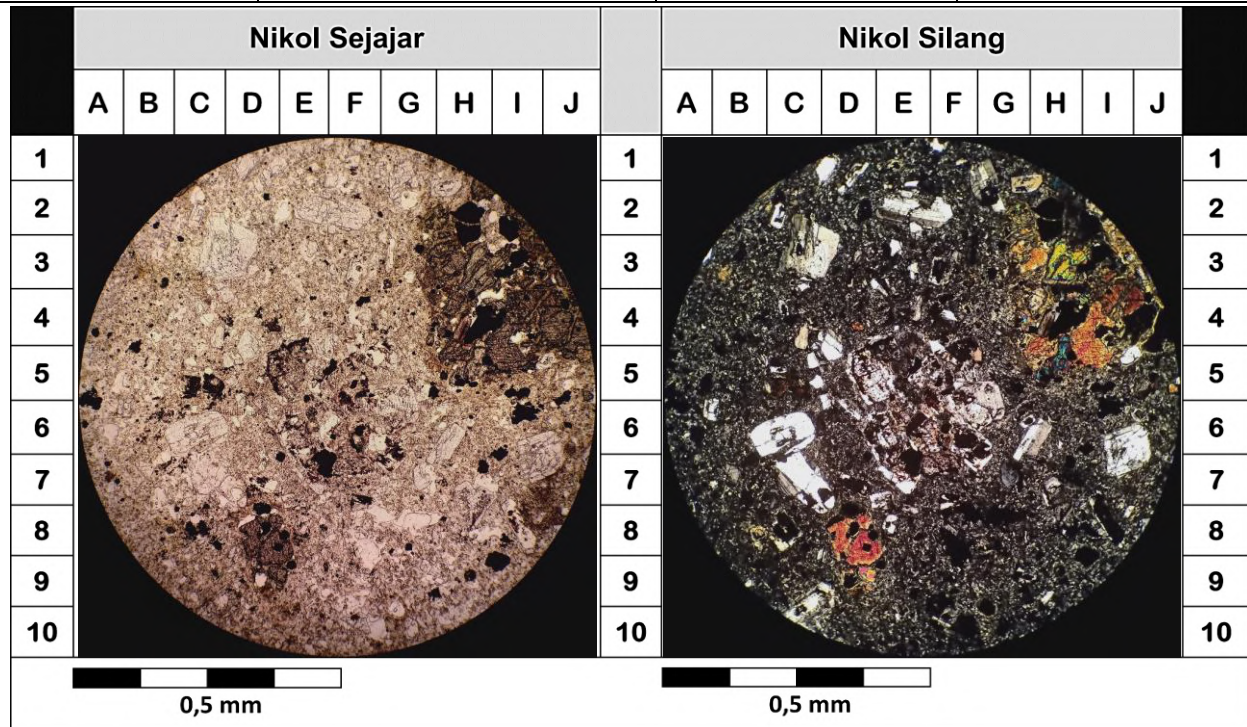
**7. Matriks batuan 37%**

Mineral lempung dalam keadaan PPL tidak bewarna, tidak nampak adanya belahan, memiliki relief yang rendah. Dalam keadaan XPL, BF rendah (orde 1) dan tidak memiliki sudut pepadaman

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

- **Calcareous Lithic Wacke (Pettijohn, 1975)**

Nomor Sampel	: LT-17.9	Perbesaran	: 4X
Jenis Batuan	: Piroklastik	Tipe Mikroskop	: CX31-P



**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**

Pengamatan PPL memperlihatkan warna kuning sampai abu-abu kecoklatan. klastik, tekstur berupa butiran berukuran 0,05 mm – 2 mm, bentuk butir cenderung menyudut-menyudut tanggung, kemas tertutup, tersortasi sedang. Fragmen penyusun batuan berupa kuarsa feldspar, litik, mineral opak dan matriks berupa gelas vulkanik. Secara umum nampak butiran/grain lebih dominan jika dibandingkan dengan matriks

**Komposisi Mineral (Minerals Compositiion) :**

**1. Lithic (45%), GHI-34**

Berwarna warna abu - abu kecoklat an, didominasi oleh pecahan batuan pumice, sedikit berupa batuan beku (Andesit), dengan ukuran butir 0,5mm- 2mm, bentuk menyudut - tanggung.

**2. Feldspar (15%), E.5**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat bewarna putih. Bentuk yang teramati menyudut tanggung-membulat tanggung tanpa belahan, indeks bias  $n < n_{kb}$ , ukuran butir 0,05-0,1mm, dengan relief yang cenderung sedang dan tidak nampak adanya pleokroisme. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1. sebagian menampilkan kembaran,

**3. Piroxene (6%), D8**

Pada pengamatan sejajar nikol (PPL) terlihat bewarna kuning kecokelatan, dengan bentuk cenderung prismatic-subhedral. Belahan 1-2 arah, indeks bias  $n > n_{Kb}$ , relief sedang, pleokroisme lemah, Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi merah kebiruan atau warna ord e 2, sebagian telah berubah menjadi klorit berwarna interferensi kebiruan.

**4. Opak (9%) H2**

hitam, kedap cahaya, relief sangat tinggi, berukuran 0,05–0,15mm, bentuk menyudut tanggung, hadir merata dalam sayatan.

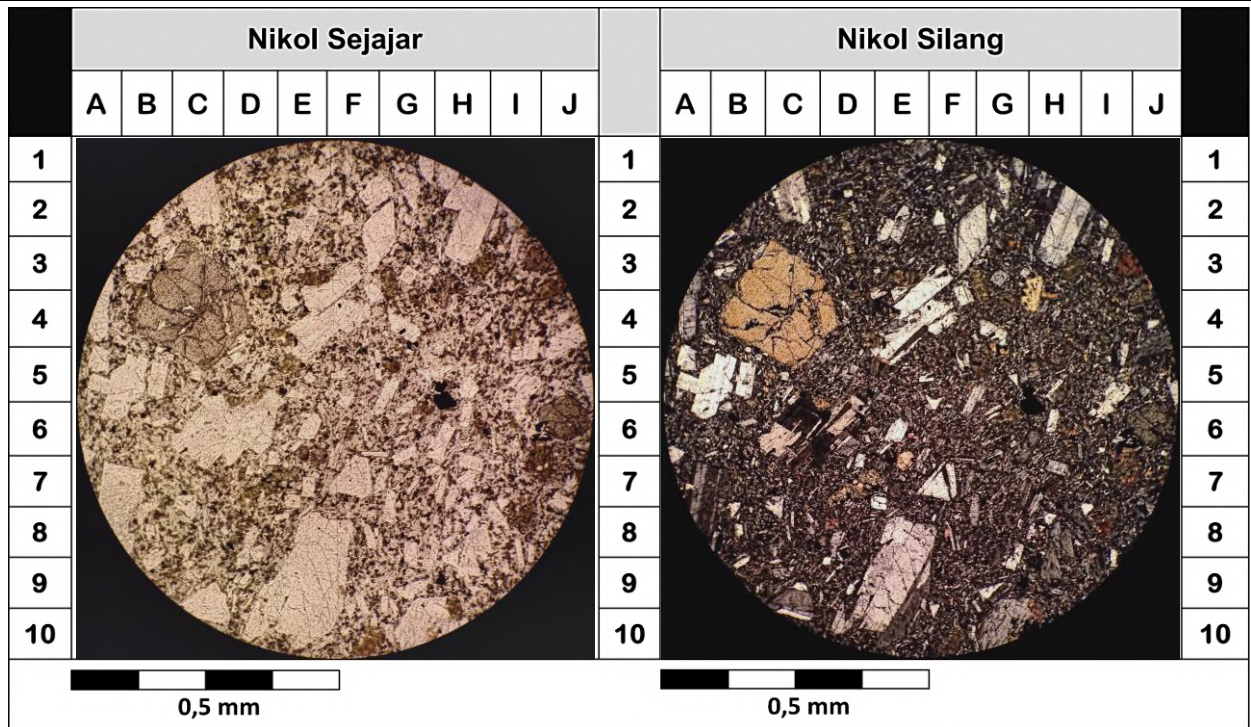
**5. Gelas (25%)**

Tidak berwarna, masive, hadir sebagai masa dasar batuan. Pengamatan dengan pada posisi nikol silang bewarna gelap, dengan menggunakan keping gips bewarna ungu muda berkabut. Sebagian telah berubah menjadi mineral lempung.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

- **Pumice Lithic Tuff (Williams, 1982)**

Nomor Sampel	: AND 8.1	Perbesaran	: Okuler 10x, Objektif 4X
Jenis Batuan	: Beku	Tipe Mikroskop	: CX31-P



**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**

Pada pengamatan PPL memperlihatkan warna coklat muda – coklat kekuningan. Tekstur batuan yaitu hipokristalin, porfiritik, dengan bentuk kristal subhedral - anhedral. Tekstur khusus berupa pilotaksitik (menunjukkan pengaruh aliran yang tidak signifikan). Dijumpai adanya zoning pada mineral feldspar. Fenokris 54 % dan masa dasar 46% Komposisi mineral yang hadir sebagai fenokris yaitu piroksin, hornblende, plagioklas, mineral opak. Masa dasar yang tersusun oleh mikrolit plagioklas dan gelas.

**Komposisi Mineral (Minerals Compotition) :**

**1. Plagioklas 37% (A.7) (E.9)**

Pada pengamatan PPL kenampakan cenderung colorless. Bentuk prismatic panjang dengan belahan 1 arah, relief yang teramat relatif rendah dan tidak nampak adanya pleokroisme. Pada pengamatan XPL menunjukkan warna interferensi putih abu-abu (orde 1), dijumpai adanya kenampakan kembaran albit, carlsbad, Didominasi An46 (Andesin).

**2. Piroksen14% (C.4)**

Dalam keadaan PPL coklat cerah, relief tinggi, belahan 1-2 arah. Dalam keadaan XPL BF 0,033 kuning cerah sampai kecoklatan, pemadaman miring - klinopiroksin orientasi lenth slow , tanpa kembaran.

**3. Hornblende 7 % (I.3)**

Keadaan PPL coklat keabuan, relief tinggi, menunjukan adanya pleokroisme lemah. Relief sedang- tinggi dengan belahan 2 arah. Dalam keadaan XPL, Hornblende memiliki BF 0,016 dengan warna interverensi merah kekuningan. Pemadaman miring.

**5. Opak 4 % (G.5) (H.6)**

Pada pengamatan PPL & XPL mineral menunjukkan warna hitam gelap, relief tinggi, hitam, isotrop relief tinggi, ukuran butir 0,05-0,1mm, bentuk equant, hadir berupa mineral magnetite.

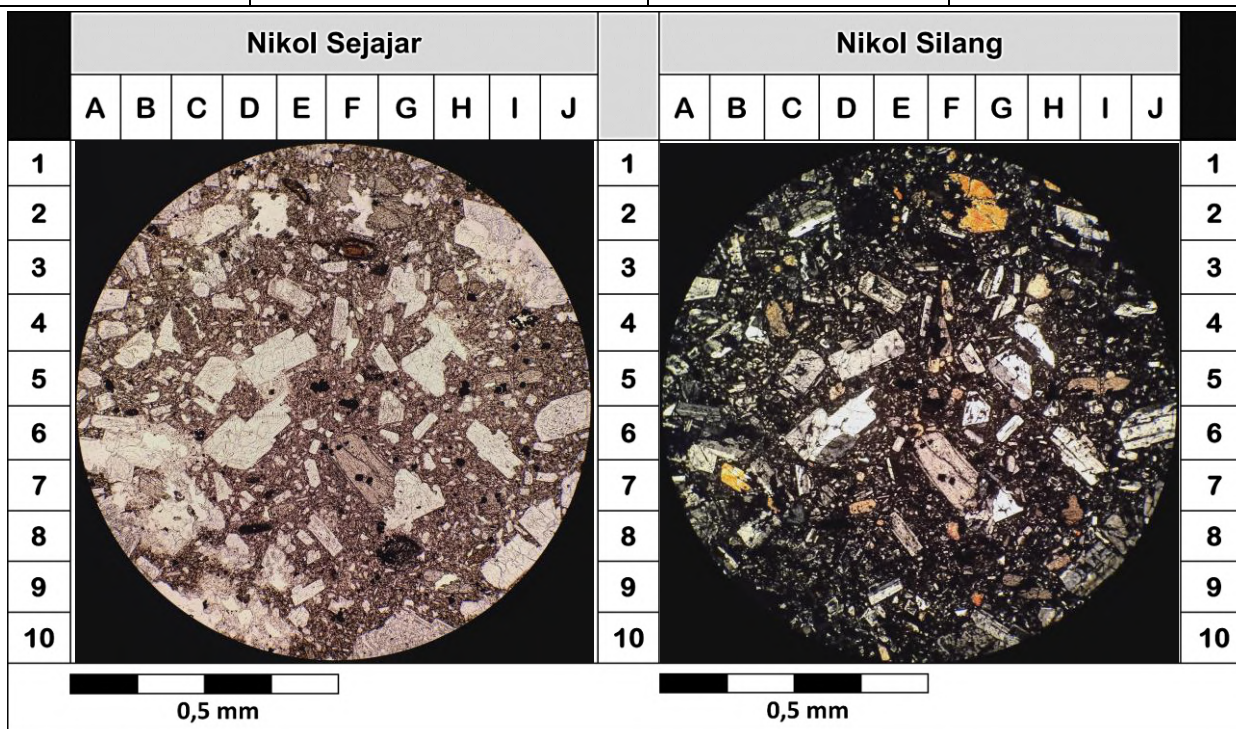
**6. Massa Dasar 38 %**

Masa dasar berupa gelas (8 %) dan mikrolit plagioklas (30 %). Mikrolit feldspar (plagioklas) dalam keadaan PPL tidak bewarna / colorless, bentuk prismatic, nampak adanya belahan, memiliki relief yang rendah. Dalam keadaan XPL, berwarna hitam dengan BF rendah (orde 1). Gelas memiliki ciri tidak berwarna, masive, hadir sebagai masa dasar batuan. Pengamatan dengan pada XPL bewarna gelap keabuan, dengan menggunakan keping gips bewarna ungu muda berkabut.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

**Pilotaxitic Piroxene Andesite (Williams, 1982)**

Nomor Sampel	:BM- 17.10	Perbesaran	: Okuler 10x, Objektif 4X
Jenis Batuan	: Beku	Tipe Mikroskop	: CX31-P



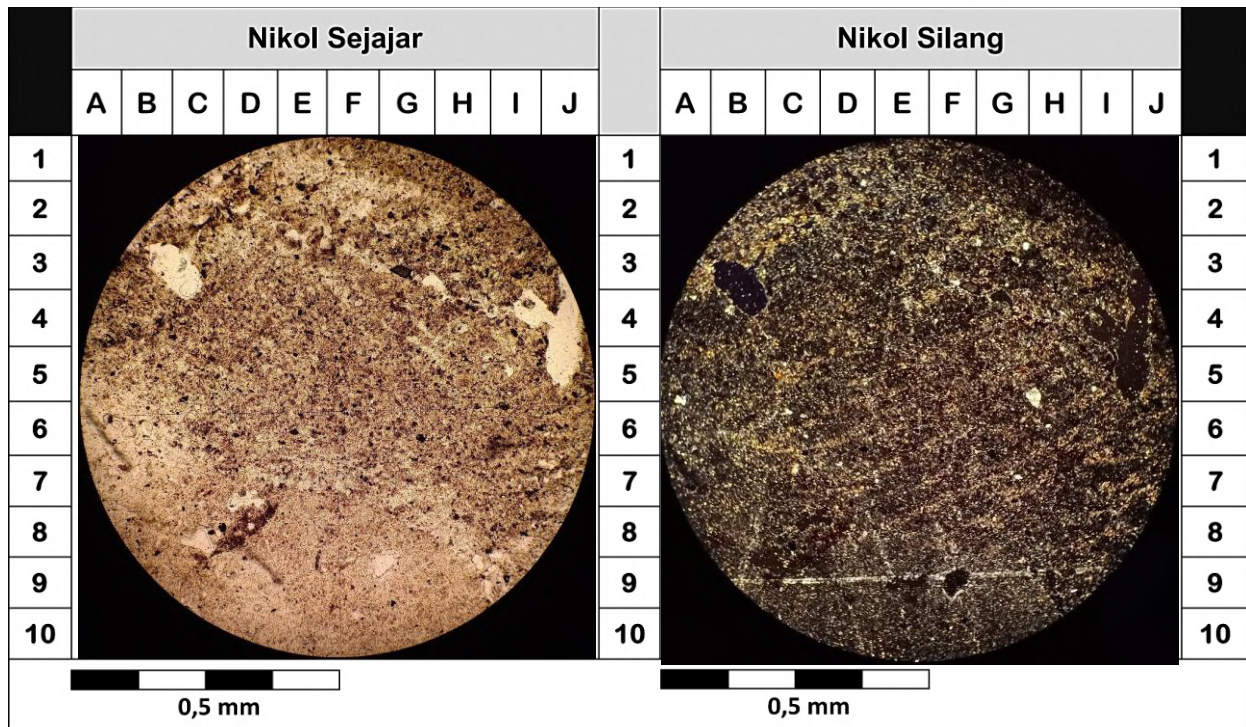
**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**  
 Pada pengamatan PPL memperlihatkan warna coklat muda – coklat kekuningan sampai gelap. Sampel batuan memiliki tekstur porfiritik, relasi inequigranular porfiritik dimana fenokris tertanam pada massa dasar berupa mineral yang lebih kecil. Fenokris 52 % dan masa dasar 48 %. Fenokris dengan ukuran kristal > 0,1 mm terdiri dari plagioklas, piroksen, hornblende. Masa dasar dengan ukuran kristal < 0,1 mm terdiri dari mikrokristal plagioklas, gelas, mineral opa (magnetit).

**Komposisi Mineral (Minerals Compositition) :**

- 1. Plagioklas 59 % (J.6)**  
 Pada pengamatan PPL mineral menunjukkan warna colorless, bentuk kristal euhedral-subhedral, belahan 1 arah, relief rendah. Pada pengamatan XPL birefringence lemah 0.009-0,011 orde pertama warna interferensi putih, sudut pemadaman 26°. Plagioklas didominasi An 48 labradorit, kembaran albit, dijumpai juga carlsbad-albit.
- 2. Piroksen 12 % (I.8)**  
 Pada pengamatan PPL mineral menunjukkan warna abu-abu sampai kecoklatan, bentuk kristal anhedral-subhedral, relief tinggi, memiliki belahan 2 arah. Pada pengamatan XPL birefringence sedang 0.037-0,040 orde kedua, sudut pemadaman paralel.
- 3. Hornblende 8 % (G.2)**  
 Keadaan PPL coklat keabuan, relief tinggi, menunjukkan adanya pleokroisme lemah. Relief sedang- tinggi dengan belahan 2 arah menyudut. XPL menunjukkan warna coklat kekuningan, relief sedang, n>kbalsam, BF 0.033-0.059, pemadaman paralel, orientasi length-slow.
- 4. Gelas 14 % (E.7)**  
 Gelas memiliki ciri tidak berwarna, masive, hadir sebagai masa dasar batuan. Pengamatan dengan pada XPL berwarna gelap keabuan, dengan menggunakan keping gips berwarna ungu muda berkabut.
- 5. Opak 7 % (F.5)**  
 Pada pengamatan PPL & XPL mineral menunjukkan warna hitam gelap, relief tinggi, bentuk berbentuk quant atau kubik dan kristal euhedral-subhedral.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**  
**Piroxene Andesite (Williams, 1982)**

Nomor Sampel	: BP – 13.8	Perbesaran	: Okuler 10x, Objektif 4X
Jenis Batuan	: Sedimen	Tipe Mikroskop	: CX31-P



**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**

Sayatan batuan sedimen, saat PPL abu-abu kecoklatan, saat XPL abu-abu gelap sampai kecoklatan, tekstur klastik, laminasi, komposisi terdiri dari fragmen batuan berupa lithic, feldspar, kuarsa, dan mineral opak, dengan ukuran butir 0,08-0,5 mm (*fine sand*), bentuk butir menyudut-membulat tanggung, kemas tertutup, sortasi sedang. matriks berupa mineral lempung dan pecahan mineral.

**Komposisi Mineral (Minerals Compositiion) :**

**1. Kuarsa 8% (F.3)**

Pada pengamatan PPL terlihat berwarna putih, dengan bentuk cenderung membulat (equant) anhedral. Tidak nampak adanya belahan ataupun pleokroisme, kenampakan relief mineral cenderung rendah. Ukuran <0,1 mm. Pada pengamatan tegak lurus nikol (XPL) menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1 dengan BF 0.008, tidak dijumpai adanya kembaran.

**2. Lithic 31% (H.3) (E.3)**

Pengamatan PPL menunjukkan warna Abu-abu kecoklatan, grain berupa batuan beku (andesit) dan batuan sedimen dengan ukuran butir <0,4 mm, bentuk menyudut tanggung – membulat tanggung. Pada pengamatan XPL menunjukkan warna interferensi bervariasi tergantung mineral penyusunnya

**3. Felspar 11% (G.5)**

Pada pengamatan PPL terlihat berwarna putih. Bentuk yang teramati menyudut tanggung-membulat tanggung tanpa belahan, indeks bias  $n_{\text{nk}} < n_{\text{kb}}$ , ukuran butir 0,05-0,1mm, dengan relief yang cenderung sedang dan tidak nampak adanya pleokroisme. Pada pengamatan XPL menunjukkan warna interferensi putih hingga putih keabu-abuan orde 1. sebagian menampakkan kembaran.

**4. Mineral Opak 5% (E.6)**

Pada pengamatan PPL terlihat mineral opak berwarna hitam dengan relief tinggi. Tidak nampak adanya belahan, pleokroisme. Berdasarkan bentuk mineral (equant) sehingga mineral opak yang ada diperkirakan adalah pyrite dan magnetite.

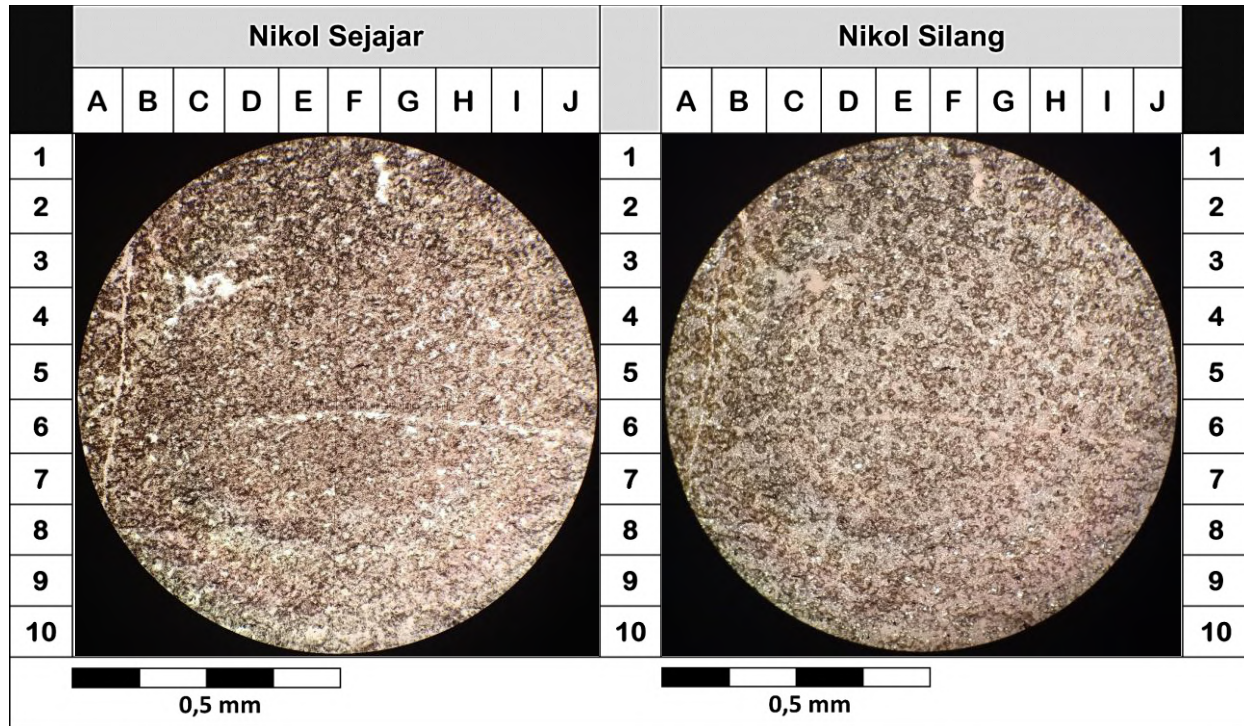
**5. Matriks batuan 45%**

Mineral lempung dalam keadaan PPL tidak berwarna, tidak nampak adanya belahan, memiliki relief yang rendah. Dalam keadaan XPL, BF rendah (orde 1) dan tidak memiliki sudut pepadaman.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

**Lithic Wacke** (Pettijohn, 1975)

Nomor Sampel	: HN-20	Perbesaran	: 4X
Jenis Batuan	: Metamorf	Tipe Mikroskop	: Olympus CX31-P



**Pemerian Petrografi (Petrographic Description) :**  
 Warna saat PPL menunjukkan abu-abu sampai coklat kekuningan cerah, struktur hornfelsik, tekstur granoblastik, fine grain size, dense, terlihat bentukan choncoidal, tersusun oleh mineral kuarsa, feldspar dan mineral assesori.

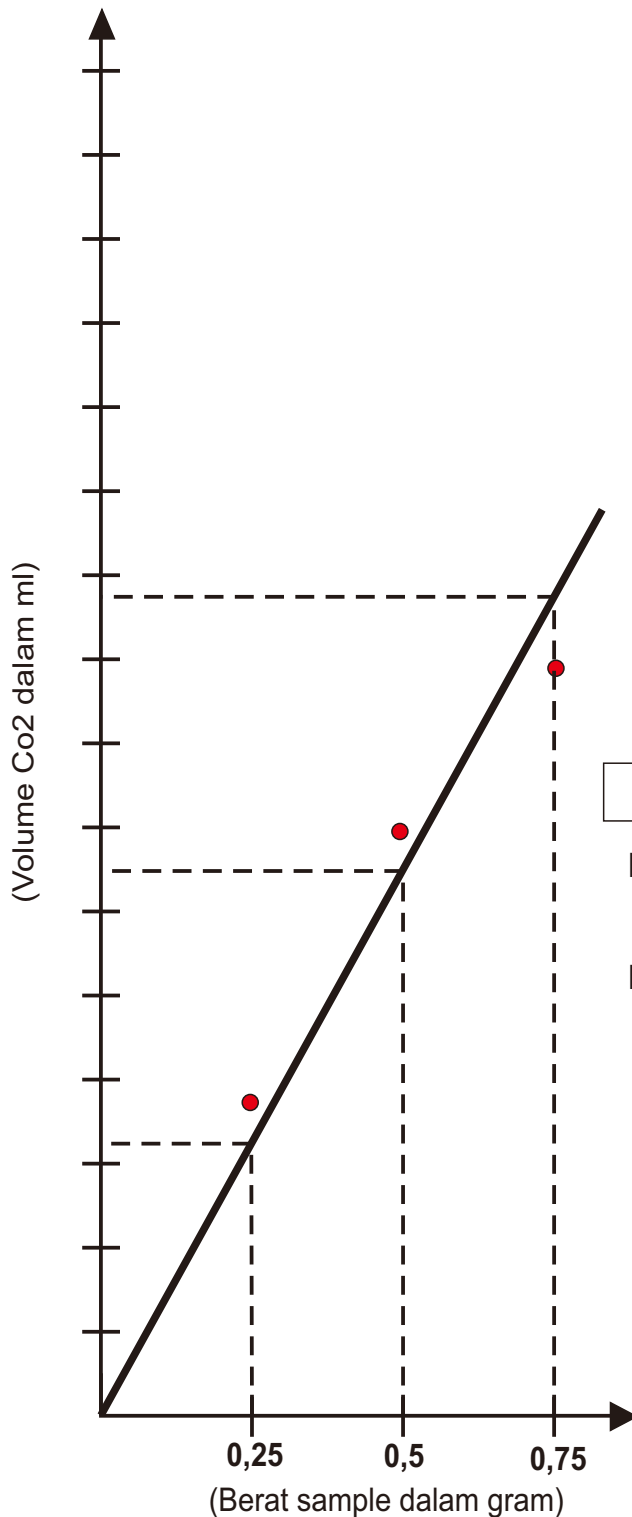
- Komposisi Mineral (Minerals Compositition) :**
- 1. Kuarsa 61% (E2)**  
 Abu-abu keputihan, relief rendah, indeks bias  $n > n_{kb}$ , berukuran 0,08–0,1mm, pepadaman bergelombang, bentuk menyudut tanggung.
  - 2. Alkali Feldspar 20% (D7)**  
 Berupa ortoklas, warna abu-abu berkabut , relief rendah, indeks bias  $n < n_{Kb}$ , berukuran 0,08 – 0.1 mm, bentuk butir subhedral – anhedral.
  - 3. Plagioklas 10% (H3)**  
 Putih abu-abu, berukuran (0,1-2)mm, bentuk anhedral-subhedral, relief rendah, menunjukkan kembaran
  - 4. Litik 7% (B9)**  
 Berwarna putih kekuningan, ukuran butir 0,1 mm – 0,2 mm , bentuk butir subangular-sub rounded, hadir setempat dalam sayatan sebagai fragmen.
  - 5. Opaque 2% (H6)**  
 Pada pengamatan PPL & XPL mineral menunjukkan warna hitam gelap, relief tinggi, bentuk berbentuk quant/cubik dan kristal euhedral-subhedral.

**Penamaan Petrografis (Petrographic Name) :**

- Hornfels (O’Dunn & Sill, 1986)

<p>LABORATORIUM SEDIMENTOLOGI JURUSAN TEKNIK GEOLOGI FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL UPN "VETERAN" YOGYAKARTA 2020</p> 	<p><b>KALSIMETRI</b></p> <p>NO CONTOH : 29 LOKASI : Karangnangka FORMASI : Formasi Merawu UMUR : Miosen tengah</p>	<p>TANGGAL : 1 September 2020 DIKERJAKAN OLEH : Pradipta Nurlisty P NIM : 111.160.089</p>
---	--	---

**KURVA STANDAR**



**Hasil uji kalsimetri CaCO3 murni :**

X1 (0,25 gr) = 74 % (Y1)  
X2 (0,5 gr) = 137 % (Y2)  
X3 (0,75 gr) = 174 % (Y3)

**Dari kurva standar didapatkan nilai :**

X1 (0,25 gr) --> Y1 = 64  
X2 (0,5 gr) --> Y2 = 128  
X3 (0,75 gr) --> Y3 = 189

$$\frac{X - X_1}{X_2 - X_1} = \frac{Y - Y_1}{Y_2 - Y_1} \quad Y = 12$$

$$\frac{X - 0,25}{0,5 - 0,25} = \frac{12 - 64}{128 - 64}$$

$$\frac{X - 0,25}{0,25} = \frac{-52}{64}$$

$$X = 0,05$$

$$X = 0,05$$

Ket : Y = Volume Co2 (ml) tiap sample yang diuji

$$\begin{aligned} \text{Kadar CaCO}_3 (\%) &= \frac{X}{\text{Berat Sample}} \times 100\% \\ &= \frac{0,05}{0,5} \times 100\% \\ &= 10\% \end{aligned}$$

Dari hasil analisa kalsimetri, didapatkan % kadar CaCO<sub>3</sub> sebesar 10 %. Sehingga didapatkan nama batuan yaitu Lempung napalan (Pettijohn, 1957)



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

## Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 1 A

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.3	11.1	11.6
Weight of container + wet soil	49.10	52.30	53.90
Weight of wet soil	37.80	41.20	42.30
Weight of container + dry soil	38.7	40.3	42.9
Weight of dry soil	27.40	29.20	31.30
Water content (%)	21.18	22.94	20.41
<b>Average water content (%)</b>	<b>21.51</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	10.9	11.2	11.1	11.2	11.4
Weight of container + wet soil	17.5	17.5	18.0	18.2	18.7
Weight of container + dry soil	16.8	16.7	16.3	16.3	16.7
Number of blows	39	27	23	21	19
Water content (%)	11.9	14.5	32.7	36.0	37.8
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>23.62</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.5	11.1	10.4
Weight of container + wet soil	30.10	30.00	28.61
Weight of container + dry soil	25.86	25.37	23.81
Water content (%)	14.09	15.43	16.78
<b>Average water content (%)</b>	<b>15.43</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	88.9	Red Brown	15.1	46.7	27.1	SC
S.02	90.2	Red Brown	13	50.2	27	
S.03	90.7	Red Brown	12.4	53.7	24.6	
Pasir berlempung, campuran pasir dan lempung						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	22.3	21.6
Weight of piknometer + water (gr)	138.1	137.7
Weight of piknometer + dry soil (gr)	62.8	61.8
Weight of piknometer (gr)	40.5	40.2
Weight of water (gr)	97.6	97.5
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	151.3	151.7
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.45	2.84
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.65</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	21.51	Specific grafity	2.65
Liquid limit (%)	23.62	Degree of saturation (%)	79.87
Plastic limit (%)	15.43	Void Ratio	1.26
Plasticity Index (%)	8.19	Porosity (%)	55.76
Soil classification	SC		
Average Wet Soil (g)	40.43		
Average Dry Soil (g)	29.30		
Vs cm <sup>3</sup>	11.06		
Vv cm <sup>3</sup>	13.94		
V cm <sup>3</sup>	25		

### Catatan:

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the certificate can't be duplicate without a written permission from management*).





## LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571  
 Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com  
 No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021  
 Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

### Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020 Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Client ID : 030720F Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas) Tanggal Uji : 26 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 1 B

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.1	10.6	11.3
Weight of container + wet soil	55.10	50.30	51.70
Weight of wet soil	44.00	39.70	40.40
Weight of container + dry soil	42.8	38.9	40.4
Weight of dry soil	31.70	28.30	29.10
Water content (%)	22.32	22.66	21.86
<b>Average water content (%)</b>	<b>22.28</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11.9	11.7	12.1	11.1	11
Weight of container + wet soil	18.4	18.8	19.2	18.4	18.5
Weight of container + dry soil	17.3	17.1	17.2	16.2	16.2
Number of blows	39	28	24	20	18
Water content (%)	20.4	32.7	38.8	43.1	44.2
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>35.77</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	10.7	10.9	11.4
Weight of container + wet soil	30.30	30.80	31.61
Weight of container + dry soil	26.06	26.17	26.81
Water content (%)	13.99	15.03	15.19
<b>Average water content (%)</b>	<b>14.74</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	90.1	Brown	10.4	28.1	51.6	CL
S.02	95.4	Brown	16.7	29.8	48.9	
S.03	89.2	Brown	11.2	26.4	51.6	
Lempung inorganik dengan plastisitas rendah-sedang, lempung dari kerikil, lempung berpasir dengan viskositas rendah						

Specivic Grafiti		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	19.8	19.5
Weight of piknometer + water (gr)	138.1	137.6
Weight of piknometer + dry soil (gr)	60.8	60.3
Weight of piknometer (gr)	41	40.8
Weight of water (gr)	97.1	96.8
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	151.1	149.5
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafiti (Gs)	2.91	2.57
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.74</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	22.28	Specific grafiti	2.74
Liquid limit (%)	35.77	Degree of saturation (%)	82.38
Plastic limit (%)	14.74	Void Ratio	1.31
Plasticity Index (%)	21.03	Porosity (%)	56.65
Soil classification	CL		
Average Wet Soil (g)	41.37		
Average Dry Soil (g)	29.70		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	10.84		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	14.16		
V cm <sup>3</sup>	25		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

## Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 2 A

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.1	11	11
Weight of container + wet soil	51.30	52.10	54.00
Weight of wet soil	40.20	41.10	43.00
Weight of container + dry soil	39.9	39.5	42.1
Weight of dry soil	28.80	28.50	31.10
Water content (%)	22.22	24.18	22.04
<b>Average water content (%)</b>	<b>22.81</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11.6	10.5	10.8	11.2	10.9
Weight of container + wet soil	18.2	17.1	17.6	18.2	18.1
Weight of container + dry soil	17.1	15.9	16.0	16.4	16.2
Number of blows	37	26	24	22	19
Water content (%)	20.2	22.3	30.9	36.2	37.4
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>26.61</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.8	11.1	11.4
Weight of container + wet soil	26.40	23.70	26.00
Weight of container + dry soil	22.16	19.07	21.20
Water content (%)	16.06	19.54	18.46
<b>Average water content (%)</b>	<b>18.02</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	89.2	Light Brown	8.1	53.2	27.9	SC
S.02	94.5	Light Brown	13.8	50.3	30.4	
S.03	92.8	Light Brown	16.1	47.6	29.1	
Pasir berlempung, campuran pasir dan lempung						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	21.7	21.1
Weight of piknometer + water (gr)	140	141
Weight of piknometer + dry soil (gr)	62.5	62.3
Weight of piknometer (gr)	40.8	41.2
Weight of water (gr)	99.2	99.8
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	153.6	154.3
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.68	2.71
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.69</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	22.81	Specific grafity	2.69
Liquid limit (%)	26.61	Degree of saturation (%)	85.09
Plastic limit (%)	18.02	Void Ratio	1.29
Plasticity Index (%)	8.59	Porosity (%)	56.25
Soil classification	SC		
Average Wet Soil (g)	41.43		
Average Dry Soil (g)	29.47		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	10.94		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	14.06		
V cm <sup>3</sup>	25		

### Catatan:

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



**LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN**

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

**Soil Basic Properties**

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 2 B

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	10.3	11.2	10.7
Weight of container + wet soil	53.70	54.30	51.40
Weight of wet soil	43.40	43.10	40.70
Weight of container + dry soil	42.9	43.5	42.2
Weight of dry soil	32.60	32.30	31.50
Water content (%)	20.11	19.89	17.90
<b>Average water content (%)</b>	<b>19.30</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11.3	11.2	11	11.1	11
Weight of container + wet soil	17.7	18.3	18.0	18.2	18.3
Weight of container + dry soil	16.6	16.5	16.1	16.2	16.2
Number of blows	38	28	24	20	18
Water content (%)	20.8	33.2	37.2	38.8	40.2
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>35.22</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.1	11.3	11
Weight of container + wet soil	26.90	27.10	26.80
Weight of container + dry soil	22.66	22.47	22.00
Water content (%)	15.76	17.08	17.91
<b>Average water content (%)</b>	<b>16.92</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	83.4	Grey	12.3	24.3	46.8	CL
S.02	88.8	Grey	10.4	25.5	52.9	
S.03	91.2	Grey	16.7	23.1	51.4	
Lempung inorganik dengan plastisitas rendah-sedang, lempung dari kerikil, lempung berpasir dengan viskositas rendah						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	17.9	18.3
Weight of piknometer + water (gr)	137.4	136.8
Weight of piknometer + dry soil (gr)	57.9	59.3
Weight of piknometer (gr)	40	41
Weight of water (gr)	97.4	95.8
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	148.2	148.5
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.52	2.77
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.65</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	19.30	Specific grafity	2.65
Liquid limit (%)	35.22	Degree of saturation (%)	57.47
Plastic limit (%)	16.92	Void Ratio	1.47
Plasticity Index (%)	18.30	Porosity (%)	59.55
Soil classification	CL		
Average Wet Soil (g)	42.40		
Average Dry Soil (g)	32.13		
Vs cm <sup>3</sup>	12.14		
Vv cm <sup>3</sup>	17.86		
V cm <sup>3</sup>	30		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

## Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020      Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Client ID : 030720F      Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)      Tanggal Uji : 26 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 3 A

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11	11.2	10.7
Weight of container + wet soil	57.10	56.20	59.70
Weight of wet soil	46.10	45.00	49.00
Weight of container + dry soil	40.1	39.7	40.0
Weight of dry soil	29.10	28.50	29.30
Water content (%)	29.77	29.36	33.00
<b>Average water content (%)</b>	<b>30.71</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	10.8	11	11.3	10.7	11.1
Weight of container + wet soil	16.9	17.7	17.8	17.6	18.2
Weight of container + dry soil	16.3	16.6	16.4	15.9	16.2
Number of blows	38	29	23	20	18
Water content (%)	10.9	19.6	28.9	32.9	38.2
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>24.25</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.1	11.1	11.4
Weight of container + wet soil	28.30	28.37	28.69
Weight of container + dry soil	24.06	23.74	23.89
Water content (%)	14.98	16.32	16.73
<b>Average water content (%)</b>	<b>16.01</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	94.3	Red Brown	9.9	49.9	34.5	SC
S.02	91.8	Red Brown	13.5	51.3	27	
S.03	95.2	Red Brown	11.3	54.7	29.2	
Pasir berlempung, campuran pasir dan lempung						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	20.9	20.8
Weight of piknometer + water (gr)	140.2	139.9
Weight of piknometer + dry soil (gr)	61.9	61.9
Weight of piknometer (gr)	41	41.1
Weight of water (gr)	99.2	98.8
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	153.3	153
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.68	2.70
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.69</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	30.71	Specific grafity	2.69
Liquid limit (%)	24.25	Degree of saturation (%)	89.41
Plastic limit (%)	16.01	Void Ratio	1.32
Plasticity Index (%)	8.24	Porosity (%)	56.97
Soil classification	SC		
Average Wet Soil (g)	41.70		
Average Dry Soil (g)	28.97		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	10.76		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	14.24		
V cm <sup>3</sup>	25		

### Catatan:

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

## Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 3 B

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11	10.6	11.1
Weight of container + wet soil	41.20	53.90	50.20
Weight of wet soil	30.20	43.30	39.10
Weight of container + dry soil	32.1	40.2	39.8
Weight of dry soil	21.10	29.60	28.70
Water content (%)	22.09	25.42	20.72
<b>Average water content (%)</b>	<b>22.74</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11	11.3	10.5	11.6	11.2
Weight of container + wet soil	17.7	18.2	17.4	18.8	18.6
Weight of container + dry soil	16.4	16.6	15.6	16.7	16.4
Number of blows	38	27	24	21	19
Water content (%)	24.0	29.2	35.2	40.2	42.3
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>32.21</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.4	11.2	10.6
Weight of container + wet soil	24.30	23.50	23.30
Weight of container + dry soil	20.06	18.87	18.50
Water content (%)	17.45	19.70	20.60
<b>Average water content (%)</b>	<b>19.25</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	92	Red Brown	10.2	28.1	53.7	CL
S.02	89.5	Red Brown	15.1	25.1	49.3	
S.03	90.4	Red Brown	13.6	28.7	48.1	
Lempung inorganik dengan plastisitas rendah-sedang, lempung dari kerikil, lempung berpasir dengan viskositas rendah						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	18.7	19
Weight of piknometer + water (gr)	138.1	137.2
Weight of piknometer + dry soil (gr)	59.2	59.8
Weight of piknometer (gr)	40.5	40.8
Weight of water (gr)	97.6	96.4
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	149.8	149.3
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.67	2.75
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.71</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	22.74	Specific grafity	2.71
Liquid limit (%)	32.21	Degree of saturation (%)	72.58
Plastic limit (%)	19.25	Void Ratio	1.56
Plasticity Index (%)	12.96	Porosity (%)	60.99
Soil classification	CL		
Average Wet Soil (g)	37.53		
Average Dry Soil (g)	26.47		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	9.75		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	15.25		
V cm <sup>3</sup>	25		

### Catatan:

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



**LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN**

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

**Soil Basic Properties**

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 4 A

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	10.8	11.1	11.6
Weight of container + wet soil	46.80	49.30	48.90
Weight of wet soil	36.00	38.20	37.30
Weight of container + dry soil	35.0	35.7	35.1
Weight of dry soil	24.20	24.60	23.50
Water content (%)	25.21	27.59	28.22
<b>Average water content (%)</b>	<b>27.01</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11.8	10.2	10.5	11	11
Weight of container + wet soil	17.8	16.8	17.0	17.7	18.0
Weight of container + dry soil	17.2	15.6	15.6	16.2	16.1
Number of blows	38	27	23	21	19
Water content (%)	11.1	22.1	27.1	28.9	37.2
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>24.57</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11	11.2	11.2
Weight of container + wet soil	23.60	23.70	23.88
Weight of container + dry soil	20.36	20.00	20.64
Water content (%)	13.73	15.61	13.57
<b>Average water content (%)</b>	<b>14.30</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	95.1	Brown	11.6	57.4	26.1	SC
S.02	90.4	Brown	14.3	50.2	25.9	
S.03	91.9	Brown	12	52.3	27.6	
Pasir berlempung, campuran pasir dan lempung						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	23.1	22.8
Weight of piknometer + water (gr)	139.8	139.2
Weight of piknometer + dry soil (gr)	63.6	63.9
Weight of piknometer (gr)	40.5	41.1
Weight of water (gr)	99.3	98.1
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	154.1	153.6
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.63	2.72
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.67</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	27.01	Specific grafity	2.67
Liquid limit (%)	24.57	Degree of saturation (%)	62.27
Plastic limit (%)	14.30	Void Ratio	1.16
Plasticity Index (%)	10.27	Porosity (%)	53.78
Soil classification	SC		
Average Wet Soil (g)	37.17		
Average Dry Soil (g)	24.10		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	9.02		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	20.98		
V cm <sup>3</sup>	30		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



**LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN**

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

**Soil Basic Properties**

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 4 B

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.5	11.1	11.3
Weight of container + wet soil	47.70	47.50	46.40
Weight of wet soil	36.20	36.40	35.10
Weight of container + dry soil	34.2	33.9	32.5
Weight of dry soil	22.70	22.80	21.20
Water content (%)	28.30	28.63	29.96
<b>Average water content (%)</b>	<b>28.96</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	10.5	11	11.4	10.9	11.8
Weight of container + wet soil	17.3	18.0	18.5	18.2	19.4
Weight of container + dry soil	16.0	16.4	16.5	16.0	17.0
Number of blows	39	28	24	20	18
Water content (%)	23.7	31.4	38.6	43.6	46.2
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>35.01</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.3	10.9	11.2
Weight of container + wet soil	22.90	22.00	24.40
Weight of container + dry soil	18.66	17.37	19.60
Water content (%)	18.52	21.05	19.67
<b>Average water content (%)</b>	<b>19.74</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	87.3	Light Brown	14.9	25.1	47.3	CL
S.02	90.1	Light Brown	16.7	23.3	50.1	
S.03	89.8	Light Brown	11.4	26.9	51.5	
Lempung inorganik dengan plastisitas rendah-sedang, lempung dari kerikil, lempung berpasir dengan viskositas rendah						

Specivic Grafity		
No. Pknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	19.7	20
Weight of pknometer + water (gr)	137.2	138.9
Weight of pknometer + dry soil (gr)	60.2	61
Weight of pknometer (gr)	40.5	41
Weight of water (gr)	96.7	97.9
Weight of pknometer + dry soil + water (gr)	149.6	150.9
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.70	2.50
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.60</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	28.96	Specific grafity	2.60
Liquid limit (%)	35.01	Degree of saturation (%)	63.70
Plastic limit (%)	19.74	Void Ratio	1.26
Plasticity Index (%)	15.27	Porosity (%)	55.65
Soil classification	CL		
Average Wet Soil (g)	35.90		
Average Dry Soil (g)	22.23		
Vs cm³	8.55		
Vv cm³	21.45		
V cm³	30		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari managemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



## LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

### Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji : P 5 A

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.1	11.4	11.2
Weight of container + wet soil	45.70	46.50	45.40
Weight of wet soil	34.60	35.10	34.20
Weight of container + dry soil	32.2	33.7	32.6
Weight of dry soil	21.10	22.30	21.40
Water content (%)	29.54	27.53	28.19
<b>Average water content (%)</b>	<b>28.42</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11.1	11.5	10.8	11.3	11.1
Weight of container + wet soil	17.2	18.0	17.2	18.1	18.3
Weight of container + dry soil	16.7	16.9	16.0	16.5	16.3
Number of blows	40	28	24	20	17
Water content (%)	8.9	20.4	23.2	30.8	37.2
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>21.79</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.3	11	11.1
Weight of container + wet soil	24.90	24.10	24.30
Weight of container + dry soil	20.70	19.41	19.43
Water content (%)	16.87	19.46	20.04
<b>Average water content (%)</b>	<b>18.79</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	96.3	Dark Brown	13.1	52.3	30.9	SM
S.02	92.1	Dark Brown	16.5	58.7	16.9	
S.03	95.4	Dark Brown	13.9	47.9	33.6	
Pasir berlanau, dengan butiran halus, pembagian ukuran butir buruk						

Specivic Grafitiy		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	21.5	21.2
Weight of piknometer + water (gr)	139.8	139
Weight of piknometer + dry soil (gr)	62.3	62.3
Weight of piknometer (gr)	40.8	41.1
Weight of water (gr)	99	97.9
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	153.5	151.9
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafitiy (Gs)	2.76	2.56
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.66</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	28.42	Specific grafitiy	2.66
Liquid limit (%)	21.79	Degree of saturation (%)	53.59
Plastic limit (%)	18.79	Void Ratio	1.50
Plasticity Index (%)	3.00	Porosity (%)	59.97
Soil classification	SM		
Average Wet Soil (g)	34.63		
Average Dry Soil (g)	26.60		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	10.01		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	14.99		
V cm <sup>3</sup>	25		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).





## LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571  
 Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com  
 No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021  
 Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

### Soil Basic Properties

Project No.	: 06/GMS/VIII/2020	Diuji Oleh	: Bambang Suryo M.P., ST
Client ID	: 030720F	Disetujui Ka. Lab.	: Novandri Kusuma W., MT
Jumlah Contoh	: 12 (dua belas)	Tanggal Uji	: 26 Juli 2020
Kode Uji.	: P 5 B		

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.1	11.3	11.2
Weight of container + wet soil	48.80	47.50	49.20
Weight of wet soil	37.70	36.20	38.00
Weight of container + dry soil	34.7	34.4	34.5
Weight of dry soil	23.60	23.10	23.30
Water content (%)	28.89	27.58	29.88
<b>Average water content (%)</b>	<b>28.78</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	10.9	11.1	10.5	10.7	10.5
Weight of container + wet soil	17.8	18.2	17.5	17.9	17.9
Weight of container + dry soil	16.4	16.6	15.6	15.9	15.8
Number of blows	39	28	24	20	17
Water content (%)	25.7	29.1	36.1	38.4	39.8
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>32.61</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11	11.3	11.2
Weight of container + wet soil	26.10	26.40	26.30
Weight of container + dry soil	21.83	21.72	21.46
Water content (%)	16.36	17.73	18.40
<b>Average water content (%)</b>	<b>17.50</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	88.2	Light Brown	10.9	24.3	53	CL
S.02	85.4	Light Brown	12.9	25.1	47.4	
S.03	90.9	Light Brown	12.1	26.2	52.6	
Lempung inorganik dengan plastisitas rendah-sedang, lempung dari kerikil, lempung berpasir dengan viskositas rendah						

Specivic Gracity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	19.4	19.1
Weight of piknometer + water (gr)	139.6	139
Weight of piknometer + dry soil (gr)	60.2	60.2
Weight of piknometer (gr)	40.8	41.1
Weight of water (gr)	98.8	97.9
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	151.7	150.9
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic gracity (Gs)	2.66	2.65
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.66</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	28.78	Specific gracity	2.66
Liquid limit (%)	32.61	Degree of saturation (%)	72.69
Plastic limit (%)	17.50	Void Ratio	1.52
Plasticity Index (%)	15.12	Porosity (%)	60.35
Soil classification	CL		
Average Wet Soil (g)	37.30		
Average Dry Soil (g)	26.33		
V <sub>s</sub> cm <sup>3</sup>	9.91		
V <sub>v</sub> cm <sup>3</sup>	15.09		
V cm <sup>3</sup>	25		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

## Soil Basic Properties

Project No. : 06/GMS/VIII/2020      Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Client ID : 030720F      Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)      Tanggal Uji : 26 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 6 A

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.8	12	11.6
Weight of container + wet soil	47.90	47.90	47.60
Weight of wet soil	36.10	35.90	36.00
Weight of container + dry soil	35.3	35.1	35.8
Weight of dry soil	23.50	23.10	24.20
Water content (%)	26.30	26.72	24.79
<b>Average water content (%)</b>	<b>25.94</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	11	11.1	10.8	11	11.2
Weight of container + wet soil	17.0	17.4	17.0	17.6	18.2
Weight of container + dry soil	16.3	16.4	15.8	16.1	16.5
Number of blows	40	28	24	21	18
Water content (%)	13.2	19.2	23.7	29.2	32.1
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>21.43</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.6	11.3	12.2
Weight of container + wet soil	26.70	25.40	26.30
Weight of container + dry soil	22.46	20.73	21.50
Water content (%)	15.88	18.39	18.25
<b>Average water content (%)</b>	<b>17.51</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	92.2	Brown	12.8	46.9	32.5	SM
S.02	94.3	Brown	16.1	54.3	23.9	
S.03	90.8	Brown	15.9	50.7	24.2	
Pasir berlanau, dengan butiran halus, pembagian ukuran butir buruk						

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	22	21.6
Weight of piknometer + water (gr)	139.1	139.4
Weight of piknometer + dry soil (gr)	62.7	62.8
Weight of piknometer (gr)	40.7	41.2
Weight of water (gr)	98.4	98.2
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	153.1	152.8
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.75	2.64
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.69</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	25.94	Specific grafity	2.69
Liquid limit (%)	21.43	Degree of saturation (%)	76.35
Plastic limit (%)	17.51	Void Ratio	1.25
Plasticity Index (%)	3.93	Porosity (%)	55.64
Soil classification	SM		
Average Wet Soil (g)	36.00		
Average Dry Soil (g)	23.60		
Vs cm <sup>3</sup>	8.76		
Vv cm <sup>3</sup>	16.24		
V cm <sup>3</sup>	25		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



**LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN**

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

**Soil Basic Properties**

Project No. : 06/GMS/VIII/2020  
 Client ID : 030720F  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas)  
 Kode Uji. : P 6 B

Diuji Oleh : Bambang Suryo M.P., ST  
 Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Tanggal Uji : 26 Juli 2020

Natural Water Content			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.8	11.2	11.3
Weight of container + wet soil	53.90	53.20	54.40
Weight of wet soil	42.10	42.00	43.10
Weight of container + dry soil	40.6	40.3	41.5
Weight of dry soil	28.80	29.10	30.20
Water content (%)	24.68	24.25	23.71
<b>Average water content (%)</b>	<b>24.21</b>		

Liquid Limit					
No. Sampel	S.01	S.02	S.03	S.04	S.05
Weight of container	10.9	10.4	10.7	10.8	11
Weight of container + wet soil	18.0	17.6	17.7	18.0	18.3
Weight of container + dry soil	16.5	15.8	15.8	15.9	16.0
Number of blows	40	28	25	20	17
Water content (%)	26.6	32.8	38.7	42.2	45.7
<b>Liquid limit (%)</b>	<b>35.76</b>				

Plastic Limit			
No. Sampel	S.01	S.02	S.03
Weight of container	11.3	10.5	11.1
Weight of container + wet soil	25.90	25.40	24.20
Weight of container + dry soil	21.00	20.77	19.40
Water content (%)	18.92	18.23	19.83
<b>Average water content (%)</b>	<b>18.99</b>		

Deskripsi Tanah (ASTM)						
No.	Berat Kering	Warna	(>4mm)	(0,06-4mm)	(<0,06mm)	Kode
S.01	85.5	Red Brown	13.4	21.3	50.8	CL
S.02	89.4	Red Brown	16.7	22.6	50.1	
S.03	83.3	Red Brown	12.9	22.9	47.5	
					Lempung inorganik dengan plastisitas rendah-sedang, lempung dari kerikil, lempung berpasir dengan viskositas rendah	

Specivic Grafity		
No. Piknometer	01	02
Weight of dry soil (gr)	18	18.4
Weight of piknometer + water (gr)	137.2	136.7
Weight of piknometer + dry soil (gr)	58.3	58.5
Weight of piknometer (gr)	40.3	40.1
Weight of water (gr)	96.9	96.6
Weight of piknometer + dry soil + water (gr)	148.5	148.2
Temp 1 (°)	30	30
Temp 2 (°)	31	31
Specivic grafity (Gs)	2.69	2.67
<b>Average specific gravity</b>	<b>2.68</b>	

INDEX PROPERTIES			
Natural water content (%)	24.21	Specific grafity	2.68
Liquid limit (%)	35.76	Degree of saturation (%)	92.88
Plastic limit (%)	18.99	Void Ratio	1.28
Plasticity Index (%)	16.76	Porosity (%)	56.13
Soil classification	CL		
Average Wet Soil (g)	42.40		
Average Dry Soil (g)	29.37		
Vs cm <sup>3</sup>	10.97		
Vv cm <sup>3</sup>	14.03		
V cm <sup>3</sup>	25		

**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).

Yogyakarta, 16 Agustus 2020

Direktur Geomine,

Novandri Kusuma Wardana, ST., S.Si., MT.



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571  
 Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com  
 No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021  
 Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

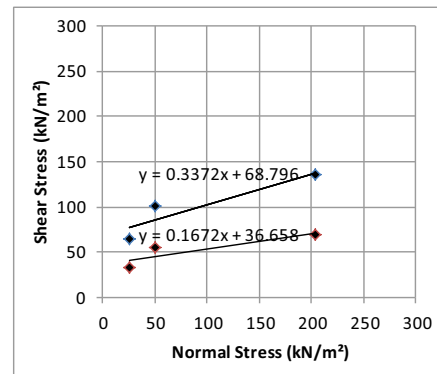
## Direct Shear Test

Project No. : 06/GMS/VIII/2020 Diuji Oleh : Ibnu Kurniawan, ST  
 Client ID : 030720F Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas) Tanggal Uji : 28 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 1A, P 1B, P 2A

P 1A

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	19.00	1.62	50.0	25.5
2	50.00	25.00	0.001963	19.43	1.63	100.0	51.0
3	50.00	25.00	0.001963	19.45	1.64	400.0	203.8

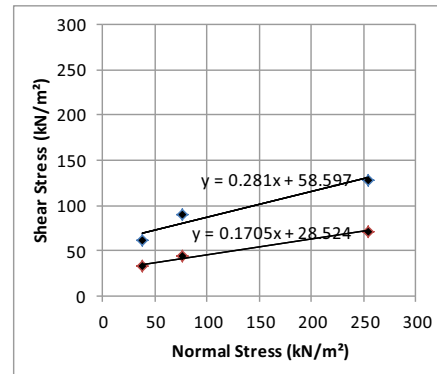
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	125.5	63.9	64.4	32.8	32.5	16.6	36.658
2	199.5	101.7	107.3	54.7			
3	265.5	135.3	136.2	69.4			



P 1B

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.00196	22.29	1.55	75.0	38.2
2	50.00	25.00	0.00196	22.72	1.56	150.0	76.4
3	50.00	25.00	0.00196	22.74	1.57	500.0	254.8

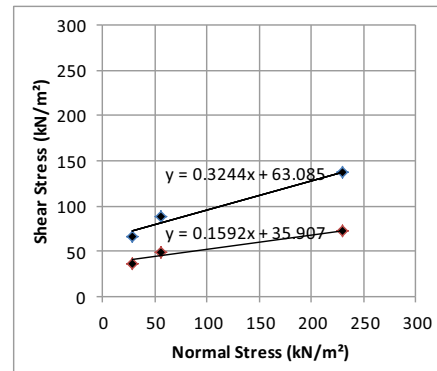
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	121.2	61.76	63.8	32.50	27.4	16.9	28.524
2	175.2	89.27	87.6	44.64			
3	252.3	128.56	140.2	71.42			



P 2A

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	21.10	1.60	55.0	28.0
2	50.00	25.00	0.001963	21.33	1.61	110.0	56.1
3	50.00	25.00	0.001963	21.35	1.62	450.0	229.3

No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	130.7	66.6	72.6	37.0	31.4	15.8	35.907
2	172.2	87.7	95.7	48.7			
3	268.0	136.6	141.1	71.9			



**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).  
 Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

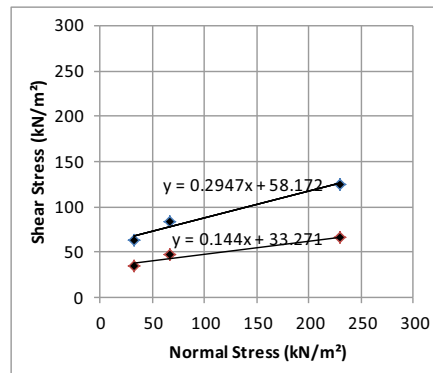
## Direct Shear Test

Project No. : 06/GMS/VIII/2020 Diuji Oleh : Ibnu Kurniawan, ST  
 Client ID : 030720F Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas) Tanggal Uji : 28 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 2B, P 3A, P 3B

P 2B

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	23.40	1.56	65.0	33.1
2	50.00	25.00	0.001963	23.87	1.57	130.0	66.2
3	50.00	25.00	0.001963	23.89	1.57	450.0	229.3

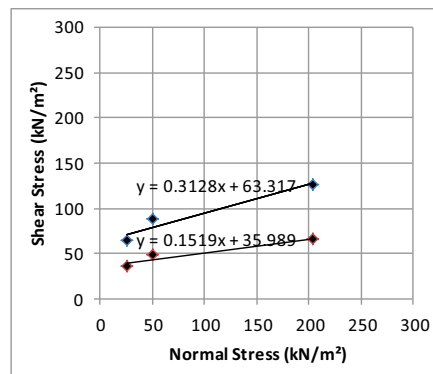
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	122.5	62.4	68.1	34.7	28.7	14.3	33.271
2	165.5	84.3	91.9	46.9			
3	244.6	124.6	128.7	65.6			



P 3A

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	18.78	1.60	50.0	25.5
2	50.00	25.00	0.001963	19.21	1.62	100.0	51.0
3	50.00	25.00	0.001963	19.23	1.63	400.0	203.8

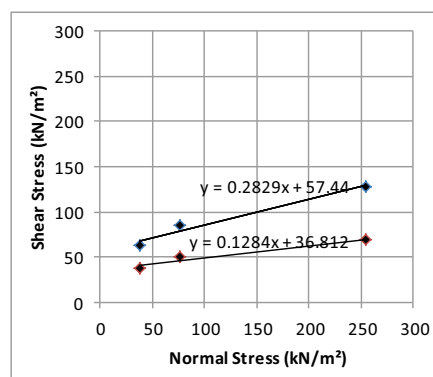
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	125.7	64.1	69.8	35.6	30.3	15.1	35.989
2	172.1	87.7	95.6	48.7			
3	247.0	125.9	130.0	66.2			



P 3B

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	23.15	1.58	75.0	38.2
2	50.00	25.00	0.001963	23.52	1.58	150.0	76.4
3	50.00	25.00	0.001963	23.55	1.57	500.0	254.8

No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	124.2	63.3	74.4	37.9	27.6	12.8	36.812
2	167.0	85.1	100.6	51.3			
3	252.1	128.5	134.8	68.7			



**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

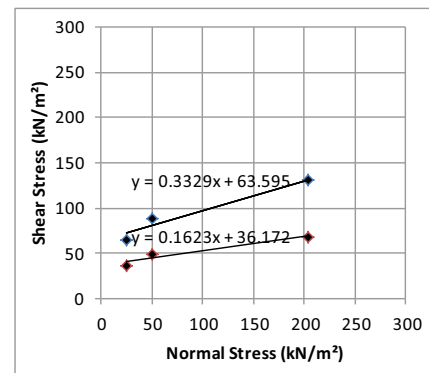
## Direct Shear Test

Project No. : 06/GMS/VIII/2020 Diuji Oleh : Ibnu Kurniawan, ST  
 Client ID : 030720F Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas) Tanggal Uji : 28 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 4A, P 4B, P 5A

P 4A

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	20.44	1.63	50.0	25.5
2	50.00	25.00	0.001963	20.91	1.63	100.0	51.0
3	50.00	25.00	0.001963	20.93	1.64	400.0	203.8

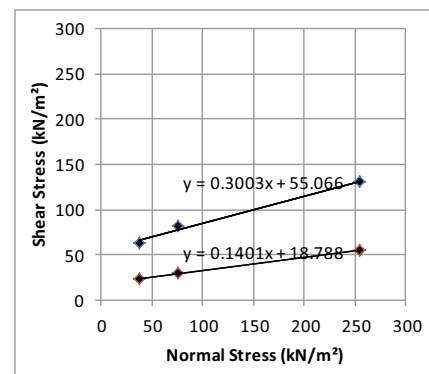
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	128.5	65.5	71.4	36.4	32.1	16.1	36.172
2	173.2	88.3	96.2	49.0			
3	255.8	130.3	134.6	68.6			



P 4B

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.00196	22.20	1.58	75.0	38.2
2	50.00	25.00	0.00196	22.43	1.59	150.0	76.4
3	50.00	25.00	0.00196	22.46	1.59	500.0	254.8

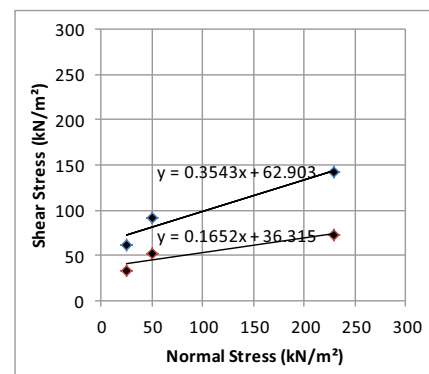
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	123.1	62.73	47.3	24.13	29.2	13.9	18.788
2	162.2	82.65	57.9	29.52			
3	256.6	130.75	106.9	54.48			



P 5A

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	19.78	1.64	50.0	25.5
2	50.00	25.00	0.001963	20.20	1.65	100.0	51.0
3	50.00	25.00	0.001963	20.23	1.65	450.0	229.3

No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	121.8	62.1	65.8	33.5	34.1	16.4	36.315
2	181.0	92.2	103.4	52.7			
3	280.1	142.7	143.6	73.2			



**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the certificate can't be duplicate without a written permission from management*).



# LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

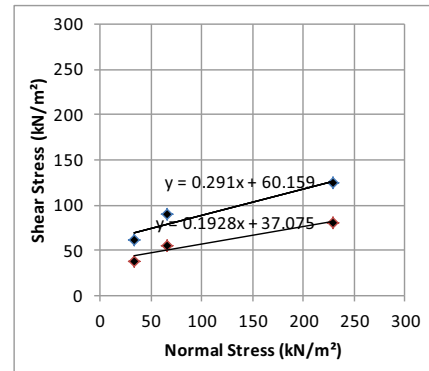
## Direct Shear Test

Project No. : 06/GMS/VIII/2020 Diuji Oleh : Ibnu Kurniawan, ST  
 Client ID : 030720F Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas) Tanggal Uji : 28 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 5B, P 6A

P 5B

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	19.80	1.58	65.0	33.1
2	50.00	25.00	0.001963	20.09	1.59	130.0	66.2
3	50.00	25.00	0.001963	20.11	1.59	450.0	229.3

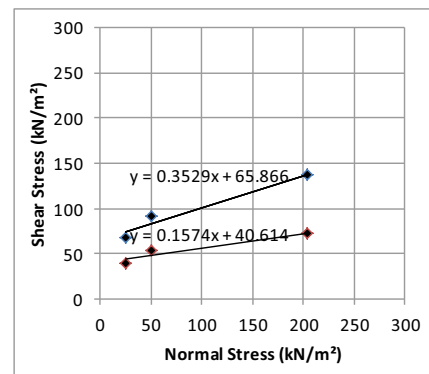
No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	121.1	61.7	75.7	38.6	28.32	19.0	37.075
2	175.0	89.2	109.4	55.7			
3	245.8	125.2	157.6	80.3			



P 6A

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	20.50	1.65	50.0	25.5
2	50.00	25.00	0.001963	20.93	1.65	100.0	51.0
3	50.00	25.00	0.001963	20.95	1.65	400.0	203.8

No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	133.5	68.0	78.5	40.0	33.9	15.6	40.614
2	180.2	91.8	106.0	54.0			
3	268.2	136.7	141.2	71.9			



**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the certificate can't be duplicate without a written permission from management*).



**LABORATORIUM PENGUJIAN MEKANIKA BATUAN**

Komplek Pertamina Blok N-01, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta - 55571

Telepon: (0274) 4395538 e-mail : geomine.studio@gmail.com

No. Sertifikasi KAN : LP-1065-IDN berlaku mulai 2 Desember 2017 - 2 Desember 2021

Menerapkan SNI ISO/IEC 17025:2008 (ISO/IEC 17025:2007)

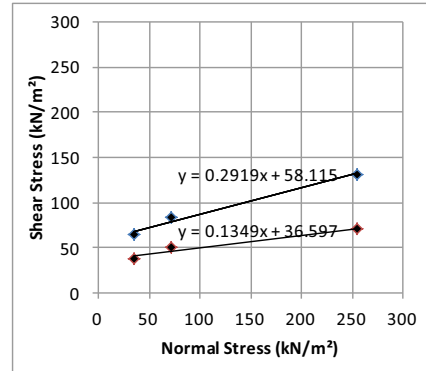
**Direct Shear Test**

Project No. : 06/GMS/VIII/2020 Diuji Oleh : Ibnu Kurniawan, ST  
 Client ID : 030720F Disetujui Ka. Lab. : Novandri Kusuma W., MT  
 Jumlah Contoh : 12 (dua belas) Tanggal Uji : 28 Juli 2020  
 Kode Uji. : P 6B

P 6B

No	Lebar (mm)	Height (mm)	Area of specimen (m <sup>2</sup> )	Water content (%)	Wet Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Normal force (kN)	Normal stress (kN/m <sup>2</sup> )
1	50.00	25.00	0.001963	23.15	1.58	70.0	35.7
2	50.00	25.00	0.001963	23.52	1.58	140.0	71.3
3	50.00	25.00	0.001963	23.55	1.59	500.0	254.8

No	Peak shear force (kN)	Peak shear strength (kN/m <sup>2</sup> )	Shear force (residu) (kN)	Shear strength (residu) (kN/m <sup>2</sup> )	Friction angle peak (°)	Friction angle residu (°)	Cohesion (kN/m <sup>2</sup> )
1	125.7	64.1	75.3	38.4	28.4	13.4	36.597
2	165.4	84.3	97.9	49.9			
3	258.3	131.6	138.1	70.4			



**Catatan:**

Hasil pengujian ini hanya berlaku untuk contoh yang diuji (*the analysis result are valid only for the tested sample*).

Sertifikat ini tidak boleh diperbanyak tanpa izin dari manajemen (*the sertificate can't be duplicate without a written permission from management*).

Yogyakarta, 16 Agustus 2020

Direktur Geomine,

Novandri Kusuma Wardana, ST., S.Si., MT.





Skripsi

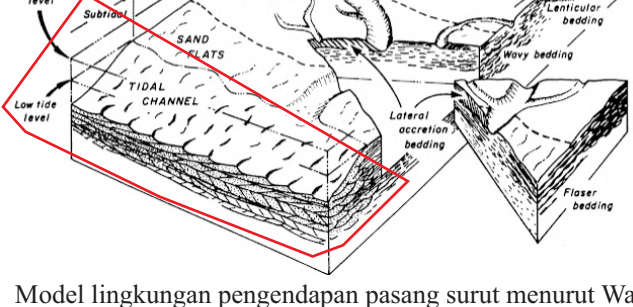
Geologi dan Model Gerakan Massa di Daerah Clapar dan Sekitarnya,  
 Kecamatan Madukara, Kabupaten Banjarnegara,  
 Provinsi Jawa Tengah

Pradipta Nurlistyo Pratama  
 111.160.089

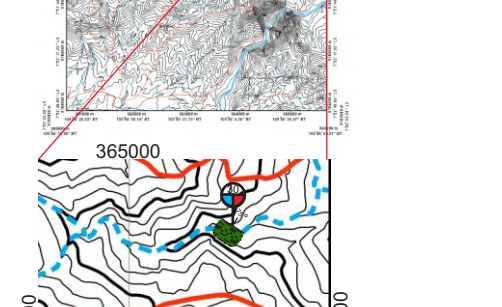
Penampang Stratigrafi Terukur LP 30  
 Lintasan Karangnangka, Madukara  
 Skala 1 : 15

Warna satuan batuan		Simbol litologi		Struktur sedimen		EKSRESI LITHOLOGI	Nomor Contoh	PEMERIAN	FOTO LAPISAN	FOSIL	URAIAN FOSIL		
	= Satuan batulempung napalan Merawu		= Batulempung napalan		= Wavy lamination								= Cross bedding
	= Tegas		= Batupasir karbonatan		= Laminasi								= Menyerpih
	= Erosional		= Blank		= Masif								
<p>Satuan batulempung karbonatan Merawu</p> <p>ZAMAN Tersier</p> <p>KALSA Miosen tengah (N9 - N14)</p> <p>FORMASI Formasi Merawu</p> <p>TEBAL (cm) 2656 cm</p>													
<p><b>Batulempung napalan sisipan perlangan batupasir karbonatan</b></p> <p><b>Batulempung napalan;</b> abu - abu gelap; lempung; tertutup; s: karbonat; menyerpih</p> <p><b>Batupasir karbonatan;</b> abu - abu; pasir halus; grain supported; tertutup; f: lithik, kalsit; m: pasir sangat halus; s: karbonat; perlapisan</p>													
<p><b>Batupasir karbonatan;</b> abu - abu; pasir sedang; grain supported; tertutup; f: lithik, kalsit; m: pasir sangat halus; s: karbonat; laminasi</p>													
<p><b>Batupasir karbonatan;</b> abu - abu; pasir sedang; grain supported; tertutup; f: lithik, kalsit; m: pasir sangat halus; s: karbonat; cross bedding</p>													
<p><b>Batupasir karbonatan;</b> abu - abu; pasir halus; grain supported; tertutup; f: lithik, kalsit; m: pasir sangat halus; s: karbonat; laminasi</p>													
<p><b>Batupasir karbonatan;</b> abu - abu; pasir halus; grain supported; tertutup; f: lithik, kalsit; m: pasir sangat halus; s: karbonat; cross bedding</p>													
<p><b>Batulempung napalan;</b> abu - abu gelap; lempung; tertutup; s: karbonat; menyerpih</p>													
<p><b>Batulempung napalan;</b> abu - abu; pasir halus; grain supported; tertutup; f: lithik, kalsit; m: pasir sangat halus; s: karbonat; wavy lamination</p>													

Subtidal (5 - 180 Meter, Walker dan James 1992)



Model lingkungan pengendapan pasang surut menurut Walker dan James (1992) terbagi menjadi *supratidal*, *intertidal* dan *subtidal*. Hasil analisis lingkungan batimetri berdasarkan fosil menunjukkan zona batimetri yaitu zona neritik (5 - 180 meter). Perselingan antara batupasir karbonatan dan batulempung napalan mencirikan adanya fluktuasi dari muka air laut yang mencirikan adanya fase pasang surut. Struktur sedimen berupa *wavy lamination* dan *cross bedding* diinterpretasi sebagai *tidal channel* pada zona subtidal.



**BPR 7.4 : Calcareous Lithic Wacke (Pettijohn, 1975)**

**LP 30 : N9 - N14**  
*Globigerina falconensis*  
*Orbulina bilobata*  
*Globoquadrina advena*  
*Globoquadrina praebulloides*

*Streblus geimardii*  
*Lenticulina calcar*  
*Discorbis australis*  
*Operculina ammonoides*  
*Pleurostomella rapa*

Subtidal (5 - 180 Meter, Walker dan James 1992)