

PEMETAAN GEOLOGI

**GEOLOGI DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun Dan Diajukan Oleh

REAL FIGO PUTRA PATANDUK

D061171313



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Real Figo Putra Patanduk

NIM : D061171313

Program Studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

GEOLOGI DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila ditemukan hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 01 September 2022

Yang Menyatakan

Real Figo Putra Patanduk

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan pemetaan geologi dengan judul **“Geologi Daerah Balease Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan”** ini bisa diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Laporan pemetaan ini di buat sebagai suatu langkah untuk menyelesaikan studi strata satu pada Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penyusunan laporan pemetaan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Musri Mawaleda, MT sebagai dosen pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah membimbing selama masa perkuliahan dan penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Dr. Ir. Busthan Azikin, M.T sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing selama penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Prof. Dr. –Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran dan koreksi pada penelitian ini.
4. Bapak Dr. Sultan, S.T., M.T sebagai dosen penguji yang telah telah memberikan saran dan koreksi pada penelitian ini.
5. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T.,M.Eng. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. Bapak dan ibu dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama masa perkuliahan.
7. Staf administrasi dan laboratorium Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu.
8. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara materil maupun moril.
9. Seluruh teman-teman Mahasiswa Geologi UNHAS, terkhusus pada angkatan 2017 yang telah memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.

Penulis menyadari ketidaksempurnaan yang terdapat pada tulisan ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak. Akhir kata semoga pada tulisan ini dapat bermanfaat dan bernilai positif bagi para pembaca maupun penulis.

Makassar, 12 September 2022

Penulis

ABSTRAK

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Daerah Balease Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan dan secara astronomis terletak pada koordinat $120^{\circ}17'00''$ BT – $120^{\circ}21'00''$ BT dan $02^{\circ}29'00''$ LS – $02^{\circ}32'00''$ LS. Penelitian dengan judul “Geologi Daerah Masamba Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan” dimaksudkan untuk membuat peta dengan skala 1:25.000 yang mencakup kondisi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi serta bahan galian pada daerah penelitian. Metode yang digunakan pada penelitian ini ialah metode geologi lapangan dan pegolahan data baik menggunakan software maupun menggunakan alat laboratorium. Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa satuan geomorfologi daerah penelitian terdiri atas satuan geomorfologi Perbukitan Denudasional dan satuan geomorfologi Pedataran Fluvial. Sungai yang berkembang pada daerah penelitian adalah sungai periodik dan permanen. Tipe genetik sungai daerah penelitian yaitu tipe genetik insekuen. Pola aliran sungai dendritik dan paralel. Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi dapat disimpulkan bahwa stadia sungai dan stadia daerah termasuk stadia dewasa menjelang tua. Stratigrafi daerah penelitian berdasarkan litostratigrafi tidak resmi dari tua ke muda terdiri atas; satuan granit, satuan granodiorit, dan satuan aluvial. Struktur geologi yang berkembang ialah Sesar geser Maipi yang memanjang dari arah Barat Laut – Tenggara . Bahan galian pada daerah penelitian termasuk golongan bahan galian sirtu.

Kata kunci : Maipi, geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, bahan galian

ABSTRACT

Administratively, the research area is included in the Balease Region, Masamba District, North Luwu Regency, South Sulawesi Province and astronomy it is located at coordinates 120°17'00" East Longitude – 120°21'00" East Longitude and 02°29'00" South Latitude – 02°32 '00"South Latitude. The research entitled "Geology of the Masamba Region, Masamba District, North Luwu Regency, South Sulawesi Province" is intended to make a map with a scale of 1:25,000 which includes geomorphological conditions, stratigraphy, geological structure, geological history and minerals in the research area. The method used in this research is the field geology method and data processing either using software or using laboratory equipment. From the results of the analysis, it was concluded that the geomorphological unit of the study area consisted of a Denudational Hills geomorphological unit and a Fluvial Plain geomorphological unit. Rivers that develop in the study area are periodic and permanent rivers. The genetic type of the river in the research area is the inconsistent genetic type. Dendritic and parallel river flow patterns. Based on the geomorphological aspects, it can be concluded that the river and regional stages include the adult stage towards old. The stratigraphy of the research area based on unofficial lithostratigraphy from old to young consists of; granite units, granodiorite units, and alluvial units. The geological structure that developed is the Maipi Fault, which extends from the Northwest to Southeast. Excavated materials in the research area belong to the class of mining materials.

Keyword : *Maipi, Geomorphology, Stratigraphy, Geological Structure, Geological History, Excavated materials*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	1
1.3 Batasan Masalah Penelitian.....	2
1.4 Letak dan Kesampaian Daerah	2
1.5 Metode dan Tahapan Penelitian	3
1.5.1 Metode Penelitian.....	3
1.5.2 Tahapan Penelitian.....	3
1.5.2.1 Tahapan Persiapan.....	3
1.5.2.2 Tahapan Penelitian lapangan.....	4
1.5.2.3 Tahapan Pengambilan Data.....	5
1.5.2.4 Tahapan Pengolahan Data.....	6
1.5.2.5 Tahapan Analisis dan Interpretasi data	7
1.5.2.6 Tahapan penyusunan Laporan	7
1.6 Alat dan Bahan Yang Digunakan.....	10
1.7 Peneliti Terdahulu.....	11
BAB II GEOMORFOLOGI	12
2.1 Geomorfologi Regional	12
2.2 Geomorfologi Daerah Penelitian	12
2.2.1 Satuan Geomorfologi	13

2.2.1.1	Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional.....	15
2.2.1.2	Satuan Geomorfologi Pedataran Fluvial.....	21
2.2.2	Sungai	23
2.2.2.1	Klasifikasi Sungai	24
2.2.2.2	Pola Aliran Sungai	25
2.2.2.3	Tipe Genetik Sungai	26
2.2.2.4	Stadia Sungai	27
2.2.3	Stadia Daerah Penelitian	29
BAB III	STRATIGRAFI	31
3.1	Stratigrafi Regional	31
3.2	Stratigrafi Daerah Penelitian	36
3.2.1	Satuan Basal.....	36
3.2.1.1	Dasar Penamaan.....	36
3.2.1.2	Penyebaran dan Ketebalan.....	37
3.2.1.3	Ciri Litologi.....	37
3.2.1.4	Lingkungan Pembentukan dan Umur.....	39
3.2.1.5	Hubungan Stratigrafi.....	39
3.2.2	Satuan Granit	40
3.2.2.1	Dasar Penamaan	40
3.2.2.2	Penyebaran dan Ketebalan	40
3.2.2.3	Ciri Litologi	40
3.2.2.4	Lingkungan Pembentukan dan Umur	42
3.2.2.5	Hubungan Stratigrafi	43
3.2.3	Satuan Granodiorit.....	43
3.2.3.1	Dasar Penamaan	43
3.2.3.2	Penyebaran dan Ketebalan	44
3.2.3.3	Ciri Litologi	44
3.2.3.4	Lingkungan Pembentukan dan Umur	45
3.2.3.5	Hubungan Stratigrafi	46
3.2.4	Satuan Aluvial.....	46
BAB IV	STRUKTUR GEOLOGI	48
4.1	Struktur Regional	48
4.2	Struktur Geologi Daerah Penelitian	48

4.2.1	Struktur Kekar (<i>Joint</i>)	49
4.2.3	Struktur Sesar (<i>Fault</i>)	56
4.3	Mekanisme Struktur Geologi Daerah Penelitian	59
BAB V	SEJARAH GEOLOGI	61
BAB VI	BAHAN GALIAN	62
6.1	Penggolongan Bahan Galian	62
6.2	Keberadaan Bahan Galian Daerah Penelitian.....	65
BAB VII	SARAN DAN KESIMPULAN	67
7.1	Kesimpulan	67
7.2	Saran	68
	DAFTAR PUSTAKA	66

LAMPIRAN

1. Deskripsi Petrografis Batuan

LAMPIRAN LEPAS

1. Peta Stasiun Pengamatan
2. Peta Geomorfologi
3. Peta Pola Aliran dan Tipe Genetik Sungai
4. Peta Geologi
5. Kolom Stratigrafi
6. Peta Struktur Geologi
7. Peta Bahan Galian

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian.....	3
1.2 Diagram alir metode penelitian.	9
2.1 Kenampakan geomorfologi perbukitan denudasional pada stasiun 12 difoto dari daerah Maipi dengan arah N 340 ⁰ E	16
2.2 Rekahan pada litologi granit yang menunjukkan terjadinya pelapukan fisika pada stasiun 10 dengan arah foto N 152 ⁰ E	17
2.3 Residual soil dengan tebal ± 1 meter dan perubahan warna soil pada litologi granodiorit yang menunjukkan terjadinya pelapukan kimia pada stasiun 31 dengan arah foto N 277 ⁰ E	17
2.4 Pertumbuhan akar pohon pada litologi granit menunjukkan terjadinya pelapukan biologi pada stasiun 19 dengan arah foto N 195 ⁰ E.....	18
2.5 <i>Rill Erosion</i> pada stasiun 2 difoto dengan arah N 173 ⁰ E.	18
2.6 <i>Gully Erosion</i> pada stasiun 59 difoto dengan arah 164 ⁰ E.....	19
2.7 Kenampakan <i>channel bar</i> pada sungai Malutu pada stasiun 14 dengan arah foto N 70 ⁰ E.	19
2.8 Kenampakan lereng terbuka akibat gerakan tanah berupa <i>debris slide</i> pada stasiun 43 difoto relatif arah N 295 ⁰ E.	20
2.9 Tataguna lahan perkebunan kelapa sawit pada bentang alam perbukitan denudasional pada stasiun 26 difoto arah N 290 ⁰ E.....	20
2.10 Kenampakan morfologi pedataran fluvial pada stasiun 45. dengan arah foto N 345 ⁰ E..	21
2.11 <i>Point bar</i> pada stasiun 53 dengan arah foto N 175 ⁰ E.....	22
2.12 Rawa pada stasiun 37 dengan arah foto N 37 ⁰ E.....	23
2.13 Tataguna lahan sebagai persawahan pada stasiun 18 difoto dengan arah N 262 ⁰ E.....	23
2.14 Sungai Masamba dengan jenis sungai permanen pada daerah Tondoktua dengan dengan arah Foto N 265 ⁰ E.....	25
2.15 Sungai Malutu dengan jenis sungai periodik pada stasiun 14 dengan arah	

Foto N 56°E.....	25
2.16 Tipe genetik sungai Insekuen pada litologi granit pada stasiun 11 dengan arah foto N55° E.....	27
2.17 Profil sungai relatif berbentuk V yang mencirikan erosi vertikal lebih dominan dibandingkan erosi lateral pada sungai Malutu pada stasiun 14 dengan arah foto relatif N 56°E.....	28
2.18 Profil sungai relatif berbentuk “U” pada sungai Kula pada stasiun 45 yang mencirikan erosi lateral lebih dominan bekerja dibandingkan erosi vertikal dengan arah foto N 345° E.....	29
3.1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitain 1:100.000 diperbesar dari peta Geologi Regional Lembar Malili skala 1 : 250.000 (Simandjuntak dkk, 1991)..	35
3.2 Singkapan basal pada stasiun 42 dengan arah pengambilan foto N 260° E...	38
3.3 Kenampakan petrografis basal pada sayatan ST 42, yang memperlihatkan kandungan mineral berupa Plagioklas (Plg), Piroksen (Prx), Biotit (Bio), Kuarsa (Qtz) dan mineral opaq (Opq).....	38
3.4 Singkapan granit pada stasiun 10 dengan arah pengambilan foto N 174° E....	41
3.5 Kenampakan petrografis granit pada sayatan ST10, yang memperlihatkan kandungan mineral berupa Kuarsa (Qtz), Ortoklas (Ort), Biotit (Bio), Piroksen (Prx)	42
3.6 Foto singkapan granodiorit pada stasiun 28 dengan arah pengambilan foto N 278° E.....	44
3.7 Kenampakan petrografis granodiorit pada sayatan ST17, yang memperlihatkan kandungan mineral berupa Kuarsa (Qtz), Ortoklas (Ort), Plagioklas (Pl), Biotit (Bio), dan Hornblende (Hb).....	45
3.8 Endapan aluvial pada sungai Kula pada stasiun 9 berukuran lempung sampai bongkah dengan arah foto N 175° E.....	47
4.1 Anatomi kekar menurut Fosen (2010).....	50
4.2 Tipe bentuk kekar : (a) <i>Dilational Joint (Extension Joint)</i> , (b) <i>Shear Joint</i> , (c) <i>hybrid joint</i> (McClay, 1987).....	51
4.3 Sistem kekar sistematis dari singkapan granit pada stasiun 10 dengan arah pengambilan foto N 220° E.....	52

4.4	Pengolahan data kekar 1: (a) Plot data kekar pada streonet; (b) Pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) Kenampakan tegasan maksimum, tegasan menengah, dan tegasan minimum.....	54
4.5	Pengolahan data kekar 2: (a) Plot data kekar pada streonet; (b) Pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) Kenampakan tegasan maksimum, tegasan menengah, dan tegasan minimum.....	56
4.6	Pelurusan topografi dan sungai atau pola <i>lineament</i> pada daerah penelitian.....	58
4.7	Mekanisme terjadinya sesar berdasarkan model Reidel dalam Mc.Clay (1987).....	59
6.1	Kenampakan indikasi bahan galian sirtu (pasir dan batu) pada sungai Kula dengan arah foto N 176° E.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Klasifikasi Relief berdasarkan sudut lereng dan beda tinggi (Van Zuidam, 1985).....	14
2.2	Klasifikasi satuan bentang alam berdasarkan genetik ITC (1985 dalam Van Zuidam, 1985).....	15
4.1	Data kekar yang diukur pada stasiun 17.....	53
4.2	Data kekar yang diukur pada stasiun 10.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Geologi adalah suatu bidang Ilmu yang mempelajari tentang sifat-sifat dan bahan-bahan yang membentuk bumi, struktur, proses-proses yang bekerja baik di dalam maupun di atas permukaan bumi, kedudukannya di alam semesta serta sejarah perkembangannya sejak bumi ini lahir hingga sekarang (Noor, 2009).

Dalam penentuan daerah yang memiliki potensi sumber daya alam yang ekonomis dibutuhkan kegiatan eksplorasi tahap awal. Para calon geologist dituntut untuk dapat memahami metode dan tahapan pengambilan data-data geologi di lapangan atau biasa disebut dengan pemetaan geologi.

Pemetaan geologi secara khusus merupakan suatu rangkaian kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui ko'ndisi geologi serta aspek-aspek geologi daerah penelitian dengan menguraikan masalah kebumihan yang mencakup susunan batuan, bentangalam, struktur, bahan galian serta berbagai prospek alam lainnya yang dapat dikembangkan bersama dengan disiplin ilmu lainnya. Keunikan dan kompleksitas kondisi geologi secara regional pada daerah lembar Malili kemudian melatarbelakangi sehingga dilakukanlah pemetaan geologi pada Daerah Balease dan sekitarnya, Kecamatan Masamba, Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian pada Daerah Balease Kecamatan Masamba Kabupaten

Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan adalah untuk melakukan pemetaan geologi permukaan menggunakan peta dasar dengan skala 1 : 25.000.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi daerah penelitian, kondisi geologi tersebut meliputi aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, dan potensi bahan galian pada Daerah Balease Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan.

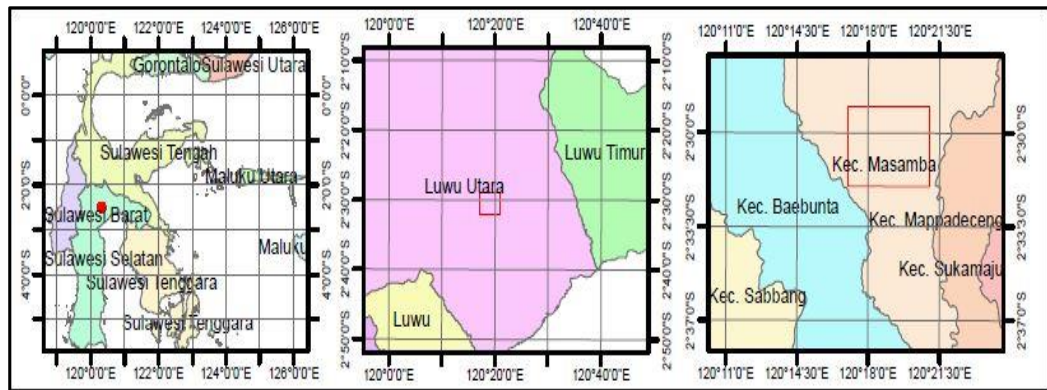
1.3 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian geologi ini dilakukan dengan membatasi masalah pada penelitian yang berdasarkan aspek- aspek geologi yang terpetakan pada skala 1 : 25.000 pada Daerah Balease Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan. Aspek-aspek geologi tersebut mencakup geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, dan bahan galian yang pada akhirnya dapat menghasilkan peta geologi daerah penelitian.

1.4 Letak dan Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Daerah Balease Kecamatan Masamba Kabupaten Luwu Utara Provinsi Sulawesi Selatan dan secara astronomis terletak pada koordinat $120^{\circ}17'00''$ BT – $120^{\circ}21'00''$ BT dan $02^{\circ}29'00''$ LS – $02^{\circ}32'00''$ LS.

Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat beroda dua atau beroda empat dengan waktu tempuh kurang lebih sekitar 9 sampai 10 jam dengan jarak sekitar 415 km ke arah utara dari Kota Makassar.



Gambar 1.1. Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian

1.5 Metode dan Tahapan Penelitian

1.5.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode orientasi lapangan dan pemetaan geologi melalui pengambilan sampel batuan, dan investigasi data geologi lainnya secara langsung di lapangan yang dilanjutkan dengan analisis laboratorium. Dalam penelitian ini tahapan penelitian dibagi dalam 5 tahapan yaitu tahapan persiapan, tahapan penelitian lapangan, tahapan pengambilan data, tahapan pengolahan data, tahapan analisis dan interpretasi data, tahap penyusunan laporan.

1.5.2 Tahapan Penelitian

1.5.2.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan yang dilakukan sebelum penelitian lapangan terdiri dari:

1. Pengurusan administrasi, meliputi pembuatan proposal penelitian guna

mendapat legalitas penelitian, terdiri atas pengurusan perizinan kepada pihak Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Pemerintah Daerah Kabupaten Luwu Utara, dan Pemerintah Daerah Kecamatan Masamba.

2. Persiapan perlengkapan lapangan meliputi pengadaan peta dasar (peta topografi), persiapan peralatan lapangan dan rencana kerja. Peta yang digunakan pada penelitian ini adalah peta dengan skala 1 : 25.000.
3. Studi literatur, membaca literatur ataupun tulisan – tulisan ilmiah yang berkaitan dengan daerah penelitian, termasuk interpretasi awal dari peta topografi sebagai gambaran awal dalam pengambilan data lapangan

1.5.2.2 Tahapan Penelitian Lapangan

Pada tahapan penelitian lapangan terdiri atas pemetaan pendahuluan dan pemetaan detail. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data lapangan secara deskriptif dan sistematis.

1. Pemetaan pendahuluan, yaitu pemetaan dengan melakukan orientasi lapangan untuk mengetahui kondisi lapangan pada daerah penelitian, serta medan dan lintasan yang akan dilalui untuk mendapatkan data yang akurat dengan memanfaatkan waktu seefisien mungkin.
2. Pemetaan detail, yaitu pemetaan dengan melakukan pengamatan dan pengambilan data secara langsung di lokasi penelitian, yang meliputi :
 - a. Pengamatan dan pengambilan data serta penentuan lokasi pada peta dasar skala 1 : 25.000 yang disesuaikan dengan kondisi medan dan kondisi singkapan.

- b. Pengamatan dan pengukuran terhadap aspek-aspek geomorfologi seperti: relief (bentuk puncak, bentuk lembah dan keadaan lereng), pelapukan (jenis dan tingkat pelapukan), soil (warna, jenis dan tebal soil), erosi (jenis dan tingkat erosi), gerakan tanah, sungai (jenis sungai, arah aliran, bentuk penampang dan pola aliran sungai serta pengendapan yang terjadi), tutupan dan tataguna lahan.
- c. Pengamatan unsur-unsur geologi untuk penentuan stratigrafi daerah penelitian, antara lain meliputi kondisi fisik singkapan batuan yang diamati langsung di lapangan dan hubungannya terhadap batuan lain di sekitarnya, dan pengambilan contoh batuan yang dapat mewakili tiap satuan untuk analisis petrografi dan mikropaleontologi.
- d. Pengamatan dan pengukuran terhadap unsur-unsur struktur geologi yang meliputi kedudukan batuan, kekar, dan lain-lain.
- e. Pengamatan potensi bahan galian yang terdapat di daerah penelitian, serta data pendukung lainnya seperti keberadaan bahan galian, jenis dan pemanfaatan bahan galian.

1.5.2.3 Tahapan Pengambilan Data

Tahapan pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode eksploratif, yaitu pengambilan data pada objek-objek geologi di permukaan, meliputi orientasi lapangan dan pengambilan data geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi, pengambilan sampel batuan untuk analisa laboratorium serta dilakukan pengambilan dokumentasi baik berupa foto maupun sketsa.

1.5.2.4 Tahapan Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data yang diperoleh di lapangan untuk analisis dan interpretasi lebih lanjut dan lebih spesifik tentang kondisi geologi yang mencakup aspek geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi terdiri dari :

1. Pengolahan data geomorfologi, antara lain :
 - a. Relief, meliputi beda tinggi rata-rata, bentuk lembah, bentuk puncak, keadaan lereng.
 - b. Tingkat pelapukan, jenis pelapukan, jenis material, jenis erosi, tipe erosi.
 - c. Soil, meliputi jenis soil, warna, ketebalan.
 - d. Sungai, meliputi arah aliran sungai, kedudukan batuan di sungai, profil sungai, dan endapan sungai.
2. Pengolahan data petrografi, meliputi pengamatan sayatan tipis untuk mengetahui karakteristik batuan berdasarkan sifat optisnya seperti : jenis mineral, tekstur, ukuran mineral, dan persentase kandungan mineral..
3. Pengolahan data stratigrafi, antara lain:
 - a. Deskripsi batuan, meliputi jenis batuan, warna, tekstur, struktur, komposisi mineral, dan nama batuan.
 - b. Penampang geologi yang diperoleh dari pembuatan sayatan geologi yang mewakili satuan batuan.
 - c. Ketebalan, diperoleh dari ketinggian topografi dalam penampang geologi.
4. Pengolahan data struktur, yaitu dengan mengolah data kekar yang diperoleh di lapangan dengan menggunakan aplikasi stereonet.

5. Pengolahan data bahan galian, yaitu melihat jenis dan keterdapatannya bahan galian pada daerah penelitian.

1.5.2.5 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

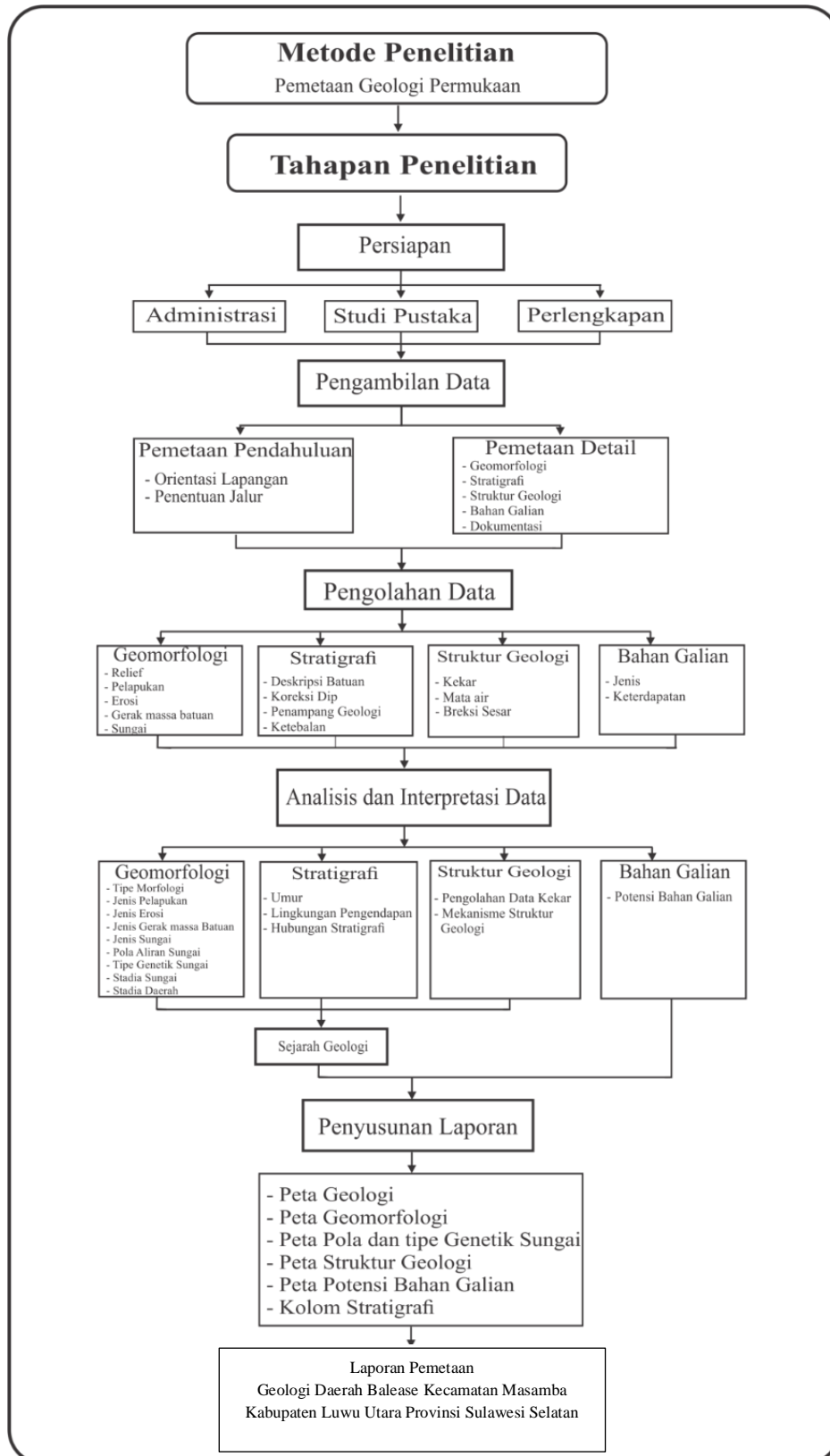
Data lapangan selanjutnya diolah untuk dianalisis dan interpretasi lebih lanjut mencakup aspek geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi. Pengerjaan analisis laboratorium tersebut mencakup :

- a. Analisis geomorfologi, mengidentifikasi satuan bentang alam daerah penelitian yang didasarkan pada pengolahan persentase kelerengan, pola aliran sungai dan ciri geomorfologi lainnya.
- b. Analisis petrografi, sampel batuan yang telah diambil dari lapangan selanjutnya diproses menjadi sayatan tipis (*thin section*) untuk tiap jenis batuan dan kemudian diamati di bawah mikroskop polarisasi untuk mengetahui kandungan mineralnya dan penentuan nama batuan.
- c. Analisis stratigrafi, yaitu pengamatan dan pengelompokan setiap satuan batuan berdasarkan litostratigrafi tidak resmi serta analisis umur dan tatanan stratigrafi daerah penelitian.
- d. Analisis struktur geologi, yaitu pengamatan struktur geologi untuk mengidentifikasi struktur geologi yang dijumpai di lapangan, serta mekanisme struktur yang berkembang pada daerah penelitian

1.5.2.6 Tahapan Penyusunan Laporan

Pada tahapan penyusunan laporan ini merupakan hasil dari pengolahan serta analisis yang telah dilakukan untuk mendapat kesimpulan mengenai kondisi geologi daerah penelitian. Pada tahap ini juga dilakukan pembuatan peta yang

terdiri dari Peta Geologi, Peta Geomorfologi, Kolom Stratigrafi, Peta Struktur Geologi, Sejarah Geologi, Peta Bahan Galian, Peta Pola Aliran Sungai, serta lampiran berupa deskripsi petrografis yang disusun dalam bentuk laporan Pemetaan Geologi.



Gambar 1.2 Diagram alir tahapan penelitian

1.6 Alat dan Bahan Yang Digunakan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut :

1. Peta Topografi berskala 1 : 25.000 yang merupakan hasil pembesaran dari peta rupa bumi skala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal.
2. Kompas Geologi
3. Palu Geologi
4. *Global Positioning System* (GPS)
5. Lup
6. Pita Meter
7. Buku catatan lapangan
8. Kantong sampel
9. Larutan HCL (0,1 M)
10. Kamera
11. Alat tulis menulis
12. *Clipboard*
13. Ransel lapangan
14. Busur dan penggaris
15. *Roll meter*
16. Perlengkapan pribadi
17. Mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi
18. Sayatan tipis batuan

1.7 Peneliti Terdahulu

Beberapa ahli geologi yang pernah mengadakan penelitian di daerah ini yang sifatnya regional di antaranya adalah sebagai berikut :

1. Rab Sukamto (1975), penelitian pulau Sulawesi dan pulau-pulau yang ada di sekitarnya dan membaginya kedalam tiga mandala geologi.
2. Rab Sukamto (1975), mengadakan penelitian tentang perkembangan tektonik Sulawesi dan sekitarnya, yang merupakan sistensis yang berdasarkan tektonik lempeng
3. Simandjuntak , T.O, Surono, dan J.B Supandjono (1997), Peta Geologi Lembar Malili, Sulawesi
4. Van Bemmelen (1949), melakukan penelitian geologi umum di Indonesia

BAB II

GEOMORFOLOGI

2.1. Geomorfologi Regional

Secara Regional daerah penelitian termasuk dalam peta geologi lembar Malili. Secara fisiografi daerah Malili dapat dibagi atas 4 satuan : Daerah Pegunungan, Daerah Pebukitan, Daerah Karst dan Daerah Pedataran.

Daerah Pebukitan menempati bagian tengah dan Timurlaut lembar peta dengan ketinggian antara 75 - 500 m di atas permukaan laut dan merupakan perbukitan yang agak landai yang terletak di antara daerah pegunungan dan daerah pedataran. Perbukitan ini dibentuk oleh batuan beku.

Daerah Pedataran menempati daerah selatan lembar peta, yang terdapat pada daerah Palopo, Sabbang, Masamba sampai Bone-Bone. Daerah ini mempunyai ketinggian hanya beberapa meter di atas permukaan laut dan dibentuk oleh endapan aluvium. Pada umumnya merupakan daerah pemukiman dan pertanian yang baik. Sungai yang mengalir di daerah ini diantaranya S. Kula, S. Malutu, dan S. Masamba yang menunjukkan proses berkelok.

Terdapatnya pola aliran dendritik dan paralel, menunjukkan aliran sungai yang deras, serta dengan memperhatikan dataran yang agak luas di bagian selatan peta dan adanya perkelokan sungai utama, semuanya menunjukkan morfologi dewasa.

2.2 Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi daerah penelitian membahas mengenai kondisi geomorfologi yang meliputi pembagian satuan geomorfologi, jenis pola aliran

sungai, klasifikasi sungai, tipe genetik dan stadia sungai pada daerah penelitian yang akhirnya dapat mengetahui stadia daerah penelitian. Pembahasan terhadap unsur-unsur geomorfologi tersebut berdasarkan pada kondisi geologi di lapangan, hasil interpretasi peta topografi, studi literatur yang mengacu pada konsep dasar geomorfologi yang telah dikemukakan oleh beberapa ahli sehingga dapat dibuat kesimpulan tentang stadia daerah penelitian.

Pembagian satuan geomorfologi serta analisis kondisi geomorfologi pada daerah penelitian digunakan beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan suatu bentang alam. Faktor tersebut adalah proses-proses geomorfologi, stadia dan jenis batuan penyusun daerah tersebut, serta struktur geologi (Thornbury, 1954).

2.2.1 Satuan Geomorfologi

Menurut Thornbury (1954), geomorfologi didefinisikan sebagai ilmu tentang bentuk lahan, sedangkan menurut Van Zuidam *et al.* (1985), geomorfologi didefinisikan sebagai studi yang mendeskripsikan bentuk lahan dan proses serta mencari hubungan antara bentuk lahan dan proses dalam susunan keruangannya. Dari beberapa definisi para ahli tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa geomorfologi adalah ilmu yang mendeskripsikan secara genetis bentuk lahan dan proses – proses yang dipengaruhi oleh batuan dan mencari korelasi hubungan antara bentuk – bentuk lahan tersebut dengan proses – proses dalam susunan keruangannya yang membentuk bentang alam tersebut.

Perubahan-perubahan dari bentangalam pada suatu daerah merupakan hasil akhir dari proses geomorfologi. Proses geomorfologi merupakan perubahan secara fisik maupun secara kimia yang disebabkan oleh gaya endogen dan

eksogen. Proses endogen meliputi vulkanisme, pembentukan pegunungan lipatan, patahan yang cenderung untuk membangun (konstruktif), sedangkan untuk proses eksogen meliputi erosi, gerakan tanah, pelapukan (fisika, kimia, biologis), serta dari perbuatan tangan manusia yang sifatnya merusak (destruktif).

Pengelompokan bentang alam pada daerah penelitian didasarkan pada aspek morfografi dan morfogenesis.

Aspek morfografi, yaitu aspek yang memperhatikan pada gambaran-deskriptif dari geomorfologi suatu daerah. Pendekatan bentuk didasarkan atas bentuk yang nampak di lapangan, sehingga dapat dibedakan pedataran, perbukitan, dan pegunungan. Pada pendekatan ini diperhatikan juga bentuk-bentuk lereng, lembah dan puncak dari suatu perbukitan atau pegunungan. Bentuk permukaan tersebut dibedakan berdasarkan pada ketinggian (elevasi) dari permukaan laut.

Tabel 2.1 Klasifikasi Relief berdasarkan sudut lereng dan beda tinggi (Van Zuidam, 1985)

SATUAN RELIEF	SUDUT LERENG (%)	BEDA TINGGI (M)
Datar atau hampir datar	0 – 2	5
Bergelombang/ miring landai	3 – 7	5 – 50
Bergelombang/ miring	8 – 13	25 – 75
Berbukit bergelombang/ miring	14 – 20	75 – 200
Berbukit tersayat tajam/ terjal	21 – 55	200 – 500
Pegunungan tersayat tajam/sangat terjal	56 – 140	500 – 1000
Pegunungan/ sangat curam	> 140	> 1000

Aspek morfogenesis (genetik) yaitu pendekatan berdasarkan genesa pembentukan atau proses yang membentuk suatu bentang alam di permukaan bumi, yang proses pembentukannya diakibatkan oleh proses endogen seperti pembentukan pegunungan lipatan, pegunungan plateau/lapisan datar, pegunungan sesar, dan gunung api, serta proses eksogen seperti pembentukan pegunungan karst, dataran sungai dan danau, dataran pantai, delta, laut, gurun, dan glasial.

Tabel 2.2 Klasifikasi satuan bentang alam berdasarkan genetika ITC (1985 dalam Van Zuidam, 1985)

No.	Bentuk Asal	Warna
1	Struktural	Ungu
2	Vulkanik	Merah
3	Denudasi	Coklat
4	Marine	Hijau
5	Fluvial	Biru
6	Glasial	Biru Muda
7	Aeolian	Kuning
8	Karst	Orange

Berdasarkan kedua pendekatan di atas maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua satuan bentangalam yaitu :

1. Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional
2. Satuan Geomorfologi Pedataran Fluvial

2.2.1.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional

Satuan geomorfologi perbukitan Denudasional menempati sekitar 89,66% dari seluruh daerah penelitian dengan luas 38,23 km². Satuan geomorfologi ini meliputi hampir keseluruhan daerah penelitian yang mencakup Daerah Maipi dan Simbolong.

Pada lampiran Peta Geomorfologi satuan ini ditandai dengan warna cokelat.

Berdasarkan pendekatan morfografi, kenampakan topografi dari satuan ini memberikan gambaran pola kontur yang relatif agak rapat dengan ketinggian minimal 75 mdpl dan ketinggian maksimal 505 mdpl. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, daerah ini relatif bergelombang dan berbukit dengan puncak yang tumpul (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Kenampakan geomorfologi perbukitan denudasional pada stasiun 12 difoto dari daerah Maipi dengan arah N 340⁰E .

Proses geomorfologi yang berkembang pada satuan geomorfologi ini yaitu proses pelapukan, dan erosi. Jenis pelapukan yang terjadi umumnya pelapukan fisika, kimia dan biologi dengan tingkat pelapukan sedang hingga tinggi. Pelapukan fisika dicirikan oleh adanya retakan - retakan pada batuan mengakibatkan batuan tersebut terpisah menjadi bagian yang lebih kecil tanpa mengubah komposisi kimianya (Gambar 2.2). Pelapukan kimia ditandai dengan adanya perubahan warna pada litologi granodiorit pada daerah penelitian. Perubahan warna pada batuan disebabkan karena adanya perubahan komposisi kimia akibat oksidasi dan pada akhirnya akan menjadi *soil* (Gambar 2.3).

Pelapukan biologi terjadi oleh adanya pertumbuhan akar dan batang tumbuhan melalui retakan pada batuan dan kemudian memberikan tekanan ke segala arah, akibatnya batuan akan pecah-pecah menjadi fragmen- fragmen (Gambar 2.4).



Gambar 2.2 Retakan pada litologi granit yang menunjukkan terjadinya pelapukan fisika pada stasiun 10 dengan arah foto N 152° E



Gambar 2.3 *Residual soil* dengan tebal ± 1 meter dan perubahan warna *soil* pada litologi granodiorit yang menunjukkan terjadinya pelapukan kimia pada stasiun 31 dengan arah foto N 277° E



Gambar 2.4 Pertumbuhan akar pohon pada litologi granit menunjukkan terjadinya pelapukan biologi pada stasiun 19 dengan arah foto N 195° E

Tingkat pelapukan pada daerah penelitian adalah sedang - tinggi yang ditandai dengan ketebalan *soil* yang dijumpai yaitu ± 1 meter dengan warna *soil* coklat keabuan dan jenis *soil* yang dijumpai adalah *residual soil* yang terbentuk dari hasil lapukan batuan di bawahnya (Gambar 2.3).

Jenis erosi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu erosi saluran, yaitu *Rill Erosion* (Gambar 2.5) dan *Gully Erosion* (Gambar 2.6).



Gambar 2.5 *Rill Erosion* pada stasiun 2 difoto dengan arah N 173° E.



Gambar 2.6 *Gully Erosion* pada stasiun 59 difoto dengan arah 164°E

Proses sedimentasi yang terjadi pada satuan bentang alam ini yaitu adanya endapan sungai berupa *point bar* (Gambar 2.7) dengan ukuran material yang terdiri dari pasir halus – bongkah.



Gambar 2.7 Kenampakan *point bar* pada sungai Malutu pada stasiun 14 dengan arah foto $N 70^{\circ}\text{E}$

Proses gerakan tanah yang dapat dijumpai yaitu *debris slide* atau perpindahan material campuran batuan dan tanah pada bidang gelincir (Gambar 2.8). Proses gerakan tanah ini banyak ditemukan pada daerah lereng yang relatif terjal. Hal itu disebabkan karena pada daerah dengan lereng terjal, kemiringan lereng akan semakin besar, dengan bertambahnya kemiringan lereng, maka kondisi tanah akan semakin tidak stabil, menyebabkan terjadinya gerakan tanah.

Tata guna lahan pada bentang alam ini yaitu sebagai perkebunan kelapa sawit (Gambar 2.9).



Gambar 2.8 Kenampakan lereng terbuka akibat gerakan tanah (*debris slide*) pada stasiun 43 difoto relatif arah N 295° E.



Gambar 2.9 Tata guna lahan sebagai perkebunan kelapa sawit pada bentang alam perbukitan denudasional pada stasiun 26 difoto arah N 290°E

Proses eksogen lebih banyak bekerja pada daerah penelitian yaitu pelupukan dan erosi. Berdasarkan kesimpulan terhadap uraian karakteristik morfogenesis pada daerah penelitian maka proses yang mendominasi pada daerah perbukitan ini yaitu proses denudasi.

2.2.1.2 Satuan Geomorfologi Pedataran Fluvial

Satuan geomorfologi pedataran fluvial menempati sekitar 10,34 % dari seluruh daerah penelitian dengan luas 4,41 km². Satuan geomorfologi ini meliputi bagian Tenggara daerah penelitian yang mencakup Daerah Tondoktua. Pada lampiran peta geomorfologi satuan ini ditandai dengan warna biru.

Berdasarkan pendekatan morfografi, kenampakan topografi dari satuan ini memberikan gambaran pola kontur yang relatif renggang dengan ketinggian 50-75 mdpl. Berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan, daerah ini memang relatif datar. (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Kenampakan morfologi pedataran fluvial pada stasiun 45 dengan arah foto N345^oE.

Selain itu berdasarkan pendekatan morfogenesis, proses geomorfologi yang bekerja pada satuan bentang alam ini terbentuk dari gaya eksogen berupa pelapukan dan erosi.

Proses sedimentasi yang terjadi pada satuan bentang alam ini yaitu adanya endapan sungai berupa *point bar* (Gambar 2.11) dengan ukuran material yang terdiri dari lempung – bongkah



Gambar 2.11 *Point bar* pada stasiun 53 dengan arah foto N 175^oE.

Terdapat juga rawa di mana rawa merupakan cekungan topografi yang lebih rendah daripada daerah sekitarnya sehingga digenangi air secara terus menerus akibat *drainase* yang terhambat (Gambar 2.12). Tata guna lahan bentang alam ini sebagai persawahan (Gambar 2.13)



Gambar 2.12 Rawa pada stasiun 37 dengan arah foto N 37⁰E.



Gambar 2.13 Tataguna lahan sebagai persawahan pada stasiun 18 difoto dengan arah N 262⁰ E

2.2.2 Sungai

Sungai didefinisikan sebagai tempat air mengalir secara alami yang membentuk suatu pola dan jalur tertentu di permukaan, dan mengikuti bagian bentang alam yang lebih rendah dari daerah sekitarnya (Thornbury,1954). Pembahasan mengenai sungai atau aliran permukaan pada daerah penelitian meliputi uraian tentang klasifikasi sungai, jenis pola aliran sungai, tipe genetik sungai serta penentuan stadia sungai.

2.2.2.1 Klasifikasi Sungai

Sungai dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa tinjauan, yakni berdasarkan aspek sifat aliran sungai, kandungan air pada tubuh sungai, maupun struktur geologi dan tektonik suatu daerah. Berdasarkan sifat alirannya sungai dikelompokkan menjadi dua yaitu sungai internal dan sungai eksternal. Sungai internal adalah sungai yang alirannya berasal dari bawah permukaan seperti terdapat pada daerah karst, endapan eolian, atau gurun pasir, sedangkan sungai eksternal adalah sungai yang alirannya berasal dari aliran air permukaan yang membentuk sungai, danau, dan rawa. Berdasarkan sifat alirannya, aliran sungai pada daerah penelitian merupakan air yang mengalir pada permukaan bumi yang membentuk sungai.

Berdasarkan kandungan air pada tubuh sungai (Thornbury, 1954) maka jenis sungai dapat dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu :

- a. Sungai permanen/normal (*perennial*), merupakan sungai yang volume airnya sepanjang tahun selalu sama.
- b. Sungai periodik (*intermittent*), merupakan sungai yang kandungan airnya tergantung pada musim, di mana pada musim hujan debit alirannya menjadi besar dan pada musim kemarau debit alirannya menjadi kecil.
- c. Sungai episodik (*ephemeral*), merupakan sungai yang hanya dialiri air pada musim hujan, tetapi pada musim kemarau sungainya menjadi kering.

Berdasarkan debit air pada tubuh sungai (kuantitas air sungai), maka jenis sungai pada daerah penelitian dapat diklasifikasikan menjadi. sungai permanen

pada sungai Masamba (Gambar 2.14) dan sungai periodik pada sungai Malutu (Gambar 2.15)



Gambar 2.14 Sungai Masamba dengan jenis sungai permanen pada daerah Tondoktua dengan dengan arah Foto N 265°E.



Gambar 2.15 Sungai Malutu dengan jenis sungai periodik pada stasiun 14 dengan arah Foto N 56°E.

2.2.2.2 Pola Aliran Sungai

Pola aliran sungai (*drainage pattern*) merupakan penggabungan dari beberapa sungai yang saling berhubungan membentuk suatu pola dalam kesatuan ruang (Thornbury, 1956).

Pola pengaliran (*drainage pattern*) yang terbentuk akan berbeda di setiap daerah. Pola aliran yang terbentuk pada suatu daerah baik secara regional maupun secara lokal dikontrol oleh jenis litologi, tingkat resistensi litologi, bentuk awal morfologi setempat dan struktur geologi yang berkaitan dengan genesa dan evolusi perkembangan sistem pengaliran sungai tersebut (Howard, 1967 dalam Van Zuidam, 1985).

Berdasarkan klasifikasi pola aliran sungai menurut Howard (1967 dalam Van Zuidam, 1985) dan hasil interpretasi peta topografi, maka pola aliran sungai yang berkembang pada daerah penelitian adalah pola aliran paralel dan dendritik. Pola aliran paralel adalah pola aliran sungai yang cenderung sejajar akibat dari kemiringan lereng yang terjal. Sedangkan pola aliran dendritik adalah pola aliran dengan cabang-cabang sungai menyerupai pertulangan daun. (Dapat dilihat pada lampiran peta pola aliran sungai)

2.2.2.3 Tipe Genetik Sungai

Tipe genetik sungai merupakan salah satu jenis sungai yang didasarkan atas genesanya. Salah satu faktor penentu dalam menentukan tipe genetik sungai yang berkembang pada suatu daerah merupakan suatu hubungan antara arah aliran dengan arah jurus kemiringan lapisan batuan. Tipe genetik sungai dibagi atas konsekuen, obsekuen, subsekuen, dan insekuen. Konsekuen merupakan tipe genetik sungai yang aliran sungai searah dengan kemiringan batuan, obsekuen merupakan tipe genetik sungai yang arah aliran sungai berlawanan arah dengan kemiringan batuan, subsekuen merupakan tipe genetik sungai yang searah dengan arah penyebaran

batuan, dan insekuen merupakan tipe genetik sungai yang tidak dipengaruhi dengan kedudukan batuan biasanya terjadi pada batuan beku (Thornbury,1954)

Secara umum tipe genetik sungai pada daerah penelitian yaitu tipe genetik insekuen. Tipe genetik insekuen memiliki arah aliran sungai yang tidak dipengaruhi oleh kedudukan batuan. Tipe genetik ini dapat dijumpai di seluruh daerah penelitian. (Gambar 2.16).



Gambar 2.16 Tipe genetik sungai Insekuen pada litologi granit pada stasiun 11 dengan arah foto N55°E pada Daerah Maipi

2.2.2.4 Stadia Sungai

Penentuan stadia sungai daerah penelitian didasarkan atas kenampakan lapangan berupa profil lembah sungai, pola saluran sungai, jenis erosi yang bekerja dan proses sedimentasi di beberapa tempat di sepanjang sungai. Stadia atau tahapan sungai dapat dibagi menjadi lima, yakni stadia sungai awal, stadia muda, stadia dewasa, stadia tua, dan peremajaan sungai (*rejuvenation*) (Noor, 2012).

Pada daerah penelitian sungai Malutu dan sungai Kula memberikan kenampakan profil melintang lembah berbentuk “V” (Gambar 2.17) dan “U” (Gambar 2.18). Berdasarkan kenampakan tersebut maka erosi vertikal dan lateral yang bekerja pada sungai di daerah penelitian bekerja bersama-sama dan berimbang. Pada umumnya proses erosi lateral memiliki arus sungai mulai melambat dan *gradient* sungai yang mulai datar. Secara umum sungai pada daerah penelitian mempunyai lebar sungai yaitu 3 – 12 meter. Proses pengendapan intensif terjadi seiring dengan melemahnya arus sungai dan membentuk endapan-endapan pada bagian tengah sungai (*Point bar*), material yang diendapkan tersebut berukuran pasir-bongkah.



Gambar 2.17 Profil sungai relatif berbentuk V yang mencirikan erosi vertikal lebih dominan dibandingkan erosi lateral pada sungai Malutu pada stasiun 14 dengan arah foto relatif N 56°E.



Gambar 2.18 Profil sungai relatif berbentuk “U” pada sungai Kula pada stasiun 45 yang mencirikan erosi lateral lebih dominan bekerja dibandingkan erosi vertikal dengan arah foto N 345 °E

Berdasarkan ciri-ciri yang dijumpai pada daerah penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa stadia sungai pada daerah penelitian adalah stadia dewasa menjelang tua.

2.2.3 Stadia Daerah Penelitian

Penentuan stadia suatu daerah harus memperhatikan hasil kerja proses-proses geomorfologi yang diamati pada bentuk-bentuk permukaan bumi yang dihasilkan dan didasarkan pada siklus erosi dan pelapukan yang bekerja pada suatu daerah mulai saat terangkatnya sampai terbentuknya bentang alam (Thornbury,1954).

Geomorfologi pada daerah penelitian telah mengalami perubahan akibat proses deformasi, pelapukan, dan erosi yang terjadi di daerah tersebut. Perubahan geomorfologi yang terjadi pada daerah penelitian menghasilkan suatu bentukan relief perbukitan dan pedataran, dengan kenampakan bentuk lembah “U” pada

relief perbukitan. Bentuk penampang melintang dari lembah sungainya memperlihatkan bentuk profil menyerupai huruf “U” dan “V” di mana dijumpai adanya endapan sungai dan tingkat pelapukan dengan ketebalan *soil* antara beberapa cm hingga 2 meter.

Hasil sedimentasi di sekitar sungai umumnya lebih didominasi oleh material berupa endapan lempung - bongkah yang merupakan material-material sedimen yang dijumpai sepanjang aliran sungai membentuk *point bar*. Kenampakan tersebut menunjukkan bahwa daerah penelitian memiliki tingkat erosi yang relatif sedang sampai tinggi di mana dapat diamati pada proses pengikisan lembah-lembah sungai, yang menghasilkan bentuk melintang sungai dengan seimbangannya antara erosi lateral dan erosi vertikal.

Analisis morfogenesis daerah penelitian secara umum diidentifikasi oleh adanya bidang-bidang erosi seperti *gully erosion* pada daerah perbukitan denudasional. Jenis erosi yang terjadi pada satuan morfologi tersebut berupa erosi lateral dan erosi vertikal yang bekerja bersama-sama membentuk morfologi tersebut.

Berdasarkan ciri-ciri yang dijumpai, maka dapat disimpulkan bahwa stadia daerah penelitian telah berada pada stadia dewasa menjelang tua.

BAB III

STRATIGRAFI

3.1 Stratigrafi Regional

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Malili (Gambar 3.1). Stratigrafi regional daerah penelitian (Simandjuntak dkk, 1991) pada Geologi Lembar Malili, Sulawesi sesuai dengan daerah penelitian yaitu :

1. Granit Kambuno (*Tpkg*)

Granit, putih berbintik hitam kebiruan; berbutir sedang sampai kasar; berhablur penuh (holokristalin); umumnya bertekstur porfiritik. Fenokris terdiri atas ortoklas, plagioklas, kuarsa, horeblendanda dan biotit, yang tersebar di atas masa dasar kuarsa, hornblendanda, biotit dan mineral lempung. Umumnya batuan ini masih segar. Ditemukan berbagai jenis granit, di antaranya mikrolit horeblendanda-biotit, mikrogranit biotit, genes-mikrogranit biotit, dan mikroleukogranit

Granodiorit, putih berbintik hitam; pejal dan bertekstur porfiritik dan sedikit fanerik; berhablur penuh; hipidiomorf; butiran berukuran sedang. Susunan mineral yang terusun atas fenokris plagioklas dan jenis oligoklas, ortoklas, kuarsa dan hornblende, serta masa dasar epidot, serisit, magnetit, kuarsa dan mineral ternpung. Batuan ini umumnya terdapat dalam keadaan segar. Setempat telah terkekarkan dan menunjukkan kekar tiang.

Berdasarkan kesamaan litologi dengan granit di Lembar Pasangkayu yang hasil penarikan granit menunjukkan umur 3,35 juta tahun, granit Kambuno diduga berumur Pliosen. Sebaran Satuan ini meliputi pegunungan di sekitar Bulu

Kambuno di bagian barat Lembar Malili. Di Barat laut desa Sabbang tampak gejala peruntukan tektonik dengan batuan dan Formasi Latimojong di Daerah Rampi satuan ini menerobos satuan Gunungapi Tinemba yang menunjukkan gejala alterasi dan pemineralan.

2. Batuan Gunung Api Lamasi (*Tplv*)

Lava, bersusunan andesit sampai basal; memperlihatkan struktur aliran dan amigdaloidal, padu dan pejal; tebal 1 - 10 m. Lava andesit berwarna kelabu; bertekstur porfirit dengan fenokris plagioklas dan piroksen serta masa dasar, berbutir halus, Lava basal berwarna kelabu kehitaman, bertekstur porfiritik dengan fenokris plagioklas, piroksen dan hornblenda, serta masa dasar berbutir halus yang terdiri dari mineral plagioklas dan piroksin. Kedua jenis lava itu terpropilitkan dan berubah dengan mineral ubahannya berupa lempung dan klorit.

Breksi, kelabu sampai kelabu kehitaman; berkomponen batuan andesit, basal dan batuapung; menyudut sampai menyudut tanggung berukuran antara 10-40 cm; perekatnya tufa halus sampai kasar, padat dan keras. Di beberapa tempat mengalami proses hidrotermal, hingga termineralisasikan membentuk endapan pirit dan perak.

Tufa, putih sampai kelabu; mengandung mineral hornblenda dan kaca vulkanik, berukuran sampai 0,1 cm. Perlapisan cukup baik; merupakan perselingan antara tufa halus dan tufa kasar; tebal tiap lapisan antara 5-45 cm. Tebal seluruh lapisan tufa mencapai 10 m.

Batuan Gunungapi Lamasi berupa perselingan lava, breksi dan tufa, dengan lava dan breksi merupakan batuan penyusun utamanya.

Berdasarkan penarikan pada batuan basal di Daerah Palopo dan korelasi dengan batuan gunungapi di daerah Biru, dan daerah Bantimala satuan ini diperkirakan berumur Paleogen. Batuan gunungapi ini merupakan hasil kegiatan gunungapi bawah laut. Sebarannya mulai dari Palopo, melampar ke utara sampai Sabbang. Tebal satuan diperkirakan mencapai 500 meter. Satuan ini menindih secara tak selaras Formasi Toraja dan Formasi Latimojong.

Batuan gunungapi Lamasi dapat dikorelasikan dengan batuan gunungapi Miosen di Lembar Majene.

3. Formasi Bone-Bone (*Tmpb*)

Perselingan antara konglomerat, batupasir, napal dan lempung tufaan.

Konglomerat, kelabu kecoklatan; kurang padat hingga padat; pilahan dan kemas buruk, komponen terutama didominasi oleh batuan malihan, juga terdapat batuan gunungapi andesit, batugamping terdaunkan, kuarsit dan kuarsa. Tebal lapisan berkisar 1 – 6 meter. Lapisan bergabung umum terdapat, sehingga lapisan menjadi sangat tebal, mencapai belasan meter.

Batupasir, kelabu sampai kecoklatan; padat dan keras, beberapa seperti gampingan; berbutir halus sampai kasar, setempat kerikilan; *subangular* sampai *subrounded*, terpilah baik; kompone berupa kepingan batuan malihan, gunungapi, mika, mineral mafik, dan kuarsa membentuk perselingan dengan napal dan lempung tufaan; tebal lapisan antara 25 cm - 1 m. Struktur permukaan erosi, kesan beban dan perlapisan bersusun dalam beberapa lapisan batupasir secara berangsur beralih ke konglomerat di bawahnya.

Napal, kelabu tua sampai kelabu muda; kurang padat, berlapis baik dengan

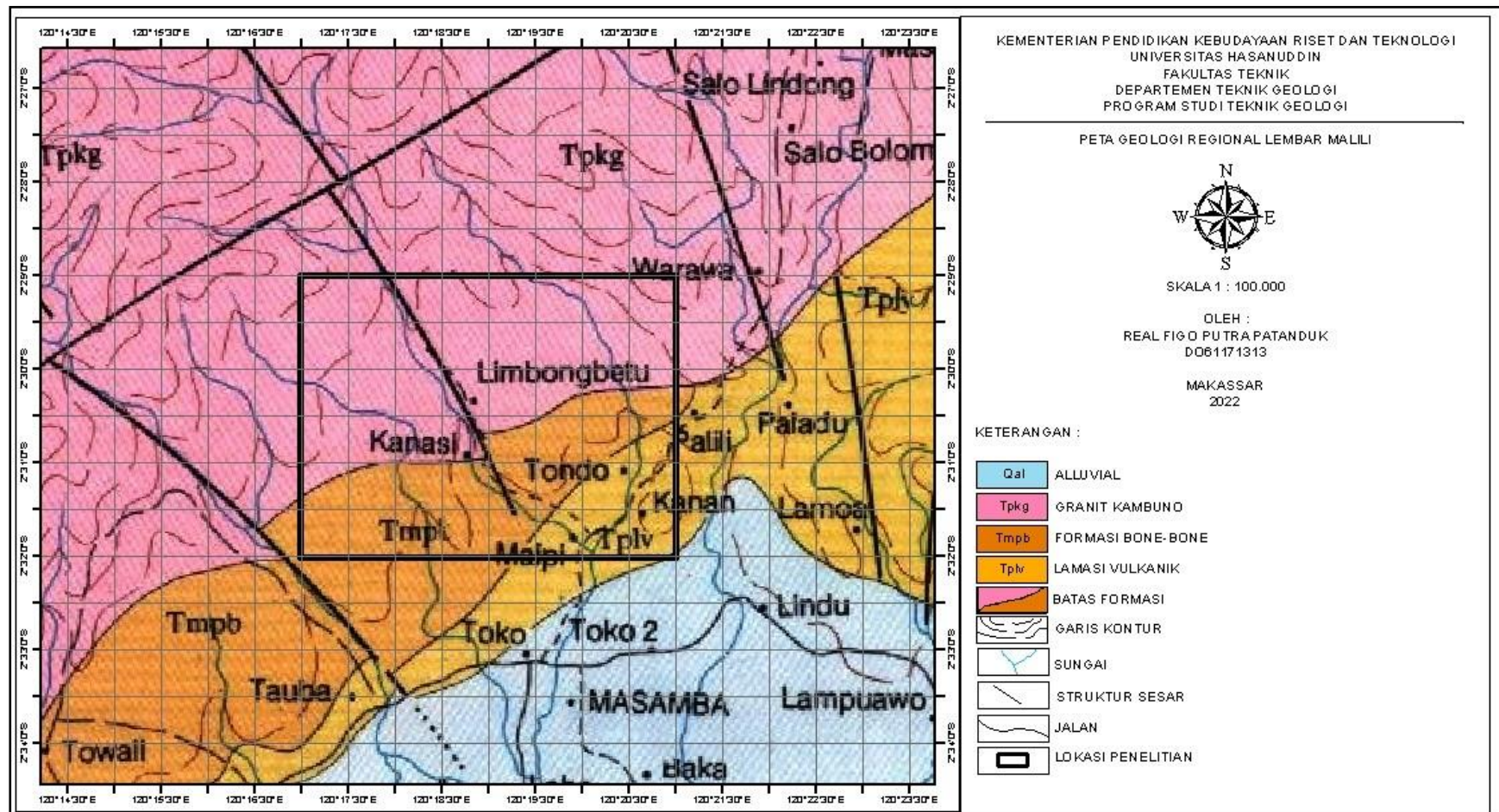
ketebalan tiap lapisan antara 1 - 15 cm.

Lempung tufaan, kelabu kecoklatan sampai coklat; kurang padat, berlapis baik; setempat struktur perarian. Tebal tiap lapisan 1 - 20 cm, tidak jarang sampai 200 mm.

Bagian bawah formasi terutama terdiri dari perselingan napal, batupasir dan lempung tufaan, sedangkan bagian atas didominasi oleh konglomerat dan batupasir. Napal mengandung fosil foraminifera kecil diantaranya: *Globoquadiin dehiscens* CHAPMAN, PARR, COLLINS, *Globorotalia acostacizsis* BLOW dan *G. plesiotumida* BLOW & BANNER, yang menunjukkan umur Miosen Akhir-Pliosen. Satuan ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal dan terbuka (neritik). Tersebar di utara Masamba, Bone-Bone sampai Mangkutana. Ketebalannya diduga melebihi 750 m; terletak tak selaras di atas Komplek Malihan Pompangeo.

4. Aluvium (Qal)

Satuan ini merupakan endapan sungai, rawa dan pantai. Sebarannya meliputi dataran di utara Teluk Bone, Rampi dan Lebani yang terletak di bagian barat laut lembar, daerah Somba Limu di timur Danau Poso, sepanjang lembah S. Laa di bagian timur laut lembar, serta daerah Bungku yang terletak di sebelah barat Danau Matano.



Gambar 3.1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian skala 1 : 100.000 diperbesar dari Peta Geologi Regional Lembar Malili skala 1 : 250.000 (Simandjuntak dkk, 1991)

3.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Pengelompokan dan penamaan satuan batuan pada daerah penelitian didasarkan atas litostratigrafi tidak resmi yang berdasar pada ciri fisik yang dapat diamati di lapangan, meliputi jenis batuan, kombinasi jenis batuan, keseragaman gejala litologi batuan dan gejala-gejala lain tubuh batuan di lapangan, serta dapat terpetakan pada skala 1 : 25.000 (Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996).

Berdasarkan litostratigrafi tidak resmi, maka satuan batuan pada daerah penelitian diurutkan dari yang paling muda hingga paling tua yaitu terdiri atas:

1. Satuan Aluvial
2. Satuan Granodiorit
3. Satuan Granit
4. Satuan Basal

Uraian mengenai satuan batuan akan dibahas dari yang paling tua hingga paling muda sebagai berikut.

3.2.1 Satuan Basal

Pembahasan tentang satuan basal pada daerah penelitian meliputi uraian mengenai dasar penamaan, penyebaran dan ketebalan, ciri litologi meliputi karakteristik megaskopis dan petrografis, umur, lingkungan pembentukan dan hubungan stratigrafi dengan satuan batuan lainnya.

3.2.1.1 Dasar Penamaan

Penamaan satuan ini berdasarkan litologi penyusun yang dijumpai pada lokasi penelitian, yaitu litologi basal

Penamaan batuan dari penyusun satuan batuan ini terdiri atas dua cara yaitu

pengamatan batuan secara megaskopis dan secara mikroskopis (petrografis). Pengamatan secara megaskopis ditentukan secara langsung di lapangan terhadap karakteristik dan komposisi mineral pada batuan, sedangkan secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop polarisasi untuk pengamatan sifat optik mineral serta pemerian komposisi mineral secara spesifik yang kemudian penamaannya menggunakan klasifikasi batuan beku menurut Travis (1955).

3.2.1.2 Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini memiliki luas sekitar 5,67% atau menempati sekitar 2,42 km² dari keseluruhan luas daerah penelitian. Satuan ini tersingkap di bagian tenggara daerah penelitian yaitu Daerah Tondoktua. Satuan ini memiliki ketebalan yang tersingkap yaitu 125 meter.

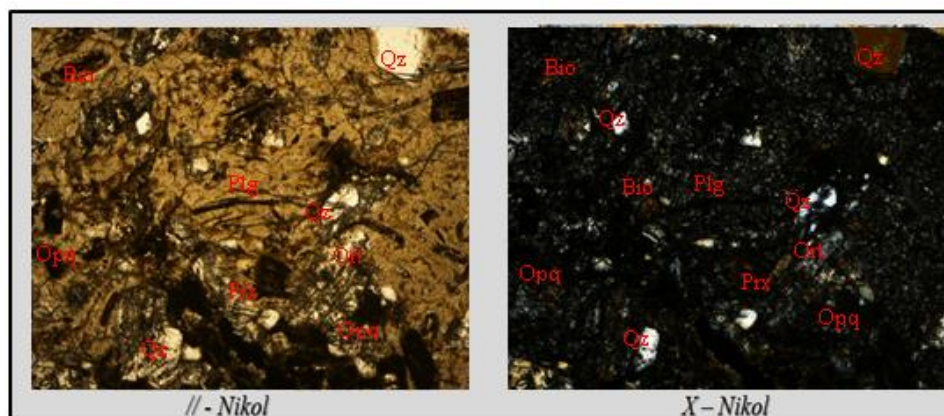
3.2.1.3 Ciri Litologi

Secara megaskopis, basal pada daerah penelitian dengan kenampakan ciri fisik dalam keadaan lapuk berwarna coklat, sedangkan dalam keadaan segar batuan berwarna abu-abu kehitaman, struktur masif, tesktur holokristalin, afanitik, bentuk subhedral - anhedral, relasi inequigranular. Komposisi mineral yang terdiri dari piroksen, biotit, plagioklas, kuarsa, dan pyrite. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955), litologi ini dinamakan **basal** (Gambar 3.2).



Gambar 3.2 Singkapan basal pada stasiun 42 dengan arah pengambilan foto N 260°E

Kenampakan petrografis basal pada stasiun 42 dengan kode sampel ST42 memperlihatkan sayatan tipis dengan warna absorpsi tidak berwarna hingga coklat, warna interferensi abu-abu kehitaman, tekstur hipokristalin, afanitik, bentuk subhedral – anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari plagioklas 55% (sebagai mikrolit yang berfungsi sebagai massa dasar), ortoklas 8%, kuarsa 8%, piroksen 14%, biotit 10%, dan mineral opaq 5%. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955) maka batuan ini dinamakan **basal** (Gambar 3.3).



Gambar 3.3 Kenampakan petrografis basal pada sayatan ST 42, yang memperlihatkan kandungan mineral yang terdiri atas plagioklas (plg), ortoklas (ort), kuarsa (qtz), piroksen (prx), biotit (Bio), dan mineral opaq (opaq)

3.2.1.4 Lingkungan Pembentukan dan Umur

Penentuan umur pada satuan ini ditentukan berdasarkan pada ciri fisik litologi dan posisi stratigrafi yang dibandingkan dengan umur batuan pada formasi Gunungapi Lamasi Vulkanik. Kenampakan lapangan memperlihatkan satuan basal memiliki tekstur holokristalin, afanitik dan tersusun atas mineral plagioklas, ortoklas, kuarsa, piroksen, biotit, dan pyrite. Karakteristik basal pada Formasi Batuan Gunungapi Lamasi Vulkanik (*tplv*), lava, bersusunan andesit sampai basal; padu dan pejal. Lava basal berwarna kelabu kehitaman, bertekstur porfirit dengan fenokris plagioklas, piroksen dan horeblend, serta masa dasar berbutir halus yang terdiri dari mineral plagioklas dan piroksin. (Simandjuntak dkk, 1991). Berdasarkan penarikan pada batuan basal di Daerah Palopo satuan ini diperkirakan berumur Paleogen - Miosen.

Penentuan lingkungan pembentukan dari satuan basal ini ditentukan berdasarkan tekstur dan komposisi mineral yang dijumpai. Secara umum lingkungan tektonik kerak benua yang dicirikan dengan tekstur mineral yang holokristalin dengan mineral utama pembentuk batuan yaitu plagioklas, alkali feldspar, kuarsa, piroksen, ampibol, biotit dan magnetit (Wilson, 1989). Berdasarkan ciri tersebut lingkungan pembentukan satuan basal yaitu pada daerah kerak benua

3.2.1.5 Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi satuan basal dengan satuan granit yaitu kontak intrusi, sedangkan batuan yang lebih tua tidak diketahui karena tidak tersingkap pada daerah penelitian.

3.2.2 Satuan Granit

Pada satuan granit akan dibahas mengenai dasar penamaan, penyebaran, ciri litologi meliputi karakteristik megaskopis dan petrografis, lingkungan pembentukan, umur satuan batuan, dan hubungan stratigrafinya dengan satuan batuan yang ada di sekitarnya.

3.2.2.1 Dasar Penamaan

Penamaan satuan ini berdasarkan litologi penyusun yang dijumpai pada lokasi penelitian, yaitu litologi granit.

Penamaan batuan dari satuan ini terdiri atas dua cara yaitu pengamatan batuan secara megaskopis dan secara mikroskopis (petrografis). Pengamatan secara megaskopis ditentukan secara langsung di lapangan terhadap karakteristik dan komposisi mineral pada batuan, sedangkan secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop polarisasi untuk pengamatan sifat optik mineral serta pemerian komposisi mineral secara spesifik yang kemudian penamaannya menggunakan klasifikasi batuan beku menurut Travis (1955).

3.2.2.2 Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini memiliki luas sekitar 21,63 km² atau menempati sekitar 50,73% dari keseluruhan luas daerah penelitian. Satuan ini tersingkap pada bagian Utara daerah penelitian yaitu meliputi daerah Maipi dan Simbolong. Satuan ini memiliki ketebalan yang tersingkap yaitu 100 - 505 meter.

3.2.2.3 Ciri Litologi

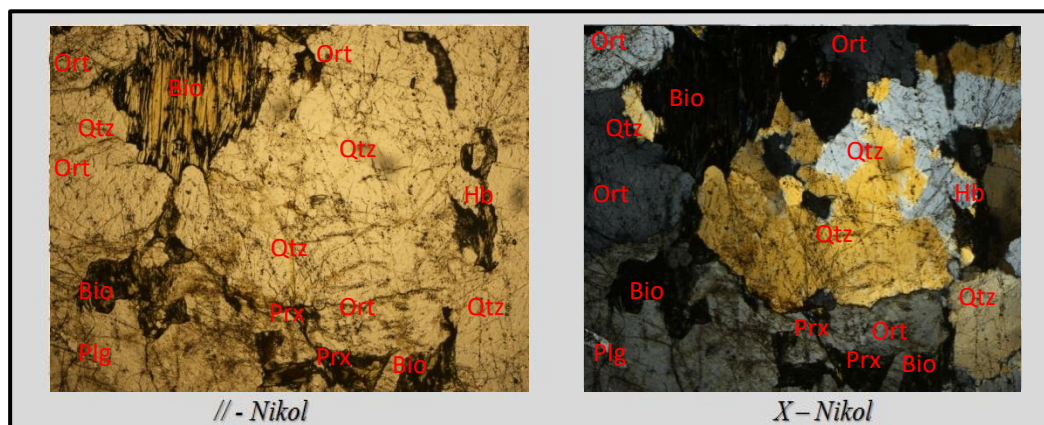
Litologi yang menyusun satuan ini yaitu granit. Secara megaskopis, granit

pada daerah penelitian dengan kenampakan ciri fisik dalam keadaan lapuk berwarna coklat, sedangkan dalam keadaan segar batuan berwarna putih keabuan, tekstur holokristalin, porfiritik, bentuk subhedral-euhedral, relasi inequigranular, struktur masif, komposisi mineral ortoklas, plagioklas, biotit, kuarsa. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955), litologi ini dinamakan **granit** (Gambar 3.4).



Gambar 3.4 Singkapan granit pada stasiun 10 dengan arah pengambilan foto N 174^oE

Kenampakan petrografis granit dengan kode sampel ST10, ST11, dan ST23 memperlihatkan sayatan tipis dengan warna absorpsi tidak berwarna hingga coklat, warna interferensi putih keabuan hingga coklat tua, tekstur holokristalin, porfiritik, bentuk subhedral - anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari ortoklas 38-45% , kuarsa 15-25%, biotit 5-7%, dan piroksen 5-7%, serisit 5%. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955) maka batuan ini dinamakan **granit**. (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Kenampakan petrografis granit pada sayatan ST10, yang memperlihatkan kandungan mineral yang terdiri atas ortoklas (ort), plagioklas (plg), kuarsa (qtz), hornblende (hb), biotit (bio), dan piroksen (prx)

3.2.2.4 Lingkungan Pengendapan dan Umur

Penentuan umur pada satuan ini ditentukan berdasarkan pada ciri fisik litologi dan posisi stratigrafi yang dibandingkan dengan umur batuan pada Geologi Regional Lembar Malili. Kenampakan lapangan memperlihatkan satuan granit memiliki tekstur holokristalin, dan tersusun atas mineral ortoklas, kuarsa, biotit, dan piroksen dan pada geologi regional granit, putih berbintik hitam kebiruan, berhablur penuh (holokristalin); umumnya bertekstur porfiritik. Fenokris terdiri atas ortoklas, plagioklas, kuarsa, horenblenda dan biotit. Berdasarkan kesamaan litologi granit pada Lembar Malili dengan hasil penarikan granit menunjukkan umur 3,35 juta tahun (Pliosen) (Simandjuntak dkk, 1991).

Penentuan lingkungan pembentukan dari satuan granit ini ditentukan berdasarkan tekstur dan komposisi mineral yang dijumpai. Secara umum lingkungan tektonik kerak benua yang dicirikan dengan tekstur mineral yang holokristalin dengan mineral utama pembentuk batuan yaitu plagioklas, alkali

feldspar, kuarsa, piroksen, ampibol, biotit dan magnetit (Wilson, 1989). Berdasarkan ciri tersebut lingkungan pembentukan satuan granit yaitu pada daerah kerak benua.

3.2.2.5 Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi satuan granit dengan satuan basal yaitu kontak intrusi, sedangkan dengan satuan granodiorit yaitu keselarasan.

3.2.3 Satuan Granodiorit

Pada satuan granodiorit akan dibahas mengenai dasar penamaan, penyebaran, ciri litologi meliputi karakteristik megaskopis dan petrografis, lingkungan pembentukan, umur satuan batuan, dan hubungan stratigrafinya dengan satuan batuan yang ada di sekitarnya.

3.2.3.1 Dasar Penamaan

Penamaan satuan ini berdasarkan pada litologi penyusun yang dijumpai pada lokasi penelitian, yaitu litologi granodiorit dan basal. Satuan ini didominasi oleh granodiorit, sehingga diberi nama satuan granodiorit.

Penamaan batuan dari satuan ini terdiri atas dua cara yaitu pengamatan batuan secara megaskopis dan secara mikroskopis (petrografis). Pengamatan secara megaskopis ditentukan secara langsung di lapangan terhadap karakteristik dan komposisi mineral pada batuan, sedangkan secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop polarisasi untuk pengamatan sifat optik mineral serta pemerian komposisi mineral secara spesifik yang kemudian penamaannya menggunakan klasifikasi batuan beku menurut Travis (1955).

3.2.3.2 Penyebaran dan Ketebalan

Satuan granodiorit menempati sekitar 31,17% dari luas keseluruhan daerah penelitian yaitu dengan luas sekitar 13,29 km². Satuan ini tersingkap pada bagian selatan daerah penelitian meliputi daerah Tondoktua.

Perhitungan ketebalan satuan ini berdasarkan pada perhitungan ketebalan pada penampang geologi A-B sehingga diperoleh ketebalan satuan granodiorit yang tersingkap yaitu 75 – 225 m.

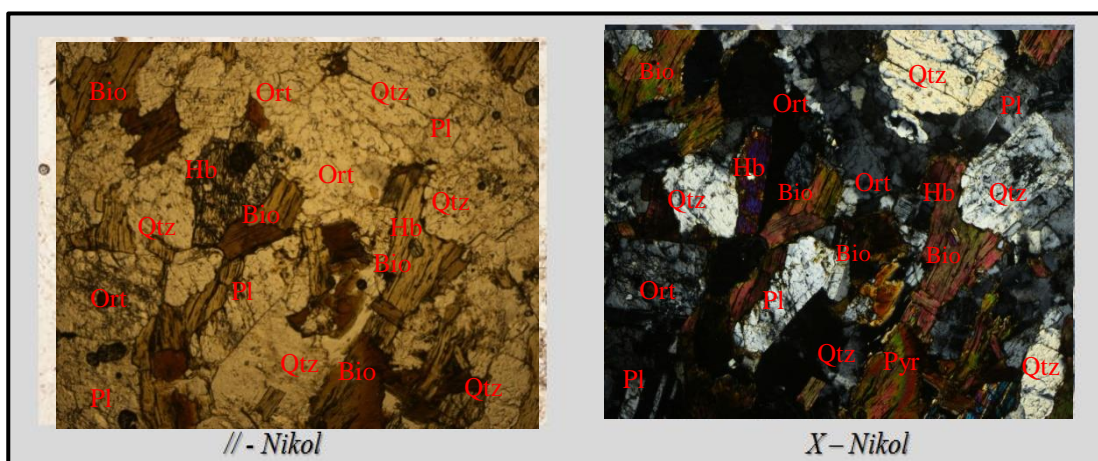
3.2.3.3 Ciri Litologi

Secara megaskopis, granodiorit pada daerah penelitian dengan kenampakan ciri fisik dalam keadaan lapuk berwarna coklat, sedangkan dalam keadaan segar batuan berwarna putih keabuan, tekstur holokristalin, porfiritik, bentuk subhedral-euhedral, relasi inequigranular, struktur masif, komposisi mineral ortoklas, plagoklas, biotit, hornblende dan kuarsa. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955), litologi ini dinamakan **granodiorit** (Gambar 3.6).



Gambar 3.6 Singkapan granodiorit pada stasiun 28 dengan arah pengambilan foto N 278°E

Kenampakan petrografis granodiorit dengan kode sampel ST17 dan ST41 memperlihatkan sayatan tipis dengan warna absorpsi tidak berwarna hingga coklat, warna interferensi putih keabuan hingga coklat tua, tekstur holokristalin, porfiritik, bentuk subhedral-anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari plagioklas 37-41%, ortoklas 15%, kuarsa 20-25%, hornblende 8-12%, biotit 8%, dan piroksen 5-7%. Berdasarkan klasifikasi Travis (1955) maka batuan ini dinamakan **granodiorit**. (Gambar 3.5)



Gambar 3.7 Kenampakan petrografis granodiorit pada sayatan ST17, yang memperlihatkan kandungan mineral yang terdiri atas plagioklas (pl), ortoklas (ort), kuarsa (qtz), hornblende (hb), biotit (bio), dan piroksen (pyr)

3.2.3.4 Lingkungan Pembentukan dan Umur

Penentuan umur pada satuan ini ditentukan berdasarkan pada ciri fisik litologi dan posisi stratigrafi yang dibandingkan dengan umur batuan pada Geologi Regional Lembar Malili. Kenampakan lapangan memperlihatkan satuan granodiorit memiliki tekstur holokristalin, dan tersusun atas mineral kuarsa, ortoklas, biotit, hornblende dan plagioklas. Pada geologi regional Granodiorit, putih berbintik hitam; pejal dan bertekstur porfiritik dan sedikit fanerik; berhablur

penuh (Holokristalin); Susunan mineral berupa fenokris plagioklas dan jenis oligoklas, ortoklas, kuarsa dan horeblend, serta masa dasar epidot, serisit, magnetit, kuarsa dan mineral ternpung. Berdasarkan kesamaan litologi granodiorit pada Lembar Malili dengan hasil penarikan granit menunjukkan umur 3,35 juta tahun (Pliosen), (Simandjuntak, 1991)

Penentuan lingkungan pembentukan dari satuan granodiorit ini ditentukan berdasarkan tekstur dan komposisi mineral yang dijumpai. Secara umum lingkungan tektonik kerak benua yang dicirikan dengan tekstur mineral yang holokristalin dengan mineral utama pembentuk batuan yaitu plagioklas, alkali feldspar, kuarsa, piroksin, ampibol, biotit dan magnetit (Wilson, 1989). Berdasarkan ciri tersebut lingkungan pembentukan satuan granodiorit yaitu pada daerah kerak benua.

3.2.3.5 Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi satuan granodiorit dengan satuan granit yaitu keselarasan, sedangkan hubungan dengan batuan yang lebih muda yaitu ketidakeselarasan.

3.2.4 Satuan Aluvial

Satuan aluvial adalah satuan yang terdiri atas hasil proses geologi yang dijumpai pada sekitar sungai, material ini bersumber dari hasil pelapukan batuan dan terendapkan, material hasil endapan ini biasanya belum mengalami konsolidasi, sehingga satuan ini bisa dikatakan sebagai satuan paling muda pada daerah penelitian.

Satuan ini menempati bagian tenggara daerah penelitian, menyebar mengikuti arah aliran sungai. Luasan sebaran satuan ini sekitar 5.30 km² atau sekitar 12,43 % dari luas daerah penelitian.

Pada satuan ini pernah terjadi bencana alam banjir bandang yang mengakibatkan terjadinya erosi secara luas, dan material hasil erosi yang terbawa oleh media air membentuk endapan aluvial berukuran lempung sampai bongkah.



Gambar 3.8 Endapan aluvial pada sungai Kula pada stasiun 9 berukuran lempung sampai bongkah dengan arah foto N 175°E

Pembentukan satuan ini terbentuk pada Kala Holosen dan masih berlangsung sampai saat ini. Hubungan stratigrafi satuan ini dengan satuan batuan yang lebih tua adalah ketidakselarasan.

BAB IV

STRUKTUR GEOLOGI

4.1 Struktur Regional

Struktur geologi di Sulawesi didominasi oleh arah Baratlaut – Tenggara yang berupa sesar mendatar sinistral dan sesar naik.

Struktur di daerah ini adalah sesar dan kekar - kekar. Secara umum kelurusan sesar berarah Baratlaut - Tenggara. Sesar yang terdapat di daerah ini berupa sesar naik, sesar sungkup, sesar geser dan sesar turun, yang diperkirakan sudah mulai terbentuk sejak Mesozoikum. Beberapa sesar utama tampaknya aktif kembali. Sesar Matano dan sesar Palu-Koro merupakan sesar utama berarah Baratlaut - Tenggara, dan menunjukkan gerak mengiri. Diduga kedua sesar itu masih aktif sampai sekarang, keduanya bersatu di bagian Baratlaut Lembar. Diduga pula kedua sesar tersebut terbentuk sejak Oligosen, dan bersambungan dengan sesar Sorong sehingga merupakan satu sistem sesar transform. Sesar lain yang lebih kecil berupa tingkat pertama dan/atau kedua yang terbentuk bersamaan atau setelah sesar utama tersebut. Dengan demikian sesar – sesar ini dapat dinamakan Sistem Sesar Matano-Palu-Koro.

4.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Pembahasan tentang struktur geologi daerah penelitian menjelaskan tentang pola struktur geologi, identifikasi jenis struktur, umur dari struktur yang dihubungkan dengan stratigrafi daerah penelitian dan interpretasi mekanisme gaya yang menyebabkan terjadinya struktur pada daerah penelitian. Penentuan struktur

geologi didasarkan pada data yang diperoleh berupa data yang bersifat primer maupun sekunder dan interpretasi pada peta topografi daerah penelitian. Adapun beberapa langkah yang dilakukan dalam menganalisa struktur pada daerah penelitian meliputi :

1. Melakukan interpretasi pola struktur pada peta topografi dan pengamatan gejala struktur geologi secara langsung di lapangan.
2. Melakukan pengambilan atau pengukuran data struktur geologi yang dijumpai di lapangan, meliputi lokasi dijumpainya pengukuran data kekar, kedudukan batuan yang terdeformasi yang dijumpai.
3. Melakukan analisis kuantitatif pada struktur geologi yang diperoleh, di antaranya dengan *software* streonet untuk menganalisa data kekar.
4. Menentukan jenis struktur geologi serta mekanisme pembentukan struktur geologi pada daerah penelitian.

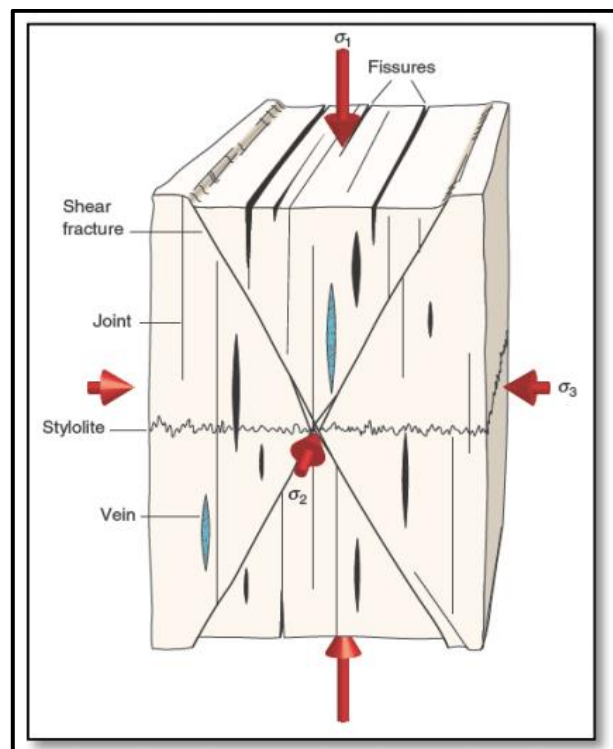
Berdasarkan pengamatan di lapangan maka diperoleh data penciri struktur geologi sekunder berupa kekar, kelurusan kontur, pergeseran, pembelokan sungai yang tiba-tiba. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian berdasarkan penciri struktur yang dijumpai di lapangan adalah struktur kekar dan struktur sesar.

4.2.1 Struktur Kekar (*Joint*)

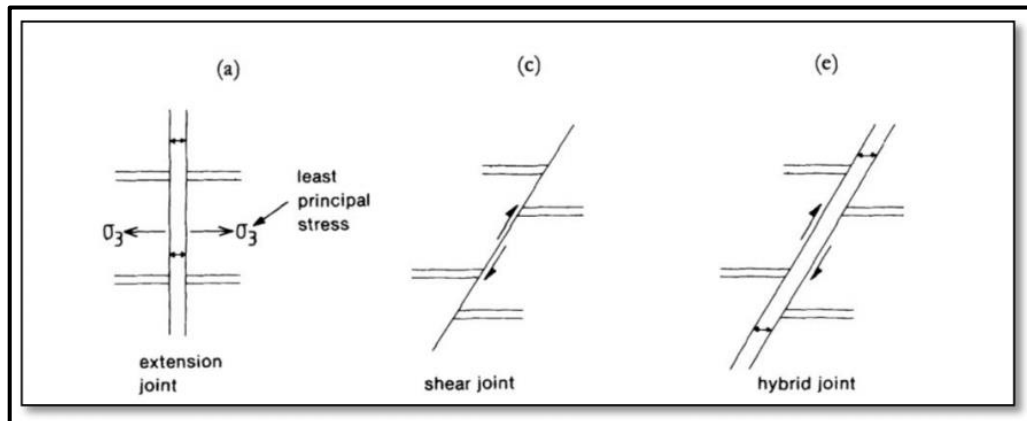
Kekar dapat didefinisikan sebagai bidang atau permukaan yang membelah batuan dan belum nampak pergerakan paralel terhadap bidang atau permukaan tersebut (Billings, 1946). Terdapat beberapa tipe kekar yang mendasar, yakni *dilational joints*, *shear joints*, *hybrid joints*, dan *irregular extension joints*.

Kekar akibat proses deformasi sangat berhubungan dengan gaya yang menyebabkannya, yaitu tegasan dan keretakan (*stress* dan *strain*) dibagi menjadi tiga jenis (Mc. Clay, 1987) yaitu:

1. Kekar gerus (*shear joint/ compression joint*), kekar yang terjadi akibat takanan/kopresi
2. Kekar tarik (*tension joint*), kekar yang terbentuk akibat tarikan, disebut juga extension fracture, tension gashes (terisi mineral).
3. Kekar hybrid (*hybrid joint*), merupakan campuran dari kedua kekar di atas, dan umumnya terisi mineral sekunder.



Gambar 4.1 Anatomi kekar (Fossen, 2010)



Gambar 4.2 Tipe bentuk kekar : (a) *Extension Joint*, (b) *Shear Joint*, (c) *hybrid joint* (McClay, 1987)

Jika kekar pada bidang planar dan membentuk set yang paralel hingga sub-paralel, maka kekar dikatakan sistematis. Kekar yang dapat ditelusuri hingga puluhan bahkan ratusan meter dikatakan sebagai master joint. Kekar yang ukurannya lebih kecil namun tetap mudah diamati dikatakan sebagai major joint. Adapun kekar dengan ukuran lebih halus akan diamati di bawah mikroskop (McClay, 1987).

Extension joints dapat dianalisis dengan plot bidang kekar dan kutubnya pada proyeksi stereografis. Arah dari σ_3 merupakan kutub dari bidang kekar ini dan sumbu σ_1 dan σ_2 berada di dalamnya. Jika hanya *extension joints* yang dijumpai, maka tidak dapat ditentukan orientasi dari σ_1 dan σ_2 . *Shear joints* umumnya membentuk susunan atau sistem *conjugate* dengan sudut perpotongan lebih besar dari 60° . Jika diplot pada proyeksi stereografis, garis perpotongan dari bidang kekar ini adalah sumbu σ_2 dan σ_1 (McClay, 1987). Pada daerah penelitian sistem kekar menunjukkan sistematis.

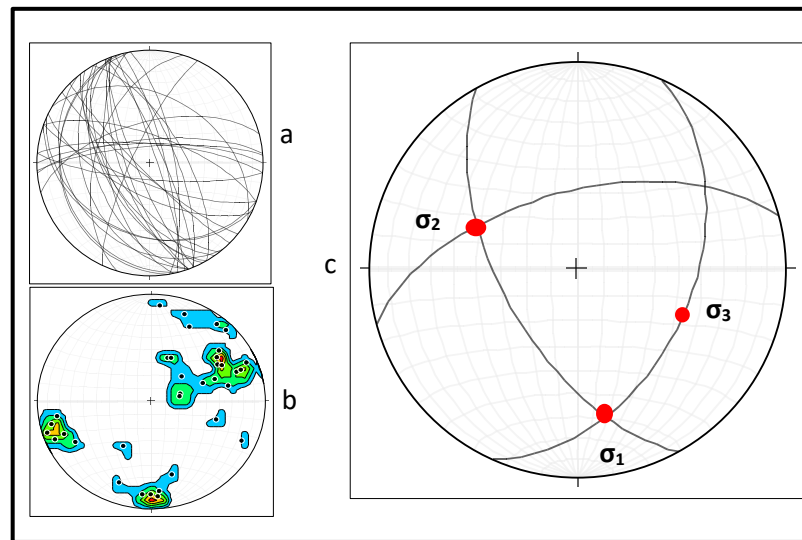


Gambar 4.3 Sistem kekar sistematis dari singkapan granit pada stasiun 10 dengan arah pengambilan foto N 220° E

Tabel 4.1 Data kekar yang diukur pada stasiun 17

No	Nama Batuan	Kedudukan Kekar	
		Strike (N.....E)	Dip (.....°)
1	granit	338	71
2		330	65
3		337	80
4		290	70
5		346	79
6		270	76
7		350	72
8		205	77
9		265	73
10		266	78
11		337	80
12		296	66
13		322	65
14		340	69
15		309	81
16		330	57
17		325	60
18		345	22
19		350	21
20		342	85
21		275	76
22		340	73
23		313	66
24		270	37
25		340	50
26		300	40
27		340	40
28		290	35
29		294	36
30		315	83
31		290	75
32		348	59
33		320	29
34		332	60
35		275	78

Dari hasil pengolahan data kekar pada litologi granit dengan menggunakan *software streonet* memperlihatkan tegasan utama maksimum (σ_1) N 202/03^oE, tegasan utama (σ_2) N 294/45^oE, dan tegasan utama minimum (σ_3) N 110/44^oE (Gambar 4.4).

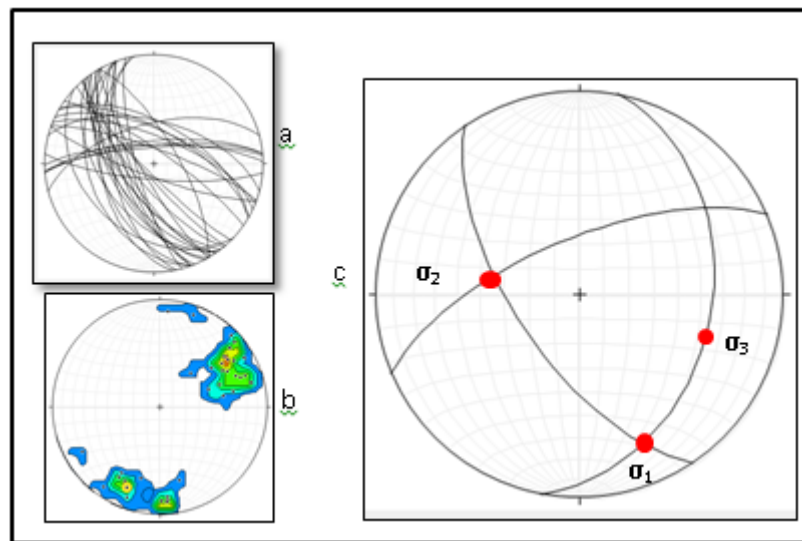


Gambar 4.4 Pengolahan data kekar 1 : (a) Plot data kekar pada streonet (*Schmidt Net*); (b) Pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) Kenampakan tegasan maksimum, tegasan menengah, tegasan minimum.

Tabel 4.2 Data kekar yang diukur pada stasiun 10

No	Nama Batuan	Kedudukan Kekar	
		Strike (N.....E)	Dip (.....°)
1	granodiorit	295	65
2		300	65
3		305	80
4		290	79
5		292	70
6		330	72
7		265	76
8		165	77
9		265	73
10		266	78
11		150	80
12		145	66
13		142	65
14		160	69
15		139	81
16		150	57
17		145	60
18		148	70
19		170	50
20		300	60
21		269	76
22		160	73
23		143	50
24		255	60
25		160	50
26		285	58
27		160	40
28		133	35
29		158	65
30		135	83
31		110	80
32		168	59
33		140	74
34		152	60
35		95	78

Dari hasil pengolahan data kekar pada litologi granit dengan menggunakan *software streonet* memperlihatkan tegasan utama maksimum (σ_1) N 248/68^oE, tegasan utama (σ_2) N 012/35^oE, dan tegasan utama minimum (σ_3) N 195/55^oE (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Pengolahan data kekar 2 : (a) Plot data kekar pada streonet (*Schmidt Net*); (b) Pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) Kenampakan tegasan maksimum, tegasan menengah, tegasan minimum.

4.2.2 Struktur Sesar (*Fault*)

Sesar atau *fault* merupakan kekar di mana dinding blok yang berlawanan telah mengalami perpindahan terhadap dinding lainnya. Sifat sesar dibedakan pada pergerakan paralelnya terhadap permukaan kekar atau rekahan. Sebagian sesar mungkin panjangnya hanya beberapa inci dan total perpindahannya pun hanya dalam hitungan inci. Pada keadaan yang ekstrim, terdapat sesar sepanjang ratusan mil dengan perpindahan bermil-mil hingga puluhan mil (Billings, 1946).

Menurut Anderson (1951, dalam McClay, 1987), dinamika kekar pada kenyataannya tidak dapat disebabkan oleh tekanan dari permukaan bumi,

sehingga salah satu dari tekanan utama (σ_1 , σ_2 atau σ_3) seharusnya tegak lurus terbagi atas sesar normal (*normal fault*), sesar geser (*wrench* atau *strike-slip fault*), dan sesar naik (*reverse fault*). Sesar normal ialah sesar di mana σ_1 berarah vertikal, sedangkan σ_2 dan σ_3 horizontal dengan kemiringan atau dip dari bidang sesar sekitar 60° . *Strike-slip fault* ialah sesar di mana σ_2 berarah vertikal, sedangkan σ_1 dan σ_3 horizontal. *Reverse fault* ialah sesar di mana σ_3 berarah vertikal, sedangkan σ_1 dan σ_2 berarah horizontal dengan dip dari bidang sesar mendekati 30° terhadap garis horizontal.

Adapun berdasarkan pada perpindahan dan arah pergeseran pada bidang sesar, maka klasifikasi geometri sesar dapat dibagi atas :

1. *Extension fault*, contohnya ialah sesar normal
2. *Contraction fault*, contohnya sesar naik atau *thrust fault*
3. *Strike-slip fault*, contohnya *transform fault*

Untuk mengidentifikasi struktur sesar pada daerah penelitian dilakukan dengan mengenali ciri-ciri primer yang dijumpai di lapangan ataupun ciri sekunder yang mendukung keberadaan sesar tersebut. Selain itu identifikasi struktur sesar juga harus tetap mengacu terhadap tektonik regional yang mempengaruhi daerah penelitian.

Dalam menginterpretasi jalur sesar, dapat dikenali dengan foto udara ataupun peta topografi berupa kelurusan atau gawir pada suatu perbukitan atau lembah, kelurusan maupun pembelokan arah alur sungai yang mencolok.

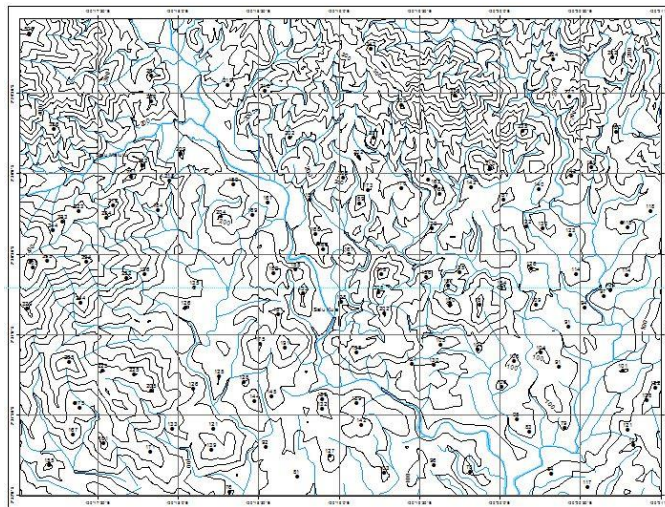
Berdasarkan hasil analisa terhadap data lapangan berupa data primer maupun data sekunder serta korelasi terhadap tektonik regional maka sesar yang

bekerja pada daerah penelitian sesar geser. Untuk mempermudah pembahasan maka sesar ini diberi nama belakang berdasarkan nama geografis daerah yang dilalui sesar tersebut yaitu sesar geser sinistral Maipi

4.2.2.1 Sesar Geser Sinistral Maipi

Sesar geser pada daerah penelitian memanjang dari arah Tenggara hingga Barat laut. Satuan batuan yang dilalui adalah granit dan granodiorit. Adapun gejala yang dijumpai di lapangan yang mengindikasikan sesar geser adalah :

- Ditemukan adanya kekar-kekar pada litologi granit dan granodiorit
- Perubahan arah sungai yang signifikan
- Ditemukan adanya pergeseran punggung bukit.



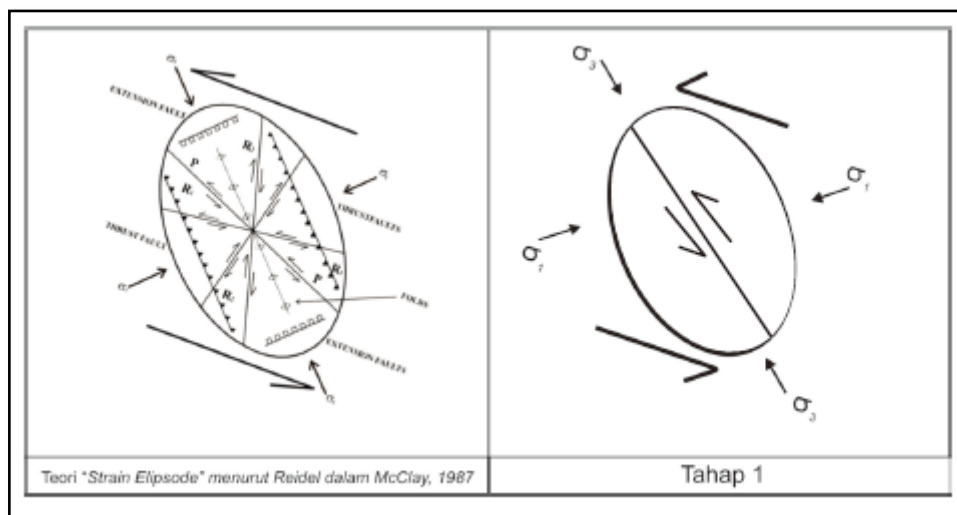
Gambar 4.6 Pelurusan sungai dan pergeseran punggung bukit pada daerah penelitian

Berdasarkan pola tegasan utama (σ_1 , σ_2 dan σ_3) pada pengolahan data struktur menggunakan proyeksi stereografis, sesar yang terbentuk ialah sesar geser. Penentuan umur sesar ini berdasarkan umur batuan yang terlewatinya dimana satuan termuda pada daerah penelitian yaitu satuan granodiorit yang

berumur Pliosen, sehingga umur pembentukan Sesar sinistral Maipi yaitu Post Pliosen.

4.3 Mekanisme Struktur Geologi Daerah Penelitian

Mekanisme pembentukan struktur geologi yang terbentuk pada daerah penelitian dapat dijelaskan dengan menggunakan pola *strain ellipsoid* yang dikemukakan oleh Reidel dalam McClay, 1987 (Gambar 4.6).



Gambar 4.7 Mekanisme terjadinya sesar pada daerah penelitian berdasarkan model Reidel dalam Mc.Clay (1987)

Mekanisme pembentukan struktur geologi pada daerah penelitian didasarkan pada pendekatan Teori Reidel dalam Mc. Clay (1987) yang merupakan modifikasi dari teori Harding 1974, diawali oleh kegiatan tektonik secara regional yaitu gaya endogen yang berarah Barat Laut, kemudian gaya kompresi pada batuan terus meningkat dan batuan mencapai fase deformasi plastis, yang menimbulkan rekahan pada batuan. Lalu rekahan pada batuan tersebut melewati batas plastisnya sehingga terjadi patahan atau pergeseran bidang

rekahan sehingga terbentuk sesar geser Maipi. Berdasarkan batuan yang terlewati oleh sesar ini maka dapat diketahui umur dari sesar geser sinistral Maipi ini yaitu Post Pliosen.

BAB V

SEJARAH GEOLOGI

Sejarah geologi daerah penelitian dimulai pada Zaman Paleogen, terjadi vulkanisme bersifat basa membentuk satuan basal. Proses pembentukan satuan ini berakhir pada Kala Miosen.

Pada Kala Pliosen terjadi magmatisme bersifat asam menghasilkan satuan granit yang mengintrusi batuan yang lebih tua namun tidak dijumpai pada daerah penelitian.

Pada kala yang sama terjadi lagi magmatisme bersifat asam menghasilkan satuan granodiorit yang mengintrusi satuan granit. Pembentukan satuan ini berakhir pada kala itu juga.

Pada Kala Plistosen terjadi aktivitas tektonik yang menyebabkan terbentuknya kekar-kekar pada granit dan granodiorit. Gaya kompresi yang berlangsung secara terus – menerus menyebabkan rekahan batuan yang terbentuk mengalami pergeseran sehingga menyebabkan terbentuknya Sesar Geser Sinistral Maipi memanjang dari arah Barat Laut – Tenggara.

Pada Kala Holosen terjadi proses pelapukan dan erosi sehingga satuan granit dan granodiorit tersingkap ke permukaan. Akibat adanya proses pelapukan dan erosi, terjadi pengendapan material sedimen hasil erosi yang dibawa oleh media air yang membentuk endapan berukuran lempung sampai bongkah membentuk endapan aluvial. Proses pengendapan ini masih berlangsung sampai sekarang dan mengontrol pembentukan bentang alam daerah penelitian.

BAB VI

BAHAN GALIAN

6.1 Penggolongan Bahan Galian

Bahan galian merupakan sumber daya alam yang potensial ditinjau dari segi kualitatif. Bahan galian didefinisikan sebagai bahan yang dijumpai di alam baik berupa unsur kimia, mineral, bijih ataupun segala macam batuan, termasuk bahan galian yang berbentuk padat (misalnya emas, perak, dan lain-lain), berbentuk cair (misalnya minyak bumi, yodium dan lain-lain), maupun yang berbentuk gas (misalnya gas alam) (Sukandarrumidi, 1999). Penyebaran bahan galian di alam tidak merata karena dipengaruhi oleh jenis batuan pada daerah ketersediaan bahan galian serta proses dan aktivitas geologi yang mempengaruhi pembentukannya.

Rincian tentang penggolongan bahan galian dijelaskan pada PP No. 27/1980 bahan galian terdiri atas tiga golongan, yaitu:

- A. Golongan bahan galian strategis :
 - 1. Minyak bumi, bitumen cair, lilin bumi, dan gas alam
 - 2. Bitumen padat dan aspal
 - 3. Antrasit, batubara, dan batubara muda
 - 4. Uranium, radium, thorium, dan bahan radioaktif lainnya
 - 5. Nikel, kobalt, timah
- B. Golongan bahan galian vital adalah :
 - 1. Besi, mangan, molibdenum, krom, wolfram, vanadium, dan titanium
 - 2. Bauksit, tembaga, timbal, dan seng

3. Emas, platina, perak, air raksa, dan intan
4. Arsen, antimon, dan bismut
5. Yitrium, rhutenium, dan cerium
6. Dan logam-logam langka lainnya : Berilium, korondum, zirkon, kristal kuarsa, kriolit, flourspar, barit, yodium, brom, klor, dan belerang

C. Golongan bahan galian yang tidak termasuk a atau b adalah :

1. Nitrat-nitrat, posfat-posfat, garam batu (halit)
2. Asbes, talk, mika, grafit, magnesit
3. Yarosit, leusit, tawas (alum), oker
4. Batu permata, batu setengah permata
5. Pasir kuarsa, kaolin, felspar, gips, bentonit
6. Batuapung, tras, obsidian, perlit, tanah diatomae, tanah serap
7. Marmer, batu tulis, batu kapur, dolomit, kalsit
8. Granit, andesit, basal, trakit, tanah liat, dan pasir sepanjang tidak mengandung unsur-unsur mineral golongan a maupun b dalam jumlah yang berarti ditinjau dari segi ekonomi pertambangan.

Pemanfaatan bahan galian diatur dalam Undang Undang Dasar 1945 pada pasal 33 ayat 3 tentang perekonomian. Sedangkan dalam pengaturan pelaksanaan penambangan dan penggolongan tentang bahan galian yang bisa ditambang yaitu didasarkan oleh beberapa peraturan perundang-undangan seperti: Undang Undang Republik Indonesia No. 4 tahun 2009 tentang pertambangan mineral dan batubara. Dalam Undang–Undang RI No. 4 tahun 2009 telah menghapus penggolongan bahan galian berubah menjadi penggolongan usaha pertambangan, sedangkan

menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2010 tentang pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara pada bab I ketentuan umum pasal 2 ayat 2 mengelompokkan bahan galian ke dalam 5 (lima) golongan komoditas tambang, yaitu :

- 1) Mineral Radioaktif meliputi radium, rhodium, uranium, monasit, dan bahan galian radioaktif lainnya;
- 2) Mineral Logam meliputi litium, berilium, magnesium, kalium, kalsium, emas, tembaga, perak, timbal, seng, timah, nikel, mangan, platina, bismut, molibdenum, bauksit, air raksa, wolfram, titanium, barit, vanadium, kromit, antimoni, kobalt, tantalum, cadmium, galium, indium, yttrium, magnetit, besi, galena, alumina, niobium, zirkonium, ilmenit, krom, erbium, ytterbium, dysprosium, thorium, cesium, lanthanum, niobium, neodimium, hafnium, scandium, aluminium, palladium, osmium, ruthenium, iridium, selenium, teluride, strontium, germanium, dan zirconium;
- 3) Mineral Bukan Logam meliputi intan, korundum, grafit, arsen, pasir kuarsa, fluorspar, kriolit, yodium, brom, klor, belerang, fosfat, halit, asbes, talk, mika, magnesit, yarosit, oker, fluorit, ball clay, fire clay, zeolit, kaolin, feldspar, bentonit, gipsum, dolomit, kalsit, rijang, pirofilit, kuarsit, zirkon, wolastonit, tawas, batu kuarsa, perlit, garam batu, clay, dan batu gamping untuk semen;
- 4) Batuan meliputi pumice, tras, toseki, obsidian, marmer, perlit, tanah diatome, tanah serap (fullers earth), slate, granit, granodiorit, andesit, gabro, peridotit, basalt, trakhit, leusit, tanah liat, tanah urug, batu apung, opal, kalsedon, chert, kristal kuarsa, jasper, krisoprase, kayu terkersikan, gamet, giok, agat, diorit,

topas, batu gunung quarry besar, kerikil galian dari bukit, kerikil sungai, batu kali, kerikil sungai ayak tanpa pasir, pasir urug, pasir pasang, kerikil berpasir alami (sirtu), bahan timbunan pilihan (tanah), urukan tanah setempat, tanah merah (laterit), batu gamping, onik, pasir laut, dan pasir yang tidak mengandung unsur mineral logam atau unsur mineral bukan logam dalam jumlah yang berarti ditinjau dari segi ekonomi pertambangan; dan batubara yang meliputi bitumen padat, batuan aspal, batubara, dan gambut.

6.2 Keberadaan Bahan Galian Daerah Penelitian

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) no 23 tahun 2010, bahan galian ini termasuk dalam bahan galian batuan.

Potensi bahan galian granit dan pada daerah penelitian dijumpai pada daerah sepanjang aliran sungai Kula. Bahan galian ini tersebar sebagai hasil aktivitas sungai yakni transportasi dan pengendapan (Gambar 6.1). Sebagian besar potensi tersingkap baik di sepanjang sungai. Berdasarkan penyebarannya maka bahan galian ini ekonomis untuk ditambang karena secara kuantitatif penyebarannya cukup luas namun tidak didukung dengan akses transportasi untuk pengangkutan hasil tambang. Bahan galian ini dapat dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sebagai bahan untuk pengerasan jalan dan konstruksi bangunan berupa pondasi.



Gambar 6.1Potensi bahan galian granit pada stasiun 9 pada Sungai Kula dengan arah foto N 176^oE.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, maka diperoleh kesimpulan mengenai kondisi geologi daerah penelitian sebagai berikut :

1. Geomorfologi daerah penelitian disusun oleh satuan bentangalam perbukitan denudasional, dan satuan bentangalam pedataran fluvial. Jenis sungai yaitu sungai permanen dan sungai periodik, dengan tipe genetik secara umum merupakan tipe genetik insekuen. Pola aliran yang terbentuk yaitu pola aliran dendritik dan paralel. Berdasarkan karakter geomorfologi yang dijumpai, stadia daerah penelitian termasuk dalam tahapan dewasa menjelang tua.
2. Stratigrafi daerah penelitian berdasarkan lithostratigrafi tidak resmi yang terbagi menjadi satuan basal, satuan granit, satuan granodiorit, dan satuan aluvial.
3. Struktur geologi pada daerah penelitian ialah kekar dengan jenis kekar sistematis dan sesar yang merupakan sesar geser Sinistral Maipi yang memanjang dari arah Baratlaut – Tenggara
4. Sejarah geologi daerah penelitian dimulai pada Zaman Paleogen, terjadi magmatisme bersifat basa membentuk satuan basal. Proses pembentukan satuan ini berakhir pada Kala Miosen Kala Pliosen yaitu terjadi magmatisme menghasilkan satuan granit yang mengintrusi batuan yang lebih tua namun tidak terdangkal pada daerah penelitian. Pada kala yang

sama terjadi lagi magmatisme menghasilkan satuan granodiorit yang mengintrusi satuan granit. Pembentukan satuan ini berakhir pada kala itu juga.. Selanjutnya pada Kala Plistosen terjadi aktivitas tektonik yang menyebabkan terbentuknya kekar-kekar, Gaya kompresi yang berlangsung secara terus – menerus menyebabkan rekahan batuan yang terbentuk mengalami pergeseran sehingga menyebabkan terjadinya Sesar Geser Sinistral Maipi yang memanjang dari arah Baratlaut – Tenggara. Pada Kala Holosen terjadi proses pelapukan dan erosi dimana terjadi pengendapan material sedimen hasil erosi yang terbawa oleh media air membentuk endapan yang berukuran lempung sampai bongkah membentuk endapan aluvial. Proses pengendapan ini masih berlangsung hingga sekarang dan mengontrol pembentukan bentang alam daerah penelitian.

5. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2010 tentang pelaksanaan kegiatan usaha pertambangan mineral dan batubara, maka bahan galian pada daerah penelitian termasuk dalam golongan C, yakni bahan galian granit.

7.2 Saran

Daerah penelitian merupakan daerah pasca banjir yang mengakibatkan rusaknya segala jenis konstruksi, sehingga penulis menyarankan kepada pemerintah dan masyarakat untuk dapat melakukan perbaikan serta kepada pemerintah agar dapat melakukan mitigasi bencana alam banjir agar tidak terjadi kejadian yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakosurtanal, 1991. *Peta Rupa Bumi Lembar Maipi 2113-42 Edisi 2*.
Bakosurtanal. Bogor
- Bakosurtanal, 1991. *Peta Rupa Bumi Lembar Masamba 2113-14 Edisi 2*.
Bakosurtanal. Bogor
- Basuki, W., 2010. *Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 4 tahun 2009
Tentang Pertambangan Mineral Dan Batubara.:* Counsellor at law
(ABNR). Jakarta
- Billings, M. P., 1946. *Structural Geology*. Prentice-Hall Inc, New York
- Fossen,H., 2010. *Structural Geology*. Cambridge University press. England
- Keer, F. P ., 1959. *Optical Mineralogy*. Mc Graw – Hill Book Co., Inc. New York
- Komisi Sandi Stratigrafi IAGI, 2010. *Sandi Stratigrafi Indonesia Edisi 1996*.
Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Jakarta
- Lobeck, A.K., 1939. *Geomorphology An Intruduction to the Study of Landscapes*.
McGraw-Hill Book Company, Inc. New York
- McClay, K. R., 1987. *The Mapping of Geological Structures*. Butler and Tanner
Ltd,. London
- Noor, D., 2012. *Pengantar Geologi Edisi II*. Pakuan University Press. Bogor
- Simandjuntak, T.O, Surono, J.B Supandjono, 1991. *Peta Geologi Lembar Malili,
Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Sukido, D.Sukarna, K.Sutisna, 1993. *Peta Geologi Lembar Pasangkayu,
Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung

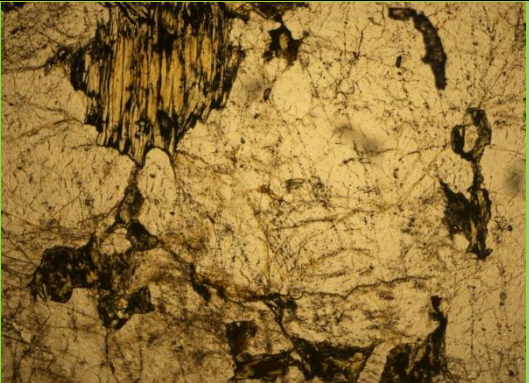

- Thornbury, W. D., 1954. *Principles of Geomorphology Second Edition*. John Wiley & Sons Inc. New York
- Travis, R. B., 1955. *Classification of Rocks Volume 50 Number 1*, Quarterly of The Colorado School of Mines. USA
- Van Bemmelen, R. W., 1949. *The Geology of Indonesia Vol IA: The General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. The Hague : Government Printing Office. Amsterdam
- Van Zuidam, R. A., 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. Smith Publisher, The Hague, Enschede. Netherland
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis A Global Tectonic Approach*. Department of Earth Sciences, University of Leeds, The Netherlands

LAMPIRAN

No Stasiun / No conto	: ST.10	
Lokasi	: Sungai Kula Daerah Maipi	Satuan: Granit
Tipe Batuan	: Batuan beku asam	
Stuktur	: Massive	
Klasifikasi	: Travis,1955	
Mikroskopis	:	
Warna nikol sejajar tidak berwarna dan cokelat, pada nikol silang putih kekuningan dan cokelat tua, tekstur holokristalin, faneroporfiritik, bentuk subhedral – anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari ortoklas, plagioklas, kuarsa, hornblende, biotit, dan piroksen.		

DESKRIPSI MINERALOGI

Foto:

	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											2													
3											3											3													
4											4											4													
5											5											5													
6											6											6													
//- Nikol												Perbesaran 50X												X-Nikol											

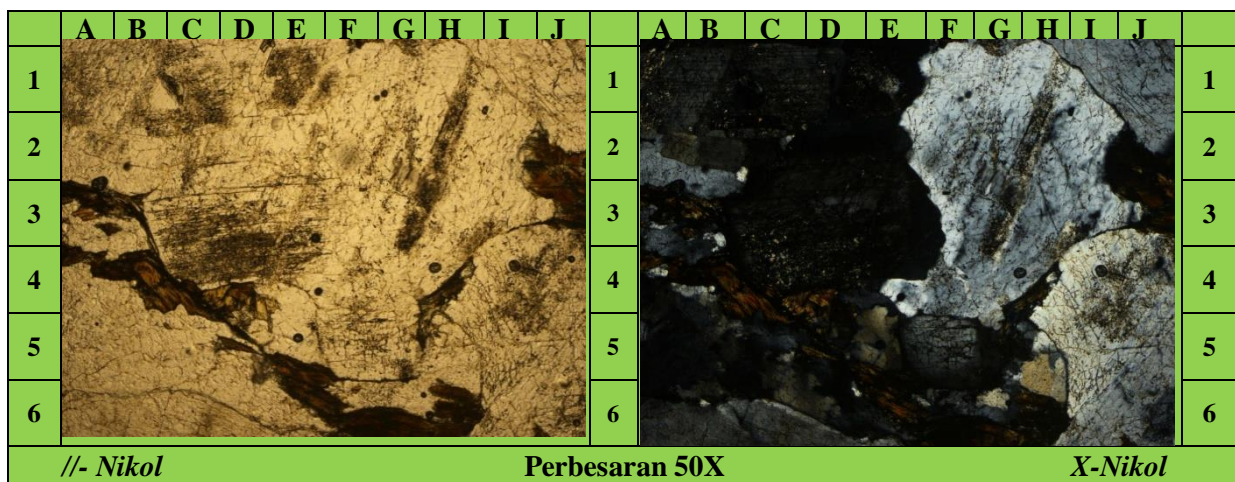
Komposisi Mineral <i>Compositon of Mineral</i>	Jumlah Amount (%)	KETERANGAN OPTIC MINERAL <i>Description of Optical Mineralogy</i>
Ortoklas (1A,4C)	45	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan , bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.6 mm - 3 mm, , jenis gelapan miring dengan sudut 18°, belahan tidak ada, pecahan tidak rata, tidak memiliki kembaran.
Plagioklas (6A)	15	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan bentuk subhedral-euhedral, relief rendah, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.5 mm – 1.3 mm, jenis gelombang miring dengan sudut 30°, kembaran carlsbad-albit jenis plagioklas: albit.
Kuarsa (3G)	25	Warna arbsorbsi tidak berwarna , warna arbsorbsi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, pleokroisme tidak ada, ukuran mineral 0,5 mm – 2.5 mm, jenis gelapan bergelombang, belahan tidak ada,
Hornblende (3I)	5	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi ungu kecokelatan, relief tinggi, bentuk subhedral, pleokroisme monokroik dengan warna cokelat kehijauan, ukuran mineral 0,2 mm – 0,5 mm, jenis gelapan miring dengan dengan sudut 30°, kembaran lamelar, belahan 1 arah
Biotit (2C,4I)	5	Warna arbsorbsi berwarna cokelat, warna interferensi cokelat kemerahan sampai hijau bentuk subhedral, relief sedang, pleokrisme monokroik, ukuran mineral 0.5-1 mm, jenis gelapan parallel, belahan 1 arah,
Piroksen (5F)	5	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi biru kehijauan bentuk subhedral-anhedral, relief tinggi, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0,2-0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan satu arah, pecahan tidak rata.

Nama Batuan : Granit (Travis,1955)

No Stasiun / No conto	: ST 11	Satuan: Granit
Lokasi	: Daerah Maipi	
Type Batuan	: Batuan Beku Asam	
Stuktur	: Massive	
Klasifikasi Fragmen	: Travis, 1955	
Mikroskopis	:	
Warna nikol sejajar tidak berwarna dan cokelat, pada nikol silang putih keabuan dan cokelat tua, tekstur holokristalin, faneroporfiritik, bentuk subhedral-anhedral, relasi inequigranular, , komposisi mineral : orthoklas, plagioklas,kuarsa, hornblende, biotit, piroksen, dan serisit.		

DESKRIPSI MINERALOGI

Foto



Komposisi Mineral <i>Compositon of Mineral</i>	Jumlah Amount (%)	KETERANGAN OPTIC MINERAL <i>Description of Optical Mineralogy</i>
Ortoklas (1J,2A)	40	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan , bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.8 mm - 3 mm, , jenis gelapan miring dengan sudut 15°, belahan tidak ada, pecahan tidak rata, tidak memiliki kembaran.
Plagioklas (1A)	13	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan bentuk subhedral-euhedral, relief rendah, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.5 mm – 1.3 mm, jenis gelombang miring dengan sudut 33°, kembaran carlsbad-albit jenis plagioklas: albit.
Kuarsa (5H)	25	Warna arbsorbsi tidak berwarna , warna arbsorbsi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, pleokroisme tidak ada, ukuran mineral 0,2 mm – 0.8 mm, jenis gelapan bergelombang, belahan tidak ada,
Hornblende (4H)	5	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi ungu kecokelatan, relief tinggi, bentuk subhedral, pleokroisme monokroik dengan warna cokelat kehijauan, ukuran mineral 0,2 mm – 0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 30°, kembaran lamelar, , belahan 1 arah
Piroksen (4D)	6	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi biru kehijauan bentuk subhedral-anhedral, relief tinggi, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0,2-0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan satu arah, pecahan tidak rata.

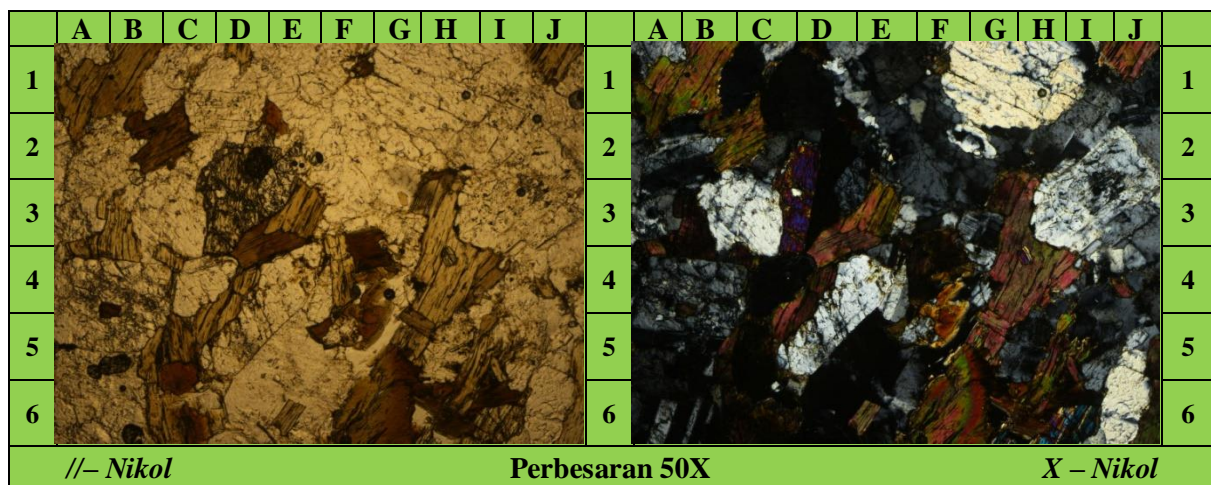
Biotit (6F)	6	Warna arbsorbsi berwarna coklat, warna interferensi coklat kemerahan sampai hijau bentuk subhedral, relief sedang, pleokrisme monokroik, ukuran mineral 0.5-1 mm, jenis gelapan parallel, belahan 1 arah,
Serisit (4C)	5	Warna adsorbsi tidak berwarna, warna interferensi kuning dengan intensitas tinggi, relief rendah dengan ukuran mineral 0,05 mm, bentuk mineral subhedral, sudut gelapan tidak ada, belahan tidak ada.

Nama Batuan : Granit (Travis,1955)

No Stasiun / No conto	: ST.17	
Lokasi	: Sungai Kula	Satuan : Granodiorit
Jenis Batuan	: Batuan Beku Asam	
Tipe Stuktur	: Massive.	
Klasifikasi	: Travis, 1955	
Mikroskopis	:	
Warna nikol sejajar tidak berwarna sampai cokelat, pada nikol silang putih keabuan dan cokelat kehijauan, tekstur holokristalin, faneroporfiritik, tekstur khusus intergrowth, bentuk subhedral – anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari plagioklas, ortoklas, kuarsa, hornblende, biotit, dan piroksen		

DESKRIPSI MINERALOGI (MINERALOGY OF DESCRIPTION)

Foto



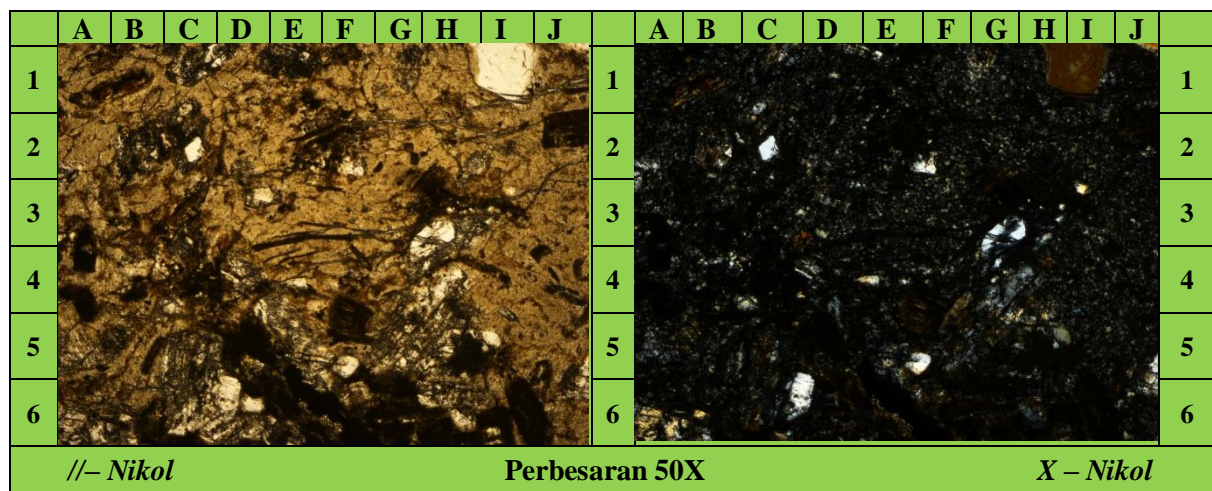
Komposisi Mineral <i>Compositon of Mineral</i>	Jumlah <i>Amount</i> (%)	KETERANGAN OPTIC MINERAL <i>Description of Optical Mineralogy</i>
Plagioklas (2I,6A)	37	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan bentuk subhedral-euhedral, relief rendah, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.3 mm - 2 mm, jenis gelombang miring dengan sudut 20°, kembaran Carlsbad-albit jenis plagioklas: Albit.
Ortoklas (3F)	15	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.8 mm - 1.25 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 12°, belahan tidak ada, pecahan tidak rata, tidak memiliki kembaran.
Kuarsa (4J)	25	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna arbsorbsi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, pleokroisme tidak ada, ukuran mineral 0,2 mm – 1,4 mm, jenis gelapan bergelombang, belahan tidak ada,
Hornblende (4H)	8	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi ungu kecokelatan, relief tinggi, bentuk subhedral, pleokroisme monokroik dengan warna cokelat kehijauan, ukuran mineral 0,2 mm – 0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 30°, kembaran lamelar, tekstur intergrowth, belahan 1 arah
Biotit (1A,)	8	Warna arbsorbsi berwarna cokelat, warna interferensi cokelat kemerahan sampai hijau bentuk subhedral, relief sedang, pleokrisme monokroik, ukuran mineral 0.3-1 mm, jenis gelapan paralel belahan 1 arah,
Piroksen (6F)	7	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi cokelat tua bentuk subhedral-anhedral, relief tinggi, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.3mm – 0.8 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan satu arah, pecahan tidak rata.

Nama Batuan : Granodiorit (Travis,1955)

No Stasiun / No conto	: ST 42.	
Lokasi	: Daerah Tondoktua	Satuan: Granodiorit
Tipe Batuan	: Batuan Beku Basa	
Stuktur Batuan	: Massive	
Klasifikasi	: Travis, 1955	
Mikroskopis	:	
Warna nikol sejajar kuning kecoklatan, pada nikol silang hitam keabu - abuan, tekstur hipokristalin, afanitik, bentuk subhedral – anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari plagioklas, ortoklas, kuarsa, piroksen, biotit, dan mineral opaq		

DESKRIPSI MINERALOGI (*MINERALOGY OF DESCRIPTION*)

Foto



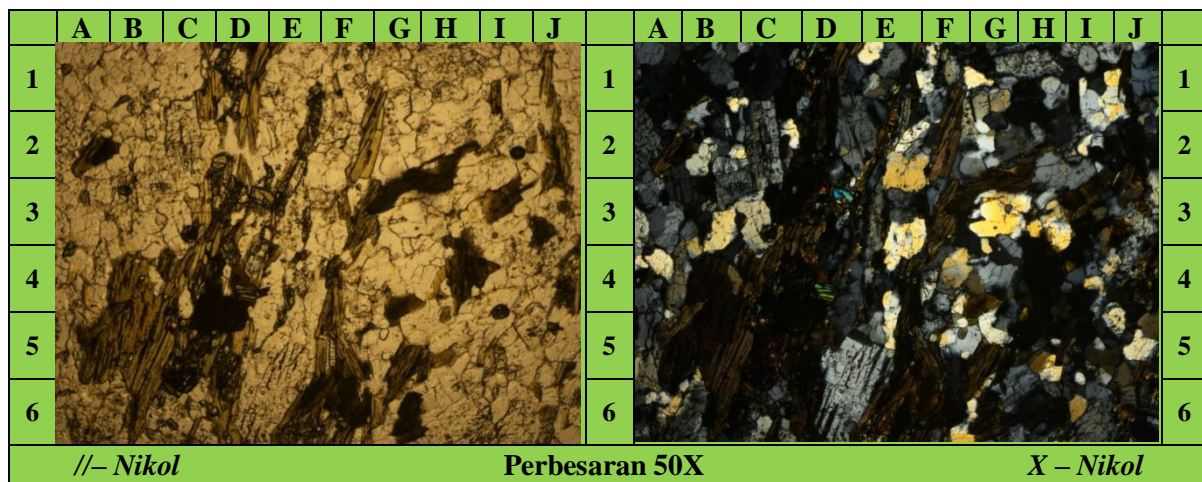
Komposisi Mineral <i>Competition of Mineral</i>	Jumlah Amount (%)	KETERANGAN OPTIC MINERAL <i>Description of Optical Mineralogy</i>
Plagioklas (3E)	55	Warna arbsorbsi berwarna putih kecokelatan, warna interferensi abu-abu kehitaman, bentuk anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0,01mm, jenis plagioklas : labradorit. Mineral plagioklas sebagai mikrolit yang berfungsi sebagai massa dasar.
Ortoklas (4G)	8	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan , bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.8 mm - 1.25 mm, , jenis gelapan miring dengan sudut 12°, belahan tidak ada, pecahan tidak rata, tidak memiliki kembaran.
Kuarsa (4G,6C)	8	Warna arbsorbsi tidak berwarna , warna arbsobsi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, pleokroisme tidak ada, ukuran mineral 0,3 mm – 0.5 mm, jenis gelapan bergelombang, belahan tidak ada,
Piroksen (5C,5F)	14	Warna arbsorbsi coklat, warna interferensi coklat tua bentuk subhedral-anhedral, relief tinggi, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.3mm – 0.8 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan satu arah, pecahan tidak rata.
Biotit (5E)	10	Warna arbsorbsi berwarna coklat, warna interferensi coklat tua bentuk subhedral, relief sedang, pleokrisme monokroik, ukuran mineral 0.3 mm - 0.7 mm, jenis gelapan paralel belahan 1 arah.
Mineral Opaq (4A)	5	Warna absorbsi berwarna hitam, warna interferensi hitam. bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.4 mm – 0,7 mm.

Nama batuan : Basal (Travis,1955)

No Stasiun / No conto	:ST 41	Satuan: <i>Granodiorit</i>
Lokasi	: Daerah Masamba	
Jenis Batuan	: Batuan Beku Asam	
Stuktur Batuan	: Massive	
Klasifikasi	: (Travis, 1955)	
Mikroskopis	:	
Warna nikol sejajar tidak berwarna dan cokelat, pada nikol silang putih keabuan dan cokelat tua, tekstur holokristalin, faneroporfiritik, bentuk subhedral anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral terdiri dari plagioklas, ortoklas, kuarsa, hornblende, piroksen dan biotit.		

DESKRIPSI MINERALOGI

Foto



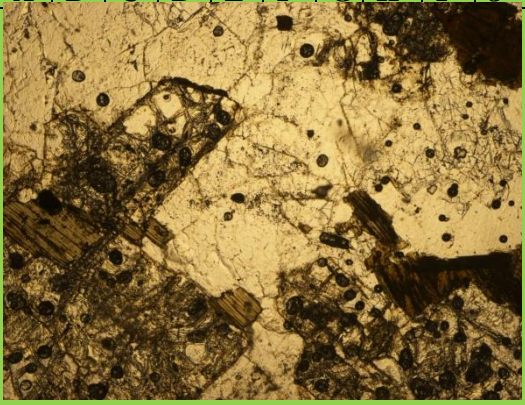
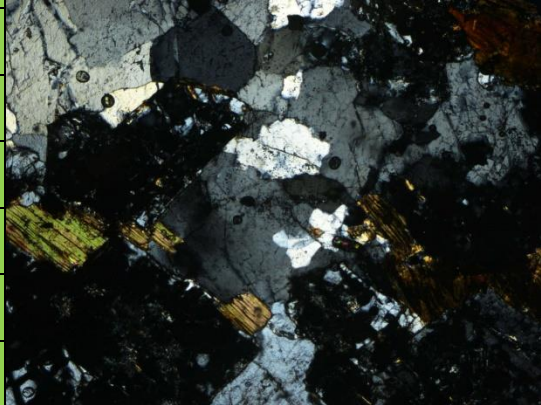
Komposisi Mineral <i>Compositon of Mineral</i>	Jumlah <i>Amount</i> (%)	KETERANGAN OPTIC MINERAL <i>Description of Optical Mineralogy</i>
Plagioklas (2C,6D)	40	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan bentuk subhedral-euhedral, relief rendah, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.5 mm – 1.3 mm, jenis gelombang miring dengan sudut 33°, kembaran Carlsbad-albit jenis plagioklas: Albit.
Ortoklas (1A,2H)	15	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.5 mm - 1 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 14°, belahan tidak ada, pecahan tidak rata, tidak memiliki kembaran.
Kuarsa (3G)	20	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna arbsorbsi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, pleokroisme tidak ada, ukuran mineral 0,3 mm – 0.8 mm, jenis gelapan bergelombang, belahan tidak ada,
Hornblende (2D)	12	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi ungu kecokelatan, relief tinggi, bentuk subhedral, pleokroisme monokroik dengan warna cokelat kehijauan, ukuran mineral 0,2 mm – 0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 28°, kembaran lamelar, belahan 1 arah
Biotit (5F)	8	Warna arbsorbsi berwarna cokelat, warna interferensi cokelat tua bentuk subhedral, relief sedang, pleokrisme monokroik, ukuran mineral 0.5 mm - 2 mm, jenis gelapan paralel belahan 1 arah, tekstur mineral intergrowth.
Piroksen (3D)	5	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi biru kehijauan bentuk subhedral-anhedral, relief tinggi, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0,2-0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan satu arah, pecahan tidak rata.

Nama Batuan : Granodiorit (Travis,1955)

No Stasiun / No conto	: ST 23	Satuan : Granit
Lokasi	: Daerah Salu Masamba	
Jenis Batuan	: Batuan Beku Asam	
Stuktur Batuan	: Massive	
Klasifikasi	: Travis, 1955	
Mikroskopis	: Warna nikol sejajar tidak berwarna dan cokelat, pada nikol silang putih keabuan dan cokelat tua, tekstur: holokristalin, faneroporfitik, bentuk subhedral-anhedral, relasi inequigranular, komposisi mineral : ortoklas, plagioklas, kuarsa, hornblende, biotit, piroksen, dan serisit.	

DESKRIPSI MINERALOGI

Foto

	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											2										
3											3											3										
4											4											4										
5											5											5										
6											6											6										
//- Nikol											Perbesaran 50X											X-Nikol										

Komposisi Mineral <i>Compositon of Mineral</i>	Jumlah Amount (%)	KETERANGAN OPTIC MINERAL <i>Description of Optical Mineralogy</i>
Ortoklas (1C)	38	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan , bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, ukuran mineral 0.8 mm - 3 mm, , jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan tidak ada, pecahan tidak rata, tidak memiliki kembaran.
Plagioklas (3C)	20	Warna arbsorbsi tidak berwarna, warna interferensi putih keabuan bentuk subhedral-euhedral, relief rendah, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0.5 mm – 1.3 mm, jenis gelombang miring dengan sudut 28°, kembaran carlsbad-albit jenis plagioklas: albit.
Kuarsa (4F)	15	Warna arbsorbsi tidak berwarna , warna arbsorbsi putih keabuan, bentuk subhedral-anhedral, relief rendah, pleokroisme tidak ada, ukuran mineral 0,2 mm – 0.8 mm, jenis gelapan bergelombang, belahan tidak ada,
Hornblende (4C)	8	Warna arbsorbsi cokelat, warna interferensi ungu kecokelatan, relief tinggi, bentuk subhedral, pleokroisme monokroik dengan warna cokelat kehijauan, ukuran mineral 0,2 mm – 0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 30°, kembaran lamelar, belahan 1 arah
Biotit (4A)	7	Warna arbsorbsi berwarna cokelat, warna interferensi cokelat kemerahan sampai hijau bentuk subhedral, relief sedang, pleokrisme monokroik, ukuran mineral 0.5-1 mm, jenis gelapan parallel, belahan 1 arah,

Piroksen (1J)	7	Warna arbsorbsi coklat, warna interferensi biru kehijauan bentuk subhedral-anhedral, relief tinggi, pleokrisme tidak ada, ukuran mineral 0,2-0,5 mm, jenis gelapan miring dengan sudut 10°, belahan satu arah, pecahan tidak rata.
Serisit (5B)	5	Warna adsorbsi tidak berwarna, warna interferensi kuning dengan intensitas tinggi, relief rendah dengan ukuran mineral 0,05 mm, bentuk mineral subhedral, sudut gelapan tidak ada, belahan tidak ada.

Nama Batuan : Granit (Travis,1955

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar					Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus	
	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K.Feldspar >10% seluruh Feldspar	K. Felspar <10% Seluruh Feldspar		Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Felspatoid >10% Pyroksind >10%	Terutama : Piroksin Dan atau Olivin		Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid
								Na - Plagioklas							
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Eigrin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Eigrin			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amfibol		Terutama : Prioksin, Uralit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Eigrin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hronblende		Hornblend e Biotit Bijih besi		PEGMATIT
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55	APLIT	
FANERITIK EKWIGRANULAR Batolit Lapolit "Stock" Lakolit luas Retas tebal Sill	GRANIT	SIANIT	SIANIT NEFELIN	MONSONIT KWARSAS (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSAS (TONALIT)	DIORIT	GABRO Norit Olivin salu Traktolit Anortorit Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTT Harzburgit Pikrit Dunit Piroksen Serpentin	IJOLIT Messorite Dsb	LAMPROPIT	
PORFIRITIK MASA DASAR FANERITIK Lakolit Retas Sill "mug" "Stock" kecil Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANIT	PORFIRI SIANIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSAS	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSAS	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTT			
PORFIRITIK MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakolit Aliran Permukaan Tepi Masa Luas	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSAS	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT		PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL	PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT			
AFANITIK MIKROKRISTALIN Retas Sill Aliran Permukaan Tepi masa luas "welded tufts"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSAS (DELENIT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT	ANDESIT	BASAL	TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Mellilit Olivin Nepelinit Dsb.	TRAP FELSIT		
AFANITIK GELAS Aliran permukaan Tepi retas dan Sill "Welded tufts"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA														

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar				Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus	
	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K.Felspar >10% seluruh Felspar	K. Felspar <10% Seluruh Felspar				Terutama : Piroksin Dan atau Olivin		Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid
								Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas				
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Eigrin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Eigrin			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amfibol		Terutama : Piroksin, Uralit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Eigrin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hronblende	Hornblende Bijih besi	PEGMATIT	
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55	APLIT
FANERITIK EKWIGRANULAR Batolit Lapolit "Stock" Lakolit luas Retas tebal Sill	GRANIT	SIANIT	SIANIT NEFELIN	MONSONIT KWARSAS (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSAS (TONALIT)	DIORIT	GABRO Norit Olivin salu Traktolit Anortorit Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTT Harzburgit Pikrit Dunit Piroksen Serpentin	IJOLIT Messorite Dsb	LAMPROPRI
PORFIRITIK MASA DASAR FANERITIK Lakolit Retas Sill "mug" "Stock" kecil Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANIT	PORFIRI SIANIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSAS	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSAS	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTT		
PORFIRITIK MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakolit Aliran Permukaan	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSAS	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT		PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL	PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT		
AFANITIK MIKROKRISTALIN Retas Sill Aliran Permukaan Tepi masa luas "welded tuffs"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSAS (DELENT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT		ANDESIT	BASAL	TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Melilit Olivin Nepelinit Dsb.	TRAP FELSIT
AFANITIK GELAS Aliran permukaan Tepi retas dan Sill "Welded tuffs"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA													

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar				Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus		
	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K.Felspar >10% seluruh Felspar	K. Felspar <10% Seluruh Felspar				Terutama : Piroksin Dan atau Olivin		Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid	
								Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas					
								KWARSAS >10%	Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Kwarsa <10% Felspatoid <10%	Felspatoid >10% Pyroksin >10%				
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Eigirin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Eigirin			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amfibol		Terutama : Prioksin, Uralit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Eigirin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hronblende		Hornblende Biotit Bijih besi		PEGMATIT
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55	APLIT	
FANERITIK EKWIGRANULAR Batolit Lapolit "Stock" Lakolit luas Retas tebal Sill	GRANIT	SIANIT	SIANIT NEFELIN	MONSONIT KWARSAS (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSAS (TONALIT)	DIORIT	GABRO Norit Olivin salu Traktolit Anortorit Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTT Harzburgit Pikrit Dunit Piroksen Serpentin	IJOLIT Messorite Dsb	LAMPROPRI	
PORFIRITIK MASA DASAR FANERITIK Lakolit Retas Sill "mug" "Stock" kecil Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANIT	PORFIRI SIANIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSAS	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSAS	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTT			
PORFIRITIK MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakolit Aliran Pemrukaan Tepi Masa Luas	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSAS	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT		PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL	PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT			
AFANITIK MIKROKRISTALIN Retas Sill Aliran Permukaan Tepi masa luas "welded tuffs"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSAS (DELENT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT		ANDESIT	BASAL	TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Melilit Olivin Nepelinit Dsb.	TRAP FELSIT	
AFANITIK GELAS Aliran permukaan Tepi retas dan Sill "Welded tuffs"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA														

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar				Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus		
	KWARSA >10%	KWARSA <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSA >10%	KWARSA <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K. Felspar <10% Seluruh Felspar				Terutama : Piroksin Dan atau Olivin	Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid			
							Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas						
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Eigrin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Eigrin			K. Felspar >10% seluruh Felspar		K. Felspar <10% Seluruh Felspar		Terutama : Prioksin, Uralit, Olovin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Eigrin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hronblende		
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55		
FANERITIK	EKWIGRANULAR Batolit Lapolit "Stock" Lakolit luas Retas tebal Sill	GRANIT	SIANTIT	SIANTIT NEFELIN	MONSONIT KWARSA (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSA (TONALIT)	DIORIT	GABRO Norit Olivin salu Traktolit Anortorit Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTT Harzburgit Pikrit Dunit Piroksen Serpentin	IJOLIT Messorite Dsb	PEGMATIT
	MASA DASAR FANERITIK Lakolit Retas Sill "mug" "Stock" kecil Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANTIT	PORFIRI SIANTIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSA	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSA	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTT		LAMPROPIR
PORFIRITIK	MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakolit Aliran Permukaan	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSA	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT	PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL	PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT			
	MIKROKRISTALIN Retas Sill Aliran Permukaan Tepi masa luas "welded tuffs"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSA (DELENT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT	ANDESIT	BASAL	TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Melilit Olivin Nepelinit Dsb.	TRAP FELSIT	
AFANITIK	GELAS Aliran permukaan Tepi retas dan Sill "Welded tuffs"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA													

KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar				Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus	
	KWARSA >10%	KWARSA <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSA >10%	KWARSA <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K.Feldspar >10% seluruh Felspar	K. Felspar <10% Seluruh Felspar				Terutama : Piroksin Dan atau Olivin		Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid
								Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas				
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Eigrin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Eigrin			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amfibol		Terutama : Piroksin, Uralit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Eigrin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hronblende	Hornblende Bijih besi	PEGMATIT	
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55	APLIT
FANERITIK EKWIGRANULAR Batolit Lapolit "Stock" Lakolit luas Retas tebal Sill	GRANIT	SIANTIT	SIANTIT NEFELIN	MONSONIT KWARSA (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSA (TONALIT)	DIORIT	GABRO Norit Olivin salu Traktolit Anortorit Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTT Harzburgit Pikrit Dunit Piroksen Serpentin	IJOLIT Messorite Dsb	LAMPROPOR
PORFIRITIK MASA DASAR FANERITIK Lakolit Retas Sill "mug" "Stock" kecil Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANTIT	PORFIRI SIANTIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSA	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSA	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTT		
PORFIRITIK MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakolit Aliran Permukaan	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSA	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT	PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL		PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT		
AFANITIK MIKROKRISTALIN Retas Sill Aliran Permukaan Tepi masa luas "welded tuffs"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSA (DELENT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT	ANDESIT	BASAL		TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Melilit Olivin Nepelinit Dsb.	TRAP FELSIT
AFANITIK GELAS Aliran permukaan Tepi retas dan Sill "Welded tuffs"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA													

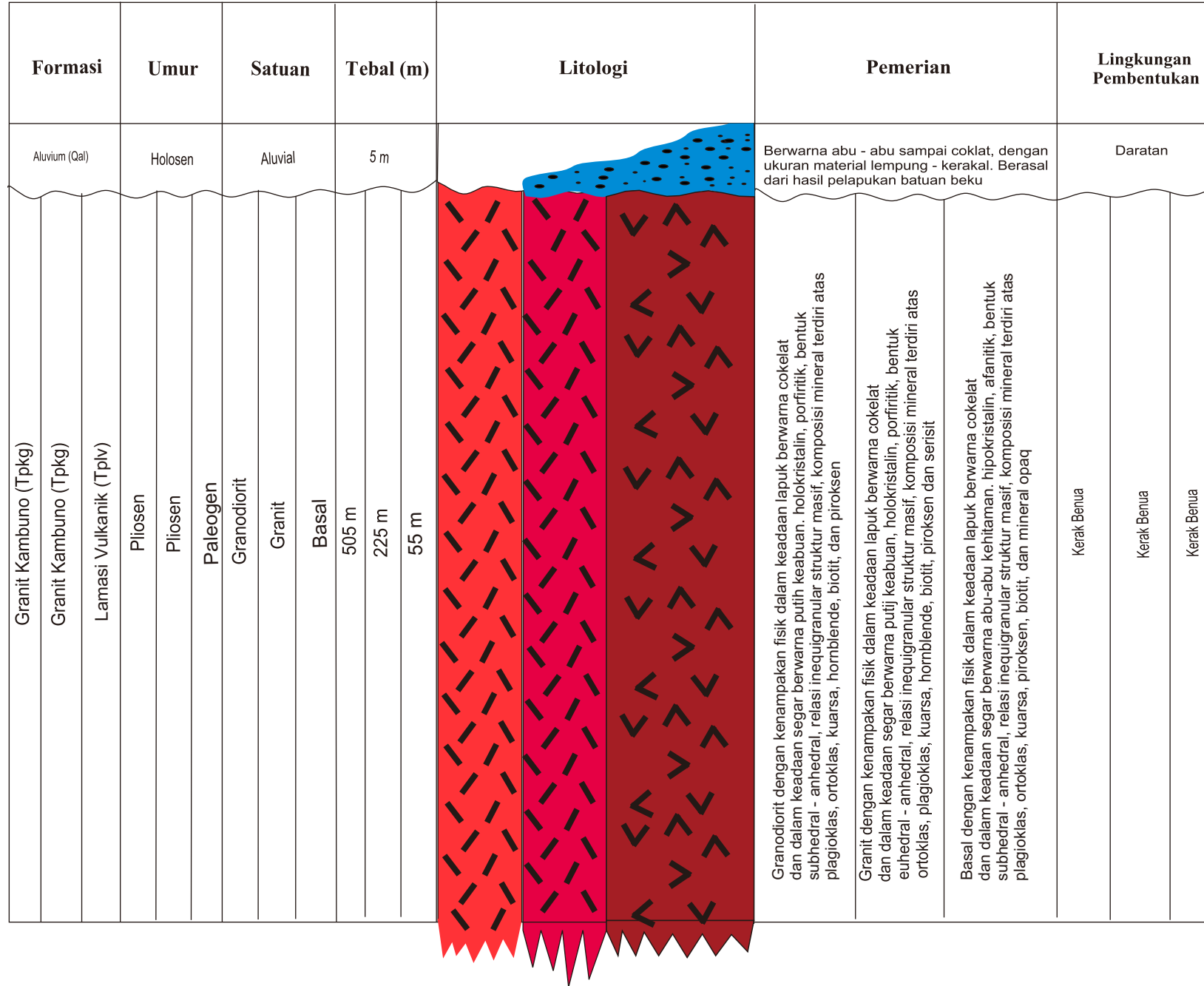
KLASIFIKASI BATUAN BEKU MENURUT RUSSELL B. TRAVIS (1955)

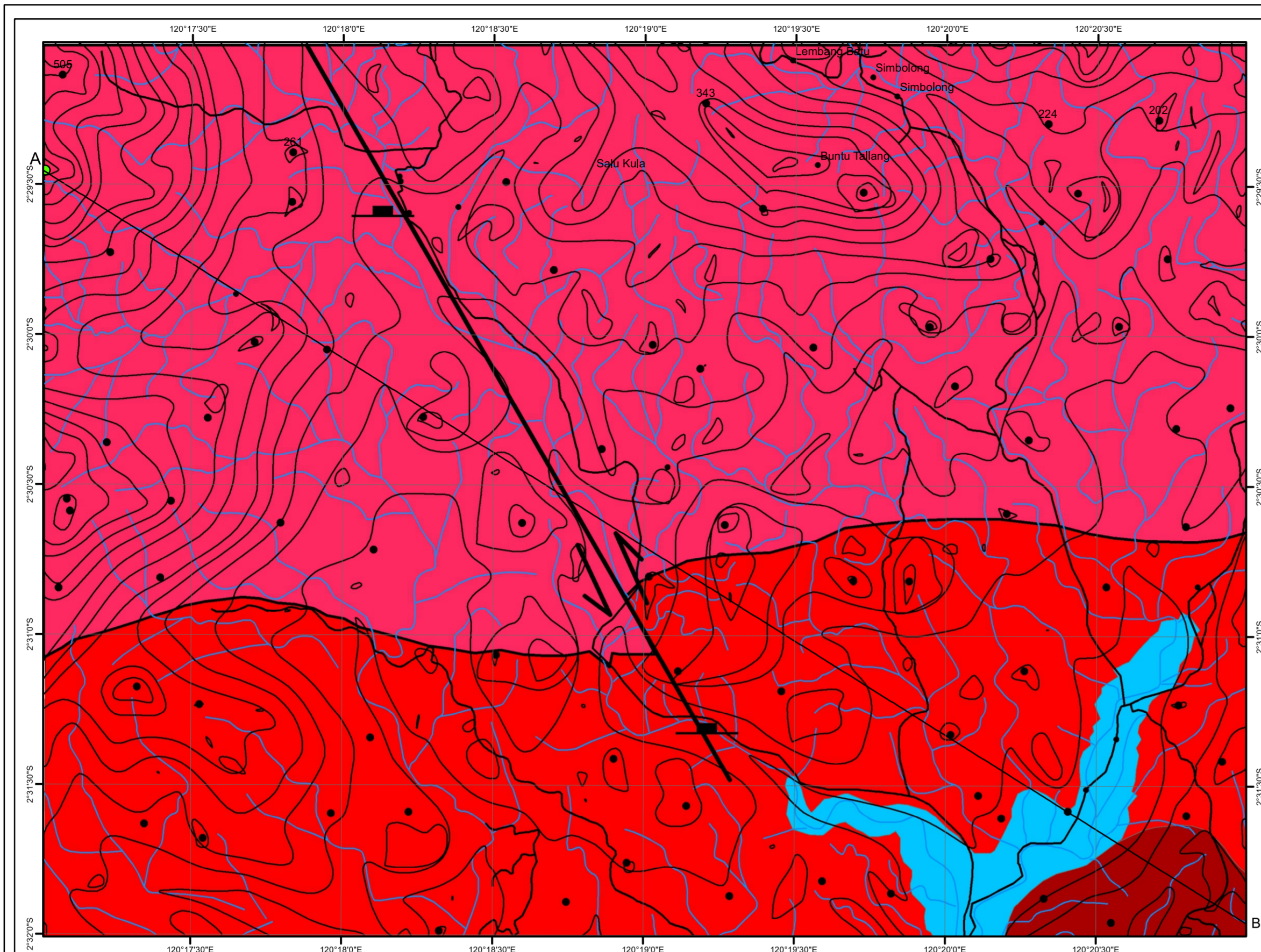
MINERAL UTAMA	K. Felspar > 2/3 Seluruh Feldspar			K. Felspar 1/3 – 2/3 seluruh Feldspar			Felspar Plagioklas > 2/3 seluruh Feldspar				Sedikit/Tidak ada Feldspar		Tipe Khusus		
	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	KWARSAS >10%	KWARSAS <10% FELSPATOID <10%	FELSPATOID >10%	K.Feldspar >10% seluruh Felspar	K. Felspar <10% Seluruh Felspar				Terutama : Piroksin Dan atau Olivin		Terutama : Mineral Fe/Mg Dan Felspatoid	
								Na - Plagioklas		Ca - Plagioklas					
MINERAL TAMBAHAN KHAS	Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin, Muskovit Juga : Na-Amfibol, Eigrin, Kankrinit, Turmalin, Sodalit			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin Juga : Na-Amfibol, Eigrin			Terutama : Hornblende, Biotit, Piroksin (dalam Andesit) Juga : Felspatoid, Na-Amfibol		Terutama : Prioksin, Uralit, Olivin Juga : Hornblende, Biotit, Kwarsa, Eigrin, Na-Amfibol		Terutama : Serpentin Bijih besi Juga : Biotit, Hronblende		Terutama : Hornblende Bijih besi		
INDEKS WARNA	10	15	20	20	25	30	20	20	25	30	60	95	55		
FANERITIK	EKWIGRANULAR Batolit Lapolit "Stock" Lakolit luas Retas tebal Sill	GRANIT	SIANTIT	SIANTIT NEFELIN	MONSONIT KWARSAS (ADAMELIT)	MONSONIT	MONSONIT NEFELIN	GRANO DIORIT	DIORIT KWARSAS (TONALIT)	DIORIT	GABRO Norit Olivin salu Traktolit Anortorit Gabro kwarsa	TERALIT	PERIDOTT Harzburgit Pikrit Dunit Piroksen Serpentin	IJOLIT Messorite Dsb	PEGMATIT
	MASA DASAR FANERITIK Lakolit Retas Sill "mug" "Stock" kecil Tepi masa luas	PORFIRI GRANIT	PORFIRI SIANTIT	PORFIRI SIANTIT NEFELIN	PORFIRI MONZONIT KWARSAS	PORFIRI MONZONIT	PORFIRI MONZONIT NEFELIN	PORFIRI GRANO DIORIT	PORFIRI DIORIT KWARSAS	PORFIRI DIORIT	PORFIRI GABRO	PORFIRI TERALIT	PORFIRI PERIDOTT		LAMPROPRI
PORFIRITIK	MASA DASAR AFANITIK Retas Sill Lakolit Aliran Permukaan	PORFIRI RIOLIT	PORFIRI TRAKIT	PORFIRI FONOLIT	PORFIRI LATIT KWARSAS	PORFIRI LATIT	PORFIRI LATIT NEFELIN	PORFIRI DASIT		PORFIRI ANDESIT	PORFIRI BASAL	PORFIRI TEFRIT	PORFIRI LIMBURGIT		TRAP FELSIT
	MIKROKRISTALIN Retas Sill Aliran Permukaan Tepi masa luas "welded tuffs"	RIOLIT	TRAKIT	FONOLIT	LATIT KWARSAS (DELENT)	LATIT (TRAKIT-ANDESIT)	LATIT NEFELIN	DASIT	ANDESIT	BASAL	TEFRIT	LIMBURGIT	Nefelit Lesitit Melilit Olivin Nepelinit Dsb.		
AFANITIK	GELAS Aliran permukaan Tepi retas dan Sill "Welded tuffs"	OBSIDIAN "PITCHSTONE" VITROFIR" PERLIT BATUAPUNG SKOREA													

KOLOM STRATIGRAFI

DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN

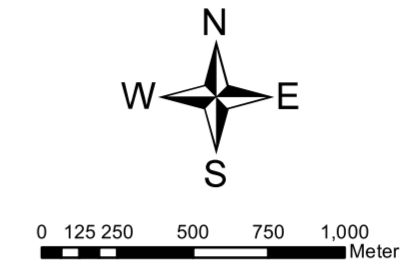
SKALA TIDAK SEBENARNYA





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS HASANUDDIN
 FAKULTAS TEKNIK
 DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
 PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI

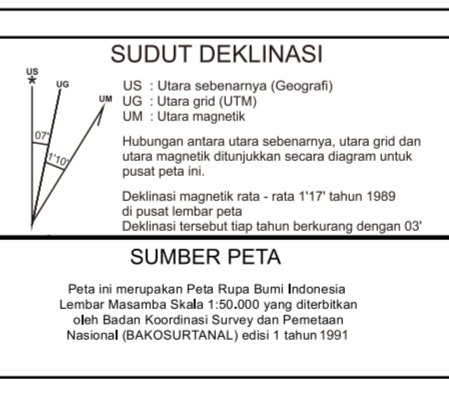
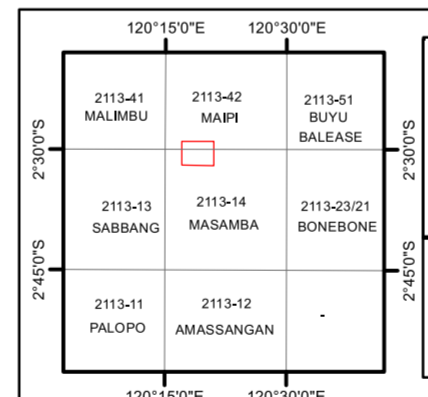
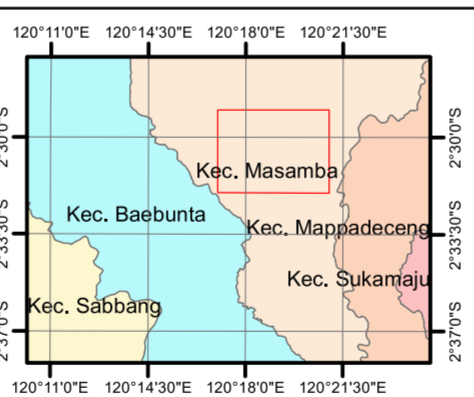
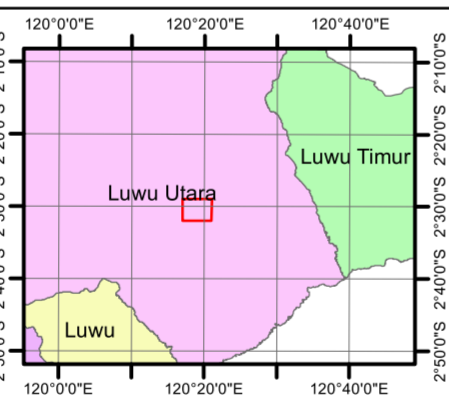
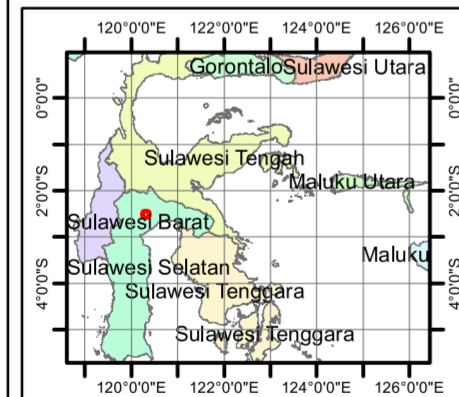
PETA GEOLOGI
 DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
 LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN



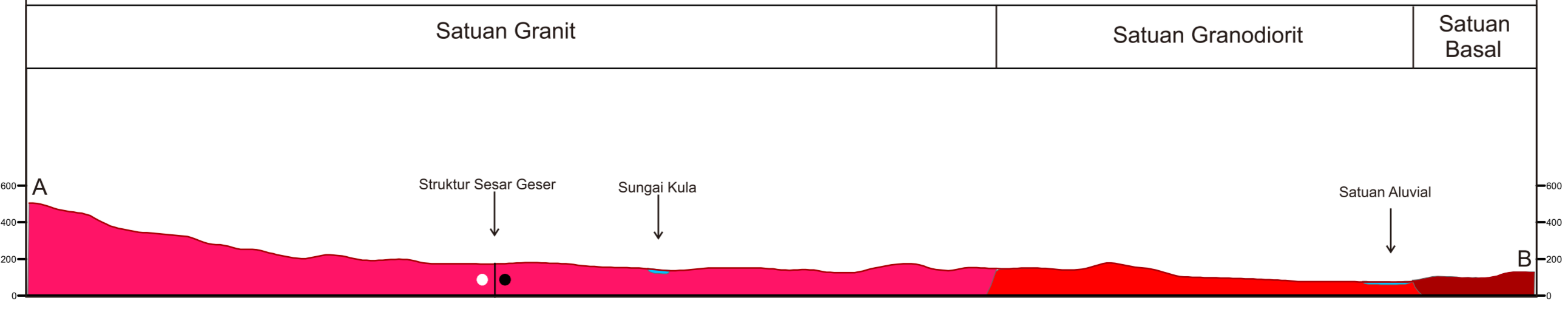
SKALA 1 : 25000
 IK 25 M
 OLEH :
 REAL FIGO PUTRA PATANDUK
 DO61171313
 MAKASSAR
 2022

KETERANGAN :

- SATUAN ALLUVIAL HOLOSEN
- KETIDAKSELARASAAN
- SATUAN GRANODIORIT PLIOSEN
- SATUAN GRANIT PLIOSEN
- TEROBOSAN PALEOGEN
- SATUAN BASAL PALEOGEN
- BATAS SATUAN
- STRUKTUR KEKAR
- STRUKTUR SESAR GESER
- TITIK KETINGGIAN
- GARIS KONTUR
- GARIS KONTUR INDEKS
- SUNGAI UTAMA
- ANAK SUNGAI
- JALAN
- SAYATAN GEOLOGI

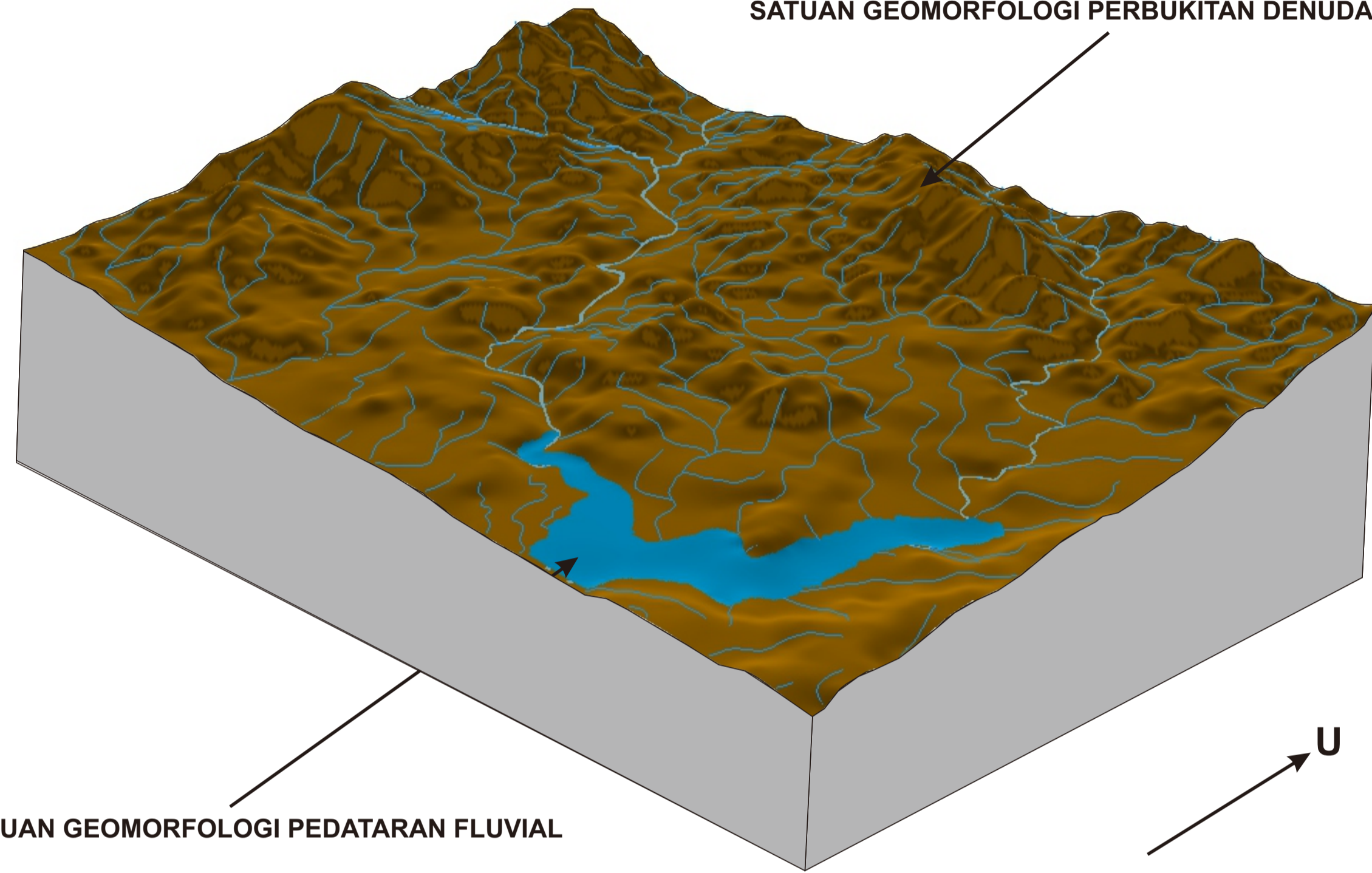


PENAMPANG GEOLOGI A-B
 H : V = 1 : 1

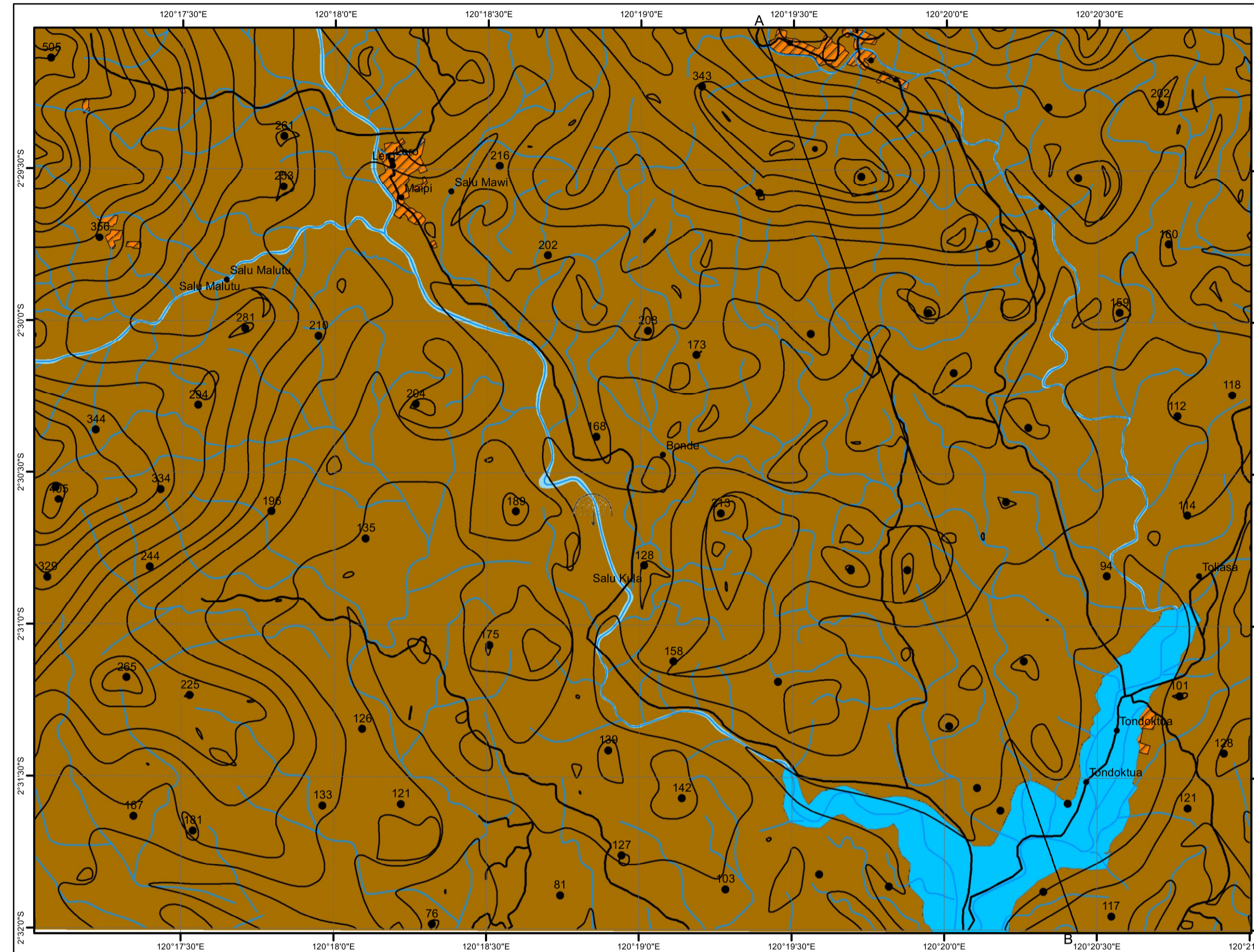


PETA GEOMORFOLOGI 3D

SATUAN GEOMORFOLOGI PERBUKITAN DENUDASIOANAL

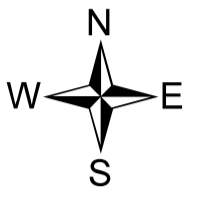


SATUAN GEOMORFOLOGI PEDATARAN FLUVIAL



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS HASANUDDIN
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI

PETA GEOMORFOLOGI
DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN



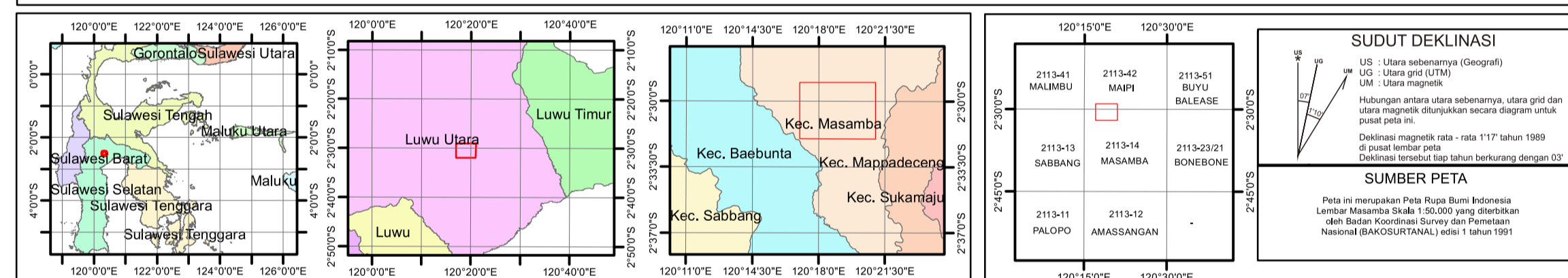
0 125 250 500 750 1,000
Meter

SKALA 1 : 25000
IK 25 M

OLEH :
REAL FIGO PUTRA PATANDUK
D061171313
MAKASSAR
2022

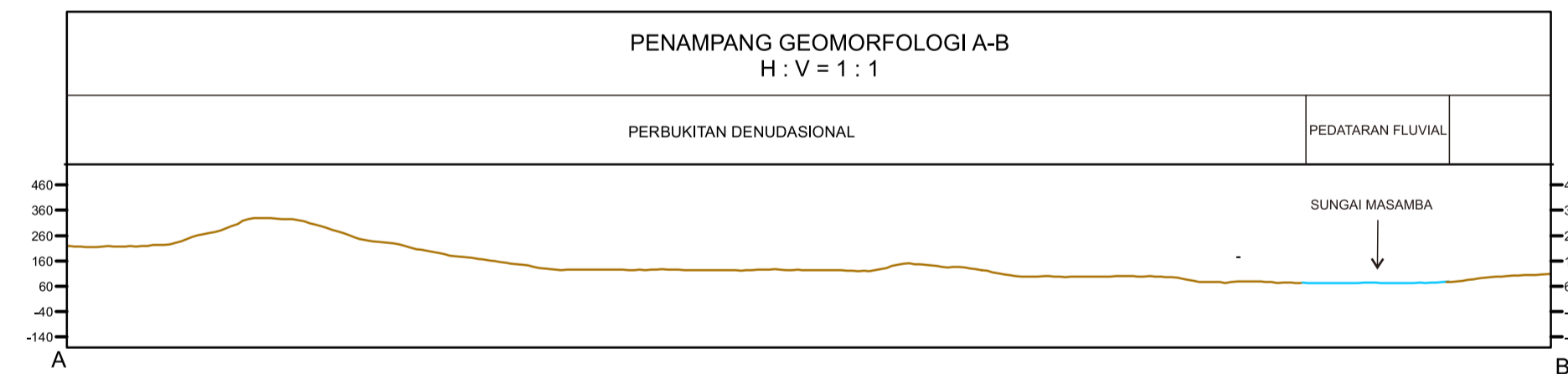
KETERANGAN :

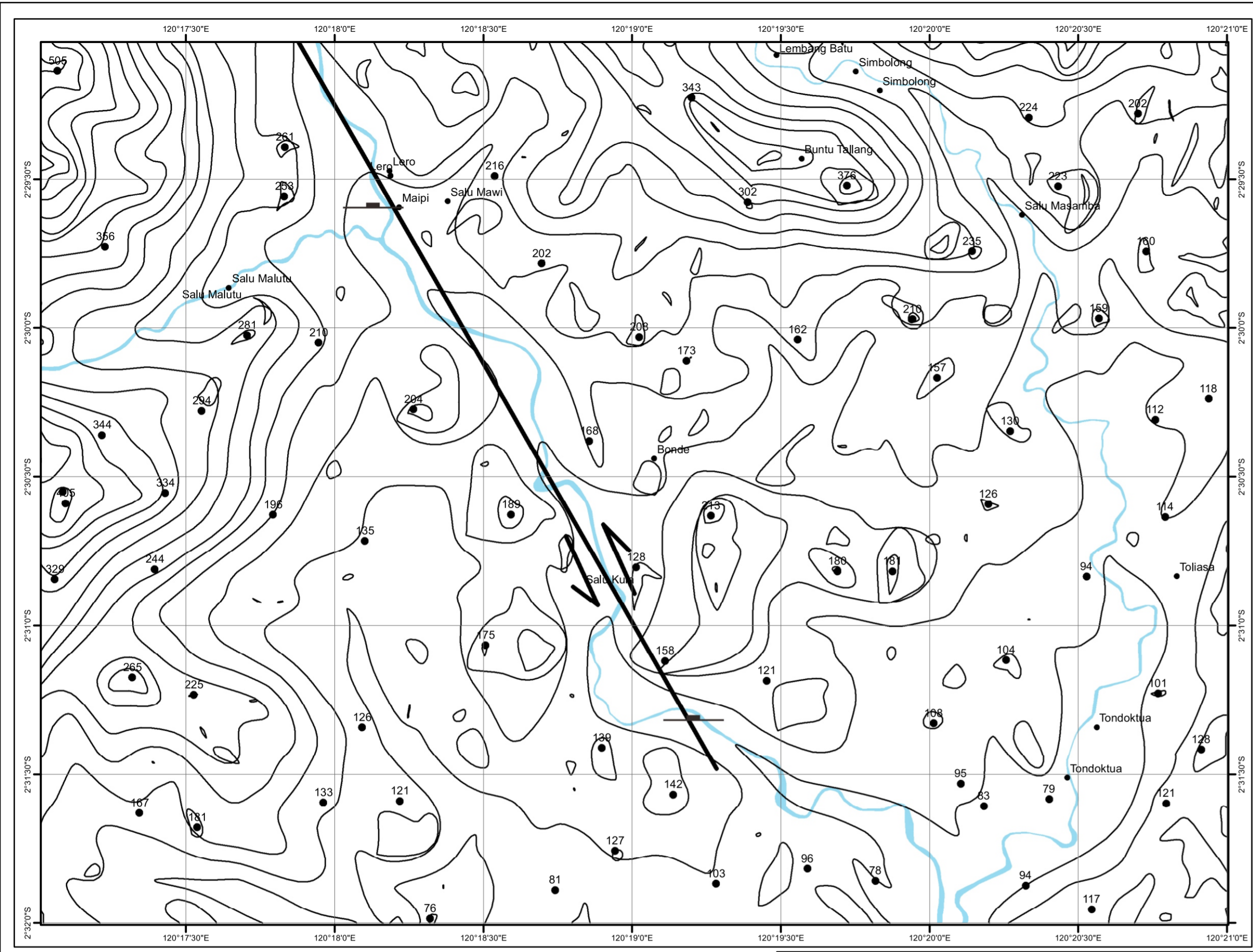
- SATUAN PERBUKITAN DENUDASIONAL
- SATUAN PEDATARAN FLUVIAL
- DEBRIS SLIDE
- POINT BAR
- CHANNEL BAR
- GULLY EROSION
- SAYATAN GEOMORFOLOGI
- TITIK KETINGGIAN
- GARIS KONTUR
- GARIS KONTUR INDEKS
- SUNGAI UTAMA
- ANAK SUNGAI
- JALAN
- PEMUKIMAN



PENAMPANG GEOMORFOLOGI A-B

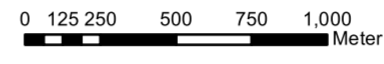
H : V = 1 : 1





KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN RISET DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS HASANUDDIN
 FAKULTAS TEKNIK
 DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
 PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI

PETA STRUKTUR
 DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
 LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN



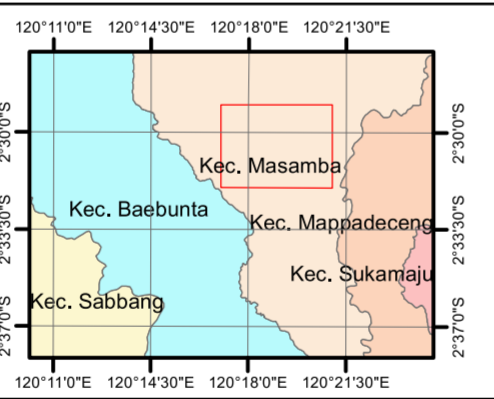
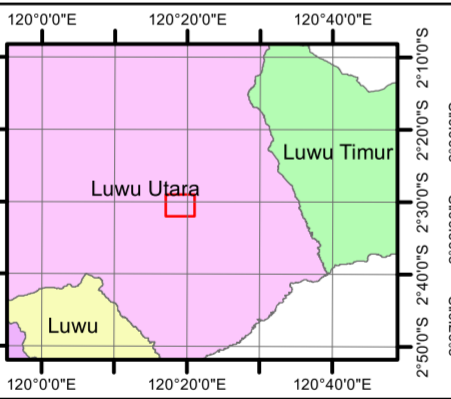
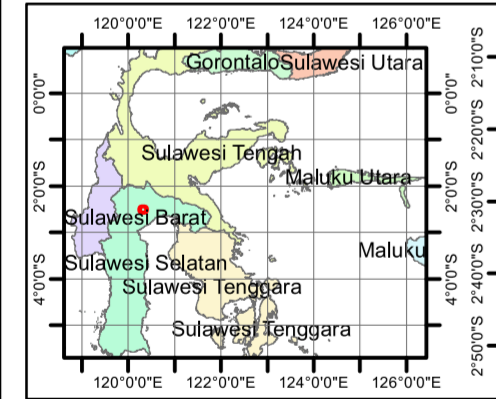
SKALA 1 : 25000
 IK 25 M

OLEH :
 REAL FIGO PUTRA PATANDUK
 DO61171313

MAKASSAR
 2022

KETERANGAN :

- STRUKTUR KEKAR
- STRUKTUR SESAR GESER
- TITIK KETINGGIAN
- GARIS KONTUR
- GARIS KONTUR INDEKS
- SUNGAI UTAMA
- ANAK SUNGAI
- JALAN
- PEMUKIMAN



2113-41 MALIMBU	2113-42 MAIPI	2113-51 BUYU BALEASE
2113-13 SABBANG	2113-14 MASAMBA	2113-23/21 BONEBONE
2113-11 PALOPO	2113-12 AMASSANGAN	

SUDUT DEKLINASI

US : Utara sebenarnya (Geografis)
 UG : Utara grid (UTM)
 UM : Utara magnetik

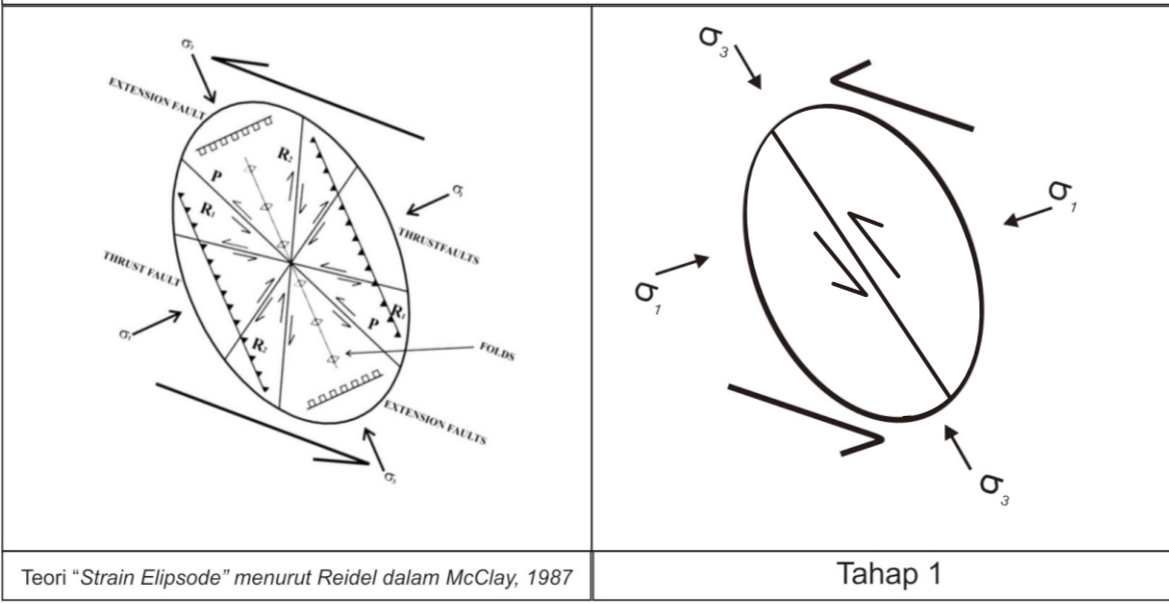
Hubungan antara utara sebenarnya, utara grid dan utara magnetik ditunjukkan secara diagram untuk pusat peta ini.

Deklinasi magnetik rata-rata 11'17" tahun 1989 di pusat lembar peta.
 Deklinasi tersebut tiap tahun berkurang dengan 03"

SUMBER PETA

Peta ini merupakan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Masamba Skala 1:50.000 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) edisi 1 tahun 1991

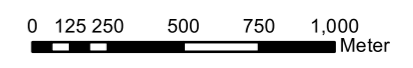
MEKANISME PEMBENTUKAN STRUKTUR DAERAH PENELITIAN



Teori "Strain Ellipsoid" menurut Reidel dalam McClay, 1987

Tahap 1

PETA STASIUN PENGAMATAN
 DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
 LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN



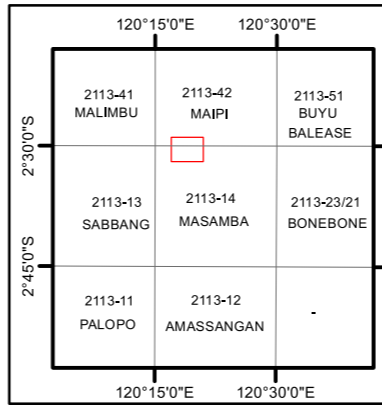
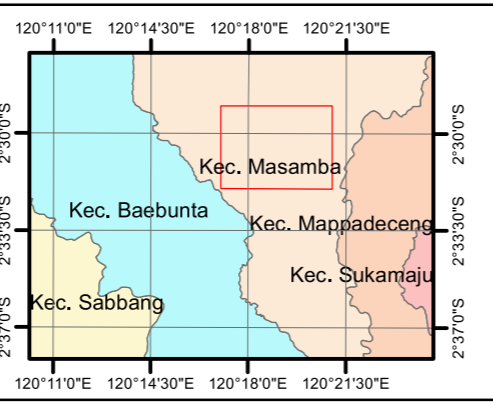
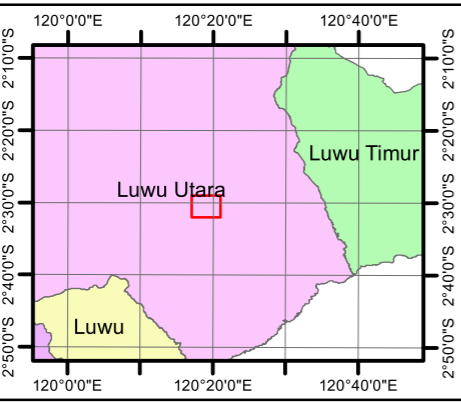
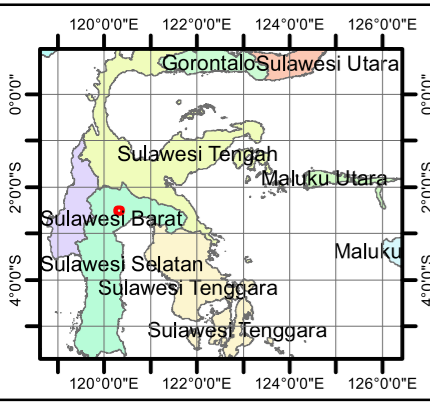
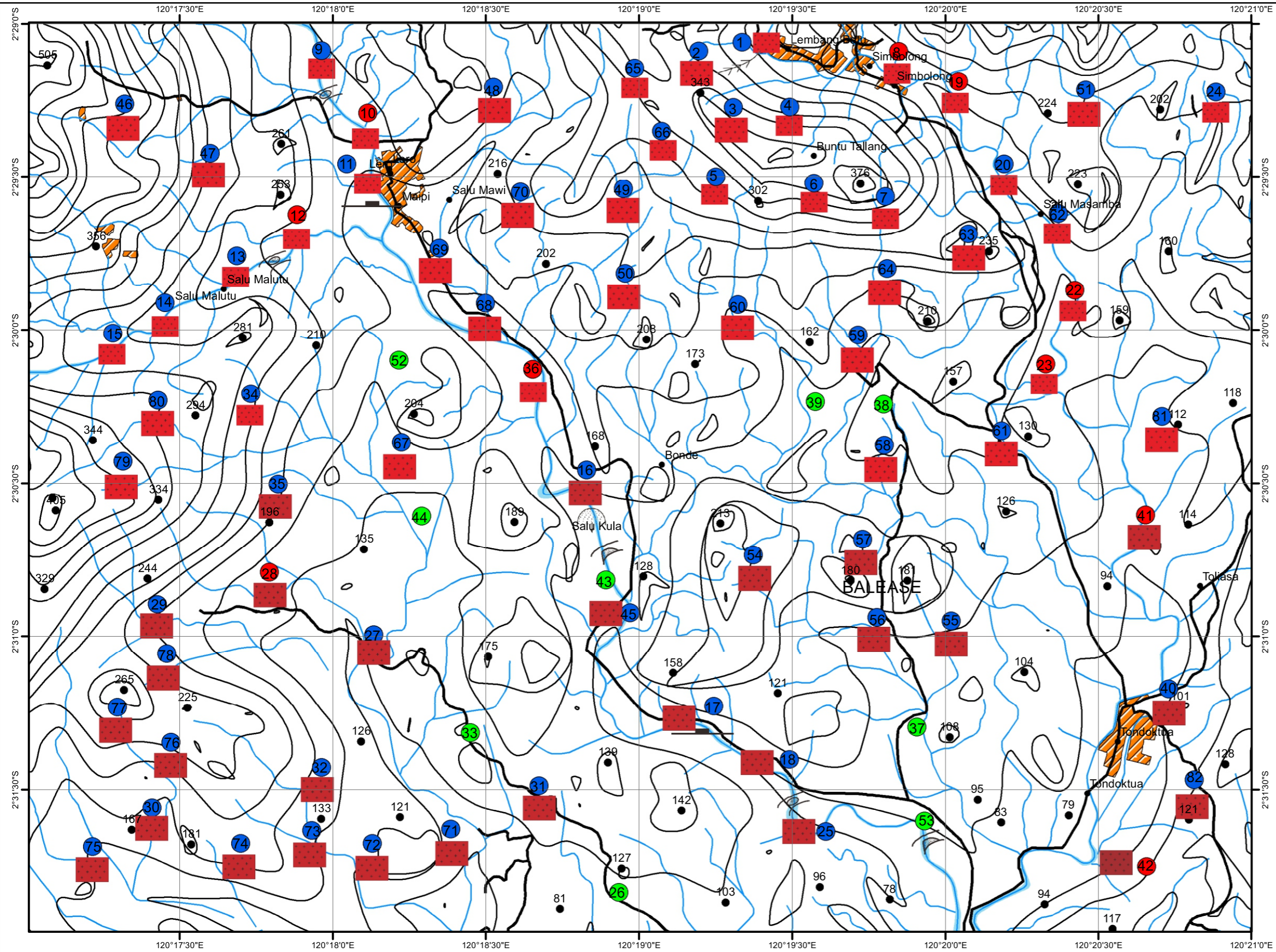
SKALA 1 : 25000
 IK 25 M

OLEH :
 REAL FIGO PUTRA PATANDUK
 DO61171313

MAKASSAR
 2022

KETERANGAN :

- STASIUN PENGAMATAN DAN PENGAMBILAN CONTO BATUAN
- STASIUN PENGAMATAN GEOMORFOLOGI
- STASIUN ANALISIS PETROGRAFI
- GRANIT
- GRANODIORIT
- BASALT
- KEKAR
- DEBRIS SLIDE
- POINT BAR
- CHANNEL BAR
- GULLY EROSION
- TITIK KETINGGIAN
- GARIS KONTUR
- GARIS KONTUR INDEKS
- SUNGAI UTAMA
- ANAK SUNGAI
- JALAN
- PEMUKIMAN



SUDUT DEKLINASI

US : Utara sebenarnya (Geografi)
 UG : Utara grid (UTM)
 UM : Utara magnetik

Hubungan antara utara sebenarnya, utara grid dan utara magnetik ditunjukkan secara diagram untuk pusat peta ini.

Deklinasi magnetik rata - rata 117' tahun 1989 di pusat lembar peta
 Deklinasi tersebut tiap tahun berkurang dengan 03'

SUMBER PETA

Peta ini merupakan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Masamba Skala 1:50.000 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) edisi 1 tahun 1991

PETA POLA ALIRAN SUNGAI
 DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
 LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN





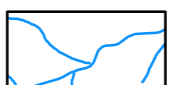

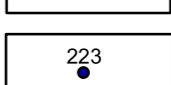




0 125 250 500 750 1,000
 Meter

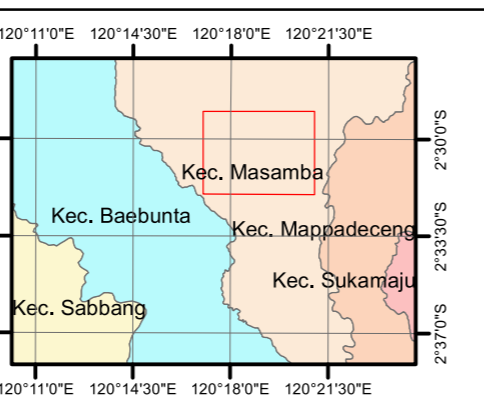
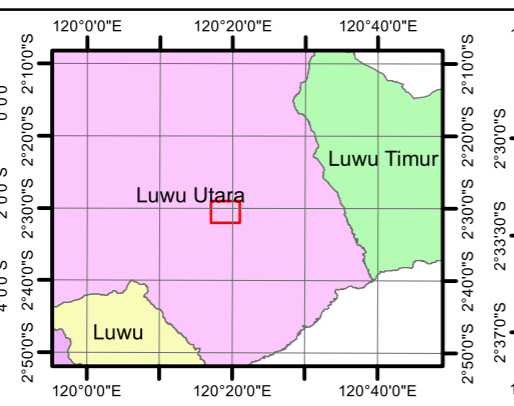
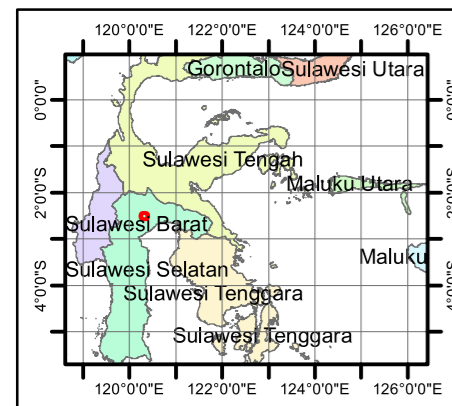
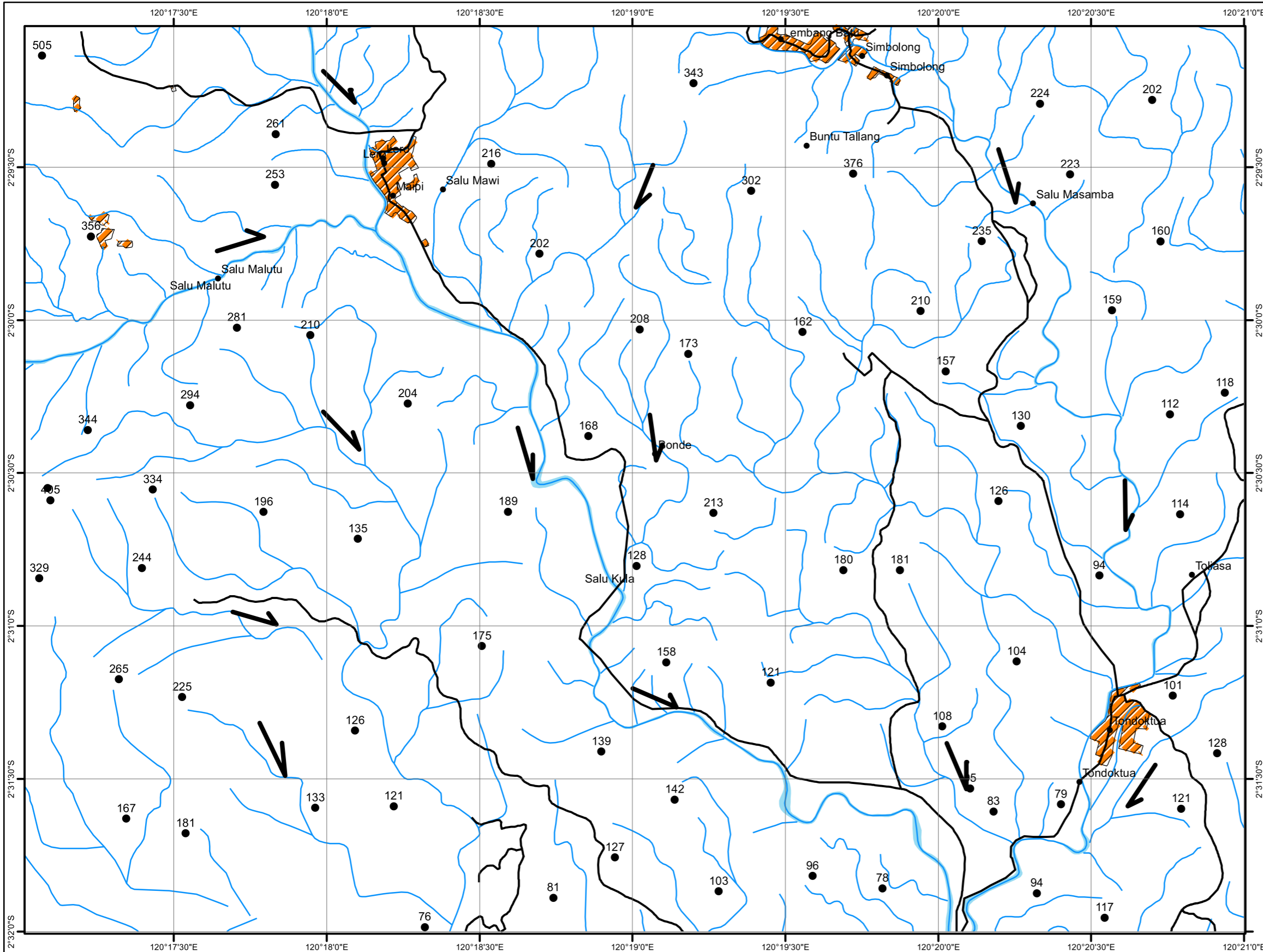
SKALA 1 : 25000
 IK 25 M

OLEH :
 REAL FIGO PUTRA PATANDUK
 DO61171313

MAKASSAR
 2022

KETERANGAN :

-  POLA ALIRAN DENDRITIK
-  POLA ALIRAN PARALEL
-  TIPE GENETIK INSEKUEN
-  ARAH ALIRAN SUNGAI
-  TITIK KETINGGIAN
-  SUNGAI UTAMA
-  ANAK SUNGAI
-  JALAN
-  PEMUKIMAN



2113-41 MALIMBU	2113-42 MAIPI	2113-51 BUYU BALEASE
2113-13 SABBANG	2113-14 MASAMBA	2113-23/21 BONEBONE
2113-11 PALOPO	2113-12 AMASSANGAN	

SUDUT DEKLINASI

US : Utara sebenarnya (Geografi)
 UG : Utara grid (UTM)
 UM : Utara magnetik

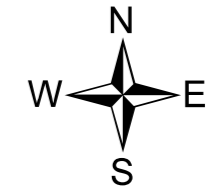
Hubungan antara utara sebenarnya, utara grid dan utara magnetik ditunjukkan secara diagram untuk pusat peta ini.

Deklinasi magnetik rata - rata 1'17" tahun 1989 di pusat lembar peta
 Deklinasi tersebut tiap tahun berkurang dengan 03"

SUMBER PETA

Peta ini merupakan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Masamba Skala 1:50,000 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) edisi 1 tahun 1991

PETA POTENSI BAHAN GALIAN
 DAERAH BALEASE KECAMATAN MASAMBA KABUPATEN
 LUWU UTARA PROVINSI SULAWESI SELATAN



0 125 250 500 750 1,000
 Meter

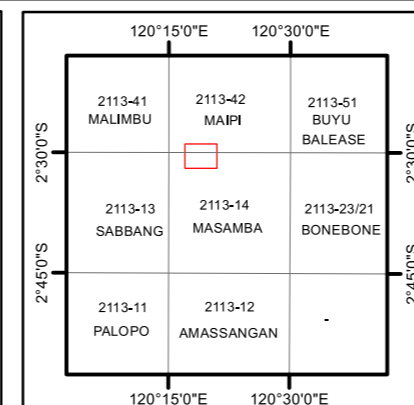
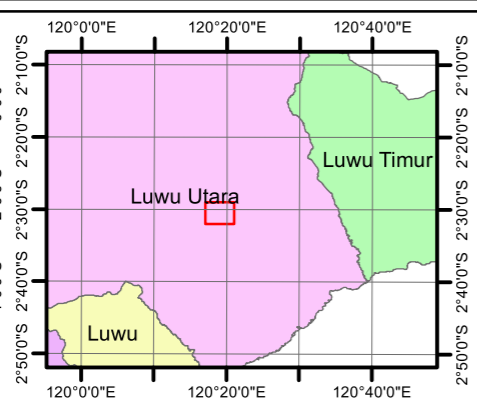
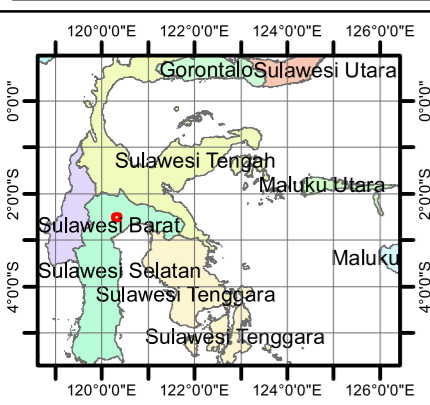
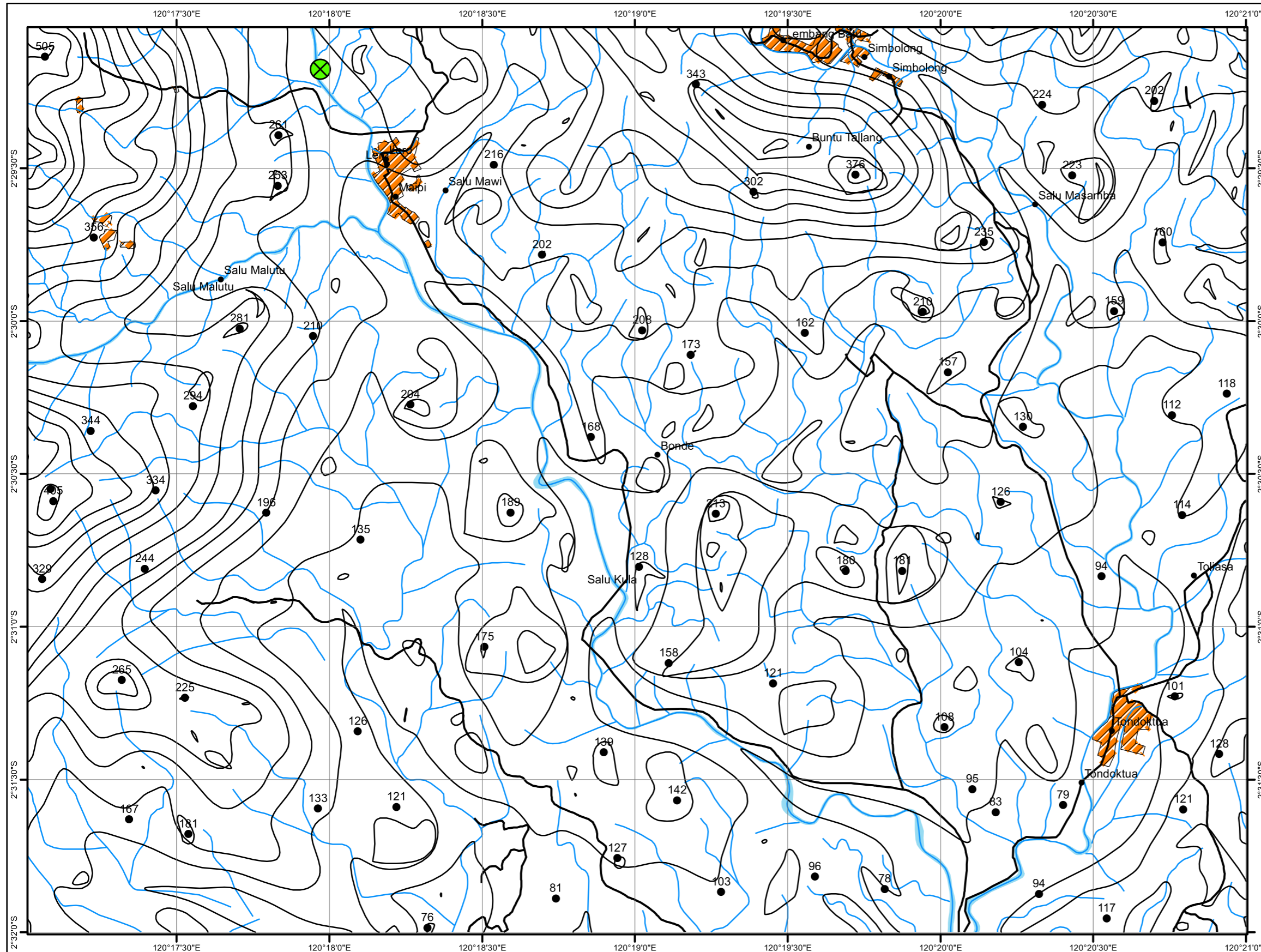
SKALA 1 : 25000
 IK 25 M

OLEH :
 REAL FIGO PUTRA PATANDUK
 DO61171313

MAKASSAR
 2022

KETERANGAN :

-  POTENSI BAHAN GALIAN SIRTU
-  TITIK KETINGGIAN
-  GARIS KONTUR
-  GARIS KONTUR INDEKS
-  SUNGAI UTAMA
-  ANAK SUNGAI
-  JALAN
-  PEMUKIMAN



SUDUT DEKLINASI

US : Utara sebenarnya (Geografi)
 UG : Utara grid (UTM)
 UM : Utara magnetik

Hubungan antara utara sebenarnya, utara grid dan utara magnetik ditunjukkan secara diagram untuk pusat peta ini.

Deklinasi magnetik rata - rata 1'17" tahun 1989 di pusat lembar peta
 Deklinasi tersebut tiap tahun berkurang dengan 03"

SUMBER PETA

Peta ini merupakan Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar Masamba Skala 1:50,000 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) edisi 1 tahun 1991

hhhhhSKRIPSI

**PENGARUH STRUKTUR GEOLOGI TERHADAP GROUTING TAPAK
PONDASI PLINTH PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN BENDUNGAN
PAMUKKULU DESA KALE KO'MARA KECAMATAN
POLOMBANGKENG UTARA KABUPATEN TAKALAR PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

Disusun Dan Diajukan Oleh

**REAL FIGO PUTRA PATANDUK
D061171313**



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Real Figo Putra Patanduk
NIM : D061171313
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

**PENGARUH STRUKTUR BATUAN TERHADAP GROUTING TAPAK
PONDASI PLINTH PADA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN
BENDUNGAN PAMUKKULU DESA KALE KO'MARA KECAMATAN
POLOMBANGKENG UTARA KABUPATEN TAKALAR PROVINSI
SULAWESI SELATAN**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila ditemukan hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Makassar, 1 September 2022
Yang Menyatakan

Real Figo Putra Patanduk

KATA PENGANTAR

Salam Sejahtera

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas izin dan rahmatnya, sehingga penyusunan skripsi ini dapat terselesaikan. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat Program Strata I pada Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kesalahan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan koreksi dan saran yang sifatnya membangun sebagai bahan masukan yang bermanfaat demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan. Penulis menyadari, berhasilnya penyusunan makalah ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis dalam menghadapi setiap tantangan, sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Musri Mawaleda M.T, sebagai pembimbing sekaligus penasehat akademik yang telah memberikan bimbingan selama perkuliahan.
2. Bapak Dr. Ir. Busthan Azikin, M.T, sebagai dosen pembimbing yang telah membimbing selama penyusunan tugas akhir.
3. Bapak Prof. Dr. –Eng. Asri Jaya HS, S.T., M.T sebagai dosen penguji yang telah memberikan saran dan koreksi pada penelitian ini.
4. Bapak Dr. Sultan, S.T., M.T sebagai dosen penguji yang telah telah memberikan saran dan koreksi pada penelitian ini.
5. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T.,M.Eng., sebagai Ketua Departemen

Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

6. Bapak dan ibu dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas bimbingannya selama masa perkuliahan.
7. Staf administrasi Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu.
8. Muhamad Ichwanto, sebagai *Geologist* Proyek Bendungan Pamukkulu yang telah meluangkan waktunya memberikan bimbingan.
9. Kedua Orang Tua penulis, yang selalu memberikan penulis segala bentuk dukungan, baik berupa dukungan moral ataupun material.
10. Teman-teman angkatan 2017 Geologi UNHAS, yang selalu memberi motivasi dan semangat.
11. Pihak-pihak yang lain yang membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Akhir kata semoga penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat memberikan pemikiran untuk perkembangan ilmu pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan lainnya.

Gowa, 18 September 2022

Penulis

ABSTRAK

Kondisi geologi Indonesia yang kompleks sehingga menurunkan kualitas massa batuan dan memengaruhi pembangunan infrastruktur. Maka dari itu, perlu adanya berbagai metode rekayasa, salah satunya adalah grouting. Pembangunan Bendungan Pamukkulu melibatkan metode grouting yang memengaruhi karakteristik geologi teknik, permeabilitas dan kekuatan massa batuan sehingga perlu tindak lanjut, terletak di Desa Kale Ko'mara, Kecamatan Polombangkeng utara. Kabupaten takalar, provinsi Sulawesi Selatan. Metode yang digunakan yaitu pemetaan struktur dan uji lugeon. Pemetaan struktur dilakukan untuk mengetahui daerah mana yang berpotensi akan terjadinya kebocoran melalui permukaan yang kemudian akan dilakukan pengeboran untuk mengetahui kondisi litologi pada bawah permukaan, dan dilakukan uji nilai lugeon untuk mengetahui kondisi rekahan pada bawah permukaan di mana jika nilai lugeon >3 maka perlu dilakukan rekayasa geologi teknik yaitu grouting untuk menutupi rekahan pada bawah permukaan tersebut sehingga fondasi tubuh menjadi kuat dan tidak mengalami kebocoran. Litologi pada daerah penelitian yaitu breksi vulkanik dan basal dengan kelas batuan CM-CH. Struktur daerah penelitian terdiri atas kekar non sistematik yang dominan mengarah ke Barat Daya, terdapat pula intrusi dengan lebar kurang lebih mencapai 1 meter yang mengarah Barat Laut – Tenggara. Terdapat beberapa titik yang memiliki kekar – kekar yang berpotensi menyebabkan kebocoran sehingga perlu dilakukan grouting untuk menutupi kekar tersebut.

Kata kunci : kekar, litologi, *lugeon*, *water pressure test*, *grouting*

ABSTRACT

Indonesia as a complex geological conditions thus reducing the quality of rock mass and affecting infrastructure development. Therefore, needs some various engineering methods, one of which is grouting. The construction of the Nanjung Tunnel involves a grouting method that affects the geological technic characteristics, permeability and rock mass strength who needs to be followed up, located in Kale Ko'mara Village, North Polombangkeng District, Takalar Regency, South Sulawesi Province. The method used is structure mapping and lugeon test. Structural mapping is carried out to find out which areas have the potential for leakage through the surface which will then be drilled to determine the lithological conditions below the surface, and a lugeon value test is carried out to determine fracture conditions below the surface where if the lugeon value is >3 then geological engineering design needed. The technique is grouting to cover the cracks under the surface so that the foundation of the body becomes strong and does not leak. The lithology in the research area is volcanic breccia and basalt with rock class CM-CH. The structure of the study area consists of non-systematic joints that are dominant towards the Southwest, there is also an intrusion with a width of approximately 1 meter that leads to the Northwest – Southeast. There are several points that have joints that have the potential to cause leakage, so grouting is necessary to cover the joints

Key Word : *Joint, Litology, Lugeon, Water Pressure Test, Grouting*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah Penelitian	2
1.4 Maksud Dan Tujuan Penelitian	2
1.5 Waktu Dan Lokasi Penelitian	3
1.6 Manfaat Penelitian.....	4
1.7 Alat dan Bahan yang digunakan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Geologi Regional.....	5
2.1.1 Geomorfologi Regional Daerah Penelitian	5
2.1.2 Stratigrafi Regional Daerah Penelitian	5
2.1.3 Struktur Geologi Regional Daerah Penelitian.....	7
2.2 Bendungan	9
2.3 Tubuh Retas	9
2.4 Permeabilitas	9
2.5 Klasifikasi Massa Batuan	10
2.6 <i>Lugeon Test</i>	14
2.6.1 Pengertian	14

2.6.2	Penentuan Nilai Lugeon	15
2.7	Grouting	17
2.7.1	Jenis Grouting	17
2.7.2	Tujuan Grouting	18
2.7.3	Metode Grouting	19
2.8	Pertimbangan Geologi	19

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian	26
3.2	Tahapan Penelitian	26
3.2.1	Tahap Persiapan	26
3.2.2	Tahap Pengambilan Data	26
3.2.3	Tahap Pengolahan Data	30
3.2.4	Tahap Penyusunan Skripsi	30

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Litologi Daerah Penelitian	33
4.2	Struktur Daerah Penelitian	34
4.3	Analisis Data Pengeboran, Lugeon <i>Test</i> , dan RQD	38
4.4	Analisis Pengaruh Struktur Bawah Permukaan	46
4.5	Analisis Efektivitas Injeksi Grouting	46

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	51
-----------------------------	-----------

LAMPIRAN

- 1 Peta Geologi Daerah Penelitian
- 2 Hasil *Mapping* Struktur Geologi Plinth
- 3 Penampang Bawah Permukaan
- 4 *Core Log*
- 5 *Water Pressure Test*

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian	3
2.1 Gambar 2.1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian skala 1: 50.000 diperbesar dari Peta Geologi Regional lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai	8
2.2 Permeabilitas	9
2.3 Penentuan Nilai lugeon dan Jenis aliran menurut Houlsby (1983, dalam SNI 2411:2008)	16
2.4 Berbagai fungsi dari grouting di tanah dan batuan : (a) penembusan / penetrasi, (b) pemadatan / kompaksi, (c) rekah hidrolik / <i>hydrofracturing</i> (Dirjen Sumber Daya Air, 2005).....	18
3.1 Lokasi Pengerjaan <i>Grouting</i>	26
3.2 Aktivitas Pemboran	27
3.3 Contoh sampel <i>Core</i>	27
3.4 Pengambilan data Lugeon.....	29
3.5 Pola lubang grouting BPL 2 dan BPL 3	29
3.6 Aktifitas grouting pada plinth	30
3.7 Diagram Alir Penelitian.....	32
4.1 Singkapan breksi vulkanik pada daerah penelitian	33
4.2 Tubuh retas litologi basal pada daerah penelitian	34
4.3 Hasil <i>Mapping</i> Struktur kekar permukaan BPL 2.....	35
4.4 Hasil <i>Mapping</i> Struktur kekar permukaan BPL 3.....	36
4.5 Kekar pada batuan yang terisi oleh mineral silika	36
4.6 Kekar terbuka pada BPL 3 dengan kedudukan N 250°E/84.....	37
4.7 Litologi bawah permukaan PH 2	37
4.8 Sampel <i>Core</i> PH2.....	39
4.9 Litologi bawah permukaan PH 3	40
4.10 Sampel <i>Core</i> PH3 Stage 1 (0-5 m).....	43
4.11 Sampel <i>Core</i> PH3 Stage 6 (25-30 m)	43

4.12 Litologi bawah permukaan CH 3	44
4.13 Sampel <i>Core</i> CH3 Stage 6 (25-30 m)	45
4.14 Sampel Core PH 2 kedalaman 0-35 meter menunjukkan batuan yang terpecah akibat kekar yang terbentuk.	47
4.15 Sampel Core PH 3 kedalaman 0-35 meter menunjukkan batuan yang terpecah akibat kekar yang terbentuk.	49
4.16 Penampang bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan model Bieniawski (1989).	50
4.17 Sampel CH-3 Stage 3 yang terisi oleh semen dari grouting	52

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Klasifikasi Massa Batuan oleh <i>Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI), Japan</i>	10
2.2	<i>Rock Mass Classification by Criepi</i>	12
2.3	Klasifikasi Kekuatan Batuan oleh Kikuchi, Saito dan Kusumoki	13
2.4	Hubungan antara nilai RQD dan kualitas batuan oleh Deere dan Deere (1968, dalam Deere dan Deere,1988).....	13
2.5	Variasi Tekanan <i>Water Pressure Test</i>	15
4.1	Data Pengeboran, Nilai Lugeon, dan RQD BPL2-PH2	39
4.2	Data Pengeboran, Nilai Lugeon, dan RQD BPL2-1Q CRU.....	41
4.3	Data Pengeboran, Nilai Lugeon, dan RQD BPL3-PH3	42
4.4	Data Pengeboran, Nilai Lugeon, dan RQD BPL3-CH3	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bendungan adalah suatu bangunan air yang dibangun khusus untuk membendung/menahan aliran air yang berfungsi untuk memindahkan aliran air atau menampung sementara dalam jumlah tertentu kapasitas/volume air dengan menggunakan struktur timbunan tanah homogen (*Earthfill Dam*), timbunan batu dengan lapisan kedap air (*Rockfill Dam*), konstruksi beton (*Concrete Dam*) atau berbagai tipe konstruksi lainnya, namun terkadang orang-orang mengabaikan kondisi tanah maupun batuan tempat bangunan didirikan, sehingga dikemudian hari dalam proses pemeliharaan pasca pembangunannya ditemukan berbagai masalah. Salah satu masalah yang sering muncul yaitu adanya retakan dan rekahan pada bangunan, khususnya bangunan bendung yang dapat menyebabkan kebocoran. Kebocoran banyak terjadi bukan pada bangunan bendung melainkan dari bawah permukaan bendungan, sehingga air pada daerah penampungan akan meresap kedalam tanah dan melewati rekahan batuan, oleh karena itu rekahan di bawah permukaan ini harus ditutup. Salah satu solusi untuk menutup permeabilitas ini adalah dengan menggunakan metode grouting. Grouting merupakan metode perbaikan tanah, batuan, beton, dan struktur bangunan dengan cara menyuntikan *slurry* material dengan tekanan tertentu untuk mengisi rekahan pada batuan, tanah, beton, struktur bangunan dan material sejenis yang berfungsi untuk memadatkan dan memperbaiki kerusakan.

Berdasarkan atas berbagai pertimbangan yang telah dikemukakan di atas,

maka penulis melakukan Penelitian yang berjudul “ **Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Grouting Tapak Pondasi Plinth Pada Pelaksanaan Pembangunan Bendungan Pamukkulu Desa Kale Ko'mara Kecamatan Polombangkeng Utara Kabupaten Takalar**”

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan uraian di atas dapat dirumuskan masalah dalam penelitian. sebagai berikut:

1. Bagaimana litologi pada daerah penelitian
2. Bagaimana struktur geologi pada daerah penelitian
3. Bagaimana pengaruh struktur geologi terhadap grouting tapak pondasi plinth dan penanganannya

1.3 Batasan Masalah Penelitian

Pada penelitian yang dilakukan, penulis membatasi masalah yang akan diangkat yaitu dapat mengetahui pengaruh struktur geologi terhadap pekerjaan grouting pada proyek pembangunan bendungan Pamukkulu Kabupaten Takalar.

1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud penelitian ini yaitu untuk melakukan pemetaan struktur dan pengaruhnya terhadap grouting pada daerah penelitian, sedangkan tujuan dari penelitian ini yaitu :

- 1) Mengetahui kondisi litologi pada daerah penelitian.
- 2) Mengetahui kondisi struktur geologi pada daerah penelitian.

- 3) Mengetahui pengaruh struktur geologi terhadap grouting tapak pondasi plinth

1.5 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama waktu kerja praktik selama kurang lebih 3 bulan pada wilayah proyek Bendungan Pamukkulu PT. Wijaya Karya. Secara administratif daerah penelitian berlokasi di Dusun Buttadidia, Desa Kale' Komara, Kecamatan Polombangkeng Utara, Kabupaten Takalar, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara astronomis, daerah penelitian terletak pada posisi $119^{\circ}22'00''\text{BT}$ - $119^{\circ}39'00''\text{BT}$ dan $5^{\circ}03'00''\text{LS}$ - $5^{\circ}28'00''\text{LS}$. Lokasi penelitian dapat ditempuh dengan melalui jalur darat, perjalanan dari Gowa ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua dan roda empat dengan waktu tempuh ± 1 jam menuju ke lokasi proyek Bendungan Pamukkulu. Peta tunjuk lokasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1.1 Wilayah Kabupaten Takalar
□ Lokasi Penelitian

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini secara umum sebagai acuan dalam melakukan penanganan terhadap struktur yang berkembang dalam tahapan pembangunan yang efektif serta kestabilan suatu bangunan bendungan.

1.7 Alat dan Bahan yang Digunakan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

A. Mapping

1. Kompas Geologi
2. Palu Geologi

B. Drilling dan Grouting

1. Mesin Bor Jacro 200
2. Pompa Air
3. Mata Bor
4. Stang bor / Pipa bor (NQ 75.7 mm)
5. *Pressure Gauge*
6. *Water Flow Meter*
7. Tangki Air
8. Pipa
9. Air Bersih
10. Semen
11. Pasir Halus

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Geologi regional daerah penelitian berada pada geologi regional lembar Ujung Pandang, Benteng, dan Sinjai. Daerah ini meliputi Daerah Kabupaten Maros, Sungguminasa, Takalar, Jeneponto, Bantaeng, Bulukumba, Sinjai dan Salayar. Lembar peta berbatasan dengan Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat di utara Selat Makassar di barat, Teluk Bone di timur dan Laut Flores di selatan.

2.1.1 Geomorfologi Regional daerah Penelitian

Geomorfologi Daerah Penelitian merupakan daerah berbukit dengan ketinggian mencapai 500 m, Bentuk morfologi ini disusun oleh batuan klastika gunungapi berumur Miosen. Bukit-bukit memanjang yang tersebar di daerah ini berupa retas-retas basal.

2.1.2 Stratigrafi Regional daerah Penelitian

Batuan gunungapi berumur Pliosen terjadi secara setempat, dan menyusun Batuan Gunungapi Baturape - Cindako (*Tpbv*). Satuan batuan gunungapi yang termuda adalah yang menyusun Batuan Gunungapi Lompobatang (*Qlv*), berumur Plistosen. Sedimen termuda lainnya adalah endapan aluvium dan pantai (*Qac*).

1. Batuan Gunung Api Baturape Cindako (*Tpbv*)

lava dan breksi, dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat. Bersusunan basal, sebagian besar porfiri dengan fenokris piroksen dengan ukuran sampai 1 cm dan

sebagian kecil tak kasat mata, kelabu tua kehijauan hingga hitam warnanya;

2. Batuan Gunung Api Baturape Cindako (*Tpbv*)

lava dan breksi, dengan sisipan sedikit tufa dan konglomerat. Bersusunan basal, sebagian besar porfiri dengan fenokris piroksen besar-besar sampai 1 cm dan sebagian kecil tansatmata, kelabu tua kehijauan hingga hitam warnanya; lava sebagian berkekar maniang dan sebagian berkekar lapis, pada umumnya breksi berkomponen kasar, dari 15 cm sampai 60 cm, terutama basal dan sedikit andesit, dengan semen tufa berbutir kasar sampai lapili, banyak mengandung pecahan piroksen.

Trakit dan Andesit : terobosan trakit dan andesit berupa retas dan stok. Trakit berwarna putih, bertekstur porfiri dengan fenokris sanidin sampai sepanjang 1 cm; andesit berwarna kelabu tua, bertekstur porfiri dengan fenokris amfibol dan biotit. Batuan ini tersingkap di daerah sebelah baratdaya Sinjai, dan menerobos batuan gunungapi Formasi Camba (*Tmcy*).

Basal : terobosan basal berupa retas, sill dan stok, bertekstur porfir dengan fenokris piroksen kasar mencapai ukuran lebih dan 1 cm, berwarna kelabu tua kehitaman dan kehijauan; sebagian dicirikan oleh struktur kekar meniang, beberapa di antaranya mempunyai tekstur gabro. Terobosan basal di sekitar Jene Berang berupa kelompok retas yang mempunyai arah kira- kira radier memusat ke Baturape dan Cindako ; sedangkan yang di sebelah utara Jeneponto berupa stok. Semua terobosan basal menerobos batuan dan Formasi Camba (*Tmc*). Penarikan Kalium/Argon pada batuan basal dari lokasi 1 dan 4, dan gabro dari lokasi 5 menunjukkan umur masing-masing 7,5. 6,99 dan 7,36 juta tahun, atau Miosen

Akhir. Ini menandakan bahwa kemungkinan besar penerobosan basal berlangsung sejak Miosen Akhir sampai Pliosen Akhir.

2. Formasi Camba (*Tmc*)

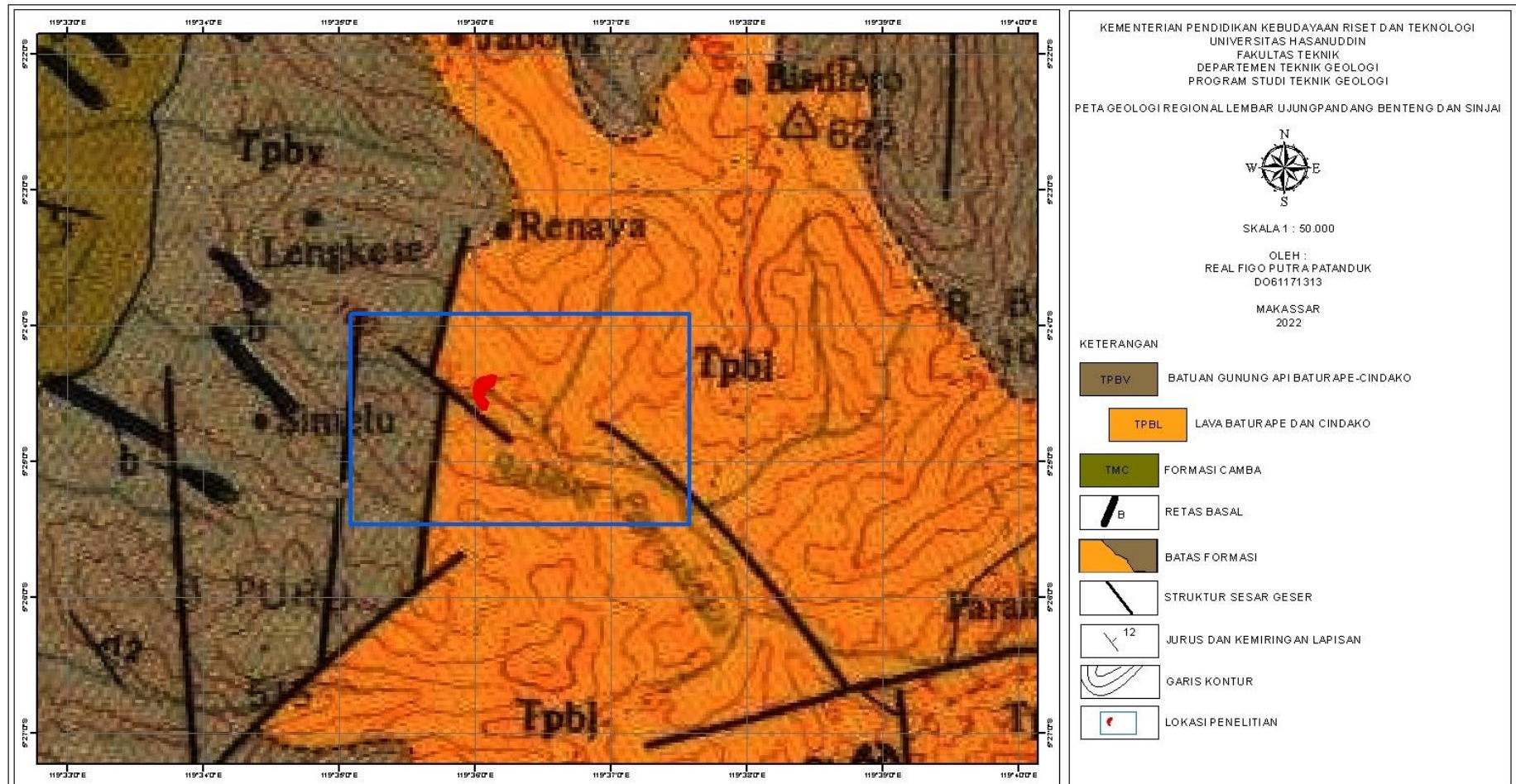
Batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunungapi, batupasir tufaan berselingan dengan tufa batupasir dan batulempung ; bersisipan napal, batuga Formasi ini adalah lanjutan dari

Formasi Camba yang terletak di Lembar Pangkajene dan bagian Barat Watampone sebelah utaranya kira-kira 4.250 m tebalnya, diterobos oleh retas basal piroksen setebal antara 0.5 - 30 m, dan membentuk bukit-bukit memanjang. Lapisan batupasir kompak (10 - 75 cm) dengan sisipan batupasir tufa (1 - 2 cm) dan konglomerat berkomponen basal dan andesit, yang tersingkap di P. Salayar diperkirakan termasuk satuan *Tmc*.

2.1.3 Struktur Regional daerah Penelitian

Menurunnya cekungan Walanae diikuti oleh kegiatan gunungapi yang terjadi secara luas di sebelah baratnya dan mungkin secara lokal di sebelah timurnya. Peristiwa ini terjadi selama Miosen Tengah sampai Pliosen. Semula gunungapinya terjadi di bawah muka laut, dan kemungkinan sebagian muncul di permukaan pada kala Pliosen. Kegiatan gunungapi selama Miosen menghasilkan Formasi Camba, dan selama Pliosen menghasilkan Batuan Gunungapi Baturape-Cindako.

Kelompok retas basal berbentuk radier, terjadinya mungkin berhubungan dengan gerakan mengkubah pada kala Pliosen.



Gambar 2.1 Peta Geologi Regional Daerah Penelitian skala 1: 50.000 diperbesar dari Peta Geologi Regional Lembar Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai (Sukamto dan Supriatna, 1982)

2.2 Bendungan

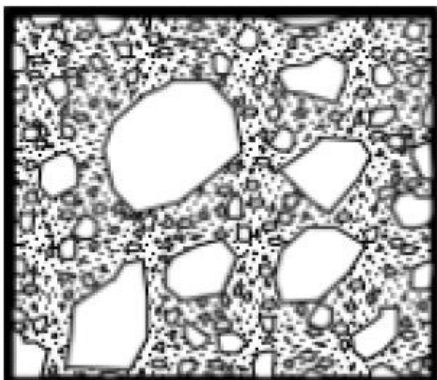
Menurut Peraturan Pemerintah No. 37 Tahun 2010 mengenai Bendungan, Bendungan ialah suatu bangunan yang berupa urugan tanah, urugan batu, beton, dan atau pasangan batu yang di bina di samping untuk menyangga dan menampung air, bisa pula di bina untuk menyangga dan menampung limbah tambang (tailing), atau menampung lumpur sampai terbentuk waduk

2.3 Tubuh Retas

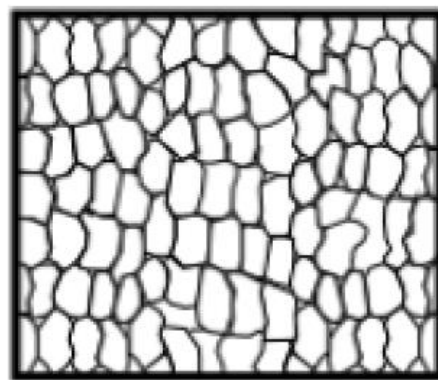
Retas/Intrusi adalah masa batuan yang menembus atau memotong lapisan batuan lain. Dike atau Retas merupakan batuan beku terobosan yang membeku dekat permukaan juga dikenal sebagai batuan Gang. Dike yaitu tubuh batuan yang memotong perlapisan disekitarnya dan memiliki bentuk tabular atau memanjang. Ketebalannya dari beberapa sentimeter sampai puluhan meter dengan panjang ratusan meter (Noor, 2012).

2.4 Permeabilitas

Permeabilitas adalah sifat yang dimiliki oleh batuan untuk dapat meloloskan air (Noor, 2012).



Permeable



Non-permeable

Gambar 2.2 Permeabilitas (Noor, 2012)

Permeabilitas adalah sifat material yang paling utama dalam melakukan analisis dan pengendalian rembesan. Dalam hal ini pada daerah penelitian memiliki batuan yang kompak sehingga uji permeabilitas ini dapat disebut lugeon (Lu) test yang diperoleh dari pengujian langsung di lapangan.

2.5 Klasifikasi Massa Batuan

Klasifikasi tipe batuan untuk teknis geologi adalah berdasarkan klasifikasi Crieipi dan Kikuci, Saito & Kusunoki, ICOLD (1982). Klasifikasi ini digunakan untuk menentukan suatu kelas batuan berdasarkan tingkat pelapukan suatu batuan.

Tabel 2.1: Klasifikasi Massa Batuan oleh *Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI,1982)*

Kelas	Deskripsi
A	Massa batuan sangat segar, dan mineral & butiran penyusun batuan tidak mengalami pelapukan maupun alterasi. Kekar sangat rapat dan permukaannya tidak memiliki tanda-tanda pelapukan. Suara dengan pukulan palu jelas.
B	Massa batuan padat/kompak. Tidak ada kekar terbuka dan celah (bahkan 1 mm). Mineral & butiran penyusun batuan mengalami sedikit pelapukan maupun alterasi sebagian. Suara dengan pukulan palu jelas.
CH	Massa batuan relatif solid/padat. Mineral & butiran penyusun batuan mengalami pelapukan kecuali kuarsa. Batuan terkontaminasi oleh limonit, dll. Gaya Kohesi kekar dan rekahan sedikit berkurang dan blok batuan bisa dipisahkan oleh hantaman palu yang kuat di sepanjang kekar. Mineral lempung ada di permukaan kekar. Suara pukulan palu agak lemah/redup.
CM	Massa batuan agak lunak. Mineral dan butiran penyusun batuan agak melunak karena pelapukan dan / atau alterasi kecuali kuarsa. Gaya kohesi kekar dan rekahan sedikit berkurang dan blok batuan dipisahkan oleh pukulan palu biasa di sepanjang kekar. Material lempung ada di permukaan kekar. Suara dengan pukulan palu agak lemah/redup.
CL	Massa batuan lunak. Pelapukan dan / atau alterasi melunakkan mineral dan butiran penyusun batuan. Gaya kohesi kekar dan rekahan berkurang dan blok batuan dipisahkan oleh pukulan palu lemah di sepanjang kekar. Suara dengan pukulan palu lemah/redup.
D	Massa batuan sangat lemah. Pelapukan dan/atau alterasi melunakkan mineral dan butiran penyusun batuan. Kohesi kekar dan rekahan hampir tidak ada. Massa batuan hancur oleh pukulan palu ringan. Material lempung tetap berada di permukaan kekar. Suara dengan pukulan palu sangat lemah/redup.

Tabel 2.2 : *Rock Mass Classification* (CRIEPI, 1982)

Rock class	Hardness	Core shape and Joint interval	Weathering & alteration	
B	A	1	a	A1a
CH	A	2, 3	a, b	A2a, A2b, A3a, A3b
	B	1, 2	b, c	B1b, B1c, B2b, B2c
	B	3	a, b	B3a, B3b
CM	B	3	C	B3c
	B	4	a, b, c	B4a, B4b, B4c
	C	2, 3	c	C2a, C3a
CL	B	5	B, c	B5b, B5c
	C	3	d	C3d
	C	4	c, d	C4d
	C	5	c	C5c
D	C	5	d	C5d
	D, E	*	*	D**, E**
	*	*	*	**e

Keterangan :

- **KEKERASAN**

- A. Batuan Keras
- B. Batuan Sedang
- C. Batuan Lemah
- D. Batuan Sangat lemah
- E. Batuan Hancuran

- **Bentuk *Core* dan Jarak Kekar**

1. Jarak kekar sekitar 30 cm atau lebih
2. Jarak kekar sekitar 15 sampai 30 cm
3. Jarak kekar sekitar 5 sampai 15 cm.
4. Jarak kekar kurang dari 5 cm.
5. Umumnya berfragmen : Terkekarkan kuat
6. Umumnya berbutir – material lempung.
7. umumnya material lempung.
8. tidak ada *core*.

- **WEATHERING AND ALTERATION**

- a. *Fresh* / tidak teralterasi
- b. Pelapukan ringan / teralterasi lemah

- c. Pelapukan sedang / teralterasi sedang
- d. Pelapukan tinggi / teralterasi kuat
- e. Pelapukan menyeluruh / teralterasi sangat kuat

Tabel 2.3: Klasifikasi Kekuatan Batuan oleh Kikuchi, Saito dan Kusumoki

Rock Class	Rock Grade	Uni-axial compress strength (kg/cm ²)	Static modulus of elasticity (kg/cm ²)	Modulus of deformation (kg/cm ²)	Shear strength		Velocity of elastic wave (kg/sec)
					Cohesion (kg/cm ²)	Internal angle (deg)	
A, B	B	> 800	> 80,000	> 50,000	> 40	55 - 65	3.7 or more
CH	C	800 - 400	80,000-40,000	50,000-20,000	40 - 20	40 - 55	3.7-3.0
CM	D	400 - 200	40,000-15,000	20,000-5,000	20 - 10	30 - 45	3.0-1.5
CL, D	E, F	200 or less	15000 or less	5,000 or less	10 or less	15 - 38	1.5 or less

(Dr. K. Kikuchi, Mr. Saito and Mr. K. Kusumoki, ICOLD, May, 1982)

Menurut Kikuchi batuan diklasifikasikan ke dalam tiga kelompok berdasarkan kekerasan tersebut seperti di bawah ini.

<i>Rock group</i>	<i>Uni-axial compressive strength (kg/cm²)</i>
<i>Hard rock</i>	800 or more
<i>Medium hard rock</i>	200 - 800
<i>Soft rock</i>	200 or less

Rock Quality Designation (RQD) diperkenalkan oleh Deere dan Deere pada tahun 1964 sebagai indeks penilaian kualitas batuan secara kuantitatif. Konsep dari klasifikasi RQD ini sederhana yaitu persentase kekar batuan dari total panjang uji bor inti, semakin tinggi nilai RQD maka semakin baik kualitas batuan. Nilai RQD didapat dengan menggunakan rumus berikut.

$$RQD = \frac{\text{Core Length} > 10\text{cm}}{\text{Total core length}} \times 100 \%$$

Tabel 2.4 Hubungan antara nilai RQD dan kualitas batuan oleh Deere dan Deere (1968, dalam Deere dan Deere, 1988)

S. No.	RQD (%)	Rock quality
1	<25	Very poor
2	25-50	Poor
3	50-75	Fair
4	75-90	Good
5	90-100	Excellent

2.6 *Lugeon Test* (Uji Air Bertekanan)

2.6.1 Pengertian

Uji air bertekanan adalah suatu proses memasukkan air (fluida) dengan tekanan ke dalam rongga, rekahan dan kekar pada tanah atau batuan yang dalam waktu tertentu untuk mengetahui kondisi tanah atau batuan tersebut. Dalam pelaksanaannya proses akan menghasilkan angka yang menunjukkan kemampuan tanah atau batuan mengalirkan air dan dinyatakan dalam satuan Lugeon . Satu Lugeon ialah banyaknya air dalam liter per menit yang masuk ke dalam tanah atau batuan melalui lubang bor berukuran NX yaitu berdiameter 75,7 mm sepanjang satu meter dengan tekanan 10 bar (1 bar = 1,0197 kg/cm²) (Pangesti, 2005)

Nilai Lugeon didapat dari hasil perhitungan dengan rumus: (SNI 2411:2008)

$$Lu = \frac{10.Q}{P.L} \text{ atau } Lu = \frac{10.V(\text{liter})}{P\left(\frac{kg}{cm^2}\right) .L(\text{meter}).t(\text{detik})}$$

Keterangan

Lu : Nilai Lugeon

Q : Debit air yang masuk (liter/menit)

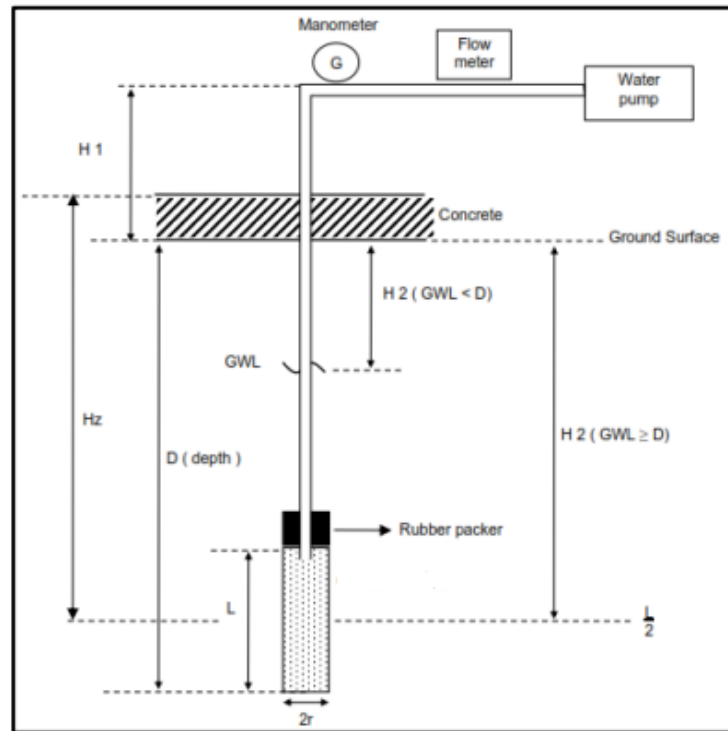
P : Tekanan uji (kg/cm²)

L : Panjang bagian yang diuji (m)

V : Volume air yang diinjeksi (liter)

T : Waktu (detik)

Dalam proses injeksi air terdapat berbagai tekanan untuk mengetahui perubahan kondisi kelulusan air.



Gambar 2.3 Skema Lugeon Test (Adhitama dan Sadisun, 2021)

Tabel 2.5 Variasi Tekanan Pengujian *Water Pressure Test* yang digunakan (Berdasarkan hasil pengujian pada trial grouting)

Stage (Tahap)	Kedalaman (m)	Variasi Tekanan (kg/cm ²)				
		1	2	3	2	1
1	0-5	1	2	3	2	1
2	5-10	2	4	5	4	2
3	10-15	3	6	7	6	3
4	15-20	4	8	10	8	4
5	20-25	5	10	12	10	5
6	25-30	5	10	12	10	5
7	30-35	5	10	12	10	5

2.6.2 Penentuan Nilai Lugeon

Grafik aliran air yang dibuat berdasarkan data hasil uji kelulusan air bertekanan yang merupakan hubungan tekanan (p) dan debit aliran air (Q/L)

dimaksudkan antara lain untuk mengetahui:

- Perilaku tanah atau batuan yang diuji dengan cara injeksi air pada tekanan tertentu.
- Kondisi aliran air yang terjadi dalam tanah atau batuan tersebut dapat berupa kondisi laminar, turbulen, dilasi, pengikisan dan penyumbatan.

Perhitungan uji kelulusan air dengan menggunakan tekanan yang bervariasi dapat menghasilkan nilai Lugeon yang berbeda, tergantung pada kondisi aliran air yang terjadi dalam tanah atau batuan yang diuji.

Penentuan nilai Lugeon dilakukan dengan menafsirkan pola grafik aliran p-Q/L.

Grup	Tahapan Per 10 menit	Pola Tekanan Pemompaan	Pola Lugeon	Karakteristik dalam lubang uji
A - Aliran Laminar	1	//// a	████████	Nilai Lugeon hampir sama sehingga aliran laminar harga lugeon dapat direrata prosentase terjadi aktual = 78%, penyimpangan = 5%
	2	//// b	████████	
	3	//// c	████████	
	4	//// d=b	████████	
	5	//// e=a	████████	
B - Aliran Turbulen	1	//// a	████████	Nilai Lugeon terendah pada tekanan tertinggi menandakan aliran terbuka. Nilai Lugeon dipilih pada tekanan tertinggi, prosentase = 13% terhadap 53%
	2	//// b	████████	
	3	//// c	████████	
	4	//// d=b	████████	
	5	//// e=a	████████	
C - Aliran Dilatasi	1	//// a	████████	Lugeon tertinggi terjadi pada tekanan tertinggi hingga dilatasi pakai nilai Lugeon terendah untuk tekanan menengah. Prosentase kejadian = 1%, penyimpangan = 9%
	2	//// b	████████	
	3	//// c	████████	
	4	//// d=b	████████	
	5	//// e=a	████████	
D - Aliran Tercuci (wash out)	1	//// a	████████	Nilai Lugeon meningkat selama proses test sehingga test menyebabkan perubahan pondasi pilih nilai Lugeon tertinggi. Prosentase kejadian = 2%, deviasi=21%
	2	//// b	████████	
	3	//// c	████████	
	4	//// d=b	████████	
	5	//// e=a	████████	
E - Aliran Mengisi Rongga (void filling)	1	//// a	████████	Nilai Lugeon menurun selama proses test sehingga mengisi perlahan rongga besar. Biasanya dipakai lugeon terakhir Prosentasi kejadian = 6 % deviasi = 12 %
	2	//// b	████████	
	3	//// c	████████	
	4	//// d=b	████████	
	5	//// e=a	████████	

Sumber : Houlby, 1983

Gambar 2.4 Penentuan Nilai lugeon dan Jenis aliran menurut Houlby (1983, dalam SNI 2411:2008)

Pada Lokasi Penelitian, jika nilai lugeon < 3 maka tidak perlu dilakukan grouting dan jika nilai lugeon ≥ 3 maka harus dilakukan grouting (P.T WIKA, 2021)

2.7 Grouting

Grouting merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk perbaikan tanah. *Grouting* diterapkan dengan cara menginjeksikan semen ke dalam tanah di bawah tekanan untuk mengubah karakteristik tanah (Nicholson, 2015). Material *grouting* yang digunakan untuk mengisi retakan, celah-celah, dan ruang kosong yang berada di bawah tanah, tidak mengacu pada jenis-jenis tertentu. Material *grouting* memiliki berbagai macam sifat, dari yang memiliki viskositas sangat rendah sampai campuran padat dan cair yang kental (Karol, 2003). Bahan-bahan yang biasanya dijadikan bahan untuk *grouting*, yaitu campuran semen dan air, campuran semen, abu batu dan air, lempung dan air, serta campuran pasir dan air, dan lain-lain. Metode *grouting* juga dapat menentukan berapa banyak kemungkinan celah-celah batuan dengan hasil nilai Lugeon.

2.7.1 Jenis Grouting

Berdasarkan posisi dan fungsi terhadap konstruksi bendungan, jenis *grouting* dapat dibagi menjadi:

a. Grouting Tirai

Grouting Tirai merupakan jenis *grouting* yang memiliki kedalaman yang paling panjang yang berfungsi sebagai pondasi utama dalam tubuh bangunan. Umumnya bermanfaat mereduksi permeabilitas dari tanah (*Ground*) di bawah bendungan atau pada pinggiran waduk sebagai rim *grouting* (*grouting* sisi).

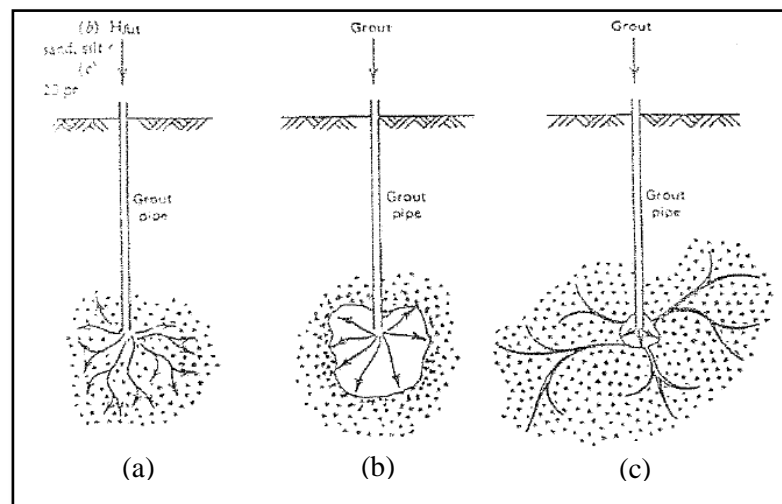
b. Grouting Konsolidasi

Merupakan metode grouting sebagai pendukung dalam memperkuat pondasi bendungan (grouting tirai). Grouting konsolidasi biasanya dilakukan pada kedalaman rendah yang dekat dengan permukaan.

2.7.2 Tujuan Grouting

Grouting yaitu suatu proses pemasukan cairan dengan tekanan kedalam rongga atau pori rekahan dan rekahan pada batuan yang dalam waktu tertentu akan menjadi padat dan keras (Pangesti, 2005), dengan tujuan :

1. Menurunkan permeabilitas
2. Meningkatkan kuat geser
3. Mengurangi kompresibilitas
4. Mengurangi potensi erosi internal terutama pada pondasi alluvial



Gambar 2.5 Berbagai fungsi dari grouting di tanah dan batuan : (a) penembusan / penetrasi, (b) pemadatan / kompaksi, (c) rekah hidrolis / *hydrofracturing* (Dirjen Sumber Daya Air, 2005)

- a. Penetrasi atau penembusan, dimana grouting mengalir kedalam ke dalam rongga tanah dan lapisan tipis batuan dengan pengaruh minimum terhadap

- struktur asli. Berfungsi untuk menurunkan permeabilitas dan meningkatkan kuat geser
- b. Kompaksi atau pemadatan, dimana massa grout dengan konsistensi sangat kental dipompakan ke dalam tanah sehingga mendorong dan memadatkan (*densification*). Berfungsi memadatkan tanah berbutir halus dan meningkatkan daya dukung.
 - c. Rekah hidrolis, dimana apabila tekanan grouting lebih besar dari kuat tarik batuan atau tanah yang digrouting sehingga material pecah dan grouting dengan cepat menembus zona rekahan. Berfungsi untuk mengurangi kompresibilitas dan menurunkan permeabilitas massa tanah dan batuan yang di grout.

2.7.3 Metode Grouting

Metode grouting terdiri dari dua metode yaitu *down-stage* dan *up-stage*. Metode *down-stage* dilaksanakan dengan cara bertahap artinya dari drilling, uji air bertekanan dan grouting dilakukan setahap demi setahap hingga tahap terakhir secara berurutan. Sedangkan metode *up-stage* dilaksanakan dengan cara pemboran lubang dilakukan terlebih dahulu hingga kedalaman yang disepakati kemudian dilakukan pengujian uji air bertekanan dan grouting dari kedalaman paling bawah atau akhir dan bertahap naik hingga sampai permukaan.

2.8 Pertimbangan Geologi

Dalam hal perencanaan grouting pondasi bendungan terutama pondasi batuan, perencana harus memahami secara rinci informasi geologi lokal dari tapak bendungan (*damsite*). Berbagai informasi geologi diantaranya jenis batuan yang

dihadapi. Mengenai jenis, keseragaman, penyebaran dan ketebalan serta struktur batuan. Kemudian perlu diperhatikan yaitu sifat keteknikannya (*Engineering Properties*), baik dalam sifat utuh (*Intact Properties*) maupun sifat massa (*Mass Properties*) secara kualitatif maupun kuantitatif.

Diperlukannya investigasi geologi dan pengujian lain terutama permeabilitas ditempat untuk menentukan zona yang perlu dilakukan grout, campuran grout awal, tahapan pengentalan dan lain-lain. Penentuan pola lubang grout, teknik pemboran, mata bor yang diperlukan dan orientasi lubang grout (Dirjen Sumber Daya Air, 2005)

A. Pertimbangan Struktur Geologi

Struktur geologi yang merupakan struktur primer maupun sekunder dalam bentuk planar atau non planar berpengaruh besar terhadap perilaku pondasi bendungan, terutama saat pengisian bendungan.

Beberapa struktur geologi yang perlu diperhatikan dalam perencanaan grouting diantaranya:

1. Kekar (*Joint*)

Kekar dapat didefinisikan sebagai bidang atau permukaan yang membelah batuan dan belum nampak pergerakan paralel terhadap bidang atau permukaan tersebut (Billings, 1946).

Perkembangan dari kekar dapat membentuk retakan (*crack*), hancuran (*fracture*) atau rekahan (*fissure*) bahkan berkembang menjadi rongga (*Cavity*). Bila kerapatan retakan menyebar seragam, semula diperkirakan harus dengan lubang grout spasi ganda tetapi dari hasil pengujian air dapat direduksi menjadi

satu. Spasi dari lubang grout dapat dikontrol dari lapisan tipis dan kenampakan geologi lainnya. Material dari lapisan tipis atau bidang sesar berupa lempung, perlu dicungkil dan dicuci dengan semprotan disperse kimia dan kemudian diinjeksi dengan mortar pasir-semen agar tidak terjadi longsoran oleh lubrikasi isian lempung (*clay Gouge*).

2. Lipatan (*Fold*)

Lipatan adalah suatu bentuk struktur yang terjadi pada batuan sedimen, batuan metamorf serta batuan-batuan gunung api yang ditunjukkan dengan suatu bentuk pelengkungan yang bergelombang (Billings, 1946). Lipatan merupakan suatu bentuk ditorsi dari volume material yang ditunjukkan dalam bentuk pelengkungan atau sekumpulan lengkungan pada suatu unsur garis dan bidang menurut (Ragan, 2009). Penampang memanjang tubuh bendungan yang bertumpu pada lipatan yang miring ke hilir rawan terhadap kebocoran sehingga harus dibuat lapisan kedap air diantaranya harus dilakukan grouting tirai (*curtain Grouting*).

3. Sesar (*Fault*)

Sesar atau fault merupakan kekar di mana dinding blok yang berlawanan telah mengalami perpindahan terhadap dinding lainnya. Sifat sesar dibedakan pada pergerakan paralelnya terhadap permukaan kekar atau rekahan. Sebagian sesar mungkin panjangnya hanya beberapa inch dan total perpindahannya pun hanya dalam hitungan inch. Pada keadaan yang ekstrim, terdapat sesar sepanjang ratusan mil dengan perpindahan bermil-mil hingga puluhan mil (Billings 1946).

Sesar dalam berbagai ragam wujudnya dan dimensinya merupakan zona lemah (*weak zone*) dan rawan takan terjadinya kebocoran apabila dijumpai dalam

pondasi kontruksi bendungan.

4. Ketidakselarasan (*Unconformity*)

Hubungan antar perlapisan batuan dapat menumpuk secara menerus atau selaras (*conformity*), tetapi dapat pula tidak selaras (*unconformity*) karena adanya selang waktu yang hilang (*hiatus*). Ketidakselarasan (*Unconformity*): adalah hubungan antara satu lapis batuan dengan lapis batuan lainnya (batas atas atau bawah) yang tidak kontinyu (tidak menerus), yang disebabkan oleh adanya rumpang waktu pengendapan (Noor, 2012)

B. Pertimbangan Diskontinuitas Batuan

Dalam perencanaan grouting untuk pondasi batuan, evaluasi sifat batuan sebagai individu titik grout, maupun zona grout harus dilakukan pencatatan mengenai parameter yang menentukan karakteristik massa batuan menurut Wyllie dan Mah, 2004 yaitu:

1. Jenis Batuan (*Rock Type*)

Pentingnya menentukan jenis batuan adalah bahwa ada perbedaan yang besar dalam kinerja dari berbagai jenis batuan (misalnya granit biasanya lebih kuat dan lebih masif dari serpih), dan informasi ini memberikan pedoman tentang kemungkinan perilaku batuan.

2. Jenis Diskontinuitas (*Type of Discontinuity*)

Jenis Diskontinuitas berkisar dari sambungan *tension joints* yang memanjang terbatas ke patahan yang mengandung beberapa meter ketebalan dari *clay gouge* dan memiliki panjang beberapa kilometer. Kekuatan geser diskontinuitas seperti itu akan sangat berbeda.

3. Arah Diskontinuitas (*Orientation*)

Orientasinya diskontinuitas dinyatakan sebagai dip dan arah dip (atau strike) dari permukaan. Dip dari bidang adalah sudut maksimum bidang terhadap garis horizontal, sedangkan arah kemiringan adalah arah jejak garis horizontal dari garis kemiringan.

4. Spasi Diskontinuitas (*Spacing*)

Spasi diskontinuitas dapat dipetakan di permukaan batuan dan di core, dengan dengan jarak sebenarnya dihitung dari jarak semu untuk diskontinuitas miring ke permukaan. Kategori jarak berkisar dari sangat lebar ($>2\text{m}$) hingga sangat sempit ($<6\text{ mm}$). Pengukuran jarak diskontinuitas setiap diskontinuitas akan menentukan ukuran dan bentuk blok dan kekuatan massa batuan terkait dengan jarak karena dalam batuan yang memiliki retakan yang rapat, setiap diskontinuitas akan lebih mudah bergabung untuk membentuk zona lemah yang berkelanjutan.

5. Persistensi (*Persistence*)

Persistensi adalah ukuran dari panjang kontinu atau luas diskontinuitas. kategori persistensi berkisar dari sangat tinggi ($>20\text{ m}$) hingga sangat rendah ($<1\text{ m}$). Parameter ini menentukan ukuran blok dan panjangnya bidang geser potensial, sehingga pemetaan harus berkonsentrasi pada pengukuran persistensi dari himpunan diskontinuitas yang akan memiliki pengaruh terbesar pada stabilitas batuan.

6. Kekasaran (*Roughness*)

Kekasaran diskontinuitas permukaan seringkali merupakan komponen penting dari kekuatan geser, terutama di mana diskontinuitas tidak tergeser dan saling bertautan. Kekasaran menjadi kurang penting di mana diskontinuitas telah terisi, atau tergantikan dan tidak saling tertautkan. Kekasaran terbagi atas kasar, halus, dan licin.

7. Kekuatan Bidang (*Wall Strength*)

Kekuatan Batuan pembentuk bidang diskontinuitas akan mempengaruhi kekuatan geser permukaan kasar, untuk memperkirakan kuat tekan dari tes lapangan sederhana atau jika sampel core tersedia, dengan melakukan uji beban titik. Tes palu Schmidt juga merupakan metode memperkirakan kuat tekan batuan pada permukaan diskontinuitas.

8. Pelapukan (*Weathering*)

Pengurangan kekuatan batuan karena pelapukan akan mengurangi kekuatan geser diskontinuitas. Pelapukan juga akan mengurangi geser kekuatan massa batuan karena kekuatan dari tubuh batuan berkurang. Pelapukan dikategorikan dari batuan segar hingga residual *soil*.

9. Bukaan (*Aperture*)

Bukaan adalah jarak tegak lurus yang memisahkan dinding batuan yang berdekatan dari diskontinuitas terbuka, di mana intervensi ruang diisi udara atau air. Bukaan dikategorikan dari luas (>1 m), hingga sangat sempit ($<0,1$ mm).

10. Isian (*Infilling*)

Isian adalah istilah untuk bahan yang memisahkan dinding yang

berdekatan dari diskontinuitas, seperti calcite atau fault gouge; jarak tegak lurus antara dinding batuan yang berdekatan disebut lebar diskontinuitas yang terisi.

11. Rembesan (*Seepage*)

Lokasi rembesan dari diskontinuitas memberikan informasi tentang bukaan karena aliran air bawah permukaan hampir sepenuhnya terdapat dalam diskontinuitas. Rembesan dikategorikan dari sangat kuat dan kering untuk aliran terus menerus yang bisa menggerusan isian. Pengamatan ini juga akan menunjukkan posisi permukaan air.

12. Jumlah (*Number of Sets*)

Banyaknya himpunan diskontinuitas yang saling berpotongan akan mempengaruhi sejauh mana massa batuan dapat berubah bentuk tanpa merusak tubuh batuan. Pemetaan harus membedakan antara diskontinuitas sistematis yang merupakan anggota himpunan dan diskontinuitas acak dimana orientasi/arahnya kurang dapat diprediksi.

13. Ukuran/bentuk Blok (*Block Size/shape*)

Ukuran dan bentuk blok ditentukan oleh jarak diskontinuitas dan persistensi, dan jumlah diskontinuitas. Bentuk blok termasuk kotak, tabular, hancuran dan berbentuk kolom, sedangkan ukuran blok berkisar dari sangat besar ($>8\text{m}^3$) hingga sangat kecil ($<0,0002\text{m}^3$). Ukuran blok dapat diperkirakan dengan memilih beberapa blok dan mengukur dimensi rata-ratanya.