

SKRIPSI

**GEOLOGI DAN ALTERASI HIDROTERMAL DAERAH
VATUNONJU KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI
PROVINSI SULAWESI TENGAH**

Disusun dan diajukan oleh

VARA SORAYA MALAWAT

D61116301



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**GEOLOGI DAN ALTERASI HIDROTERMAL DAERAH
VATUNONJU KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI
PROVINSI SULAWESI TENGAH**

Disusun dan diajukan oleh

VARA SORAYA MALAWAT

D61116301



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**GEOLOGI DAN ALTERASI HIDROTHERMAL DAERAH VATUNONJU
KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI PROVINSI
SULAWESI TENGAH**



SKRIPSI

OLEH : VARA SORAYA MALAWAT
NO. MHS : D61116301

Tanggal Ujian : 4 Maret 2021 (Pukul 10.00 WITA)

Tim Penguji :

- | | |
|--|----------------------------|
| 1. Dr. Ir. Hamid Umar, MS | NIP. 19601202 195811 1 001 |
| 2. Dr. Ir. Adi Tonggiroh, S.T., M.T | NIP. 19650928 200003 1 002 |

Diketahui oleh,
Ketua Program Studi
Teknik Geologi FT-UH



Disetujui oleh,
Pembimbing I

Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T
NIP. 19611231 198903 1 019

Pembimbing II,

at.

Sahabuddin, ST., M. Eng
NIP. 19880130 201903 1 005

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Vara Soraya Malawat
NIM : D61116301
Program Studi : Teknik Geologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul

GEOLOGI DAN ALTERASI HIDROTERMAL DAERAH VATUNONJU KECAMATAN SIGI BIROMARU KABUPATEN SIGI PROVINSI SULAWESI TENGAH

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, 11 Januari 2021
Yang Menyatakan

ii

Vara Soraya



ABSTRAK

Secara administratif daerah penelitian terletak di Daerah Vatunonju Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Secara geografis terletak pada koordinat 01°0'0,00" LS – 01°5'0,00" LS dan 119°57'0,00" BT – 120°1'0,00" BT. Maksud dari penelitian adalah melakukan pemetaan geologi permukaan secara umum dengan menggunakan peta dasar skala 1: 25.000. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan memberikan gambaran mengenai kondisi geologi yang meliputi geomorfologi, tatanan stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi dan potensi bahan galian pada daerah penelitian.

Metode yang digunakan yaitu metode geologi lapangan dan analisis laboratorium. Pada penelitian ini digunakan analisis petrografi dengan klasifikasi batuan beku (Travis, 1955), klasifikasi batuan sedimen (Pettijohn, 1975); Analisis geomorfologi dengan klasifikasi (Van Zuidam, 1985); Analisis struktur geologi dengan *software* stereonet v10 serta teori sesar menurut Anderson dan Riedel (McClay, 1987) ; Analisis bahan galian berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 23 tahun 2010.

Pada daerah penelitian terdapat empat satuan geomorfologi yaitu satuan geomorfologi perbukitan denudasional dan perbukitan structural. Berdasarkan litostratigrafi tidak resmi, stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi empat (4) satuan batuan dari urutan muda hingga tua yaitu satuan konglomerat molase, satuan granit, satuan filit, dan satuan diorit. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah kekar sistematik, sesar sinistral, sesar dekstral, dan sesar normal. Potensi bahan galian pada daerah penelitian termasuk golongan batuan berupa bahan galian pasir dan batuan serta granit.

Pada daerah penelitian terdapat empat tipe alterasi yaitu Tipe Alterasi Filik *overprint* Potasik (*Weak Phyllic overprinting Pottasic Alteration Type*), Tipe Propilitik *overprinting* Filik (*Weak Prophyllitic overprinting Phyllic Alteration Type*) dan Tipe Filik (*Weak Phyllic Alteration Type*). Dengan mineral bijih yang ada pada daerah penelitian secara keseluruhan terdiri dari kalkopirit, pirit, kovelit, bornit, malasit, rutil, magnetit, dan *electrum*.

Kata kunci : *Geologi, konglomerat, molase, granit, filit, diorite, alterasi*

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in Vatunonju District, Sigi Biromaru District, Sigi Regency, Central Sulawesi Province. Geographically, it is located at coordinates $01^{\circ} 0'0,00''$ LS - $01^{\circ} 5'0,00''$ LS and $119^{\circ} 57'0,00''$ BT - $120^{\circ} 1'0,00''$ East Longitude. The purpose of this research is to conduct a general surface geological mapping using a 1: 25,000 scale base map. The purpose of this study is to determine and provide an overview of the geological conditions including geomorphology, stratigraphic structure, geological structure, geological history and potential of minerals in the study area.

The method used is the field geological method and laboratory analysis. This study used petrographic analysis with igneous rock classification (Travis, 1955), sedimentary rock classification (Pettijohn, 1975); Geomorphological analysis with classification (Van Zuidam, 1985); Geological structure analysis using stereonet v10 software and fault theory according to Anderson and Riedel (McClay, 1987); Mineral analysis based on Republic of Indonesia Government Regulation Number 23 of 2010.

In the study area, there are four geomorphological units, namely denudational hill and structural hills. Based on unofficial lithostratigraphy, the stratigraphy of the study area is divided into four (4) rock units ranging from young to old, namely molasses conglomerate units, granite units, phyllite units, and diorite units. The geological structures that develop in the study area are systematic fractures, sinistral faults, dextral faults, and normal faults. The potential of mining materials in the study area includes rock groups in the form of sand and rock as well as granite.

In the research area, there are four types of alteration, such as Weak Phyllic overprinting Pottassic Alteration Type, Medium Prophylic Alteration Type, Weak Potassic Alteration Type, and Weak Propylitic Alteration Type. With ore minerals in the study area as a whole consisting of chalcopyrite, pyrite, covellite, bornite, malachite, rutile, magnetite, and electrum.

Keywords : Geology, conglomerate, molass, granite, phyllite, diorite, alteration

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Allah SWT yang amat mulia dan sempurna, maha agung untuk disembah, menguasai jagat raya beserta isinya serta hidup manusia. Kepada-Nyalah kami memohon berkah dan rahmat serta izin-Nya jualah sehingga penulis dapat menyelesaikan SKRIPSI yang berjudul **“Geologi Dan Alterasi Hidrotermal Daerah Vatunonju Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah”**. Shalawat dan salam atas Nabi Muhammad SAW yang merupakan rasul Allah yang membawa dan membimbing umat manusia dari dunia yang penuh kegelapan ke dalam dunia yang terang benderang dengan cahaya islam.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis dalam penyusunan laporan ini, antara lain kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Asri Jaya S.T, M.T. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Dr. Ir. Musri Ma'waleda, M.T sebagai dosen pembimbing I atas segala bimbingan, saran, dan arahnya mulai dari penentuan judul hingga selama proses pembuatan tugas akhir dan sebagai pembimbing akademik yang banyak mengarahkan dan menuntun penulis.
3. Bapak Sahabuddin, ST,. M. Eng sebagai sebagai dosen pembimbing II atas segala bimbingan, saran, dan arahnya mulai dari penentuan judul hingga selama proses pembuatan tugas akhir.
4. Bapak Dr. Adi Tonggiroh, S.T, M.T sebagai dosen penguji yang telah banyak memberikan pembelajaran kepada penulis.

5. Bapak Dr. Ir. Hamid Umar, MS sebagai dosen penguji yang telah banyak memberikan pembelajaran kepada penulis.
6. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang banyak membantu selama berkuliah di Teknik geologi.
7. Kedua orangtua, serta keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil.
8. Teman teman Diskgone (Muh. Sayyidus Cakrawala, Anggit Kurnia, Muh. Ihram Reyhan, dan Dimas Bagus Sukron) yang selalu membantu penulis mengerjakan pemetaan geologi.
9. Teman – teman Jurassic' 16 kompas dan palu yang selalu membantu dan menjadi penyemangat penulis selama mengerjakan skripsi.
10. Teman teman NCT 2020 yang selalu memberikan kebahagiaan dan semangat kepada penulis
11. Pihak-pihak yang banyak membantu namun pada kesempatan ini tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis mengharapkan adanya masukan dan kritikan yang lebih banyak dan bersifat membangun demi kesempurnaan dari penulisan laporan ini. Segala kesalahan serta kekeliruan yang ada, tidak luput dari keterbatasan penulis sebagai manusia yang memiliki banyak kekurangan dan kesalahan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat baik secara individu maupun secara umum. Aamiin.

Makassar, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SARI	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR ISTILAH	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Penelitian	3
1.7 Penelitian Terdahulu	4
1.8 Metode dan Tahapan Penelitian	5
1.9 Alat dan Bahan	11
BAB II GEOMORFOLOGI	13

2.1	Geomorfologi Regional.....	13
2.2	Geomorfologi Daerah Penelitian.....	14
2.2.	Satuan Geomorfologi.....	14
2.2.1	Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional.....	21
2.2.2	Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural.....	24
2.3	Sungai.....	32
2.3.1	Jenis Sungai.....	32
2.3.2	Pola Aliran Sungai.....	34
2.3.3	Tipe Genetik Sungai.....	35
2.3.4	Stadia Sungai.....	37
2.4	Stadia Daerah.....	41
BAB III STRATIGRAFI		44
3.1	Stratigrafi Regional.....	44
3.2	Stratigrafi Daerah Penelitian.....	45
3.2.1	Satuan Konglomerat Molase.....	46
3.2.2	Satuan Diorit.....	49
3.2.3	Satuan Filit.....	53
3.2.4	Satuan Granit.....	55
BAB IV STRUKTUR GEOLOGI.....		59
4.1	Struktur Geologi.....	59
4.2	Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	60
4.2.1	Struktur Kekar.....	62
4.2.2	Struktur Sesar.....	69

4.2.2.1 Sesar Dekstral Sungai Wuno.....	72
4.2.2.2 Sesar Normal Sungai Konju.....	74
4.3 Mekanisme Struktur Daerah Penelitian	77
BAB V SEJARAH GEOLOGI.....	81
BAB VI BAHAN GALIAN.....	82
6.1 Potensi Bahan Galian daerah Penelitian	84
6.2 Pemanfaatan Bahan Galian daerah Penelitian.....	85
6.2.1 Bahan Galian Pasir dan Batuan	86
6.2.2 Potensi Bahan Galian Granit.....	87
BAB VII STUDI ALTERASI DAN MINERALISASI.....	89
7.1 Pendahuluan	89
7.2 Alterasi Hidotermal Daerah Penelitian.....	89
7.2.1 Analisis Petrografi Batuan Alterasi Daerah Penelitian.....	89
7.3 Mineralisasi Bijih Daerah Penelitian.....	112
7.3.1 Analisis Mineral Bijih Daerah Penelitian.....	112
7.3.2 Tekstur Khusus Mineral Bijih Daerah Penelitian.....	126
7.3.3 Paragenesa Mineral Bijih Daerah Penelitian.....	129
BAB VIII KESIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	89
8.1 Kesimpulan.....	133
8.2 Rekomendasi.....	134
DAFTAR PUSTAKA	136
LAMPIRAN	
1. Deskripsi Petrografi	

2. Deskripsi Mineragrafi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemetaan geologi merupakan suatu pekerjaan dalam merekonstruksi kondisi geologi. Pemetaan geologi diharapkan dapat mengungkapkan kondisi geologi suatu daerah serta dapat merekomendasikan suatu pengembangan wilayah berdasarkan potensi dan kendala wilayah dari kondisi geologi tersebut. Sehingga diperlukan suatu pemetaan yang lebih detail untuk memecahkan masalah-masalah geologi di daerah tersebut dengan mencakup kondisi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan aspek geologi terapan dalam kaitannya dengan bidang ilmu lainnya.

Indonesia merupakan negara kepulauan yang dilalui oleh busur magmatik akibat adanya zona subduksi aktif yang panjang, mulai dari ujung utara Sumatera hingga Laut Banda, dan pada sebelah barat hingga utara Pulau Sulawesi. Zona busur magmatik tersebut tentu saja menandakan keterdapatannya banyak aktivitas magmatisme dan vulkanisme yang telah dan sedang terjadi sehingga data diketahui bahwa banyak terjadi alterasi dan mineralisasi bijih ekonomis di daerah ini. Salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki indikasi bijih adalah Provinsi Sulawesi Tengah.

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis melakukan penelitian pada Daerah Vatunonju, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Penelitian yang dilakukan berupa pemetaan geologi dengan skala 1:25.000 dan penelitian mengenai studi karakteristik alterasi dan mineralisasi. Informasi geologi

yang diperoleh diharapkan dapat memenuhi kebutuhan data-data geologi daerah yang bersangkutan, terutama untuk pengembangan daerah setempat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana kondisi geomorfologi pada daerah penelitian?
2. Bagaimana kondisi stratigrafi pada daerah penelitian?
3. Bagaimana kondisi struktur geologi pada daerah penelitian?
4. Apa bahan galian yang ada pada daerah penelitian?
5. Bagaimana karakteristik alterasi mineral daerah penelitian?
6. Bagaimana paragenesa mineralisasi yang terjadi pada daerah penelitian?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan masalah pada kondisi geologi dan identifikasi jenis, tekstur dan paragenesa mineral bijih serta tipe alterasi pada daerah Vatunonju Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah pada sayatan poles dengan menggunakan analisis mineragrafi dan sayatan tipis dengan menggunakan analisis petrografi.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan diatas, terdapat tiga tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui kondisi geologi daerah penelitian
2. Mengetahui asosiasi mineral logam
3. yang terbentuk pada daerah penelitian

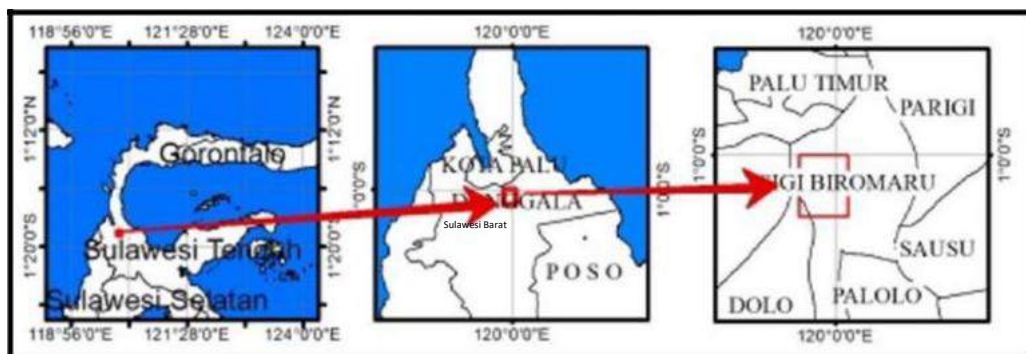
4. Mengetahui paragenesa pembentukan mineral bijih pada daerah penelitian

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat ilmiah dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai kondisi geologi serta karakteristik alterasi mineral dan mineralisasi hidrotermal pada daerah penelitian. Secara khusus bagi penulis, penelitian ini bermanfaat dalam mengetahui dan menginterpretasi atau mengurutkan genesa pembentukan mineral bijih yang ada pada daerah penelitian.

1.6 Lokasi Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Daerah Vatunonju, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah dan secara geografis terletak pada koordinat $119^{\circ}57'0''$ BT – $120^{\circ}1'0''$ BT dan $01^{\circ}0'0''$ LS – $01^{\circ}5'0''$ LS (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta tunjuk daerah penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Maranata nomor 2014-64 Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 yang diterbitkan BAKOSURTANAL edisi

I tahun 1991 (Cibinong, Bogor). Daerah penelitian mencakup luas wilayah kurang lebih 5.196,02 Km².

Daerah penelitian terletak sekitar 20 kilometer arah utara Kota Palu (Ibukota Provinsi Sulawesi Tengah). Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan sarana transportasi darat baik dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun roda empat. Perjalanan ditempuh kurang lebih 3 jam dari Kota Palu.

1.7 Penelitian Terdahulu

Beberapa ahli geologi yang pernah mengadakan penelitian di lokasi ini yang sifatnya regional diantaranya sebagai berikut:

1. Van Bemmelen (1949), melakukan penelitian mengenai geologi regional Indonesia. Termasuk Sulawesi yang disebut sebagai Celebes, khususnya meneliti mengenai proses orogenesis dari bagian utara, tengah, dan selatan pulau Sulawesi.
2. Arief, D dan Hidayat, R.S (1991) melakukan penelitian Peta Hidrogeologi Lembar Palu, Sulawesi Tengah, Skala 1:250.000.
3. Irsyam, M. dkk (2017) melakukan pemetaan tentang Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017.
4. Rab Sukanto Irsyam, M. dkk. (1975), penelitian pulau Sulawesi dan pulau-pulau yang ada disekitarnya dan membagi kedalam tiga mandala geologi.
5. Rab Sukanto (1975), penelitian perkembangan tektonik sulawesi dan sekitarnya yang merupakan sintesis yang berdasarkan tektonik lempeng.

6. Rab Sukamto dan Simanjuntak (1983), penelitian terhadap hubungan tektonik ketiga Mandala Geologi Sulawesi yang ditinjau dari aspek sedimentologinya.

1.8 Metode dan Tahapan penelitian

1.8.1 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah pemetaan geologi permukaan. Pemetaan geologi permukaan merupakan pemetaan yang dilakukan dengan cara pengambilan data-data geologi yang tersingkap di permukaan, meliputi aspek-aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan potensi bahan galian. Peta yang digunakan pada penelitian ini adalah peta dengan skala 1:25.000 dimana jarak antar stasiun pengamatan geologi lebih kurang berjarak 250 meter di lapangan atau sama dengan 1 cm di peta. Jenis lintasan yang digunakan dalam pengambilan data meliputi 3 jenis, yaitu lintasan sungai, lintasan jalan, dan lintasan kompas.

Lintasan sungai dilakukan pada tempat – tempat yang memiliki singkapan–singkapan geologi yang masih segar (*fresh*). Lintasan jalan dilakukan pada semua jalan yang terdapat di daerah penelitian, terutama jalan yang baru dibuka atau digerus karena akan ditemukan singkapan geologi yang masih segar (*fresh*). Lintasan kompas dilakukan apabila di daerah penelitian ditemukan suatu kondisi topografi (jalan, sungai, bukit) yang tidak tergambar pada peta dasar yang digunakan.

Metode analisis laboratorium meliputi pengamatan petrografi dimana petrografi merupakan bagian dari ilmu petrologi yang mempelajari tentang

deskripsi dan klasifikasi batuan dengan menggunakan bantuan mikroskop polarisasi. Deskripsi batuan secara petrografis, hal yang penting diperhatikan adalah identifikasi tekstur batuan, struktur batuan, dan komposisi mineral batuan. Serta pengamatan mineragrafi dimana analisis mineragrafi bertujuan untuk mendeskripsi tekstur dan kumpulan mineral bijih (ore minerals) dengan menggunakan mikroskop refleksi baik pada batuan samping maupun urat kuarsa yang mengandung mineral opak (sulfida/oksida).

1.8.2 Tahapan Penelitian

Adapun kegiatan penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan penelitian. Secara sistematis terdiri atas tahap persiapan penelitian, tahap penelitian lapangan, tahap pengolahan data dan analisis laboratorium, serta tahap penyusunan laporan (Gambar 1.2).

1.8.2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan sebelum penelitian lapangan, terdiri dari :

1. Persiapan perlengkapan lapangan meliputi pengadaan peta dasar, persiapan peralatan lapangan dan rencana kerja.
2. Pengurusan administrasi, meliputi pengurusan surat izin guna legalitas kegiatan penelitian.
3. Studi pustaka, bertujuan untuk mengetahui kondisi – kondisi geologi daerah penelitian dari literatur ataupun tulisan – tulisan yang berisi tentang hasil penelitian terdahulu, termasuk interpretasi awal dari peta topografi untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi geologi daerah penelitian.

1.8.2.2 Tahap Penelitian Lapangan

Tahap penelitian lapangan terdiri atas pemetaan detail dan pengecekan ulang. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data lapangan secara deskriptif dan sistematis.

1. Pemetaan Detail, yaitu pemetaan dengan melakukan pengamatan dan pengambilan data 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 conto 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.
- f. Pengambilan data dokumentasi, berupa foto dan sketsa lapangan.

1.8.2.3 Tahap Pengolahan Data dan Analisis Laboratorium

Tahap pengolahan data ini dilakukan setelah tahap penelitian lapangan, yang meliputi pengolahan data geomorfologi, stratigrafi, data struktur geologi, dan preparasi serta pengamatan sampel.

1. Pengolahan data geomorfologi antara lain yaitu :
 - a. Pengolahan data beda tinggi dan pengolahan persentase kelereng, pada peta dasar skala 1: 25.000.
 - b. Penentuan pola aliran sungai dengan metode diagram roset.
2. Pengolahan data stratigrafi antara lain yaitu :
 - a. Pengolahan data petrologi untuk mengetahui kondisi fisik batuan secara megaskopis. Untuk pengamatan petrografis, terlebih dahulu dengan membuat sayatan tipis batuan lalu melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop polarisasi untuk tiap jenis batuan dan kemudian diamati di bawah mikroskop polarisasi untuk mengetahui kandungan mineralnya serta penentuan nama batuan.
 - b. Pembuatan sayatan dan penampang geologi.
 - c. Perhitungan ketebalan satuan batuan.
 - d. Pembuatan kolom stratigrafi daerah penelitian.

3. Pengolahan data struktur geologi seperti pengolahan data kekar dengan menggunakan aplikasi stereonet.
4. Preparasi Sampel, Pada tahapan ini dilakukan preparasi sampel berupa preparasi sayatan tipis (*Thin section*) dan sayatan poles (*Polished section*) yang bertujuan untuk dapat menganalisis jenis batuan dan kandungan mineral yang ada di dalamnya

1.8.2.4 Tahap Analisis dan Interpretasi Data

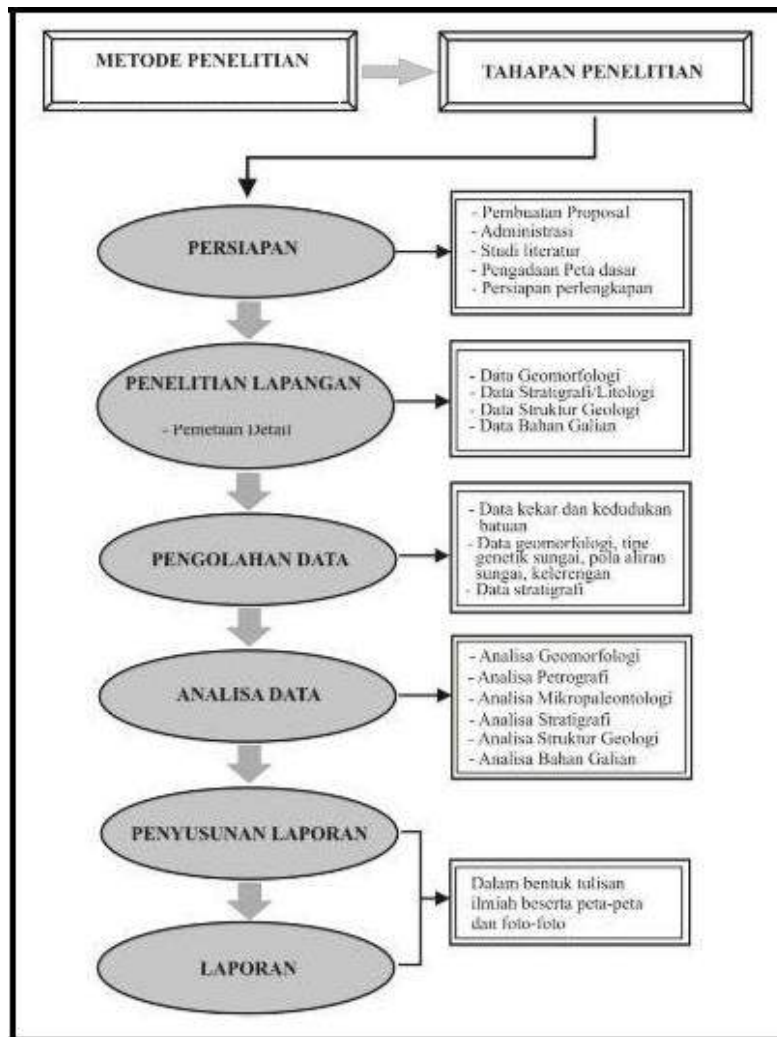
Tahap analisis dan interpretasi data ini mencakup :

1. Analisis geomorfologi, dilakukan untuk mengetahui gambaran kondisi geomorfologi daerah penelitian yang didasarkan pada kenampakan morfologi lapangan, aspek genetik daerah penelitian, pola aliran sungai, tipe genetik sungai dan aspek geomorfologi lainnya.
2. Analisis stratigrafi, dilakukan untuk mengklasifikasikan jenis batuan dan satuan batuan berdasarkan litostratigrafi tak resmi serta penentuan umur dan lingkungan pengendapan satuan batuan yang menyusun daerah penelitian.
3. Analisis struktur geologi, dilakukan untuk mengetahui jenis struktur dan mekanisme pembentukan struktur geologi yang terjadi pada daerah penelitian. Hal ini didasarkan pada kondisi struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian, yaitu dengan cara mengidentifikasi ciri-ciri struktur geologi maupun hasil pengolahan data kekar.
4. Analisis bahan galian, dilakukan untuk mengetahui potensi bahan galian di daerah penelitian, yang didasarkan pada data sebaran bahan galian, akses jalan dan pemanfaatannya oleh masyarakat sekitar daerah penelitian.

5. Analisis petrografi dan mineragrafi yang bertujuan untuk mengetahui jenis batuan berdasarkan komposisi mineralnya dan kandungan mineral bijih yang ada di dalamnya. Kemudian dari hasil analisis tersebut digunakan untuk mengidentifikasi, dan menentukan tipe endapan mineral berdasarkan karakteristik mineralisasi serta alterasi pada batuan yang ada di daerah penelitian. 9

1.8.2.5 Tahap Penyusunan Laporan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari kegiatan penelitian yang memuat semua data lapangan, hasil pengolahan data, hasil analisa dan interpretasi secara sistematis. Selama penyusunan laporan dan pembuatan peta dilakukan pengoreksian dan pengecekan ulang terhadap semua data dan hasil analisa yang kemudian dituangkan menjadi suatu laporan ilmiah.



Gambar 1.2 Bagan alir penelitian

1.9 Alat dan Bahan

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 dengan pembesaran 10 x
6. Komparator
7. Pita meter
8. Buku catatan lapangan
9. Kantong sampel
10. Larutan HCl (0,1 M)
11. Kamera digital
12. Alat tulis menulis
13. Clipboard
14. Ransel lapangan
15. Busur dan Penggaris
16. Roll meter

Alat dan bahan yang digunakan selama analisis laboratorium adalah sebagai berikut :

1. Mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi
2. Sampel
3. Preparat
4. Kamera digital
5. Alat tulis menulis
6. Kertas A4
7. Sayatan tipis batuan

BAB II GEOMORFOLOGI

2.1 Geomorfologi Regional

Secara regional daerah penelitian tercakup dalam Peta Geologi Lembar Pasangkayu Sekala 1:250.000 yang diterbitkan PPPG Bandung (Hadiwijoyo, dkk, 1993). Geomorfologi Lembar Pasangkayu dapat dibagi menjadi tiga satuan geomorfologi yaitu dataran rendah, perbukitan dan pegunungan. Dataran rendah menermpati wilayah bagian Barat, satuan ini tersebar hampir di sepanjang pesisir dan melebar di sekitar muara Sungai Lariang. Tingginya berkisar dari 0 sampai 50 meter di atas permukaan laut, dengan lereng sangat landai hingga datar.

Cerminan morfologi ini bervariasi mulai dari dataran bergelombang, miring dan rata. Fisiografi dataran Palu menurut Van Bemmelen (Van Bemmelen, 1989 dalam Studi Pola Pengelolaan SDA WS Palu Lariang, 2006) terbagi dalam 5 formasi dasar yaitu sebagai berikut :

- Alluvium dan Endapan Pasir, memanjang di sepanjang pantai.
- Molasa Celebes dan Sarasin, terdiri atas konglomerat, batupasi, batugamping, koral dan napal tersebar memanjang dari utara ke selatan.
- Tinombo Ahlburg, berupa batuan vulkanik hasil gunung api terdiri dari batupasir, konglomerat, batugamping termasuk fisit dan kwarsit.
- Kompleks terdiri dari skismika skismibibolit, genes dan pualam.
- Granit dan Granidiorit

Wilayah perbukitan tersebar di bagian tengah lembar, memanjang dari arah Utara sampai Selatan dan umumnya berlereng landai hingga curam,

ketinggiannya berkisar dari 50 m hingga 500 m di atas permukaan laut. Dengan jenis batuan mendominasi yakni granit, diorit, gneiss, filit, dan sekis.

Wilayah pegunungan menempati sebagian besar daerah pemetaan, terutama di bagian Timur lembar, membujur dengan arah utara – selatan, dan melebar di bagian Selatan. Satuan morfologi ini umumnya berlereng terjal, mempunyai ketinggian lebih dari 500 meter di atas permukaan laut. Puncak – puncaknya berketinggian antara 1.500 meter dan 2.250 meter di atas permukaan laut. Dengan jenis batuan mendominasi yakni granit, gneiss, filit, dan sekis.

2.2 Geomorfologi Daerah Penelitian

Geomorfologi daerah penelitian membahas mengenai kondisi geomorfologi Daerah Vatunonju Kecamatan Sigi Biromaru Kabupaten Sigi Provinsi Sulawesi Tengah. Kondisi geomorfologi yang dimaksud yaitu pembagian satuan bentangalam, relief, tingkat dan jenis pelapukan, tipe erosi, jenis gerakan tanah, soil, analisis sungai yang meliputi ; jenis sungai, pola aliran sungai, klasifikasi sungai dan tipe genetik sungai. Berdasarkan dari kumpulan data di atas yang dijumpai di lapangan, serta interpretasi peta topografi dan studi literatur yang mengacu pada teori dari beberapa ahli maka dapat diketahui stadia daerah penelitian.

2.2.1 Satuan Geomorfologi

Geomorfologi (*Geomorphology*) berasal bahasa Yunani, yang terdiri dari tiga kata yaitu: Geos (*earth*/bumi), morphos (*shape*/bentuk), logos (*knowledge* atau ilmu pengetahuan). Geomorfologi banyak didefinisikan oleh para ahli geomorfologi dalam bukunya. Menurut Lobeck (1939) dalam bukunya

“*Geomorphology: An Introduction to the study of landscapes*”. *Landscapes* yang dimaksudkan disini adalah bentangalam alamiah (*natural landscapes*). Dalam mendeskripsi dan menafsirkan bentuk-bentuk bentangalam (*landform* atau *landscapes*) ada tiga faktor yang diperhatikan dalam mempelajari geomorfologi, yaitu: struktur, proses dan stadia. Ketiga faktor tersebut merupakan satu kesatuan dalam mempelajari geomorfologi. Adapun menurut Van Zuidam *et al.* (1985), geomorfologi didefinisikan sebagai studi yang mendeskripsi bentuk lahan dan proses serta mencari hubungan antara bentuk lahan dan proses dalam susunan keruangannya. Geomorfologi juga didefinisikan sebagai ilmu tentang bentuk lahan (Thornbury, 1969). Dari beberapa definisi mengenai geomorfologi, maka dapat disimpulkan bahwa geomorfologi dapat didefinisikan sebagai ilmu tentang roman muka bumi beserta aspek-aspek yang mempengaruhinya termasuk deskripsi, klasifikasi, genesa, perkembangan dan sejarah permukaan bumi.

Pembentukan bentangalam dari suatu daerah merupakan hasil akhir dari proses geomorfologi yang disebabkan oleh gaya endogen dan eksogen. Pengkajian geomorfologi mencakup penekanan asal mula (genesa) dan perkembangan di masa mendatang kaitannya dengan konteks lingkungan dan material penyusunnya (Verstappen, 1983). Geomorfologi adalah ilmu yang mempelajari tentang bentuk lahan atau bentang alam, proses-proses yang mempengaruhinya, asal mula pembentukannya (proses) dan kaitannya dengan lingkungannya dalam ruang dan waktu. Sedangkan bentangalam adalah kenampakan medan dipermukaan bumi yang dibentuk oleh proses – proses alami yang komposisi tertentu dan karakteristik fisik dan visual (Hidartan dan Handayana, 1994).

Pengelompokan bentangalam menjadi satuan geomorfologi dapat dilakukan dengan melakukan tiga pendekatan, yaitu:

1. Pendekatan morfografi
2. Pendekatan morfogenesis
3. Pendekatan morfometri

Pendekatan morfografi, yaitu dengan memperhatikan bentuk topografi di lapangan. 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.

Menurut Verstappen (1968) dan Van Zuidam (1985) bahwa proses endogen dan eksogen masa lalu dan sekarang merupakan faktor-faktor perkembangan yang paling menonjol dari suatu bentanglahan, sehingga harus digambarkan dengan jelas dan menggunakan simbol warna.

Klasifikasi bentangalam berdasarkan genetiknya, dikemukakan oleh sistem ITC (*International Terrain Classification*) dalam Van Zuidam, 1985, adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Klasifikasi satuan bentang alam berdasarkan genetika pada sistem ITC (Van Zuidam, 1985)

No.	Bentuk Asal	Warna
1	Struktural	Ungu

2	Vulkanik	Merah
3	Denudasi	Coklat
4	Marine	Hijau
5	Fluvial	Biru tua
6	Glacial	Biru muda
7	Aeolian	Kuning
8	Karst	Orange

Klasifikasi bentangalam berdasarkan pendekatan genetik digunakan klasifikasi ITC (*International Terrain Classification*) dalam Van Zuidam (1985) yang menjelaskan bahwa untuk menginterpretasikan geomorfologi suatu daerah disesuaikan dengan kondisi batuan pembentuknya/ penyusunnya. Selanjutnya warna ditampilkan untuk mewakili kondisi geomorfologi suatu daerah.

Pendekatan morfogenesis ini dapat berupa proses denudasional yaitu proses penelanjangan/pengelupasan yang meliputi pelapukan serta tingkatannya, erosi dan *mass wasting* (gerakan tanah), gejala – gejala karst, kontrol struktur, fluvial, marine, aeolian, vulkanik dan glacial. Proses denudasi adalah sekelompok proses yang mana jika berlangsung cukup lama akan menghasilkan ketidaksamarataan semua permukaan bumi. Proses utama yang bekerja yaitu degradasi berupa disintegrasi batuan (pelapukan), pengelupasan, pelapukan material dari permukaan bumi oleh berbagai proses erosi dan *mass wasting*.

Sedangkan proses aggradasi, yaitu berupa proses sedimentasi dan seringkali membangun suatu lahan dan akhirnya akan mengalami degradasi kembali. Dua proses utama yang terjadi pada proses degradasi yaitu pelapukan (*debris* dan *soil*) dan transportasi material hasil pelapukan oleh erosi dan gerakan tanah, sedangkan pada aggradasi dua proses utama yang terjadi yaitu akumulasi *debris* oleh erosi dan gerakan tanah seperti pengendapan *colluvial*, *alluvial*, *aeolian*, *glacial* dan akumulasi makhluk hidup seperti gambut dan tumbuhan coral (Van Zuidam, 1985).

Berdasarkan persetujuan oleh *American Geological Institute's Dictionary of Geological Terms* dalam Van Zuidam (1985), erosi adalah serangkaian proses dimana material bumi atau batuan dipecahkan atau dilepaskan dan diangkut dari beberapa bagian permukaan bumi. Menurut Van Zuidam (1985), erosi permukaan pada proses denudasional dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu erosi *splash*, erosi *rill*, erosi *gully*, erosi *valley*, erosi *sheet* dan erosi sungai.

Erosi jenis *splash* merupakan erosi oleh air hujan yang jatuh ke tanah dan menghempaskan partikel-partikel tanah yang halus, kemudian aliran air permukaan yang mengalir diatas permukaan tanah ini akan membentuk alur – alur kecil dan relatif dangkal yang disebut sebagai erosi *rill*. Alur - alur ini biasanya hanya beberapa centimeter lebar dan kedalamannya (maksimum 50 cm), dimensinya dikontrol oleh ketahanan soil terhadap erosi (biasanya pada material berukuran halus) serta biasanya terbentuk pada kemiringan lereng sekitar 18° . Jika *rill* ini mengalami perkembangan lebih lanjut dengan dimensi yang lebih besar akan membentuk erosi *gully* (erosi parit). *Gully* adalah saluran – saluran erosi yang dalam, dengan kedalaman berkisar dari 0,5 – 5 m dengan kemiringan lereng

berkisar antara $10^{\circ} - 18^{\circ}$. Kegiatan hasil erosi gully akan bertemu dan membentuk erosi *valley* dengan kemiringan berkisar antara $5^{\circ} - 15^{\circ}$. Ketika *valley* ini bertemu pada kemiringan lebih kecil dari 5° , akan membentuk erosi sheet yang selanjutnya bermuara pada suatu tempat mengalirnya air yang dikenal sebagai sungai.

Gerakan tanah (*mass wasting*) didefinisikan sebagai gerakan massa batuan atau tanah/soil (*regolith*) ke arah bawah lereng diatas lereng permukaan bumi disebabkan oleh gravitasi / gaya berat (Varnes, 1978 dalam Van Zuidam 1985). Agen geomorfologi tertentu antara lain air, es/gletser, angin dan gelombang akan membantu beban gravitasi material memicu pergerakan tanah yang pada akhirnya akan meratakan permukaan bumi.

Selain itu juga terjadi Bentuk lahan Fluvial, Bentuk lahan ini ditunjukkan oleh bentuk penyebaran alluvial yang terbatas pada cekungan atau daerah yang rendah, seperti pada bentuk penyebaran endapan rawa, delta, sungai lekuk – lekuk bukit atau lembah dan lain – lain. Daerah ini terbentuk oleh pengendapan pada zaman alluvium. Menurut Lobeck (1939) bentuk lahan hasil pekerjaan air yang mengalir (erosi) dikelompokkan atas tiga golongan besar, yaitu : Bentuk - bentuk hasil erosi (*erosional form*), lembah (*valley*), ngarai (*canyon*) dan *spot holes*. Bentuk – bentuk sisa erosi (*residual form*); gunung, bukit, mesa, butte, needle, teras – teras sungai. Bentuk – bentuk hasil pengendapan (*depositional form and sedimentasional form*); kipas alluvial (*alluvial fan*), dataran alluvial seperti dataran banjir (*floodplain*), tanggul alam (*natural levee*), dan delta.

Tabel 2.2 Klasifikasi satuan bentang alam berdasarkan sudut lereng dan beda tinggi (Van Zuidam dalam Hidartan dan Handayana, 1994)

Pendekatan morfometri didasarkan pada beberapa parameter geomorfologi

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

yang bisa diukur terdiri atas ketinggian, luas, relief, sudut lereng, kerapatan sungai, tingkat erosi dan sebagainya.

Klasifikasi bentangalam berdasarkan morfometri, yaitu persentase kemiringan lereng dan beda tinggi dikemukakan oleh Van Zuidam, 1985. Klasifikasi tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Berdasarkan pada tujuan akhir dari pengumpulan data geomorfologi yaitu mengetahui kondisi geomorfologi daerah penelitian, maka pengelompokan satuan bentangalam pada daerah penelitian menggunakan pendekatan morfografi dan morfogenesis, karena proses geomorfologi yang berbeda menghasilkan bentangalam yang berbeda pula, yang didasarkan atas karakteristik topografi yang mengacu kepada tingkatan tertentu kondisi iklim yang membentuk topografi (Thornbury, 1969).

Berdasarkan pendekatan diatas maka geomorfologi daerah Vatunonju, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah dibagi menjadi dua satuan geomorfologi, yaitu :

1. Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional
2. Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural

2.2.1.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional

Dasar penamaan satuan bentangalam ini menggunakan pendekatan morfografi berupa bentuk topografi daerah penelitian melalui pengamatan langsung di lapangan serta pengamatan peta topografi; dan pendekatan morfogenesis dengan melakukan analisis proses-proses geomorfologi yang dominan bekerja pada daerah penelitian.

Satuan bentangalam Perbukitan Rendah menempati $42,54 \text{ km}^2$ (54,49%) dari luas keseluruhan daerah penelitian (Gambar 2.1). Dengan daerah penyebaran sepanjang bagian tengah daerah penelitian dari utara ke selatan, mencakup Oloboju dan Sigimpu.

Satuan ini memiliki ketinggian sekitar 300 - 624 meter diatas permukaan laut sehingga berdasarkan klasifikasi relief Van Zuidam (1985). Dengan ketinggian tersebut maka secara morfografi termasuk dalam berbukit tersayat tajam. Kenampakan morfologi secara langsung di lapangan memperlihatkan bentuk topografi berupa relief yang terjal dan bergelombang. Sedangkan berdasarkan pendekatan morfogenesis satuan bentangalam ini didominasi oleh proses denudasional yang ditandai dengan berkembangnya pola aliran dendritik dan proses pelapukan yang intensif (Gambar 2.2).



Gambar 2.1 Morfologi Perbukitan Rendah pada stasiun 5 dengan arah gambar N 345° E



Gambar 2.2 Litologi Konglomerat Molase pada stasiun 13 yang mengalami proses pelapukan yang intensif. Arah Gambar N 172° E.

Selain itu, erosi rill (Gambar 2.4) dan erosi parit (*gully erosion*) juga berkembang pada satuan ini yang kemudian berkembang menjadi sungai kecil (Gambar 2.3). Secara umum tipe *soil* pada daerah penelitian berupa *residual soil* yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan dengan kenampakan warna variatif, yaitu warna merah, coklat muda, coklat tua, dan coklat kehitaman. Kemudian tata

guna lahan pada daerah penelitian yaitu perkebunan (Gambar 2.5) dan tata guna lahan persawahan (Gambar 2.6)



Gambar 2.3 Kenampakan hasil erosi parit yang terisi oleh air membentuk sungai kecil pada stasiun 19. Bentuk penampang sungai yang berbentuk huruf U menandakan erosi lateral lebih dominan dari erosi vertikal. Arah Gambar N 332⁰E



Gambar 2.4 Kenampakan hasil erosi alur pada stasiun 20.



Gambar 2.5 Tataguna lahan perkebunan yang menempati Satuan Geomorfologi Perbukitan denudasional. Gambar diambil pada stasiun 1.



Gambar 2.6 Tataguna lahan persawahan pada Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional.

2.2.1.2 Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural

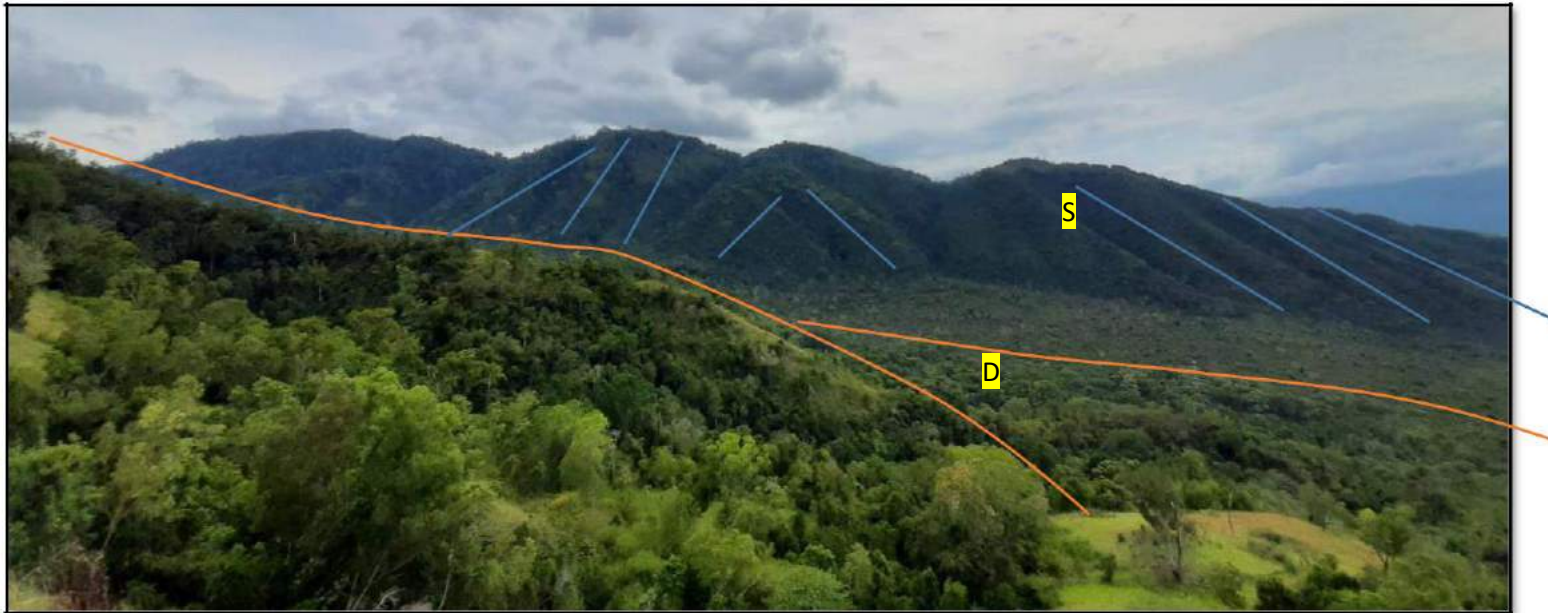
Dasar penamaan satuan bentangalam ini menggunakan pendekatan morfografi berupa bentuk topografi daerah penelitian melalui pengamatan langsung di lapangan serta pengamatan peta topografi; pendekatan morfogenesis dengan

melakukan analisis proses-proses geomorfologi yang dominan yang bekerja pada daerah penelitian.

Berdasarkan pendekatan morfografi yaitu melalui pengamatan secara langsung di lapangan daerah ini memang memiliki kenampakan topografi perbukitan. Proses-proses geomorfologi yang dominan bekerja pada daerah penelitian yaitu kondisi pelapukan yang umumnya dijumpai yaitu pelapukan dengan derajat lapuk sedang - tinggi dan pada beberapa tempat dijumpai pelapukan dengan derajat lapuk sedang (Kaharuddin, 1988), erosi yang bekerja didominasi oleh erosi vertikal dan lateral. Litologi penyusun pada satuan perbukitan struktural ini terdiri dari granit dan gneiss.

Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural menempati $25,52 \text{ km}^2$ (45,51%) dari luas keseluruhan daerah penelitian. Satuan ini memiliki ketinggian sekitar 900 - 500 meter di atas permukaan laut sehingga berdasarkan klasifikasi relief Van Zuidam (1985). Dengan ketinggian tersebut maka secara morfografi termasuk dalam berbukit tersayat tajam

Berdasarkan pendekatan morfogenesis satuan bentangalam ini terbentuk akibat gaya tektonik yang menyebabkan terjadinya morfologi perbukitan sehingga dimasukkan dalam bentang alam struktural. Pada satuan ini dijumpai triangular facet sesar (Gambar 2.7). Selain itu, pola aliran sungainya membentuk pola trellis.



Gambar 2.7 Pada stasiun 18 menunjukkan morfologi perbukitan struktural. Terlihat *triangular facet* yang disekitarnya telah mengalami proses denudasional. Simbol (D) menunjukkan Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional dan simbol (S) menunjukkan Satuan Geomorfologi Perbukitan Struktural. Arah Gambar N 127⁰E

Proses geomorfologi mencakup perubahan fisika dan kimia yang mengakibatkan perubahan pada bentuk permukaan bumi. Proses pelapukan fisika menyebabkan fragmentasi pada batuan (Thornbury, 1969). Menurut Reiche (1950) dalam Thornbury (1969) pelapukan fisika disebabkan oleh pengembangan akibat dari pembongkaran (*expansion resulting from unloading*), pertumbuhan kristal (*crystal growth*), aktivitas organik (*organic activity*) dan *colloid plucking*. Proses pelapukan kimia mencakup proses hidrasi, hidrolisis, oksidasi, karbonasi dan pelarutan sehingga menyebabkan kenaikan pada batas material yang menghasilkan tarikan dan tekanan dalam batuan, masa jenis mineral yang lebih rendah, ukuran partikel menjadi lebih kecil sehingga terjadi perluasan pada bidang permukaan, pergerakan mineral lebih besar dan terdapat lebih banyak mineral stabil.

Secara umum, proses pelapukan pada daerah penelitian yaitu dijumpainya hasil dari proses pelapukan berupa akar tanaman yang tumbuh pada celah batuan yang menyebabkan akar tanaman memberikan tekanan ke segala arah pada batuan (Gambar 2.8) menunjukkan akibat dari proses aktivitas organik. Selain itu, dijumpai pula perubahan warna pada litologi yang berubah menjadi kemerahan yang disebabkan oleh proses oksidasi yang menunjukkan pelapukan kimia.



Gambar 2.8 Akar tumbuhan sebagai pelaku pelapukan biologi pada litologi Granit di stasiun 43

Secara umum tipe soil pada daerah penelitian berupa residual soil yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan yang ada di bawahnya dengan ketebalan beberapa puluh sentimeter hingga lebih dari 2 meter dengan kenampakan warna coklat dan merah (Gambar 2.9). Tanah berwarna merah disebabkan oleh proses oksidasi yang menunjukkan pelapukan kimia. Kondisi derajat pelapukan lapuk tinggi ditunjukkan dengan residual soil dan kondisi derajat pelapukan lapuk sedang ditunjukkan dengan kondisi pelapukan fisika dan kimia .



Gambar 2.9 Tanah berwarna merah dengan tebal lebih dari 2 m

Proses sedimentasi yang ada pada satuan bentangalam ini yaitu adanya endapan sungai berupa *point bar* (Gambar 2.10) dengan ukuran material berupa pasir halus – bongkah. Adapun pemanfaatan satuan bentangalam ini oleh warga setempat digunakan sebagai areal perkebunan



Gambar 2.10 Kenampakan *point bar* pada sungai di stasiun 42. Arah Gambar $N338^{\circ}E$

2.3 Sungai

Sungai adalah tempat air mengalir secara alamiah membentuk suatu pola dan jalur tertentu di permukaan (*Thornbury, 1969*). Pembahasan tentang sungai pada daerah penelitian meliputi pembahasan tentang klasifikasi sungai yang didasarkan pada kandungan air yang mengalir pada tubuh sungai sepanjang waktu. Pola aliran sungai dikontrol oleh beberapa faktor seperti kemiringan lereng, kontrol struktur, vegetasi dan kondisi iklim. Tipe genetik menjelaskan tentang hubungan arah aliran sungai dan kedudukan batuan. Dari hasil pembahasan di atas maka pada akhirnya dapat dilakukan penentuan stadia sungai daerah penelitian.

2.3.1 Jenis Sungai

Sungai dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian tergantung pada dasar pembagiannya. 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 kandungan air pada tubuh sungai, sungai dibagi menjadi tiga yaitu sungai permanen/normal/*perennial*, sungai periodik/*intermittent*, dan sungai episodik/*ephemeral*. Sungai permanen adalah sungai yang debit airnya tetap/normal sepanjang tahun; sungai periodik adalah sungai yang kandungan airnya tergantung pada musim, dimana pada musim hujan debit airnya menjadi besar dan pada musim kemarau debit airnya menjadi kecil; sedangkan sungai episodik adalah sungai yang

hanya dialiri air pada musim hujan, pada musim kemarau sungainya menjadi kering (Thornbury, 1969).

Berdasarkan klasifikasi tersebut sungai yang terdapat pada daerah penelitian termasuk dalam sungai eksternal dan berdasarkan kandungan airnya pada tubuh sungai termasuk dalam sungai periodik. Sungai pada daerah penelitian yang bersifat periodik seperti pada Sungai Wuno (Gambar 2.11) dengan lebar sungai 5 meter, yang arahnya timurlaut – barat dan Sungai Konju (Gambar 2.12) dengan lebar sungai sekitar 5 meter dengan arah dari utara - selatan, dimana kedua sungai ini dialiri air sepanjang tahun namun debit airnya berubah-ubah mengikuti musim.



Gambar 2.20 Kenampakan Sungai Wuno bersifat sungai periodik pada stasiun 8 dengan arah foto N 251⁰E (dari hulu ke hilir)



Gambar 2.12 Kenampakan Sungai Konju bersifat sungai periodik pada stasiun 43 dengan arah foto N 310⁰ E dari arah kanan

2.3.2 Pola Aliran Sungai

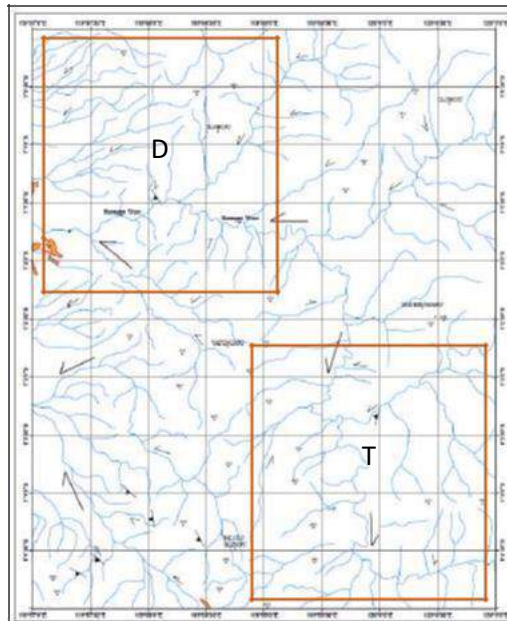
Pola aliran sungai (*drainage pattern*) merupakan penggabungan dari beberapa individu sungai yang saling berhubungan membentuk suatu pola dalam kesatuan ruang (Thornbury, 1969).

Berdasarkan kenampakan lapangan dan interpretasi peta topografi, maka pola aliran sungai daerah penelitian termasuk dalam pola aliran dasar (*basic pattern*) yaitu pola aliran yang mempunyai karakteristik khas yang bisa dibedakan dengan pola aliran lainnya (Howard (1966) dalam Sastroprawiro, dkk 1996). Pola aliran sungai daerah penelitian yang terdapat pada daerah penelitian ada empat, yaitu :

- Pola aliran dendritik, yaitu pola aliran menyerupai cabang-cabang pohon yang mencerminkan kekerasan batuan yang sama (homogenitas batuan) atau soil seragam, lapisan sedimen horizontal atau miring landai. Pola aliran

ini tersebar pada bagian barat dan timur daerah penelitian. Pola aliran ini bermuara pada Sungai Sanrego.

- Pola aliran trellis adalah pola aliran yang anak – anak sungainya relatif sejajar akibat pengaruh struktur geologi (biasanya sesar).



Gambar 2.13 Pola Aliran Sungai Dendritik (D) dan Pola Aliran Sungai Trellis (T)

2.3.3 Tipe Genetik Sungai

Tipe genetik sungai merupakan salah satu jenis sungai yang didasarkan atas genesanya yang merupakan hubungan antara arah aliran sungai dan terhadap kedudukan batuan (Thornbury, 1969). Tipe genetik sungai yang terdapat pada daerah penelitian Antara lain :

- Tipe Genetik Insekuen
- Tipe Genetik Subsekuen
- Tipe Genetik Konsekuen

Tipe genetik sungai *insekuen* merupakan tipe genetik sungai yang arah alirannya tidak dikontrol oleh kedudukan batuan di sekitar daerah penelitian dan litologi penyusun daerah penelitian yang dilalui oleh sungai berupa batuan beku yang tidak memiliki kedudukan batuan. Tipe Genetik ini dijumpai pada anak sungai Wuno (Gambar 2.14).

Sedangkan Tipe genetik sungai subsekuen adalah tipe genetik sungai yang arah aliran sungainya mengalir searah jurus perlapisan batuan (*strike*). Tipe genetik ini dijumpai pada anak sungai Salo Gumbasa dan anak sungai Konju (Gambar 2.15). Dan Tipe genetik sungai Konsekuen, yaitu sungai yang arah alirannya sesuai dengan kemiringan lereng. Tipe genetik ini dijumpai pada Sungai Wuno (Gambar 2.16).



Gambar 2.14 Tipe genetik insekuen pada litologi Granit



Gambar 2.15 Tipe genetik subsekuen pada litologi Gneiss Sungai Konju.



Gambar 2.16 Tipe genetik konsekuen pada litologi Gneiss Sungai Wuno.

2.3.4 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.

Menurut Yulianto (2013) dalam Pradipta, (2018), tahapan perkembangan suatu sungai dapat dibagi menjadi 5 (lima) stadia, yaitu stadia sungai awal, stadia

muda, stadia dewasa, stadia tua, dan stadia remaja kembali rejuvenation. Adapun ciri-ciri dari tahapan sungai adalah sebagai berikut:

1. Tahapan Awal Initial Stage: Tahap awal suatu sungai sering dicirikan oleh sungai yang belum memiliki orde dan belum teratur seperti lazimnya suatu sungai. Air terjun, danau, arus yang cepat dan gradien sungai yang bervariasi merupakan ciri-ciri sungai pada tahap awal. Bentang alam aslinya, seringkali memperlihatkan ketidakakuran, beberapa diantaranya berbeda tingkatannya, arus alirannya berasal dari air runoff ke arah suatu area yang membentuk suatu depresi (cekungan) atau belum membentuk lembah. Sungai pada tahap awal umumnya berkembang di daerah dataran pantai coastal plain yang mengalami pengangkatan atau di atas permukaan lava yang masih baru/muda dan gunung api, atau di atas permukaan dimana sungai mengalami peremajaan.
2. Tahapan Muda: Sungai yang termasuk dalam tahapan muda adalah sungai yang aktifitas aliran sungainya mengerosi ke arah vertikal. Aliran sungai yang menempati seluruh lantai dasar suatu lembah. Umumnya profil lembahnya membentuk huruf V, air terjun dan arus yang cepat mendominasi.
3. Tahapan Dewasa: Tahapan awal dari sungai dewasa dicirikan oleh mulai adanya pembentukan dataran banjir secara setempat-setempat dan semakin lama semakin lebar dan akhirnya terisi oleh aliran sungai yang berbentuk meander, sedangkan pada sungai yang sudah masuk dalam tahapan dewasa, arus sungai sudah membentuk aliran yang berbentuk meander, penyisiran

ke arah depan dan belakang memotong suatu dataran banjir *flood plain* yang cukup luas sehingga secara keseluruhan ditempati oleh jalur-jalur meander. Pada tahapan ini aliran arus sungai sudah memperlihatkan dominasi erosi lateral.

4. Tahapan Tua: Pada tahapan ini dataran banjir diisi sepenuhnya oleh meander dan lebar dari dataran banjir akan beberapa kali lipat dari luas meander belt. Pada umumnya dicirikan oleh danau tapal kuda oxbow lake.
5. Peremajaan Sungai: Setiap saat dari perkembangan suatu sungai dari satu tahap ke tahap lainnya, perubahan mungkin terjadi dimana kembalinya dominasi erosi vertikal sehingga sungai dapat diklasifikasi menjadi sungai dalam tahapan muda. Sungai dewasa dapat mengalami pengikisan kembali ke arah vertikal untuk kedua kalinya karena adanya pengangkatan dan proses terjadinya erosi ke arah vertikal pada sungai berstadia dewasa akibat pengangkatan dan stadia sungai kembali menjadi stadia muda.

Secara umum sungai yang berkembang pada daerah penelitian yaitu memiliki profil lembah sungai berbentuk “U”. Pada profil lembah sungai U terdapat pada induk Sungai Wonu (Gambar 2.17) serta induk Sungai Konju (Gambar 2.18) dengan pola sungai yang relatif berkelok.



Gambar 2.17 Kenampakan induk Sungai Wonu dengan penampang sungai berbentuk “U”



Gambar 2.18 Kenampakan Sungai Konju dengan penampang sungai berbentuk “U”

Pada sungai-sungai di daerah penelitian, yaitu pada sungai dengan profil lembah sungai berbentuk dan “U” dijumpainya dinding sungai yang berupa bebatuan dan residual soil menunjukkan erosi lateral juga bekerja , sehingga erosi yang berkembang pada sungai-sungai dengan profil lembah sungai yaitu erosi lateral.

Endapan material sedimen akibat aktivitas arus sungai pada sungai-sungai dengan profil penampang Sungai Wuno berbentuk “U” membentuk *point bar*, yang tersusun oleh material sedimen berukuran bongkah hingga pasir (Gambar 2.19) dan pada sungai-sungai dengan profil penampang Sungai Konju berbentuk “U” juga membentuk endapan sungai berupa *point bar* (Gambar 2.20).



Gambar 2.19 Kenampakan *point bar* pada anak Sungai Wonu dengan penampang sungai berbentuk “U”



Gambar 2.20 Kenampakan *point bar* pada Sungai Konju dengan penampang sungai berbentuk “U”

Berdasarkan data-data lapangan tersebut, maka dapat diinterpretasikan bahwa stadia sungai pada daerah penelitian adalah stadia sungai tahapan dewasa.

2.4 Stadia Daerah

Menurut Thornbury (1969) penentuan stadia suatu daerah harus memperlihatkan 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 hingga pada terjadinya perataan bentangalam. Sedangkan menurut Van Zuidam (1985), dalam penentuan stadia suatu daerah aspek yang digunakan disebut morfokronologi dimana penentuan umur relatif suatu daerah dilakukan dengan melihat perkembangan dari proses geomorfologi yaitu morfografi di lapangan dan analisis morfometri sebagai pembandingnya.

Tingkat erosi pada daerah penelitian dapat dilihat dari bentuk profil lembah sungainya yang berbentuk “U” dengan artian bahwa telah terjadi proses erosi secara lateral. Secara umum pada daerah bentangalam perbukitan denudasional memiliki bentuk puncak dan lembah dominan berbentuk “U”. Dijumpai pula adanya bidang-bidang erosi berupa *riil erosion* dan *gully erosion* serta gerakan tanah berupa *land slide* (tanah longsor). Aktivitas sedimentasi pada daerah penelitian ditandai dengan dijumpainya material-material sungai yang berukuran pasir hingga bongkah di sepanjang Sungai Wuno dan Sungai Konju yang kemudian setempat-setempat membentuk *point bar*. Sungai yang terdapat pada daerah penelitian berupa sungai periodik dan episodik.

Ketebalan soil di daerah penelitian mulai dari beberapa sentimeter hingga lebih dari dua meter tergantung pada resistensi batuan penyusunnya sehingga dimanfaatkan oleh warga setempat sebagai areal pertanian dan perkebunan.

Berdasarkan data tersebut maka dapat diinterpretasikan bahwa stadia daerah penelitian adalah stadia dewasa.

Tabel 2.3 Deskripsi geomorfologi daerah penelitian

ASPEK GEOMORFOLOGI		SATUAN GEOMORFOLOGI		
		Perbukitan Denudasional	Perbukitan Struktural	
Luas Wilayah ...Km ² (...%)		42,54 km ² (54,49 %)	25,52 km ² (45,51%)	
Morfo logi	Sudut Lereng (...°)	21-55	4 -16	
	Beda Tinggi (meter)	324	400	
	Relief	Tersayat tajam	Tersayat tajam	
	Bentuk Puncak	-	-	
	Bentuk Lembah	V	U	
	Bentuk Lereng	Terjal	Miring	
Morfo logi nusa	Gerakan Tanah	-	-	
	Jenis Erosi	Lateral	Lateral	
	Pengendapan	<i>Point Bar</i>	<i>Point Bar</i>	
	Jenis Pelapukan	Kimia, Biologi	Kimia, Biologi	
	Tingkat Pelapukan	Tinggi	Sedang	
	Soil	Jenis	<i>Residual Soil</i>	<i>Residual Soil</i>
		Tebal	±1,5 m	±1 m
		Warna	Coklat Muda	Coklat Muda, Merah
	Sungai	Tipe Genetik	Konsekuen, Insekuen	Subsekuen, Insekuen
		Jenis	Periodik	Periodik
		Penampang	“U”	“U”
		Pola Aliran	Dendritik	Trellis
		Stadia	Muda - Dewasa	Muda - Dewasa
	Litologi Penyusun		Konglomerat molase, Diorit, Granit, Gneiss, dan Filit	Granit dan Gneiss
Tutupan Lahan		Vegetasi dan Pemukiman	Vegetasi dan Pemukiman	
Tata Guna Lahan		Pemukiman, Perkebunan, Persawahan, dan Pertambangan	Pemukiman	
Struktur Geologi		Kekar	Kekar, Breksi Sesar, Air Terjun	
Stadia Daerah		Dewasa	Dewasa	
Stadia Daerah		Dewasa		