

**SKRIPSI**

**GEOLOGI DAN ALTERASI HIDROTERMAL DAERAH  
ATOGA KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW TIMUR  
PROVINSI SULAWESI UTARA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ALBERTUS EDWARD WIRATAMA  
D061181506**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**



## LEMBAR PENGESAHAN

**GEOLOGI DAN ALTERASI HIDROTERMAL DAERAH ATOGA  
KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW TIMUR PROVINSI  
SULAWESI UTARA**

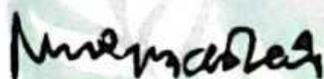
Disusun dan diajukan oleh

**ALBERTUS EDWARD WIRATAMA  
D061181506**

*Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian  
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 19 Desember 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan*

Menyetujui:

Pembimbing Utama

**Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T**  
NIP. 1961 1231 1989 03 1000

Pembimbing Pendamping

**Dr. Ir. Kaharuddin MS, M.T**  
NIP. 19560421 198609 2 001

Mengetahui,

**Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin****Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.**  
NIP. 19771214 200501 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Albertus Edward Wiratama  
NIM : D061181506  
Program Studi : Teknik Geologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

***Geologi Dan Alterasi Hidrotermal Daerah Atoga Kabupaten  
Bolaang Mongondow Timur Provinsi Sulawesi Utara.***

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

Semua informasi yang ditulis dalam laporan pemetaan geologi ini berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam lapotan ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam laporan ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

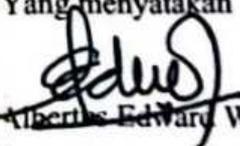
Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan laporan pemetaan geologi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, Desember 2023

Yang menyatakan



  
Albertus Edward Wiratama



Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## SARI

Secara administratif lokasi penelitian terletak pada Daerah Atoga, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara. Secara astronomis terletak pada  $124^{\circ} 29' 30''$  BT -  $124^{\circ} 32' 30''$  BT (Bujur Timur) dan  $00^{\circ} 40' 30''$  LS –  $00^{\circ} 43' 00''$  LS (Lintang Selatan).

Tujuan dari penelitian ini untuk melakukan pemetaan geologi permukaan secara detail pada peta skala 1 : 25.000 terhadap aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, dan aspek bahan galian dengan tujuan untuk membuat peta geologi berdasarkan akumulasi seluruh data yang dikumpulkan di lapangan dan interpretasi berdasarkan teori pendukung yang diperoleh dari berbagai literatur.

Geomorfologi daerah penelitian secara morfografi dan morfogenesis terdiri atas satuan bentangalam perbukitan denudasional dan satuan bentangalam pegunungan denudasional. Jenis sungai pada daerah penelitian yaitu sungai periodik, sedangkan secara genetik berupa sungai insekuen, konsekuen dan subsekuen dengan pola aliran berupa pola dendritic dan paralel. Berdasarkan proses geomorfologi yang terjadi di daerah ini maka stadia daerah penelitian adalah stadia muda menjelang dewasa.

Berdasarkan litostratigrafi tidak resmi, stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi empat satuan batuan dari urutan muda hingga tua yaitu satuan aglomerat, basal porfiri, breksi vulkanik, dan andesit. Struktur geologi daerah penelitian terdiri dari kekar sistematis dan sesar berupa sesar geser Atoga yang bersifat dekstral (menganan) yang terjadi setelah Kala Miosen Tengah. Bahan galian pada daerah penelitian tergolong dalam golongan bahan galian batuan dan logam berupa sirtu dan emas.

Berdasarkan hasil penelitian maka diperoleh alterasi endapan porfiri dengan komposisi mineral sekunder meliputi: *pirit*, *kalkopirit*, *sفالerit*, *bornite*, *serisit*, *kovelite*, *Emas* dan mineral primer berupa *plagioklas*, *klinopiroksin*, *ortopiroksin* dan *opaq*. dengan tingkat intensitas alterasi sedang hingga kuat. Adapun zona alterasi berdasarkan himpunan mineral yaitu: zona alterasi *argilik overprinting filik*.

**Kata Kunci:** Geomorfologi, Stratigrafi, Struktur Geologi, Bahan Galian, Mineral Alterasi, Filik, Potasik, intensitas alterasi, zona alterasi.



## ABSTRACT

*Administratively, the research area is located in Matajang of Kahu district, Bone Regency, South Sulawesi Province. Geographically, the research area is located at coordinates 124° 29' 30" BT - 124° 32' 30" East Longitude and 00° 40' 30" LS – 00° 43' 00" South Latitude.*

*The purpose of this research to map the geology surface in detail on the maps with scale of 1: 25.000 and the aim to know and give description about geological condition that divided into geomorphology, stratigraphic, geological structure, geology history and materials of excavation potential in research area.*

*Geomorphology of the research area is divided into two morphological units, there are denudational hills morphology and denudational mountains morphology. The type of stream that developed in the study area is periodic stream, the genetic types are insequent, consequent ,and subsequent with dendritic and parallel drainage patterns. Based on the geomorphological aspects, it can be concluded that stream stage of The research area includes the young to adult stage.*

*Based on unofficial lithostratigraphy, the stratigraphy of the research area is divided into five rock units from the younger to the older, aglomerat unit, basal porfiri unit, breksi volcanic unit, and andesit unit. The geological structures that developed in the research are systematic joint and also Goarie dextral strike slip fault. The potential of natural resources in research area are sand and rock and gold.*

*Based on the results of the study, alteration of porphyry deposits with secondary assemblage minerals is pirit, kalkopirit, sfalerit, bornite, serisit, kovelite, gold and primary minerals is plagioklas, klinopiroksin, ortopiroksin and opaq with grade of intentity alteration is moderate to strong Alteration zone based assemblage minerals is argillik overprinting filik.*

**Keywords:** *Geology, Geomorphology, Stratigraphy, Geological Structures, Minerals Alteration, Argilik, Filik, Intentity Alteration, zone Alteration*



## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahiim*

*Alhamdulillah* *rabbil'aalamin*, penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Geologi Dan Alterasi Hidrotermal Daerah Atoga Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Provinsi Sulawesi Utara”** Sholawat serta salam penulis haturkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan terbaik bagi umatnya. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam pelaksanaan kegiatan tugas akhir di antaranya :

1. Bapak Dr. Ir. Musri Ma'waleda, M.T, sebagai dosen pembimbing utama yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan laporan.
2. Bapak Dr. Ir. Kaharuddin MS, M. T. sebagai dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan arahan dan masukan dalam proses penyusunan laporan.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Dan sebagai Penasehat Akademik yang telah mengarahkan dan memberikan masukan kepada saya selama ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya selama penulis menempuh pendidikan di bangku perkuliahan.
5. Bapak dan Ibu *Staff* Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin, atas bantuannya dalam pengurusan administrasi penelitian.
6. Kepala Desa Atoga dan warga Desa Atoga yang senantiasa membantu selama melakukan Pemetaan Geologi di Kabupaten Bolaang Mongondow Timur.
7. Kak Muhammad Adam, S.T., MT yang senantiasa membimbing mulai dari pembuatan proposal sampai berangkat ke lokasi peneltian dan mengajarkan setiap kegiatan selama proses pembuatan laporan ini berjalan.
8. Muhammad Rivanza, Darmawan, dan Zufadli Nizar yang telah membantu mengolah netaan.



9. Himpunan Mahasiswa Geologi FT-UH, khususnya Angkatan 2018 “XENOLITH” atas dukungan dan bantuannya
10. Seluruh pihak yang telah membantu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan karena hanya Allah Subhanahu Wa Ta’ala yang Maha Sempurna sesuai dengan sifat-sifat-Nya, oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan tugas akhir ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat baik dalam penambahan wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya serta tentunya berkah dan bernilai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta’ala.

Gowa, 19 Desember 2023

Penulis

Albertus Edward Wiratama



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SARI</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Letak, Luas, Kesampaian daerah, dan Waktu .....	2
1.5 Metode dan Tahapan Penelitian.....	3
1.6 Alat dan Bahan .....	10
1.7 Peneliti Terdahulu .....	10
<b>BAB II GEOMORFOLOGI</b> .....	12
2.1 Geomorfologi Regional .....	12
2.2 Geomorfologi Daerah Penelitian .....	13
2.2.1 Satuan Geomorfologi.....	13
2.2.1.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional.....	15
2.2.1.2 Satuan Geomorfologi Pegunungan Denudasional .....	18
2.2.2. Sungai .....	21
2.2.2.1 Jenis Sungai.....	22
2.2.2.2 Pola Aliran Sungai .....	23



2.2.2.3 Tipe Genetik Sungai.....	25
2.2.2.4 Stadia Sungai.....	27
2.2.3 Stadia Daerah Penelitian.....	28
<b>BAB III STRATIGRAFI.....</b>	<b>30</b>
3.1 Statigrafi Regional.....	30
3.2 Stratigrafi Daerah Penelitian .....	31
3.2.1 Satuan Andesit.....	32
3.2.1.1 Dasar Penamaan.....	32
3.2.1.2 Penyebaran dan Ketebalan .....	33
3.2.1.3 Ciri Litologi .....	33
3.2.1.4 Umur dan Lingkungan Pembentukan .....	34
3.2.1.5 Hubungan Stratigrafi.....	35
3.2.2 Satuan Breksi Vulkanik .....	36
3.2.2.1 Dasar Penamaan.....	36
3.2.2.2 Penyebaran dan Ketebalan .....	36
3.2.2.3 Ciri Litologi .....	37
3.2.2.4 Umur dan Lingkungan Pengendapan .....	40
3.2.2.5 Hubungan Stratigrafi.....	41
3.2.3 Satuan Basal Porfiri .....	41
3.2.3.1 Dasar Penamaan.....	41
3.2.3.2 Penyebaran dan Ketebalan .....	42
3.2.3.3 Ciri Litologi .....	42
3.2.3.4 Umur dan Lingkungan Pembentukan.....	43
3.2.3.5 Hubungan Stratigrafi.....	44
3.2.4 Satuan Aglomerat .....	45
3.2.4.1 Dasar Penamaan.....	45
3.2.4.2 Penyebaran dan Ketebalan .....	45
3.2.4.3 Ciri litologi.....	46
3.2.4.4 Umur dan Lingukungan Pengendapan .....	48
3.2.4.5 Hubungan Stratigrafi.....	48



<b>BAB IV STRUKTUR GEOLOGI .....</b>	<b>51</b>
4.1 Struktur Geologi Regional.....	51
4.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	52
4.2.1 Struktur Kekar .....	53
4.2.2 Struktur Sesar .....	58
4.3 Sesar Geser Dekstral Atoga.....	59
4.4 Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	60
<b>BAB V SEJARAH GEOLOGI.....</b>	<b>64</b>
<b>BAB VI BAHAN GALIAN .....</b>	<b>66</b>
6.1 Bahan Galian .....	66
6.2 Bahan Galian Daerah Penelitian.....	67
<b>BAB VII STUDI ALTERASIDAN MINERALISASI.....</b>	<b>72</b>
7.1 Pendahuluan .....	72
7.2 Alterasi dan Mineralisasi Hidrotermal Daerah Atoga .....	72
7.2.1 Tipe Alterasi Hidrotermal Daerah Atoga .....	84
7.2.2 Zona Alterasi .....	86
7.2.3 Mineral Bijih Daerah Atoga .....	88
7.2.4 Tekstur Khusus Mineral Daerah Atoga .....	89
7.2.5 Paragenesa Mineral Bijih Daerah Atoga .....	91
<b>BAB VIII PENUTUP .....</b>	<b>93</b>
8.1 Kesimpulan.....	93
8.2 Saran .....	94
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>95</b>



## LAMPIRAN

Peta Lokasi Penelitian  
Peta Geomorfologi  
Peta Daerah Aliran Sungai dan Tipe Genetik  
Sungai Peta Geologi  
Peta Struktur  
Peta Potensi Bahan Galian  
Peta Tipe Alterasi  
Deskripsi Petrografi Alterasi  
Deskripsi Mineragrafi Alterasi



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Hal</b>
1. Peta Tunjuk Lokasi Daerah Penelitian .....	3
2. Diagram Alir .....	9
3. Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional dengan arah foto N 321°E..	15
4. Kenampakan <i>Channel Bar</i> (X), dan <i>Point Bar</i> (Y) pada Sungai Atoga di stasiun 35 dengan arah foto N 263°E.....	16
5. Kenampakan Gully Erosion pada stasiun 43 dengan arah foto N 341°E.....	17
6. Kenampakan <i>Debris Slide</i> pada bentangalam Perbukitan Denudasional di stasiun 58 dengan arah foto N 351 °E.....	17
7. Pelapukan kimia <i>Spheroidal weathering</i> pada singkapan Breksi Vulkanik di stasiun 25 dengan arah foto N 98°E.....	18
8. Tata guna lahan perkebunan yang menempati satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional dengan arah foto N 173°E.....	18
9. Satuan Geomorfologi Pegunungan Denudasional dengan arah foto N 310°E.....	19
10. Kenampakan Rill Erosion pada Stasiun 14 dengan arah foto N 319°E.....	20
11. Kenampakan Debris Slide pada stasiun 03 dengan arah foto N 358°E .....	20
12. Kenampakan pelapukan kimia Sferoidal Weathering pada stasiun 19 di litologi Andesit dengan arah foto N 197°E.....	21
13. Tata gunalahan perkebunan pada Geomorfologi Pegunungan Denudasional dengan arah foto N 225°E.....	21
14. Kenampakan jenis Sungai periodik pada Sungai Dogan dengan arah foto N 341°E.....	23
15. Kenampakan jenis Sungai periodikx pada Sungai Dogan .....	23
16. Kenampakan pola aliran Sungai Dendritik (D), ola aliran Sungai Patalel (P) .....	24
mpakan tipe genetik Sungai Insekuen pada Sungai Dogan. Difoto kea rah N	



356°E pada daerah Atoga.....	25
<b>18.</b> Kenampakan tipe genetik Subsekuen pada Sungai Dogan di daerah Atoga, dengan kedudukan batuan N 40°E/30° difoto kearah N 227°E pada stasiun 20.....	26
<b>19.</b> Kenampakan tipe genetik Konsekuen pada Sungai Dogan di daerah Atoga, dengan kedudukan batuan N 40°E/30° difoto kearah N 227°E pada stasiun 20.....	26
<b>20.</b> Kenampakan Sungai Atoga dengan penampang Sungai berbentuk “V”. .....	28
<b>21.</b> Peta Geologi Regional Lembar Manado (A.C. Effendi dan S.S Bawono 1997) Edisi ke-2 .....	31
<b>22.</b> Singkapan Batu beku Andesit pada stasiun 02 pada daerah Atoga dengan arah foto N 323°E .....	33
<b>23.</b> Kenampakan petrografis Andesit pada sayatan EDW/02/BB yang memperlihatkan mineral Plagioklas (Plg), Mikrokrystalin Plagioklas, Klinopiroksin (Clx), dan mineral Opaq (Oq).....	34
<b>24.</b> Kenampakan struktur kekar tiang pada daerah Atoga dengan arah foto N 153°E.....	35
<b>25.</b> Singkapan batuan Piroklastik Breksi Vulkanik pada stasiun 08 pada daerah Atoga dengan arah foto N 138°E .....	37
<b>26.</b> Kenampakan petrografis fragmen Breksi Vulkanik pada sayatan EDW/28/BP yang memperlihatkan kandungan mineral Plagioklas (Plg), Klino piroksin (Clx), Ortopiroksin (Ortx), dan mineral Opaq (Oq) .....	38
<b>27.</b> Kenampakan petrografis matriks Breksi Vulkanik pada sayatan EDW/08/BP yang memperlihatkan kandungan mineral terdiri dari Plagioklas (Plg), Klinopiroksin (Clx), Rock Fragmen (Rf), Gelas Vulkanik, dan mineral Opaq (Oq).. .....	38
<b>28.</b> Singkapan batuan Prioklastik Tufa Kasar pada stasiun 40 pada daerah Atoga dengan arah Foto N 138°E.....	39
<b>29.</b> Kenampakan petrografis Tufa Kasar pada sayatan EDW/40/BP yang memperlihatkan kandungan mineral terdiri dari Plagioklas (Plg), Klinopiroksin (Clx), Rock Fragmen (Rf), Gelas Vulkanik, dan mineral Opaq (Oq).....	40
<b>30.</b> Singkapan Basal Porfiri pada stasiun 56 pada daerah Atoga in arah foto N 210°E.....	43
mpakan petrografis basal porpiri (Iugs, 1973) pada sayatan EDW/56/BB	



- yang memperlihatkan mineral Plagioklas (Plg), Mikrokrystalin Plagioklas, Ortopyroksin (Ortx), Klinopyroksin (Clx), Opaq (Oq). ..... 43
- 32.** Kenampakan struktur kekar tiang pada daerah Atoga dengan arah foto N 263°E. .... 44
- 33.** Kenampakan batuan piroklastik Aglomerat pada stasiun 27 pada daerah Atoga dengan arah foto N 31°E..... 46
- 34.** Kenampakan petrografis Fragmen Aglomerat sayatan EDW/27/BP yang memperlihatkan kandungan mineral terdiri dari Plagioklas (Plg), Klinopyroksin (Clx), Ortopyroksin (Ortx), dan mineral Opaq (Oq)..... 47
- 35.** Kenampakan petrografis matriks Aglomerat sayatan EDW/27/BP yang memperlihatkan kandungan mineral terdiri dari Plagioklas (Plg), Klinopyroksin (Clx), Ortopyroksin (Ortx), Gelas Vulkanik, dan mineral Opaq (Oq)..... 47
- 36.** Kenampakan Kontak Aglomerat (X) dan Basal Porfiri (Y) pada stasiun 44 (N 110°E / 40°) dengan arah foto N 27°E..... 49
- 37.** Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian..... 50
- 38.** Peta Geologi Sulawesi dan tatanan tektoniknya (Hall & Wilson, 2000) ..... 51
- 39.** Kekar non sistematik pada singakapa Andesit pada stasiun 18 dengan arah foto N 86°E..... 54
- 40.** Kenampakan kekar non sistematik pada singakapan Basal Porfiri pada stasiun 54 daerah Atoga dengan arah foto N 21°E..... 55
- 41.** Pengolahan data kekar (a) plot data kekar pada streonet; (b) pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) kenampakan tegasan maksimum ..... 56
- 42.** Pengolahan data kekar (a) plot data kekar pada streonet; (b) pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) kenampakan tegasan maksimum ..... 57
- 43.** Mekanisme terjadinya sesar berdasarkan model teori “ellipsoid” system Riedel dalam Mc Clay (1987). ..... 60
- 44.** Kenampakan Breksi Sesar pada litologi Basal Porfiri stasiun 44 di daerah Atoga difoto relatif kearah N 241°E. .... 61
- 45.** Kenampakan Breksi Sesar pada litologi Andesit stasiun 17B di daerah Atoga di foto relatif kearah N 264°E ..... 61
- 46.** Kenampakan bidang licin yang menunjukkan arah sesar geser pada litologi Basal Porfiri stasiun 44 di daerah Atoga difoto relative kearah N 36°E ..... 62
- mpakan bidang licin yang menunjukkan arah sesar geser pada litologi Basal i stasiun 44 di daerah Atoga difoto relative kearah N 36°E ..... 62



48. Mekanisme pembentukan struktur geologi daerah penelitian berdasarkan Model teori “strain ellipsoid” sistem Riedel dalam Mc. Clay (1987). ..... 63
49. Kenampakan lubang Pit Tambang Mintu dengan arah foto N 45°E..... 68
50. Kenampakan alat pengeluaran material ..... 68
51. Kenampakan proses pembakaran peleburan emas ..... 69
52. Kenampakan bahan galian emas yang telah di leburkan ..... 69
53. Kenampakan bahan galian emas dari hasil fotomikrograf sayatan poles ..... 70
54. Kenampakan tambang bahan galian sirtu dengan arah foto N 331°E..... 71
55. Kenampakan megaskopis singkapan Riolit pada stasiun 49 yang mengalami alterasi ..... 73
56. Kenampakan megaskopis pada stasiun 49 yang mengalami alterasi dijumpai mineralisasi berupa Pirit (Py)..... 73
57. Kenampakan mikrokopis sayatan ST. 49 yang menunjukkan kehadiran beberapa alterasi berupa Serisit (Ser). ..... 74
58. Fotomikrograf sayatan poles ST. 49 terdiri dari mineral *Pyrite (Py)*, *Chalcopyrite (Ccp)*, dan *Sphalerit (Sph)* ..... 74
59. Kenampakan megaskopis singkapan Andesit pada stasiun 50 yang mengalami alterasi. .... 75
60. Kenampakan megaskopis batuan pada stasiun 50 yang mengalami alterasi dimana dijumpai mineral alterasi berupa; Kuarsa (Qz), Serisit (Ser), dan mineralisasi berupa; *Pyrit (Py)*, dan *Chalcopyrite (Ccp)*. .... 76
61. Kenampakan mikrokopis sayatan ST. 50 yang menunjukkan kehadiran beberapa alterasi berupa Serisit (Ser). .... 76
62. Fotomikrograf sayatan poles ST. 50 terdiri dari mineral *Pyrite (Py)*, *Chalcopyrite (Ccp)*, *Covelite (Cv)*, *Sphalerit (Sph)*, dan mineral Emas (Au). .... 77
63. Kenampakan megaskopis singkapan Tufa pada stasiun 51 yang mengalami alterasi..... 78
64. Kenampakan megaskopis batuan pada stasiun 51 yang mengalami alterasi dimana dijumpai mineral alterasi berupa; Serisit (Ser). Biotit sekunder (Bt), dan mineralisasi berupa; *Chalcopyrite (Ccp)*. .... 79
65. Kenampakan mikrokopis sayatan ST. 50 yang menunjukkan kehadiran beberapa alterasi berupa Serisit (Ser). .... 79
66. Kenampakan megaskopis batuan pada stasiun 51 yang mengalami alterasi dimana dijumpai mineral alterasi berupa; Serisit (Ser). Biotit sekunder (Bt), dan mineralisasi berupa; *Chalcopyrite (Ccp)*, *Sphalerit (Sph)*, dan mineral Emas (Au). .... 80
67. Fotomikrograf sayatan poles ST. 51 terdiri dari mineral *Pyrite (Py)*, *Chalcopyrite (Ccp)*, *Sphalerit (Sph)*, dan mineral Emas (Au). .... 80



67. Kenampakan megaskopis singkapan Andesit pada stasiun 52 yang mengalami alterasi..... 81
68. Kenampakan megaskopis batuan pada stasiun 52 yang mengalami alterasi dimana dijumpai mineral alterasi berupa; Serisit (Ser), Plagioklas (Plg), dan mineralisasi berupa; *Chalcopyrite (Ccp)*..... 82
69. Kenampakan mikroskopis sayatan ST. 52 yang menunjukkan kehadiran beberapa alterasi berupa ..... 82
70. Kenampakan mikroskopis sayatan ST. 52 yang menunjukkan kehadiran beberapa alterasi berupa Serisit (Ser), dan mineral Kalsit (Cal). ..... 82
71. Fotomikrograf sayatan poles ST. 52 terdiri dari mineral *Pyrite (Py)*, *Chalcopyrite (Ccp)*, *Covelite (Cv)*, dan mineral Bornit (Bn)..... 83
72. Stabilitas suhu dari mineral alterasi hydrothermal pada endapan epithermal (Henley dan Ellis, 1983 dalam White dan Hadenquist, 1995)..... 84
73. Tekstur intergrowth dan replacement (a), tekstur open space filling, integrowth, dan replacement (b), tekstur open space filling, intergrowth, dan replacement (c), tekstur intergrowth (d). ..... 91



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Hal</b>
1. Data hasil pengukuran kekar pada stasiun 18 .....	57
2. Data hasil pengukuran kekar pada stasiun 54 .....	58
3. Paragenesa mineral bijih daerah penelitian pada stasiun 49.....	78
4. Paragenesa mineral bijih daerah penelitian pada stasiun 50.....	78
5. Paragenesa mineral bijih daerah penelitian pada stasiun 51 .....	81
6. Paragenesa mineral bijih daerah penelitian pada stasiun 52.....	84
7. Diagram hubungan antara suhu-pH jenis alterasi himpunan mineral-mineral pencirinya. (Corbet & Leach). .....	86
8. Kisaran temperature pembentukan tipe alterasi propilitik overprinting filik Daerah Atoga (Reyes, 1990 dan Henley dan Ellis, 1983) .....	87
9. Tipe-tipe alterasi berdasarkan himpunan mineralnya (Guilbert dan Park, 1986 dalam Maulana, 2017).....	89
10. Paragenesa mineral bijih daerah penelitian.....	93





Optimized using  
trial version  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan yang memiliki banyak potensi geologi yang belum terungkap dengan jelas dan pasti, hal ini disebabkan karena pemetaan geologi yang dilakukan pada umumnya masih berskala regional 1: 250.000. Fenomena yang terjadi di bidang geologi sangat menarik untuk diteliti. Penelitian tersebut memerlukan kemampuan dalam menganalisa dan menginterpretasi untuk dapat mengetahui proses awal yang membentuk tatanan geologi suatu wilayah dengan memperhatikan aspek geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi..

Penelitian dibidang geologi di Pulau Sulawesi pada umumnya dan Sulawesi Utara pada khususnya masih bersifat *regional*, untuk memperoleh data-data yang lebih akurat dalam skala lokal, perlu dilakukan penelitian geologi pada masing-masing wilayah. Berdasarkan hal di atas penulis termotivasi sebagai mahasiswa geologi untuk menyajikan informasi - informasi geologi secara lebih detail melalui pemetaan geologi skala 1 : 25.000, dimana lokasi penelitian berada pada Daerah Atoga Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Provinsi Sulawesi Utara, meskipun dengan cakupan luasan daerah yang relatif lebih sempit tetapi diharapkan dapat menyajikan informasi geologi dan informasi potensi geologi yang lebih spesifik dan detail yang diharapkan dapat membantu pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya geologi secara lebih maksimal untuk kemajuan bangsa dan negara.

Penambangan emas secara tradisional berdasarkan pengalaman masyarakat setempat sejak zaman Belanda, namun masih adanya penambangan emas yang dilakukan tanpa memperhatikan aspek geologi sehingga mempengaruhi efektifitas dan produksi yang kurang maksimal. Diharapkan penelitian ini dapat  
struksi model geologi cebakan emas epitermal, sehingga diharapkan dapat  
tan pertambangam emas yang lebih efesien, murah dan produksi emas  
meningkat.



## 1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari dilakukannya penelitian geologi ini adalah untuk melakukan pemetaan geologi permukaan secara umum dengan menggunakan peta dasar (topografi) skala 1: 25.000 yang merupakan perbesaran dari peta rupa bumi Indonesia skala 1:50.000 terbitan Bakosurtanal edisi 1 tahun 1991.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi geologi daerah penelitian yang meliputi:

1. Mengetahui kondisi geomorfologi daerah penelitian.
2. Mengetahui kondisi stratigrafi daerah penelitian.
3. Mengetahui kondisi struktur geologi daerah penelitian.
4. Mengetahui potensi bahan galian daerah penelitian.
5. Mengetahui mineralisasi dan tipe alterasi daerah penelitian.
6. Mengetahui paragenesa mineralisasi yang terjadi pada daerah penelitian.

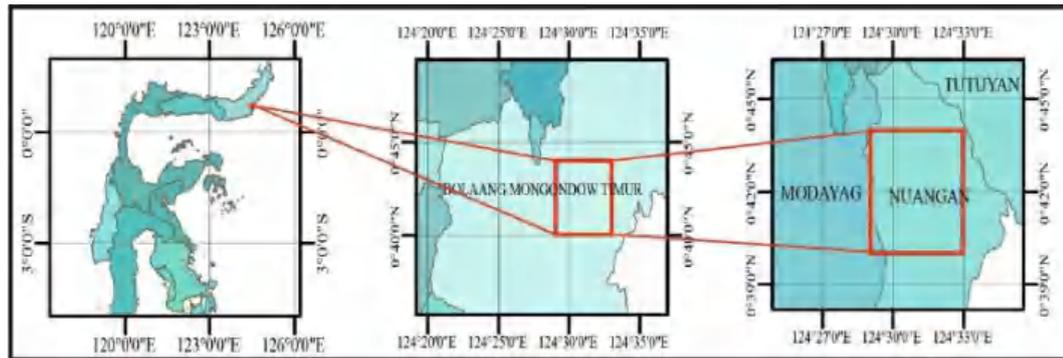
## 1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini penulis membatasi masalah pada daerah penelitian berdasarkan pengamatan pada aspek-aspek geologi yang terpetakan pada skala 1:25.000 yang meliputi aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi dan bahan galian yang terdapat pada daerah Atoga Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Provinsi Sulawesi Utara.

## 1.4 Letak, Waktu, dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Daerah Atoga, Kabupaten Bolaang Mongondow Timur, Provinsi Sulawesi Utara dan secara geografis terletak pada koordinat  $124^{\circ} 29' 30'' - 124^{\circ} 32' 30''$  Bujur Timur dan  $0^{\circ} 40' 30'' - 0^{\circ} 43' 0''$  Lintang Selatan





**Gambar 1** Peta tunjuk daerah penelitian

Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Manado 2416-41, Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 250.000 yang diterbitkan oleh Badan Informasi Geospasial edisi 1 tahun 1911. Daerah penelitian mencakup luas wilayah  $\pm 58.3$  km<sup>2</sup>.

Daerah penelitian terletak sekitar 1.694 km ke arah Utara Kota Makassar (Ibukota Provinsi Sulawesi Selatan). Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan transportasi udara berupa pesawat Bandara Sultan Hasanuddin, Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan, Selanjutnya menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat ke lokasi penelitian dengan waktu tempuh 5 jam atau sekitar  $\pm 223$  km dari Kota Manado.

## 1.5 Metode dan Tahapan Penelitian

### 1.5.1 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 a dengan 1 cm di peta. Jenis lintasan yang digunakan dalam pengambilan puti 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.

## 1.5.2 Tahapan Penelitian

Tahap persiapan yang dilakukan sebelum penelitian lapangan yaitu berupa studi pustaka, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi – kondisi geologi daerah penelitian dari literatur ataupun tulisan – tulisan ilmiah yang berisi tentang hasil penelitian terdahulu, termasuk interpretasi awal dari peta topografi untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi geologi daerah penelitian. (**Gambar 1**)

### 1.5.2.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan yang dilakukan sebelum penelitian lapangan yaitu berupa studi pustaka, yang bertujuan untuk mengetahui kondisi – kondisi geologi daerah penelitian dari literatur ataupun tulisan – tulisan ilmiah yang berisi tentang hasil penelitian terdahulu, termasuk interpretasi awal dari peta topografi untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi geologi daerah penelitian.

### 1.5.2.2 Tahap Pengambilan Data

Sebelum melakukan pemetaan detail, terlebih dahulu dilakukan orientasi medan/lapangan. Kemudian pengambilan data lapangan dengan menggunakan peta topografi skala 1 : 25.000 dengan aspek penelitian mencakup geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi serta potensi bahan galian daerah penelitian. Adapun tahap-tahap pengambilan data yaitu sebagai berikut:

1. Orientasi medan, yaitu melakukan orientasi lapangan untuk mengetahui kondisi lapangan pada daerah penelitian, serta 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 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.
  - 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.

### 1.5.2.3 Tahap Pengolahan Data dan Analisis Laboratorium

Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data-data yang telah diperoleh di lapangan untuk dianalisis dan diinterpretasi lebih lanjut mengenai kondisi geologi daerah penelitian yang mencakup aspek geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Adapun pengolahan data-data tersebut terdiri dari :



Pembuatan Peta Stasiun menggunakan *software* ArcGis 10.8, yang meliputi nomor stasiun, simbol litologi, simbol geomorfologi, serta simbol struktur.

2. Pengolahan Data Geomorfologi
  - a. Relief, meliputi ketinggian absolut, bentuk lembah, bentuk puncak, keadaan lereng.
  - b. Tingkat pelapukan, meliputi jenis pelapukan, jenis material, jenis erosi, tipe erosi.
  - c. Soil, meliputi jenis soil, warna dan ketebalan soil.
  - d. Sungai, meliputi arah aliran sungai, kedudukan batuan di sungai, profil sungai, dan endapan sungai.
  - e. Pembuatan Peta Geomorfologi serta Peta Pola Aliran dan Tipe Genetik Sungai menggunakan *software* ArcGis 10.8
3. Pengolahan Data Stratigrafi
  - a. Analisis laboratorium meliputi pendeskripsian batuan menggunakan mikroskop polarisasi, meliputi jenis batuan, warna, tekstur, struktur, komposisi mineral, dan nama batuan.
  - b. Pembuatan Peta Geologi menggunakan *software* ArcGis 10.8
  - c. Penampang geologi yang diperoleh dari pembuatan garis sayatan yang mewakili satuan batuan.
  - d. Ketebalan, didapatkan dengan menggunakan perhitungan koreksi dip yang diaplikasikan pada penampang geologi dan dilakukan perhitungan menggunakan rumus ketebalan.
  - e. Pembuatan kolom stratigrafi menggunakan *software* CorelDraw.
4. Pengolahan Data Struktur, yaitu dengan mengolah data kekar yang diperoleh di lapangan dengan menggunakan *software* Roscience Dips 6.0, serta pembuatan Peta Struktur menggunakan *software* ArcGis 10.8
5. Pengolahan Data Bahan Galian, yaitu pembuatan Peta Bahan Galian menggunakan *software* ArcGis 10.8 berdasarkan jenis dan keterdapatannya bahan galian pada daerah penelitian.

#### 1.5.2.4 Tahap Analisis dan Interpretasi Data



Data-data lapangan kemudian diolah untuk dianalisis dan diinterpretasi untuk yang mencakup aspek geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi. Tahap analisis tersebut mencakup :

1. **Analisis Geomorfologi**, didasarkan pada proses-proses geomorfologi yang terjadi di daerah penelitian serta interpretasi peta topografi dengan aspek morfogenesis dan morfografi. Sumber data yang digunakan dalam analisis geomorfologi diperoleh dari data tipe genetik sungai, stadia sungai, data litologi, jenis erosi, jenis gerakan tanah, dan data lainnya yang dapat menunjang dari hasil interpretasi geomorfologi daerah penelitian.
2. **Analisis Stratigrafi**, digunakan untuk pengelompokan satuan batuan yang menyusun daerah penelitian, dengan dasar penamaan litostratigrafi tidak resmi. Analisis stratigrafi ini digunakan untuk mengetahui hubungan satuan batuan yang lainnya.
3. **Analisis Struktur Geologi**, digunakan untuk mengetahui jenis struktur yang bekerja pada daerah penelitian yang umumnya terdiri dari kekar dan sesar. Analisis struktur geologi dilakukan berdasarkan data-data yang diperoleh di lapangan baik pengukuran kekar dan bidang sesar yang kemudian diolah untuk menentukan arah tegasan maksimum dan tegasan minimum pada daerah penelitian yang membantu dalam penarikan garis struktur geologi pada peta geologi dan peta struktur geologi sebagai hasil dari analisis tersebut.
4. **Analisis Bahan Galian**, yang dilakukan untuk mengetahui ketersediaan bahan galian dan potensi bahan galian yang ada pada daerah penelitian berdasarkan peraturan pemerintah yang telah menetapkan kelompok bahan galian.
5. **Analisis Sejarah Geologi**, analisa ini memiliki tujuan untuk menguraikan peristiwa kejadian geologi yang disusun secara berurutan sesuai waktu kejadiannya baik dari umur batuan, struktur daerah penelitian, dan lainnya.

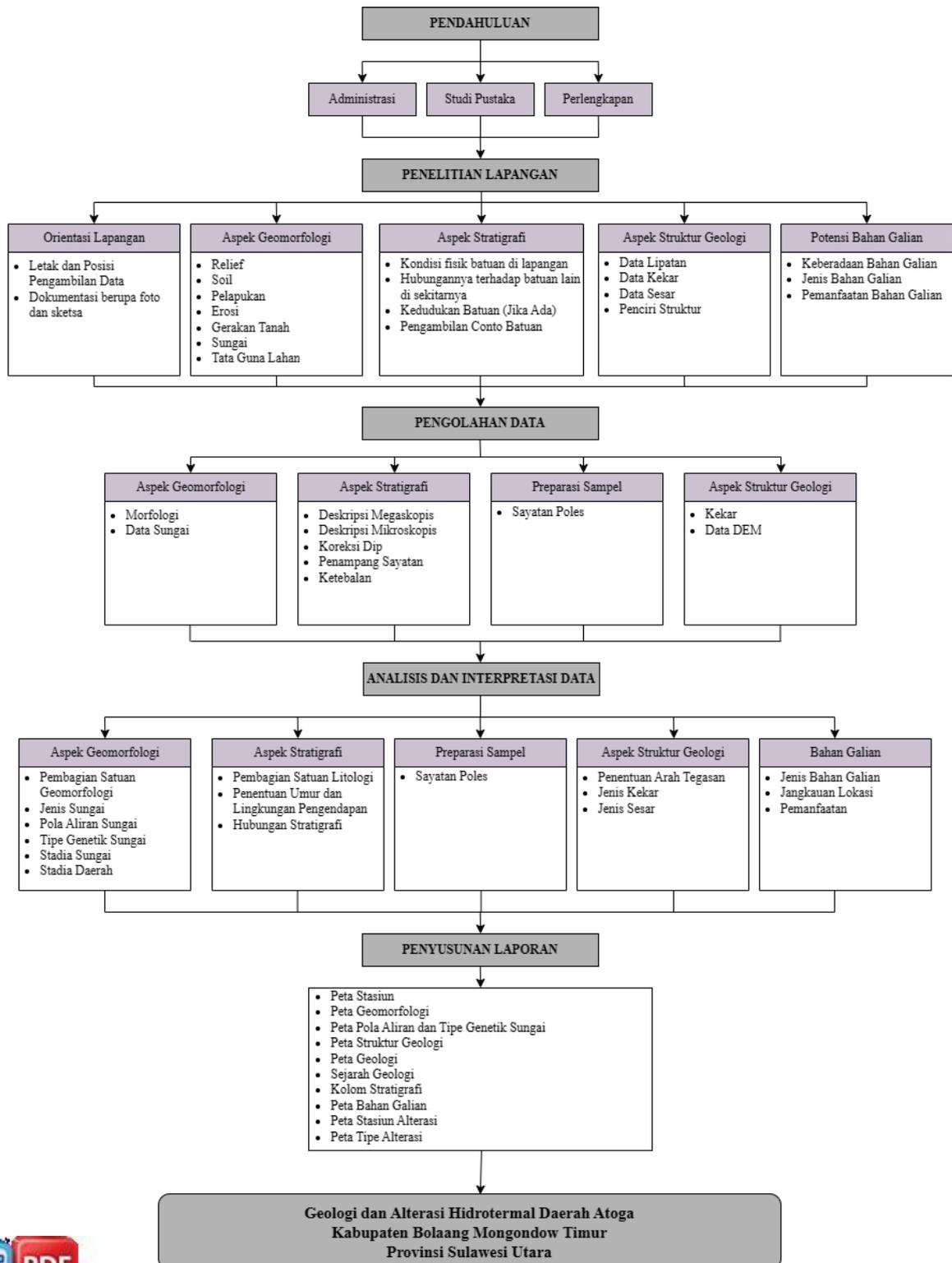


### 1.5.2.5 Tahap Penyusunan Laporan

Penyusunan laporan memiliki *output* berupa peta geologi yang meliputi aspek geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, dan bahan galian daerah penelitian.

1. Geomorfologi, memuat informasi geomorfologi hasil dari pengolahan, analisis, dan interpretasi data berdasarkan pendekatan morfografi, morfogenesis dan morfometri. Peta pola aliran dan tipe genetik sungai yang dibuat berdasarkan interpretasi dari data sungai yang ada, serta dapat menghasilkan kesimpulan berupa stadia daerah.
2. Stratigrafi, interpretasi yang dilakukan merupakan gabungan dari data kolom stratigrafi yang terdiri dari formasi, satuan, ketebalan dan deskripsi litologi untuk menjelaskan susunan satuan batuan.
3. Struktur Geologi, interpretasi yang dilakukan merupakan hasil dari penciri primer dan sekunder dari data lapangan hingga bisa menggambarkan mekanisme struktur yang terjadi di daerah penelitian.
4. Sejarah Geologi, memuat informasi sejarah proses-proses geologi yang terjadi pada daerah penelitian berupa informasi geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi.
5. Bahan Galian, memuat informasi mengenai bahan galian dan keterdapatannya pada daerah penelitian.





**Gambar 2** Diagram alir tahapan dan metode penelitian

## 1.6 Alat dan Bahan

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

- |   |   |
|---|---|
| a. Peta Topografi berskala 1 :<br>25.000    | h. Komparator batuan sedimen<br>& batuan beku |
| b. GPS ( <i>Global Positioning System</i> ) | i. Kantong sampel                             |
| c. Palu Geologi                             | j. Larutan HCl ( 0,1 M )                      |
| d. Kompas Geologi                           | k. Kamera                                     |
| e. Buku Catatan lapangan                    | l. Alat tulis menulis                         |
| f. <i>Loupe</i>                             | m. Clipboard                                  |
| g. Roll Meter                               | n. Tas lapangan                               |
| p. penggaris                                | o. Busur                                      |
| q. Pita meter                               |   |
| r. Perlengkapan pribadi                     |   |

Sedangkan alat dan bahan yang akan digunakan selama analisis laboratorium, adalah sebagai berikut :

- Mikroskop polarisasi
- Mikroskop binokuler
- Tabel Michael Levy
- Sayatan tipis batuan
- Alat tulis dan menggambar

## 1.7 Peneliti Terdahulu

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

- **Van Bemmelen (1949)**, melakukan penelitian geologi mengenai Lengan Pulau Sulawesi secara Struktural yang dibagi atas dua bagian yaitu lengan selatan bagian utara dan lengan selatan bagian selatan yang sangat berbeda struktur geologinya.



- **Rab Sukamto (1975)**, melakukan penelitian tentang “Perkembangan Tektonik Pulau Sulawesi dan sekitarnya”, yang merupakan sintesis berdasarkan tektonik lempeng.
- **Sarasin & Sarasin (1901)**, mengadakan penelitian mengenai geografi geologi Pulau Sulawesi
- **Rab Sukamto (1975)**, penelitian Pulau Sulawesi dan pulau-pulau yang ada disekitarnya dan membagi ke dalam tiga mandala geologi.



## BAB II GEOMORFOLOGI

### 2.1 Geomorfologi Regional

Menurut van Bemmelen (1949) membagi fisiografi daerah Sulawesi menjadi tujuh bagian, yaitu Lengan Utara, Lengan Timur, Kepulauan Banggai, Lengan Tenggara, Kepulauan Buton dan Pulau Tukang Besi, Lengan Selatan, dan Sulawesi Tengah. Secara fisiografis Kabupaten Bolaang Mongondow berada di Lengan Utara Sulawesi.

Pulau Sulawesi terletak pada batas tenggara Paparan Sunda, inti benua yang stabil dari bagian lempeng Eurasia Tenggara (Hutchison, 1989 dalam Coffield dkk., 1993). Pulau ini terbentuk disepanjang tumbukan Neogen antara Lempeng Eurasia dan fragmen mikro-kontinen yang berasal dari lempeng Australia-India. Keempat lengan Sulawesi membentuk provinsi tektonik yang berbeda. Lengan bagian utara terdiri dari batuan busur vulkanik yang berhubungan dengan subduksi lempeng Laut Maluku ke arah barat pada Paleogen akhir sampai Neogen (Jezek dkk., 1981 dalam Coffield dkk., 1993), Lengan timur dan tenggara terdiri dari batuan metamorf dan ofiolit yang terobduksi selama Miosen (Smith dan Silver, 1991; Parkinson, 1991 dalam Coffield dkk., 1993), Lengan selatan didominasi oleh batuan vulkanik dan plutonik Miosen dan yang lebih muda membentuk jalur magmatik (Katili, 1978 dalam Coffield dkk., 1993).

Pola tektonik regional saat ini didominasi oleh sesar geser dan sesar naik. Sesar Palu-Koro merupakan sesar geser mengiri, arah pergerakan sesar ini berhubungan dengan sesar Sorong di Irian Jaya melalui sesar Balantak, sesar Matano-Buru Selatan (Simandjuntak, 1993 dalam Priadi, 2000). Sesar naik Batui terjadi akibat tumbukan antara Platform Banggai-Sula dengan Jalur ofiolit Sulawesi bagian Timur saat Neogen (Simandjuntak, 1993 dalam Priadi, 2000). Sesar naik Poso merupakan kontak struktur antara Busur Metamorf Sulawesi Tengah dan magmatik Sulawesi Barat (Bemmelen, 1949).



## 2.2 Geomorfologi Daerah Penelitian

Pembahasan geomorfologi daerah penelitian membahas mengenai geomorfologi Daerah Atoga Kabupaten Bolaang Mongondow Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Adapun pembahasan yang dimaksud meliputi pembagian satuan bentangalam, luas wilayah, relief, tingkat dan jenis pelapukan, tipe erosi, jenis gerakan tanah, kondisi *soil*, tata guna lahan, stadia daerah dan analisis sungai berupa jenis sungai, pola pengaliran sungai, klasifikasi sungai dan tipe genetik sungai. Pembahasan mengenai geomorfologi didasarkan pada gejala-gejala geomorfologi yang dijumpai di lapangan, interpretasi peta topografi, dan literatur- literatur terkait.

Dalam menganalisa keadaan geomorfologi suatu daerah penelitian, maka perlu diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan suatu bentangalam. Faktor tersebut diantaranya adalah proses geomorfologi, stadia dan jenis batuan penyusun daerah tersebut, serta struktur geologi (Thornbury, 1954).

### 2.2.1 Satuan Geomorfologi

Menurut Thornbury (1969), geomorfologi berasal dari bahasa Yunani dan terdiri dari tiga kata, yaitu *geo* yang berarti bumi, *morpho* yang berarti bentuk dan *logos* yang berarti ilmu. Sehingga geomorfologi berarti ilmu yang mempelajari bentuk bumi. Geomorfologi menurut Lobeck (1939) yang menyatakan bahwa geomorfologi atau studi tentang bentangalam, merupakan cabang geologi yang berkaitan dengan mineralogi, petrologi, paleontologi, stratigrafi serta struktur geologi dan geologi dinamik yang berkontribusi dalam pemahaman geomorfologi yang menyangkut tentang evolusi permukaan bumi. Berdasarkan dari defenisi-defenisi diatas maka dapat disimpulkan bahwa geomorfologi merupakan ilmu yang mempelajari bentuk- bentuk muka bumi yang merupakan gambaran dari hasil proses-proses geologi yang bekerja.

Proses geomorfologi merupakan perubahan-perubahan baik secara fisik maupun kimiawi yang dialami permukaan bumi. Penyebab dari proses perubahan dikenal sebagai agen geomorfologi, yang disebabkan oleh faktor tenaga n (endogen) dan tenaga asal luar (eksogen). Proses endogen ini meliputi ne, pembentukan pegunungan lipatan, patahan yang cenderung untuk



bersifat membangun (bersifat konstruktif), sedangkan proses eksogen meliputi erosi, abrasi, gerakan tanah, pelapukan (kimia, fisika, biologi), serta campur tangan manusia yang cenderung bersifat merusak (bersifat destruktif). Kenampakan bentangalam dari suatu daerah merupakan hasil akhir dari proses-proses geomorfologi yang bekerja (Thornbury, 1969).

Pembagian satuan geomorfologi secara umum dilakukan melalui tiga pendekatan yaitu pendekatan morfografi, morfometri dan morfogenetik (Van Zuidam, 1985). Pendekatan morfografi, mengelompokkan bentangalam berdasarkan pada bentuk bumi yang dijumpai dilapangan yakni bentuklahan perbukitan/punggungan, pegunungan, atau gunungapi, lembah dan dataran.

Pendekatan secara morfogenetik yaitu mengelompokkan bentangalam 17 berdasarkan pada proses/asal-usul terbentuknya permukaan bumi, seperti bentuklahan perbukitan/pegunungan, bentuklahan lembah atau bentuklahan pedataran. Proses yang berkembang terhadap pembentuk permukaan bumi tersebut yaitu proses eksogen dan proses endogen.

Pendekatan morfometri merupakan penilaian kuantitatif dari suatu bentuk lahan dan merupakan unsur geomorfologi pendukung yang sangat berarti terhadap morfografi dan morfogenetik. Penilaian kuantitatif terhadap bentuklahan memberikan penajaman tata nama bentuklahan dan akan sangat membantu terhadap analisis lahan untuk tujuan tertentu, seperti tingkat erosi, kestabilan lereng dan menentukan nilai dari kemiringan lereng tersebut.

Pembagian satuan geomorfologi, dilakukan sesuai dengan tujuan dari penggunaan dari informasi bentangalam itu sendiri, sehingga pembagian satuan geomorfologi tidak jarang hanya menggunakan satu pendekatan yaitu morfometri atau bahkan gabungan dua metode pendekatan, misalnya morfometri dan morfografi atau morfografi dan morfogenesis.

Berdasarkan pada tujuan akhir dari pengumpulan data geomorfologi yaitu mengetahui kondisi geomorfologi daerah penelitian, maka pengelompokan satuan bentangalam pada daerah penelitian menggunakan pendekatan morfografi fogenesis, karena proses geomorfologi yang berbeda menghasilkan lam yang berbeda pula, yang didasarkan atas karakteristik topografi yang



mengacu kepada tingkatan tertentu kondisi iklim yang membentuk topografi (Thornbury, 1969).

Berdasarkan pendekatan diatas maka daerah penelitian dapat dibagi menjadi dua satuan geomorfologi yaitu :

1. Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional
2. Satuan Geomorfologi Pegunungan Denudasional

### 2.2.1.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional

Satuan geomorfologi Perbukitan Denudasional menempati sekitar 78.20% dari seluruh daerah penelitian dengan luas 40.11 km<sup>2</sup>. Satuan bentangalam ini berada di bagian barat laut daerah penelitian. Secara umum kenampakan topografi dari satuan ini digambarkan oleh bentuk kontur yang agak rapat, dengan beda tinggi 200-500 meter diatas permukaan laut, bentuk puncak cembung (tumpul) dengan lembah berbentuk huruf “U”, sebagai akibat dari proses denudasional (**Gambar 3**).



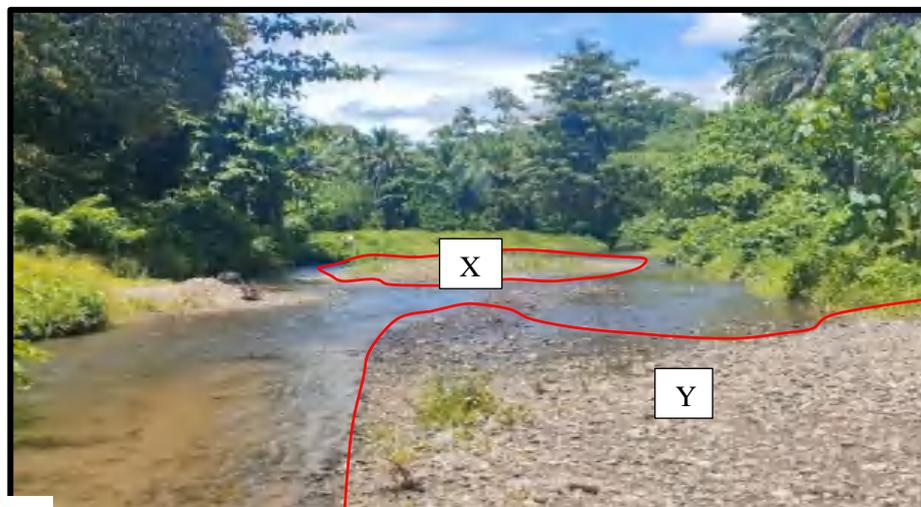
**Gambar 3** Satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional dengan arah foto N 321°E



Berdasarkan pendekatan morfografi yaitu melalui pengamatan secara lapangan daerah ini memiliki kenampakan topografi yang berbukit, roses geomorfologi dominan yang bekerja pada satuan bentangalam ini proses pelapukan, erosi dan gerakan tanah. Jenis soil yang dijumpai adalah

residual soil yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan yang ada di bawah dan di sekitar soil tersebut. Warna soil umumnya merah kecokelatan.

Jenis erosi yang berkembang pada daerah penelitian berupa *Gully Erosion* (**Gambar 5**). *Gully Erosion* adalah erosi yang berbentuk alur yang lebih dari 50 cm dan belum mengalami pelebaran. Proses sedimentasi yang ada pada satuan bentangalam ini yaitu adanya endapan Sungai berupa *Channel Bar* (**Gambar 4**), dan *Point Bar* (**Gambar 4**). Adapun pelapukan kimia pada bentang alam ini di jumpai *spheroidal weathering* pada litologi Aglomerat dan Breksi Vulkanik. Spheroidal weathering menunjukkan hasil dari proses perombakan unsur kimia pada mineral-mineral yang tidak stabil di alam akan mengalami ikatan kimia baru, dengan demikian batuan batuan akan lebih muda mengalami pelapukan (**Gambar 7**). Tingkat pelapukan pada satuan ini adalah sedang - tinggi yang ditandai dengan dijumpainya soil dengan jenis residual soil berwarna kecokelatan yang memiliki ketebalan berkisar dua meter dan terbentuk dari hasil lapukan batuan dasar yang belum mengalami perpindahan secara signifikan. Pada daerah penelitian juga dijumpai Gerakan tanah berupa *Debris Slide*. (**Gambar 6**). Pemanfaatan lahan pada satuan morfologi ini sebagai daerah pemukiman warga, persawahan, dan perkebunan. Satuan morfologi ini mendukung di buatnya perkebunan di karenakan factor *soil* yang cukup tebal dan mudahnya pembuatan irigasi dari sungai (**Gambar 8**).



**Gambar 4** Kenampakan *Channel Bar* (X), dan *Point Bar* (Y) pada Sungai Atoga di stasiun 35 dengan arah foto N 263°E





**Gambar 5** Kenampakan Gully Erosion pada stasiun 43 dengan arah foto N 341°E



**Gambar 6** Kenampakan *Debris Slide* pada bentangalam Perbukitan Denudasional di stasiun 58 dengan arah foto N 351 °E





**Gambar 7** Pelapukan kimia *Spheroidal weathering* pada singkapan Breksi Vulkanik di stasiun 25 dengan arah foto N 98°E



**Gambar 8** Tataguna lahan perkebunan yang menempati satuan Geomorfologi Perbukitan Denudasional dengan arah foto N 173°E

### 2.2.1.2 Satuan Geomorfologi Pegunungan Denudasional

Satuan geomorfologi Pegunungan Denudasional menempati sekitar 21.80% dari seluruh daerah penelitian dengan luas 11,18 km<sup>2</sup>. Satuan bentangalam ini berada di bagian timur laut hingga barat daya daerah penelitian. Secara umum kan topografi dari satuan ini digambarkan oleh bentuk kontur yang agak ngan beda tinggi 200-500 meter diatas permukaan laut, bentuk puncak (tumpul) dengan lembah berbentuk huruf “U” (**Gambar 9**).



Jenis erosi yang berkembang pada daerah penelitian berupa *Rill Erosion*. *Rill Erosion* adalah erosi yang berbentuk alur yang disebabkan karena air. Aliran air di permukaan tanah terkumpul di permukaan tanah pada suatu tempat dan belum mengalami pelebaran (**Gambar 10**). Adapun pelapukan kimia pada bentang alam ini di jumpai *spheroidal weathering* pada litologi Andesit. Spheroidal weathering menunjukkan hasil dari proses perombakan unsur kimia pada mineral-mineral yang tidak stabil di alam akan mengalami ikatan kimia baru, dengan demikian batuan batuan akan lebih muda mengalami pelapukan (**Gambar 12**). Tingkat pelapukan pada satuan ini adalah sedang - tinggi yang ditandai dengan dijumpainya soil dengan jenis residual soil berwarna kecokelatan yang memiliki ketebalan berkisar dua meter dan terbentuk dari hasil lapukan batuan dasar yang belum mengalami perpindahan secara signifikan. Pada daerah penelitian juga dijumpai Gerakan tanah berupa *Debris Slide* (**Gambar 11**). Pemanfaatan lahan pada satuan morfologi ini sebagai daerah pemukiman warga, persawahan, dan perkebunan. Satuan morfologi ini mendukung di buatnya perkebunan di karenakan faktor *soil* yang cukup tebal dan mudahnya pembuatan irigasi dari sungai (**Gambar 13**).



**Gambar 9** Satuan Geomorfologi Pegunungan Denudasional dengan arah foto N 310°E





**Gambar 10** Kenampakan Rill Erosion pada Stasiun 14 dengan arah foto N 319°E



**Gambar 11** Kenampakan Debris Slide pada stasiun 03 dengan arah foto N 358°E





**Gambar 12** Kenampakan pelapukan kimia Sferoidal Weathering pada stasiun 19 di litologi Andesit dengan arah foto N 197°E



**Gambar 13** Tata gunalahan perkebunan pada Geomorfologi Pegunungan Denudasional dengan arah foto N 225°E

### 2.2.2 Sungai

Sungai adalah tempat air mengalir secara alamiah membentuk suatu pola dan jalur tertentu di permukaan (Thornburry, 1969). Pembahasan tentang sungai pada daerah penelitian meliputi pembahasan tentang klasifikasi sungai yang ada pada kandungan air yang mengalir pada tubuh sungai sepanjang waktu. Aliran sungai dikontrol oleh beberapa faktor seperti kemiringan lereng, kontrol 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.

### 2.2.2.1 Jenis Sungai

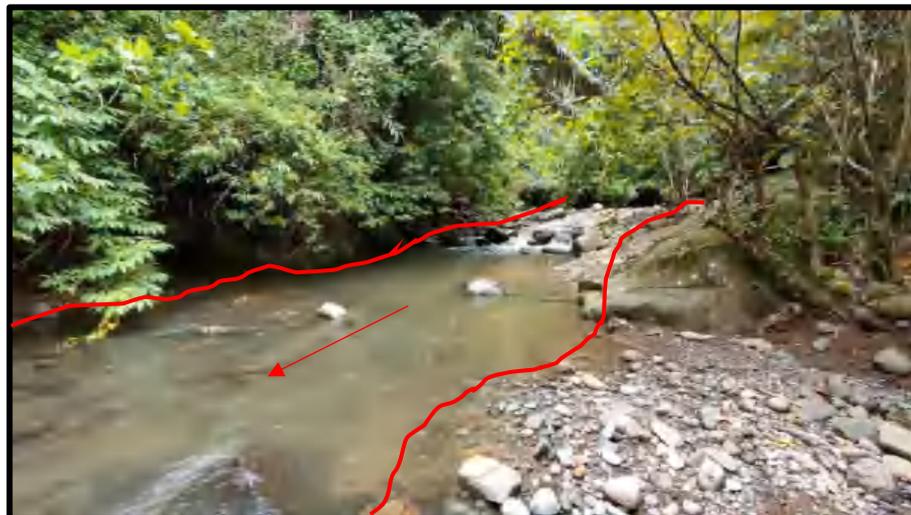
Sungai dapat diklasifikasikan menjadi beberapa bagian tergantung padadasar pembagiannya. Berdasarkan sifat alirannya sungai dikelompokkan menjadidua yaitu sungai internal dan sungai eksternal. Sungai internal adalah sungai yangalirannya berasal dari bawah permukaan seperti terdapat pada daerah karst, 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 sungai, jenis sungai dibagi menjadi tiga yaitu sungai permanen/normal/perennial, sungai periodik/intermitten, dan sungai episodik/ephermal. Sungai permanen adalah sungai yang debit airnya tetap/normal sepanjang tahun; sungai periodik adalah sungai yang kandunganairnya tergantung pada musim, dimana pada musim hujan debit airnya menjadi besar dan pada musim kemarau debit airnya menjadi kecil; sedangkan sungaiepisodik 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 periodik, sungai yang volume airnya tergantung pada musim, dimana pada musim hujan debit alirannya menjadi besar dan pada musim kemarau debit alirannya menjadi kecil. Sungai periodik berkembang pada anak sungai Dogan (**Gambar 14**), dan (**Gambar 15**).





**Gambar 14** Kenampakan jenis sungai periodik pada Sungai Dogan dengan arah foto N 341°E



**Gambar 15** Kenampakan jenis Sungai periodik pada Sungai Dogan dengan arah foto N 325 °E

#### 2.2.2.2 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). Perkembangan pola aliran sungai pada daerah ini dikontrol oleh faktor-faktor seperti kemiringan lereng, kontrol struktur, dan morfologi dari suatu cekungan pola aliran sungai, vegetasi dan kondisi

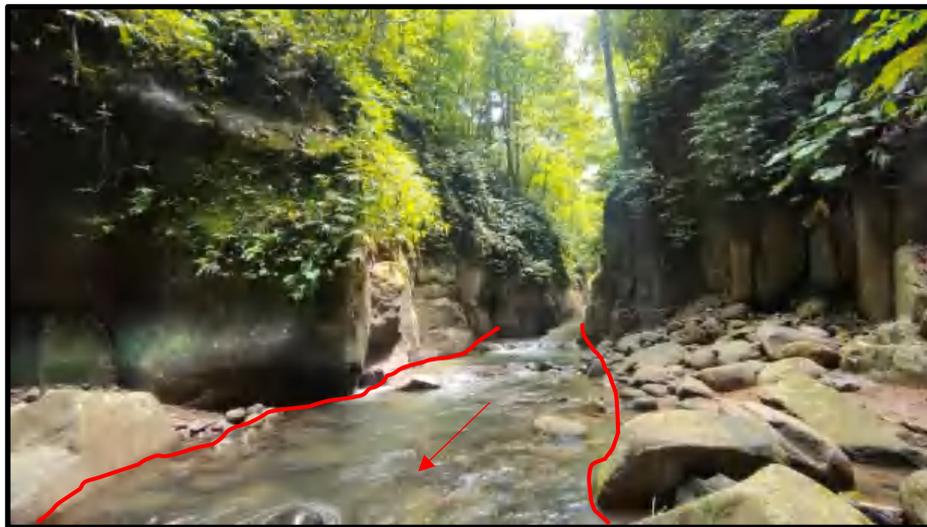




### 2.2.2.3 Tipe Genetik Sungai

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 pada suatu daerah diakibatkan oleh adanya perubahan bentuk permukaan bumi karena adanya pengaruh dari gaya-gaya yang bekerja dari dalam bumi (gaya endogen). Perubahan-perubahan yang terjadi pada struktur batuan dapat menyebabkan perubahan arah aliran sungai, hal ini diakibatkan oleh kemiringan lapisan batuan dapat pula menyebabkan perubahan pada pola saluran sungai.

1. **Konsekuen** merupakan tipe genetik sungai yang aliran sungai searah dengan kemiringan batuan (**Gambar 19**).
2. **Subsekuen** merupakan tipe genetik sungai yang searah dengan arah penyebaran batuan (**Gambar 18**).
3. **Insekuen** merupakan tipe genetik sungai yang tidak dipengaruhi dengan kedudukan batuan biasanya terjadi pada batuan beku. (**Gambar 17**).



**Gambar 17** Kenampakan tipe genetik Sungai Insekuen pada Sungai Dogan. Difoto ke arah N 356°E pada daerah Atoga.





**Gambar 18** Kenampakan tipe genetik Subsekuen pada Sungai Dogan di daerah Atoga, dengan kedudukan batuan  $N 40^{\circ}E/30^{\circ}$  difoto kearah  $N 227^{\circ}E$  pada stasiun 20.



**Gambar 19** Kenampakan tipe genetik Konsekuen pada Sungai Dogan di daerah Atoga, dengan kedudukan batuan  $N 40^{\circ}E/30^{\circ}$  difoto kearah  $N 227^{\circ}E$  pada stasiun 20.



#### 2.2.2.4 Stadia Sungai

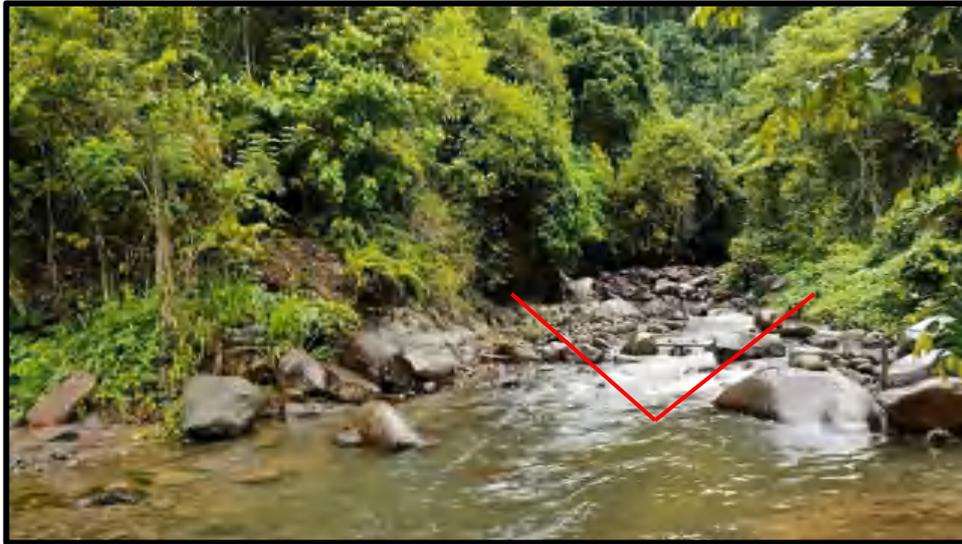
Penentuan stadia sungai didasarkan pada kenampakan profil lembah sungai, pola aliran sungai, jenis erosi, dan sedimentasi yang bekerja sepanjang sungai. Setiap stadia sungai memiliki ciri dan karakteristik tersendiri. Lobeck (1939) telah menguraikan karakteristik tersebut secara terperinci.

Sungai stadia muda memiliki ciri-ciri sebagai berikut; gradien sungai cukup curam, cukup untuk membawa endapan dari anak-anak sungainya, biasanya mengalir pada lembah yang sempit, dinding lembahnya memiliki slope yang curam akibat rendahnya tingkat pelapukan yang terjadi, tidak dijumpai adanya flood plain dan natural levee, arus yang mengalir biasanya kuat, kadang-kadang dijumpai potholes dan rock channels pada dasar sungainya, biasanya dijumpai air terjun.

Sungai dewasa memiliki ciri-ciri sebagai berikut; dasar lembahnya telah melebar akibat erosi lateral yang terjadi, dijumpai adanya flood plain dan natural levee, terjadi penurunan slope akibat pelapukan yang terjadi pada dinding lembah, sungai stadia ini memiliki arus yang lemah yang biasanya mengandung air berlumpur, lebar lembah sama atau lebih lebar daripada meander belt, sedikit dijumpai singkapan akibat ditutupi oleh endapan soil, tidak dijumpai air terjun. Sungai stadia tua tidak memiliki perbedaan yang spesifik dengan stadia sungai dewasa, hanya saja sungai tua telah mengalami peningkatan dari sungai dewasa, yaitu peningkatan erosi dan sedimentasi, juga dijumpai adanya oxbow lake pada sungai stadia tua.

Pada umumnya, sungai yang terdapat di daerah penelitian memiliki penampang sungai berbentuk “V”. Proses pengendapan intensif yang terjadi seiring dengan melemahnya arus sungai dan membentuk endapan-endapan di sungai berupamaterial yang berukuran lempung hingga kerakal. Berdasarkan parameter di atas, stadia sungai pada daerah penelitian ialah muda menjelang dewasa. (**Gambar 20**).





**Gambar 20** Kenampakan Sungai Atoga dengan penampang Sungai berbentuk “V”.

### 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 dari saat terangkatnya sampai terjadi perataan bentang alam (Thornbury, 1954).

Pada daerah penelitian tingkat siklus erosi yang telah terjadi dapat diamati pada proses pengikisan lembah-lembah sungai yang menghasilkan profil sungai, bentuk-bentuk hasil proses erosi dan sedimentasi daerah disekitar sungai serta kenampakan bentuk-bentuk puncak bukit.

Morfologi pada daerah penelitian umumnya berupa perbukitan dengan kenampakan bentuk lembah secara umum berbentuk “U” dengan bentuk puncak yang relatif tumpul. Tingkat erosi sedang hingga tinggi, dengan tipe erosi yang

dijumpai berupa rill erosion dan gully erosion. Hasil sedimentasi di sekitar sungai umumnya lebih didominasi oleh material berupa endapan berukuran lempung- pasir yang merupakan material-material sedimen yang dijumpai di aliran sungai membentuk point bar.

Ketersediaan vegetasinya relatif sedang – tinggi untuk setiap lembah, sebagian banyak dimanfaatkan penduduk seperti perkebunan, serta



sebagai pemukiman. Struktur geologi yang terjadi pada daerah penelitian yaitu berupa kekar dan sesar, dimana kontrol struktur geologi turut membantu dalam pembentukan satuan bentangalam pada daerah penelitian.

Berdasarkan analisis terhadap dominasi dari persentase penyebaran karakteristik atau ciri-ciri bentukan alam yang dijumpai dilapangan, maka stadia daerah penelitian muda menjelang dewasa.

