

**SKRIPSI**

**GEOKIMIA BATUAN VULKANIK LOMPOBATTANG DAERAH  
SIMOKO KECAMATAN TOMPOBULU KABUPATEN  
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**WILLYAM GERY MELLOLO**

**D61115501**



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

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**GEOKIMIA BATUAN VULKANIK LOMPOBATTANG DAERAH  
SIMOKO KECAMATAN TOMPOBULU KABUPATEN  
PROVINSI SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan diajukan oleh :**

**WILLYAM GERY MELLOLO  
D61115501**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 3 Maret 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama



Ir. Agustinus Tupenalay, M.Si  
NIP. 19580810 198703 1 006

Pembimbing Pendamping,



Dr. Adi Tonggiroh, S.T, M.T  
NIP. 19650928 200003 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Asri Jaya, HS, S.T., M.T  
NIP. 19690924 199802 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Willyam Gery Mellolo  
NIM : D61115501  
Program Studi : Teknik Geologi  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul

GEOKIMIA BATUAN VULKANIK LOMPOBATTANG DAERAH  
SIMOKO KECAMATAN TOMPOBULU KABUPATEN  
PROVINSI SULAWESI SELATAN

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

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

Makassar, 5 Maret 2021

Yang Menyatakan



Willyam Gery Mellolo

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur patut dipanjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya lah, sehingga penyusunan proposal skripsi dengan judul **“Geokimia Batuan Vulkanik Lompobattang Daerah Simoko Kecamatan Tompobulu Kabupaten Bantaeng, Sulawesi Selatan”**.

Pada kesempatan ini penulis tidak lupa menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu penulis dalam menyusun skripsi ini, antara lain :

1. Bapak Ir. Agustinus Tupenalay, M.Si dan Bapak Dr. Adi Toggiroh, S.T., M.T selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II pada tugas akhir ini yang selalu meluangkan waktu dan mencurahkan ilmu yang tak terukur kepada penulis.
2. Bapak Dr. Eng. Asri Jaya HS., ST. MT sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dr. Ir. Musri Ma'waleda, M.T sebagai Penasehat Akademik atas segala bimbingannya selama ini.
4. Bapak Dr. Ir. Kaharuddin, MS dan Bapak Dr. Sultan, S.T., M.T sebagai penguji atas segala bimbingannya selama ini.
5. Bapak dan Ibu dosen Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang telah memberikan bimbingannya.
6. Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
7. Keluarga tercinta khususnya kedua orang tua saya yang telah banyak memberikan bantuan baik itu moril maupun materi

8. Saudara dan saudari Nooraliza Rande Bua, S.T, atas bantuannya selama pengelolaan dan penyusunan laporan penelitian.
9. Rekan-rekan seangkatan Teknik Geologi Universitas Hasanuddin angkatan 2015 (AGATE). Terima kasih atas segala suka, duka, semangat dan kekeluargaannya selama studi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuan dan dorongan yang diberikan selama ini.

Semoga Tuhan selalu memberikan rahmat dan berkat-Nya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan laporan dan semoga amal baik tersebut mendapatkan imbalan dari-Nya.

Penulis mengharapkan adanya saran dan kritik dari pembaca yang bersifat membangun demi perbaikan skripsi ini. Segala kesalahan serta kekeliruan yang ada tidak luput dari keterbatasan penulis sebagai manusia biasa yang memiliki banyak kekurangan.

Akhir kata, Semoga laporan pemetaan ini dapat memberikan manfaat bagi yang membacanya

Makassar, Februari 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>SARI</b> .....	iv
<b>ABSTRACK</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR FOTO</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Letak, Waktu dan Kesampaian Daerah.....	3
1.5 Alat dan Bahan.....	4
1.6 Peneliti terdahulu.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Geologi Regional.....	7
2.2 Geologi Daerah Penelitian.....	10
2.2.1 Geomorfologi Daerah Penelitian.....	10
2.2.2 Stratigrafi Daerah Penelitian.....	13
2.2.2.1 Satuan Basalt.....	14
2.2.2.2 Satuan Tufa.....	16
2.2.3 Struktur Daerah Penelitian.....	18
2.3 Geokimia Batuan Gunung Api.....	20
2.3.1 Magma.....	20
2.3.2 Sifat Kimiawi Magma.....	22
2.3.3 Hubungan Gunung Api, Tataan Tektonik, dan Komposisi Magma.....	23
2.3.4 Penamaan Batuan Gunung Api.....	27
2.3.4.1 Lava Koheren.....	27
2.3.4.2 Batuan Klastika Gunung Api.....	32
2.4 X-Ray Diffraction (XRD) dan X-Ray Fluorescence (XRF).....	33
<b>BAB III METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN</b> .....	<b>37</b>
3.1 Metode Penelitian.....	37
3.2 Tahapan Penelitian.....	37
3.2.1 Penelitian Lapangan.....	38
3.2.2 Analisa Laboratorium.....	38
3.2.3 Pengolahan Data.....	39
3.3 Tahap Penyusunan Laporan.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>42</b>

4.1	Kenampakan Lapangan.....	42
4.1.1	Basalt.....	42
4.1.2	Tufa.....	43
4.2	Petrografi.....	44
4.3	Geokimia Batuan Basalt dan Tufa.....	46
4.3.1	Unsur Utama dan Komposisi Kimia.....	46
4.3.1.1	Klasifikasi Afinitas Magma ( $K_2O$ VS $SiO_2$ ).....	48
4.3.1.2	Klasifikasi Penentuan Asal Magma.....	50
4.3.1.3	Kedalaman Magma Asal.....	51
4.4	Petrogenesis.....	52
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>55</b>
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>56</b>
<b>LAMPIRAN :</b>		
1. Deskripsi petrografi		
2. Hasil analisis kimia Laboratorium XRD dan XRF Departemen Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.		

#### **LAMPIRAN LEPAS**

1. Peta Stasiun Pengamatan
2. Peta Geologi

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1	Peta Tunjuk Lokasi Penelitian (Bakosurtanal, 2013)..... 4
2.1	Peta Geologi Regional Daerah Penelitian (Rab Sukamto, 1982) 8
2.2	Pembentukan magma dan gunung api di zona penujaman (Tatsumi dkk., 1983)..... 21
2.3	enampang Pemunculang Gunung Api Berdasarkan Teori Tektonik Lempeng (Decker dan Decker, 1981)..... 23
2.4	Pergerakan Lempeng Kerak Bumi Berdasarkan Konsep Tektonik Lempeng (Dewey, 1972)..... 24
2.5	Berbagai Bentuk Gunung Api Menurut Simkin dan Siebert (1992))..... 26
2.6	Mekanisme Pembentukan Seruakan Piroklastika (Cas dan Wright, 1987)..... 33
3.1	Diagram Alir Metode dan Tahapan Penelitian..... 31
4.1	<i>Plotting</i> pada klasifikasi afinitas magma berdasarkan perbandingan $K_2O$ dan $SiO_2$ (Peccerillo dan Taylor, 1976)..... 49
4.2	<i>Plotting</i> pada klasifikasi Penentuan asal magma berdasarkan perbandingan $K_2O$ , $TiO_2$ , dan $P_2O_5$ (Pearce, 1977)..... 50
4.3	Plototing hasil perhitungan kedalaman sumber magma pada zona Benioff..... 52
4.4	Karakteristik seri magma yang berasosiasi dengan tatanan tektonik gunungapi (Wilson, 1979)..... 54



## DAFTAR FOTO

<b>Foto</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Satuan bentangalam perbukitan vulkanik dengan bentuk puncak tumpul “X” dan runcing “Y” difoto dengan arah N 280°.....	11
2.2	Kenampakan pelapukan biologi yang di sebabkan oleh tumbuhan yang tumbuh di singkapan batuan .....	12
2.3	Kenampakan singkapan Basalt pada stasiun 2. Difoto ke arah N130°E.....	15
2.4	Kenampakan Petrografi dari Litologi Basalt .....	16
2.5	Kenampakan singkapan tufa pada stasiun 3. Difoto ke arah N170°E.....	17
2.6	Kenampakan Petrografi dari Litologi Tufa.....	18
2.7	Kekar sistematik pada Litologi Basalt stasiun 2 di Air terjun simoko difoto ke arah N170°E.....	19
2.8	Alat analisis X-Ray Diffraction.....	35
2.9	Alat analisis X-Ray Fluorescence.....	36
4.1	Kenampakan lapangan Litologi Basalt dengan stasiun 2 di foto ke arah N130°E.....	43
4.2	Kenampakan lapangan Litologi Tufa pada stasiun 3 di foto ke arah N130°E.....	44
4.3	Kenampakan Petrografi Basalt.....	45
4.4	Kenampakan Petrografi dari Litologi Tufa.....	45

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
2.1	Klasifikasi Nama Lava Koheren Secara Deskriptif Megaskopis...	28
2.2	Klasifikasi Penamaan Batuan Koheren Lava Berdasarkan Presentase berat SiO <sub>2</sub> .....	29
2.3	Komposisi Kimia Oksida Batuan Beku. LOI= loss on ignition (habis dibakar) Fe <sub>2</sub> O <sub>2</sub> = Total Oksida Besi (FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ).....	30
2.4	Komposisi Kimia Oksida Utama Batuan Beku Setelah dinormalisir 100% tanpa volatil dan LOI.....	31
2.5	Komposisi Kimia Oksida Utama dan Pumis (Batuapung) Setelah dinormalisir 100% tanpa Volatil dan LOI.....	31
4.1	Deskripsi petrografis contoh batuan pada daerah penelitian.....	46
4.2	Hasil analisis data XRD (X-Ray diffraction) dengan menggunakan software Math dalam menentukan jenis dan komposisi mineral.....	47
4.3	Hasil analisis XRF (X-ray Fluorescence).....	48
4.4	Kedalaman magma asal berdasarkan teori Zona beniof (Hutchinson, 1975).....	53

## SARI

Secara Administratif daerah penelitian terletak di daerah Simoko Kecamatan Tompobulu Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan. Secara astronomis daerah penelitian terletak pada  $120^{\circ}0'30''$ – $120^{\circ}2'00''$  Bujur Timur dan  $05^{\circ}29'00''$ – $05^{\circ}27'00''$  Lintang Selatan dengan luas wilayah 17,05 Km<sup>2</sup>.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis batuan vulkanik, kandungan unsur kimia batuan basal dan tufa, dan petrogenesis daerah penelitian dengan menggunakan metode analisis X-ray diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence dan analisis petrografi.

Berdasarkan analisis petrografi maka batuan vulkanik daerah penelitian adalah batuan beku vulkanik (lava) yaitu Basalt dan vitric, berdasarkan kandungan unsur kimia batuan dalam plotting SiO<sub>2</sub> vs K<sub>2</sub>O ditemukan bahwa magma daerah penelitian merupakan seri High K Calc-Alkaline yang erat hubungannya dengan asal magma yang berasal dari kerak continent, dan kedalaman magma daerah penelitian  $\pm 203,25 - 220,60$  km dibawah permukaan bumi melalui perhitungan rumus presentase SiO<sub>2</sub> dan K<sub>2</sub>O, berdasarkan karakteristik kimia dan petrografi maka dapat diinterpretasikan bahwa batuan didaerah penelitian merupakan batuan beku vulkanik (lava) yang dicirikan tekstur dari batuan dan strukturnya

Kata kunci: Simoko, Batuan Vulkanik, analisis *X-ray diffraction (XRD)*, *X-Ray Fluorescence*, *high k calc alkaline*.

## **ABSTRACT**

*Administratively, the research area is located in simoko area of Tompobulu District Bantaeng Regency, South Sulawesi Province. Astronomically the research area is located at 120°0'30"–120°2'00" East Longitude and 05°29'00"–05°27'00" South Latitude with an area of 17.05 Km<sup>2</sup>.*

*The purpose of this study was to find out the type of volcanic rock, the chemical element content of basalt and tufa rocks, and petrogenesis research area using X-ray diffraction (XRD), X-Ray Fluorescence and petrography analysis methods.*

*Based on the results of petrography analysis, the volcanic rocks of the research area are volcanic igneous rocks (lava) namely Basalt and Vitric, based on the chemical element content of rocks in plotting SiO<sub>2</sub> vs K<sub>2</sub>O found that magma research area is a series of High K Calc-Alkaline that is closely related to the origin of magma derived from the crust of the continent, and the depth of magma research area ±203.25 - 220.60 km below the earth's surface through the calculation of the percentage formula SiO<sub>2</sub> and K<sub>2</sub>O , based on chemical characteristics and petrography, it can be interpreted that the rocks in the research area are volcanic igneous rocks (lava) characterized by the texture of the rocks and their structure*

*Keywords: Simoko, Volcanic Rocks, X-ray diffraction (XRD) analysis, X-Ray Fluorescence, high k calc alkaline.*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia memiliki sebaran gunung api aktif dan gunung api purba. Gunung api purba adalah gunung api yang pernah aktif pada masa lampau, tetapi sekarang ini sudah mati dan bahkan sudah terkikis sangat lanjut sehingga penampakan fisik tubuhnya sudah tidak sejelas gunung api aktif masa kini, bahkan sebagian sisa tubuhnya sudah ditutupi oleh batuan yang lebih muda (Bronto,2006). Salah satu gunungapi purba yang ada di Indonesia khususnya di Sulawesi Selatan adalah gunungapi Lompobattang yang terletak di Kabupaten Bantaeg dan sekitarnya.

Aktivitas gunungapi Lompobattang masih berlangsung sampai dengan Kala Plistosen, menghasilkan batuan gunungapi Lompobattang. Berhentinya kegiatan magma pada akhir Plistosen, diikuti oleh suatu tektonik yang menghasilkan sesar-sesaren echelon (merencong) yang melalui gunung Lompobattang berarah Utara – Selatan. Sesar-sesaren echelon mungkin akibat dari suatu gerakan mendatar dekstral daripada batuan alas di bawah Lembar Walanae. Sejak Kala Pliosen pesisir barat ujung Lengan Sulawesi Selatan ini merupakan dataran stabil, yang pada Kala Holosen hanya terjadi endapan alluvium dan rawa-rawa (Sukanto 1982).

Analisis tentang geokimia merupakan suatu kegiatan penelitian untuk mengetahui sifat maupun unsur kimia yang terkandung pada suatu batuan. Adapun penelitian ini dilakukan dengan menerapkan metode analisis mineral *X-ray diffraction* (XRD) untuk mengetahui komposisi mineral batuan dan *X-Ray Fluorescence spectrometry* (XRF). Metode ini umum diterapkan karena mampu

mengukur komposisi kimia hingga ke level konsentrasi yang sangat kecil, yaitu hingga level ppm (*part per million*). Untuk mengetahui kandungan unsur kimia, batuan Basalt dan Tufa perlu dilakukan suatu penelitian dengan analisis petrografi dan geokimia. Beberapa hal diatas merupakan faktor yang melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian tersebut.

## **1.2 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan studi geokimia batuan Gunungapi Ilopobatang daerah Simoko, Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan.

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik unsur major pada batuan vulkanik Ilopobatang pada daerah penelitian.
2. Mengetahui petrogenesi batuan vulkanik pada daerah penelitian.

## **1.3 Batasan Masalah**

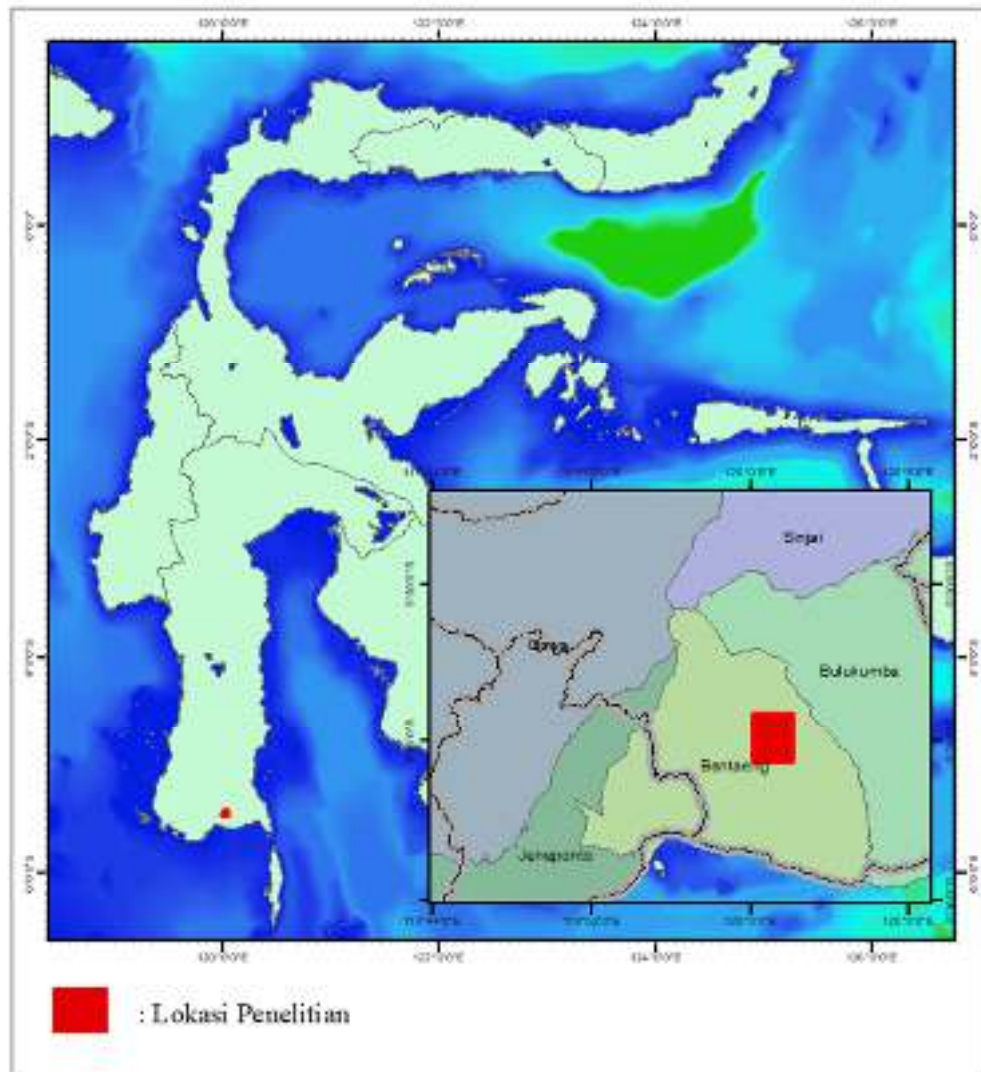
Untuk mencapai tujuan dari penelitian maka dilakukan penelitian ilmiah yang sistematis dan terencana dengan batasan penelitian sebagai berikut :

1. Survey dan pengambilan sampel batuan dan data geologi dilapangan.
2. Analisis laboratorium meliputi analisis petrografi, analisis geokimia batuan dengan metode *X-ray diffraction* (XRD) dan *X-Ray Fluorescence spectrometry* (XRF)
3. Informasi mengenai genesa batuan vulkanik pada daerah penelitian didasarkan pada kandungan unsur mayor dan analisa petrografi.

#### **1.4 Letak, Waktu dan Kesampaian Daerah**

Secara Administratif daerah penelitian termasuk dalam Wilayah Kecamatan Tompobulu Kabupaten Bantaeng Provinsi Sulawesi Selatan (gambar 1.1). Secara astronomis daerah penelitian terletak pada  $120^{\circ}0'30''$ – $120^{\circ}2'00''$  Bujur Timur dan  $05^{\circ}29'00''$ – $05^{\circ}27'00''$  Lintang Selatan. Daerah Penelitian terpetakan dalam peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 Lembar Tanetie nomor 2110-41 terbitan Bakosurtanal edisi I tahun 1991 (Cibinong Bogor). Luas daerah penelitian sekitar 17,05 Km<sup>2</sup>.

Penelitian lapangan dilakukan selama 1 minggu yakni pada tanggal 9-16 Juli 2020. Lokasi daerah penelitian ini dapat dicapai dengan menggunakan jalur darat dari Makassar dengan kendaraan roda empat maupun roda dua dengan waktu tempuh perjalanan  $\pm$  3 jam.



**Gambar 1.1** Peta Tunjuk Lokasi Penelitian (Bakosurtanal, 2013)

## 1.5 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang akan digunakan selama kegiatan penelitian ini terbagi dalam dua kategori yakni alat yang digunakan pada saat di lapangan dan alat yang digunakan pada saat analisa laboratorium dan pengolahan data:

Alat yang digunakan pada saat di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Peta Topografi bersekala 1 : 25.000 yang merupakan hasil perbesaran dari peta rupa bumi sekala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal Edisi I tahun 1991.



2. Global Positioning System (GPS tipe Garmin e-trex 10)
3. Software digitasi peta *Arc GIS 10.7*
4. Kompas geologi
5. Palu geologi
6. Loupe dengan pembesaran 10 x
7. Buku catatan lapangan
8. Kamera digital
9. Kantong sampel
10. Alat tulis menulis
11. Busur
12. Penggaris
13. Ransel lapangan (Daypack)
14. Perlengkapan pribadi

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

1. Mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi.
2. Sampel megaskopis berupa sampel untuk sayatan tipis dan analisis geokimia batuan
3. Alat tulis-menulis
4. Laptop
5. Foto sayatan tipis
6. Literatur

## 1.6 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 umum di Indonesia, termasuk Sulawesi Selatan.
- ✓ **Rab Sukamto (1975)**, penelitian pulau Sulawesi dan pulau-pulau yang ada disekitarnya dan membagi kedalam tiga mandala geologi.
- ✓ **Rab Sukamto (1975)**, penelitian perkembangan tektonik sulawesi dan sekitarnya yang merupakan sintesis yang berdasarkan tektonik lempeng.
- ✓ **Surono dkk (2013)**, melakukan pendekatan dengan membagi produk vulkanik/magmatik berdasarkan umurnya yaitu magmatisme pra-Tersier, magmatisme Paleogen, magmatisme Neogen dan magmatisme Kuartar.

## **BAB II**

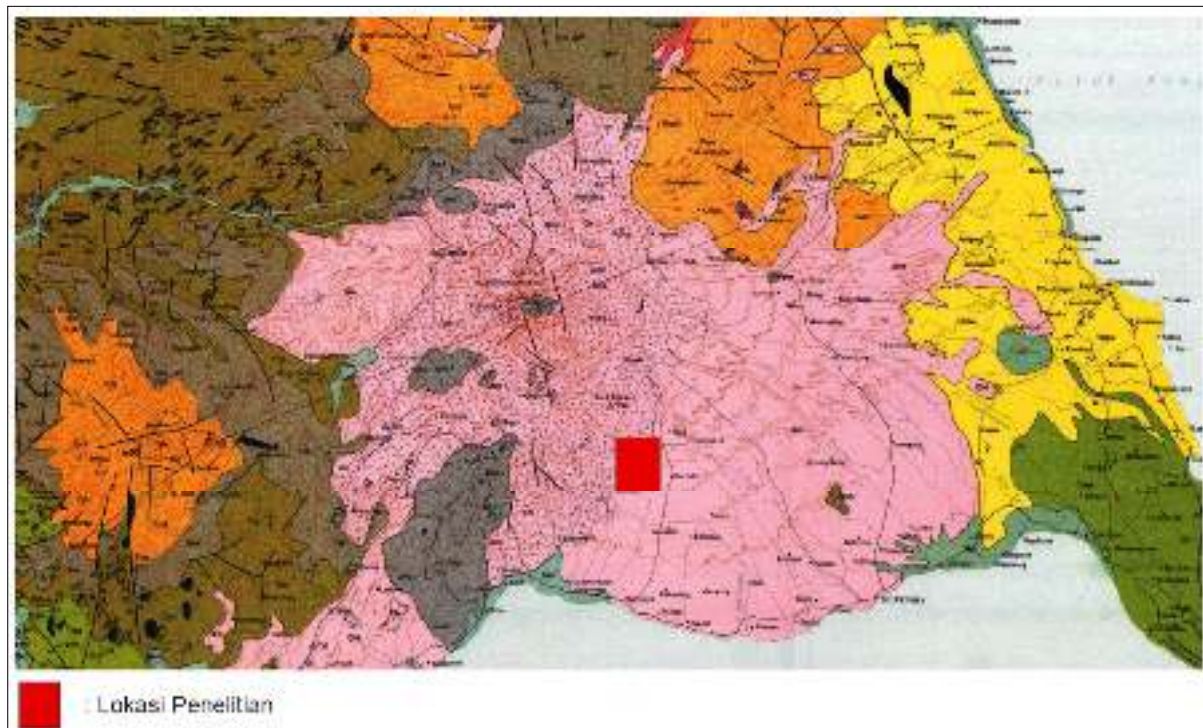
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional.**

Tinjauan mengenai geomorfologi regional yang meliputi daerah penelitian dan sekitarnya ditinjau dari bentuk morfologi yang menonjol di daerah lembar ini adalah kerucut gunungapi Lompobatang. yang menjulang mencapai ketinggian 2876 m di atas muka laut. Kerucut gunungapi dari kejauhan masih memperlihatkan bentuk aslinya. dan menempati lebih kurang 1/3 daerah lembar. Pada potret udara terlihat dengan jelas adanya beberapa kerucut parasit, yang kelihatannya lebih muda dan kerucut induknya bersebaran di sepanjang jalur utara- selatan melewati puncak G. Lompobatang. Kerucut gunungapi Lompobatang ini tersusun oleh batuan gunungapi berumur Plistosen. (Rab Sukamto, 1982)

Batuan tertua yang tersingkap di daerah ini adalah sedimen flysch Formasi Marada, berumur Kapur Atas. Asosiasi batumannya memberikan petunjuk suatu endapan lereng bawah laut, ketika Kegiatan magma berkembang menjadi suatu gunungapi pada waktu kira-kira 63 juta tahun, dan menghasilkan Batuan Gunungapi Terpropiltkan. (Rab Sukamto, 1982)

Lembah Walanae di lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat sebelah utaranya menerus ke Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, melalui Sinjai di pesisir timur Lembah ini memisahkan batuan berumur Eosen. yaitu sedimen klastika Formasi Salo Kalupang di sebelah timur dan sedimen karbonat Formasi Tonasa di sebelah baratnya. (Rab Sukamto, 1982)



**Gambar 2.1:** Peta Geologi Regional Daerah Penelitian. (Rab Sukamto, 1982)

Berdasarkan Peta Geologi Lembar UjungPandang, Benteng, dan Sinjai (Rab Sukamto, 1982) skala 1:250.000, daerah penelitian terletak pada bagian selatan Sulawesi selatan. Secara regional daerah penelitian termasuk dalam formasi Batuan gunung api Lompobattang (Qlv) yang terdiri dari batuan aglomerat, lava, breksi, endapan lahar dan tufa.

Struktur geologi Lembar UjungPandang, Benteng, dan Sinjai Batuan tertua yang tersingkap di daerah ini adalah sedimen flysch Formasi Marada, berumur Kapur Atas. Asosiasi batumannya memberikan petunjuk suatu endapan lereng bawah laut, ketika Kegiatan magma berkembang menjadi suatu gunungapi pada waktu kira-kira 63 juta tahun, dan menghasilkan Batuan Gunungapi Terpropilitkan.

Lembah Walanae di lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat sebelah utaranya menerus ke Lembar Ujung Pandang, Benteng dan Sinjai, melalui

Sinjai di pesisir timur Lembah ini memisahkan batuan berumur Eosen, yaitu sedimen klastika Formasi Salo Kalupang di sebelah timur dan sedimen karbonat Formasi Tonasa di sebelah baratnya.

Pada Kala Eosen daerah sebelah barat Lembah Walanae menapakkan suatu paparan laut dangkal, dan daerah sebelah timurnya merupakan suatu cekungan sedimentasi dekat daratan.

Paparan laut dangkal Eosen meluas hampir ke seluruh daerah lembar peta, yang buktinya ditunjukkan oleh sebaran Formasi Tonasa di sebelah barat Birru, sebelah timur Maros dan di sekitar Takalar. Endapan paparan berkembang selama Eosen sampai Miosen Tengah. Sedimentasi klastika di sebelah timur Lembah Walanae rupanya berhenti pada Akhir Oligosen, dan diikuti oleh kegiatan gunungapi yang menghasilkan Formasi Kalamiseng.

Akhir dari pada kegiatan gunungapi Eosen Awal diikuti oleh tektonik yang menyebabkan terjadinya pemulaan terban Walanae, yang kemudian menjadi cekungan di mana Formasi Walanae terbentuk. Peristiwa ini kemungkinan besar berlangsung sejak awal Miosen Tengah dan menurun perlahan selama sedimentasi sampai kala Pliosen.

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

Formasi Camba, dan selama Pliosen menghasilkan Batuan Gunungapi Baturape-Cindako.

Kelompok retas basal berbentuk radier memusat ke G. Cindako dan G. Baturape, terjadinya mungkin berhubungan dengan gerakan mengkubah pada kala Pliosen.

Kegiatan gunungapi di daerah ini masih berlangsung sampai dengan kala Plistosen, menghasilkan Batuan Gunungapi Lompobatang. Berhentinya kegiatan magma pada akhir Plistosen, diikuti oleh suatu tektonik yang menghasilkan sesar-sesar en echelon (merencong) yang melalui G. Lompobatang berarah utara-selatan. Sesar-sesar en echelon mungkin sebagai akibat dari suatu gerakan mendatar dekstral dari pada batuan alas di bawah Lembah Walanae. Sejak kala Pliosen pesisir- barat ujung lengan Sulawesi Selatan ini merupakan dataran stabil, yang pada kala Holosen hanya terjadi endapan aluvium dari rawa-rawa.

## **2.2 Geologi Daerah Penelitian.**

### **2.2.1 Geomorfologi Daerah Penelitian.**

Penamaan satuan geomorfologi daerah penelitian didasarkan pada pendekatan morfogenesis yaitu analisis perkembangan suatu bentuk lahan dan proses yang bekerja terhadapnya menurut Thornbury (1969) dan morfografi (bentuk topografi dilapangan). Berdasarkan kedua pendekatan diatas maka satuan bentangalam daerah penelitian yaitu Satuan Bentangalam Perbukitan Vulkanik.

Satuan bentangalam perbukitan Vulkanik menempati seluruh wilayah penelitian dengan luas  $\pm 17,05 \text{ km}^2$ .

Bentuk relief perbukitan pada daerah penelitian ditandai dengan dijumpainya lereng yang landai dengan tipe morfologi perbukitan, kenampakan bentuk puncak sebagian berbentuk runcing dan sebagian berbentuk tumpul (**Foto 2.1**) yang disusun oleh litologi berupa basalt, tufa, dan breksi vulkanik.



**Foto 2.1** Satuan bentangalam perbukitan vulkanik dengan bentuk puncak tumpul “X” dan runcing “Y” difoto dengan arah N 280°E

Pelapukan yang bekerja pada satuan bentangalam ini adalah pelapukan kimia dan biologi. Pelapukan kimia pada daerah penelitian ditandai dengan adanya perubahan warna pada batuan basalt yang semula berwarna abu-abu berubah menjadi berwarna kemerahan hingga kecoklatan pada litologi basalt. Selain itu pelapukan biologis juga terjadi oleh karena adanya pertumbuhan akar dan batang tumbuhan melalui retakan pada batuan (**Foto 2.2**).

Jenis erosi yang berkembang pada satuan morfologi ini yaitu jenis erosi alur (*rill erosion*) yang bekerja selama proses pembentukan morfologi pada daerah penelitian.



**Foto 2.2** Kenampakan pelapukan biologi yang disebabkan oleh tumbuhan yang tumbuh di singkapan batuan

Profil sungai pada daerah penelitian mempunyai profil “v” dengan menunjukkan dengan kenampakan lereng yang masi terjal dan belum adanya pengendapan di sekitaran sungai. Berdasarkan data–data di atas maka dapat disimpulkan bahwa stadia sungai pada daerah ini adalah muda.

Penentuan stadia suatu daerah harus memperhatikan hasil kerja proses–proses geomorfologi yang diamati pada bentuk–bentuk permukaan bumi yang dihasilkan dan didasarkan pada siklus erosi dan pelapukan yang bekerja pada suatu



daerah mulai saat terangkatnya sampai terjadi perataan morfologi (Thornbury, 1969).

Tingkat erosi pada daerah penelitian dapat diketahui dari bentuk penampang melintang dari lembah sungainya, dimana profil sungai menyerupai huruf “V” dan curamnya lereng di sekitar sungai. Belum adanya pengikisan lembah–lembah sungai, dan belum terdapatnya endapan di sekitar sungai. Berdasarkan analisis morfografi dan morfogenesis yang dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa stadia daerah penelitian adalah stadia Muda.

### **2.2.2 Stratigrafi Daerah Penelitian**

Pengelompokan dan penamaan satuan batuan pada daerah penelitian didasarkan atas litostratigrafi tidak resmi dan litodemik dengan bersandikan pada ciri-ciri batuan, dominasi batuan, keseragaman gejala batuan, dan hubungan stratigrafi, sehingga dapat dibandingkan baik secara vertikal maupun lateral dan dapat dipetakan dalam skala 1 : 25.000 (Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996).

Berdasarkan pengamatan di lapangan dan analisis petrografi, secara umum daerah penelitian tersusun atas batuan beku dan piroklastik. Terdapat dua satuan batuan yang akan diuraikan secara berurutan:

1. Satuan Basal
2. Satuan Tufa

#### **2.2.2.1 Satuan Basal**

Penamaan satuan batuan ini dilakukan secara megaskopis dan mikroskopis, yaitu penamaan yang ditentukan berdasarkan ciri fisik batuan yang bisa teramati

secara langsung kasat mata dan dilihat dari mineral penyusun batuan serta penamaan batuan secara petrografis. Berdasarkan hal tersebut maka satuan ini dinamakan satuan basalt.

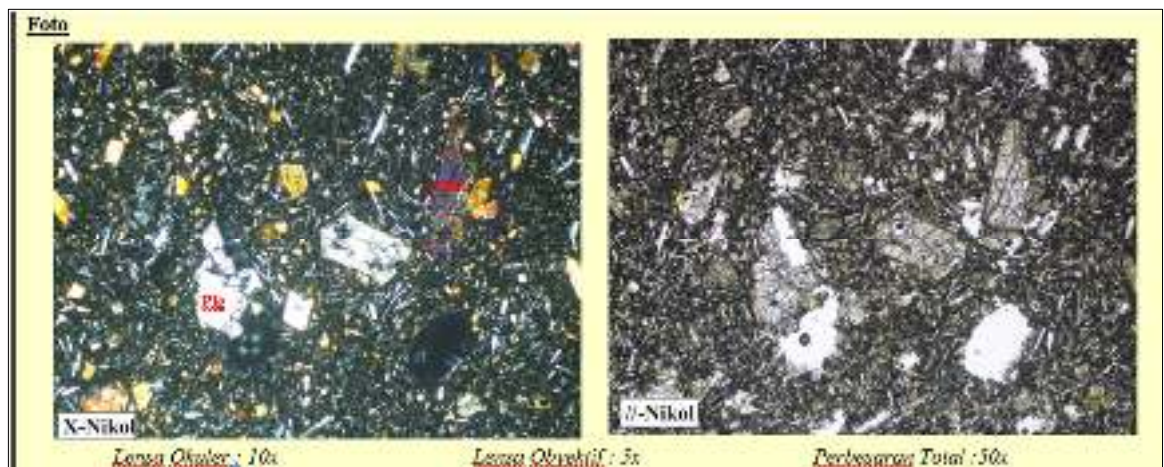
Satuan ini menempati sekitar 34% dari luas keseluruhan daerah penelitian atau sekitar 5,8 km<sup>2</sup>. Satuan ini terletak dibagian utara daerah penelitian yang meliputi daerah Tompobulu, dan Erenmerasa. Satuan Basalt beranggotakan Breksi dan tufa

Kenampakan lapangan (megaskopis) dari basalt dalam keadaan segar berwarna abu-abu kehitaman, dalam keadaan lapuk berwarna kecoklatan dengan tekstur kristalinitas hipokristalin, granularitas porfiroafanitik, bentuk anhedral - euhedral, relasi equigranular struktur massive komposisi mineral umumnya piroksin, kuarsa, dan hornblende, pada daerah sekitar air terjun simoko (**Foto 2.3**) dengan nama batuan **Basalt** (Fenton, 1940).



**Foto 2.3** Kenampakan singkapan Basal pada stasiun 2. Difoto ke arah N130°E.

Kenampakan mikroskopis dari basalt diamati pada contoh sayatan ST. 2 memperlihatkan warna absorpsi tidak berwarna pada nikol sejajar, warna interferensi abu-abu hingga coklat pada nikol silang, kristalinitas hipokristalin, granularitas porfiroafanitik bentuk mineral subhedral-anhedral, fabrik equigranular, struktur masif, komposisi mineral Piroksen 35%, Plagioklas 15%, Massa dasar 60%, ukuran mineral antara 0,02–5 mm, (**Foto 2.4**). Berdasarkan analisis di atas, maka nama batuan adalah *Basalt Porfiri* (Travis, 1955)



**Foto 2.4** Kenampakan Petrografi dari Litologi Basalt

Penentuan umur dari satuan Basalt pada daerah penelitian menggunakan umur relatif yaitu kesebandingan litologi terhadap penelitian terdahulu. Menurut Sukanto (1982), Batuan gunung api lompobattang yang terdapat pada daerah penelitian berbentuk kerucut parasit memperlihatkan paling sedikit ada 2 perioda kegiatan erupsi, yaitu Qlvp 1 dan Qlvp 2. Di daerah sekitar pusat erupsi batuanannya terutama terdiri dari lava dan aglomerat (Qlv), dan di daerah yang agak jauh terdiri terutama dan breksi, endapan lahar dan tufa (Qlvb). Berdasarkan posisi stratigrafinya diperkirakan batuan gunungapi ini berumur Plistosen

#### **2.2.2.2 Satuan Tufa**

Penamaan satuan batuan ini dilakukan secara megaskopis dan mikroskopis, yaitu penamaan yang ditentukan berdasarkan ciri fisik batuan yang bisa teramati secara langsung kasat mata dan dilihat dari mineral penyusun batuan serta penamaan batuan secara petrografis. Berdasarkan hal tersebut maka satuan ini dinamakan satuan Tufa.

Satuan ini menempati sekitar 66% dari luas keseluruhan daerah penelitian atau sekitar 11,2 km<sup>2</sup>. Satuan ini terletak dibagian selatan daerah penelitian yang meliputi daerah Tompobulu dan Gantarang keke.

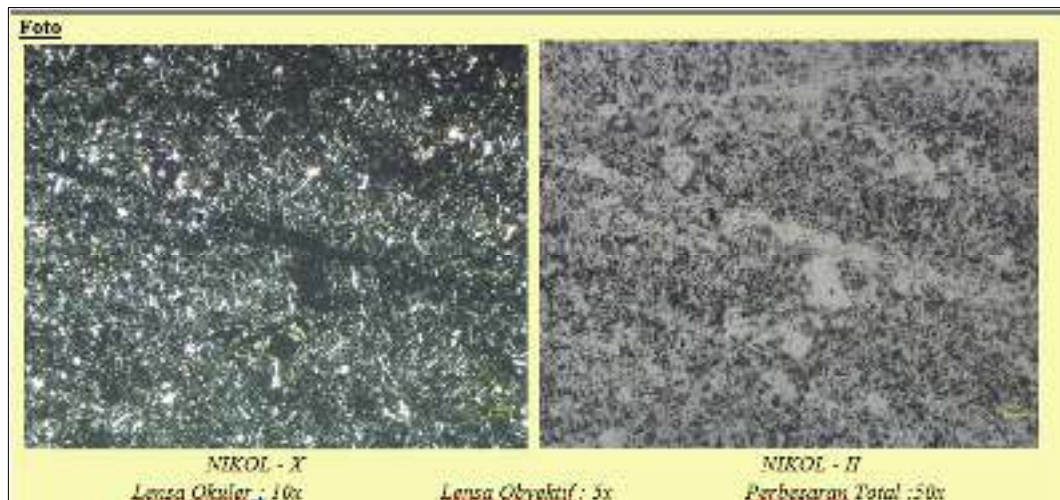
Kenampakan lapangan (megaskopis) dari litologi Tufa dalam keadaan segar berwarna coklat keabuan dan dalam keadaan lapuk berwarna abu-abu kecoklatan, tekstur klastik, struktur berlapis, ukuran butir pasir halus-kasar. pada daerah sekitar air terjun simoko (**Foto 2.5**) dengan nama batuan **Tufa** Wentworth (1922).



**Foto 2.5** Kenampakan singkapan tufa pada stasiun 3.  
Difoto ke arah N170°E

Kenampakan mikroskopis litologi tufa pada ST. 3 memperlihatkan warna absorpsi tidak berwarna pada nikol sejajar, warna interferensi abu-abu kehitaman pada nikol silang, bentuk material subrounded-rounded, komposisi material berupa Kuarsa 30%, Biotit 15 %, dan gelas vulkanik 55%, ukuran mineral 0,02-0,175 mm

(Foto 2.6). Berdasarkan sifat fisik dan komposisi mineralnya maka nama batumannya adalah *Vitric tuff* (Schmid, 1981).



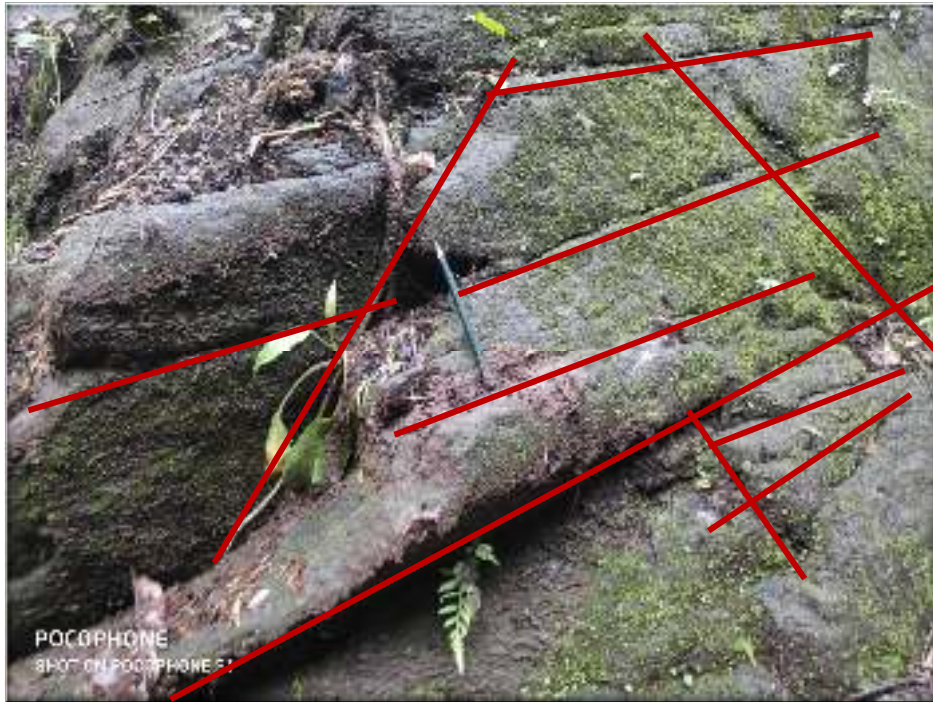
**Foto 2.6** Kenampakan Petrografi dari Litologi Tufa

Penentuan umur dari satuan Basalt pada daerah penelitian menggunakan umur relatif yaitu kesebandingan litologi terhadap penelitian terdahulu. Menurut Sukanto (1982), Batuan gunung api lompopattang yang terdapat pada daerah penelitian berbentuk kerucut parasit memperlihatkan paling sedikit ada 2 periode kegiatan erupsi, yaitu Qlvp 1 dan Qlvp 2. Di daerah sekitar pusat erupsi batumannya terutama terdiri dari lava dan aglomerat (Qlv), dan di daerah yang agak jauh terdiri terutama dan breksi, endapan lahar dan tufa (Qlvb). Berdasarkan posisi stratigrafinya diperkirakan batuan gunungapi ini berumur Plistosen.

### 2.2.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian sangat dipengaruhi oleh aktifitas tektonik yang bekerja di sekitar daerah penelitian. Berdasarkan pengamatan dilapangan maka diperoleh data penciri struktur geologi

seperti air terjun. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian berdasarkan penciri struktur yang dijumpai dilapangan adalah kekar.



**Foto 2.7** Kekar sistematis pada Litologi Basalt stasiun 2 difoto ke arah N170°E

Berhentinya kegiatan magma pada akhir Plistosen, diikuti oleh suatu tektonik yang menghasilkan sesar-sesar *en echelon* (merencong) yang melalui G. Lompobatang berarah utara-selatan. Sesar-sesar *en echelon* mungkin sebagai akibat dari suatu gerakan mendatar dekstral dari pada batuan alas di bawah Lembah Walanae. (Rab Sukamto, 1982) Pembentukan struktur geologi pada daerah penelitian sangat erat hubungannya dengan struktur regional. Gaya yang bekerja pada pembentukan struktur secara regional mengakibatkan gaya imbas yang menghasilkan arah gaya secara lokal sehingga menyebabkan terbentuknya struktur geologi pada daerah penelitian maka sesar yang terbentuk pada daerah penelitian adalah Sesar Geser Walanae yang sifatnya dekstral.

## 2.3 Geokimia Batuan Gunung Api

Gunung api merupakan 'jendela' keluar-nya magma dari dalam bumi (atau Sistem Solar) ke permukaan. Pernyataan itu dapat lebih ditegaskan lagi bahwa setiap magma yang keluar ke permukaan bumi atau Sistem Solar disebut gunung api. Untuk memberi-kan gambaran secara lebih lengkap dari pembentukan magma di bawah permukaan sampai dengan kemunculannya di permukaan.

### 2.3.1. Magma

Mengacu kepada para ahli geologi dan gunung api, beberapa definisi tentang magma dapat diuraikan sebagai berikut:

molten rock, whether it is still within the earth or has been ejected onto the sur-face (Macdonald, 1972). Magma adalah batuan kental pijar yang masih berada di dalam bumi atau yang sudah dilontarkan ke permukaan bumi.

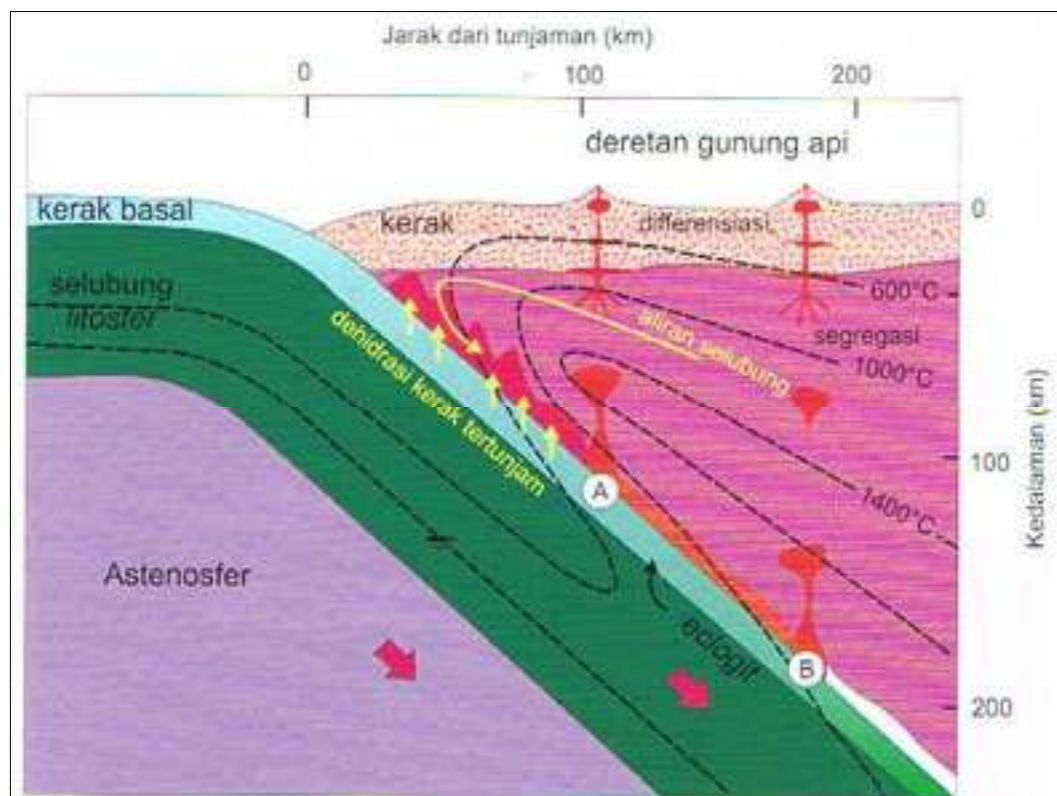
A completely or partly molten natural sub-stance which, on cooling, solidzjies as a crys-talline orglassy igneous rocks (Williams dan McBirney, 1979). Magma adalah suatu substansi d a m yang seluruhnya atau seba-gian berupa bahan kental pijar yang pada proses pendinginan akan membeku dan membentuk batuan beku yang tersusun oleh kristal atau gelas.

Cairan atau larutan silikat pijar yang terbentuk secara ilmiah, bersifat mudah bergerak (mobile), bersuhu antara 900 - 1.100" C, dan berasal atau terbentuk pada kerak bumi bagian bawah hingga selubung bumi bagian atas.

Berdasarkan pengertian kimia-fisika, magma adalah bahan yang mempunyai sistem berkomponen ganda (a multi componen system) yang terdiri



atas fase cair sebagai komponen utama, sejumlah kristal sebagai fase padat, dan fase gas pada kondisi tertentu.



**Gambar 2.2** Pembentukan magma dan gunung api di zona penunjaman (Tatsumi dkk., 1983)

Pendapat lama mengenai pembentukan magma sebagai hasil warisan panas bumi semula dan sebagai akibat adanya gradien geotermis sudah tidak diterima lagi oleh para ahli. Hal ini disebabkan pertama, bahwa pembentukan magma berasal dari batas antara selubung dan kerak bumi yang tidak berhubungan langsung dengan inti bumi. Kedua berdasarkan gradien geotermis terjadi kenaikan temperatur bumi sebanyak  $3^{\circ}$  untuk setiap penurunan kedalaman 100m. sehingga secara teori, inti bumi mempunyai temperatur  $193.060^{\circ}$  C. namun hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa temperatur di dalam inti bumi itu hanya berkisar antara  $3.500 - 4.000^{\circ}$  C .

Magma yang terbentuk sebagai hasil peleburan sebagian selubung bumi yang berkomposisi peridotit disebut magma primer. Magma primer ini pada umumnya sangat sulit untuk dapat keluar ke permukaan bumi tanpa mengalami perubahan komposisi. Magma primer juga disebut magma primitif karena selalu berkemposisi pikrit atau basal yang mengandung magnesium tinggi dan dicirikan oleh tingginya rasio  $Mg/(Mg + Fe)$ ,  $Ca/(Ca + Na + K)$ , serta banyak mengandung unsur nikel, kromit, dan unsur-unsur kompatibel lainnya. Namun tidak semua magma primitif adalah magma primer, karena sekali-pun hanya sedikit (the least fractionated) sudah mengalami perubahan komposisi sebagai akibat proses diferensiasi.

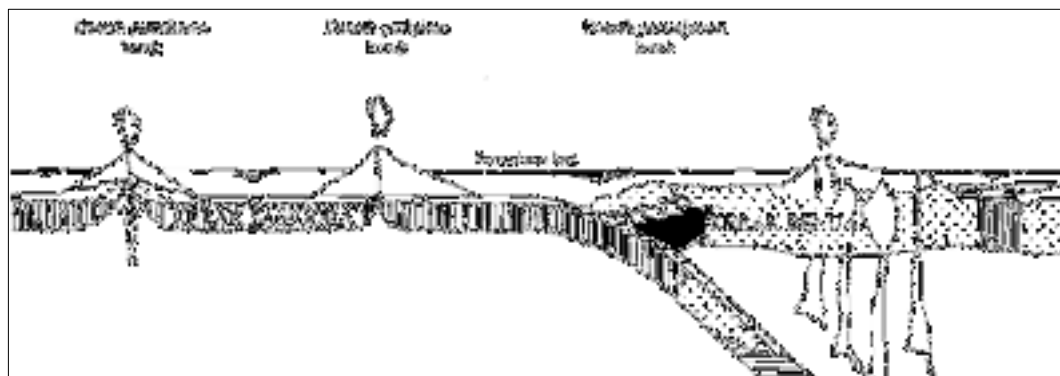
### 2.3.2 Sifat Kimiawi Magma

Sesuai dengan pengertian fisika dan kimia, magma terdiri atas bahan cair, bahan padat, dan bahan gas. Dua bahan pertama tersebut disebut juga bahan non-volatil, sedangkan bahan ketiga disebut bahan volatil. Pengertian bahan volatil adalah bahan berupa unsur atau senyawa kimia yang mempunyai titik lebur rendah, biasanya berbentuk gas yang terlarut dalam cairan magma. Bahan non-volatil merupakan unsur atau oksida logam dan metaloid yang berdasarkan kelimpahannya dapat dibagi unsur utama (major elements), unsur jejak (trace elements), dan unsur tanah jarang (rare earth elements). Unsur utama membentuk senyawa oksida (major oxides) yang jumlahnya sangat dominan (lebih kurang 99%), terdiri atas  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $MnO$ ,  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $K_2O$ , dan  $P_2O_5$ . Satuan kuantitas oksida utama tersebut biasanya dalam bentuk persen berat (weight percent). Unsur-unsur jejak mempunyai satuan ppm (part per million), sedang

unsur jarang tanah dihitung dalam satuan ppb (part per billion). Contoh unsur jejak adalah Ni, Sr, Ba, dan V; sedang contoh unsur jarang tanah misalnya Mo, Ir, Eu, dan Sm. Kelompok unsur jejak dan unsur tanah jarang ini karena sangat kecil proporsinya juga disebut unsur kelumit (Middlemost, 1985).

### 2.3.3 Hubungan Gunung Api, Tataan Tektonik, dan Komposisi Magma

Secara geografis gunung api kuarter ternyata dikontrol oleh gerak-gerak tektonika bumi yang dapat dijelaskan dengan teori tektonik lempeng (Plate Tectonic Beory, misal Decker dan Decker, 1981; **Gambar 2.3**).

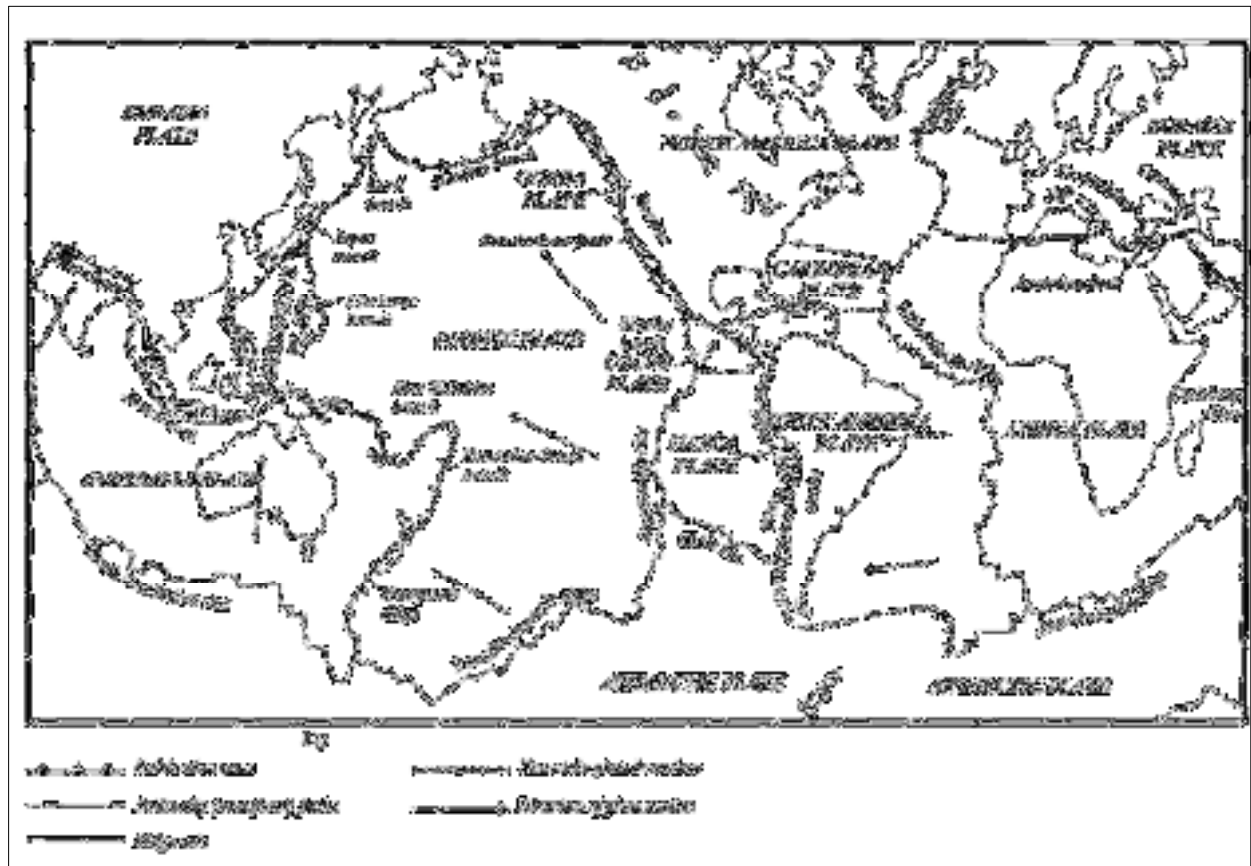


**Gambar 2.3** Penampang Pemunculan Gunung Api Berdasarkan Teori Tektonik Lempeng (Decker dan Decker, 1981)

Berdasarkan konsep tersebut, pemunculan gunung api dapat dibagi menjadi 5 kelompok, yaitu:

- a. Gunung api yang muncul di pemekaran kerak tengah samudra

Gunung api ini muncul di tengah-tengah samudra berasal dari pemekaran kerak bumi di dasar samudra (**Gambar 2.4**). Contoh: gunung api-gunung api di Iceland dan The Reunion. Hasil kegiatan gunung apinya berkomposisi basal, sehingga sering disebut Mid Oceanic Ridge Basalts (MORB) atau Ocean Floor Basalt (OFB).



**Gambar 2.4** Pergerakan Lempeng Kerak Bumi Berdasarkan Konsep Tektonik Lempeng (Dewey, 1972)

b. Gunung api yang muncul di pemekaran kerak benua

Disini diyakini bahwa kerak benua juga mengalami pemekaran sehingga menghasilkan kegiatan gunung api (Mid Continental Volcanic Ridges). Contoh kelompok gunung api ini adalah di Ethiopian Rift.

c. Pulau gunung api lautan (Ocean Island Volcano)

Gunung api ini muncul sebagai akibat menipisnya kerak samudra, sehingga magma yang berasal dari selubung bumi (mantle) dengan mudah ke luar ke permukaan bumi. Contoh gunung api jenis ini adalah di Hawaii.

d. Busur gunung api tepi benua

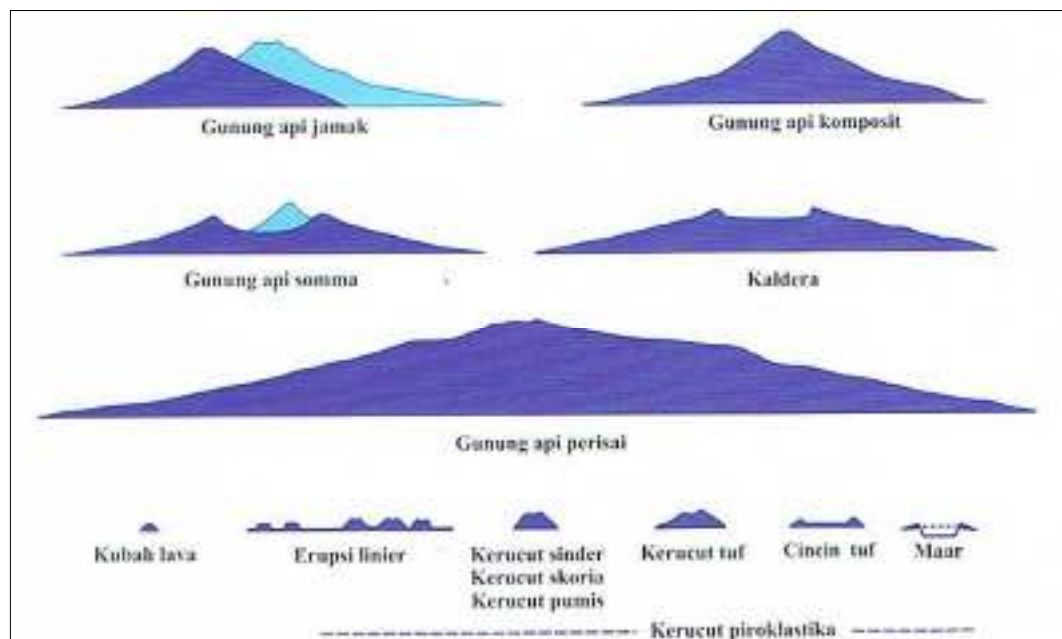
Busur gunung api ini muncul di tepi benua sebagai akibat penunjaman kerak samudra (oceanic crust) ke bawah kerak benua (continental crust). Penunjaman tersebut menimbulkan panas yang mampu meleburkan selubung bumi sehingga terbentuk magma, yang karena sifatnya cenderung bergerak ke atas dan keluar sebagai kegiatan gunung api. Contoh tipe gunung api ini adalah di Indonesia, Jepang, Amerika Serikat, Filipina, dan New Zealand. Beberapa ahli membagi kelompok gunung api tepi benua menjadi dua sub kelompok berdasarkan kenampakan fisiografinya. Pertama, gunung api yang secara sensu stricto benar-benar berada di tepi benua (continental margin), contohnya gunung api di bagian barat benua Amerika Utara dan Amerika Selatan. Kedua, busur gunung api kepulauan (island volcanic arcs) yaitu jajaran kepulauan gunung api yang letaknya di antara samudra dan benua, serta dengan benua itu sendiri dipisahkan oleh laut, misalnya di Indonesia, Filipina, Jepang, dan Kepulauan Aleutian

e. Gunung api di batas kerak samudra (oceanic plate boundary)

Gunung api ini muncul sebagai akibat bertumbuhkannya dua kerak samudra, sebagai contoh Kepulauan Mariana di bagian barat Samudra Pasifik. Kelompok gunung api ini pada hakekatnya sama dengan kelompok d, hanya kedua kerak bumi yang saling bertumbukan adalah kerak samudra. Magma gunung api yang berada di daerah penunjaman pada umumnya berkomposisi andesit dengan afinitas kapur alkali. Namun karena sebab-sebab petrogenesis, misalnya proses diferensiasi magma, komposisinya dapat beragam mulai dari basal sampai dengan dasit atau bahkan riolit. Demikian pula afinitasnya dapat berkisar mulai dari toleiiit kalium

rendah sampai dengan kapur alkali tinggi, tetapi sangat jarang mencapai susunan alkalin atau sosit. Khusus di daerah tumbukan antar lempeng kerak samudra, seperti halnya di Kepulauan Mariana, dapat terbentuk magma berkomposisi boninit, yaitu andesit yang mengandung magnesium tinggi, yang diduga merupakan magma primer di daerah itu.

Di daerah pemekaran dasar samudra, lebih dikenal dengan sebutan Mid-Oceanic Ridge Basalts (MORB) magma gunung api sangat khas bersusunan basal (Ocean Floor Basalts - OFB) dengan afinitas toleiiit kali-um rendah (BVSP, 1981). Sebaliknya, pada daerah pemekaran kerak benua dan titik api di kontinen, magma gunung api lebih bersifat alkalin (Middlemost, 1985).



**Gambar 2.5** Berbagai Bentuk Gunung Api Menurut Simkin dan Siebert (1992)

### **2.3.4 Penamaan Batuan Gunung Api**

Secara proses vulkanisme dan sekaligus secara fisik batuan gunung api dibagi menjadi dua kelompok besar, yaitu lava koheren (coherent lavas) dan batuan klastika gunung api (volcaniclastic rocks). Lava koheren pada hakekatnya adalah batuan beku (masif), yaitu magma yang membeku di dekat permukaan (batuan beku intrusi dangkal) dan magma yang membeku di permukaan (batuan beku luar). Batuan klastika gunung api adalah seluruh batuan gunung api yang mempunyai tekstur klastika atau yang tersusun oleh bahan butiran asal kegiatan gunung api.

#### **2.3.4.1 Lava Koheren**

Dalam melakukan pemerian dan penamaan secara deskriptif terhadap lava koheren mengacu pada dasar-dasar petrologi batuan beku (luar). Parameter pokok deskriptif adalah warna, tekstur, struktur, dan komposisi. Klasifikasi penamaan batu-an, baik secara megaskopis maupun secara mikroskopis didasarkan pada klasifikasi yang telah dibuat oleh banyak ahli dan dipub-likasikan dalam berbagai literatur petrologi batuan beku luar (Streckeisen, 1980). Hanya perlu diingat ba-wa dalam lingkup vulkanologi, nama batuan gunung api ini tidak terbatas untuk batuan beku luar saja, tetapi dapat diterapkan pada batuan beku intrusi dangkal, dan dalam be-berapa hal untuk batuan klastika gunung api. Dengan kata lain dapat dinyatakan bahwa batuan beku luar adalah merupakan bagian dari lava koheren batuan gunung api.

Warna lava koheren sangat terpengaruh oleh komposisi batuan gunung api itu, sedangkan tekstur dan struktur, mulai dari yang berkomposisi basa sampai dengan yang berkomposisi asam sangat dipengaruhi oleh proses pendinginan

magma pembentuknya. Sebagaimana halnya warna batuan gunung api pada umumnya, maka warna lava koheren juga sangat beragam terpengaruh oleh komposisi kimia dan mineral penyusunnya, mulai dari warna gelap umumnya untuk batuan berkomposisi basa, abu-abu untuk batuan berkomposisi menengah, dan warna terang untuk batuan berkomposisi asam. Batuan gunung api berkomposisi basa tersusun oleh mineral kaya akan Fe-Mg (olivin dan piroksen) serta plagioklas kaya akan Ca (bitownit dan anortit). Didalam batuan gunung api berkomposisi menengah, asosiasi mineral penyusunnya adalah piroksen, amfibol (horenblende), plagioklas menengah (andesin dan labradorit) serta sedikit alkali feldspar dan kuarsa. Selanjutnya, mineral penyusun batuan gunung api berkomposisi asam adalah horenblende, biotit, muskovit, plagioklas asam (albit dan oligoklas), alkali feldspar, dan kuarsa. Mineral olivin, piroksen, amfibol, dan biotit dikelompokkan ke dalam mineral mafik (magnesium-besi), sedangkan plagioklas, alkali feldspar, dan kuarsa di sebut kelompok felsik (felspar dan silika). Tabel 2.1 memberikan pemerian dan penamaan lava koheren secara megaskopis.

**Tabel 2.1** Klasifikasi Nama Lava Koheren Secara Deskriptif Megaskopis

NO	NAMA BATUAN	WARNA	TEKSTUR	STRUKTUR	KOMPOSISI
1	Basalt	Hitam	Gelas	Massif	olivin, piroksen, plagioklas , dan gelas
2	Andesit basal	Abu-abu gelap	Gelas	Massif	piroksen, plagioklas, dan gelas
3	Andesit	Abu-abu	Gelas	Masif	piroksen, amfibol
4	Dasit	Abu-abu Terang	Gelas	Massif	amfibol, plagioklas, kuarsa feldspar dan gelas
5	Riolit	Putih-putih Abu-abu	Gelas	masif	amfibol, biotit, muskovit, pla-gioklas & gelas asam, alkali felspar, dan kuarsa



Berdasarkan komposisi kimia, dalam hal ini persentase berat oksida silika ( $\text{SiO}_2$ ) lava koheren dapat diklasifikasikan menjadi basalt, andesit basal (basaltic andesite), andesit, dasit, dan riolit (Tabel 2.2).

**Tabel 2.2** Klasifikasi Penamaan Batuan Koheren Lava Berdasarkan Presentase berat  $\text{SiO}_2$

NAMA BATUAN	PRESENTASE BERAT $\text{SiO}_2$
Basalt	$\leq 52$ (45 - 52)
Andesit basal	53 - 57
Andesit	58 - 63
Dasit	64 - 68
Riolit	$\geq 69$ (69 - 75)

Berdasarkan persentase berat  $\text{SiO}_2$  versus  $\text{K}_2\text{O}$  (Peccerillo & Taylor, 1976; Ewart, 1982), batuan tersebut dibagi menjadi batuan toleitik (miskin/rendah kalium), batuan talcalkaline (kalium menengah), dan batuan alkalin (alkali tinggi). Untuk gunung api yang berhubungan dengan zona penunjaman kerak bumi, batuan toleitik umumnya terdapat di busur magma bagian depan (dekat dengan zona penunjaman), batuan cak-alkaline di bagian tengah, dan batuan alkalin atau shosonit di bagian belakang. Dalam mengklasifikasikan nama batuan berdasarkan komposisi, sebagian ahli tidak hanya menggunakan persentase berat kalium oksida tetapi menggunakan total persentase berat alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ) versus  $\text{SiO}_2$  (Cox dkk., 1981; LeBas dkk., 1986). Untuk menamakan batuan berdasarkan komposisi kimia secara tepat diperlukan beberapa persyaratan sebelumnya. Pertama batuan yang akan dianalisis secara kimia harus benar-benar segar, dalam arti tidak lapuk, tidak teroksidasi, dan tidak teralterasi. Hal itu nantinya terlihat pada sedikit atau banyaknya bahan habis dibakar serta bahan volatil yang terkandung, dan jumlah

persentase total. Semakin sedikit persentase bahan habis dibakar (*loss on ignition*) dan bahan volatil dengan jumlah total mendekati 100% (41,5%) serta masing-masing persentase oksida utama secara geologi sudah wajar, maka hal itu menunjukkan percontoh batuan cukup segar serta hasilnya dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut (Tabel 2.3). Hasil analisis kimia tersebut kemudian dinormalisir ke 100% tanpa mengikutsertakan bahan habis dibakar dan volatil sebelum dimasukkan ke dalam klasifikasi (Tabel 2.4 dan 2.5). Didalam batuan alkalin, mineral felspar digantikan oleh mineral felspatoid, misalnya, leusit, nefelin, dan sodalit.

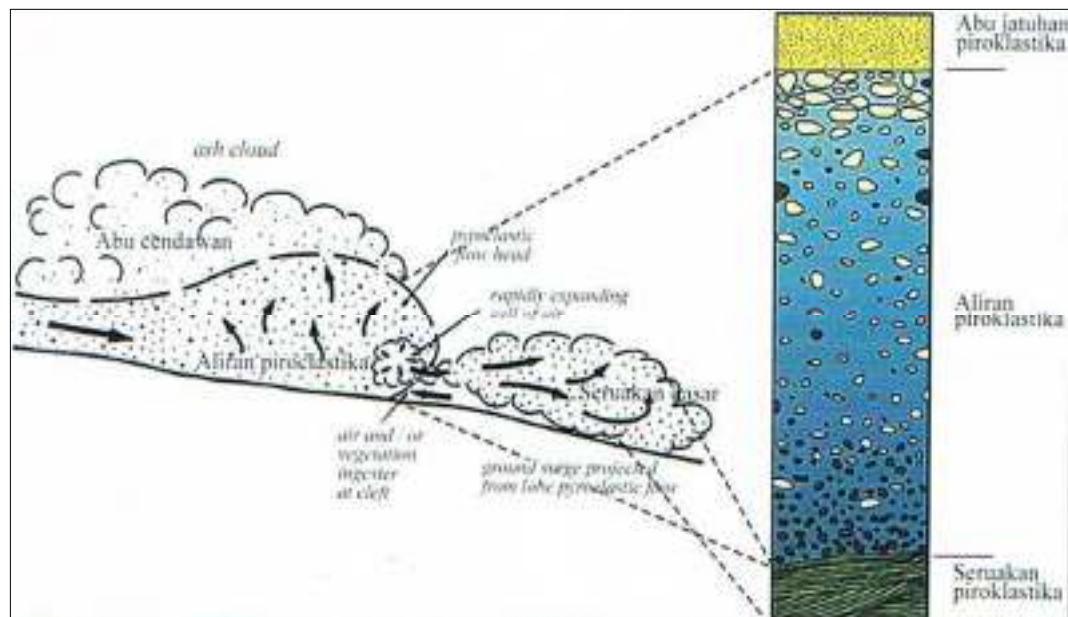
**Tabel 2.3** Komposisi Kimia Oksida Batuan Beku. LOI= *loss on ignition* (habis dibakar)  
 $Fe_2O_2$  = Total Oksida Besi (FeO + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)

OKSIDA UTAMA	BASAL		ANDESIT BASAL	ANDESIT
	MG-TINGGI	MG-RENDAH		
SiO <sub>2</sub>	49,33	49,67	55,02	58,20
TiO <sub>2</sub>	0,81	1,03	0,71	0,82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,29	20,74	18,75	17,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,85	9,62	7,58	7,54
MnO	0,17	0,19	0,17	0,15
MgO	10,02	4,38	4,37	3,20
CaO	11,03	10,85	8,45	6,80
Na <sub>2</sub> O	2,24	2,99	3,18	3,30
K <sub>2</sub> O	0,35	0,37	0,68	1,7
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10	0,13	0,18	0,23
LOI	0,37	0,52	0,56	1,30
Total	100,56	100,49	99,65	100,44



#### **2.3.4.2 Batuan Klastika Gunung Api**

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, maka dapat dinyatakan bahwa batuan klastika gunung api adalah batuan gunung api yang bertekstur klastika. Secara deskriptif, terutama tekstur (bentuk dan ukuran butir), batuan klastika gunung api dapat berupa breksi gunung api (volcanic breccias), konglomerat gunung api (volcanic conglomerate), batupasir gunung api (volcanic sandstones), batulanau gunung api (volcanic siltstones), dan batulempung gunung api (volcanic claystones). Perlu ditegaskan di sini bahwa penggunaan kata 'pasir', 'lanau', dan 'lempung' hanyalah menunjukkan ukuran butir, tidak secara langsung mencerminkan sebagai batuan sedimen epiklastika. Nama-nama tersebut dapat ditambah dengan parameter kemas (fabric), sortasi (pemilahan), sebagai bagian dari pemerian tekstur, warna, struktur, dan atau komposisi tergantung aspek mana yang menonjol dan mudah dikenali. Sebagai contoh, apabila fragmen di dalam breksi gunung api mempunyai kemas terbuka dapat dinamakan breksi gunung api kemas terbuka, kalau fragmennya didominasi oleh andesit dan tidak berstruktur (masif), batuan itu dapat saja dinamakan breksi andesit masif. Jika di dalam batupasir gunung api yang sangat menonjol adalah struktur berlapis, batuan itu dapat dinamakan batupasir gunung api berlapis (bedded volcanic sandstones).



**Gambar 2.6** Mekanisme Pembentukan Seruakan Piroklastika (Cas dan Wright, 1987)

#### 2.4 X-Ray Diffraction (XRD) dan X-Ray Fluorescence (XRF)

Analisis XRD Merupakan analisis geokimia yang digunakan untuk mengetahui komposisi mineral pada batuan dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel tunggal dan penentuan struktur kristal dari material. Metode X-Ray diffraction (XRD) adalah metode yang digunakan menganalisis berbagai material padat. Secara umum XRD mengidentifikasi fase kristalin dari objek yang akan diamati.

Cara kerja penggunaan XRD dapat dilakukan dengan meletakkan sampel awal maupun sampel hasil residu pelindian. Sampel diletakkan pada suatu preparat kaca kemudian masukkan preparat kaca ke dalam XRD. Sumber sinar bergerak menyinari sampel dan detektor akan menangkap pantulan sinar dari sampel yang sedang diuji. Alat perekam akan merekam intensitas pantulan sinar untuk tiap sudut

tertentu. Hasil analisis dalam bentuk grafik sudut penyinaran dengan intensitas pantulan.

Analisis XRF merupakan analisis geokimia yang digunakan untuk mendeterminasikan unsur – unsur utama dan unsur jejak pada batuan. Unsur utama merupakan unsur dominan pada batuan yaitu Si, Ti, Al, Fe, Mg, Ca, Na, K dan P yang biasanya diukur dalam bentuk komposisi oksida utama ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) dalam konsentrasi satuan wt% (*weight Percent*). Sedangkan untuk unsur jejak (*trace element*) yaitu unsur yang keterdapatannya  $<0,1$  % dan konsentrasinya dinyatakan dalam ppm (*part per million*).

Spektrometri *X-Ray Fluorescence* (XRF) adalah suatu metode analisis berdasarkan pengukuran tenaga dan intensitas sinar-X suatu unsur di dalam cuplikan hasil eksitasi sumber radioisotop (Masrukan dkk, 2007). Spektrometer XRF didasarkan pada lepasnya elektron bagian dalam dari atom akibat dikenai sumber radiasi dan pengukuran intensitas pendar sinar-X karakteristik yang dipancarkan oleh atom unsur dalam sampel. Metode ini tidak merusak bahan yang dianalisis baik dari segi fisik maupun kimiawi sehingga sampel dapat digunakan untuk analisis berikutnya. (Mulyono dkk, 2012).

Mekanisme kerja XRF secara umum yaitu sampel dalam bentuk batuan dipreparasi menjadi seperti bubuk atau disebut dengan *pulp*. Setelah dalam bentuk bubuk kemudian dipreparasi membentuk kepingan pellet atau disebut *fuse bead*. Kemudian dilakukan proses XRF dimana sample yang dalam bentuk pellet ditembak dengan menggunakan sinar-X dari sumber pengeksitasi, selanjutnya akan

mengenai cuplikan dan menyebabkan interaksi antara sinar-X untuk setiap unsur. Sinar-X tersebut selanjutnya mengenai detector Si (Li) yang akan menimbulkan pulsa listrik yang lemah, pulsa tersebut kemudian diperkuat dengan *preamplifier* dan *amplifier* lalu disalurkan pada penganalisis saluran ganda atau *Multi Chanel Analyzer* (MCA). Tenaga sinar-X karakteristik yang muncul tersebut dapat dilihat dan disesuaikan dengan tabel tenaga sehingga dapat diketahui unsur yang ada di dalam cuplikan yang dianalisis (Iswani, 1983 dalam Mulyono dkk, 2012).

Gambar instrument XRD dan XRD yang berada di Laboratorium Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin dapat dilihat pada Foto 2.8 dan 2.9.



**Foto 2.8** Alat analisis X-Ray Diffraction



**Foto 2.9** Alat analisis X-Ray Flourescence