

**SKRIPSI**

**GEOLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN GRANODIORIT DAERAH  
LATUPPA KECAMATAN MUNGKAJANG KOTA PALOPO PROVINSI  
SULAWESI SELATAN**

**Disusun dan di ajukan oleh**

**NUR ILMI SALANG  
D061171309**



**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR  
2021**

**SKRIPSI**

**GEOLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN GRANODIORIT DAERAH  
LATUPPA KECAMATAN MUNGKAJANG KOTA PALOPO PROVINSI  
SULAWESI SELATAN**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
(ST) pada Program Studi Teknik Geologi Departemen Teknik Geologi Fakultas  
Teknik Universitas Hasanuddin*

**OLEH  
NUR ILMI SALANG  
D061 17 1309**

**DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR  
2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**GEOLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN GRANODIORIT DAERAH  
LATUPPA KECAMATAN MUNGKAJANG KOTA PALOPO PROVINSI  
SULAWESI SELATAN**

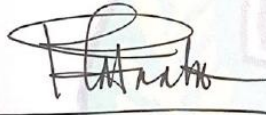
Disusun dan diajukan oleh :

**NUR ILMI SALANG  
D061171309**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Pada Tanggal 8 Juli 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

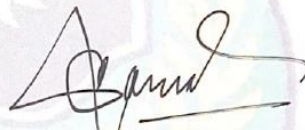
Menyetujui,

Pembimbing Utama,



**Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L., M.T**  
NIP. 195902021986012000

Pembimbing Pendamping,



**Ir. Jamal Rauf Husain, M.T**  
NIP. 195803161988101001

Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin,



  
**Dr. Eng Hendra Pachri, S.T., M.Eng**  
NIP. 197712142005011002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Nur Ilmi Salang  
NIM : D061171309  
Program Studi : Teknik Geologi  
Jenjang : S1

Menyatakan bahwa karya tulis saya yang berjudul

### **GEOLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN GRANODIORIT DAERAH LATUPPA KECAMATAN MUNGKAJANG KOTA PALOPO PROVINSI SULAWESI SELATAN**

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

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

Makassar, 8 Juli 2022  
Yang Menyatakan



Nur Ilmi Salang

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh*

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga Laporan Pemetaan Geologi yang berjudul **“Geologi dan Geokimia Batuan Granodiorit Daerah Latuppa Kecamatan Mungkajang Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan”** dapat diselesaikan dengan baik dan lancar tanpa ada halangan suatu apapun.

Pada proses penyusunan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan semangat dan doa kepada penulis sehingga terselesaikannya proposal ini dengan baik, penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr.-Eng. Hendra Pachri. S.T., M.Eng selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
2. Ibu Dr. Ir. Ratna Husain, M.T selaku Dosen Pembimbing I atas segala bimbingan, saran dan arahnya selama proses pembuatan tugas akhir.
3. Bapak Ir. Jamal Rauf Husain, M.T selaku Dosen Pembimbing II atas segala bimbingan, saran dan arahnya selama proses pembuatan tugas akhir.
4. Ibu Dr. Ir. Hj. Rohaya Langkoke, M.T selaku Dosen Penguji I yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam proses penyusunan dan laporan pemetaan dan tugas akhir ini, serta bimbingannya selama ini.

5. Bapak Dr. Ir. Musri Mawaleda, M.T selaku Dosen Penguji II yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam proses penyusunan dan laporan pemetaan dan tugas akhir ini, serta bimbingannya selama ini.
6. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang banyak membantu selama berkuliah di Teknik geologi.
7. Kedua Orang Tua serta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan, semangat, do'a hingga materil.
8. Saudara Muh. Ichlasul Surya yang telah menemani ke lokasi penelitian.
9. Saudari teman-teman kompasku terkhusus Nadiah, Wahyuni, Dilla sudah memberikan banyak bantuan.
10. Teman-teman mahasiswa geologi angkatan 2017 (RAPTORZ) yang selalu mendukung dan memberikan banyak bantuan.
11. Pihak-pihak yang lain yang membantu dalam penyusunan Sripsi ini

Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan segala saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sangat penulis harapkan demi perbaikan dan peningkatan diri dalam bidang ilmu pengetahuan.

Akhir kata penulis berharap semoga proposal ini bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pihak-pihak yang berkepentingan

*Wasalamu'alaikum Warahmatullah.Wabarakatuh.*

Makassar, 23 Mei 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Manfaat Penelitian .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Letak, Waktu dan Kesampaian Daerah .....	3
1.6 Alat dan Bahan .....	4
1.7 Peneliti Terdahulu .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>7</b>
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian .....	7
2.1.1 Geomorfologi Regional.....	7
2.1.2 Stratigrafi Regional.....	8
2.1.3 Struktur Geologi.....	10
2.2 Batuan Granitoid.....	11
2.3 Magma .....	19
2.4 Geokimia dan Lingkungan Tektonik.....	24
2.5 X-Ray Fluorescence (XRF).....	30

<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>32</b>
3.1	Metode Penelitian .....	32
3.2	Tahapan Penelitian.....	32
3.2.1	Tahap Persiapan .....	32
3.2.2	Penelitian Lapangan .....	33
3.2.3	Metode Pengolahan dan Analisis Data .....	35
3.2.4	Penyusunan Laporan .....	38
3.3	Tahap Penelitian Geokimia Batuan Granodiorit .....	39
3.3.1	Tahapan Persiapan .....	40
3.3.2	Penelitian Lapangan .....	40
3.3.3	Tahap Penelitian Laboratorium.....	40
<b>BAB IV</b>	<b>PEMETAAN GEOLOGI.....</b>	<b>44</b>
4.1	Geologi Daerah Penelitian .....	44
4.1.1	Geomorfologi Daerah Penelitian .....	44
4.1.1.1	Satuan Geomorfologi .....	44
4.1.1.2	Sungai.....	62
4.1.1.3	Stadia Daerah Penelitian .....	68
4.1.2	Stratigrafi Daerah Penelitian .....	69
4.1.2.1	Satuan Batupasir.....	69
4.1.2.2	Satuan Basalt.....	73
4.1.2.3	Satuan Granodiorit .....	77
4.1.3	Struktur Daerah Penelitian .....	81
4.1.3.1	Struktur Lipatan.....	82
4.1.3.2	Struktur Kekar ( <i>Joint</i> ) .....	83
4.1.3.3	Struktur Sesar ( <i>Fault</i> ).....	88
4.1.3.4	Mekanisme Struktur Daerah Penelitian.....	92
4.1.4	Sejarah Geologi .....	94
4.1.5	Bahan Galian .....	96
4.1.5.1	Keberadaan Indikasi Bahan Galian Daerah Penelitian.....	97



<b>BAB V</b>	<b>GEOKIMIA GRANODIORIT .....</b>	<b>100</b>
5.1	Karakteristik Batuan Granodiorit.....	100
5.1.1	Karakteristik Lapangan.....	100
5.1.2	Petrografi .....	101
5.1.3	Geokimia Unsur Utama .....	108
<b>BAB V</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>121</b>
5.1	Kesimpulan .....	121
5.2	Saran .....	122
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>123</b>

#### **LAMPIRAN**

1. Deskripsi Petrografi
2. Kolom Stratigrafi
3. Peta Stasiun Pengamatan
4. Peta Geomorfologi
5. Peta Geologi
6. Peta Struktur
7. Peta Pola Aliran
8. Peta Bahan Galian.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian (Bakosurtanal. 1993) .....	4
2.1 Klasifikasi Batuan Beku (Streckeisen 1991) .....	15
2.2 Jenis-jenis batuan granit berdasarkan kandungan Alumina saturation yaitu $A = \text{mol Al}_2\text{O}_3$ ; $C = \text{mol CaO}$ ; $N = \text{mol Na}_2\text{O}$ , $K = \text{mol K}_2\text{O}$ ; $\text{CNK} = C + N + K$ ; $\text{NK} = K + N$ (Clarke,1992) .....	16
2.3 Skematik model tektonik tipe batuan granitoid (Winter, 2001) .....	17
2.4 Jenis-jenis tatanan tektonik batuan beku. (Wilson, 1989) .....	29
3.1 Diagram Alir Metode Penelitian Pemetaan Geologi.....	39
3.2 Diagram Alir Metode Penelitian Geokimia Batuan Granodiorit .....	43
4.1 Kenampakan satuan geomorfologi pedataran denudasional pada stasiun 54 dengan arah pengambilan foto N 297° E .....	49
4.2 Pelapukan kimia pada litologi granodiorit dengan arah pengambilan foto N 264° E . .....	50
4.3 <i>Gully erosion</i> disekitar stasiun 19 dengan arah pengambilan N 247°E.....	50
4.4 <i>Point bar</i> disekitar stasiun 16 dengan arah pengambilan N 241°E .....	51
4.5 <i>Channel bar</i> disekitar stasiun 10 dengan arah pengambilan N 261°E.....	51
4.6 <i>Debris slide</i> di sekitar stasiun 10 sebagai bentuk pengaruh proses eksogen dengan arah pengambilan foto N 240°E.....	52
4.7 Tata Guna Lahan dimanfaatkan sebagai persawahan dengan arah pengambilan foto N 232 °E .....	52
4.8 Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan denudasional pada daerah penelitian bentuk puncak tumpul (X) dan bentuk lembah (Y) stasiun 69 dengan arah pengambilan foto N 101°E.....	54
4.9 Pelapukan biologi pada litologi Basalt pada stasiun 51 dengan arah pengambilan foto N 52 °E .....	55
4.10 Kenampakan soil berupa residual soil pada litologi Basalt (tebal ±2 m) pada stasiun 1 dengan arah pengambilan foto N 289 °E.....	55
4.11 <i>Gully erosion</i> sebagai bentuk pengaruh proses eksogen di stasiun 25 dengan arah pengambilan foto N329°E.....	56

4.12	<i>Point bar</i> disekitar stasiun 20 dengan arah pengambilan N 307°E .....	56
4.13	<i>Debris slide</i> di sekitar stasiun 45 sebagai bentuk pengaruh proses eksogen dengan arah pengambilan foto N57°E .....	57
4.14	Tata Guna Lahan dimanfaatkan sebagai persawahan dengan arah pengambilan foto N 271 °E .....	57
4.15	Kenampakan satuan geomorfologi pegunungan denudasional pada sekitar stasiun 67 dengan arah pengambilan foto N176°E.....	59
4.16	Pelapukan biologi pada litologi Granodiorit pada stasiun 50 dengan arah pengambilan foto N 325° E.....	60
4.17	<i>Point bar</i> disekitar stasiun 37 dengan arah pengambilan N357°E .....	60
4.18	Kenampakan gerakan tanah berupa <i>debris slide</i> disekitar stasiun 40 dengan arah pengambilan foto N 42 <sup>0</sup> E.....	61
4.19	Tata Guna Lahan dimanfaatkan sebagai persawahan dengan arah pengambilan foto N 271 °E .....	61
4.20	Jenis sungai permanent pada stasiun 8 yaitu Sungai Songkamat dengan arah pengambilan foto N 120°E .....	63
4.21	Jenis sungai periodik yaitu anak sungai Salo Botung dengan arah pengambilan foto N279° E.....	63
4.22	Pola Aliran Sub-Paralel .....	64
4.23	Tipe genetik sungai subsekuen pada stasiun 45 dengan arah pengambilan foto N 341° E.....	65
4.24	Tipe genetik sungai obsekuen pada stasiun 25 dengan arah pengambilan foto N 17° E.....	66
4.25	Erosi lateral pada stasiun 8 yang menyebabkan penampang sungai cenderung berbentuk “U” sebagai bentuk pengaruh proses eksogen dengan arah pengambilan foto N 251°E .....	67
4.26	Erosi lateral pada stasiun 48 yang menyebabkan penampang sungai cenderung berbentuk “V” sebagai bentuk pengaruh proses eksogen dengan arah pengambilan foto N 282°E .....	67
4.27	Litologi Batupasir pada stasiun 25 pada daerah Rano dengan arah foto N 215° E.....	71
4.28	Sayatan tipis litologi Batupasir pada stasiun 45 daerah Rano .....	72
4.29	Litologi Basalt pada stasiun 4 pada daerah Ampadang dengan arah	

foto N 72° E.....	75
4.30 Kontak Batuan (A) Basalt dan (B) Granodiorit .....	75
4.31 Sayatan tipis litologi Basalt <i>Porphyry</i> pada stasiun 9 daerah Latuppa.....	76
4.32 Singkapan Granodiorit pada stasiun 37 di daerah Salu Mangkaluku dengan arah foto N108°E .....	79
4.33 Kenampakan Petrografi sayatan tipis litologi Batupasir ST 37 .....	80
4.34 Kontak Batuan (X) Basalt dan (Y) Granodiorit.....	80
4.35 Kenampakan Homoklin yang merupakan lapisan batuan dengan nilai kemiringan yang sama, kedudukan batuan N238°E/40° dengan arah foto ke arah N 120°E pada stasiun 21 .....	83
4.36 Foto kekar sistematis dan non-sistematis pada litologi Granodiorit yang dijumpai pada stasiun 52 dengan arah foto N 328° E.....	85
4.37 Pengolahan data kekar: (a) Plot data kekar pada stereonet ( <i>Scmidt Net</i> ); (b) Pola kontur berdasarkan frekuensi kekar; (c) Kenampakan tegasan maksimum, tegasan menengah, tegasan minimum.....	87
4.38 Kenampakan breksi sesar di sekitar stasiun 3 pada sungai Siguntu dengan arah foto N87°E .....	91
4.39 Pelurusan topografi atau pola lineament pada data DEM daerah penelitian .....	91
4.40 Mekanisme terjadinya sesar, berdasarkan Teori Harding (1973) .....	93
4.41 Mekanisme pembentukan struktur geologi pada daerah penelitian menurut teori <i>simple shear</i> Harding (1973) .....	94
4.42 Bahan Galian Urugan Batu pada stasiun 31 daerah Latuppa dengan arah pengambilan gambar N 334° E.....	98
4.43 Bahan Galian Urugan Batu pada stasiun 60 daerah Latuppa dengan arah pengambilan gambar N 128° E.....	99
5.1 Singkapan Granodiorit pada stasiun 49 di daerah Salu Mangkaluku dengan arah foto N108°E. ....	101
5.2 Sayatan tipis litologi Granodiorit pada stasiun 37, daerah Latuppa .....	101
5.3 Klasifikasi Batuan Plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam	

	Clarke, 1992.....	102
5.4	Sayatan tipis litologi Granodiorit pada stasiun 40, daerah Latuppa .....	103
5.5	Klasifikasi Batuan Plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke, 1992.....	103
5.6	Sayatan tipis litologi Granodiorit pada stasiun 49, daerah Latuppa .....	104
5.7	Klasifikasi Batuan Plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke, 1992.....	105
5.8	(5a) Sayatan tipis litologi Granodiorit pada stasiun 52, daerah Latuppa (5b) Tekstur zoning pada mineral plagioklas .....	106
5.9	Klasifikasi Batuan Plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke, 1992.....	107
5.9	Klasifikasi Batuan Plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke, 1992.....	107
5.10	Hasil plotting major element ( $\text{SiO}_2 - \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ pada klasifikasi batuan beku plutonik (Middlemost, 1985).....	111
5.11	Granitoid S-Type (Winter, 2001).....	112
5.12	Hasil <i>plotting</i> pada klasifikasi jenis batuan granodiorit menurut <i>saturation alumina</i> (Shand,1943 dalam Clarke, 1992).....	112
5.13	Hasil <i>Plotting</i> kandungan <i>major element</i> terhadap $\text{SiO}_2$ ke diagram variasi (Harker, 1909 dalam Rollinson, 1993).....	114
5.14	Hasil <i>Plotting</i> pada klasifikasi afinitas magma berdasarkan perbandingan $\text{K}_2\text{O}$ dan $\text{SiO}_2$ (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993) .....	116
5.15	Hasil <i>plotting</i> seri magma pada diagram AFM ( $A = \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ), ( $F$ $= \text{Total FeO}$ ) dan ( $M = \text{MgO}$ ) (Irvine dan Baragar, 1971) .....	117
5.16	Klasifikasi Geotektonik menurut Batchelor dan Bowden (1985).....	119
5.17	Tatanan Tektonik Active Continental Margin batua beku menurut Wilson, 1989 .....	120

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1	Klasifikasi batuan granitoid secara petrografi dan geokimia (Christiansen dkk, 1996 dalam Ronaldo 2015).....18
2.2	Ciri-ciri seri magma yang berasosiasi dengan tatanan tektonik khusus (Wilson, 1989).....20
2.3	Pembagian jenis batuan granitik berdasarkan komposisi kimia (Clarke 1992).....25
4.1	Klasifikasi bentukan asal berdasarkan genesa dan system pewarnaan (Van Zuidam 1985).....46
4.2	Klasifikasi satuan bentang alam berdasarkan kemiringan lereng dan beda tinggi (Van Zuidam 1985).....47
4.1	Data Pengukuran kekar 52 .....86
5.1	Deskripsi petrografis ST 37 .....102
5.2	Deskripsi petrografis ST 40 .....103
5.3	Deskripsi petrografis ST 49 .....104
5.4	Deskripsi petrografis ST 52 .....106
5.5	Deskripsi petrografis contoh batuan pada daerah penelitian .....108
5.6	Hasil analisis geokimia <i>Major Element</i> sampel batuan pada daerah penelitian .....109
5.7	Komposisi kandungan senyawa SiO <sub>2</sub> wt% <i>versus</i> Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O pada setiap batuan .....110
5.8	Klasifikasi magma berdasarkan SiO <sub>2</sub> (%) atau derajat keasaman (Le Maitre et al, 1989 dalam Rollinson 1993) .....115

## SARI

Secara administratif lokasi penelitian terletak pada daerah Latuppa, Kecamatan Mungkajang, Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan. Secara astronomis terletak pada  $120^{\circ} 07' 00''$  BT -  $120^{\circ} 11' 00''$  BT (Bujur Timur) dan  $02^{\circ} 29' 00''$  LS –  $02^{\circ} 33' 00''$  LS (Lintang Selatan). Penelitian yang berjudul “Geologi dan Geokimia Batuan Granodiorit Daerah Latuppa, Kecamatan Mungkajang, Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan” yang dimaksudkan untuk membuat peta dengan skala 1:25.000 yang mencakup kondisi Geomorfologi, Stratigrafi, Struktur Geologi, Sejarah Geologi serta Bahan Galian daerah penelitian.

Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa satuan geomorfologi daerah penelitian terdiri atas satuan geomorfologi bergelombang denudasional, perbukitan tersayat tajam denudasional dan pegunungan tersayat tajam denudasional. Sungai yang berkembang adalah sungai permanen dan periodik. Tipe genetik sungai daerah penelitian yaitu tipe genetik subsekuen dan obsekuen. Pola aliran sungai sub-parallel. Berdasarkan aspek-aspek geomorfologi disimpulkan bahwa stadia sungai dan stadia daerah termasuk stadia muda menjelang dewasa. Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari satuan batupasir, satuan basalt, dan satuan granodiorit. Struktur geologi yang berkembang ialah sesar geser sinistral Latuppa. Bahan galian pada daerah penelitian termasuk golongan batu.

Berdasarkan analisis megaskopis dan petrografi batuan granodiorit tesktur kristanilitas holokristaslin, granularitas faneritik, fabrik bentuk euhedral-subhedral, relasi equigranular, struktur masif. Berdasarkan plotting kesebandingan berat (%)  $K_2O$  dan  $SiO_2$  pada klasifikasi afinitas magma maka seri magma dibagi menjadi dua yaitu High K Calc–Alkaline. Berdasarkan komposisi dari  $SiO_2$  dan  $Na_2O + K_2O$  bahwa jenis batuanannya termasuk Granodiorit pada daerah penelitian termasuk ke dalam jenis peraluminious dan S-Type Granit, berdasarkan geokimia dan petrografi batuan granit pada daerah penelitian terbentuk pada active continental margin.

**Kata kunci :** Geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, sejarah geologi, petrologi, granitoid, geokimia, granodiorit. Latuppa, xrf.

## **ABSTRACT**

*Administratively, the research location is located in the Latuppa area, Mungkajang District, Palopo City, South Sulawesi Province. Astronomically located at 120° 07' 00" East Longitude - 120° 11' 00" East Longitude (East Longitude) and 02°29'00" South Latitude – 02°33'00" South Latitude. The research entitled "Geology and Geochemistry of Granodiorite Rocks in the Latuppa Region, Mungkajang District, Palopo City, South Sulawesi Province" was intended to make a map with a scale of 1:25,000 covering the conditions of Geomorphology, Stratigraphy, Geological Structure, Geological History and Excavated Materials of the research area.*

*From the results of the analysis carried out, it was concluded that the geomorphological unit of the study area consisted of denudational wavy geomorphological units, denudational sharply cut hills and denudational sharply cut mountains. Rivers that develop are permanent and periodic rivers. The genetic types of the river in the research area are sub-sequence and obsequence genetic types. Sub-parallel flow pattern. Based on the geomorphological aspects, it can be concluded that the river and regional stages are included in the young stage towards adulthood. The stratigraphy of the study area consists of sandstone units, basalt units, and granodiorite units. The geological structure that developed is the Latuppa sinistral shear fault. The minerals in the research area are classified as rock.*

*Based on megascopic and petrographic analysis of granodiorite rock, holocrystalline crystallinity, phaneritic granularity, euhedral-subhedral fabrication, equigranular relation, massive structure. Based on the weight ratio plotting (%) of K<sub>2</sub>O and SiO<sub>2</sub> in magma affinity classification, the magma series is divided into two, namely High K Calc-Alkaline. Based on the composition of SiO<sub>2</sub> and Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O, the rock types including Granodiorite in the study area are classified as peraluminous and S-Type Granite, based on geochemistry and petrography the granite in the study area is formed at the active continental margin.*

**Keywords :** *Geomorphology, stratigraphy, geological structure, geology history, petrology, granitoid, geochemistry, Granodiorite, Latuppa, xrf.*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kondisi geologi daerah penelitian Kota Palopo termasuk kedalam Geologi Regional Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo (Djuri, dkk 1998). Kondisi topografi daerah penelitian berada pada ketinggian 0-1.100 m dari permukaan laut dengan berbentuk bergelombang, perbukitan hingga pegunungan. Stratigrafi Regional batuan tertua pada daerah penelitian yakni batuan sedimen, kemudian dijumpai intrusi batuan beku bersusunan basaltik juga dijumpai intrusi batuan beku asam granodiorit serta beberapa intrusi kecil lainnya. Struktur geologi yang bekerja pada daerah penelitian berada pada sebelah barat laut daerah penelitian yang berupa sesar geser sinistral.

Studi lebih lanjut terhadap batuan terobosan Granodiorit merupakan kelompok dari batuan granitoid. Batuan ini merupakan batuan yang sangat istimewa karena keberadaannya berasosiasi dengan keberadaan mineral bijih yang bernilai ekonomis terbukti dengan adanya penambang emas lokal di sekitar daerah penelitian. Distribusi yang cukup luas batuan granodiorit ini memiliki potensi ekonomi yang cukup besar. 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 geokimia batuan dan mineral *X-Ray Fluorescence Spectrometry* (XRF) untuk mengetahui komposisi kimia batuan. 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 granitoid perlu dilakukan suatu penelitian dengan analisis petrologi, petrografi dan geokimia.

Berdasarkan hal tersebut penulis melakukan pemetaan geologi permukaan Daerah Latuppa Kecamatan Mungkajang Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan, dengan skala 1 : 25.000. Informasi mengenai kondisi geologi yang diperoleh diharapkan dapat memenuhi kebutuhan data-data geologi daerah yang bersangkutan, terutama untuk pengembangan daerah setempat.

## **1.2 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai kondisi geologi serta sifat fisik dan geokimia batuan granodiorit pada daerah penelitian. Secara khusus bagi penulis, penelitian ini bermanfaat dalam mengetahui karakteristik batuan granodiorit pada daerah penelitian.

## **1.3 Maksud dan Tujuan**

Maksud dari penelitian ini adalah untuk melakukan pemetaan geologi permukaan pada Daerah Latuppa, Kecamatan Mungkajang, Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan peta dasar skala 1 : 25.000. Adapun tujuan dari penelitian ini yakni:

1. Mengetahui kondisi geomorfologi daerah Latuppa
2. Mengetahui kondisi stratigrafi daerah Latuppa
3. Mengetahui kondisi struktur daerah Latuppa
4. Mengetahui potensi bahan galian daerah Latuppa
5. Mengetahui karakteristik fisik batuan granodiorit daerah Latuppa

6. Mengetahui sifat geokimia, petrogenesa dan geotektonik batuan granodiorit daerah Latuppa

#### **1.4 Batasan Masalah**

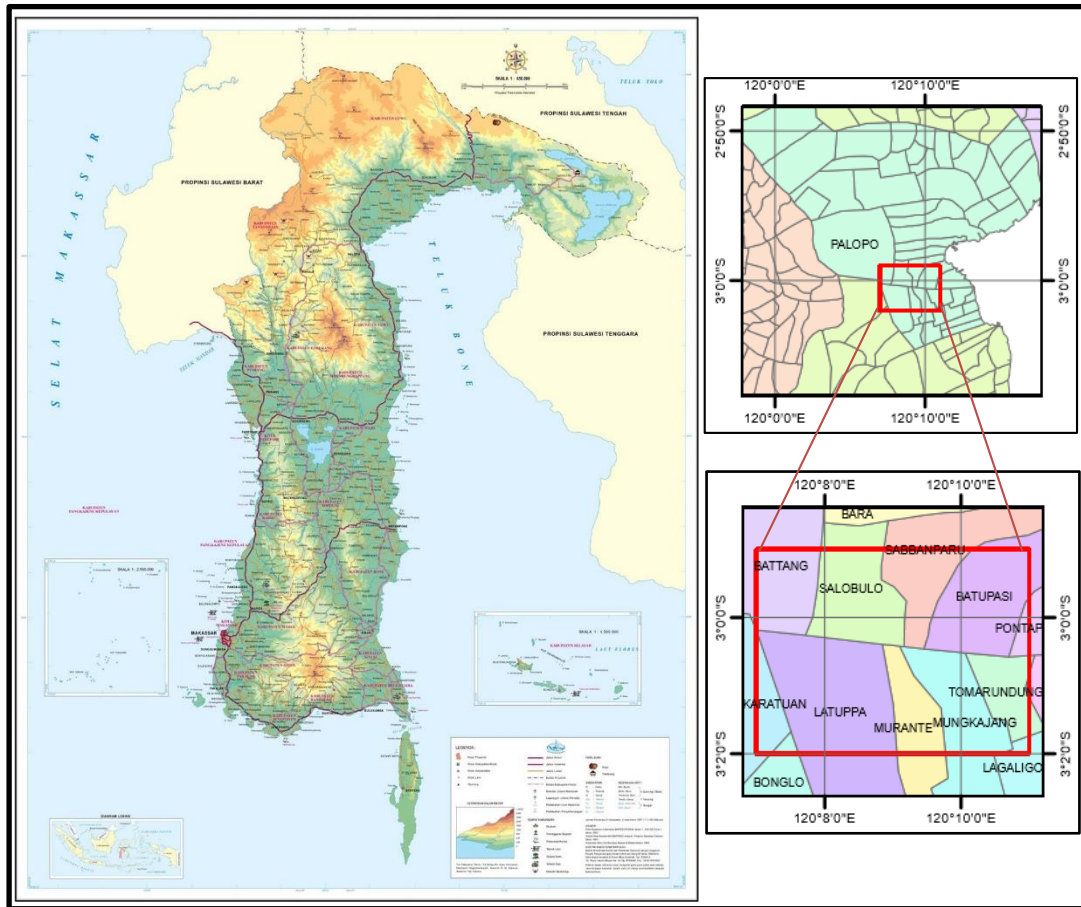
Mengingat banyaknya kekurangan serta keterbatasan yang dimiliki oleh penulis maka penulis memberikan batasan permasalahan geologi yang akan dibahas yakni hanya mencakup kondisi geologi dan identifikasi jenis dan afinitas magma, penamaan batuan granodiorit, klasifikasi jenis batuan granodiorit, evolusi magma serta petrogenesa dan geotektonik batuan granodiorit daerah Latuppa, Kecamatan Mungkajang, Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan dengan menggunakan metode analisis XRF dan sayatan tipis dengan menggunakan analisis petrografi.

#### **1.5 Letak dan Kesampaian Daerah**

Secara administratif lokasi penelitian terletak pada daerah Latuppa, Kecamatan Mungkajang, Kota Palopo Provinsi Sulawesi Selatan Secara astronomis terletak pada  $120^{\circ} 07' 00''$  BT -  $120^{\circ} 11' 00''$  BT (Bujur Timur) dan  $02^{\circ} 29' 00''$  LS –  $02^{\circ} 33' 00''$  LS (Lintang Selatan).

Daerah penelitian termasuk dalam Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo, Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (bakosurtanal) Edisi I Tahun 1991 (Cibinong, Bogor).

Daerah penelitian dapat dicapai dengan menggunakan sarana transportasi darat baik dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun roda empat dengan lama perjalanan kurang lebih 12 jam dari Kota Makassar (Gambar 1.1).



**Gambar 1.1** Peta Tunjuk Lokasi Penelitian (Bakosurtanal, 1993)

## 1.6 Alat dan Bahan

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

Alat yang digunakan pada saat dilapangan adalah sebagai berikut:

- Peta Topografi bersekala 1 : 25.000 yang merupakan hasil pembesaran dari Peta rupa bumi sekala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal.
- Global Positioning System (GPS)
- Kompas Geologi

- Palu Geologi
- Loupe dengan pembesaran 10 x
- Buku catatan lapangan
- Kamera digital
- Larutan HCl (0,1 M)
- Pita Meter/Roll Meter
- Komparator klasifikasi batuan sedimen
- Kantong sampel
- Alat tulis menulis
- Busur dan penggaris
- *Clipboard*
- Ransel lapangan
- Perlengkapan pribadi

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

- Mikroskop polarisasi untuk analisis petrografi
- Sayatan tipis batuan
- Alat tulis-menulis dan gambar
- Tabel Michael Levy
- Fotosayatan tipis dan negatif film
- Xrf (*X-Ray Fluorescence Spectrometry*)

## 1.7 Peneliti Terdahulu

Peneliti terdahulu yang pernah mengadakan penelitian yang sifatnya regional diantaranya sebagai berikut :

- Rab Sukamto (1975), penelitian pulau Sulawesi dan pulau-pulau yang ada di sekitarnya dan membagi kedalam tiga mandala geologi.
- Rab Sukamto (1975), penelitian perkembangan tektonik Sulawesi dan sekitarnya yang merupakan sistem sintesis berdasarkan tektonik lempeng.
- Djuri, Sudjatmiko, Bachri, S dan Sukido. (1998). Penelitian lembar majene dan bagian barat lembar palopo
- Adi Maulana, dkk (2016) melakukan penelitian tentang batuan granitik pulau Sulawesi dan implikasinya terhadap *tectonic setting* di pulau Sulawesi. Sesuai dengan daerah penelitian dengan dijumpai keterdapatn jenis batuan beku berupa granitoid.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian**

##### **2.1.1 Geomorfologi Regional**

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo Sulawesi Selatan dengan skala 1 : 250.000 yang dipetakan oleh Djuri, Sudjatmiko, S. Bachri dan Sukido, 1998. Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo terletak diantara kordinat  $118^{\circ}45'$  -  $120^{\circ}30'$  BT dan  $3^{\circ}00'$  -  $4^{\circ}00'$  LS, daerah penelitian terletak pada busur Sulawesi Barat bagian utara yang dicirikan oleh aktivitas vulkanik dan intrusi magmabersifat kalk-alkalin berkomposisi asam hingga intermediet yang terdiri dari pegunungan, perbukitan dan dataran rendah. Daerah pegunungan menempati bagian utara, barat dan selatan sedangkan bagian tengah merupakan perbukitan bergelombang dan bagian timur merupakan dataran rendah.

Berdasarkan tektonik lempeng (Sukamto, 1975) Sulawesi dapat dibagi menjadi tiga mandala geologi yaitu Mandala Sulawesi Barat, Mandala Sulawesi Timur dan Banggai-Sula. Masing-masing mandala geologi ini dicirikan oleh variasi batuan, struktur dan sejarah geologi yang berbeda satu sama lain. Daerah penelitian merupakan bagian dari Mandala Sulawesi Barat yang berbatasan dengan Mandala Sulawesi Timur, dimana keduanya dipisahkan oleh sesar Palu-Koro.

### 2.1.2 Stratigrafi Regional

Daerah Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo terbentuk oleh beraneka macam batuan seperti, batuan sedimen, malihan, gunungapi dan terobosan. Umurnya berkisar dari Mesozoikum sampai Kuartar. (Djuri, dkk 1998).

Satuan tertua di Lembar ini adalah Batuan Malihan (TR w) yang terdiri dari sekis, genes, filit dan batusabak. Satuan ini mungkin dapat disamakan dengan Kompleks Wana di Lembar Pasangkayu yang diduga berumur lebih tua dan Kapur dan tertindih takselaras oleh Formasi Latimojong (Kls). Formasi tersusun oleh filit, kuarsit, batulempung malih dan pualam, berumur Kapur.

Satuan berikutnya adalah Formasi Toraja (Tet) terdiri dari batupasir kuarsa, konglomerat kuarsa, kuarsit, serpih dan batulempung yang umumnya berwarna merah alau ungu. Formasi ini mempunyai Anggota Rantepao (Tetr) yang terdiri dari batugamping numulit berumur

Eosen Tengah Eosen Akhir. Formasi Toraja menindih takselaras Formasi Latimojong, dan tertindih takselaras oleh Batuan Gunungapi Lamasi (Toml) yang terdiri dari batuan gunungapi, sedimen gunungapi dan batugamping yang berumur OligoMiosen atau Oligosen Akhir - Miosen Awal. Batuan gunungapi ini mempunyai Anggota Batugamping (Tomc), tertindih selaras oleh Formasi Riu (Tmr) yang terdiri dari batugamping dan napal. Formasi Riu berumur Miosen Awal - Miosen Tengah, tertindih takselaras oleh Formasi Sekala (Tmps) dan Batuan Gunungapi Talaya (Tmtv). Formasi Sekala terdiri dari grewake, batupasir hijau, napal dan batugamping bersisipan tuf dan lava bersusunan andesit-basal; berumur Miosen Tengah - Pliosen; berhubungan menjemari dengan Batuan Gunungapi



Talaya. Batuan Gunungapi Talaya terdiri dari breksi, lava dan tuf yang bersusunan andesit-basal dan mempunyai Anggota Tuf Beropa (Tmb). Batuan Gunungapi Talaya menjemari dengan Batuan Gunungapi Adang (Tma) yang terutama bersusunan leusit basal (Djuri, dkk 1998).

**Tmpi BATUAN TEROBOSAN :** Umumnya batuan beku bersusunan asam sampai menengah seperti granit, granodiorit, diorit, senit, monzonit kuarsa dan riolit; setempat dijumpai gabro di G. Pangi. Singkapan terbesar di daerah G. Paroreang yang menerus sampai daerah G. Gandadiwata di Lembar Mamuju (Ratman dan Atmawinata, 1993). Umumnya diduga Pliosen karena menerobos Batuan Gunungapi Walimbong yang berumur MioPliosen, serta berdasarkan kesebandingan dengan granit di Lembar Pasangkayu yang berumur 3,35 juta tahun (Sukanto, 1975 dalam Djuri, dkk 1998).

Granodiorit, putih kehitaman; pejal; fanerik dan porfiritik; berbutir menengah sampai kasar fenokris plagioklas dengan masadasar kuarsa, hornblenda, biotit dan mineral ubahan kloril. Mineral mafik umumnya telah terkloritaskan. Batuan yang bertekstur porfiritik tersebut telah terkekarkan dan terbreksikan. (Simandjuntak, dkk 1991 dalam Djuri, dkk 1998)

**Tolv BATUAN GUNUNGAPI LAMASI :** Lava andesit, basal, breksi gunungapi, batupasir dan batulanau; setempat mengandung feldspatoid; umumnya terkloritkan dan terkarsikan; umurnya diduga Oligosen karena menindih Formasi Toraja (Tets) yang berumur Eosen, sedang Formasi Toraja menurut Simandjuntak, drr. (1991) dalam Djuri, dkk 1998 berumur Paleosen. Tebal satuan tidak kurang dari 500 m.

Lava basal berwarna kelabu kehitaman, bertekstur porfirit dengan fenokris plagioklas, piroksen dan horeblenda, serta masa dasar berbutir halus yang terdiri dari mineral plagioklas dan piroksin. Kedua jenis lava itu terpropilitkan dan berubah dengan mineral ubahnya berupa lempung dan kiorit. (Simandjuntak, dkk 1991 dalam Djuri, dkk 1998)

**Tets FORMASI TORAJA :** Serpih coklat kemerahan, serpih napalan kelabu, batugamping, batupasir kuarsa, konglomerat, batugamping, dan setempat batubara. Tebal formasi diduga tidak kurang dan 1000 m.

Batupasir, kelabu kehijauan sampai coklat; padat, keras, berkomponen kepingan batuan, kuarsa dan felspar berbutir sedang, membulat sampai membulat tanggung; berlapis baik, tebal tiap lapisan antara 3 - 15 cm. (Simandjuntak, dkk 1991 dalam Djuri, dkk 1998)

### **2.1.3 Struktur Geologi Regional**

Lembar Majene dan bagian Barat Palopo terletak di Mendala Geologi Sulawesi Barat (Sukamto, 1975). Mendala ini dicirikan oleh batuan sedimen laut dalam berumur Kapur - Paleogen yang kemudian berkembang menjadi batuan gunungapi bawah laut dan akhirnya gunungapi darat di akhir Tersier. Batuan terobosan granitan berumur Miosen-Pliosen juga mencirikan mendale ini. Sejarah tektoniknya dapat diuraikan mulai dari jaman Kapur, yaitu, saat Mendala Geologi Sulawesi Timur bergerak ke barat mengikuti gerakan tunjaman landai ke barat di bagian timur Mendala Gaologi Sulawesi Barat. Penunjaman ini berlangsung hingga Miosen Tengah, saat kedua mendala tersebut bersatu. Pada akhir Miosen - Tengah sampai Pliosen terjadi pengendapan sedimen molasa secara tak selaras di atas

seluruh mendala geologi di Sulawesi, serta terjadi terobosan batuan granitan di Mendala Geologi Sulawesi Barat, Pada Plio-Pliosen seluruh daerah Sulawesi tercenangga. Didaerah pemetaan, percenangaan ini diduga telah mengakibatkan terbentuknya lipatan dengan sumbu berarah baratlaut - tenggara, serta sesar naik dengan bidang sesar miring ke timur. Setelah itu seluruh daerah Sulawesi terangkat dan membentuk bentangalam seperti sekarang ini (Djuri, dkk 1998).

## **2.2 Batuan Granitoid**

Granitik merupakan sebuah kata sifat yang berarti mempunyai “ciri-ciri atau “sifat” seperti granit tetapi belum tentu menunjukkan batuan granit. Sedangkan granitoid akan digunakan jika keduanya merupakan kata sifat dan benda yang umumnya menunjukkan semua jenis atau kelompok dari batuan beku plutonik berkomposisi asam yakni yang berasal dari alkali feldspar granit hingga Tonalit (Clarke,1992).

Batuan granit merupakan batuan beku plutonik yang banyak dijumpai pada kerak kontinen, bukan alasan yang tepat untuk mengabaikan keberadaan batuan granit, dimana cakupan keberadaanya sangat luas. Keberadaan batuan granit pada interior bumi, berada pada kerak benua lebih dalam, zona subduksi dan bahkan mantel atas serta berhubungan erat dengan aktifitas lempeng tektonik Batuan granit mempunyai asosiasi mineralisasi, sehingga banyak dijumpai endapan-endapan yang bersifat ekonomis, yang dapat di pelajari lebih lanjut tentang proses pembentukan endapan tersebut (Clarke,1992).

Batuan granitoid berdasarkan komposisi mineralnya dikelompokkan menjadi lima kelompok utama yaitu tonalit, granodiorit, granit dan alkali granit.

Tonalit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral Na-plagioklas, kuarsa dan sedikit hidrous mineral. Granodiorit merupakan batuan granitoid yang kaya akan kuarsa, Na- plagioklas, dan K-Feldspar. Granit merupakan batuan granitoid yang mengandung mineral utama kuarsa dan K-Feldspar. Alkali granit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral utama kuarsa, dan K-Feldspar namun mengandung alkali piroksin atau alkali amfibol (Gill, 2010 dalam Kurniawan, 2014).

Batuan granitoid merupakan batuan yang sangat istimewa karena keberadaannya berasosiasi dengan keterdapatan mineral bijih yang bernilai ekonomis. Batuan granitoid di Indonesia tersebar secara luas dari Sumatra hingga Papua namun studi untuk inventarisasi batuan granitoid di Indonesia belum banyak dilakukan. Studi tentang batuan granitoid di Indonesia sebelumnya pernah dilakukan oleh Bemmelen (1949), Hutchison (1989, 2012), Cobbing (2005), dan Setijadji (2011). (Kurniawan, 2014)

### **2.2.1 Mineralogi dan Tekstur Batuan Granitoid**

Kriteria tekstur dapat menentukan urutan kristalisasi batuan beku meliputi ukuran butir, bentuk butir, hubungan inklusi, *intergrowth* (saling tumbuh). (Flood dan Vernon, 1988 dalam Clarke, 1992) dalam kriteria tersebut menunjukkan bahwa tidak ada kebenaran pasti untuk interpretasi genetik. Bahkan beberapa kriteria yang lebih umum digunakan, terutama yang melibatkan ukuran dan bentuk mineral, dan hubungan inklusi, memiliki interpretasi tersendiri, antara lain:

- Ukuran mineral yang halus menunjukkan laju kristalisasi yang cepat, ukuran mineral kasar menunjukkan tingkat kristalisasi lambat, tetapi ukuran mineral

relatif dalam suatu batuan dan tidak tentu dalam urutan kristalisasi (misalnya mineral yang besar belum tentu lebih awal terbentuk);

- Kristalisasi tahap awal, dengan konsentrasi Si yang rendah mungkin lebih euhedral daripada konsentrasi Si yang tinggi, tetapi bentuk mineral akhir sangat tergantung pada tahap akhir pembentukan dengan mineral lainnya;
- Saling tumbuh (*intergrowth*) adalah dua atau lebih mineral menunjukkan pertumbuhan yang sama, *granophyre* misalnya reaksi antara padat dan cair (misalnya *corona* epidot pada hornblende), atau *unmixing solid* (misalnya *perthite*);

Mineral adalah dasar dari suatu batuan kristalin dan mempunyai ciri-ciri tersendiri dan pembawa informasi *petrogenetic*. Dalam batuan granitoid, mineral dapat memberikan informasi, tidak hanya tentang proses magmatik dan setelah magmatik, tetapi juga berpotensi memberikan informasi sumbernya secara umum (Clarke,1992).

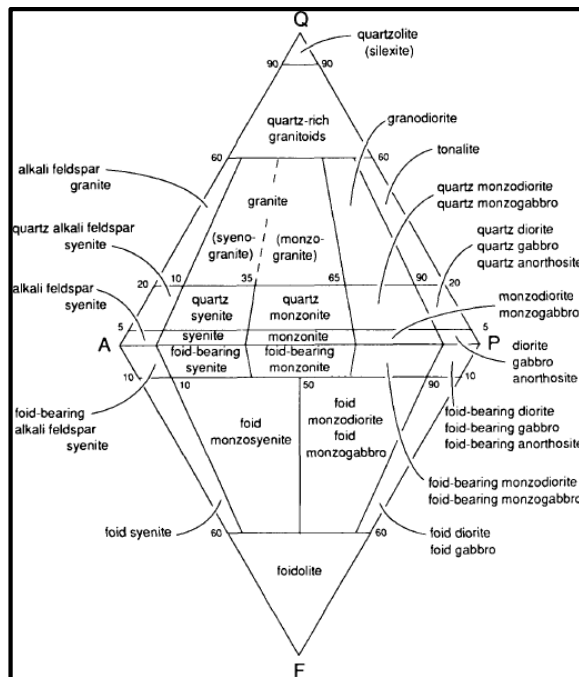
Dalam hal ini, mineral tumbuh dari suatu hasil pendinginan magma yang berupaya untuk mencapai keseimbangan suhu, tekanan dan komposisinya. Karena kinetika reaksi dari hal tersebut, beberapa mineral akan melakukan keseimbangan fisik dan kimia yang lebih mudah daripada yang lain, tetapi keseimbangan yang sempurna hanya mungkin sulit tercapai. Dari suatu penelitian dari komposisi mineral, tekstur, dan komposisi kimia. Kita dapat menilai sejauh mana kesetimbangan tercapai (Clarke,1992).

## **2.2.2 Klasifikasi Batuan Granitoid**

Batuan granitoid berdasarkan komposisi mineralnya dikelompokkan menjadi lima kelompok utama yaitu tonalit, granodiorit, granit dan alkali granit. Tonalit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral Naplasioklas, kuarsa dan sedikit hidrous mineral. Granodiorit merupakan batuan granitoid yang kaya akan kuarsa, Na-plagioklas, dan KFeldspar. Granit merupakan batuan granitoid yang mengandung mineral utama kuarsa dan KFeldspar. Alkali granit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral utama kuarsa, dan K-Feldspar namun mengandung alkali piroksin atau alkali amfibol (Gill, 2010 dalam Kurniawan, 2014).

### **2.2.2.1 Klasifikasi Batuan Granitoid Berdasarkan Komposisi Mineral**

Batuan granitik berdasarkan komposisi mineralnya dikelompokkan menjadi lima kelompok utama yaitu tonalit, granodiorit, granit dan alkali granit. Tonalit merupakan batuan granitoid yang tersusun oleh mineral Na-plagioklas, kuarsa dan sedikit hidrous mineral. Granodiorit merupakan batuan granitoid yang kaya akan kuarsa, Na-plagioklas, dan K-Feldspar (Gambar 2.1) (Gill, 2010 dalam Kurniawan, 2014).



Gambar 2.1 Klasifikasi Batuan Beku (Streckeisen 1991).

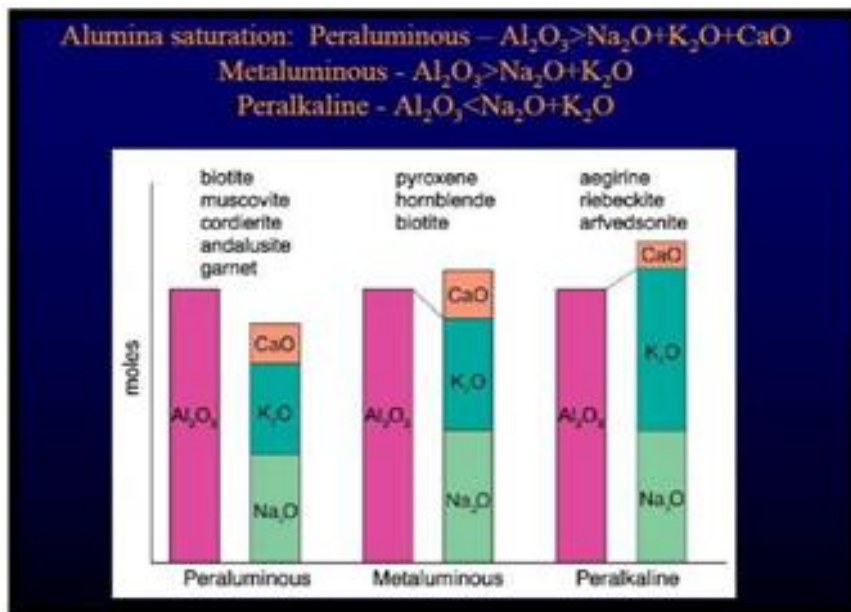
### 2.2.3 Klasifikasi Batuan Granitoid Berdasarkan Komposisi Kimia

Untuk klasifikasi batuan granitoid berdasarkan komposisi kimia kita dapat menggunakan unsur utama ataupun unsur minor dari suatu batuan, klasifikasi kimia menggunakan konsep alumina jenuh berdasarkan perbandingan rasio A/CNK ( $Al_2O_3$ [molar/(CaO + Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O)]) dapat disusun dari yang terbesar hingga yang paling rendah pada batuan beku.

Pada sistem ini, jenis batuan granit antara lain; peraluminous ( $A/CNK > 1$ ), metaluminous ( $A/CNK < 1$ ), dan peralkaline ( $A < NK$ ) menunjukkan nilai dari komposisi kimia rata-rata dari beberapa jenis batuan granitoid antara lain: peraluminous, metaluminous dan peralkaline (Chayes, 1985 dalam Clarke, 1992).

Untuk klasifikasi berdasarkan komposisi kimia harus berdasarkan atas unsur *major*/unsur utama dan unsur minor, klasifikasi kimia menggunakan konsep alumina-jenuh di mana perbandingan rasio A / CNK ( $Al_2O_3$  [molar / (CaO+ Na<sub>2</sub>O

+ K<sub>2</sub>O)). Pada sistem ini, jenis batuan granitoid antara lain; *peraluminous* (A / CNK > 1), *metaluminous* (A / CNK < 1), dan *peralkaline* (A < NK) (Gambar 2.2).



**Gambar 2.2** Jenis-jenis batuan granit berdasarkan kandungan Alumina saturation yaitu A = mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; C = mol CaO; N = mol Na<sub>2</sub>O, K = mol K<sub>2</sub>O; CNK = C + N + K; NK = K + N, (Clarke, 1992).

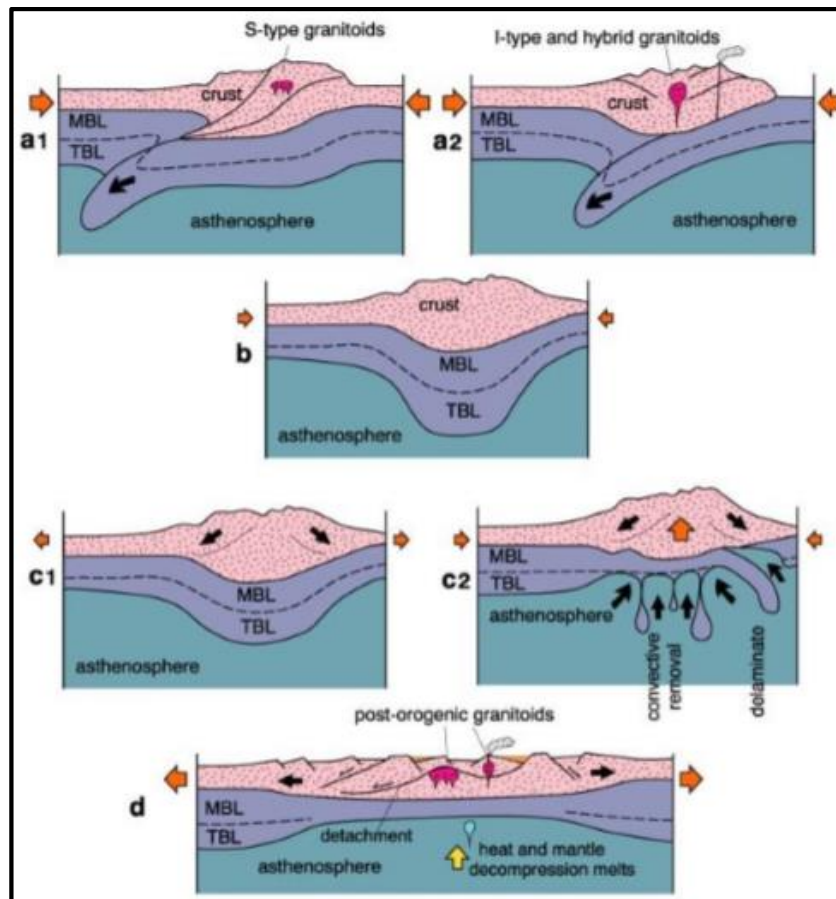
Klasifikasi batuan granitoid melihat komposisi kimia antara lain, A = mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; C = mol CaO; N = mol Na<sub>2</sub>O, K = mol K<sub>2</sub>O; CNK = C + N + K; NK = K + N (Pitcher, 1983 dan Anderson, 1988 dalam Clarke, 1992)

Pembagian jenis granitoid yang lazim digunakan yaitu berdasarkan karakteristik dan genesis granit (Chappell dan White 1974; Chappell dan Stephe, 1988 dalam Winter 2001) yang disebut alphabet yaitu (I-S-A-M) diantaranya :

1. Granitoid I-tipe memiliki A/CNK < 1.1, 87Sr/86 Sri < 0,705 dan 18O > 190/00, menyiratkan batuan berasal dari magma yang bersifat basa dengan komposisi antara derivasi infracrustal.
2. Granitoid S-jenis memiliki A/CNK > 1, 187Sr/86 Sri > 0,707, dan 18O > 90/00, menyiratkan sumber batuan sedimen atau supracrustal protoliths.



3. Granitoid M-tipe memiliki  $A/CNK < 1,0$ ,  $87Sr/86Sr < 0,705$ , dan  $18O < 90/100$ , menyiratkan batuan sumber subduksi kerak samudera, diluar proses kristalisasi fraksional.
4. Granitoid tipe-A memiliki range  $A/CNK > 1,0$ ,  $87Sr/86Sr$  dan  $18O$ , sebanding dengan yang di I, S dan M-jenis, selain mereka memiliki CaO rendah, tinggi Fe, Mg, Ta tinggi, Nb, Zr, REE dan F, dan anorogenic (cratons stabil dan zona keretakan) dalam pengaturan tektonik (loiselle dan wones 1979; Collins dkk, 1982; Cleaser dkk, 1991 dalam Winter 2001) (Gambar 2.3).



**Gambar 2.3** Skematik model tektonik tipe batuan granitoid (Winter, 2001)

**Tabel 2.1** Klasifikasi batuan granitoid secara petrografi dan geokimia (Christiansen dkk, 1996 dalam Ronaldo 2015)

Parameter Kimia dan Mineral	Tipe-S	Tipe-I	Tipe-A Alkalin	Tipe-A Subalkalin	Tipe-M
Mineralogi Utama	Garnet, Muskovit, Kordierit	Amfibol, Biotit, Piroksen	Amfibol alkali, Piroksen Alkali	Fe-Piroksen, Amfibol, Biotit	K-feldspar jarang
Mineralogi Asesoris	Monazit, Topas, Senotim	Titanit, Epidot, Alamit		Alamit, Topas	
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	Sangat-tinggi	Sedang	Sedang	Sedang	Sangat rendah
Al/(Ca+Na+K)	~1	~1	<1	<1,>1	~1
(Na+K)/Al	<1	<1	>1,>1	<1	<1
Rh/Nb	Sangat tinggi	Tinggi	Sedang	Sedang-tinggi	Sangat rendah
Y+Nb	Rendah-sedang	Rendah	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Y/Nb	Tinggi	Sedang	Rendah	Sedang-tinggi	Sangat tinggi
Ga/Al	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah
REE	Rendah	Rendah-tinggi	Tinggi	Sedang	Tinggi
HFSE	Rendah	Rendah	Tinggi	Sedang	Tinggi
fO <sub>2</sub>	Rendah	Tinggi	Rendah	Bervariasi	Rendah
	<QFM	>QFM+2	<QFM	Bervariasi	<QFM
fH <sub>2</sub> O	Tinggi	Tinggi	Rendah	Bervariasi	Rendah
fHF/HCl	Sedang-tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi	Tinggi
δ <sup>18</sup> O	10-13	6-10	6	6-10	6
<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	0,706-0,730	0,704-0,710	0,704-0,706	0,706-0,712	0,704
εNd	-5 s/d 20	3 s/d -10	0 s/d 6	-5 s/d 15	3 s/d 8
Tipe Posisi Tektonik ( <i>Typical tectonic setting</i> )	Subduction-Collision	Subduction	Plumes, Rifting, Within Plate Granite	Anorogenic, Post-Orogenic, Rifting	Ocean Ridge

Parameter Kimia dan Mineral	Tipe-S	Tipe-I	Tipe-A Alkalin	Tipe-A Subalkalin	Tipe-M
Endapan Bijih ( <i>Ore deposit</i> )	SN, W, Ta, Be, Li	Cu, Pb, Zn, Mo, W, Ag, Au, Fe	Zr, Nb, REE, U, Hg	Be, Sn, Mo, F	-
Ishihara seri magnetit & ilmenit	Umumnya seri ilmenit	Umumnya seri magnetit	-	-	-

### 2.3 Magma

Magma adalah cairan atau larutan silikat pijar yang terbentuk secara alamiah, bersifat mudah bergerak (*mobile*), bersuhu antara 900 - 1.000°C dan berasal atau terbentuk pada kerak bumi bagian bawah hingga selubung bagianatas (Alzwar, dkk,1988).

Definisi magma tersebut menggambarkan adanya fisik magma dan sifat kimia magma. Sifat fisik magma berhubungan dengan magma sebagai bahan cair kental pijar, mengandung gas, dan bersuhu tinggi oleh sebab itu magma mudah bergerak dan arah pergerakannya mempunyai kecenderungan menuju arah permukaan bumi membentuk gunung api. Jika magma terbentuk jauh didalam permukaan bumi (*deep seated intrusion*) maka membentuk batuan beku dalam atau batuan plutonik, sedangkan magma yang terbentuk didekat permukaan (*sub volcanic intrusion, shallow magma intrusion and hypabyssal intrusion*) atau di dalam tubuh gunungapi sampai membeku dipermukaan bumi membentuk batuan intrusi dangkal atau batuan gunung api.

Wilson (1989) menjelaskan bahwa lingkungan tatanan tektonik pembentuk magma meliputi tepi lempeng konstruktif, tepi lempeng destruktif, tatanan bagian tengah lempeng samudra dan tatanan bagian tengah lempeng benua (Tabel 2.2).

**Table 2.2** Ciri-ciri seri magma yang berasosiasi dengan tatanan tektonik khusus (Wilson 1989).

<b>Tatanan Tektonik</b>			
Tepi Lempeng		Dalam Lempeng	
Konvergen (Destruktif)	Divergen (Konstruktif)	Bagian tengah lempeng Samudera	Bagain tengah lempeng benua
<b>Roman Muka Gunung Api</b>			
Busur kepulauan, tepi benua aktif	Pegunungan tengah samudera,pusat pemekaran belakang busur	Kepulauan samudera	Jalur regangan benua, provinsi banjir-basal benua
<b>Ciri-ciri Seri Magma</b>			
Tholeit	Tholeit	Tholeit	Tholeit
Kapur Alkali	-	-	-
Alkali	-	Alkali	Alkali
<b>Kisaran SiO<sub>2</sub></b>			
Basal dan lebih Asam	Basal	Basal dan lebih Asam	Basal dan lebih asam

### 2.3.1 Evolusi Magma

Pembentukan magma sebenarnya yang sangat rumit. Proses-proses ini berlangsung tahap demi tahap yang kemudian membentuk sebuah rangkaian khusus yang meliputi proses pemisahan atau *differentiation* pencampuran atau *assimilation* dan anateksis atau peleburan batuan pada kedalaman yang sangat besar. Sementara itu, factor atau hal-hal yang selanjutnya akan menentukan komposisi suatu magma adalah bahan-bahan yang meleleh, derajat fraksinasi dan jumlah material-material pengotor dalam magma oleh batuan sampling (*parent rock*).

Magma pada perjalanannya dapat mengalami perubahan atau disebut dengan evolusi magma. Proses perubahan ini menyebabkan magma berubah menjadi magma yang bersifat lain oleh proses-proses sebagai berikut :

- a. Hibridasi : proses pembentukan magma baru karena pencampuran 2 magma yang berlainan jenis.
- b. Sintetis : Pembentukan magma baru karena adanya proses asimilasi dengan batuan samping.
- c. Anateksis : proses pembentukan magma dari peleburan batu-batuan pada kedalaman yang sangat besar.

Dan dari proses-proses diatas, magma akan berubah sifatnya, dari yang awalnya bersifat homogen pada akhirnya akan menjadi suatu tubuh batuan beku yang bervariasi.

### **2.3.2 Differensiasi Magma**

Penggolongan Magma (Diferensiasi magma) adalah suatu tahapan pemisahan atau pengelompokan magma dimana material-material yang memiliki kesamaan sifat fisika maupun kimia akan mengelompok dan membentuk suatu kumpulan mineral tersendiri yang nantinya akan mengubah komposisi magma sesuai penggolongannya berdasarkan kandungan magma. Proses ini dipengaruhi banyak hal. Tekanan, suhu, kandungan gas serta komposisi kimia magma itu sendiri dan kehadiran pencampuran magma lain atau batuan lain juga mempengaruhi proses diferensiasi magma ini. Secara umum, proses diferensiasi magma terbagi menjadi :

a. Fraksinasi (Fractional Crystallization)

Proses ini merupakan suatu proses pemisahan kristal-kristal dari larutan magma karena proses kristalisasi perjalan tidak seimbang atau kristal-kristal tersebut pada saat pendinginan tidak dapat mengubah perkembangan. Komposisi larutan magma yang baru ini terjadi sebagai akibat dari adanya perubahan temperatur dan tekanan yang mencolok serta tiba-tiba.

b. Crystal Settling/gravitational settling

Proses ini meliputi pengendapan kristal oleh gravitasi dari kristal-kristal berat yang mengandung unsur Ca, Mg, Fe yang akan memperluas magma pada bagian dasar magma chamber. Disini, mineral-mineral silikat berat akan berada di bawah. Dan akibat dari pengendapan ini, akan terbentuk suatu lapisan magma yang nantinya akan menjadi tekstur kumulat atau tekstur berlapis pada batuan beku.

c. Liquid Immisibility

Larutan magma yang memiliki suhu rendah akan pecah menjadi larutan yang masing-masing akan membentuk suatu bahan yang heterogen.

d. Crystal Flotation

Pengembangan kristal ringan dari sodium dan potassium akan naik ke bagian atas magma karena memiliki densitas yang lebih rendah dari larutan kemudian akan mengambang dan membentuk lapisan pada bagian atas magma.

e. Vesiculation

Vesiculation merupakan suatu proses dimana magma yang mengandung komponen seperti CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, dan H<sub>2</sub>O sewaktu-waktu naik ke permukaan

sebagai gelembung-gelembung gas dan membawa komponen-komponen sodium (Na) dan potassium (K).

f. Asimilasi magma

Proses ini dapat terjadi pada saat terdapat material asing dalam tubuh magma seperti adanya batuan disekitar magma yang kemudian bercampur, meleleh dan bereaksi dengan magma induk dan kemudian akan mengubah komposisi magma.

### **2.3.3 Komposisi Magma**

Secara umum batuan beku disusun oleh enam kelompok mineral seperti olivin, piroksen, amfibol, mika, feldspar dan kuarsa. Kita ketahui bahwa batuan beku merupakan hasil pembekuan langsung magma baik didalam bumi maupun diatas permukaan bumi, jadi komposisi magma dapat diketahui dari studi batuan beku. Contoh magma dipermukaan bumi adalah lava. Unsur-unsur yang terkandung didalam mineral-mineral penyusun batuan beku adalah Si (silikon), Al (Aluminium), Ca (Kalsium), Na (Sodium), K (Potasium), Fe (Besi), Mg (Magnesium), H (Hidrogen), O (Oksigen), unsur-unsur ini sering dijumpai dalam ion oksida sebagai  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , dan unsur-unsur yang ada dalam periode 3. Oleh sebab itu unsur-unsur ini merupakan unsur-unsur terpenting didalam magma sehingga unsur ini sering dipakai para ahli sebagai komponen pembanding untuk klasifikasi batuan.

Secara mendasar komposisi kimia dan mineralogi daerah sumber memperlihatkan proses-proses penting yang mengedalikan komposisi batuan beku. Komposisi unsur-unsur utama dan jejak ditentukan oleh proses peleburan dan

derajat *partial melting*, walaupun komposisi peleburan dapat berubah dalam jumlah besar selama menuju permukaan bumi (Rollinson, 1993).

Flint (1977) menjelaskan bahwa komposisi magma hasil analisis kimia menunjukkan kisaran 45% berat dan sampai 75% berat SiO<sub>2</sub>. Hanya sedikit lava yang komposisi SiO<sub>2</sub> mencapai serendah 30% berat dan setinggi 80% berat, tetapi variasi ini terbentuk apabila magma terasimilasi oleh fragmen batuan sedimen dan batuan malihan atau ketika diferensiasi magma sehingga menyebabkan komposisi magma berubah. Berdasarkan analisis kimia tersebut diperoleh tiga jenis magma yaitu:

- Magma mengandung sekitar 50% SiO<sub>2</sub> membentuk batuan beku basal, diabas dan gabro.
- Magma mengandung sekitar 60% SiO<sub>2</sub> membentuk batuan beku andesit dan diorit
- Magma mengandung sekitar 70% SiO<sub>2</sub> membentuk batuan beku riolit dan granit.

Selain komposisi senyawa SiO<sub>2</sub>, pada gambar juga memperlihatkan bahwa batuan beku basal/gabro didominasi oleh mineral yang berkomposisi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, MgO, dan CaO, sedangkan batuan riolit/granit didominasi oleh mineral yang mempunyai komposisi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan K<sub>2</sub>O.

#### **2.4 Geokimia dan Lingkungan Tektonik.**

Tinjauan prinsip geokimia terkait dengan kristalisasi magma, kesetimbangan magmatik dan hidrotermal kristal sampai dengan kesetimbangan fluida (Henderson, 1982 dalam Clarke, 1992). Secara prinsip, mineral pembentuk



batuan granitoid dikontrol oleh konsentrasi *major element* berupa kuarsa-SiO<sub>2</sub>; plagioklas-CaO, Na<sub>2</sub>O dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; K-feldspar-K<sub>2</sub>O dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan ferromagnesian silikat dan oksida-FeO dan MgO).

Pada Klasifikasi batuan granitoid melihat komposisi kimia antara lain, A = mol Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; C = mol CaO; N = mol Na<sub>2</sub>O, K = mol K<sub>2</sub>O; CNK = C + N + K; NK = K + N (Pitcher, 1983 dan Anderson, 1988 dalam Clarke, 1992).

**Tabel 2.3** Pembagian jenis batuan granitik berdasarkan komposisi kimia, (Clarke 1992)

Jenis Batuan Granitoid			
QAP 60% > Quartz > 20% Alkali-feldspar/(Alkali-feldspar + Plagioklas) = 0 – 1			
	<i>Peraluminous</i>	<i>Metaluminous</i>	<i>Peralkaline</i>
Pengertian (shand,1947)	A>CNK**	CNK>A>NK**	A<NK**
Karakter Mineral	<i>Aluminosilicates, cordierite, garnet, topaz, turmalin spinel, korondum.</i>	ortopiroksin, klinopiroksin <i>cummingstone</i> , hornblende, epidot	Fayalit olivin, aegirin, <i>arfvedsonite</i> , riebeckite
Mineral Umum Lainnya	biotit, muskovit	biotit, minor muskovit	Minor biotit
Mineral Oksidasi	ilmenite, tapiolite	Magnetit	Magnetit
Mineral Assesories	apatite, zircon, monasit	Apatite, zircon, titanit, allanit	Apatit, zircon, titanit, allanit, fluorit, <i>cryolite</i>
Lingkungan Tektonik	<i>Continent-continent collision tectonics involving thickened continental crust</i>	Subduction-related continental, and island arc	Post-tectonic or anorogenetic extension resulting in intracontinental ring complexes.

Lingkungan tektonik menurut Wilson (1989) (Gambar 2.4) terbagi menjadi tiga jenis Magmatisme yaitu:

1. *Constructive Plate Margin*

Merupakan tatanan tektonik yang terletak pada zona divergen yaitu zona antara dua lempeng atau lebih yang saling menjauh sehingga magma dapat terbentuk pada dua daerah yakni pematang tengah samudera (*Mid Oceanic Ridge*) dan *Back Arc Basin*.

a. Pematang tengah samudera (*Mid Oceanic Ridge*)

Merupakan daerah dimana dua lempeng samudera yang saling menjauhi, magma pada tektonik ini berasal dari pelelehan sebagian mantel bagian atas karena adanya pelepasan tekanan oleh batuan induk karena proses divergen. Batuan yang terbentuk pada tatanan ini tektonik ini bersifat mafik-ultramafik seperti peridotit, basal, atau gabro, batuan beku bertekstur lava bantal dan kekar tiang.

b. *Back Arc Basin*

Merupakan tatanan tektonik yang terbentuk dibelakang busur kepulauan, hal ini dapat terjadi akibat adanya *rifting* dibelakang zona penunjaman selama proses subduksi berlangsung sehingga terbentuklah cekungan. Magma yang dihasilkan pada zona ini bersifat basa seperti batuan beku basal.

2. *Destructive Plate Margin*

Merupakan tatanan tektonik yang terletak pada zona konvergen dimana dua lempeng atau lebih saling bertumbukan satu sama lain. Magma yang dapat terbentuk pada dua daerah yaitu busur kepulauan (*Island Arc*) dan tepi benua aktif (*Active Continental Margin*).

a. Busur kepulauan atau *Island Arc*

Merupakan daerah dimana lempeng samudera dan lempeng samudera atau lempeng benua yang tipis bertumbukan. Zona ini disebut zona subduksi atau zona penunjaman. Magma akan terbentuk akibat dari pelelehan sebagian mantel atas atau baji mantel atau kerak samudera yang menunjam. Daerah *Island Arc* ditandai dengan munculnya busur kepulauan dengan deretan gunungapi yang masih aktif.

Batuan beku yang terbentuk umumnya bersifat intermediet sampai basaltik seperti andesit atau basal. Diferensiasi magma tidak terjadi secara dominan di daerah ini sehingga batuan tersebut memiliki tekstur yang sedikit akan fenokris. Batuan vulkanik juga banyak terbentuk akibat aktivitas vulkanisme yang intensif.

b. Tepi benua aktif atau *Active Continental Margin*

Merupakan daerah dimana terjadi tumbukan antara lempeng benua yang tebal. Magma dapat berasal dari pelelehan sebagian mantel atas atau kerak benua bagian bawah. Pada daerah ini gunungapi jarang ditemukan. Batuan beku yang terbentuk pada zona ini pada umumnya intermediet sampai felsik seperti granit atau diorit. Diferensiasi magma terjadi secara dominan dan lanjut sehingga butiran kristal yang terbentuk berukuran besar.

3. *Within plate* adalah lingkungan tektonik pada daerah pertengahan yaitu

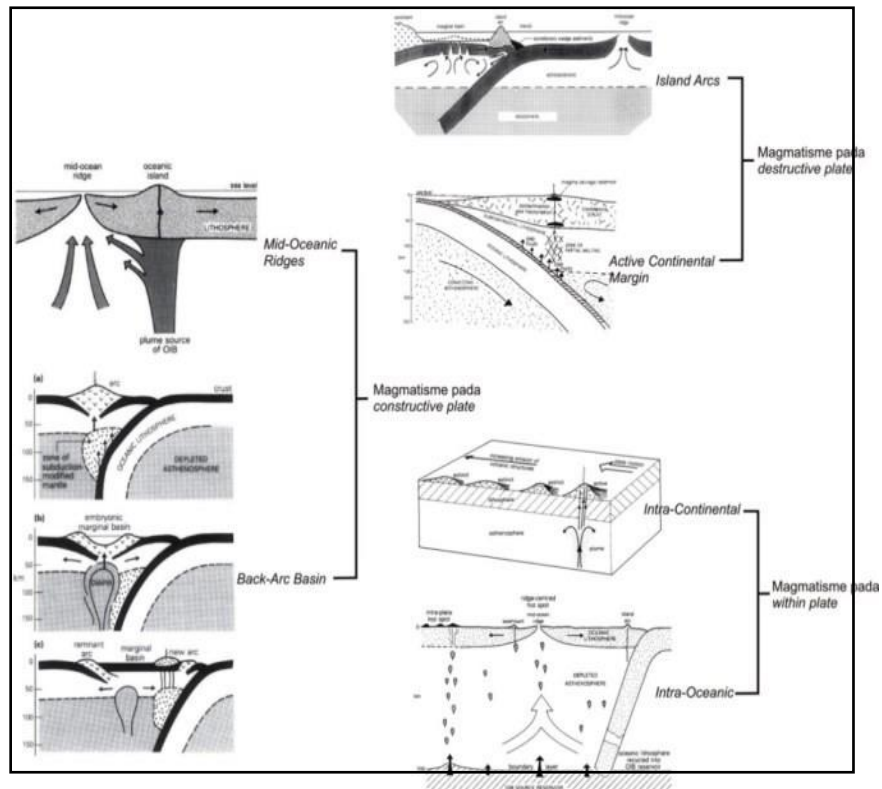
a. *Continental Intra-plate Margin*

Merupakan tatanan tektonik yang terbentuk di tengah lempeng benua. Magmatisme dapat terbentuk di dua tempat yaitu *Continental Flood Basalt Province* yakni hasil dari erupsi besar-besaran gunungapi yang menyebabkan terjadinya pelamparan lava basal di lantai samudera atau daratan, sebagai contoh

yaitu batuan beku yang terdapat di Siberia dan Antartika berupa batuan beku basal dan *Continental Rift Zone* merupakan zona dimana dua kerak saling menjauh, magma berasal dari pelelehan sebagian kerak benua bagian atas atau bagian tengah sehingga magma bersifat asam-intermedit.

b. *Oceanic Intra-plate Margin*

Merupakan tatanan tektonik yang terbentuk di tengah-tengah lempeng samudera dan biasanya akan membentuk kepulauan gunungapi. Sumber magma berasal dari pelelehan sebagian mantel atas. Magma akan berkumpul di suatu tempat yang disebut *hotspot*. Magma tersebut dapat keluar ke permukaan bumi dan membentuk gunungapi, contohnya pada Kepulauan Hawaii dimana terdapat Gunungapi Mauna Kea hasil dari aktivitas *hotspot*. Pada zona ini terbentuk batuan beku vulkanik yang bersifat mafik - ultramafik karena magma berasal dari diferensiasi lempeng samudera yang bersifat basa.



**Gambar 2.4** Jenis-jenis tatanan tektonik batuan beku. (Wilson, 1989)

Indonesia merupakan zona *active continental margin system* (Mitchell dan Reading, 1969 dalam Wilson, 1989) dan *island arc system* (after Wilson dan Davidson, 1984 dalam Wilson, 1989). Khususnya Pulau Sulawesi merupakan daerah kompleks tektonik dan vulkanisme masa lampau. Pulau ini tersusun oleh tiga mandala geologi yang didasari oleh litologi, struktur, dan sejarah pembentukannya yaitu Sulawesi bagian barat berupa batuan vulkanik, Sulawesi bagian timur berupa batuan metamorf dan ofiolit dan Banggai-Sula yang merupakan fragmen kontinen yang mempunyai karakter dan fenomena geologi yang berbeda (Sukamto, 1975) dan sekitar 70 % daerahnya tertutupi oleh batuan vulkanik dari berbagai jenis dengan umur yang berbeda. Hal ini dapat memberikan pengetahuan bahwa Pulau Sulawesi merupakan bentukan tiga lempeng mayor (Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia) yang saling berinteraksi menghasilkan

berbagai fenomena geologi termasuk peristiwa letusan gunungapi (vulkanisme) dan batuan produknya.

## 2.5 X-Ray Fluorescence (XRF)

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).

Unit pemrosesan data pada XRF terdiri dari *preamplifier*, *linier amplifier*, *counter*, *timer* serta MCA. Alat-alat ini dibutuhkan dalam mengolah pulsa *output* suatu detektor. *Preamplifier* berfungsi dalam pembentukan ritme pulsa dengan *rise time* pendek. *Linier Amplifier* berfungsi untuk memperkuat dan membentuk pulsa yang keluar dari detektor. *Timer* berfungsi untuk membatasi waktu cacah serta MCA berfungsi untuk mengklasifikasikan pulsa yang masuk ke dalam saluran-saluran (Wisnu, 1988 dalam Masrukan dkk, 2007).