

SKRIPSI

**STUDI GEOKIMIA *OLISTOLITH* DARI *OLISTOSTROME* DAERAH
MANGILU, KECAMATAN BUNGORO, KABUPATEN PANGKAJENE
DAN KEPULAUAN, PROVINSI SULAWESI SELATAN**

Disusun dan diajukan oleh

**MUHAMMAD FARHAN WAHYU WIRA PRATAMA
D061171508**



**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI GEOKIMIA *OLISTOLITH* DARI *OLISTOSTROME* DAERAH
MANGILU, KECAMATAN BUNGORO, KABUPATEN PANGKAJENE
DAN KEPULAUAN, PROVINSI SULAWESI SELATAN

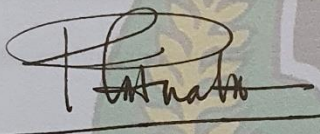
Disusun dan diajukan oleh :

MUHAMMAD FARHAN WAHYU WIRA PRATAMA
D061171508

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

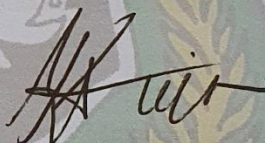
Menyetujui,

Pembimbing Utama



Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L., M.T
NIP. 19590202 198601 2 000

Pembimbing Pendamping



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

Mengetahui

Ketua Departemen Teknik Geologi
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng

NIP. 19771214 200501 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Farhan Wahyu Wira Pratama

NIM : D061171508

Program Studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul :

**STUDI GEOKIMIA *OLISTOLITH* DARI *OLISTOSTROME* DAERAH
MANGILU, KECAMATAN BUNGORO, KABUPATEN PANGKAJENE
DAN KEPULAUAN, PROVINSI SULAWESI SELATAN**

adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alih tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat di buktikan bahwa sebagian atau keseluruhan sekripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

ar, 24 Januari 2023


Muh. Farhan W. Wira P.

SARI

Secara administratif daerah penelitian terletak pada Daerah Mangilu, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan dan secara geografis terletak pada koordinat $119^{\circ} 40' 00''$ – $119^{\circ} 41' 30''$ BT (Bujur Timur) dan $4^{\circ} 45' 00''$ – $4^{\circ} 47' 00''$ LS (Lintang Selatan). Penelitian ini dimaksudkan untuk pemetaan geologi permukaan secara detail dengan skala 1:2.000. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis *olistolith* dari *olistostrome* dan mengetahui lingkungan tektonik. sehingga dapat diperoleh hasil baik dalam bentuk laporan maupun peta daerah penelitian. Metode yang digunakan terdiri atas pemetaan *traversing* dan *labo analysis*. Berdasarkan hasil analisa geokimia berupa analisa unsur utama menggunakan metode XRF, maka jenis *olistolith olistostrome* pada daerah penelitian berdasarkan TAS 1979 dan Middlemost 1994 yaitu Ganit Granodiorit, dan Basal. Tatanan tektonik batuan pada daerah penelitian terletak pada tatanan tektonik zona konvergen yakni pada lingkungan tektonik daerah *Continental arc* dan *island arc*.

Kata Kunci : Pemetaan, Geologi, *Olistolith*, *Olistostrome*, XRF

ABSTRACT

Administratively, the research area is located in the Mangilu District, Bungoro District, Pangkajene and Kepulauan Regency, South Sulawesi Province and is located at coordinates 119° 40' 00" – 119° 41' 30" East Longitude (East Longitude) and 4° 45' 00" – 4° 47' 00" South Latitude (South Latitude). This research is for a detailed geological study of the surface with a scale of 1:2,000. The purpose of this study was to determine the type of olistolith from the olistostrome and to determine the tectonic environment. so that results can be obtained both in the form of reports and maps of the research area. The method used consists of traversing mapping and laboratory analysis. Based on geochemical analysis in the form of non-mainstream analysis using the XRF method, the type of olistolith olistostrome in the study area is based on TAS 1979 and Middlemost 1994, namely Gabbro, Granodiorit, and Basalt. The rock tectonic arrangement in the study area is located in the tectonic setting of the convergent zone in the tectonic environment of the Continental arc area.

Keywords: *Mapping, Geology, Olistolithh, Olistostrome, XRF*

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT atas berkah dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Studi Geokimia *Olistolith* dari *Olistostrome* Daerah Mangilu, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam pelaksanaan kegiatan pemetaan geologi. Diantaranya :

1. Bapak Dr. Ir. Kaharuddin, M.T dan Ibu Dr. Ir. Hj. Ratna Husain L., M.T
Sebagai Dosen Pembimbing yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan baik dalam proses pengambilan dan pengolahan data, serta penulisan laporan.
2. Bapak Dr. Ir. M. Fauzi Arifin, M.Si. dan Bapak Safruddin, S.T., M.Eng.
Sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan masukan dalam hasil laporan pada daerah penelitian demi perbaikan hasil laporan penulis kedepannya.
3. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng Sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi yang telah memberikan ilmunya selama saya menempuh pendidikan perkuliahan.
5. Seluruh Staf Departemen Teknik Geologi Universitas Hasanuddin yang telah banyak memberikan bantuan demi kelancaran pengurusan

administrasi dan kebutuhan dalam penelitian ini.

6. Kepada Kedua Orang tua yang senantiasa mengiringi doa kepada penulis demi dapat menjadi orang yang membanggakan bagi keluarga.
7. Saudara Bidara Nur Aisyah, S.T., Jou Indrajati dan Rizky Ananda Idsam dalam hal ini telah membantu dalam pengambilan dan pengolahan data dalam penyusunan laporan pemetaan ini.
8. Saudara Allika Fadia Haya Sukur, S.T., Jusriani Azis, S.T., Utami Enka Lestari, S.T., Bybelly Kakerissa Israelia, S.T., dan Zulfahmi Azrul, S.T. dalam hal ini tempat diskusi selama perkuliahan, dan penyemangat bagi penulis.
9. Saudara-saudariku Basis Angkatan XXXII Satuan Komando Lapangan yang menjadi tempat penulis belajar lebih pada kondisi alam dan lapangan di geologi.
10. Saudara-saudariku Teknik Geologi 2017 “Raptors” atas dukungan dan bantuannya selama penulis menimba ilmu di geologi.
11. Starbucks, Goffee, Mc Donalds, Noice, Kopi Teori, Wirskopi, Exposed, Terimakasih Kopi, Mark Trees, Melos, Gori Artisan, Safe House, Tepi Ruang, Walking Drum, Upnormal, Daun Coffee yang telah menjadi tempat ternyaman penulis mengerjakan tugas akhir ini.
12. Semua rekan yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat disebutkan. Terima kasih untuk uluran tangan dan kerendahan hati yang kalian miliki. *BarakAllahu Fiikum*

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

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh

Makassar, 24 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
SARI	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
1.6 Letak, Waktu, dan Kesampaian Daerah.....	2
1.7 Alat dan Bahan.....	3
1.8 Peneliti Terdahulu	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Geologi Regional	6
2.1.1 Geomorfologi Regional.....	6
2.1.2 Stratigrafi Regional	7
2.1.3 Geologi dan Tektonik Regional	9
2.2 Pengertian <i>Olistostrome</i>	10
2.3 Batuan Granitoid	14
2.3.1 Klasifikasi Batuan Granitoid.....	15
2.3.1.1 Klasifikasi Batuan Granitoid Berdasarkan Komposisi Mineral.....	15

2.3.1.2	Klasifikasi Batuan Granitoid Berdasarkan Komposisi Kimia.....	16
2.4	Geokimia dan Lingkungan Tektonik.....	18
2.5	X-Ray Fluorescence (XRF).....	23
BAB III METODE PENELITIAN		26
3.1	Metode Penelitian.....	26
3.2	Tahapan Penelitian	26
3.2.1	Persiapan	26
3.2.2	Pengambilan Data Lapangan.....	27
3.2.3	Analisa Laboratorium.....	28
3.2.4	Pengolahan Data.....	29
3.2.5	Tahap Penyusunan Laporan	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		32
4.1	Geologi Daerah Penelitian	32
4.1.1	Geomorfologi Daerah Penelitian.....	32
4.1.2	Stratigrafi Daerah Penelitian	33
4.1.2.1	Satuan Sekis	34
4.1.2.2	Satuan Diabas.....	36
4.1.2.3	Satuan <i>Olistostrome</i>	37
4.1.2.4	Satuan Rijang	39
4.2	Petrologi dan Petrografi <i>Olistolith</i>	41
4.2.1	<i>Olistolith</i> Granit.....	41
4.2.2	<i>Olistolith</i> Granodiorit	46
4.2.3	<i>Olistolith</i> Diabas.....	48
4.3	Geokimia Batuan.....	49
4.3.1	Unsur Utama	49
4.3.2	Jenis dan Afanitas Magma <i>Olistolith</i>	52
4.3.3	Penamaan <i>Olistolith</i>	55
4.3.4	Klasifikasi Jenis Batuan Granitik.....	58
4.3.5	Evolusi Magma	59
4.3.6	Geotektonik	61

4.3.6.1 Geotektonik <i>Olistolith</i> Granit.....	62
4.3.6.2 Geotektonik <i>Olistolith</i> Diabas.....	64
BAB V PENUTUP	66
5.1 Kesimpulan.....	66
5.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pembagian jenis batuan granitic berdasarkan komposisi Kimia (Clarke, 1992)	18
Tabel 2.2 Klasifikasi karakteristik batuan granitoid berdasarkan tatanan tektonik (Barbarin, 1990 dalam Winter, 2001)	22
Tabel 4.1 Presentasi kandungan <i>major element</i>	52
Tabel 4.2 Klasifikasi magma berdasarkan kandungan SiO ₂ (%) atau Derajat keasaman (Le Maitre et al., 1989 dalam Rollinson 1993)	52
Tabel 4.3 Komposisi kandungan senyawa SiO ₂ wt% versus Na ₂ O + K ₂ O pada setiap batuan	55
Tabel 4.4 Klasifikasi lingkungan tektonik (Pitcher, 1992 – 1993 dan Barbarin, 1990 dalam Winter, 2001).....	62
Tabel 4.5 Karakteristik magma yang terbentuk berdasarkan lingkungan Tektonik tertentu menurut Wilson (1989).....	65

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Peta tunjuk daerah penelitian.....	3
Gambar 2.1 Model pembentukan dan penempatan <i>olistostrome</i> (Festa dkk., 2016)	13
Gambar 2.2 Penampang tektonik pembentukan <i>olistostrome</i> (Kaharuddin dkk., 2022)	14
Gambar 2.3 Klasifikasi batuan granit (Strekeinsen,1976 dalam Clarke,1992).....	16
Gambar 2.4 Jenis-jenis batuan granit berdasarkan kandungan Alumina saturation dalam Clarke,1992.....	17
Gambar 2.5 Jenis-jenis tatanan tektonik batuan beku. (Wilson, 1989)	22
Gambar 3.1 Diagram alir metode penelitian.....	31
Gambar 4.1 Kenampakan bentang alam daerah penelitian pada sungai Pateteyang dengan arah foto N 135° E.....	33
Gambar 4.2 Kenampakan lapangan Sekis stasiun ST-WR 7 arah N 245° E	35
Gambar 4.3 Kenampakan petrografis Sekis pada sayatan ST-WR 7	35
Gambar 4.4 Kenampakan lapangan Diabas stasiun ST-WR 4 arah N 333° E	37
Gambar 4.5 Kenampakan petrografis Diabas pada sayatan ST-WR 4.....	37
Gambar 4.6 Kenampakan lapangan Olistostrome yang menunjukkan kenampakan rekahan yang berstruktur tektonit berupa struktur yang melensa atau lensis (X) dan <i>boundinage</i> (Y) dengan arah foto N 20° E.....	38
Gambar 4.7 Kenampakan tekstur khusus <i>mortar</i> pada sayatan tipis.....	39
Gambar 4.8 Kenampakan lapangan Rijang stasiun ST-WR 8 arah N 225° E	40
Gambar 4.9 Kenampakan petrografis Rijang pada sayatan ST-WR 8	40

Gambar 4.10	Kenampakan lapangan <i>olistolith</i> Granit stasiun ST-WR 1 yang menunjukkan kenampakan yang berstruktur tektonit berupa lensis dengan arah foto N 40° E	41
Gambar 4.11	Kenampakan petrografis <i>olistolith</i> Granit pada sayatan ST-WR 1	42
Gambar 4.12	Klasifikasi batuan plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke,1992	42
Gambar 4.13	Kenampakan lapangan <i>olistolith</i> Granit stasiun ST-WR 3 yang menunjukkan kenampakan yang berstruktur tektonit berupa <i>boundinage</i> dengan arah foto N 68° E	43
Gambar 4.14	Kenampakan petrografis <i>olistolith</i> Granit pada sayatan ST-WR 3	44
Gambar 4.15	Klasifikasi batuan plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke,1992	44
Gambar 4.16	Kenampakan lapangan <i>olistolith</i> Granit stasiun ST-WR 5 yang menunjukkan kenampakan yang berstruktur tektonit berupa lensis dengan arah foto N 110° E.....	45
Gambar 4.17	Kenampakan petrografis <i>olistolith</i> Granit pada sayatan ST-WR 5	46
Gambar 4.18	Klasifikasi batuan plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke,1992	46
Gambar 4.19	Kenampakan lapangan <i>olistolith</i> Granodiorit stasiun ST-WR 6 yang menunjukkan kenampakan yang berstruktur tektonit berupa lensis dengan arah foto N 78° E	47
Gambar 4.20	Kenampakan petrografis <i>olistolith</i> Granodiorit pada sayatan ST-WR 6	48
Gambar 4.21	Klasifikasi batuan plutonik QAP menurut Strekeisen, 1976 dalam Clarke,1992	48
Gambar 4.22	Kenampakan lapangan <i>olistolith</i> Diabas stasiun ST-WR 2 arah N 120° E.....	49

Gambar 4.23 Kenampakan petrografis <i>olistolith</i> Diabas pada sayatan ST-WR 2	49
Gambar 4.24 <i>Plotting</i> pada klasifikasi afinitas magma berdasarkan perbandingan K_2O dan SiO_2 (Peccerillo dan Taylor, 1976 dalam Rollinson, 1993).....	54
Gambar 4.25 Hasil plotting seri magma pada diagram AFM (A = $K_2O +$ Na_2O), (F = Total FeO) dan (M = MgO) (Irvine dan Baragar, 1971).....	55
Gambar 4.26 Hasil <i>plotting major element</i> ($SiO_2 - Na_2O + K_2O$ pada klasifikasi batuan beku plutonik (Middlemost, 1985).....	57
Gambar 4.27 Hasil <i>plotting major element</i> ($SiO_2 - Na_2O + K_2O$ pada klasifikasi batuan beku vulkanik (Middlemost, 1985).....	58
Gambar 4.28 Hasil plotting pada klasifikasi jenis batuan Granit menurut saturation alumina (Shand, 1943 dalam Clarke, 1992).....	59
Gambar 4.29 Hasil plotting kandungan major element terhadap SiO_2 pada diagram variasi (Harker, 1909 dalam Rollinson, 1993)	61
Gambar 4.30 Penentuan asal magma berdasarkan analisis senyawa TiO_2 vs K_2O vs P_2O_5 yang diplot pada diagram Pierce et.al (1977).....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sulawesi menjadi salah satu pulau unik memperhatikan dari sudut pandang ilmu geologi. Salah satunya keunikannya dibuktikan dengan keempat lengan yang bertemu tengah pulau dan bentuknya yang menyerupai huruf “K”. Serta membuktikan adanya proses geologi dari aspek struktur serta pembentukan batuan yang rumit telah terjadi (Surono, et al., 2013)

Daerah Mangilu merupakan kompleks batuan dan jalur dorong imbrikasi Pangkajene, berbagai jenis batuan terdeformasi tersingkap dengan baik di sepanjang sungai Pangkajene (Sukamto, 1982). Penghancuran, penghancuran lapisan batuan, pencampuran batuan Mesozoikum dan deformasi batuan Tersier merupakan fenomena yang kompleks dan menarik untuk dikaji baik deformasi petrologi, tektonik maupun tektonik. Pencampuran komponen batuan *olistostrome* jika diamati dan diteliti keberadaannya dapat mengungkap sejarah panjang fenomena geologi dan tektonik di kawasan kompleks Bantimala, khususnya kawasan Mangilu (Kaharuddin, 2010)

Sehingga perlunya penelitian untuk mengetahui jenis batuan penyusun daerah tersebut. Berdasarkan hal tersebut diadakan penelitian tentang *Olistolith* dari *olistostrome* daerah Mangilu dengan judul tugas akhir “Studi Geokimia *Olistolith* dari *Olistostrome* Daerah Mangilu Kecamatan Bungoro Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan Provinsi Sulawesi Selatan”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui jenis batuan *Olistolith* dari *olistostrome*
2. Mengetahui lingkungan tektonik pembentukan *Olistolith*

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian yang akan dilakukan ini dibatasi pada pengambilan data lapangan berupa sampel batuan di daerah penelitian serta dilakukan analisis geokimia.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Mengetahui jenis batuan *Olistolith* dari *olistostrome* daerah penelitian
2. Mengetahui lingkungan tektonik pembentukan *Olistolith*

1.5 Manfaat Penelitian

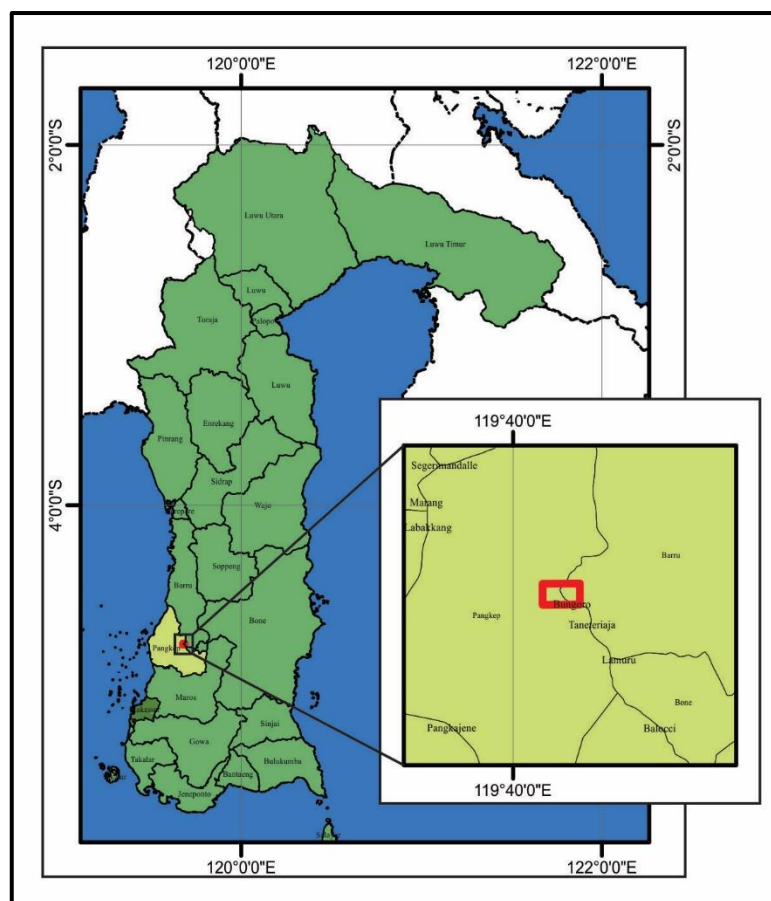
Adapun manfaat pada penelitian ini yakni memberikan pengembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang ilmu geologi yang berkaitan dengan tektonik dan kadar unsur pada batuan daerah penelitian.

1.6 Letak, Waktu, dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Daerah Mangilu, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene Dan Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan dan secara geografis terletak pada koordinat 119°40'00" –

119°41'30" BT dan 4°45'00" – 4°47'00" LS.

Daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Indonesia Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat, Sulawesi Skala 1:250.000 dan Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 50.000 Lembar Pangajene 2011-31 yang diterbitkan oleh Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal) Edisi I Tahun 1991 (Cibinong, Bogor).



Gambar 1. 1 Peta Tunjuk Daerah Penelitian

Daerah ini dapat dicapai dengan menggunakan transportasi darat beroda empat dengan waktu tempuh sekitar kurang lebih 2 jam dengan jarak sekitar 77 km ke arah Utara Kota Makassar.

1.7 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.

1. Alat dan bahan 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 76Csx*)
 3. *Software* digitasi peta *Arc GIS 10.5*
 4. Laptop
 5. Kompas geologi
 6. Palu geologi
 7. Lup dengan pembesaran 10X
 8. Buku catatan lapangan
 9. Kamera digital
 10. Larutan HCl (0,1 M)
 11. Kantong sampel
 12. Alat tulis menulis
 13. Ransel lapangan
2. 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 (XRF)
3. *Software* analisis unsur kimia *GCDkit 3.0*
4. Laptop
5. Alat tulis–menulis
6. Foto sayatan tipis

1.8 Peneliti Terdahulu

Peneliti terdahulu yang pernah mengadakan penelitian yang sifatnya regional di antaranya sebagai berikut :

1. Rab Sukamto (1975), melakukan penelitian tentang tektonik Sulawesi menghasilkan Peta Pola Tektonik Regional Sulawesi.
2. Rab Sukamto (1982), melakukan pemetaan geologi regional berskala 1 : 250.000 di Sulawesi Selatan terkhusus peta lembar Pangkajene dan Watampone bagian Barat.
3. Surono (2013), melakukan penelitian tentang geologi daerah Sulawesi.
4. Kaharuddin, A.M Imran, Chalid Idam, Asri Jaya (2018), melakukan penelitian tentang *olistostrome* di daerah Bantimala

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

2.1.1 Geomorfologi Regional

Di daerah Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat terdapat dua baris pegunungan yang memanjang hampir sejajar pada arah utara-barat laut dan terpisahkan oleh lembah Sungai Walanae. Pegunungan yang barat menempati hampir setengah luas daerah, melebar di bagian selatan (50 km) dan menyempit di bagian utara (22 km). Puncak tertingginya 1694 m, sedangkan ketinggian rata-ratanya 1500 m. Pembentuknya sebagian besar batuan gunungapi. Di lereng barat dan di beberapa tempat di lereng timur terdapat topografi kras, penceminan adanya batugamping. Di antara topografi kras di lereng barat terdapat daerah pebukitan yang dibentuk oleh batuan Pra-Tersier. Pegunungan ini di baratdaya dibatasi oleh dataran Pangkajene-Maros yang luas sebagai lanjutan dari dataran di selatannya (Sukanto, 1982).

Pegunungan yang di timur relatif lebih sempit dan lebih rendah, dengan puncaknya rata-rata setinggi 700 m, dan yang tertinggi 787 m. Juga pegunungan ini sebagian besar berbatuan gunungapi. Bagian selatannya selebar 20 km dan lebih tinggi, tetapi ke utara menyempit dan merendah, dan akhirnya menunjam ke bawah batas antara Lembah Walanae dan dataran Bone. Bagian utara pegunungan ini bertopografi kras yang permukaannya sebagian berkerucut. Batasnya di timurlaut adalah dataran Bone yang sangat luas, yang menempati hampir sepertiga bagian timur (Sukanto, 1982).

Lembah Walanae yang memisahkan kedua pegunungan tersebut di bagian utara selebar 35 Km. tetapi di bagian selatan hanya 10 km. Di tengah terdapat Sungai Walanae yang mengalir ke utara Bagian selatan berupa perbukitan rendah dan di bagian utara terdapat dataran aluvium yang sangat luas mengelilingi D. Tempe (Sukanto, 1982).

2.1.2 Stratigrafi Regional

Kelompok batuan tua yang umurnya belum diketahui terdiri dari batuan ularabasa, batuan malihan dan batuan melange. Batuannya terbreksikan dan tergerus, dan sentuhannya dengan formasi di sekitarnya berupa sesar atau ketidselarasan. Penarikan radiometri pada sekis yang menghasilkan 111 juta tahun Kemungkinan menunjukkan peristiwa malihan akhir pada tektonik Zaman Kapur. Batuan tua ini tertindih tak selaras oleh endapan flysch Formasi Balangbaru dan Formasi Marada yang tebalnya lebih dari 2000 m dan berumur Kapur Akhir. Kegiatan magma sudah mulai pada waktu itu dengan bukti adanya sisipan lava dalam flysch (Sukanto, 1982).

Kb Formasi Balangbaru : sedimen tipe flysch; batupasir berselingan dengan batulanau, batulempung dan serpih bersisipan konglomerat, batupasir konglomeratan, tufa dan Lava. sebagian tufaan dan gampingan: pada umumnya menunjukkan struktur turbidit; di beberapa tempat di temukan konglomerat dengan susunan basal, andesit, diorit. serpih, tufa, sekis, kuarsa, dan bersemen batupasir; pada umumnya padat dan sebagian serpih terkonsolidasi. Di bawah mikroskop, batupasir dan batulanau terlihat mengandung pecahan batuan beku, metasedimen dan rintang radiolaria (Sukanto, 1982).

m **Kompleks Melange** : Batuan campur aduk secara tektonik terdiri dari grewake, breksi, konglomerat, batupasir; terkersikkan, serpih kelabu, serpih merah, rijang radiolaria merah, batusabak, sekis, ultramafik, basal, diorit dan lempung; himpunan batuan ini mendaun, kebanyakan miring ke arah timurlaut dan tersesarkan naik ke arah baratdaya; satuan ini tebalnya tidak kurang dari 1750 m, dan mempunyai sentuhan sesar dengan satuan batuan di sekitarnya (Sukamto, 1982).

2.1.3 Geologi dan Tektonik Regional

Tektonik konvergen yang terjadi sejak zaman Mesozoikum membentuk subduksi kerak samudra ke dalam lempeng benua disertai deformasi tektonik sehingga menghasilkan batuan metamorf derajat tinggi berupa sekis biru, eklogit, granulit, sekis hijau, marmer, kuarsit dan amfibolit (Sukamto, 2011). Sejalan dengan pembentukan batuan metamorf tersebut pada zona subduksi terjadi pembentukan *melange*, diabas dan *olistostrome* pada periode Jurassic. Kemudian pada Kapur Atas mengikuti pembentukan *Chert Radiolarian*, Batupasir Balangbaru yang ditindih secara disonan oleh Batupasir Mallawa dan Batugamping Tonasa berumur Paleosen – Eosen-Miosen Bawah. Berdasarkan perhitungan *thermobarometer garnet-glaucophane*, suhu 580°-640°C dan tekanan 18 -24 Kbar (Hasanuddin, et al., 2022) pada kedalaman 65 - 85 km. Dari hasil plotting blok melange dalam diagram geotektonik dan diagram laba-laba pada elemen jejak dan tanah jarang serta pengamatan petrografi menunjukkan bahwa dari protolit melange yang terbentuk di lingkungan tektonik MORB, OIB sedangkan dari batuan granit

olistostrome Mangilu berada di *Active Continental Margins* (ACM) dari seri *calc - alkaline rock* (Hasanuddin, et al., 2022).

Pencampuran komponen kerak samudera, kerak benua, batuan metamorf dan sedimen laut dalam pada breksi autoklastik menunjukkan bahwa komponen tersebut berasal dari batuan yang mengalami deformasi di zona subduksi di tepi kontinen (Hasanuddin, et al., 2022).

Kelompok imbrikasi dorong Pangkajene berperan penting dalam mengekspos batuan dasar dan deformasi tahap kedua batuan Mesozoikum dan Tersier periode Neogen di daerah ini (Hasanuddin, et al., 2022).

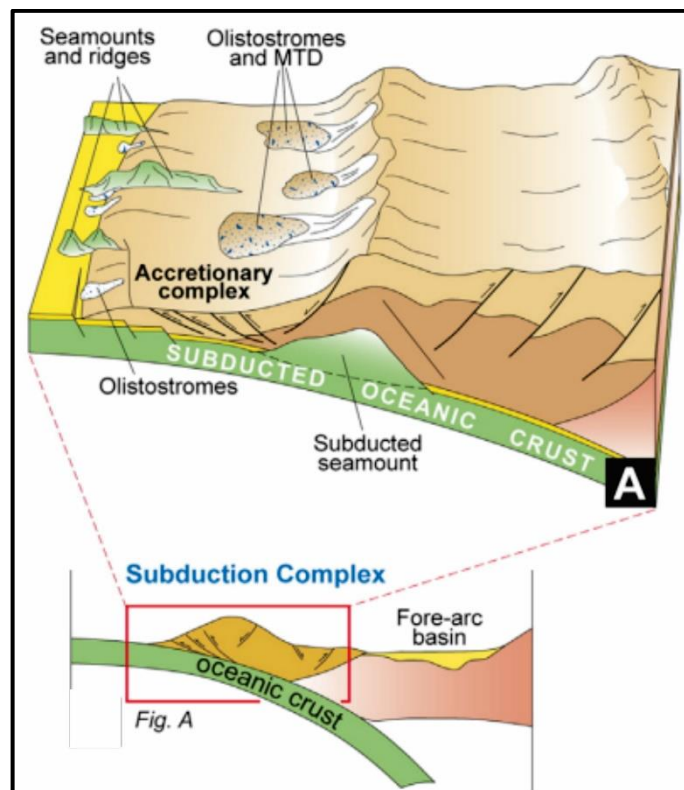
2.2 Pengertian *Olistostrome*

Asal muasal *olistostrome* dan *Olistolithh* sangat erat kaitannya dengan migrasi cekungan *flysch*. *Slumping* atau longsoran disebabkan oleh gelombang orogenik *olistostrome* dikeluarkan dari daerah yang terangkat dan/atau dari depan nappes yang bergerak maju (Abbate, et al., 1969).

Nama *olistostrome* awalnya diperkenalkan oleh Flores (1955) yang mendefinisikannya sebagai berikut: *Olistostrome*, dari kata Yunani *olistomai* (meluncur) dan *stroma* (akumulasi). Dengan analogi dengan biostroma (akumulasi karena kehidupan), *olistostrome* menunjukkan akumulasi akibat geseran. Dengan *olistostrome* mendefinisikan endapan sedimen yang terjadi dalam urutan geologi normal yang cukup kontinu untuk dapat dipetakan, dan yang dicirikan oleh litologi atau material yang heterogen secara petrografi, sedikit banyak bercampur erat, yang terakumulasi sebagai dan tidak menunjukkan perlapisan yang benar, kecuali untuk kemungkinan inklusi besar dari bahan lapisan sebelumnya dalam *olistostrome*

membedakan pengikat atau matriks yang diwakili oleh bahan pelitik, heterogen yang mengandung badan terdispersi dari batuan keras. Flores (1955) memperkenalkan olistostrome untuk menggambarkan endapan transportasi massal yang “kacau” dengan matriks terbreksikan hingga pelitik (Abbate, et al., 1969).

Olistostrome terbentuk (gambar 2.1) melalui proses *debris flow*, *debris avalanches*, *sliding* dan *slumping* dalam bentuk proses transportasi massa sedimen, saling berinteraksi dan tumpang tindih satu sama lain selama berlangsung. Pembentukan undak-undak tektonik yang curam sangat penting dan berhubungan dengan faktor pengontrol (Festa, et al., 1969).



Gambar 2.1 Model pembentukan dan penempatan *olistostrome* (Festa, et al., 2016)

Olistostrome telah membuktikan signifikansi yang kuat untuk pengaturan tektonik, hubungan antara struktur internalnya (Slump, zona geser, aliran puing,

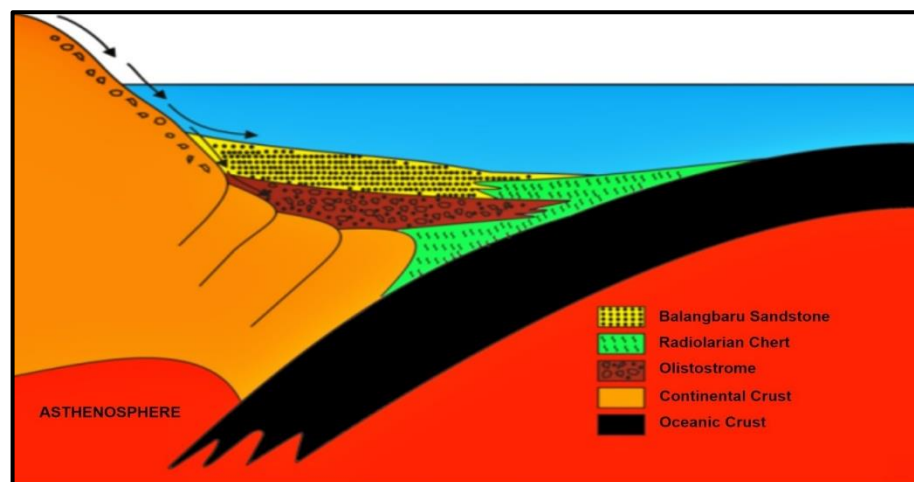
aliran blok, breksi) dan proses transportasi / transformasi digunakan oleh Ilmiah untuk menentukan jenis *olistostrome* mencirikan lingkungan geodinamika (Festa, et al., 2016).

Olistostrome adalah batuan sedimen klastik, pembentukannya terkait dengan aktivitas tektonik di sepanjang tepi subduksi lempeng di daerah depan prisma akresi. Formasinya merupakan longsor bawah laut dengan massa sedimen semburan lumpur. Komponen material dapat dicampur dari berbagai sumber kontinental dan samudera. Seperti halnya pada kompleks tektonik Bantimala, *olistostrome* menunjukkan ciri khas sortasi jelek, blok batuan terapung dalam matriks berpasir, tekstur tektonit. Kriteria tersebut menunjukkan endapan lumpur bawah laut yang terbentuk di daerah tektonik subduksi lingkungan palung laut dimana terjadi peningkatan kemiringan lereng akibat akresi subduksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik *olistostrome* sebagai endapan longsor di zona subduksi tentang korelasi bencana di daerah tektonik konvergen saat ini. Di wilayah Bantimala, paparan batuan *olistostromea* cukup besar dengan dimensi besar dengan mega longsor. Hal ini dapat terjadi oleh gempa bumi atau lereng kritis di masa lalu (Kaharuddin, et al., 2018).

Adapun penjelasan bahwa *olistostrome* terbentuk dari *slumping* dan faktor yang mempengaruhi adalah aktivitas tektonik (Abbate, et al., 1970). Menurut Balance dan Sporli (1979), apabila terjadi pengaruh aktivitas tektonik terhadap blok batuan, dapat mengakibatkan suatu blok batuan mengalami longsoran, dimana blok batuan yang posisi stratigrafinya paling atas, lebih cepat meluncur pada dasar yang relatif stabil. Bilamana terjadi deformasi batuan yang sama, dapat membentuk

olistostrome bersusunan homogen, hal ini merupakan longsoran biasa non-tekonik yang terakumulasi ke dalam cekungan sedimen. Elter (1973) menjelaskan bahwa dalam proses pengendapan batuan bercampur aduk membentuk endapan *olistostrome*, menunjukkan komponen heterogen yang biasanya tubuh sedimennya dalam bentuk lensa atau lapisan tebal dari breksi dan konglomerat (Hall, 1976).

Perbedaan endapan *olistostrome* dengan lapisan sedimen biasanya terletak pada gradasi butir ataupun perlapisan. Hal ini berkaitan erat dengan proses pembentukan endapan *olistostrome* itu sendiri, dimana proses terbentuknya yang secara cepat maka akan sulit membentuk perlapisan, melainkan bentuk susunan komponen yang *chaotic*. Pada kondisi lereng kritis terjadi longsoran bawah laut. Material rombakan jatuh dalam bentuk aliran atau *slumping* tersebar jatuh di dasar laut dalam bentuk campur aduk antara komlek kontinen dan oseanik (Hall, 1976; Festa, et al., 2016; Kaharuddin, et al., 2022) (gambar 2.2)



Gambar 2.2 Penampang tektonik pembentukan *olistostrome* (Kaharudin, et al., 2022)

Pada lokasi penelitian ditemukan salah satu jenis *Olistolithh* yaitu berupa batuan granitoid, maka dari itu dijelaskan literatur tentang batuan granitoid.

2.3 Batuan Granitoid

Batuan granitoid atau disebut juga sebagai batuan granitik merupakan batuan plutonik, dengan tekstur faneritik, granular, sebagian besar terdiri dari mineral felsik dan kaya akan kuarsa dengan komposisi kimia yang bervariasi (Kurniawan, 2014). 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 keberadaannya 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).

2.3.1 Klasifikasi Batuan Granitoid.

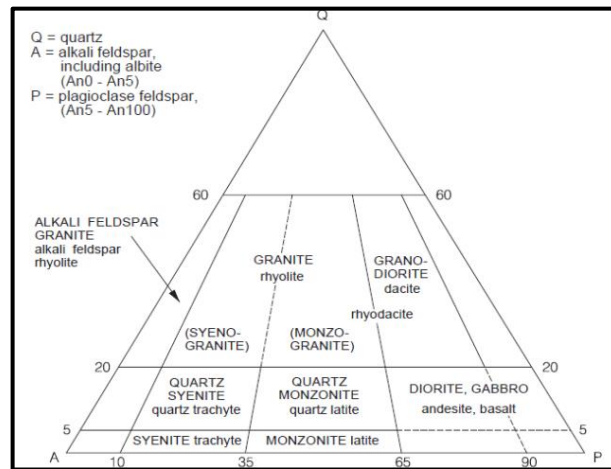
2.3.1.1 Klasifikasi Batuan Granitoid Berdasarkan Komposisi Mineral

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 KFeldspar namun mengandung alkali piroksin atau alkali amfibol (Kurniawan, 2014).

Dalam ilmu geologi istilah granit diartikan sebagai batuan kristalin kasar, terdiri dari kuarsa, (ortoklas) feldspar, dan biasanya mika. Dengan warnanya yang bervariasi dari warna abu-abu terang, putih, atau merah terang. (Strekeinsen, 1976 dalam Clarke, 1992). Batuan plutonik umumnya memiliki ukuran mineral yang agak besar dimana pada batuan granit memiliki komposisi mineral berupa kuarsa 20-60% dari jumlah alkali feldspar + kuarsa + plagioklas (QAP), dimana 10-65% dari total feldspar dan plagioklas dalam diagram QAP, diagram ini berpatokan terhadap kandungan k-feldspar dan plagioklas dengan komposisi yang lebih asam dengan nilai An_{05-25} . Oleh karena itu klasifikasi masih memerlukan pengetahuan komposisi kimia plagioklas. Strekeinsen (1976), melakukan pengelompokan granit menjadi 2 yaitu syenogranite (10-35% dari total feldspar dan plagioklas), dan monzogranite (35-65% dari total feldspar dan plagioklas), demikian granit = (syenogranite + monzogranite). Syenogranite dan monzogranite yang diapit oleh kolom alkali feldspar granit pada sisi ini kaya akan komposisi feldspar, dan granodiorit yang berada pada sisi yang kaya akan mineral plagioklas. Walaupun sistem klasifikasi

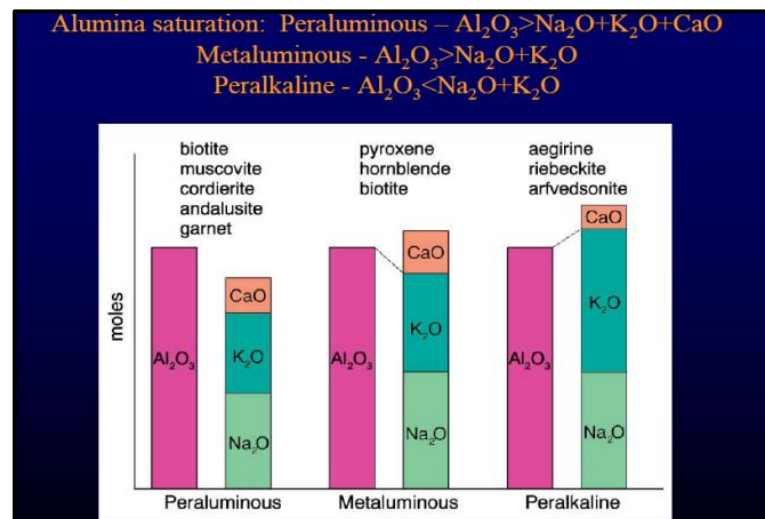
sebagai dasar pada modal proporsi QAP merupakan cara yang muda pada teori ini, namun kenyataannya sulit (Clarke, 1992).



Gambar 2.3 Klasifikasi batuan granit (Strekeinsen,1976 dalam Clarke,1992)

2.3.1.2 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 ($Al_2O_3[molar]/(CaO + Na_2O + K_2O)$) 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* ($A < NK$). Dalam menentukan sifat khusus dari jenis batuan granitoid berdasarkan pada nilai dari komposisi kimia rata-rata dari beberapa jenis batuan granitoid yaitu: *peraluminous*, *metaluminous* dan *peralkaline* (Clarke, 1992).



Gambar 2.4 Jenis-jenis batuan granit berdasarkan kandungan Alumina saturation 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 190/00, menyiratkan batuan berasal dari magma yang bersifat basa dengan komposisi antara derivasi infracrustal.
2. Granitoid S-jenis memiliki $A/CNK > 1,1$ $87Sr/86Sr > 0,707$, dan $18O > 90/00$, menyiratkan sumber batuan sedimen atau supracrustal protoliths.
3. Granitoid M-tipe memiliki $A/CNK 1,0$ $87Sr/86Sr$ 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 anorganik (cratons stabil dan zona keretakan) dalam pengaturan tektonik (loiselle dan wones 1979; Collins dkk, 1982; Cleaser dkk, 1991 dalam winter 2001).

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-SiO₂; plagioklas-CaO, Na₂O dan Al₂O₃; K-feldspar-K₂O dan Al₂O₃, dan ferromagnesian silikat dan oksida-FeO dan MgO).

Tabel 2.1 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.

Pada Klasifikasi batuan granitoid melihat komposisi kimia antara lain, A = mol Al₂O₃; C = mol CaO; N = mol Na₂O, K = mol K₂O; CNK = C + N + K; NK = K + N (Pitc her, 1983 dan Anderson, 1988 dalam Clarke, 1992).

Lingkungan tektonik menurut Wilson (1989) 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. *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. *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. *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.

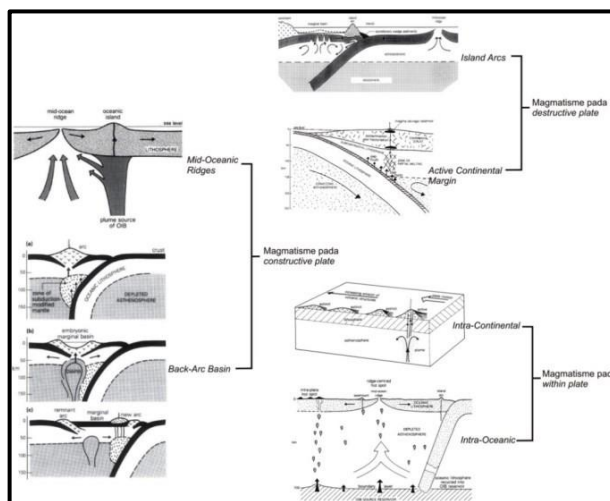
3. *Within plate* adalah lingkungan tektonik pada daerah pertengahan yaitu *intra-continental* dan *intra-oceanic*.

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 2.5 Jenis-jenis tatanan tektonik batuan beku. (Wilson, 1989)

Tabel 2.2 Klasifikasi karakteristik batuan granitoid berdasarkan tatanan tektonik (Barbarin, 1990 dalam Winter, 2001)

	OROGENIC			TRANSITIONAL	ANOROGENIC	
	Oceanic Island Arc	Continental Arc	Continental Collision	Post-Orogenic Uplift/Collapse	Continental Rifting, Hot Spot	Mid-Ocean Ridge, Ocean Islands
= granitoid magma underplated mantle melts						
Examples	Bougainville, Solomon Islands, Papua New Guinea	Mesozoic Cordilleran batholiths of west Americas Gander Terrane	Manaslu and Lhotse of Nepal, American Massif of Brittany	Late Caledonian Plutons of Britain, Basin and Range, late Variscan, early Northern Proterozoic	Nigerian ring complexes, Oslo rift, British Tertiary Igneous Province, Yellowstone hotspot	Oman and Troodos ophiolites; Iceland, Ascension, and Reunion Island intrusives
Geo-chemistry	Calc-alkaline > thol. M-type & I-M hybrid Metaluminous	Calc-alkaline I-type > S-type Met-Al to sl. Per-Al	Calc-alkaline S-type Peraluminous	Calc-alkaline I-type S-type (A-type) Metalum. to Peralum	Alkaline A-type Peralkaline	Tholeiitic M-type Metaluminous
Rock types	qtz-diorite in mature arcs	tonalite & granodior. > granite or gabbro	migmatites & leucogranite	bimodal granodiorite + diorite-gabbro	Granite, syenite + diorite-gabbro.	Plagiogranite
Associated Minerals	Hbl > Bt	Hbl, Bt	Bt, Ms, Hbl, Grt, Als, Crd	Hbl > Bt	Hbl, Bt, aegirine fayalite, Rbk, arfved.	Hbl
Associated Volcanism	Island-arc basalt to andesite	Andesite and dacite in great volume	often lacking	basalt and rhyolite	alkali lavas, tuffs, and caldera infill	MORB and ocean island basalt
Classification Barbarin (1990) Pearce et al. (1984)	T _{IA} tholeiite island arc	H _{CA} hybrid calc-alkaline	C _{ST} C _{CA} C _{CI} continental types	H _{LD} hybrid late orogenic	A alkaline	T _{OR} tholeiite ocean ridge
	VAG (volcanic arc granites)		COLG (collision granites)	WPG and ORG (within plate and ocean ridge granites)		
Maniar & Piccoli (1989)	IAG island arc granite	CAG contin. arc granite	CCG cont. collision gran.	POG post-orogenic gran.	RRG CEUG rift & aborted/hotspot	OP ocean plagiogranite
Origin	Partial melting of mantle-derived mafic underplate	PM of mantle-derived mafic underplate + crustal contribution	Partial melting of recycled crustal material	Partial melting of lower crust+ mantle and mid-crust contrib	Partial melting of mantle and/or lower crust (anhydrous)	Partial melting of mantle and fractional crystallization
Melting Mechanism	Subduction energy: transfer of fluids and dissolved species from slab to wedge. Melting of wedge, transfer of heat upward		Tectonic thickening plus radiogenic crustal heat	Crustal heat plus mantle heat (rising asthen. + magmas)	Hot spot and/or adiabatic mantle rise	

After Pitcher (1983, 1993), Barbarin (1990)

Indonesia merupakan zona Active Continental Margin system dan *Island Arc* system (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 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 (Sukanto, 1975).

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 (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O, CaO, MgO, MnO, Na₂O, K₂O dan P₂O₅) 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*) (Mulyono, et al., 2012).

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, et al., 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 (Mulyono, et al., 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 (Masrukan, et al., 2007).