

ANALISIS KANDUNGAN CLAY SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SEMEN DI PT SEMEN TONASA PADA LOKASI PENAMBANGAN CLAY MENGGUNAKAN METODE X-RAY DIFFRACTION (XRD)



DWI WULAN CAHYANI
H061 20 1009

DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR



2024

**ANALISIS KANDUNGAN CLAY SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN
SEMEN DI PT SEMEN TONASA PADA LOKASI PENAMBANGAN CLAY
MENGUNAKAN METODE X-RAY DIFFRACTION (XRD)**

DWI WULAN CAHYANI

H061 20 1009



**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**ANALISIS KANDUNGAN CLAY SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN
SEMEN DI PT SEMEN TONASA PADA LOKASI PENAMBANGAN CLAY
MENGUNAKAN METODE X-RAY DIFFRACTION (XRD)**

DWI WULAN CAHYANI

H061 20 1009

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Geofisika

pada

**DEPARTEMEN GEOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

2024

SKRIPSI

ANALISIS KANDUNGAN CLAY SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SEMEN DI PT SEMEN TONASA PADA LOKASI PENAMBANGAN CLAY MENGGUNAKAN METODE X-RAY DIFFRACTION (XRD)

DWI WULAN CAHYANI

H061 20 1009

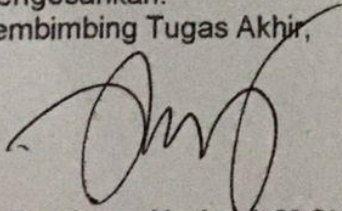
Skripsi,

telah dipertahankan dihadapan Panitia Sarjana Geofisika pada tanggal 5 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Pada

Program Studi Geofisika
Departemen Geofisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Tugas Akhir,



Ir. Bambang Harimei, M.Si
NIP. 196105011991031003

Mengetahui:
Ketua Departemen,




Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng
NIP. 196709291993031003

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Analisis Kandungan Clay Sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen di PT Semen Tonasa pada Lokasi Penambangan Clay Menggunakan Metode X-Ray Diffraction (XRD)" adalah benar karya saya dengan arahan dari pembimbing Ir. Bambang Harimei Soeprpto, M.Si sebagai Pembimbing Utama. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 09 Agustus 2024



Dwi Wulan Cahyani

H061201009

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi, dan arahan dari Bapak **Ir. Bambang Harimei Soeprapto, M.Si** sebagai dosen pembimbing, Bapak **Drs. Erfan, M.Si** dan Bapak **Syamsuddin, S.Si, M.T** selaku dosen penguji dalam pelaksanaan seminar hasil dan sidang skripsi Geofisika. Saya mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Dr. Muh. Alimuiddin Hamzah, M.Eng.** selaku Ketua Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Terima kasih juga saya sampaikan kepada Bapak **Agus Firmanto** dan **Hasrul Aswar Zainuddin, S.T** selaku pembimbing lapangan selama penelitian berlangsung serta kepada seluruh **Staf di Laboratorium Quality Control Tonasa Unit IV dan V** atas kesempatannya untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di laboratorium. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh **Dosen Departemen Geofisika, Staf Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Staf Departemen Geofisika** atas segala ilmu yang telah diajarkan serta pelayanan dan bantuan yang telah diberikan.

Terima kasih juga saya ucapkan kepada **Pimpinan Universitas Hasanuddin** yang telah memfasilitasi saya menempuh gelar sarjana. Saya juga mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada orang tua terkasih Ibunda **Suhaena** dan Ayahanda **Rudy**, saudari **Nurul Islamiah**, dan keluarga besar saya atas segala dukungan material, do'a, dan kasih sayang tak terbatas yang senantiasa diberikan.

Kepada teman-teman **Geofisika 2020**, terima kasih atas kehadirannya dari mahasiswa baru sampai meraih gelar sarjana. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman **After Shock** utamanya Indah, Mifta, dan Riska selaku *support system* yang membuat saya yakin bisa menyelesaikan skripsi ini. Begitupun kepada **Exotic Sektor Unhas**, selaku teman seperjuangan dari bangku SMA hingga bangku kuliah utamanya **Rezky Aspiyana** selaku sahabat saya sejak 9 tahun lalu. Terima kasih juga saya ucapkan untuk teman-teman **Tonasa Squad** dan **Mr. Bams Squad** atas bantuan dan dukungannya selama penelitian dan penyusunan skripsi ini berlangsung.

Kepada **Mira dan Indah**, selaku keluarga terdekat saya serta **Sulfi** selaku teman kecil saya, terima kasih selalu memberikan semangat. Untuk teman-teman **Ngumpul Elit Uang Sulit** dan **Yeppeun Nuna**, terima kasih atas segalanya. Begitupun teman-teman **Keluarga Berantakan Posko 12 Desa Batang**, terima kasih atas cerita-cerita menyenangkan selama kita KKN. *Last but not least*, untuk diri saya sendiri **Dwi Wulan Cahyani**, terima kasih sudah bertahan dan terus melangkah maju meskipun dengan langkah kaki yang mungkin semakin hari terasa semakin berat. Terima kasih karena telah berdamai dengan segala hal yang tidak berjalan sesuai dengan ekspektasi namun tetap berusaha melakukan yang terbaik untuk segala hal yang sedang diusahakan.

Penulis,

Dwi Wulan Cahyani

ABSTRAK

Dwi Wulan Cahyani. **Analisis Kandungan Clay Sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen di PT Semen Tonasa pada Lokasi Penambangan Clay Menggunakan Metode X-Ray Diffraction (XRD)** (dibimbing oleh Ir. Bambang Harimei Soeprpto, M. Si).

Latar belakang. Industri semen merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia yang memanfaatkan *clay* sebagai salah satu bahan baku utama. *Clay* yang dipilih harus memiliki komponen mineral terbesar berupa SiO₂ (kuarsa). **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral pada setiap sampel yang diambil di dua lokasi penambangan yang berbeda serta mengetahui perbedaan kandungan mineral kedua lokasi tersebut. **Metode.** Penelitian ini menggunakan metode *X-Ray Diffraction* untuk mengidentifikasi kandungan mineral pada *clay* sebagai salah satu bahan baku pembuatan semen. **Hasil.** Lokasi pertama terdiri dari mineral kalsit, dolomit, kuarsa, anortita, albit, ilit, kaolinit, hematit, fluorit, aragonit, dan pirit. Sedangkan pada lokasi kedua terdiri dari mineral kalsit, dolomit, kuarsa, anortita, albit, ortoklas, ilit, kaolinit, hematit, fluorit, aragonit, dan pirit. 9 dari 10 sampel yang dianalisis memiliki komponen mineral terbesar berupa kuarsa sedangkan 1 sampel lainnya memiliki komponen mineral terbesar berupa albit. Perbedaan signifikan dari kedua lokasi ialah pada lokasi pertama tidak ditemukan adanya mineral ortoklas dalam sampel yang dianalisis, sedangkan pada lokasi kedua salah satu sampel mengandung mineral ortoklas sebesar 0.36%.

Kata kunci: semen, *clay*, XRD, mineral, kuarsa

ABSTRACT

Dwi Wulan Cahyani. **Analysis of Clay Content as Raw Material for Cement Making at PT Semen Tonasa at Clay Mining Sites Using X-Ray Diffraction (XRD) Method** (supervised by Ir. Bambang Harimei Soeprpto, M. Si).

Background. The cement industry is one of the fastest growing industries in Indonesia that uses clay as one of the main raw materials. The selected clay must have the largest mineral component in the form of SiO_2 (quartz). **Objective.** This study aims to determine the mineral content in each sample taken at two different mining locations and to determine the difference in mineral content between the two locations. **Methods.** This study uses the X-Ray Diffraction method to identify the mineral content of clay as one of the raw materials for making cement. **Results.** The first location consists of calcite, dolomite, quartz, anorthite, albite, illite, kaolinite, hematite, fluorite, aragonite, and pyrite minerals. While the second location consists of calcite, dolomite, quartz, anorthite, albite, orthoclase, illite, kaolinite, hematite, fluorite, aragonite, and pyrite minerals. 9 out of 10 samples analyzed have the largest mineral component in the form of quartz while 1 other sample has the largest mineral component in the form of albite. A significant difference between the two locations is that in the first location no orthoclase minerals were found in the analyzed samples, while in the second location one of the samples contained orthoclase minerals of 0.36%.

Keyword: cement, clay, XRD, mineral, quartz

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	2
1.3 Landasan Teori.....	2
1.3.1 Geologi Regional.....	2
1.3.2 Batuan.....	4
1.3.3 Mineral	9
1.3.4 <i>X-Ray Diffraction</i>	9
BAB II METODOLOGI PENELITIAN	11
2.1 Lokasi Penelitian.....	11
2.2 Alat dan Bahan	12
2.2.1 Alat.....	12
2.2.2 Bahan.....	13
2.3 Prosedur Penelitian.....	13
2.3.1 Prosedur Pengambilan Sampel.....	13
2.3.2 Prosedur Kerja Uji <i>X-Ray Diffraction</i>	13
2.4 Bagan Alir	14
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	15
BAB IV PENUTUP	26
4.1 Kesimpulan	26
4.2 Saran	26
DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Geologi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan	3
Gambar 1.2 Siklus Batuan	4
Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian IUP Paccola	11
Gambar 2.2 Peta Lokasi Penelitian IUP Bulutellue	12
Gambar 2.3 Diagram Alir.....	14
Gambar 3.1 Sampel 124	15
Gambar 3.2 Sampel 125	16
Gambar 3.3 Sampel 126	17
Gambar 3.4 Sampel 127	18
Gambar 3.5 Sampel 128	19
Gambar 3.6 Sampel 129	20
Gambar 3.7 Sampel 130	21
Gambar 3.8 Sampel 131	22
Gambar 3.9 Sampel 132	23
Gambar 3.10 Sampel 133	24

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 124	16
Tabel 3.2 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 125	17
Tabel 3.3 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 126	17
Tabel 3.4 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 127	18
Tabel 3.5 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 128	19
Tabel 3.6 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 129	20
Tabel 3.7 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 130	21
Tabel 3.8 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 131	22
Tabel 3.9 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 132	23
Tabel 3.10 Hasil Uji Kandungan Mineral Sampel 133	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Uji XRD	30
Lampiran 2. Dokumentasi	37

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi alam yang melimpah khususnya bahan tambang (mineral). Berbagai macam bahan mineral banyak ditemukan, seperti berbagai jenis batuan, tanah, dan bahan mineral lainnya. Potensi alam di Indonesia sebagai sumber bahan oksida sangat melimpah, salah satu contohnya adalah *clay* (Munasir, dkk., 2012). *Clay* secara alami membentuk *alumino-silicate hydrate* dengan berbagai variasi jumlah besi, magnesium, logam alkali, dan logam-logam alkali tanah. Potensi pengaplikasian material ini semakin besar karena ketersediaan *clay* yang sangat melimpah (Saukani dan Febrianti, 2016).

Sekitar 70% hingga 80% batuan yang ada di kulit bumi terdiri dari batuan yang merupakan sumber *clay*. *Clay* memiliki sifat-sifat yang khas, yaitu bersifat plastis dalam keadaan basah, mengeras dalam keadaan kering, dan akan menjadi padat dan kuat apabila dibakar. *Clay* seringkali dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan keramik, bata, dan gerabah. *Clay* mengandung unsur senyawa silika dengan kadar yang berbeda-beda bergantung pada lokasinya. Kandungan silika yang ada pada *clay* biasanya digunakan sebagai bahan pengisi karet dan bahan pembuatan semen (Said, dkk., 2018).

Industri semen merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di Indonesia. Bahan baku utama yang dibutuhkan dalam pembuatan semen adalah batu kapur dan *clay* sebagai bahan baku utama serta pasir silika dan pasir besi sebagai bahan koreksi. Semua bahan baku tersebut diperoleh dari alam melalui proses penambangan. Proses penambangan batu kapur melibatkan proses peledakan mengingat batu kapur mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi. Sedangkan kegiatan penambangan *clay* hanya melalui proses penggalian atau pengerukan (Fitriyanti dan Fatimura, 2019).

PT Semen Tonasa adalah produsen semen terbesar di wilayah timur Indonesia yang telah memproduksi dan menjual semen di dalam dan luar negeri sejak tahun 1968. Perusahaan ini memiliki lahan seluas 715 hektar di Desa Biring Ere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. PT Semen Tonasa memiliki kapasitas produksi sebesar 5.980.000-ton semen per tahun dengan menggunakan batu kapur dan *clay* sebagai bahan baku utama. Batu kapur yang dipilih memiliki kandungan mineral CaCO_3 sebesar 97-99%. Sementara itu, *clay* dengan komponen mineral terbesar SiO_2 dengan kadar H_2O maksimal 25% dan kadar Al_2O_3 minimal 14% (Said, dkk., 2018). Daerah Pangkajene yang sangat kaya akan batu gamping dan lempung digunakan sebagai bahan dasar pembuatan semen bagi pabrik PT Semen Tonasa (Sukamto dan Supriatna, 1982).

Untuk mengetahui kandungan mineral yang terkandung pada *clay* dapat melalui proses analisis menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD). XRD merupakan analisis yang digunakan untuk mengidentifikasi mineral kristalit dalam suatu bahan dengan memanfaatkan radiasi gelombang elektromagnetik sinar-X. Hasil analisis yang dilakukan kemudian akan menentukan tindak lanjut penggunaannya (Hakim, dkk., 2019).

Sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Saukani dan Febrianti (2019) mengenai “Komposisi Fasa Lempung Kalimantan Selatan Berdasarkan Data Difraksi Sinar-X” dengan menggunakan 3 sampel dari lokasi yang berbeda-beda dan dianalisis menggunakan XRF dan XRD. Hasil analisis menggunakan XRF menunjukkan sampel mengandung Si, Fe, Al, K, dan Ti sedangkan hasil analisis menggunakan XRD hanya mendeteksi Al dan Si. Data hasil penelitian yang berbeda tersebut menunjukkan bahwa hasil analisis yang diperoleh kurang akurat. Untuk memperoleh keakuratan dalam analisis kandungan senyawa mineral suatu material, diperlukan pengaturan yang lebih optimal, seperti pengambilan sampel yang lebih representatif, proses preparasi yang sesuai dengan ketentuan, dan teknik analisis data yang lebih canggih untuk memastikan hasil yang diperoleh lebih akurat. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul “Analisis Kandungan *Clay* Sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen di PT Semen Tonasa pada Lokasi Penambangan *Clay* Menggunakan Metode *X-Ray Diffraction (XRD)*” untuk mengetahui kandungan mineral pada setiap sampel yang diambil di lokasi penelitian dengan pengaturan yang lebih optimal sehingga diperoleh hasil yang lebih akurat.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui jenis mineral yang terkandung pada setiap sampel yang diambil di lokasi penelitian.
2. Untuk mengetahui perbedaan kandungan mineral pada lokasi 1 dan 2.

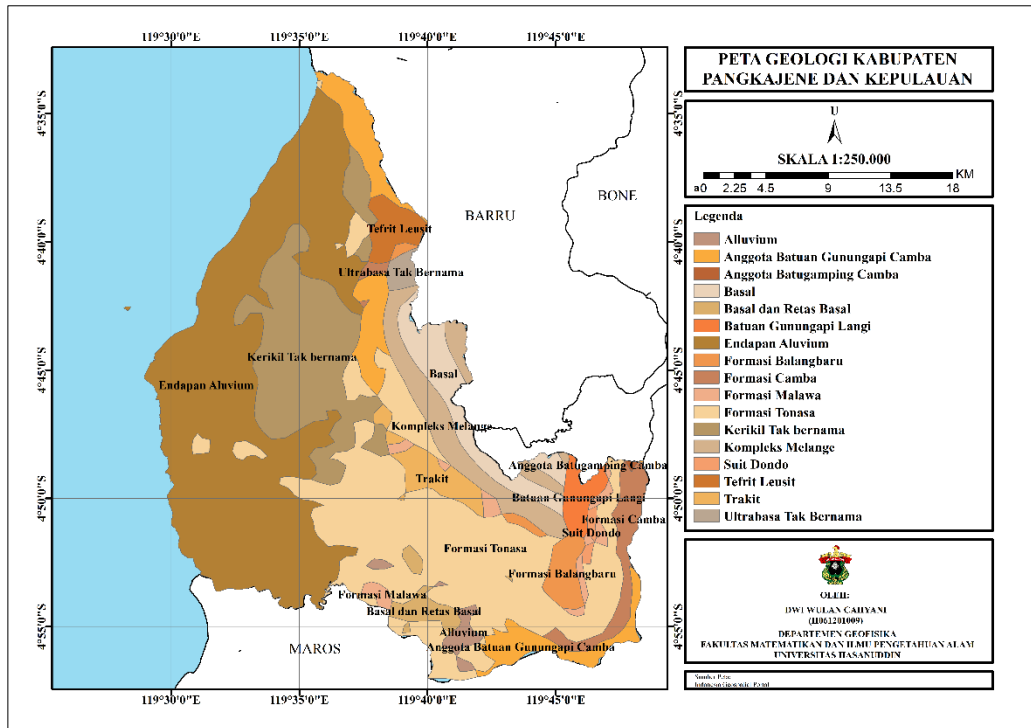
1.2.2 Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan manfaat baik dalam konteks ilmiah maupun praktis. Informasi yang diperoleh tidak hanya mendukung identifikasi mineral yang terkandung dalam *clay* tetapi juga membantu dalam evaluasi potensi penggunaan *clay* sebagai bahan baku industri.

1.3 Landasan Teori

1.3.1 Geologi Regional

Pulau Sulawesi terletak di tengah wilayah Indonesia dan berada di jalur pertemuan tiga lempeng besar, yaitu lempeng Australia, lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik serta satu lempeng mikro, yaitu lempeng Filipina. Interaksi dari keempat lempeng tersebut menyebabkan Sulawesi memiliki keragaman geologi yang kompleks mencakup mineral, batuan, struktur geologi, dan bentang alam (Surono, 2013 *dalam* Hasria, dkk., 2013). Menurut Sukanto dan Supriatna (1982), daerah penelitian termasuk dalam wilayah geologi regional lembar Pangkajene dan Watampone bagian barat. Daerah ini memiliki berbagai formasi batuan dari berbagai periode geologis, termasuk batuan gunungapi, batuan sedimen, dan batuan karbonat (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta Geologi Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan

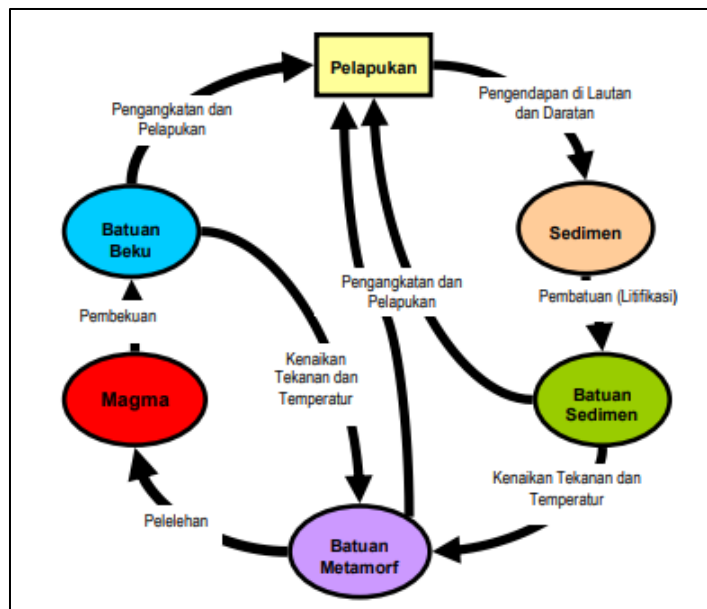
Gambar 1.1 memberikan informasi mengenai formasi batuan penyusun lokasi penelitian. Di daerah tersebut, terdapat dua baris pegunungan yang hampir sejajar. Pegunungan ini membentang dari arah utara ke barat laut yang terpisahkan oleh lembah Sungai Walanae. Pegunungan barat menempati hampir setengah luas daerah, melebar di bagian selatan (50 km) dan menyempit di bagian utara (22 km) dengan ketinggian rata-ratanya 1500 m. Pegunungan di timur relatif lebih sempit dan lebih rendah dengan puncak rata-ratanya setinggi 700 m. Bagian selatannya selebar 20 km dan lebih tinggi, tetapi ke utara menyempit, merendah, dan menunjam ke bawah batas antara Lembah Walanae dan dataran Bone. Di lereng barat dan di beberapa tempat di lereng timur terdapat topografi karst yang mengindikasikan keberadaan batu gamping.

Sebagian besar pegunungan, baik yang di barat maupun yang di timur berbatuan gunung api. Di pegunungan bagian timur, batuan pada bagian atasnya diduga berumur Miosen Awal yang membentuk batuan gunungapi Kalamiseng. Sedangkan bagian lereng pegunungan barat terdapat batuan gunungapi Soppeng yang diduga berumur sama dengan batuan di pegunungan timur. Selama Miosen Akhir sampai Pliosen, terjadi pengendapan sedimen klastika Formasi Walanae di Lembah Walanae. Ketebalannya sekitar 4500 m dengan *bioherm* batu gamping koral tumbuh di beberapa tempat. Aktivitas gunungapi yang terjadi selama Miosen Akhir sampai Pliosen Awal menghasilkan komposisi pembentuk Formasi Walanae. Terobosan batuan beku yang terjadi di daerah-daerah itu disebabkan oleh aktivitas gunungapi tersebut. Bentuk batuan yang dihasilkan berupa stok, sill, dan retas yang tersusun dari beraneka ragam batuan, yaitu basal, andesit, trakit, diorit, dan granodiorit yang berumur 8,3-19 juta tahun. Selama Pliosen,

terjadi pengendapan di bagian utara Pangkajene yang disebut dengan Endapan Undak dan di beberapa tempat di tepi Sungai Walanae. Pada era Holosen, terjadi pengendapan aluvium yang luas di sekitar Danau Tempe, di dataran Pangkajene-Maros, dan di bagian utara Bone (Sukanto dan Supriatna, 1982).

1.3.2 Batuan

Batuan merupakan agregat padat yang terbentuk akibat proses ilmiah dan pada umumnya merupakan gabungan dari dua mineral atau lebih. Batuan mempunyai komposisi mineral, sifat fisik, dan umur yang berbagai jenis (Sultoni, dkk., 2019). Berdasarkan proses pembentukannya, batuan dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu batuan beku yang terbentuk dari proses pembekuan atau kristalisasi lava, batuan sedimen yang terbentuk dari proses pengendapan, dan batuan metamorf yang terbentuk dari proses metamorfisme (Tantowi, dkk., 2018). Berdasarkan sejarah pembentukan Bumi, pada awalnya seluruh bagian luar Bumi terdiri batuan beku. Seiring berjalannya waktu, terjadi perubahan yang disertai dengan pembentukan kelompok batuan lainnya. Proses perubahan suatu kelompok batuan ke batuan lainnya merupakan suatu siklus yang disebut dengan daur batuan (gambar 1.2) yang diutarakan oleh James Hutton. Melalui daur batuan ini, dapat diketahui proses-proses geologi yang mengubah kelompok batuan yang satu ke yang lainnya (Noor, 2014).



Gambar 1.2 Daur Batuan (Siklus Batuan) (Noor, 2014)

Panah-panah pada Gambar 1.2 menunjukkan bahwa siklus dapat mengalami gangguan akibat rute-rute alternatif yang dapat ditempuh. Misalnya, batuan beku langsung berubah menjadi batuan metamorfis. Batuan metamorfis dapat menjadi sedimen tanpa melalui tahap pembentukan magma dan batuan beku. Di sisi lain, batuan sedimen juga dapat kembali menjadi sedimen karena tererosi ke permukaan dan mengalami proses pelapukan (Noor, 2014).

A. Batuan Beku

Batuan beku atau batuan igneus terbentuk dari magma yang mendingin dan mengeras, dengan atau tanpa proses kristalisasi, baik di bawah permukaan maupun di atas permukaan sebagai (Noor, 2014). Batuan beku merupakan kumpulan mineral hasil pendinginan dan solidifikasi magma yang berasal dari bagian bawah kerak atau mantel bumi baik berupa batuan setengah cair atau padat (Balfas, 2015 *dalam* Atimi, 2022). Magma merupakan cairan silikat kental, berpijar, mudah bergerak dan bertemperatur tinggi yang berasal dari dalam bumi. Umumnya, magma terbentuk akibat dari lelehan sebagian batuan atau lapisan pada mantel bumi bagian atas. Pelelehan batuan terjadi apabila terdapat perubahan pada tiga parameter, yaitu tekanan, temperatur, dan komposisi kimia (Sultoni, dkk., 2019).

Magma yang mengintrusi hingga ke permukaan bumi dinamakan lava. Ketika lava tersebut mendingin dan mengkristal maka terbentuklah batuan beku ekstrusif atau batuan vulkanik. Sedangkan apabila magma hanya mengintrusi dan membeku di dalam kerak bumi dinamakan batuan beku intrusif. Komposisi magma dipengaruhi oleh komposisi mineral yang terkandung pada batuan yang melebur saat pembentukannya dan dari mana magma berasal. Sedangkan batuan beku yang akan terbentuk dipengaruhi oleh komposisi magma, reaksi yang berlangsung, dan laju perubahan suhu pada saat kristalisasi magma. Apabila proses tersebut terjadi, maka akan terbentuk berbagai macam mineral dengan susunan kristal yang berbeda-beda. Mineral-mineral pada batuan memberikan gambaran magma pembentuk batuan tersebut serta struktur geologi dari kerak dan mantel tempat pembentukannya. Sedangkan tekstur pada batuan beku menggambarkan proses yang terjadi saat pendinginan sedang berlangsung yang dapat dikenali melalui variasi ukuran dan bentuk butiran mineralnya (Balfas, 2015 *dalam* Atimi, 2022).

Secara umum, 99% komposisi batuan beku terdiri dari unsur-unsur utama, seperti oksigen, silikon, aluminium, kalsium, sodium, potasium, dan magnesium. Unsur-unsur tersebut membentuk mineral silikat, yaitu feldspar, olivin, piroksen, amfibol, kuarsa dan mika. Komposisi mineral dari batuan berhubungan dengan sifat warna batuan. Batuan dengan kandungan silika dan alumina yang tinggi cenderung berwarna cerah, sementara batuan dengan kandungan magnesium, besi, dan kalsium yang tinggi cenderung berwarna gelap (Tantowi, dkk., 2018).

Batuan beku diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan beberapa kategori, yaitu (Noor, 2014):

1. Berdasarkan tempat terbentuknya
 - a. Batuan beku plutonik, yaitu batuan beku yang terbentuk jauh di perut bumi.
 - b. Batuan beku hipabisal, yaitu batuan beku yang terbentuk tidak jauh dari permukaan bumi.
 - c. Batuan beku vulkanik, yaitu batuan beku yang terbentuk di permukaan bumi.
2. Berdasarkan kandungan kimianya
 - a. Batuan beku asam (*acid*), kandungan SiO₂ > 65%, contohnya granit, riolit.
 - b. Batuan beku menengah (*intermediate*), kandungan SiO₂ 65%-52%. Contohnya diorit, dan andesit.

- c. Batuan beku basa (*basic*), kandungan SiO₂ 52% - 45%, contohnya *Gabbro*, *Basalt*.
- d. Batuan beku ultra basa (*ultra basic*), kandungan SiO₂ < 30%.

B. Batuan Sedimen

Batuan sedimen merupakan batuan yang terbentuk akibat akumulasi material dari batuan yang lebih dahulu terbentuk yang mengalami pelapukan maupun erosi. Material hasil pelapukan kemudian diangkut oleh air, udara, dan es untuk selanjutnya diendapkan dan terakumulasi di dalam cekungan pengendapan membentuk sedimen. Sedimen tersebut kemudian terkompaksi, mengeras, dan mengalami litifikasi lalu terbentuklah batuan sedimen (Fitri, dkk., 2017).

Sedimen merupakan bahan atau partikel yang terdapat di permukaan bumi, baik daratan maupun lautan yang telah mengalami proses transportasi dari satu tempat ke tempat lainnya. Faktor pengontrol terbentuknya sedimen adalah iklim, topografi, vegetasi, dan susunan yang ada dari batuan. Air, angin, dan salju/gletser adalah media pengangkut sedimen yang dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Sedimen-sedimen diangkut ke suatu cekungan yang relatif lebih rendah dibandingkan daerah sekitarnya sehingga memungkinkan terjadinya pengendapan. Semakin banyak sedimen yang terendapkan, maka cekungan akan mengalami penurunan dan bertambah dalam sehingga sedimen yang terendapkan akan semakin banyak. Selain karena penambahan berat oleh sedimen yang terendapkan, penambahan cekungan juga dapat dipengaruhi oleh terjadinya patahan di sekitar cekungan. Lumpur, pasir, kerikil, dan kerakal merupakan contoh material penyusun batuan sedimen. Sedimen akan menjadi batuan sedimen apabila telah melalui proses pengerasan (litifikasi) yang melibatkan proses pemadatan, sementasi, dan diagenesa (Noor, 2014).

Berdasarkan proses pembentukannya, batuan sedimen dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Batuan Sedimen Klastik

Batuan sedimen klastik merupakan hasil dari rombakan batuan jenis lain. Secara umum, semua tipe batuan, termasuk batuan beku, akan mengalami proses pelapukan apabila sudah tersingkap. Ada dua jenis proses pelapukan, yaitu pelapukan fisika dan kimia. Pelapukan fisika disebabkan oleh tenaga endogen dan peningkatan suhu yang disebabkan oleh pancaran sinar matahari. Batuan yang terpapar panas akan membentuk pori-pori sekunder akibat terjadinya ekspansi pada mineral-mineral pembentuknya. Namun, tingkat ekspansi ini berbeda-beda untuk setiap mineral yang membentuk batuan tersebut. Melalui pori-pori tersebut, oksigen dan air yang masuk kedalamnya mengakibatkan terjadinya pelapukan kimia.

Pelapukan fisika tidak menyebabkan terjadinya perubahan komposisi kimia dari mineral pembentuk batuan. Namun, dalam pelapukan kimia, oksigen dan air dapat mempengaruhi dan mengubah komposisi kimia mineral pembentuk batuan. Pelapukan fisika lebih signifikan terjadi di daerah gurun dikarenakan suhu udara pada siang dan malam hari sangat berbeda. Sedangkan pelapukan kimia lebih dominan terjadi di daerah tropis akibat oksigen dan air yang berperan aktif (Sukandarrumidi, dkk., 2021).

Salah satu produk hasil interaksi kompleks antara pelapukan fisika dan kimia pada batuan ialah *clay* (lempung). *Clay* terbentuk dari pelapukan batuan keras, seperti basalt, andesit, granit, dan batuan lainnya yang kemudian diangkut oleh air dan angin lalu diendapkan di tempat yang lebih rendah (Hartono, 1993 *dalam* Gonggo, dkk., 2013). *Joint Nomenclature Committee* (JNC) dari *Association Internationale Pour l'Etude des Argiles* (AIPEA) dan *Clay Minerals Society* (CMS) mendefinisikan *clay* sebagai bahan atau material yang terbentuk secara alami yang terdiri dari mineral berbutir halus yang umumnya bersifat plastis dalam keadaan basah dan akan mengeras ketika dikeringkan atau dipanaskan (Guggenheim dan Martin, 1995 *dalam* Moreno dan Alonso, 2018).

Secara skematis, proses pembentukan *clay* terjadi karena adanya alterasi fisik dan kimia mineral primer yang terkandung dalam batuan. Proses ini terjadi selama pelapukan atau alterasi batuan yang mengakibatkan batuan induk yang mengandung mineral primer seperti feldspar dapat berubah menjadi kaolinit atau smektit. Selain itu, pembentukan *clay* juga sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor iklim dan lingkungan pembentukannya. Misalnya, di daerah yang beriklim hangat dan lembab cenderung memiliki tingkat pelapukan yang lebih tinggi yang memungkinkan pembentukan *clay* yang lebih aktif (Chamley, 1989).

2. Batuan Sedimen Non Klastik

Batuan sedimen non klastik merupakan batuan yang terbentuk bukan dari fragmen batuan lain, melainkan dari bahan organik atau mineral yang diendapkan dan mengalami diagenesis ataupun evaporasi. Batuan sedimen non klastik terbentuk sebagai hasil dari proses organik yang berasal dari organisme yang telah mati. Batuan ini terbentuk sebagai proses kimiawi oleh material yang larut dalam air, terutamanya air laut dan terendapkan akibat proses penguapan yang membentuk kristal garam atau dengan bantuan proses biologi, seperti membesarnya cangkang oleh organisme yang mengambil bahan kimia yang ada di dalam air (Noor, 2014).

Dalam beberapa situasi, proses yang terlibat sangat kompleks sehingga sulit untuk membedakan antara material yang terbentuk dari proses kimia atau proses biologi (yang juga melibatkan proses kimia secara tak langsung). Oleh karena itu, kedua jenis sedimen ini dikelompokkan dalam satu kategori yang sama, yaitu sedimen hasil endapan kimiawi/biokimia. Yang termasuk dalam kelompok ini, yaitu (Noor, 2014):

- a. Batuan sedimen evaporit, yaitu batuan yang terbentuk melalui proses penguapan air laut. Ketika air laut menguap, bahan kimia yang ada didalamnya akan tertinggal dan mengkristal apabila semua kandungan air menjadi uap. Proses penguapan ini membutuhkan paparan sinar matahari dalam waktu yang cukup lama. Contoh batumannya adalah batu garam dan gipsum.
- b. Batuan sedimen karbonat, yaitu batuan yang terbentuk dari hasil proses kimiawi dan biokimia. Mineral utama pembentuk batuan karbonat adalah CaCO_3 dan $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$. Contoh batumannya adalah batu gamping dan dolomit.
- c. Batuan sedimen silika, yaitu batuan terbentuk melalui proses kimiawi atau biokimia yang berasal dari kumpulan organisme yang berkomposisi silika, seperti diatomae, radiolaria dan sponges. Batuan ini tersusun dari mineral silika (SiO_2). Terkadang,

batuan karbonat bisa berubah menjadi batuan bersilika apabila terjadi reaksi kimia yang membuat mineral silika menggantikan kalsium karbonat. Contoh batumannya adalah rijang dan diatomit.

- d. Batuan sedimen organik, yaitu batuan yang terbentuk dari endapan sisa-sisa organisme hidup atau bahan organik yang mengeras menjadi batu. Endapan sisa tersebut terakumulasi dan mengalami proses diagenesis yang melibatkan pemadatan, reaksi kimia, dan pembentukan struktur batuan dari bahan-bahan organik yang telah terkubur dalam jangka waktu yang lama. Contoh batumannya adalah batuan kapur, gamping, dan arang.

C. Batuan Metamorf

Batuan metamorf terbentuk dari transformasi batuan sebelumnya yang disebut dengan metamorfisme. Proses ini terjadi ketika batuan mengalami pembebanan dari lapisan di atasnya. Akibatnya, terjadi perubahan suhu dan tekanan yang mengakibatkan terbentuknya mineral baru yang menghasilkan tekstur khusus pada batuan tersebut. Sifat mineral dan susunan tekstur dalam batuan menunjukkan bahwa rekristalisasi terjadi pada kedalaman tertentu di bawah permukaan bumi sehingga memerlukan kondisi suhu dan tekanan yang relatif tinggi (Hasria, dkk., 2021).

Batuan metamorf sering juga disebut batuan malihan. Batuan yang menjadi induk sebelum mengalami proses metamorfisme disebut dengan *protolith*. *Protolith* yang terpapar oleh suhu lebih tinggi (lebih dari 150°C) dan tekanan ekstrim akan mengalami perubahan signifikan dalam sifat fisik dan/atau komposisi kimianya. *Protolith* dapat berupa batuan sedimen, batuan beku, atau batuan metamorf lain yang lebih tua. Batuan metamorf merupakan komponen penyusun sebagian besar dari kerak bumi dan dikelompokkan berdasarkan tekstur dan komposisi mineral (fasies metamorf).

Batuan sedimen yang mengalami metamorfisme belum sempurna disebut dengan batuan metasedimen. Ciri khas dari tipe batuan ini adalah masih terlihat struktur struktur atau tekstur sisa batuan asalnya. Batuan metamorf ini terbentuk di kedalaman yang jauh di bawah permukaan bumi, dipengaruhi oleh tekanan besar dari batuan di atasnya serta suhu yang tinggi. Batuan metamorf juga dapat terbentuk melalui intrusi magma ke dalam batuan padat. Proses ini terjadi pada kontak antara magma dan batuan yang diintrusi dengan suhu yang tinggi. Batuan metamorf dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu (Sukandarrumidi, dkk., 2021):

1. Batuan metamorf kontak, yaitu jenis batuan yang mengalami metamorfosis karena paparan suhu yang sangat tinggi akibat aktivitas magma yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk maupun warna batuan. Proses ini dikenal juga sebagai *thermal* metamorfisme. Contohnya adalah transformasi batu kapur menjadi marmer.
2. Batuan metamorf dinamo, yaitu jenis batuan yang mengalami metamorfosis akibat tekanan yang tinggi yang berasal dari tenaga endogen (dalam waktu yang lama). Proses ini juga dikenal sebagai regional/*tectonic* metamorfisme. Contohnya adalah transformasi batu lumpur (*mudstone*) menjadi batu sabak (*slate*). Batuan ini sering ditemukan di daerah dengan patahan atau lipatan.

3. Batuan metamorf kontak pneumatolistis, yaitu jenis batuan yang mengalami metamorfosis sebagai akibat dari adanya pengaruh gas-gas yang ada pada magma. Contohnya, kuarsa dengan gas fluorim berubah menjadi topas.

1.3.3 Mineral

Mineral merupakan zat anorganik homogen yang terbentuk secara alami dan biasanya dalam bentuk kristal dengan komposisi kimia tertentu yang umumnya berbentuk padat. Kerak bumi terdiri dari berbagai jenis mineral dan batuan. Saat ini, ilmu mineralogi telah mengidentifikasi lebih dari 4000 jenis keberadaan mineral yang berbeda, namun hanya sejumlah kecil di antaranya yang merupakan bahan penyusun batuan (Haldar, 2020). Mineral dibagi menjadi tiga jenis sesuai dengan pemanfaatannya, yaitu mineral logam, mineral bukan logam, dan mineral batuan. Mineral logam merupakan mineral yang mengandung unsur logam yang dapat diekstraksi dan digunakan untuk berbagai keperluan industri dan manufaktur. Contohnya, emas (Au), perak (Ag), dan tembaga (Cu). Mineral bukan logam merupakan yang tidak mengandung unsur logam dan biasanya digunakan dalam bentuk aslinya tanpa perlu diekstraksi lebih lanjut. Contohnya, garam (NaCl), kuarsa (SiO₂), dan belerang (S). Sedangkan mineral batuan merupakan mineral yang menjadi komponen utama pembentuk batuan di Bumi. Contohnya, feldspar, kuarsa, mika, dan olivin (Grautama, dkk., 2021).

Seperti kebanyakan komponen padat lainnya yang ada di kerak bumi, sebagian besar *clay* juga terdiri dari satu atau lebih spesies mineral. Mineral yang terdapat pada *clay* merupakan bagian dari kelompok mineral yang menyusun batuan sedimen. Jumlah mineral ini mencapai hampir 40% dan juga merupakan unsur utama dalam tanah. Mineral *clay* merupakan komponen yang paling umum dari berbagai jenis sedimen. Mineral *clay* dapat ditemukan sebagai bagian dari penyusun tanah dari kutub hingga ke daerah khatulistiwa (Utami, 2018).

Mineral-mineral penyusun *clay* dibagi menjadi dua jenis, yaitu mineral yang memberikan sifat plastisitas pada *clay* seperti *kaolinite*, *montmorillonite*, *illite*, *vermiculite*, *palygorskite*, dll. dan mineral ikutan yang tidak memberikan sifat plastisitas pada *clay*, seperti mineral silikat berupa *micas*, *quartz*, *feldspars* (Mukherjee, 2013). Sumber utama pembentuk mineral *clay* berasal dari pelapukan kimiawi batuan yang mengandung feldspar ortoklas, feldspar plagioklas dan mika (muskovit) yang dapat disebut sebagai silika aluminium kompleks. Mineral *clay* dapat terbentuk dari hampir semua jenis batuan, selama terdapat kandungan alkali dan tanah alkali yang cukup untuk memicu reaksi kimia (dekomposisi) (Balfas, dkk., 2019).

1.3.4 X-Ray Diffraction

X-ray diffraction atau difraksi sinar X adalah teknik analisis yang digunakan untuk mengkaraktirasi struktur fase kristal dari suatu bahan dengan memanfaatkan pola difraksi sinar-X yang dihasilkan oleh bahan tersebut. Difraksi sinar-X didasarkan pada interferensi konstruktif dari sinar-X monokromatik dan sampel kristal. Sinar-X dihasilkan oleh tabung sinar katoda, kemudian difilter untuk menghasilkan radiasi monokromatik

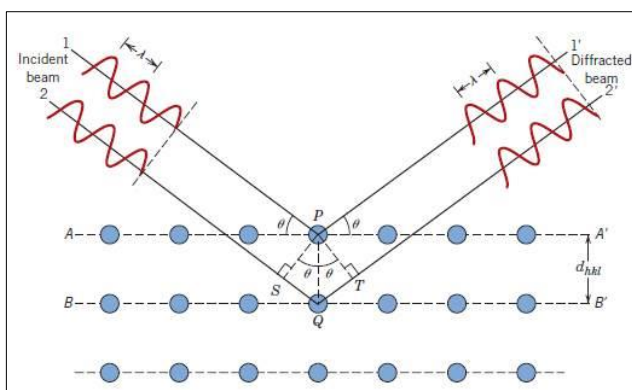
untuk selanjutnya dikolimasi (dikumpulkan) untuk dipusatkan, dan diarahkan ke sampel (gambar 1.3) (Bunaciu, dkk., 2015).

Dalam metode difraksi, informasi yang diperoleh berupa data mengenai koordinat atom-atom dalam kristal. Data ini menjadi dasar untuk memahami sifat dan karakteristik bahan secara umum. XRD digunakan untuk menganalisis komposisi fasa atau senyawa dalam material serta melakukan karakterisasi terhadap kristal. Prinsip dasar XRD adalah mendifraksi cahaya yang melalui kisi kristal. Difraksi ini terjadi ketika panjang gelombang cahaya setara dengan jarak antar atom dalam kristal, sekitar 1 Angstrom. Radiasi yang digunakan berupa radiasi sinar-X, elektron, dan neutron. Sinar-X merupakan foton dengan energi tinggi yang memiliki panjang gelombang berkisar antara 0.5 hingga 2,5 Angstrom. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, maka sebagian berkas dari sinar-X tersebut akan diabsorpsi, sebagian ditransmisikan, dan sebagian lagi mengalami hamburan terdifraksi. Hamburan terdifraksi inilah yang dideteksi oleh XRD. Beberapa sinar-X yang mengalami difraksi ada yang saling menghilangkan karena memiliki fasa yang berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena memiliki fasa yang sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi (Gambar 1.3) (Hakim, dkk., 2019).

Interaksi antara sinar yang datang dengan sampel menghasilkan sinar yang terdifraksi ketika kondisinya telah memenuhi hukum Bragg,

$$n\lambda = 2d\sin\theta$$

di mana n adalah bilangan bulat, λ adalah panjang gelombang sinar-X, d adalah jarak antar bidang yang menghasilkan difraksi, dan θ adalah sudut difraksi. Hukum Bragg menjelaskan hubungan antara panjang gelombang radiasi elektromagnetik dengan sudut difraksi dan jarak antar bidang dalam sampel kristal. Sudut antara sinar-X yang datang dan sinar-X yang terdifraksi disebut dengan sudut pengamatan 2θ dengan rentang sudut pengamatan berkisar antara 10° - 90° . Sinar-X yang telah terdifraksi kemudian dideteksi, diproses, dan dihitung (Bunaciu, dkk., 2015).



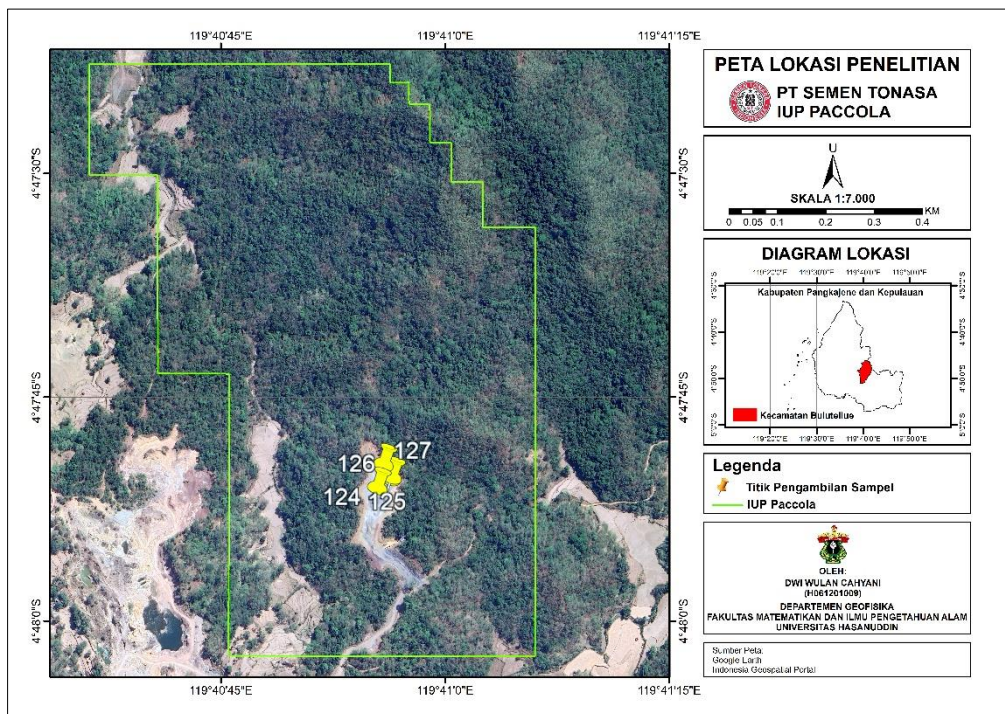
Gambar 1.3 Difraksi Sinar-X pada XRD (Hakim, dkk., 2019)

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama bulan Desember 2023 di Laboratorium *Quality Control* milik PT Semen Tonasa yang berlokasi di Desa Biring Ere, Kecamatan Bungoro, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan. Pengambilan sampel dilakukan di 10 titik pada lokasi penambangan *clay* milik PT Semen Tonasa.

Area penambangan *clay* milik PT Semen Tonasa tersebar di beberapa tempat, yaitu di Desa Biring Ere yang terletak Kecamatan Bungoro, di Desa Bulutellue yang terletak Kecamatan Tondong Tallasa, dan di Desa Bontoa yang terletak di Kecamatan Minasatene. Pengambilan sampel dilakukan di Desa Bulutellue, Kecamatan Tondong Tallasa yang memiliki dua IUP (Izin Usaha Pertambangan) yang berbeda, yaitu Paccola (Gambar 2.1) dengan luas area pertambangan mencapai 84 hektare dan Bulutellue (Gambar 2.2) dengan luas area pertambangan mencapai 9.37 hektare. Berikut merupakan gambar peta lokasi penelitian beserta batas IUP dan titik pengambilan setiap sampel di kedua lokasi.

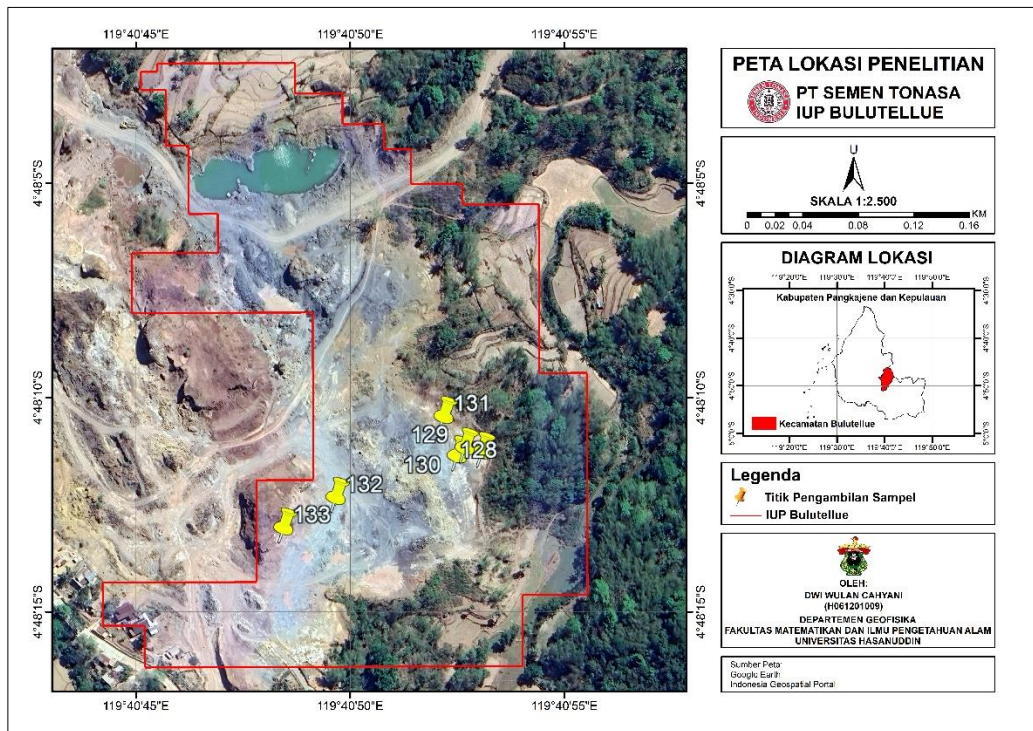


Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian IUP Paccola

Pada lokasi pertama, yaitu Paccola dilakukan pengambilan sampel di empat titik berbeda. Adapun empat titik koordinat lokasi pengambilan sampel di IUP Paccola, yaitu:

1. Sampel 124 pada 4°47'52" S dan 119°40'55" E pada ketinggian 161 mdpl
2. Sampel 125 pada 4°47'51" S dan 119°40'56" E pada ketinggian 152 mdpl
3. Sampel 126 pada 4°47'51" S dan 119°40'55" E pada ketinggian 152 mdpl

4. Sampel 127 pada $4^{\circ}47'50''$ S dan $119^{\circ}40'56''$ E pada ketinggian 152 mdpl



Gambar 2.2 Peta Lokasi Penelitian IUP Bulutellue

Pada lokasi kedua, yaitu Bulutellue dilakukan pengambilan sampel di enam titik berbeda. Adapun enam titik koordinat lokasi pengambilan sampel di IUP Bulutellue, yaitu:

1. Sampel 128 pada $4^{\circ}48'12''$ S dan $119^{\circ}40'53''$ E pada ketinggian 152 mdpl
2. Sampel 129 pada $4^{\circ}48'12''$ S dan $119^{\circ}40'53''$ E pada ketinggian 149 mdpl
3. Sampel 130 pada $4^{\circ}48'12''$ S dan $119^{\circ}40'52''$ E pada ketinggian 148 mdpl
4. Sampel 131 pada $4^{\circ}48'11''$ S dan $119^{\circ}40'52''$ E pada ketinggian 148 mdpl
5. Sampel 132 pada $4^{\circ}48'13''$ S dan $119^{\circ}40'50''$ E pada ketinggian 152 mdpl
6. Sampel 133 pada $4^{\circ}48'13''$ S dan $119^{\circ}40'48''$ E pada ketinggian 154 mdpl

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut:

1. *Global Positioning System* atau GPS, digunakan untuk menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel.
2. Sekop mini, digunakan untuk mengambil sampel.
3. Plastik sampel, digunakan untuk menyimpan sampel yang telah diambil.
4. Spidol, digunakan untuk menuliskan kode pada plastik sampel.
5. Oven, digunakan untuk menghilangkan kadar H_2O dari sampel.
6. Wadah aluminium, sebagai wadah untuk meletakkan sampel pada saat dioven.
7. *Disk mill a*, digunakan untuk menggiling sampel menjadi ukuran yang jauh lebih kecil.

8. Timbangan analitik, digunakan untuk menimbang berat sampel yang akan digunakan.
9. Cawan ukur, digunakan untuk menakar jumlah sampel.
10. Mesin *grinding*, digunakan untuk menghaluskan sampel menjadi bubuk.
11. *Grinding vessel*, media penggilingan sampel pada mesin *grinding*.
12. *Ring*, digunakan sebagai wadah untuk mencetak sampel yang telah dihaluskan.
13. *Automatic press*, digunakan untuk memadatkan sampel yang ada pada *ring*.
14. Mesin *X-Ray Diffraction*, digunakan untuk mendeteksi persentase kandungan senyawa mineral yang terkandung pada sampel.
15. Komputer laboratorium, digunakan untuk menyimpan *file* hasil uji sampel pada alat XRD.

2.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Sampel *clay*.
2. *Grinding aid*, digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan alat-alat yang digunakan pada saat pengolahan sampel tanpa merusak sampel.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Prosedur Pengambilan Sampel

Adapun tahapan-tahapan pengambilan sampel dalam penelitian ini, yaitu:

1. Menentukan titik koordinat lokasi pengambilan sampel dan ketinggian untuk masing-masing lokasi menggunakan GPS.
2. Mengambil sampel menggunakan sekop mini.
3. Memasukkan sampel ke plastik sampel dan memberikan kode.
4. Mengulangi langkah-langkah di atas pada setiap titik lokasi pengambilan sampel.

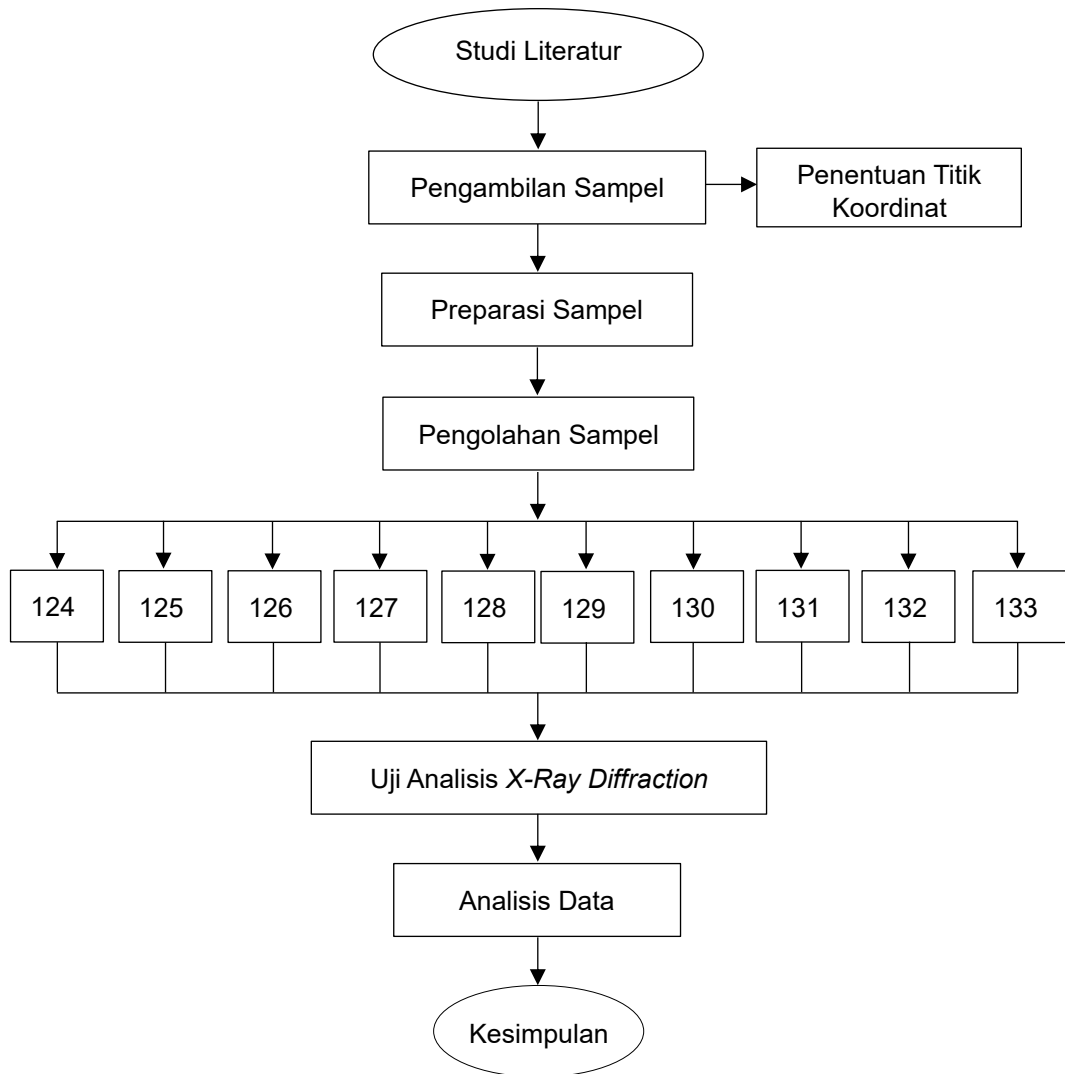
2.3.2 Prosedur Kerja Uji *X-Ray Diffraction*

Adapun tahapan-tahapan pengujian sampel dalam penelitian ini, yaitu:

1. Mengeringkan sampel menggunakan oven untuk menghilangkan kadar H₂O yang ada pada sampel selama kurang lebih 3 jam dengan suhu 250°C.
2. Memecah ukuran sampel menjadi sangat kecil menggunakan mesin *disk mill a*.
3. Memasukkan sampel ke cawan ukur dan menimbanginya sebanyak 10 gram menggunakan neraca digital.
4. Menambahkan *grinding aid* sebanyak 5 butir pada sampel yang telah ditimbang.
5. Memasukkan sampel yang telah ditimbang dan *grinding aid* ke dalam *grinding vessel*.
6. Menghaluskan sampel menggunakan mesin *grinding vessel* selama 10 detik.
7. Memasukkan sampel yang telah dihaluskan ke dalam *ring*.
8. Memadatkan sampel yang ada pada *ring* menggunakan *automatic press*.

9. Memasukkan sampel yang telah dipadatkan ke dalam alat XRD. Hasil uji sampel yang telah ditembakkan sinar-x akan ditampilkan pada komputer yang terhubung pada alat XRD.

2.4 Bagan Alir



Gambar 2.3 Diagram Alir