

*Skripsi Geofisika*

**Analisis Potensi Tambang Silika ( $\text{SiO}_2$ ) Batuan Gunungapi Bawakaraeng**

**Menggunakan Metode XRD dan FTIR**



**OLEH:**

**Andi Muh Yusuf Abdullah**

**H061181312**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



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

**HALAMAN JUDUL**

**ANALISIS POTENSI TAMBANG SILIKA (SiO<sub>2</sub>) BATUAN GUNUNGAPI  
BAWAKARAENG MENGGUNAKAN METODE XRD DAN FTIR**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**OLEH:**

**ANDI MUH YUSUF ABDULLAH**

**H061 18 1312**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISIS POTENSI TAMBANG SILIKA (SiO<sub>2</sub>) BATUAN GUNUNGAPI  
BAWAKARAENG MENGGUNAKAN METODE XRD DAN FTIR

Disusun dan Diajukan Oleh:

ANDI MUH YUSUF ABDULLAH

H061181312

Telah dipertahankan di depan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi program sarjana studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 15 Januari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

Prof. Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, M.T. Surv. IPM  
NIP. 196406161989031006

Dr. Erfan Svamsuddin, M.Si  
NIP. 199111092019031010

Ketua Departemen Geofisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Hasanuddin

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



## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Muh Yusuf Abdullah

NIM : H061181312

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Analisis Potensi Tambang Silika ( $\text{SiO}_2$ ) Batuan Gunungapi Bawakaraeng Menggunakan Metode XRD dan FTIR adalah karya ilmiah saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 15 Januari 2024

Yang Menyatakan

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10,000 Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPLAS RIBU RUPIAH', '10000', and 'METERAI TEMPEL'. The signature is written in a cursive style across the stamp.

Andi Muh Yusuf Abdullah



## ABSTRACT

Silica mines are an important natural resource in various industries, such as glass, ceramics, electronics, cosmetics and cement. The increasing demographic bonus means that the need for silica also increases. Silica is very abundant on earth and is mostly found in mountainous areas, namely mountain peaks, mountain slopes and mountain foothills. Lompobattang volcanic rock or Mount Bawakaraeng is one of the potential silica resources in Indonesia. Analysis of the potential for the Bawakaraeng volcanic rock silica mine was carried out using X-ray diffraction (XRD) and infrared spectroscopy (FTIR) methods. This research was conducted in the Bawakaraeng Valley with 11 rock samples. The aim of this research is to find out potential minerals in the research area and look for typical functional groups and find out the distribution of the minerals. The results of the XRD analysis show that the Bawakaraeng volcanic rocks are composed of silica minerals, namely several minerals in the form of Quartz, Hematite, Wallanstonite, Epidote, Albite, Magnesioferrite, while FTIR shows the presence of typical functional groups, namely Si–O, Si–O–Si, Si–O–Fe, Si–O–Al, Si–O–(Mg,Al), H–O–H This shows that the most dominant mineral group is the Kaolinite and Feldspars mineral group, as well as several other minerals such as Quartz. Based on the results of XRD and FTIR analysis, it can be concluded that the Bawakaraeng volcanic rock has quite high potential to be developed as a silica mine.

**Key words:** Bawakaraeng volcanic rock, silica, XRD, FTIR



## ABSTRAK

Tambang silika merupakan salah satu sumber daya alam yang penting dalam berbagai industri, seperti kaca, keramik, elektronik, kosmetik dan semen. Bonus demografi yang kian meningkat membuat kebutuhan akan silika juga meningkat. Keberadaan silika sangat melimpah di bumi dan paling banyak di temukan di area pegunungan, yaitu puncak gunung, lereng gunung, dan kaki gunung. Batuan gunungapi Lompobattang atau gunung Bawakaraeng merupakan salah satu potensi sumber daya silika di Indonesia. Analisis potensi tambang silika batuan gunungapi Bawakaraeng dilakukan menggunakan metode difraksi sinar-X (XRD) dan spektroskopi infra merah (FTIR). Penelitian ini dilakukan di Lembah bawakaraeng dengan 11 sampel batuan. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui mineral yang berpotensi di daerah penelitian dan mencari gugus fungsi yang khas serta mengetahui sebaran mineralnya. Hasil analisis XRD menunjukkan bahwa batuan gunungapi Bawakaraeng tersusun oleh mineral-mineral silika, yaitu beberapa mineral berupa Quartz, Hematite, Wallanstonite, Epidote, Albite, Magnesioferrite sedangkan pada FTIR didapatkan keberadaan gugus fungsi yang khas yaitu Si-O, Si-O-Si, Si-O-Fe, Si-O-Al, Si-O-(Mg,Al), H-O-H hal ini menunjukkan bahwa kelompok mineral yang paling dominan adalah kelompok mineral *Kaolinite* dan *Feldspars*, serta beberapa mineral lain seperti *Quartz*. Berdasarkan hasil analisis XRD dan FTIR, dapat disimpulkan bahwa batuan gunungapi Bawakaraeng memiliki potensi yang cukup tinggi untuk dikembangkan sebagai tambang silika.

**Kata kunci:** batuan gunungapi Bawakaraeng, silika, XRD, FTIR



## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah puji syukur kehadiran الله *Subhanahu Wa Ta'ala*. Telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat merampungkan tugas akhir dengan judul “**Analisis Potensi Tambang Silika (SiO<sub>2</sub>) Batuan Gunungapi Bawakaraeng Menggunakan Metode XRD dan FTIR**”, yang merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Shalawat dan Salam senantiasa tercurahkan kepada Baginda Nabi ﷺ.

Nabi yang sudah menjadi teladan Umat, dalam berakhlak, berusaha dan berdoa. Proses penyusunan penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari dinamika dan tantangan yang dilalui selama proses pengerjaan yang diakibatkan oleh keterbatasan penulis. Namun berkat ridho dari Sang Maha Kuasa skripsi ini dapat berjalan dengan baik melalui bantuan, bimbingan, dukungan serta nasehat dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan salam hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Almarhum kedua orang tua tercinta opu **Andi Muskamal** dan ibu **Hasnah Mauid** yang semasa hidupnya beliau selalu memotivasi penulis untuk terus is dan terimakasih petta **Hj. Andi Hapsah Abdullah S.Ag** dan Ummi **Masyta S.Pd**, yang selalu berusaha melanjutkan dan mengisi



kekosongan akan peran almarhum kedua orang tua penulis dan selalu mendoakan, memberikan dukungan, melimpahkan cinta dan kasih sayang, serta telah menyisihkan sebagian rezekinya untuk penulis dapat menyelesaikan Pendidikan strata satu ini. Terimakasih juga untuk saudara dan saudari tersayang **Andi Muslim Abdullah** dan **Sudihati M Yusi** yang selalu bersedia menjadi sponsor utama dan memberikan dukungan yang melimpah selama penulis menyelesaikan Pendidikan strata satu ini.

2. Bapak **Prof. Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, MT.**, Surv. IPM. Selaku pembimbing utama penulis, bapak. **Dr. Erfan Syamsuddin, M.Si.** selaku pembimbing pertama. Terimakasih telah memberikan kesempatan penulis untuk bergabung dalam tim penelitian ini, terimakasih telah memberikan bimbingan, nasehat dan masukan-masukan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi.
3. Bapak **Muhammad Fawzy Ismullah M., M.T** dan bapak **Andi Muhammad Pramadi, ST., M.Eng., Ph.D** selaku tim penguji dalam pelaksanaan seminar proposal penelitian, seminar hasil dan ujian sidang skripsi geofisika, terimakasih atas segala kritikan dan masukan untuk penulis.
4. Bapak **Dr. Eng Amiruddin** selaku Dekan FMIPA Unhas, Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Assagaf, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika FMIPA Unhas, Bapak **Dr. Erfan Syamsuddin, M.Si** selaku Sekretaris Departemen Geofisika FMIPA Unhas, seluruh Bapak/Ibu dosen di Departemen Geofisika



A Unhas: **Alm. Prof. Dr. Dadang Ahmad Suriamihardja, M.Eng., Dr. Halmar Halide, M.Sc., Drs. Hasanuddin, M.Si., Dr. Ir. Muh.**

**Altin Massinai, MT. Surv. IPM., Dra. Maria, S.Si., Dr. Sakka, M.Si., Dr. Samsu Arif, M.Si., Alm. Dr. Paharuddin, M.Si., Ir. Bambang Harime, M.Si., Makhrani, S.Si., M.Si., Sabrianto Aswad, S.Si., M.T., Muh. Fawzy Ismullah Massinai, S.Si., MT, Aswar Syafnur, S.Si., M.Eng., Sa'adiddin, M.Sc. dan Andi Muhammad Pramatadie, ST., M.Eng., Ph.D.** serta staf Departemen Geofisika: **Pak Anto, Pak Putra dan Pak Fadli** yang telah memberikan ilmu dan pembelajaran bagi penulis. Terimakasih Bapak/Ibu saya tidak akan pernah melupakan jasa-jasa kalian.

5. Terimakasih kepada bapak dosen, teman-teman dan adik-adik yang tergabung dalam penelitian **Bawakaraeng Tim P2C IKU** karena telah membantu penulis dari pengambilan sampel batuan hingga proses penyelesaian skripsi.
6. Teman-teman HMGF 2018/Pengurus HMGF FMIPA Unhas 2020/2021 : **Sri, Ayu, Mute, Iis, Evy, Dhea, Aini, Fina, Fira, Ainul, Fiskah, Ocha, Fya, Irma, Jihan, Johanna, Juni, Marni, Kiki, Nilam, Dilla, Nisa, Sheren, Wilda, Zefa, Fhaika, Onding, Agung, Alfian, Komang, Dede, Hasnan, Heral, Masdar, Sarwan, Wawan, Yusril, Yansen, Rahmat, Yusran, Uci, Ipul, Andri, Windy, Yen,** terimakasih telah berjuang bersama-sama dari mahasiswa baru sampai kita semua menyelesaikan pendidikan S1 Geofisika, terimakasih selalu kebersamai, terimakasih atas dukungannya.
7. Teman-teman Himafi 2018 : **Azlan, Cuni, Firda, Syahrul, Indra, Nunu, Milda, Acam, Fatimah, Indah, Fauzan, Suci, Dena, Yuni, Sari, Vika,**



, **Ilmi, Afni, Risda, Gebi, Sri, Ayu, Mute, Iis, Evy, Dhea, Aini, Fina,**  
, **Ainul, Fiskah, Ocha, Fya, Irma, Jihan, Johanna, Juni, Marni, Kiki,**

**Nilam, Dilla, Nisa, Sheren, Wilda, Zefa, Fhaika, Onding, Agung, Alfian, Komang, Dede, Hasnan, Heral, Masdar, Sarwan, Wawan, Yusril, Yansen, Rahmat, Yusran, Uci, Ipul, Andri, Windy, Yen,** terimakasih sudah menjadi keluarga pertama untuk penulis di kampus, semoga tetap menjadi keluarga walaupun beda kota.

8. Teman-teman Pengurus BEM FMIPA Unhas Periode 2021/2022 : **Dede, Milda, Alif, Jalil, Uci, Ardi, Azlan, Ipul, Syahrul, Kido, Indah, Rahmat Nisa, Marni, Wildawati, Winai, Shamad, Ishak, Cilla, Aqiela, Fifi, Jojo, Hikma, Nasmah, Afni, Yuyun, Siti, Chandra, Lutfi, Ilham, Andri, Heral, Ica, Dian, Fitra, Ninis, Gebi, Wilda, Zafanya, Ainul, Agung, Komang, Luthfi, Sarwan, Wawan, Iis, Nurjannah, Nunu, Sheren, Umar, Ronaldo, Fina, Maya, Aqila, Acam, Nurrasmiansih, Snufkin, Nando, Syahril, Alfiana, Eka, Dena, Isa, Jihan, Marsya, Vivi, Ilmi, Fya, Vika.** terimakasih atas pelajaran dari setiap proses yang telah dilalui.
9. Teman-teman DPMG FMIPA Unhas Periode 2022/2023 : **Wawan, Agung, Sarwan, Hasnan, Rahmat, Diky, Ita, Umi, Nur Azizah, Mimi, Febri, Devi** terimakasih atas prosesnya selama satu periode kepengurusan.
10. Kanda-kanda 2014 : **Kak Sidiq, Kak Iswar, Kak Firman, Kak Riyadi, Kak Armin, Kak Agustina, Kak Aswan, Kak Sri Wahyuni, Kak Irwan, Kak Fandi, Kak Fajri** dan yang tidak sempat penulis sebutkan.
11. Kanda-kanda 2015 : **Kak Hafis, Kak Gustamin, Kak Wili, Kak Edi, Kak**



**Kak Nasri, Kak Alimuddin, Kak Fadil, Kak Nunu, Kak Ika, Kak**

**Aksa, Kak Fitra, Kak Nuge, Kak Rian, Kak Ashadi, Kak Firman, Kak Ahmad, Kak Yuni** dan kanda-kanda yang tidak sempat penulis sebutkan.

12. Kanda-kanda 2016 : **Kak Arif, Kak Azhari, Kak Ulla, Kak Ayyub, Kak Arya, Kak Alam, Kak Sri, Kak Ikhsan, Kak Agung, Kak Riana, Kak Fazrul, Kak Wisnu, Kak Aldi** dan kanda-kanda yang tidak sempat penulis sebutkan.
13. Kanda-kanda 2017 : **Kak Azhardi, Kak Khalis, Kak Zahari, Kak Tsaqif, Kak Diky, Kak Agung, Kak Zafaat, Kak Sabran, Kak Fuat, Kak Fadlan, Kak Uci, Kak Ate, Kak Ardi, Kak Amel, Kak Rahman** dan kanda-kanda yang tidak sempat penulis sebutkan.
14. Himafi dan HMGF 2019 : **Alif, Haidir, Akbar, Agung, Mey, Ita, Cindi, Devi, Fatihah, Suleha, Ririn, Nurul, Alya, Mawang, Galib, Yuni, Rinan, Sindy, Fara, Agus, Ikram, Yusri, Fausta, Ashar, Arsyi, Mawang, Haikal, Kamil, Jack, Haerul, Jinan, Habib, Ayul, Asyifa, Reika, Tiara, Caca, Syahtri, Sire'** dan yang tidak sempat penulis sebutkan.
15. HMGF 2020 : **Algi, Akbar, Astri, Regita, Tazkia, Faiz, Asmawan, Salsa, Defina, Iis, Guntur, Emi, Fadia, Gery, Qalby, Ical, Cholis, Imran, Izzah, Ni Komang, Syaban, Rezky, Resty, Umi, Hamman, Tiwi, Asih, Chelsea, Hasnawiyah, Dayat, Azizah, Mela, Dirham, Awi, Wikal, Merlia, Ica, Aurel, Selfi, Yudi, Yonas, Wulan, Mifta, Riska, Nisfit, Jane, Lola, Gloria, Angeli, Rianul, Priyetno, Magfirah, Nur Azizah, Salamah, Alfira,**

**inda, Arpah, Alif, Aza, Milka.**



16. Himafi 2020 : **Fausi, Sahrul, Ainun, Stevan, Novra, Akmal, Tasya, Husain, Eunike, Indriani, Dirga, Epy, Vicram, Nurul, Alif, Uwais, Agil, Novia, Waode, Fatma, Andrianus, Akmal, Aandri, Indah, Eka, Nidia, Syamsiah, Robiah, Khafifa, Adnan, Abe, Bayu, Bisman, Rifaldi, Anika, Ebi, Nanda, Eva, Sulis, Yusria, Nisa, Tiara, Astrid, Pryandi, Amri, Vaness, Emar, Inul, Yuni, Nindy, Isma, Faqihah, Naya, Fathul, Jenella, Silvia, Elza, Putri, Uci, Asti, Paye, Harmi, Andani.**
17. Himafi dan HMGF 2021 : **Nopya, Paje, Kiki, Canci, Palele, Vadya, Renold, Radia, Cica, Vito, Malik, Bejo, Cida, Sara, Rita, Sipa, Elzashkia, Indah, Rhechil, Naurah, Wina, Arianah, Dewi, Nami, Aini, Ratna, Shella, Cut, Fuad, Fatur, Muhlis, Syawal, Shane, Jiefly, Jiyad, Gibe, Surya, Sisi, Depita, Henri, Fira, Ainun, Isyun, Liza, Adelia, Fiyah, Febri, Dewangi, Aksa, Harianto, Astira, Adika, Irman, Mimi, Ainun, Arez, Hartini, Farah, Alif, Misda, Dana, Faiqal, Hendri, Suneng, Amar, Sachimar, Fera, Mar'ah, Patra, Suliz** dan yang tidak sempat penulis sebutkan.
18. Teman-teman Equalizer 19 : **Amirah, Gatra, Novi, Nadila, Ifa, Nova, Widi Iin, Ummul, Tia, Risna, Sufa, Gita, Mufliha, Fany, Fadya, Maharani, Regina Fikha, Wawan** terimakasih telah membersamai mulai dari Crew baru hingga menjadi All Crew di EBS FM UNHAS.
19. Kakak-kakak Frekuensi 17 dan Gelombang 18 : **Kak Tiqo, Kak Mala, Kak**



**, Kak Miftah, Kak Darwin, Kak Ale, Kak Ryan, Kak Windy, Kak  
l, Kak Mia, Kak Cici, Kak Septree, Kak Lulu, Kak Deka, Kak Yaya**

dan yang tidak sempat penulis sebutkan. terimakasih telah kebersamai mulai dari magang hingga menjadi All Crew di EBS FM UNHAS.

20. Teman-teman Pengurus EBS FM UNHAS 2021: **Amirah, Gatra, Novi, Nadila, Ifa, Nova, Widi Iin, Ummul, Tia, Risna, Sufa, Gita, Mufliha, Fany, Fadya, Maharani, Regina Fikha, Wawan, Anita, Way, Ryan, Andin, Rana, Aul, Fur, Alam, Ulya, Fiska, Paisah, Rossa, Renia** dan yang tidak sempat penulis sebutkan terimakasih telah kebersamai selama satu periode kepengurusan banyak kisah dan kasih yang terjalin.
21. Dewan Kehormatan EBS FM UNHAS 2021 : **Kak Khalis, Kak Hamid, Kak Mala** yang telah bersedia menjadi Dewan Kehormatan selama kepengurusan penulis dan tidak Lelah untuk memberi nasehat dan masukan selama kepengurusan.
22. Teman-teman KKN Unhas Gelombang 107 Kec. Mangarabombang : **Andry, Andrew, Andre, Lute, Nica, Nisa, Yayat, Angga, Qien-Qien, Endang, Dilla, Lerang, Fajar, Ica, Acha, Ryas.** Yang tetap kompak selama KKN.
23. Teman-teman Surveyor Kalbar 4 Kabupaten Sintang : **Nur Alam, Ahmad Suryadi dan Andreas.**
24. Teman-teman Tim Mineral : **Ainul, Agung, Rahmat, Aswan, Kemal** dan **Sarwan** terimakasih sudah membantu penulis dalam pengambilan sampel di daerah hulu Sungai Jeneberang dan kebersamai dalam pengerjaan skripsi.
25. Alumni SMPN 1 Bua Ponrang 2013 : **Dede, Olish, Angga, Fira, Ayu,**



**ha, Ainun P, Ainun Z, Arina, Arini, Irsal, Rasty, Annga S, Ifan,**

**Dwiky, Rahmat, Ridwan, Rio** dan semua yang tidak sempat penulis sebutkan.

26. Alumni SMAN 1 Bua Ponrang 2016 : **Dwiky, Ananda, Adhe, Athur, Syarif, Arief, Alpred, Paul, Wawan, Monica, Cici, Gatri, Paisa, Wilda, Rika, Nilda, Raja, Nindy, Nuriyanti, Suleha, Pegy, Cetrin, Stevian, Rahmat** dan semua yang tidak sempat penulis sebutkan.
27. Terimakasih kepada manusia yang sampai hari ini masih menjadi relawan kemanusiaan melawan segala bentuk penindasan dan perampasan ruang hidup dan masih mendukung palestina.
28. Terimakasih untuk seluruh keluarga dan seluruh pihak yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu yang senantiasa mendoakan dan mendukung penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi.

Makassar, 15 Januari 2024

Penulis



## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
<b>I.1 Latar Belakang .....</b>	<b>1</b>
<b>I.2 Rumusan Masalah .....</b>	<b>3</b>
<b>I.3 Ruang Lingkup .....</b>	<b>4</b>
<b>I.4 Tujuan Penelitian .....</b>	<b>4</b>
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
<b>II.1 Geologi Regional.....</b>	<b>5</b>
<b>II.2 Batuan dan Mineral .....</b>	<b>6</b>
<b>II.2.1 Batuan .....</b>	<b>6</b>
<b>II.2.2 Mineral.....</b>	<b>7</b>
<b>II.2.3 Silika ( SiO<sub>2</sub>) .....</b>	<b>10</b>
<b>II.3 Metode XRD.....</b>	<b>12</b>
<b>II.4 Metode FTIR.....</b>	<b>15</b>
<b>II.5 Interpolasi .....</b>	<b>20</b>
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>22</b>
<b>III.1 Lokasi Penelitian.....</b>	<b>22</b>
<b>III.2 Alat dan Bahan.....</b>	<b>23</b>
<b>III.2.1 Alat.....</b>	<b>23</b>
<b>III.2.2 Bahan .....</b>	<b>24</b>
<b>III.3 Prosedur Penelitian.....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.1 Tahap Pengambilan Sampel.....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.2 Tahap Preparasi Sampel.....</b>	<b>24</b>
<b>III.3.3 Tahap Karakterisasi Sampel.....</b>	<b>25</b>
<b>Bagan Alir.....</b>	<b>27</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>28</b>
<b>Metode XRD (X-Ray Diffraction ).....</b>	<b>28</b>
<b>Metode FTIR ( Fourier Transform Infrared ).....</b>	<b>37</b>



IV.3	Potensi Tambang Silika.....	42
BAB V	PENUTUP.....	45
V.1	Kesimpulan .....	46
V.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	.....	49
LAMPIRAN.....		52



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Peta Geologi Daerah Gunung Bawakaraeng dan sekitarnya (Modifikasi dari Sukamto dan Supriatna, 1982).....	5
<b>Gambar 2.2</b> Deret Bowen .....	8
<b>Gambar 2.3</b> Prinsip Kerja X-Ray Difrraction (Alderto dan Elias,2020) .....	13
<b>Gambar 2.4</b> Prinsip Kerja Hukum Bragg.....	14
<b>Gambar 2.5</b> Proses Perubahan Sinyal Pada sitem peralatan spekstroskopi FTIR .....	18
<b>Gambar 3.1</b> Peta Lokasi Penelitian.....	22
<b>Gambar 3.2</b> Bagan Alir Penelitian.....	27
<b>Gambar 4.1</b> Peta Sebaran Kandungan Mineral Quartz.....	30
<b>Gambar 4.2</b> Peta Sebaran Kadungan Mineral Hematite.....	31
<b>Gambar 4.3</b> Peta Sebaran kandungan Mineral Wallanstonite.....	32
<b>Gambar 4.4</b> Peta Sebaran kandungan Mineral Epidote.....	33
<b>Gambar 4.5</b> Peta Sebaran kandungan Mineral Albite.....	34
<b>Gambar 4.6</b> Peta Sebaran Kandungan Mineral Magnesioferrite.....	35
<b>Gambar 4.7</b> Grafik transmisi terhadap bilangan gelombang FTIR sampel batuan BT1-BT5.....	38
<b>Gambar 4.8</b> Grafik transmisi terhadap bilangan gelombang FTIR sampel batuan Jembatan M- J Lembanna.....	39
<b>Gambar 4.9</b> Grafik transmisi terhadap bilangan gelombang FTIR sampel batuan Takapala.....	40



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Peta Serapan Mineral FTIR (Yin et al, 2019) .....	16
<b>Tabel 2.2</b> Rentang Frekuensi Gugus Fungsi (Ceyda Dan Safak, 2019).....	17
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Analisa Data XRD pada sampel batuan di Gunungapi Bawakaraeng.....	28
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Analisa Data XRD pada sampel batuan di Gunungapi Bawakaraeng Berdasarkan Struktur Mineralnya.....	29



# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

Silika merupakan senyawa kimia atau molekul dengan rumus molekul  $\text{SiO}_2$  (silikon dioksida) dalam artian silika tersusun atas unsur Silikon (Si) dan oksigen ( $\text{O}_2$ ). Silicon adalah unsur paling umum kedua di kerak bumi setelah oksigen. Keberadaan silika melimpah dan dapat dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi di bidang industry. Penggunaan silika dalam ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan bahan nano silika. Salah satu contoh silika dengan ukuran mikron diaplikasikan sebagai material bangunan pada beton. Ukuran lainnya yang lebih kecil adalah nano silika yang banyak digunakan pada aplikasi seperti industri ban, karet, cat, kosmetik, elektronik, dan keramik (Lujan, 2014).

Silika ( $\text{SiO}_2$ ) merupakan salah satu mineral yang melimpah di alam diperkirakan 75% dari kerak bumi tersusun dari silika. silika dapat di temukan diwilayah dataran rendah, pegunungan dan juga didapatkan dalam wilayah vulkanik gunung berapi dan sekitarnya. Hal ini dukung oleh penelitian - penelitian sebelumnya di daerah vulkanik seperti pada penelitian dengan judul "*The preparation and characterization of Sinabung volcanic ash as silica based adsorbent*" Simatupang dan Devi (2016). Hasil penelitian tersebut didapatkan abu



mengandung komponen yang heterogen dengan komponen utama yakni 58,10%  $\text{SiO}_2$ ; 18,30%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 7,09%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan 8,05%  $\text{CaO}$ . Hasil kandungan abu vulkanik ini menunjukkan bahwa material ini termasuk

material pozzolan yakni mempunyai kandungan  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  yang sangat tinggi.

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

Aktivitas gunungapi Lompobattang masih berlangsung sampai masa Plistosen, menghasilkan batuan gunungapi Lompobattang. Berhentinya kegiatan magma pada akhir Plistosen, diikuti oleh suatu tektonik yang menghasilkan sesar-sesaren echelon (merencong) yang melalui gunung Lompobattang berarah Utara – Selatan. Sesar-sesaren echelon mungkin akibat dari suatu gerakan mendatar dekstral daripada batuan alas di bawah Lembar Walanae. Sejak Kala Pliosen pesisir barat ujung Lengan Sulawesi Selatan ini merupakan dataran stabil, yang pada Kala Holosen hanya terjadi endapan alluvium dan rawa-rawa (Massinai, 2019).

Kondisi geologi di sekitar Gunung Bawakaraeng dibangun oleh endapan

Gunung Lompobatang yang telah mengalami pelapukan. Pada bagianannya menjadi lempung lanauan hingga pasir lanauan berwarna kuning



kecoklatan hingga coklat kehitaman, bersifat gembur. Penyebaran struktur geologi di puncak Gunung Bawakaraeng sangat intensif berupa sesar normal dengan arah utara – selatan dan barat laut – tenggara (Sumaryono, 2011).

Dalam penentuan kandungan mineral batuan dapat dilakukan dengan pengujian di Laboratorium. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode XRD untuk karakterisasi jenis mineral pada batuan dan FTIR yang berfungsi untuk analisis unsur senyawa penyusun suatu batuan. XRD memberikan informasi tentang struktur kristal dan tata letak atom dalam kristal, sementara FTIR dapat mengidentifikasi gugus fungsional yang ada dalam sampel. Keduanya saling melengkapi dalam memahami karakteristik material dari berbagai sisi. Metode - metode tersebut akan menghasilkan data kuantitatif dan kualitatif mengenai unsur senyawa batuan.

Berdasarkan gambaran mengenai struktur geologi di daerah penelitian, maka diperlukan pengujian Laboratorium untuk mengetahui kandungan unsur senyawa mineral penyusun batuan dengan menggunakan metode XRD (*X-Ray Diffraction*) dan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

## I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Apa saja kandungan mineral pada batuan di daerah penelitian ?
2. Bagaimana gugus fungsional batuan di daerah penelitian ?
3. Bagaimana sebaran mineral batuan pada daerah penelitian?



### **I.3 Ruang Lingkup**

Pengambilan sampel dilakukan di kecamatan Parigi tepatnya di hulu sungai Jeneberang dan beberapa sampel batuan yang diambil di Kecamatan Tinggimoncong Kabupaten Gowa. Penelitian ini terbatas pada uji karakteristik mineral batuan menggunakan metode XRD dan FTIR. Adapun hasil dari penelitian ini adalah informasi mengenai kandungan unsur mineral batuan yang diharapkan dapat menjadi pemantik penduduk setempat dalam mengelola sumber daya alam yang tersedia.

### **I.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kandungan mineral pada batuan di daerah penelitian.
2. Mengetahui gugus fungsi mineral yang dominan terkandung pada daerah penelitian.
3. Mengetahui persebaran mineral pada batuan yang terdapat pada daerah penelitian.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Geologi Regional



ambar 2.1 Peta Geologi Daerah Gunung Bawakaraeng dan sekitarnya  
(Modifikasi dari Sukamto dan Supriatna, 1982)

Berdasarkan peta Geologi daerah Gunung Bawakaraeng dan sekitarnya yang merupakan modifikasi dari Sukamto dan Suprianta (1982) batuan yang terdapat di sekitar lokasi penelitian antara lain endapan aluvial Gunungapi Lompobatang, endapan erupsi parasitik, anggota breksi. Gunungapi ini membentuk kerucut gunungapi strato dengan puncak 2950 m di atas permukaan laut. Batuannya Sebagian besar berkomposisi andesit dan sebagian basal, diperkirakan gunungapi ini berumur Plistosen (Sumaryono, 2011).

Kondisi geologi di sekitar Gunung Bawakaraeng dibangun oleh endapan vulkanik Gunung Lompobatang yang terdiri dari lava, tufa dan breksi vulkanik yang telah mengalami pelapukan pada bagian permukaannya menjadi lempung lanauan hingga pasir lanauan berwarna kuning kecoklatan hingga coklat kehitaman, bersifat gembur. Penyebaran struktur geologi di puncak Gunung Bawakaraeng sangat intensif berupa sesar normal dengan arah sesar utara – selatan dan barat laut – tenggara. Dengan keberadaan struktur geologi ini menyebabkan kekuatan batuan menjadi berkurang dan cenderung mudah runtuh jika dipicu curah hujan yang tinggi atau getaran yang intensif (Sumaryono, 2011).

## **II.2 Batuan dan Mineral**

### **II.2.1 Batuan**

Pada planet bumi terdapat berbagai sumberdaya alam yang terbilang sangat banyak contohnya adalah batuan. Batuan sendiri merupakan kumpulan



mineral yang bergabung dalam batuan. Batuan terdiri dari satu atau mineral, Batuan dan mineral sendiri merupakan sumberdaya alam yang

kegunaannya salah satunya ialah sebagai bahan baku industri. Batuan terbentuk dari magma yang membeku kemudian mengalami beberapa proses sehingga menjadi batuan (Zhao et al, 2020).

Batuan pada dasarnya terbagi menjadi tiga jenis, yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Ketiga batuan tersebut terbentuk pada proses proses yang berbeda. Kronologi kejadian memberikan perbedaan dalam susunan, struktur, tekstur, dan sifat-sifat fisika lainnya. Perbedaan ini pula yang memberikan perbedaan secara sifat-sifat mekanika batuan.

### **II.2.1.1 Batuan Beku**

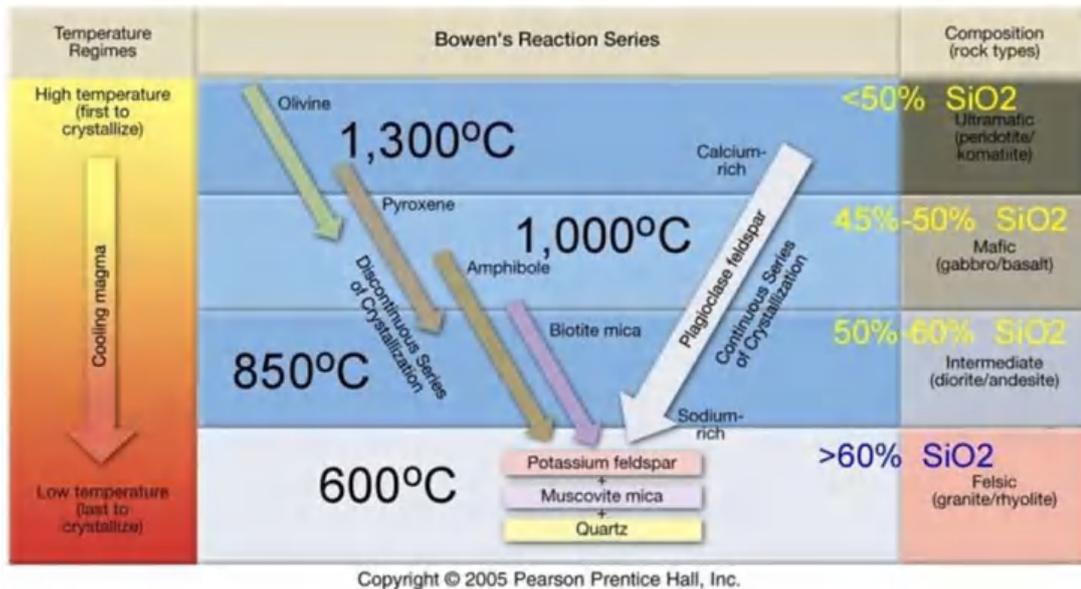
Batuan beku adalah kumpulan agregat - agregat mineral silikat hasil dari penghabluran magma yang mendingin. Secara struktur, massa batuan beku biasanya massif tidak mempunyai bidang lapisan. Berdasarkan cara terbentuknya, batuan beku dibagi menjadi tiga: batuan beku dalam (*plutonit*), batuan beku gang, dan batuan beku efusif. Secara keteknikan, ketiga jenis batuan beku ini mempunyai karakteristik yang sama, yaitu teguh dan tegas (Koesoemadinata,1981).

### **II.2.2 Mineral**

Proses pembentukan endapan mineral baik jenis endapan logam maupun non logam dapat terbentuk karena proses mineralisasi yang diakibatkan oleh aktivitas magma. Mineral yang menyusun magma tidak terbentuk pada waktu yang bersamaan atau pada kondisi yang sama. Mineral tertentu akan mengkristal pada temperatur yang lebih tinggi dari mineral lainnya. Pembentukan berbagai mineral di alam akan menghasilkan berbagai jenis batuan tertentu, yang



tersusun dari 15 atau lebih komposisi kimia tertentu dan mempunyai sifat fisik yang tertentu pula (Pambudi, 2018)



Gambar 2.2 Deret Bowen (Massinai, Syam, and Ismullah 2022).

Ketika suhu magma menurun, yang pertama mineral yang akan terbentuk adalah olivin, diikuti oleh pyroxene, hornblende, biotit (seri terputus-putus). Di sebuah seri kontinu, pembentukan mineral dimulai dengan mineral Ca plagioklas dan diakhiri dengan pembentukan Na plagioklas. Pada penurunan suhu berikutnya, mineral K-feldspar (orthoclase) akan terbentuk, diikuti oleh Moskow dan pembentukan kuarsa mineral (Massinai, at al 2022).

Berdasarkan senyawa kimiawinya, mineral dapat dikelompokkan menjadi mineral Silikat dan mineral Non-silikat. Kelompok mineral Non-silikat, yaitu kelompok oksida, sulfida (H<sub>2</sub>S), sulfat (SO<sub>4</sub>), native elemen, halid (NaCl), (CO<sub>3</sub>), hidroksida (OH), dan phospat (PO<sub>4</sub>). Mineral silikat (mengandung unsur SiO<sub>2</sub>) yang umumnya dijumpai dalam batuan. Diketahui tidak



kurang dari 2000 jenis mineral yang dikenal hingga sekarang, namun ternyata hanya beberapa jenis saja yang terlibat dalam pembentukan batuan. Mineral-mineral tersebut dinamakan “Mineral pembentuk batuan”, atau “Rock-forming minerals”, yang merupakan penyusun utama batuan dari kerak dan mantel Bumi. Mineral pembentuk batuan dikelompokkan menjadi empat yaitu Silikat, Oksida, Sulfida, Karbonat dan Sulfat (koesoemadinata,1981).

### II.2.2.1 Komposisi Mineral

Mineral adalah komponen pembentuk batuan beku yang di kategorikan menjadi tiga bagian yaitu mineral utama, mineral sekunder, dan mineral tambahan. Mineral utama terbentuk langsung dari kristalisasi magma, berdasarkan warnanya dibagi menjadi dua kelompok yaitu mineral felsic yang memiliki warna terang dengan densitas rata-rata  $2,5-2,7 \text{ g/m}^3$ , dan juga mineral mafik yaitu mineral dengan warna gelap dengan densitas rata-rata  $3-3,6 \text{ g/m}^3$ . Mineral sekunder adalah mineral yang terbentuk dari ubahan dari mineral utama, misalkan hasil dari pelapukan mineral utama, reaksi hidrotermal, ataupun dalam proses metamorfisme. Mineral tambahan terbentuk dari kristalisasi magma, akan tetapi memiliki jumlah yang sedikit yang terdiri dari hematit, kromit, spene, muskovit, rutil, magnetit, dan zeolit (koesoemadinata,1981).

### II.2.2.2 Tekstur

Dalam batuan beku memiliki tekstur batuan, tekstur batuan memiliki peran dalam hubungan yang erat antara unsur-unsur mineral dengan massa gelas yang uk massa yang merata dalam batuan beku. Tekstur batuan beku g pada kecepatan dan orde kristalisasi magma tergantung pada



temperature komposisi, kandungan gas, viskositas magma, dan tekanan, sehingga tekstur bisa dikatakan sebagai sejarah pembentukan batuan beku. Dengan demikian tekstur secara praktis adalah derajat kristalisasi, ukuran butir atau granularitas, dan hubungan antara unsur-unsur (Massinai, at al 2022).

### II.2.2.3 Struktur

Struktur adalah bentuk tekstur dalam mengklasifikasikan batuan dengan skala yang lebih besar, yang dapat dilihat secara langsung di lapangan, seperti struktur *Pillow Lava* atau lava bantal yang merupakan struktur khas pada batuan vulkanik bawah laut, membentuk struktur seperti bantal. Masih banyak lagi jenis struktur batuan seperti *masif, joint, vesikuler, scoria, amigdalodial, xenolit* (koesoemadinata,1981).

### II.2.3 Silika ( $\text{SiO}_2$ )

Senyawa Silika ( $\text{SiO}_2$ ) terbentuk dari molekul atom silikon dan oksigen. Senyawa kimia itu sendiri merupakan gabungan murni dari unsur yang berbeda. Oksigen adalah unsur paling melimpah dikerak bumi dan silicon adalah yang paling melimpah kedua, menyebabkan pembentukan silika cukup umum terjadi di alam. Penampakan silika dapat berupa kristal atau amorf (nonkristalin) yang dipengaruhi oleh suhu dan tekanan ekstrem yang dilaluinya.

Dalam bentuk kristal atau yang biasa disebut kuarsa disebabkan pembentukan atom dan molekul yang memiliki pola berulang tanpa batas hingga

uk tiga dimensi. Sedangkan dalam bentuk amorf memiliki bentuk atom lekul secara acak dan tidak bepola. Kuarsa menjadi mineral penyusun



dalam batuan beku yang berasal dari magma yang berbentuk cair dari inti bumi hingga terbawa kepermukaan dan menjadi padat atau batuan beku. Dua jenis batuan lainnya adalah sedimen dan metamorf, kuarsa juga berlimpah di ketiga jenis batuan tersebut.

Beberapa batuan beku yang mengandung kelebihan silika adalah granit, riolit, diorite kuarsa, monzonite kuarsa, dan andesit. Silika dalam bentuk kristal juga dapat hadir dari endapan yang mengalami pembekuan atau konsolidasi, abuvulkanik yang dikenal dengan batuan vulkanik. Saat gunungapi mengalami letusan magma keluar dari gunung berapi sehingga suhunya turun sangat cepat sehingga abunya seperti kaca dengan keadaan nonkristalin.

Pada batuan sedimen, kuarsa adalah komponen yang sangat umum di batuan sedimen. Hal itu dikarenakan batuan sedimen terbentuk ketika mineral yang dilepaskan selama pelapukan atau oleh presipitasi kimia menumpuk di cekungan dan terkonsolidasi. Kuarsa sangat tahan terhadap kerusakan fisik dan kimia oleh proses pelapukan akan tetap utuh secara kimiawi bahkan ketika terfragmentasi dan tersebar oleh erosi, angin, atau proses pelapukan lainnya. Kuarsa hadir dalam berbagai jenis batuan sedimen, mulai dari batu pasir hingga konglomerat, dalam jumlah kecil hingga besar (Lujan dan Ary,2014).

Pada batuan metamorf yang terbentuk dari panas atau tekanan juga mengandung silika kristal sebagai kuarsa. Tekstur baru dapat terbentuk dalam

in mineral baru selama metamorfisme yang menyebabkan kuarsa berada asli. Kuarsa juga bisa mengkristal dari cairan pembawa silika yang



memasuki batuan selama metamorfisme dan bisa juga terbentuk sebagai bagian dari transformasi metamorf (Lujan dan Ary,2014).

### II.3 Metode XRD

Metode difraksi sinar-X (XRD) didasarkan pada interferensi konstruktif sinar-X monokromatik dalam sampel kristal. Zat kristal yang mengandung jaringan atom dapat mendifraksi sinar-X yang datang dan menghasilkan pola interferensi. Hasilnya pola dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang struktur atom atau molekul dari bahan tersebut, dan dengan demikian tahap identitasnya. XRD adalah teknik yang cepat dan kuat untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bahan, ini umum digunakan di banyak departemen penelitian ilmu geosains dan fisika yang digunakan secara luas dalam dunia industri. Hal Ini membutuhkan persiapan sampel yang minimal dan interpretasi data yang dihasilkan biasanya langsung.

Penelitian ini akan fokus pada aplikasi XRD utama dalam geologi yaitu, XRD bubuk untuk mengidentifikasi mineral yang ada dalam sampel dan mengukur proporsi relatifnya dalam campuran. Namun, teknik tambahan juga akan disebutkan dan aplikasi untuk menggambarkan jangkauannya yang luas, termasuk penentuan dimensi sel satuan dan XRD kristal tunggal. Modern Peralatan XRD cenderung sepenuhnya otomatis dan pengguna mungkin tidak



penelitian banyak usaha untuk mendapatkan hasil membahas prinsip-prinsip metode dan pengguna dapat memahami bagaimana hasil dihasilkan (Alderto dan ... 20).

Penentuannya merujuk pada puncak-puncak utama pola difratogram melalui pendekatan persamaan Debye Scherrer yang dirumuskan (Tolasa, et al, 2011).

$$D = \frac{K\lambda}{\beta \cos \theta} \quad (2.1)$$

Keterangan:

D = ukuran kristal

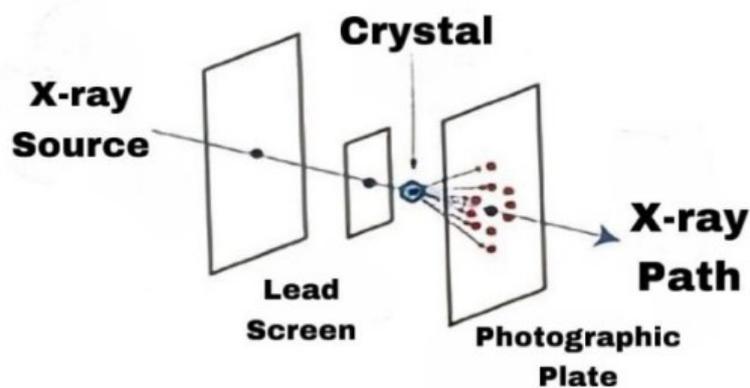
K = Faktor bentuk dari kristal (0,9-1)

$\lambda$  = Panjang gelombang sinar-X (1,5406Å)

$\beta$  = nilai dari *Full Width at Half Maximum* (FWHM) (rad)

$\theta$  = sudut difraksi (derajat)

Diagram yang menggambarkan pengaturan yang digunakan Laue dan rekan kerja untuk menghasilkan pola difraksi sinar-X. Sinar-X difokuskan menjadi sinar dengan melewatinya lubang kecil di layar timbal dan berkas diarahkan ke kristal stasioner.

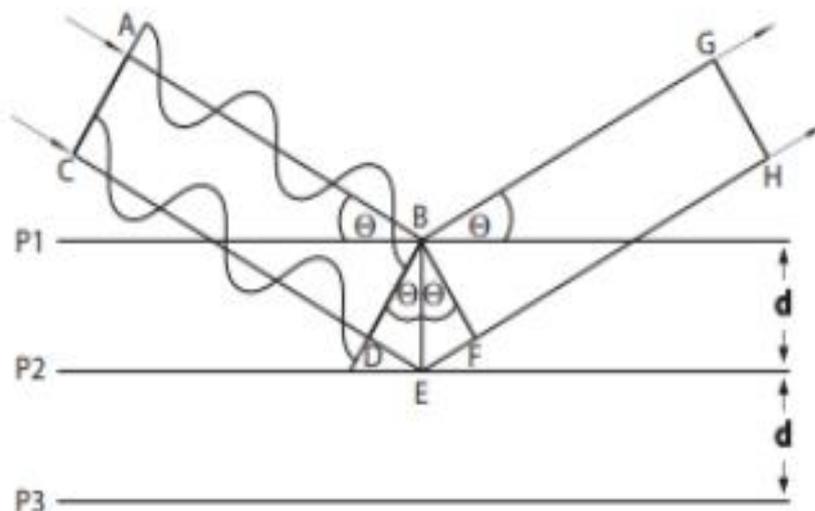


ambar 2. 3 Prinsip Kerja X-Ray diffraction (Alderto dan Elias, 2020).

Interaksi sinar datang dengan sampel menghasilkan gangguan konstruktif (dan sinar difraksi) ketika kondisi memenuhi hukum Bragg (Alderto dan Elias, 2020).

$$n\lambda = 2d\sin\theta \quad (2.2)$$

Metode lebih cepat dan lebih sederhana dibandingkan dengan metode kristal tunggal. Metode serbuk ini dapat digunakan untuk menganalisa bahan yang terkandung di dalam suatu sampel juga dapat ditentukan secara kuantitatif. Pada penelitian ini dipergunakan metode serbuk. Informasi yang dapat diperoleh dari data difraksi sinar X ini yaitu: (1) Posisi puncak difraksi memberikan gambaran tentang parameter kisi ( $a$ ), jarak antar bidang ( $d_{hkl}$ ), struktur kristal dan orientasi dari sel satuan; (2) intensitas relatif puncak difraksi memberikan gambaran tentang posisi atom dalam sel satuan; (3) bentuk puncak difraksi memberikan gambaran tentang ukuran kristalit dan ketidaksempurnaan kisi.



gambar 2. 4 Prinsip Kerja Hukum Bragg (Alderto dan Elias, 2020).

## II.4 Metode FTIR

Salah satu perkembangan di dunia instrumentasi Infrared (IR) adalah pemrosesan data seperti *Fourier Transform InfraRed* (FTIR). Teknik ini memberikan kemajuan dalam informasi sifat kimiawi mineral, seperti struktur dan konformasional, perubahan induksi tekanan dan reaksi kimia dengan menggunakan alat Spektroskopi FTIR. Spektroskopi FTIR merupakan alat utama untuk menentukan struktur sekunder protein. Meskipun metode ini unggul tapi juga memiliki kekurangan. Kendala yang ditemukan untuk mencapai prediksi yang lebih unggul adalah kuatnya tumpang tindih pita yang ditempatkan pada struktur sekunder yang berbeda. Teknik ini padatan diuji dengan cara merefleksikan sinar infra merah yang melalui tempat kristal sehingga terjadi kontak dengan permukaan cuplikan. Degradasi atau induksi oleh oksidasi, panas, maupun cahaya, dapat diikuti dengan cepat melalui infra merah (Meutter dan Goormaghtigh, 2021).

Sampel yang akan dikarakterisasi dengan FTIR akan memperoleh data berupa bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ ) dan nilai transmitansi (%). Bilangan gelombang berbanding terbalik dengan panjang gelombang yang diserap oleh detektor. Hal ini sesuai dengan persamaan di bawah ini (Smith, 2011) :

$$W = \frac{1}{\lambda} \quad (2.3)$$

dengan :



bilangan gelombang

panjang gelombang

Perkiraan frekuensi (bilangan gelombang) yakni gugus fungsi organik, seperti C=O, C=C, C-H, C=C, atau O=H, menyerap radiasi IR dapat dihitung dari massa atom dan konstanta gaya ikatan antar masing-masing material. Pada Tabel 2.1 daftar frekuensi gugus fungsi yang dikelompokkan dalam beberapa bagian (Skoog *et al.*, 2016).

Analisis FTIR dilakukan dengan menggunakan alat spektrometer untuk menentukan nilai puncak serapan pada spektrum. Pada puncak-puncak serapan tertentu memiliki ciri khas untuk jenis senyawa (Yin *et al.*, 2018).

Tabel 2.1 Pita serapan mineral pada FTIR (Yin *et al.*, 2018)

Mineral	Pita absorpsi FTIR (cm <sup>-1</sup> )
<i>Kaolinite</i>	3696, 3619, 1101, 1032, 1009, 938, 913, 756, 696, 538, 470, 431
<i>Aliphatic -CH<sub>2</sub></i>	2921, 2851
<i>Aromatic C=C</i>	1606
<i>Quartz</i>	1165, 1089, 799, 779, 696, 509, 465
<i>Gypsum</i>	1146, 1114, 604
<i>Anhydrite</i>	1151, 1118, 679, 614, 595
<i>Calcite</i>	875
<i>Feldspars</i>	645, 424
<i>Amorphous silica</i>	1196
<i>Muscovite</i>	1062, 482
<i>Saponite</i>	660
<i>ininite</i>	560
	1384



Metode FTIR lebih sering digunakan untuk mengidentifikasi senyawa secara kuantitatif dan kualitatif. Pada analisis kuantitatif, metode ini memberikan informasi tentang jumlah kandungan dalam suatu senyawa. Sedangkan pada analisis kualitatif, metode ini dimanfaatkan untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang terkandung dalam suatu senyawa. Instrumen inframerah mengukur spektrum getaran sampel dengan melewatkan radiasi infra merah dan merekam sejauh mana panjang gelombang yang diserap. Jumlah energi yang diserap adalah fungsi dari jumlah molekul yang ada. Jumlah energi yang terekam ditunjukkan oleh spektrum frekuensi yang kemudian memberikan informasi tentang gugus fungsi senyawa pada rentang frekuensi daerah serapan senyawa (Ceyda dan Safak, 2019).

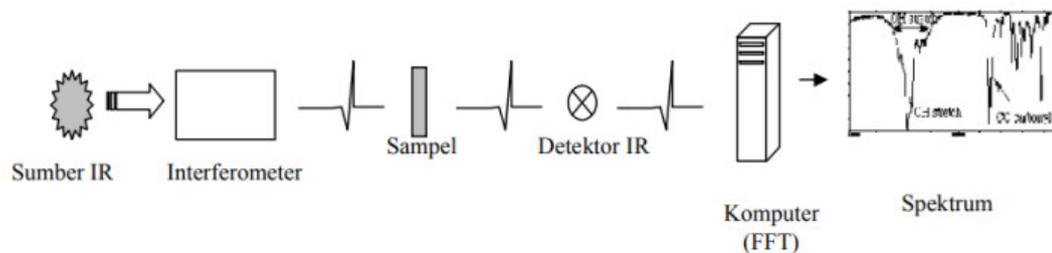
Tabel 2.2 Rentang Frekuensi Gugus Fungsi (Ceyda dan Safak, 2019)

Gugus Fungsi	Daerah serapan senyawa (cm <sup>-1</sup> )
Al---O-H ( <i>Stretching</i> )	3750-3000
Al---O-H ( <i>Inter-octahedral</i> )	3660±90
H-O-H <i>stretching</i>	3520±200
H-O-H <i>stretching</i>	1650
Si-O-Si, Si-O <i>stretching</i>	1020
Al---O-H <i>stretching</i>	900-850
Si-O <i>stretching</i> , Si-O-Al <i>stretching</i>	1400 dan 525
(Al, Mg)---O-H	3718-3680
Si-O- (Mg, Al) <i>stretching</i>	1250-800



Si–O <i>stretching</i> , Si–O–Al <i>stretching</i>	790-750
Si–O <i>stretching</i> , Si–O–Al <i>stretching</i>	630
Si–O <i>stretching</i> , Si–O–Fe <i>stretching</i>	540-420

Prinsip kerja metode FTIR, jika sinar inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik atau senyawa anorganik sehingga terdapat sejumlah frekuensi yang dapat diserap dan ada ditransmisikan tanpa diserap. Kemudian ditangkap oleh detektor sehingga komputer yang terhubung dengan detektor dapat menunjukkan hasil dari sampel yang dianalisis yaitu hubungan antara intensitas dan bilangan gelombang dalam bentuk spektrum (Suseno dan Firdausi, 2008).



**Gambar II. 6** Proses perubahan sinyal pada sistem peralatan spektroskopi FTIR (Suseno dan Firdausi, 2008)

1. *The source*, energi inframerah yang dipancarkan dari sebuah sumber melewati logam yang mengontrol jumlah energi yang diberikan kepada sampel.
2. Interferometer, sinar memasuki interferometer “spectra encoding”, kemudian sinyal yang dihasilkan keluar dari interferogram kemudian diteruskan ke sampel.



melalui sampel, sinar memasuki kompartemen sampel yang diteruskan melalui permukaan dari permukaan sampel yang tergantung pada jenis analisisnya.

4. Detektor, sinar akhirnya lolos ke detektor untuk pengukuran akhir. Detector ini digunakan khusus dirancang untuk mengukur sinar interferogram. Detektor yang digunakan dalam Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* adalah *Tetra Glycerine Sulphate* (TGS) atau *Mercury Cadmium Telluride* (MCT). Detektor MCT lebih banyak digunakan karena memiliki beberapa kelebihan dibandingkan detektor TGS, yaitu memberikan respon yang lebih baik, sangat selektif terhadap energi vibrasi yang diterima dari radiasi inframerah.
5. Komputer, sinyal diukur secara digital dan dikirim ke komputer untuk diolaholeh Fourier Transformation berada. Spektrum disajikan untuk interpretasi lebih lanjut.

Pada alat optik ini terdiri dari beberapa bagian yaitu interferometer untuk mengubah cahaya inframerah yang polikromatik menghasilkan beberapa berkas cahaya membentuk sinyal interferogram (Patel et al., 2020).

- *Beam splitter* digunakan untuk memecah dan menyatukan kembali berkas sinar karena sifatnya dapat meneruskan (transmisi) dan memantulkan (refleksi) sinar yang mengenainya. Berkas sinar hasil penggabungan dan 2 berkas yang telah dipecah akan terjadi interferensi dengan bervariasi jarak tempuh berkas dengan mengubah posisi cermin 2 menjauh dan mendekat.
- Cermin datar berjumlah 2 buah yang digunakan untuk memantulkan energi yang terpancar dari *beam splitter* kembali ke *beam splitter* lagi untuk abung agar terjadi proses interferensi gelombang cahaya. Salah satu min (cermin 1) yang dapat digerakkan mendekati atau menjauhi *beam*



*splitter*, sedangkan cermin yang lain (cermin 2) dibuat tetap. Ukuran cermin ini disesuaikan dengan lebar cahaya yang terbentuk yaitu dengan bentuk lingkaran dengan diameter sekitar 5 cm.

## II.5 Interpolasi

Interpolasi adalah metode untuk mendapatkan data yang telah diketahui dari data yang di ketahui ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan nilai estimasi yang belum diketahui. Interpolasi juga sering disebut *resampling* dimana dalam interpolasi merupakan suatu pencitraan untuk menambah atau mengurangi jumlah piksel. Ada beberapa metode interpolasi yaitu *Inverse Distance Weighted (IDW)*, *kriging*, *Natural Neighbor*, dan *Spline* (Mawarde.2006).

Pada penelitian kali ini metode interpolasi yang digunakan yaitu metode interpolasi IDW. Dalam menggunakan metode IDW agar mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal. Jika sampelnya agak jarang dan tidak merata, hasilnya kemungkinan besar tidak sesuai dengan yang diinginkan. Pada metode interpolasi ini dapat menyesuaikan pengaruh relatif dari beberapa titik sampling. Nilai *power* pada interpolasi IDW menentukan pengaruh terhadap titik titik masukan (*input*), hal ini merupakan pengaruh akan lebih besar bada titik-titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Pengaruh akan lebih sedikit dengan bertambahnya jarak pada permukaan yang dihasilkan kurang detail dan terlihat

as, jika nilai *power* diperbesar berarti nilai keluaran (*output*) sel menjadi lokalisasi dan memiliki nilai rata-rata yang rendah (Watson dan 85).



Keuntungan metode IDW yakni dalam pengaplikasiannya lebih sederhana untuk diprogram dan tidak memerlukan pra-pemodelan atau asumsi subjektif dalam memilih model semi-variogram. Hal ini memberikan ukuran ketidakpastian estimasi yang secara langsung berhubungan dengan nilai yang diestimasi, berbeda dengan kriging standar deviasi yang didasarkan pada model semi-variogram. Selain itu, metode IDW berlaku untuk kumpulan data berukuran kecil yang model semi variogramnya sangat sulit untuk dipasang, dan cukup fleksibel untuk memodelkan variabel dengan tren atau anisotropi yang ada.

$$q = \frac{\sum_{i=1}^N W_i(x) q_i}{\sum_{i=1}^N W_j(x)} \quad (2.4)$$

$$W_i(X) = \frac{1}{r_i^a} \quad (2.5)$$

q : Nilai target interpolasi

q<sub>i</sub> : Nilai variable pada lokasi lokasi

r<sub>i</sub> : Jarak antara target dengan lokasi

a : Bobot pengaruh jarak

N : jumlah titik

i : jumlah data atau titik lokasi yang diperhitungkan dalam interpolasi

