

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini yang menjadi objek antara lain adalah :

1. Aspek geomorfologi yang meliputi unsur morfografi, morfogenetik dan morfometri.
2. Aspek stratigrafi yang meliputi unsur litologi, umur dan lingkungan pengendapan.
3. Aspek struktur geologi yang meliputi unsur sesar dan kekar.
4. Aspek sejarah geologi yang meliputi keseluruhan aspek diatas.
5. Aspek potensi yang meliputi alterasi, mineral dan geokimia pada litologi batuan.

3.2 Alat-alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini antara lain adalah :

1. Alat lapangan berupa peta dsar, palu, kompas, gps, lup, komperator, plastik sampel, hcl, *clipboard*, alat tulis dan buku catatan lapangan.
2. Alat Laboratorium berupa mikroskop polarisasi, sampel sayatan, alat tulis, kamera dan modul mineral optik dan petrografi.
3. Alat geokimia berupa mesin pengolah sampel batuan, mesin pemecah sampel batuan, mesin penyerbukan sampel batuan dan mesin XRD.

3.3 Tahap Penelitian

Tahap penelitian ini terdiri dari :

1. Tahap lapangan yang meliputi tahap pemetaan dengan beberapa langkah diantaranya :
 - Survei lokasi, pembuatan peta dasar, perizinan, penyusunan rencana kerja lapangan dan pemilihan metode lintasan.
 - Pengumpulan data lapangan, berupa data geomorfologi, stratigrafi, litologi beserta mineralisasi dan alterasinya, serta data struktur.
2. Tahap Laboratorium yang meliputi tahap mineralogi dan petrografi dengan beberapa langkah diantaranya :

- Pemilahan sampel sayatan batuan yang mewakili satuan geologi dan mineralisasi serta alterasi.
 - Analisis data menggunakan mikroskop polarisasi.
 - Penentuan nama sampel sayatan batuan berdasarkan diagram klasifikasi peneliti tertentu.
3. Tahap Geokimia yang meliputi tahap XRD dengan beberapa langkah diantaranya :
- Tahap persiapan sampel yang telah ditumbuk sehingga menjadi serbuk.
 - Tahap penanganan pada sampel serbuk yang dibuat menjadi pelet dengan menggunakan *boric acid* sebagai acuan sampel dengan menggunakan mesin *x-press*.
 - Analisis sampel menggunakan mesin XRD.

3.4 Tahap Analisis Data

Tahap analisis data terdiri dari analisis geomorfologi, stratigrafi, struktur, petrografi dan geokimia (XRD) yang akan dibahas secara rinci pada sub-bab berikut.

3.4.1 Geomorfologi

Pada aspek geomorfologi data yang dianalisis antara lain adalah morfografi yang berdasarkan klasifikasi Van Zuidam terbagi menjadi tiga yaitu bentuk lahan pedataran, bentuk lahan perbukitan atau pegunungan serta bentuk lahan gunung api dan lembah. Tabel 3.1 menunjukkan hubungan ketinggian absolut terhadap morfografi, menurut Van Zuidam, 1985.

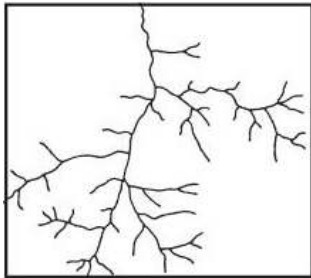
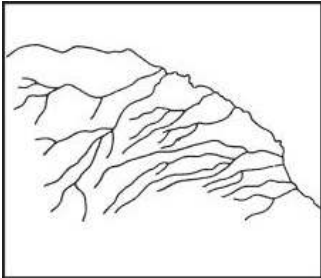
Tabel 3.1 Hubungan Ketinggian Absolut Terhadap Morfografi (Van Zuidam, 1985)

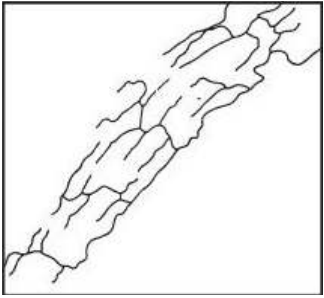
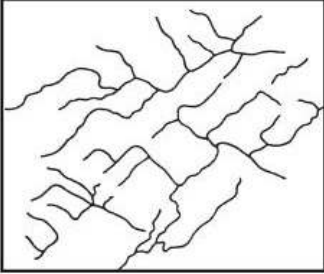
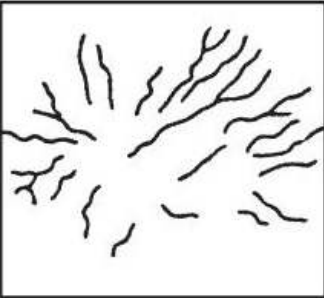
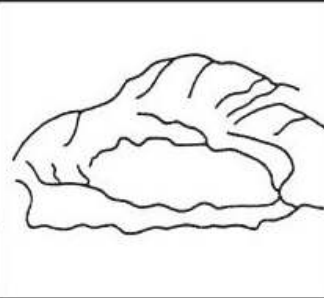
| Tinggi Absolut | Unsur Morfografi |
|---------------------------|--------------------------|
| < 50 meter | Dataran rendah |
| 50 meter - 100 meter | Dataran rendah pedalaman |
| 100 meter - 200 meter | Perbukitan rendah |
| 200 meter - 500 meter | Perbukitan |
| 500 meter - 1.500 meter | Perbukitan tinggi |
| 1.500 meter - 3.000 meter | Pegunungan |
| > 3.000 meter | Pegunungan tinggi |


Selain bentuk lahan yang disebutkan diatas, ada parameter lain yang dapat dijadikan sebagai aspek pendekatan dalam analisis geomorfologi seperti bentuk lembah, dan pola aliran. Pola aliran adalah kumpulan dari suatu jaringan pengaliran pada suatu daerah yang dipengaruhi atau tidak dipengaruhi oleh curah hujan. Pola aliran yang dapat dikenali dari peta topografi dan foto udara merupakan hasil dari kegiatan erosi dan tektonik yang memiliki hubungan erat dengan jenis batuan, struktur geologi, kondisi erosi dan sejarah bentuk bumi.

Sistem pola aliran yang berkembang pada permukaan bumi secara regional dikontrol oleh kemiringan lereng, jenis dan ketebalan lapisan batuan, struktur geologi, jenis dan kerapatan vegetasi serta kondisi alam. Pola aliran dasar merupakan pola yang terbaca dan dapat dipisahkan dengan pola dasar lainnya, sedangkan pola aliran modifikasi adalah pola dengan perubahan yang masih memperlihatkan ciri pola dasar. Tabel 3.2 menunjukkan pola aliran dasar menurut Van Zuidam, 1985 dan tabel 3.3 menunjukkan pola aliran modifikasi menurut Howard, 1967.

Tabel 3.2 Pola Pengaliran Dasar (Van Zuidam, 1985)

| Pola Pengaliran Dasar | Karakteristik |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Dendritik</p>  | <p>Bentuk umum seperti daun, berkembang pada batuan dengan kekerasan relatif sama, batuan sedimen relatif datar serta tahan akan pelapukan, kemiringan landai, kurang dipengaruhi oleh struktur geologi.</p> |
| <p style="text-align: center;">Parallel</p>  | <p>Bentuk umum cenderung sejajar, berlereng sedang sampai agak curam, dipengaruhi oleh struktur geologi, terdapat pada perbukitan memanjang, dipengaruhi perlipatan, merupakan transisi pola dendritik dan pola trellis.</p> |

| | |
|---|---|
| <p style="text-align: center;">Trellis</p>  | <p>Bentuk umum memanjang sepanjang arah jurus perlapisan batuan sedimen, induk sungai sering membentuk lengkungan menganan memotong kepanjangan dari alur-alur punggungannya, biasanya dikontrol oleh struktur lipatan, batuan sedimen dengan kemiringan atau terlipat, batuan vulkanik serta batuan metasedimen berderajat rendah dengan perbedaan pelapukan yang jelas.</p> |
| <p style="text-align: center;">Rektangular</p>  | <p>Bentuk umum induk sungai dengan anak sungai memperlihatkan arah lengkungan menganan, pengontrol struktur atau sesar yang memiliki sudut kemiringan, tidak memiliki perulangan perlapisan batuan, dan sering memperlihatkan pola pengaliran yang tidak menerus.</p> |
| <p style="text-align: center;">Radial</p>  | <p>Bentuk umum menyebar dari satu pusat, biasanya terjadi pada kubah intrusi, kerucut vulkanik serta sisa-sisa erosi. Memiliki dua sistem, sentrifugal dengan arah penyebaran keluar dari pusat (berbentuk kubah) dan sentripetal dengan arah penyebaran menuju pusat (cekungan).</p> |
| <p style="text-align: center;">Angular</p>  | <p>Bentuk umum seperti cincin yang disusun oleh anak-anak sungai, sedangkan induk sungai memotong anak sungai hampir tegak lurus, mencirikan kubah dewasa yang telah terpotong atau terkikis, disusun perselingan batuan keras.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Multibasinal</p>  | <p>Bentuk umum aliran - aliran sungai yang terputus dan tidak menerus dan diantaranya terdapat cekungan tertutup, terdapat pada daerah yang disusun oleh Batugamping dengan topografi karst.</p> |
|---|--|

Tabel 3.3 Pola Pengaliran Modifikasi (Howard, 1967)

| Pola Pengaliran Modifikasi | Karakteristik |
|----------------------------|--|
| Subdendritik | Umumnya struktural |
| Pinnate | Tekstur batuan halus, mudah tererosi |
| Anastomatik | Dataran banjir, delta / rawa |
| Dikhotomik | Kipas alluvial, delta |
| Subparalel | Lereng memanjang, dikontrol oleh bentuk lahan perbukitan memanjang |
| Kolinier | Kelurusan bentuk lahan bermaterial halus (beting pasir) |
| Subtrellis | Bentuk lahan memanjang sejajar |
| Direksional Trellis | Homoklin landai (beting gisik) |
| Trellis berbelok | Perlipatan memanjang |
| Trellis Sesar | Percabangan menyatu / berpecah, sesar parallel |
| Angulate | Kekar, sesar pada daerah miring |
| Karst | Batugamping |

Selanjutnya morfogenetik adalah bentuk bentang alam permukaan bumi yang melibatkan asal-usul tenaga pembentuknya sebagai bagian dari proses pembentukan bentang alam itu sendiri. Proses yang telah dikenal, yaitu proses endogen dan eksogen.

Proses endogen merupakan proses yang dipengaruhi oleh kekuatan atau tenaga dari dalam kerak bumi, sehingga merubah bentuk permukaan bumi. Proses dari dalam kerak bumi antara lain intrusi, tektonik dan vulkanisme. Proses intrusi akan menghasilkan perbukitan intrusi, proses tektonik akan menghasilkan perbukitan terlipat, tersesarkan dan terkekarkan, sedangkan proses vulkanisme akan menghasilkan gunung api dan gumuk tephra.

Proses eksogen merupakan proses yang dipengaruhi oleh faktor dari luar bumi seperti iklim dan vegetasi. Proses eksogen cenderung merubah permukaan bumi secara bertahap, yaitu seperti pelapukan batuan. Tabel 3.4 menunjukkan pewarnaan satuan geomorfologi berdasarkan aspek genetik, menurut Van Zuidam, 1985.

Tabel 3.4 Satuan Geomorfologi Berdasarkan Aspek Genetik (Van Zuidam, 1985)

| Kelas Genetik | Simbol | Simbol Warna |
|--------------------------------|--------|-----------------|
| Bentuk Lahan Asal Struktural | S | Ungu / Violet |
| Bentuk Lahan Asal Vulkanik | V | Merah |
| Bentuk Lahan Asal Denudasional | D | Coklat |
| Bentuk Lahan Asal Laut | M | Hijau |
| Bentuk Lahan Asal Sungai | F | Biru tua |
| Bentuk Lahan Asal Es | G | Biru muda |
| Bentuk Lahan Asal Angin | A | Kuning |
| Bentuk Lahan Asal Gamping | K | Jingga / Orange |

Kemudian morfometri merupakan penilaian kuantitatif dari suatu bentuk lahan sebagai aspek pendukung morfografi dan morfogenetik. Dalam aspek morfometri dilakukan penghitungan kemiringan lereng yang kemudian akan didapat suatu nilai dalam persentase dengan teknik perhitungan kemiringan lerengnya menggunakan teknik *grid cell* berukuran 1 x 1 cm pada peta topografi skala 1:12.500. Untuk menghitung kemiringan lereng dari peta topografi digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{(n - 1) I_c}{dx \cdot sp} \times 100\%$$

Keterangan :

S = Kemiringan lereng

n = Nilai jumlah kontur yang terpotong (cm)

I_c = Interval kontur

dx = Panjang garis potong (cm)

sp = Skala peta

Selanjutnya data hasil perhitungan tersebut dimasukkan dalam Tabel 3.5 yang menunjukkan klasifikasi dan kemiringan lereng menurut Van Zuidam, 1985.

Tabel 3.5 Klasifikasi Dan Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1985)

| Klasifikasi | Kemiringan | | Beda Tinggi |
|---------------|------------|-------------|------------------|
| | Persen (%) | Derajat (°) | |
| Datar | 0 - 2 | 0 - 1,15 | < 5 meter |
| Agak Landai | 2 - 7 | 1,15 - 4 | 5 - 25 meter |
| Landai | 7 - 15 | 4 - 8,5 | 25 - 75 meter |
| Agak Curam | 15 - 30 | 8,5 - 16,7 | 75 - 200 meter |
| Curam | 30 - 70 | 16,7 - 35 | 200 - 500 meter |
| Terjal | 70 - 140 | 35 - 54,5 | 500 - 1000 meter |
| Sangat Terjal | > 140 | > 54,5 | > 1000 meter |

3.4.2 Stratigrafi

Berdasarkan Sandi Stratigrafi Indonesia pasal 15 oleh Soejono, 1966, pembagian satuan batuan didasarkan pada satuan litostratigrafi tidak resmi, yaitu penamaan satuan batuan yang berdasarkan pada ciri fisik batuan yang dapat diamati dilapangan meliputi jenis batuan, keseragaman gejala litologi dan posisi stratigrafinya, sedangkan penentuan batas penyebarannya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Batas satuan litostratigrafi adalah bidang sentuh antara dua satuan yang berlainan ciri litologinya.
2. Batas satuan ditempatkan pada bidang yang nyata perubahan litologinya atau bila perubahan tersebut tidak nyata, maka batasnya merupakan bidang yang diperkirakan kedudukannya.
3. Satuan-satuan yang berangsur berubah atau menjemari peralihannya dapat dipisahkan sebagai suatu satuan tersendiri.
4. Penyebaran satuan litostratigrafi semata-mata ditentukan oleh kelanjutan ciri-ciri litologi yang menjadi ciri penentunya.
5. Dari segi praktis, penyebaran satuan litostratigrafi dibatasi oleh batas cekungan pengendapan atau aspek geologi lain.

6. Batas-batas hukum (geografi) tidak boleh dipergunakan sebagai alasan berakhirnya penyebaran lateral (pelamparan) suatu batuan.

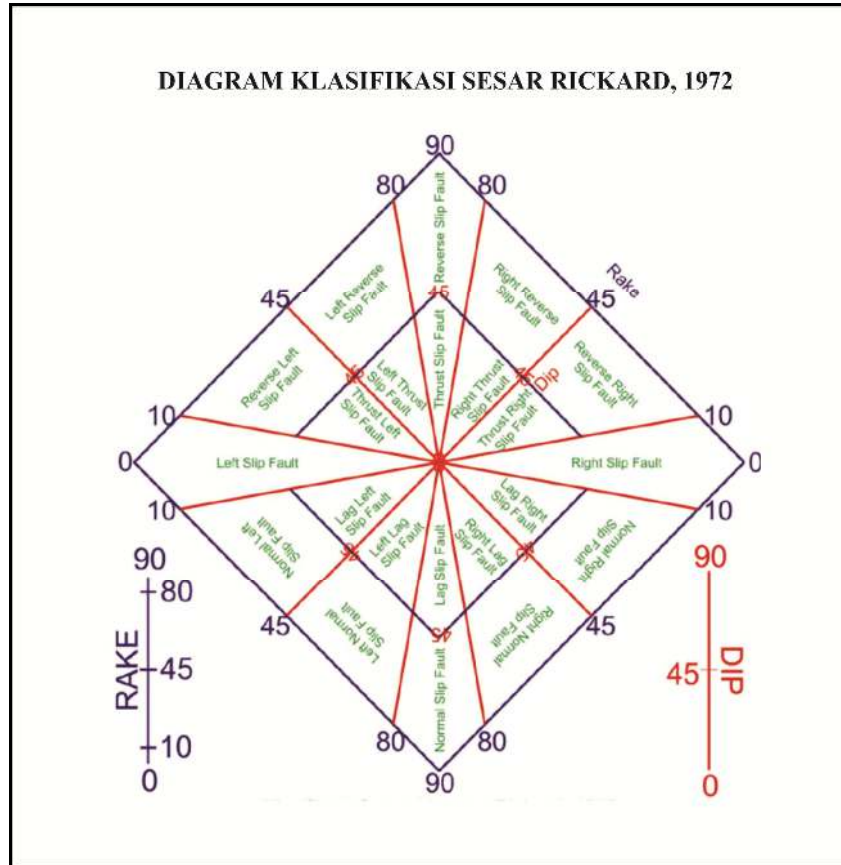
Penamaan satuan litostratigrafi didasarkan atas jenis litologi yang paling dominan dalam satuan tersebut.

3.4.3 Struktur

Dalam melakukan analisa struktur geologi, selain mengumpulkan data di lapangan perlu juga dilakukan interpretasi topografi untuk melihat indikasi struktur geologi yang meliputi interpretasi kerapatan garis kontur, kelurusan sungai, kelurusan punggung, pola aliran sungai dan sebagainya.

Struktur secara umum terbagi menjadi tiga yaitu sesar, kekar dan lipatan. Kriteria untuk mengenal struktur sesar di lapangan secara pokok terbagi enam, yaitu perulangan atau hilangnya suatu perlapisan ditinjau dari posisi stratigrafinya, silisifikasi dan mineralisasi, perubahan fasies secara tiba-tiba, kriteria fisiografis berupa gawir sesar dan kenampakan morfologi *triangular facet*, kenampakan karakteristik pada bidang struktur serta ketidakselarasan perlapisan.

Untuk mengamati keberadaan arah dan jenis struktur sesar di lapangan dapat diperkirakan dengan melihat indikasi yang ada seperti adanya *dragfold* (lipatan seret), *offset* litologi, kekar-kekar, cermin sesar, breksiasi, zona hancuran, dan air terjun, juga dengan mengamati dan mengukur data kekar yang berkembang di lapangan serta menganalisisnya secara statistik melalui bantuan program aplikasi DIPS, yang kemudian dimasukkan dalam diagram gambar 3.1 yang menunjukkan klasifikasi sesar menurut Rickard, 1972.



Gambar 3.1 Diagram Klasifikasi Sesar (Rickard, 1972)

Indikasi-indikasi struktur geologi yang ditemukan, kemudian akan dimasukkan ke dalam peta dasar, yang dikompilasi dengan pola kelurusan punggung berdasarkan citra DEM SRTM, sehingga diperoleh gambaran mengenai jenis dan arah dari struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian, hasil dari analisis ini menjadi dasar dalam pembuatan peta pola jurus.

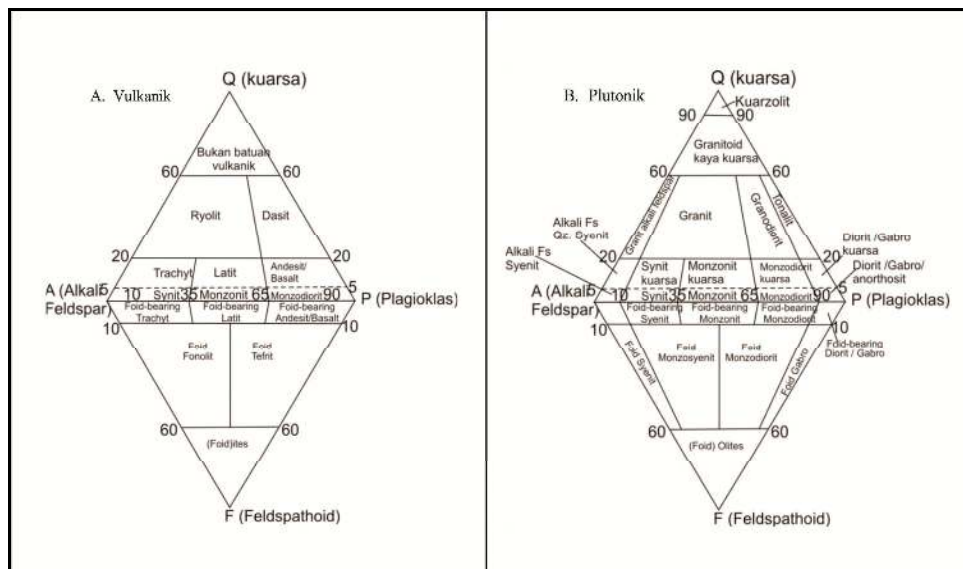
Umur pembentukan struktur geologi ditentukan melalui hubungan kronologis dari struktur-struktur yang terbentuk dan stratigrafi pada daerah penelitian berdasarkan azas pemotongan dimana suatu bidang struktur berumur lebih muda dari batuan yang dipotongnya, yang didukung oleh kesebandingan regional.

3.4.4 Petrografi

Analisis petrografi merupakan pengamatan kandungan mineral yang terdapat dalam suatu batuan. Objek yang diteliti adalah sayatan tipis dari sampel batuan dengan menggunakan mikroskop. Pendeskripsian sayatan tipis dilakukan di Laboratorium petrologi, dengan peralatan yang digunakan untuk analisis petrografi antara lain sayatan tipis batuan, mikroskop *polarisasi*, diagram klasifikasi batuan, dan buku panduan analisis petrografi. Penentuan nama batuan diperoleh dari deskripsi sayatan tipis batuan (jenis mineral beserta persentasenya) yang diklasifikasikan secara rinci berdasarkan diagram klasifikasi batuan menurut beberapa ahli, sebagai berikut :

➤ Batuan Beku

Berdasarkan asalnya batuan beku terbagi menjadi dua jenis, yaitu batuan beku vulkanik dan plutonik. Klasifikasi batuan beku menurut IUGS, 1973 yang disesuaikan dengan Streckeisen, 1979, didasarkan pada kandungan mineral kuarsa (Q) atau feldspar (F), alkali feldspar (A) dan plagioklas (P). Gambar 3.2 menunjukkan diagram klasifikasi batuan Beku.



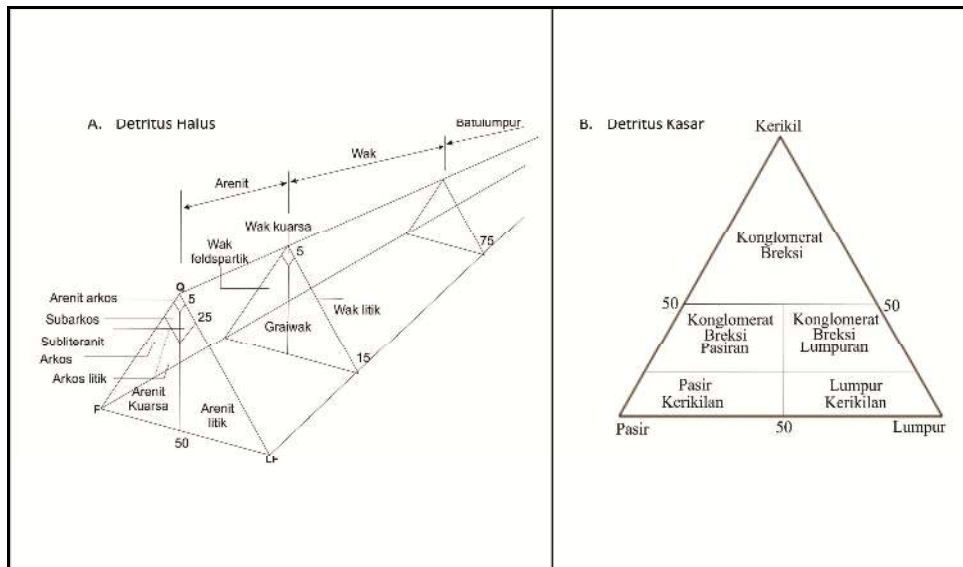
Gambar 3.2 Diagram Klasifikasi Batuan Beku A. Vulkanik B. Plutonik (IUGS, 1973 dan Streckeisen, 1979)

➤ Batuan Sedimen

Berdasarkan pengendapannya batuan sedimen terbagi menjadi dua, yaitu sedimen klastik dan non-klastik yang akan dibahas secara rinci, sebagai berikut :

1. Batuan Sedimen Klastik

Batuan sedimen klastik berdasarkan ukuran butirnya dapat dibagi menjadi dua, yaitu batuan sedimen detritus halus dan batuan sedimen detritus kasar. Batuan sedimen detritus halus, terdiri dari Batulempung dan Batulanau. Sedangkan batuan sedimen detritus kasar, terdiri dari Batupasir, Konglomerat dan Breksi. Gambar 3.3 menunjukkan diagram klasifikasi batuan sedimen detritus halus menurut Dott. R.H, 1964, dan diagram klasifikasi batuan sedimen detritus kasar menurut William et al, 1982.









Gambar 3.3 Diagram Klasifikasi Batuan Sedimen A. Detritus Halus (Dott. R.H, 1972)
B. Detritus Kasar (William et al, 1982)

2. Batuan Sedimen Non-Klastik

Batuan sedimen non-klastik terbentuk dari hasil reaksi kimia atau dari kegiatan organisme. Reaksi kimia yang dimaksud adalah kristalisasi langsung atau reaksi organik. Contoh dari batuan sedimen non-klastik antara lain, yaitu Batugamping, Napal, Rijang, Batugaram, *gypsum*,

Batubara dan lain-lain. Tabel 3.6 menunjukkan klasifikasi batuan sedimen non-klastik (Batugamping) menurut Dunham, 1962.

Tabel 3.6 Klasifikasi Batuan Sedimen Non-Klastik Batugamping (Dunham, 1962)

| Tekstur pengendapan diketahui | | | | | Tekstur pengendapan tidak diketahui |
|--|--|--|---|--|--|
| Komponen asli tidak terikat bersama selama pengendapan | | | | Komponen asli terikat bersama selama pengendapan | |
| Komposisi Lumpur (lempung dan lanau) | | | Komposisi dominan butiran sedikit lumpur | | |
| Domiasi lumpur | | Domiasi butiran | | | |
| Butiran kurang dari 10% | Butiran lebih dari 10% | | | | |
| Batulumpur | Batuwak | Batupadat | Batubutir | Batuikat | Kristalin |
|  |  |  |  |  |  |

3. Batuan Metamorf

Berdasarkan asalnya batuan metamorf terbagi menjadi tiga, yaitu metamorf kontak, dinamik dan regional. Klasifikasi batuan metamorf, penamaannya hanya didasarkan pada komposisi mineral, seperti Marmer yang tersusun hampir semuanya dari mineral Kalsit atau Dolomit yang secara tipikal bertekstur granoblastik, Kuarsit yang tersusun hampir semuanya dari mineral Kuarsa dengan tekstur granoblastik yang terbentuk dari rekristalisasi Batupasir atau Chert (Rijang) dan lain-lain. Tabel 3.7 menunjukkan klasifikasi batuan metamorf menurut O'Dunn dan Sill, 1986.

Tabel 3.7 Klasifikasi Batuan Metamorf (O'Dunn dan Sill, 1986)

| | Ukuran Kristal | Jenis Batuan | Ciri Khas | Batuan Asal |
|-----------------|----------------|--------------|--|---------------------------------------|
| Batuan Metamorf | Kuarsa Besar | Schist | Batuan berstruktur shaly, klorin, micas, berloga tipis | Lumut, Lumpur |
| | | Gneiss | Batuan berstruktur shaly-sedang, klorin, micas, berloga tipis, serta lebih kasar dari schist | Lumpur, pasir, batuan sedimen lainnya |
| | | Phyllite | Batuan berstruktur shaly berloga dengan schistosity yang kurang baik, berloga dan berloga | Lumpur, pasir, batuan sedimen lainnya |
| | Kuarsa Kecil | Schist | Batuan shaly berloga dan berloga menengah, klorin, micas, berloga tipis | Lumpur, pasir, batuan sedimen lainnya |
| | | Amphibolite | Batuan berstruktur shaly dengan klorin dan micas yang kasar dan berloga | Lumpur, pasir, batuan sedimen lainnya |
| | | Gneiss | Batuan berstruktur shaly dengan schistosity yang kasar dan berloga | Lumpur, pasir, batuan sedimen lainnya |

3.4.5 Geokimia

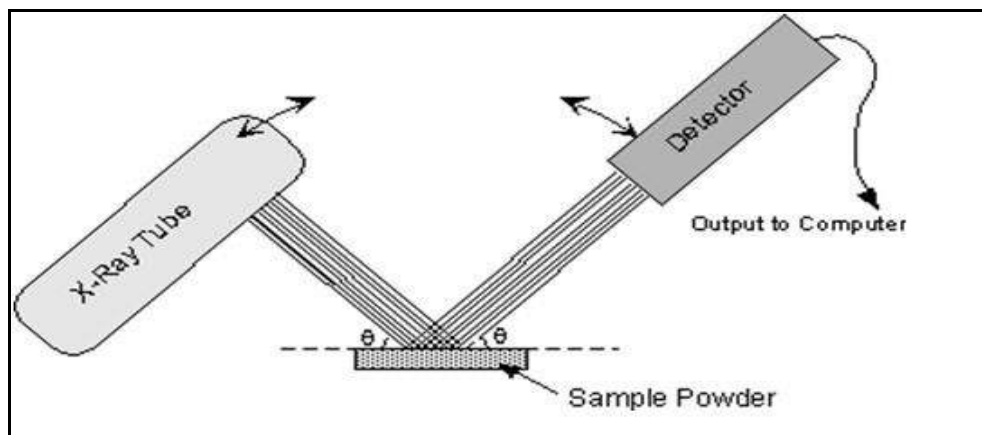
Analisis geokimia yang dipakai pada penelitian tugas akhir ini adalah analisis XRD (*x-ray diffraction*) yang merupakan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristal dalam mineral dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel kristal. Karakteriknya adalah menggunakan metode difraksi yang merupakan metode analisa yang penting untuk menganalisa suatu kristal dalam suatu mineral (Smallman dan Bishop, 1999).

XRD dapat memberikan data kualitatif dan semi kuantitatif pada suatu sampel. XRD digunakan untuk beberapa hal yaitu pengukuran jarak rata-rata antara lapisan atau baris atom, penentuan kristal tunggal, penentuan struktur kristal dari mineral dan mengukur bentuk, ukuran, serta tegangan dalam dari suatu kristal.

Suatu kristal dalam mineral memiliki susunan atom yang tersusun secara teratur dan berulang, memiliki jarak antar atom yang ordenya sama dengan panjang gelombang sinar-X. Akibatnya, apabila seberkas sinar-X ditembakkan pada suatu mineral maka sinar tersebut akan menghasilkan pola difraksi khas. Pola difraksi yang dihasilkan sesuai dengan susunan atom pada kristal tersebut karna setiap mineral tertentu akan memiliki struktur kristal yang berbeda-beda.

Prinsip kerja analisis XRD ini yaitu sampel yang berbentuk serbuk diletakkan di atas sampel kemudian dikenakan sinar-X dari sudut θ sebesar $0-90^\circ$. Sinar-X dihasilkan di suatu tabung sinar katode dengan pemanasan kawat pijar untuk menghasilkan elektron-elektron, kemudian elektron-elektron tersebut dipercepat terhadap suatu target dengan memberikan suatu voltase, dan menembak target dengan elektron. Ketika elektron-elektron mempunyai energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron-elektron dalam target, karakteristik spektrum sinar-X dihasilkan.

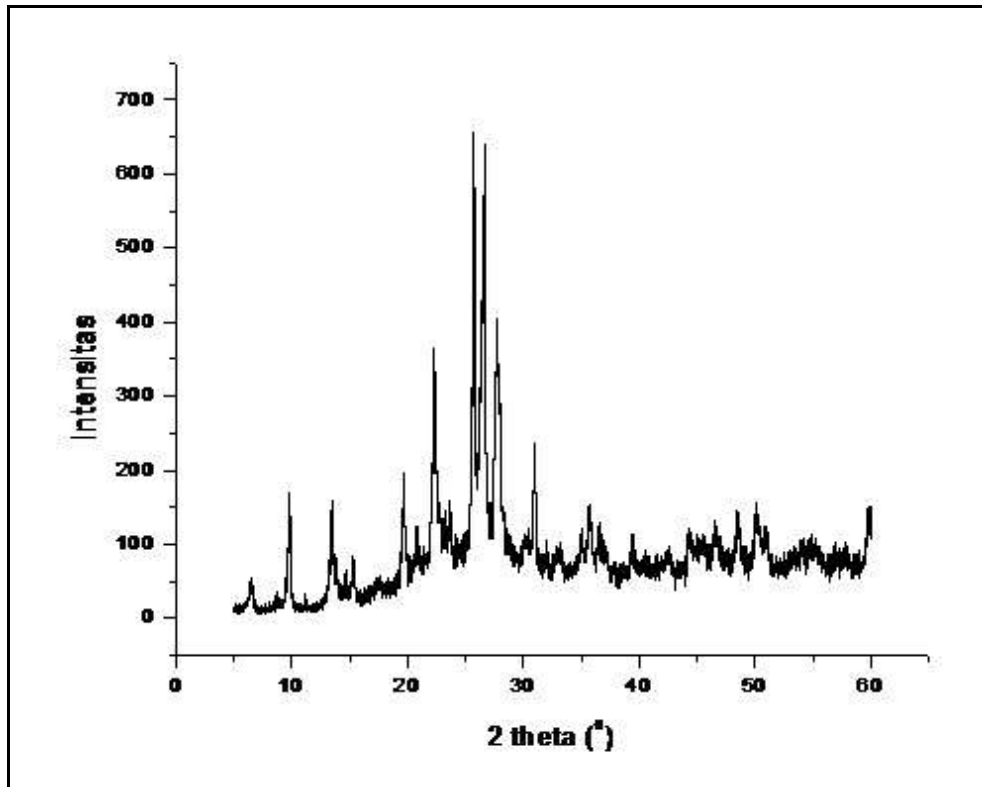
Panjang gelombang yang spesifik merupakan karakteristik dari bahan target yang disaring oleh kertas perak yang akan menghasilkan sinar-X monokromatik yang diperlukan untuk difraksi. Ketika geometri dari sinar-X tersebut memenuhi persamaan Bragg, interferensi konstruktif dan suatu *peak* atau puncak didalam intensitas terjadi. Semakin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel semakin kuat intensitas yang dihasilkan saat sampel dan detektor diputar, intensitas sinar-X direkam seperti yang terlihat pada gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Proses Analisa Difraksi Sinar-X (SOP XRD)

Detektor akan merekam dan memproses isyarat penyinaran dan mengkonversi isyarat itu menjadi suatu arus yang akan dikeluarkan pada printer atau layar komputer. Sinar-sinar diubah menjadi hasil dalam bentuk gelombang-gelombang. Intensitas sinar-X dari scan sampel diplotkan dengan sudut 2θ . Tiap puncak yang muncul pada pola difraktogram mewakili satu

bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. *Peak* atau puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk semua jenis mineral. Contoh data grafik yang dihasilkan oleh *x-ray diffractometer* dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut.



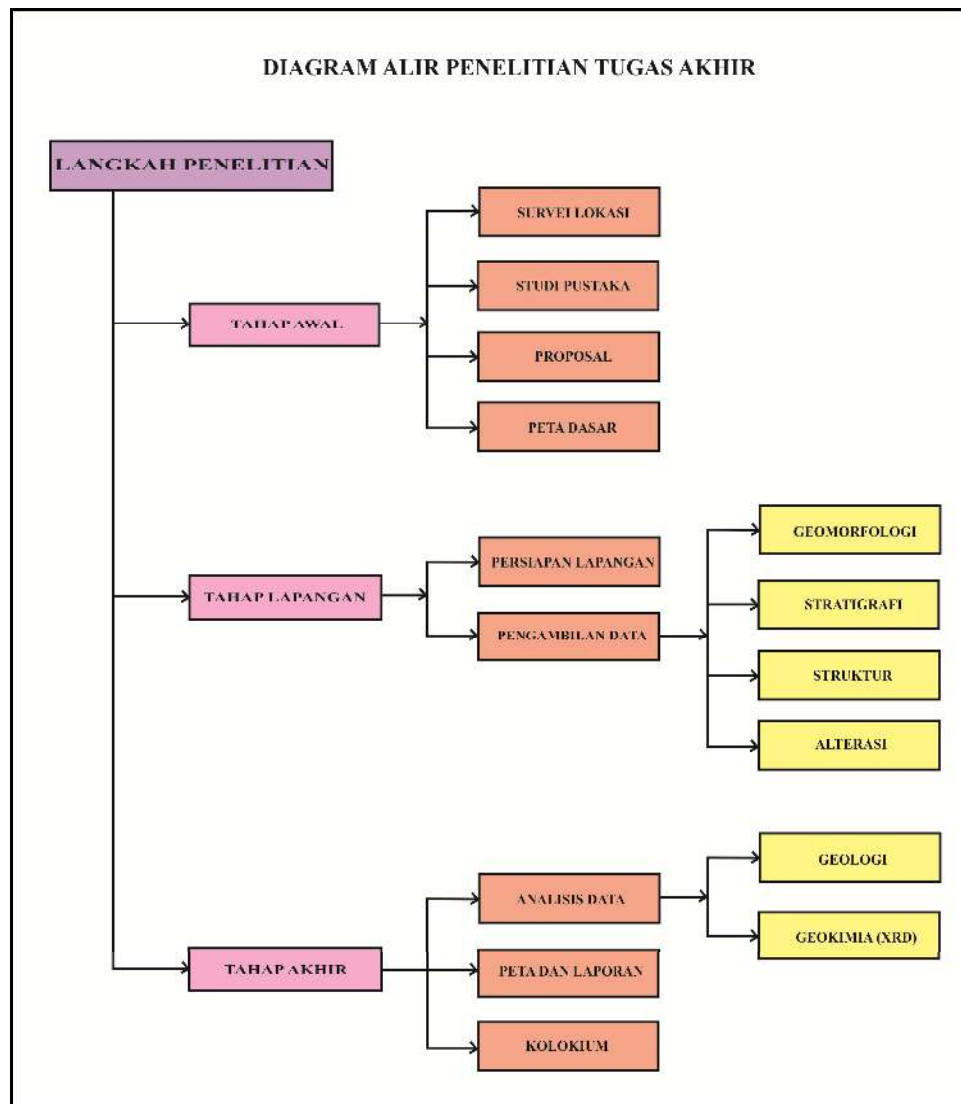
Gambar 3.5 Contoh Data Grafik XRD (SOP XRD)

3.5 Tahap penyusunan Laporan

Pada tahap ini hasil penelitian disajikan dalam bentuk laporan tugas akhir. Pada laporan ini, disertakan juga peta geomorfologi, peta kerangka, peta pola jurus, peta geologi dan peta zona alterasi, yang menunjang kelengkapan data pada penelitian tugas akhir ini.

3.6 Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian tugas akhir ini, setelah semua langkah penelitian dilakukan secara bertahap maka dapat dibuat sebuah diagram alir yang mencakup semua aspek penelitian tugas akhir seperti pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3.6 Diagram Alir Penelitian