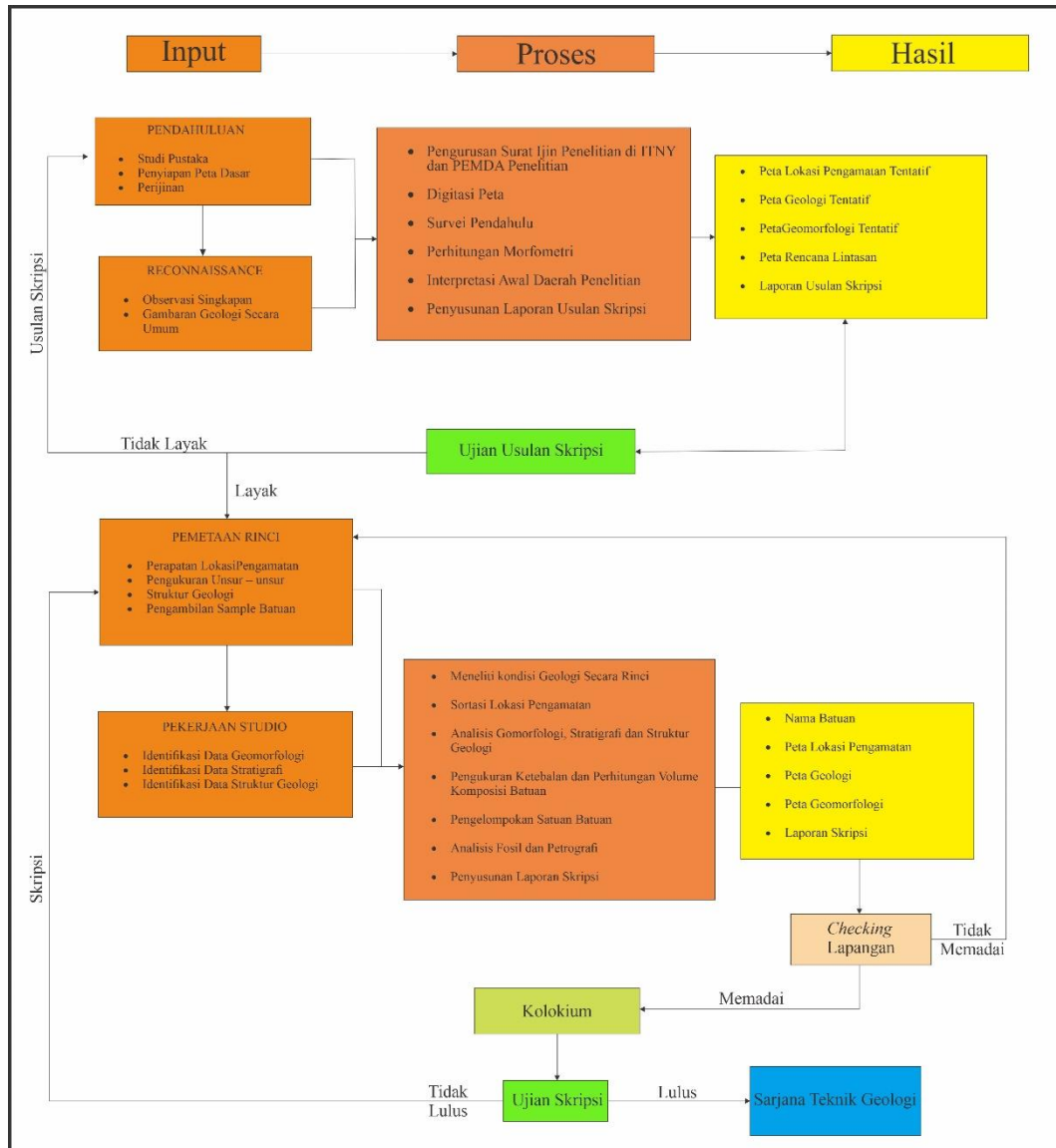


## **BAB II**

### **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian merupakan cara yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan geologi yang ada di daerah penelitian. Pelaksanaan penelitian dilakukan sesuai dengan standar operasional prosedur Tugas Akhir yang telah ditetapkan oleh Program Studi Teknik Geologi ITNY Yogyakarta. Adapun metode yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan geologi di daerah penelitian adalah metode pemetaan geologi permukaan. Secara umum metode penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu metode penelitian lapangan dan metode penelitian laboratorium. Dalam pelaksanaannya, metode ini dibagi menjadi beberapa tahapan yaitu tahap 1 dan tahap 2 meliputi tahapan pendahuluan, penelitian lapangan, penelitian laboratorium dan studio, penyusunan laporan akhir dan presentasi.

Tahap Skripsi, terdiri dari input berupa pemetaan rinci (perapatan data lapangan, pengukuran unsur struktur geologi, dan pengambilan contoh batuan), pekerjaan studio (identifikasi data geomorfologi, stratigrafi dan data struktur geologi) dan pekerjaan laboratorium (sayatan tipis). Proses dari Skripsi ini meliputi penelitian mengenai kondisi geologi rinci, sortasi lokasi pengamatan, analisis geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi, sejarah geologi, geologi lingkungan, pengukuran ketebalan dan perhitungan volume komposisi batuan, pengelompokan satuan batuan, analisis petrografi, dan mineralogi.



Gambar 2.1 Diagram pelaksanaan tugas akhir (Dikembangkan dari Hartono, 1991).

## 2.1 Tahap Skripsi

Tahapan ini meliputi tiga sub tahap yaitu; pemetaan rinci, pekerjaan studio dan pekerjaan laboratorium, sedangkan tahap akhir berupa penyusunan laporan tugas akhir dan tahap presntasi. Sub tahapan dijelaskan sebagai berikut:

### 2.1.1 Tahap Pemetaan Rinci

Tahap pemetaan rinci dibagi ke dalam beberapa bagian, sehingga proses penelitian dapat berjalan dengan lancar. Tahap ini meliputi perapatan lokasi pengamatan, pemerian dan pengukuran aspek geologi dan pengambilan sampel batuan.

#### 1. Perapatan Lokasi Pengamatan

Perapatan lokasi pengamatan yaitu dengan cara penambahan dari hasil *reconnaissance* agar mendapatkan data yang lebih rinci serta terpadu pada daerah penelitian.

#### 2. Pemerian dan Pengukuran Aspek Geologi

Pemerian dan pengukuran aspek geologi ini dilakukan secara sistematis dan terukur. Pemerian aspek geologi meliputi ciri fisik batuan kaitannya dengan morfologi, stratigrafi, struktur geologi dan sejarah geologi serta geologi lingkungan. Selanjutnya pengukuran aspek geologi meliputi morfometri, ketebalan batuan, pengukuran struktur geologi, potensi sumber daya geologi dan pengukuran cadangannya serta arah gerakan tanah dan luas wilayah dampak gerakan tanah tersebut.

#### 3. Pengambilan Sampel Batuan

Pengambilan sampel batuan dilakukan secara sistematis dengan cara yang baik dan benar. Hal ini bertujuan untuk memperoleh data geologi yang terekam di dalam batuan dan representatif pada litologi yang ada di lapangan, syarat sampel yang dapat dianalisis laboratorium yakni :

- a) Pengambilan sampel batuan yang segar.
- b) Pengambilan sampel batuan harus mewakili dari setiap jenis batuan.

- c) Pengambilan sampel batuan harus dengan ukuran besar, minimal bisa untuk dianalisis di laboratorium (analisis petrografi).
- d) Serta pengambilan sampel batuan untuk analisis mikrofosil

### **2.1.2 Tahap Pekerjaan Studio**

Tahap ini merupakan tahap pengumpulan dan pengolahan data primer terkait aspek geologi pada daerah penelitian. Tahap ini dibagi ke dalam beberapa bagian, meliputi identifikasi data geomorfologi, identifikasi data stratigrafi, identifikasi data struktur geologi dan identifikasi data sejarah geologi serta identifikasi data geologi lingkungan.

#### **1. Identifikasi Data Geomorfologi**

Aspek geomorfologi yang dapat diamati di lapangan adalah aspek morfologi dan morfogenesis, aspek geomorfologi lainnya seperti *morfoarrangement* dan morfokronologi tidak dapat diamati di lapangan. Selanjutnya stadia sungai juga dapat diperhatikan di lapangan, dan ditambahkan juga data hasil analisis studio.

#### **2. Identifikasi Data Stratigrafi**

Data stratigrafi yang dapat diamati di lapangan meliputi kedudukan batuan, pemerian batuan, hubungan batuan dan genesa batuan. Kedudukan batuan terkait dengan arah jurus dan kemiringan batuan serta arah pelamparan batuan. Pemerian batuan meliputi warna, tekstur, struktur dan komposisi batuan serta tebal lapisan batuan. Hubungan batuan terkait dengan hubungan lapisan batuan yang berada di bawah dengan lapisan batuan yang berada di atasnya, seperti menjari, menerus dan gradasi. Genesa

batuan meliputi kejadian pembentukan batuan dan lingkungan pengendapan batuan.

### 3. Identifikasi Data Struktur Geologi

Data struktur geologi yang dapat diamati di lapangan meliputi kekar, lipatan dan sesar. Kekar secara umum merupakan retakan pada batuan yang relatif tidak mengalami pergeseran pada bidang rekahnya, yang disebabkan oleh gejala tektonik maupun non tektonik. Lipatan dapat diamati di lapangan, jika ditemukan sumbu lipatannya. Secara umum terdapat dua jenis lipatan yakni antiklin, bentuk tertutup ke atas dan sinklin, bentuk tertutup kebawah. Selanjutnya sesar yang ada di lapangan dapat diamati jika ditemukan bidang sesarnya. Secara umum ada tiga jenis sesar yang dapat diamati di lapangan yakni sesar mendatar, sesar normal dan sesar naik.

### 4. Identifikasi Data Sejarah Geologi

Data sejarah geologi tidak dapat langsung secara pasti diidentifikasi di lapangan, perlu pekerjaan studio dan pekerjaan laboratorium serta data geologi lainnya untuk menginterpretasikan sejarah geologi di daerah penelitian.

### 5. Identifikasi Data Geologi Lingkungan

Secara umum ada dua jenis data geologi lingkungan yang harus diidentifikasi di lapangan, yakni sumber geologi dan bencana geologi.

Pada pekerjaan studio dilakukan dengan menganalisa data yang telah didapat baik data primer maupun data sekunder. Penelitian studio merupakan penelitian yang dilakukan tidak di lapangan, dimana sampel maupun data yang didapat

dijauhkan dari variabel pengganggu, sebab dapat mempengaruhi hasil dari pengujian. Analisis studio meliputi analisis data geomorfologi, analisis data stratigrafi dan analisis data struktur geologi, selanjutnya dari data tersebut digunakan untuk menginterpretasikan kondisi geologi pada daerah penelitian mengacu pada konsep dari para peneliti terdahulu yang merupakan konsep-konsep dasar dalam ilmu geologi dan telah banyak diakui maupun disepakati oleh kalangan ahli geologi.

### **1. Aspek Geomorfologi**

Morfologi merupakan hasil interaksi antara proses endogen dan eksogen (Thornbury, 1969). Proses endogen merupakan proses yang bersifat konstruktif, yaitu berupa pengangkatan, pelipatan, dan pematahan. Sedangkan proses eksogen merupakan proses yang bersifat destruktif, yaitu berupa pelapukan, pelarutan, dan erosional. Berdasarkan analisis geomorfologi, maka dapat diketahui bagaimana proses-proses yang membentuk bentang alam masa kini. Analisis geomorfologi ini akan membahas mengenai aspek-aspek tersebut di atas dengan berdasarkan analisis pada analisis peta topografi, analisis pola aliran sungai, dan pengamatan langsung kondisi di lapangan seperti tingkat erosional, litologi, dan struktur geologi.

Pembagian satuan geomorfologi dilakukan dengan 2 metode yaitu satuan geomorfologi morfometri dan satuan geomorfologi morfogenesis. Satuan geomorfologi morfometri yaitu pembagian kenampakan satuan geomorfologi yang didasarkan pada kemiringan lereng dan beda tinggi (Tabel 2.1) menurut van Zuidam - Cancelado (1979). Pembagian morfogenesis didasarkan pada faktor pengontrol utama proses geologi, hal tersebut mengacu pada klasifikasi van Zuidam

(1983) membagi satuan geomorfologi menjadi 8 satuan (Tabel 2.2), setiap satuan dicantumkan kode huruf, untuk sub satuan dengan penambahan angka di belakang.

Tabel 2.1 Klasifikasi hubungan antara relief dan beda tinggi (van Zuidam-Cancelado, 1979).

No	Relief	Kemiringan Lereng (%)	Beda Tinggi (m)
1	Topografi dataran/ hampir datar	0 – 2	< 5
2	Topografi bergelombang lemah/kelerengan landai	3 – 7	5 – 50
3	Topografi bergelombang lemah-kuat/ kelerengan miring	8 – 13	25 – 75
4	Topografi bergelombang kuat- perbukitan/ kelerengan cukup curam	14 – 20	50– 200
5	Topografi perbukitan –tersayat kuat/ kelrengan curam	21 – 55	200– 500
6	Topografi tersayat kuat- pegunungan/ sangat curam	56 – 140	500– 1000
7	Topografi pegunungan/ sangat curam sekali	> 140	> 1000

Tabel 2.2 Klasifikasi bentukan asal berdasarkan genesa dan sistem pewarnaan (van Zuidam, 1983).

No	Genesa	Pewarnaan
1	Denudasional (D)	Coklat
2	Struktural (S)	Ungu
3	Vulkanik (V)	Merah
4	Fluvial (F)	Biru tua
5	Marine (M)	Hijau
6	Karst (K)	Jingga
7	Glisial (G)	Biru muda
8	Eolian (E)	Kuning

Tabel 2.3 Klasifikasi unit geomorfologi bentuklahan asal denudasional (van Zuidam, 1983).

Kode	Unit	Karakteristik Umum
D1	Perbukitan & Lereng Denudasional	Lereng landai – curam menengah (topografi bergelombang kuat), tersayat lemah – menengah.
D2	Perbukitan & Lereng Denudasional	Lereng curam menengah - curam (topografi bergelombang kuat – berbukit), tersayat menengah tajam.
D3	Perbukitan dan Pegunungan Denudasional	Lereng berbukit curam – sangat curam hingga topografi pegunungan, tersayat menengah tajam.
D4	Bukit Sisa Pelapukan dan Erosi	Lereng yang berbukit curam – sangat curam, tersayat menengah. ( <i>Borhardts</i> : membandar, curam, halus; <i>Monadnocks</i> : memanjang, curam; Bentuk yang tidak rata dengan atau tanpa blok penutup.)
D5	Dataran Denudasional ( <i>Peneplains</i> )	Hampir datar, topografi bergelombang lemah-kuat, tersayat lemah.



Kode	Unit	Karakteristik Umum
D6	Dataran yang Terangkat / Dataran Tinggi ( <i>Raised Penneplains / Plateaus</i> )	Hampir datar, topografi bergelombang lemah-kuat, tersayat lemah- menengah
D7	Kaki Lereng	Relatif rendah, lereng hampir horizontal sampai rendah. Hampir datar, topografi bergelombang dalam tahap aktif.
D8	Dataran Kaki Lereng Pegunungan ( <i>Piedmonts</i> )	Lereng landai-menengah, topografi bergelombang lemah-kuat pada kaki perbukitan dan zona pegunungan yang terangkat, tersayat menengah.
D9	Gawir ( <i>Scarp</i> )	Lereng curam – sangat curam, tersayat menengah – tajam.
D10	Rombakan Lereng dan Kipas	Lereng landai – curam, tersayat lemah tajam.
D11	Daerah dengan Gerakan Massa Batuan yang Kuat	Tidak beraturan , lereng menengah – curam, topografi bergelombang lemah – perbukitan, tersayat menengah ( <i>slides, slump, and flows</i> ).
D12	Daerah Tandus dengan Puncak Runcing	Topografi dengan lereng curam – sangat curam, tersayat menengah ( <i>knife – edged, round crested and castellite type</i> ).

Tabel 2.4 Klasifikasi unit geomorfologi bentuklahan asal Fluvial (van Zuidam, 1983).

Kode	Unit	Karakteristik Umum
F1	Dasar Sungai	Hampir datar, topografi tidak teratur dengan tutupan air bervariasi, mempunyai bagian bagian yang tererosi dan terakumulasi.
F2	Danau	Tubuh air.
F3	Dataran banjir	Hampir datar, topografi tidak teratur dan banjir musiman.
F4	Tanggul Fluvial, Punggungan Aluvial dan Gosong Tep	Topografi dengan lereng landai, berhubungan erat dengan peninggian dasar oleh akumulasi fluvial

Kode	Unit	Karakteristik Umum
F5	Rawa, Cekungan Fluvial	Topografi landai - hampir landai ( <i>swamps, tree vegetation</i> ).
F6	Teras aluvial	Topografi dengan lereng hampir datar-landai, dan tersayat lemah – menengah.
F7	Kipas aluvial aktif	Lereng landai – curam menengah, biasanya banjir dan berhubungan dengan peninggian dasar oleh akumulasi fluvial
F8	Kipas aluvial tidak aktif	Lereng curam-landai menengah, jarang banjir, dan pada umumnya tersayat lemah menengah.
F9	Delta Fluvial	Topografi datar tidak teratur lemah, oleh karena banjir dan peninggian dasar oleh fluvial serta pengaruh <i>marine</i> .
F10	Rawa dan Cekungan Delta belakang sungai	Topografi datar-hampir datar, jarang banjir dan peninggian dasar oleh fluvial, lacustrine dan pengaruh <i>marine</i> .
F11	Pantai delta	Topografi hampir datar kadang-kadang menyerupai punggung sering atau jarang banjir

Tabel 2.5 Klasifikasi unit geomorfologi bentuklahan asal Marine (van Zuidam, 1983).

Kode	Unit	Karakteristik Umum
M1	Marine wave cut platforms	Hampis datar, lereng landai, banjir saat air pasang, sering terlihat morfologi tidak teratur
M2	Tebing dan zona kedudukan laut	Lereng curam – sangat curam, topografi tidak teratur
M3	Beaches	Hampir datar, lereng landai, terkena banjir saat pasang, topografi tidak teratur karena garis pantai, bars, swales dan deposit pasir telah berubah oleh angin. Pasir, shingle, kerikil, brangkal dan batuan pantai
M4	Pematang pantai, spits dan tombolo bars sedikit berubah oleh angin	Topografi landai – cukup curam, bentuk memanjang dengan cekungan deflasi dan bukit pasir
M5	Swales	Depresi memanjang hampir rata antara pematang pantai, yang sekarang sering banjir dan yang lampau jarang banjir

Kode	Unit	Karakteristik Umum
M6	Active coastal dunes (bukit pasir pesisir aktif)	Lereng landai – curam dengan topografi memanjang ( <i>fore dunes</i> ), seperti bulan sabit ( <i>barchans dunes</i> dan <i>parabolic dune</i> ), non-vegetasi
M7	<i>Inactive or dormant coastal dunes</i> (bukit pasir pesisir tidak aktif)	Lereng landai-curam dengan topografi memanjang ( <i>fore dunes</i> ), seperti bulan sabit ( <i>parabolic dunes</i> ), sering padat vegetasi
M8	<i>Non-vegetated tidal flats / mud flats</i>	Topografi hampir datar tersayat oleh pasang surut air laut yang berbatasan dengan tanggul kecil dan cekungan dangkal, secara teratur banjir
M9	<i>vegetated tidal flats</i>	Topografi hampir datar tersayat oleh pasang surut air laut yang berbatasan dengan tanggul dengan baik dan cekungan dangkal, secara teratur banjir  ( <i>swampy tidal flats : mangroves, marshy tidal flats : grasses and shrubs</i> )
M10	<i>Marine flood plains</i> (dataran banjir laut)	Topografi Lereng datar-landai, tersayat lemah
M11	<i>Marine terraces</i>	Topografi lereng hampir datar-landai, tersayat lemah oleh aktivitas fluvial, pada dasarnya tidak dibanjiri lagi oleh air laut
M12	<i>Lithothamnium ridges/reef rings/atolls</i>	Tempat hidup koral disekitar zona pantai dengan topografi tidak teratur, permanen tertutup oleh air laut
M13	<i>Coral reefs (batu karang)</i>	Tempat hidup koral di zona pasang surut dengan topografi tidak teratur
M14	<i>Reef flats</i>	Datar, topografi yang tidak teratur karang terutama mati, pada dasarnya di atas zona pasang surut
M15	<i>Reef caps/uplifted reefs</i>	Datar, berteras, topografi sedikit miring atau bergelombang dimana tempat karang mati, biasanya terkena banjir
M16	<i>Ramparts and cays</i>	Hamper datar, topografi bergelombang, dengan endapan linear
M17	<i>lagoons</i>	Zona depresi berisikan air/ danau air asin

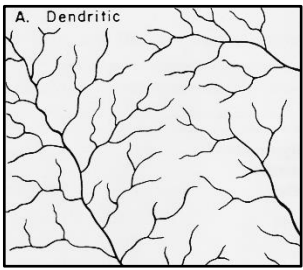
Tabel 2.6 Klasifikasi unit geomorfologi bentuklahan asal Vulkanik (van Zuidam, 1983).

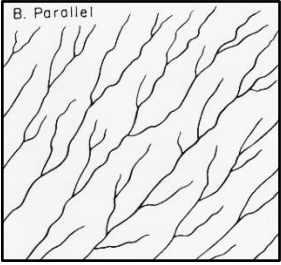
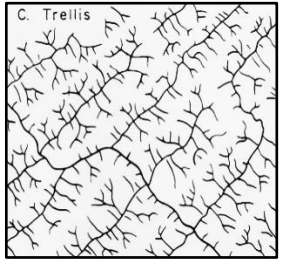
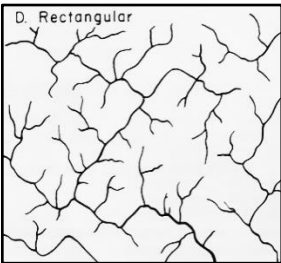
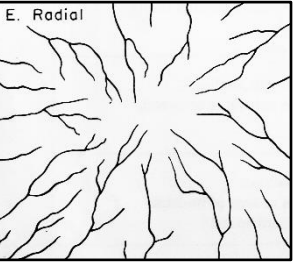
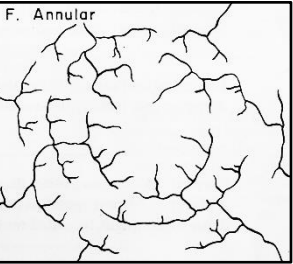
Kode	Unit	Karakteristik Umum
V1	Kawah gunungapi	Dasar depresi cekung datar hingga curam dengan dinding yang curam hingga sangat curam. Tersayat menengah.
V2	Kerucut gunungapi (abu, atau kerucut berhamburan)	Perbukitan tebing yang sangat curam hingga curam. Sangat curam, lereng atas gunung api dan curam, tengah dan lereng bawah gunung api. Tersayat lemah hingga menengah.
V3	Lereng gunungapi	Perbukitan tebing yang sangat curam hingga curam. Lereng atas gunung api sangat curam dan tengah curam dan lereng bawah gunung api. Tersayat kuat.
V4	Kerucut strato-vulkano / kemiringan lereng atas dan tengah gunungapi	Perbukitan tebing yang sangat curam hingga curam. Tersayat lemah hingga menengah.
V5	Kerucut strato-vulkano / kemiringan lereng atas dan tengah gunungapi	Perbukitan tebing yang sangat curam hingga curam. Tersayat kuat.
V6	Kaki Lereng Fluvial Gunung Api Atas / Lereng Bawah Gunung Api tersayat lemah hingga menengah	Lereng curam menengah hingga lemah. Tersayat lemah hingga menengah.
V7	Kaki Lereng Fluvial Gunung Api Atas / Lereng Bawah Gunung Api tersayat kuat	Lereng curam menengah hingga lemah. Tersayat kuat. (Bagian Teras dan Non-Teras)
V8	Dataran dan Kaki Lereng Fluvial Gunung Api	Lereng landai-curam. Tersayat lemah. Biasanya terbentuk oleh lahar dan deposit tuff. Agak miring, topografi perbukitan hingga landai. Tidak atau tersayat lemah.
V9	Kaki Lereng Fluvial Gunung Api Bawah, Dataran Antara Gunung Api dan Dataran Fluvial Gunung Api	Biasanya terbentuk oleh banjir dan deposit tuff. Agak miring, topografi bergelombang. Tidak atau tersayat lemah; jika masih aktif, tergenang hingga banjir.
V10	Padang Furmarol dan atau Solfatara	Lereng curam, topografi bergelombang sampai berputar

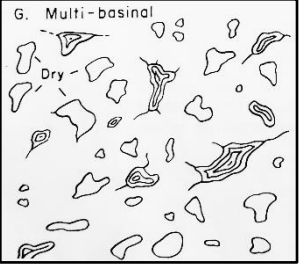
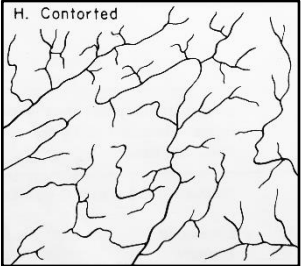
Kode	Unit	Karakteristik Umum
V11	Padang Lava / Aliran / Dataran Tinggi / Titik Letusan Lava	Lereng curam menengah hingga lemah. Topografi landai hingga bergelombang.
V12	Debu, Tuff dan atau Dataran / Padang Lapilli	Lereng curam menengah hingga lemah. Topografi landai hingga bergelombang. Tersayat menengah.
V13	Panezes	Lereng curam-sangat curam mirip dengan flat-irons, tersayat sangat kuat oleh jurang atau barrancos
V14	Pebukitan Denudasional Gunung Api (Gunung Berapi Terkikis dan Kaldera)	Tebing landai-curam, tersayat kuat
V15	Leher gunungapi	Lereng landai-sangat curam, bukit terisolasi, tersayat kuat

Penentuan pola pengaliran pada daerah penelitian ditentukan berdasarkan klasifikasi Howard 1967, dalam Thornbury, 1969 (Tabel 2.7). Pola pengaliran (*drainage pattern*) merupakan suatu pola dalam kesatuan ruang yang merupakan hasil penggabungan dari beberapa individu sungai yang saling berhubungan suatu pola dalam kesatuan ruang (Thornbury, 1969).

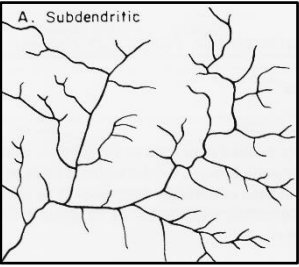
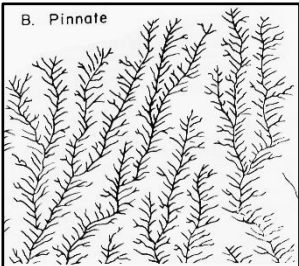
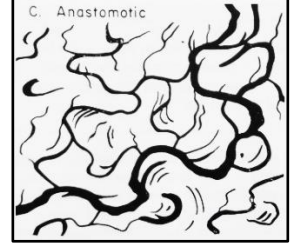
Tabel 2.7 Jenis pola aliran dasar (Howard, 1967; dalam Thornbury, 1969).

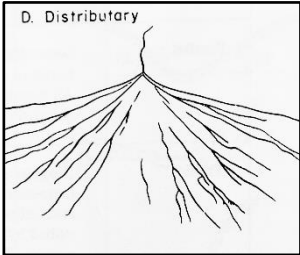
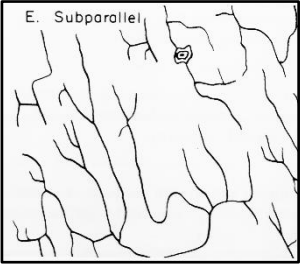
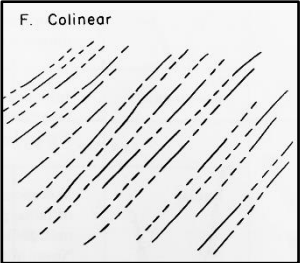
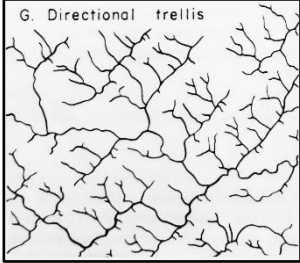
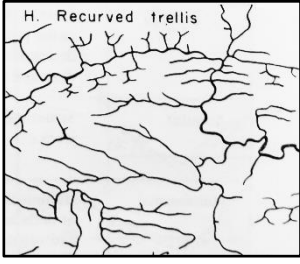
Pola Aliran Dasar	Karakteristik
 <p>A. Dendritic</p>	<p>Pola aliran ini berbentuk seperti cabang-cabang pohon, dimana cabang-cabang sungai tersebut berhubungan dengan induk sungai membentuk sudut-sudut yang runcing. Pada umumnya terdapat pada batuan yang homogen dengan sedikit atau tanpa adanya pengendalian oleh struktur. Contohnya pada batuan beku atau lapisan horisontal.</p>

Pola Aliran Dasar	Karakteristik
 <p>B. Parallel</p>	<p>Pola aliran yang mempunyai arah relatif sejajar, mengalir pada daerah kemiringan lereng sedang sampai curam, dapat pula pada daerah dengan morfologi yang paralel dan memanjang. Pola aliran ini mempunyai kecenderungan untuk berkembang ke arah pola <i>dendritic</i> ataupun <i>trellis</i>. Contohnya pada lereng-lereng gunungapi atau sayap antiklin.</p>
 <p>C. Trellis</p>	<p>Pola aliran ini menyerupai bentuk tangga, dimana cabang-cabang sungai membentuk sudut siku-siku dengan sungai utama, mencirikan daerah lipatan dan kekar.</p>
 <p>D. Rectangular</p>	<p>Pola aliran ini dibentuk oleh percabangan sungai-sungai yang membentuk sudut siku-siku, lebih banyak dikontrol oleh faktor kekar dan sesar.</p>
 <p>E. Radial</p>	<p>Pola aliran ini dicirikan oleh suatu jaringan yang memancar keluar dari satu titik pusat, pada umumnya mencirikan suatu kubah atau daerah gunungapi.</p>
 <p>F. Annular</p>	<p>Pola aliran ini berbentuk melingkar mengikuti batuan lunak suatu kubah yang tererosi pada bagian puncaknya atau struktur <i>basin</i> atau juga suatu intrusi <i>stock</i>.</p>

Pola Aliran Dasar	Karakteristik
	<p>Pola aliran ini terbentuk oleh banyaknya cekungan-cekungan kecil dan biasanya dapat mencirikan daerah topografi karst.</p>
	<p>Pola aliran ini bentuknya tidak beraturan, pada umumnya berkembang pada daerah yang memiliki litologi batuan metamorf, batuan beku, atau pada batuan berlapis yang mempunyai resistensi sama.</p>

Tabel 2.8 Jenis pola aliran ubahan (Howard, 1967; dalam Thornbury, 1969).

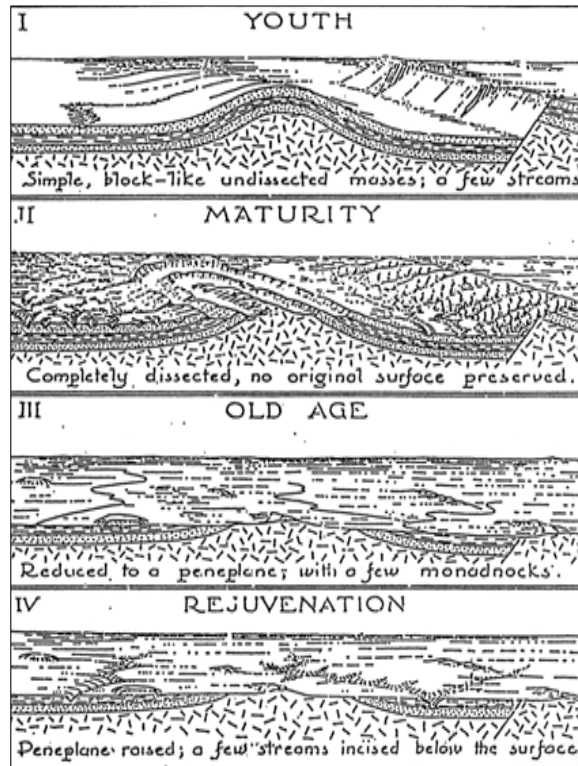
Pola Aliran Ubahan	Karakteristik
	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran dendritik yang sudah mulai berkembang proses-proses struktur.</p>
	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran dendritik, pada umumnya berkembang pada batuan bertekstur halus dengan material yang mudah tererosi.</p>
	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran dendritik, pada umumnya berkembang pada lingkungan <i>floodplains</i>, <i>deltaic</i>, dan <i>tidal marshes</i>.</p>

Pola Aliran Dasar	Karakteristik
 <p>D. Distributary</p>	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran dendritik, pada umumnya berkembang pada lingkungan <i>alluvial fans</i> dan <i>deltaic</i>.</p>
 <p>E. Subparallel</p>	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran dendritik, pada umumnya berkembang pada morfologi dengan kemiringan menengah.</p>
 <p>F. Colinear</p>	<p>Pola aliran ini relatif sejajar berbentuk kelurusan aliran yang muncul dan tenggelam pada pematang pasir.</p>
 <p>G. Directional trellis</p>	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran <i>trellis</i>, pada umumnya berkembang pada morfologi homoklin.</p>
 <p>H. Recurved trellis</p>	<p>Pola aliran ini merupakan pola ubahan dari pola aliran <i>trellis</i>, pada umumnya berkembang pada daerah penunjaman lipatan.</p>



Dalam menentukan stadia geomorfologi suatu daerah pada suatu daerah, maka sangat penting untuk memperhatikan berbagai aspek seperti proses pelarutan, denudasional, stadia sungai yang telah terbentuk dan beberapa aspek penunjang lainnya. Penentuan stadia daerah pada dasarnya untuk mengetahui proses – proses geologi yang telah berlangsung pada daerah tersebut. Proses tersebut bisa berupa proses endogen (sesar, lipatan, intrusi, magmatisme ) dan proses eksogen (erosi, pelapukan, transportasi). Stadia daerah penelitian dikontrol oleh litologi, struktur geologi dan proses geomorfologi.

Perkembangan stadia daerah pada dasarnya menggambarkan seberapa jauh morfologi suatu daerah yang telah berubah dari morfologi aslinya. Tingkat kedewasaan daerah atau stadia daerah dapat ditentukan dengan melihat bentang alam dan kondisi sungai yang terdapat di daerah tersebut. Penentuan stadia daerah dilakukan untuk mengetahui proses-proses geologi yang telah berlangsung dan sedang berlangsung pada daerah tersebut. Proses tersebut dapat berupa proses endogen (sesar, lipatan, intrusi, magmatisme) dan proses eksogen (erosi, pelapukan, transportasi). Stadia daerah penelitian dikontrol oleh litologi, struktur geologi, dan proses geomorfologi. Pengelompokan stadia daerah ini sebagai data yang digunakan untuk membantu peneliti dalam menginterpretasi lebih jauh terhadap aspek-aspek geologi yang ada di daerah penelitian. Menurut Lobeck (1939), stadia suatu daerah dapat dibagi menjadi empat dan masing-masing mempunyai ciri tersendiri (Gambar 3.6), yaitu stadia muda, stadia dewasa, stadia tua serta rejuvenation.



Gambar 2.2 Stadia daerah menurut Lobeck (1939).

## 2. Aspek Stratigrafi

Stratigrafi dalam arti luas adalah ilmu yang membahas aturan, hubungan dan kejadian (geneses) macam-macam batuan di alam berdasarkan ruang dan waktu, sedangkan dalam arti sempit adalah ilmu pemerian batuan menurut Sandi Stratigrafi Indonesia (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996). Metode pengelompokan satuan batuan mengacu pada litostratigrafi tidak resmi (Martodjojo dan Djuhaeni, 1996), yaitu penamaan satuan batuan berdasarkan pada litologi yang dominan pada penyusun satuan batuan tersebut dan diikuti formasinya.

Penarikan batas satuan batuan dilakukan dengan cara interpolasi dan ekstrapolasi. Interpolasi adalah metode penarikan batas satuan berdasarkan kuantitas lokasi pengamatan yang didapatkan di lapangan. Sedangkan ekstrapolasi adalah metode penarikan batas satuan dengan menumpang susunan (*overlay*) peta

spasial seperti peta topografi dan citra SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*). Hal tersebut memperhatikan keadaan dan karakteristik singkapan yang dijumpai di lapangan dengan mempertimbangkan logika dan konsep geologi yang diaplikasikan di lapangan. Untuk memperkirakan batas satuan yang tidak tegas, dilakukan pendekatan hukum “V”.

### **3. Aspek Struktur Geologi**

Dalam analisis struktur geologi pada daerah penelitian, peneliti melakukan pengamatan peta DEMNAS daerah penelitian, mengamati pola-pola lineament, mengumpulkan data kekar akibat proses tektonik, pengukuran strike dip pada lapisan batuan, dan pola penyebaran batuan.

#### **a. Kekar**

Struktur geologi kekar (*joint*) merupakan struktur rekahan dalam batuan yang belum mengalami pergeseran. Pada batuan sedimen, kekar bisa terbentuk mulai pada saat pengendapan atau terbentuk setelah pengendapan, dalam batuan beku bisa terbentuk akibat proses pendinginan maupun setelah pendinginan. Dalam proses deformasi, kekar bisa terjadi pada saat mendekati proses akhir atau bersamaan dengan terbentuknya struktur lain, seperti sesar atau lipatan. Selain itu kekar bisa terbentuk sebagai struktur penyerta dari struktur sesar maupun lipatan yang diakibatkan oleh tektonik.

Pemodelan dan analisis kekar menggunakan pendekatan klasifikasi Billings (1974) yang menerangkan mengenai struktur geologi pada batuan sebagai akibat adanya gaya kompresi yang disebabkan oleh tektonik (Gambar 2.7.).

Selain itu kekar juga dapat terbentuk akibat dari pendinginan magma

pada batuan beku, seperti :

1. *Columnar joint*

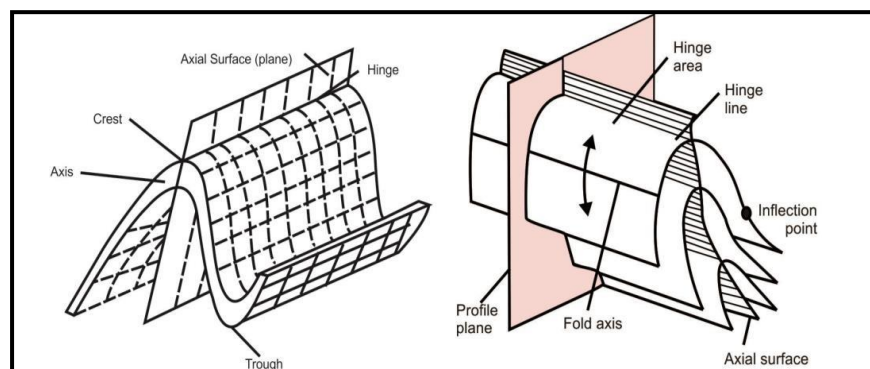
2. *Sheeting joint*

Anderson (1951) membuat suatu pemodelan yang menjelaskan hubungan antara pola tegasan dan bidang patah yang terbentuk (Gambar 2.8.), dengan kesimpulan :

1. Sesar normal terbentuk bila  $\sigma_1$  vertikal.
2. Sesar mendatar terbentuk bila  $\sigma_2$  vertikal.
3. Sesar naik terbentuk bila  $\sigma_3$  vertikal.

**b. Lipatan**

Lipatan adalah hasil perubahan bentuk atau volume dari suatu bahan yang ditunjukkan sebagai lengkungan atau kumpulan dari lengkungan pada unsur garis atau bidang didalam bahan tersebut. Lipatan terbentuk bilamana unsur yang telah ada sebelumnya berubah menjadi bentuk bidang lengkung atau garis lengkung. Perlipatan adalah deformasi yang tidak seragam yang terjadi pada suatu bahan yang mengandung unsur garis atau bidang (bidang perlapisan, foliasi). Suatu masa batuan yang tidak mempunyai unsur struktur garis atau bidang tidak menunjukkan tanda perlipatan.



Gambar 2.3 Mekanisme gaya penyebab terbentuknya suatu lipatan (Hobbs,dkk 1976).

Unsur-unsur Lipatan dapat ditunjukkan pada suatu penampang lipatan (Gambar 2.). Beberapa titik pada profil permukaan dideskripsikan antara lain:

- *Hinge point* adalah titik maksimum pelengkungan pada lapisan yang terlipat.
- *Crest* adalah titik tertinggi pada pelengkungan
- *Trough* adalah titik terendah pada pelengkungan
- *Inflection point* adalah titik batas dari dua pelengkungan yang berlawanan
- *Fold axis*(sumbu lipatan/hinge line) adalah garis maksimum pelengkungan pada suatu permukaan bidang yang terlipat.
- *Axial plane* (bidang sumbu) adalah bidang yang dibentuk melalui garis-garis sumbu pada suatu lipatan . Bidang ini tidak selalu berupa bidang lurus (*planar*), tetapi dapat melengkung yang umum disebut sebagai axial surface.
- *Fold limb*(sayap lipatan) adalah sisi-sisi dari bidang yang terlipat yang berada diantara daerah pelengkungan(*hinge zone*) dan batas pelengkungan (*inflection line*).

Pada umumnya lipatan di klasifikasikan berdasarkan pada sifat yang dapat dideskripsikan unsur-unsurnya secara geometri. Klasifikasi tersebut berdasarkan antara lain :

1. Sudut antar sayap (*Interlimb angle*)

Tabel 2.9 Klasifikasi berdasarkan sudut antar sayap (Fleuty, 1964)

Sudut Antar Sayap	Deskripsi Lipatan
180° – 120°	<i>Gentle</i>
120° – 70°	<i>Open</i>
70° – 30°	<i>Close</i>
30° – 0°	<i>Tight</i>
0°	<i>Isoklinal</i>

## 2. Sifat simetri

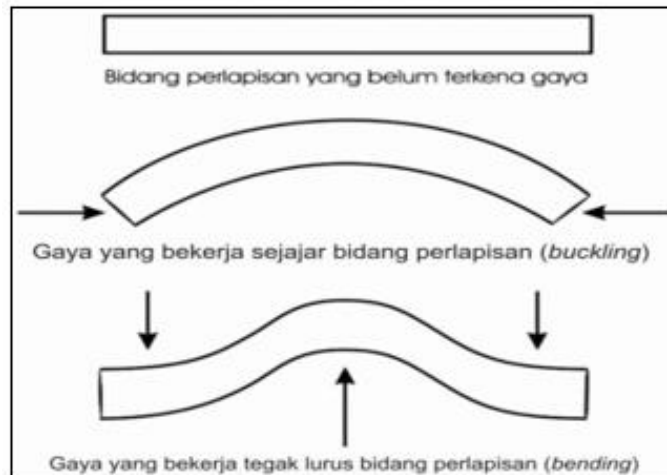
Disebut *lipatan simetri* apabila bidang-bidang yang membatasi permukaan lipatan akan berupa bidang yang lurus dan saling sejajar dan bidang yang melalui titik-titik batas pelengkungan (*inflection point*) akan tepat terletak ditengah bidang-bidang tersebut. Apabila jejak dari bidang yang melalui sumbu lipatan (*hinge line*) bukan sebagai bidang simetri(bidang yang melalui sumbu lipatan dan membagi sama besar sudut antar sayap lipatan), lipatan tersebut sebagai *lipatan asimetri*.

## 3. Kedudukan lipatan

Kedudukan lipatan dinyatakan dari kedudukan sumbu lipatan dan bidang sumbu lipatan. Fleuty (1964) mengklasifikasikan lipatan berdasarkan kemiringan atau kecondongan dari sumbu lipatan dan penunjaman garis sumbu (Gambar 2.9). Penamaannya yaitu dengan mengkombinasikan garis dip dari bidang sumbu (*hinge surface*) dan plunge dari garis sumbu (*hinge line*) (Tabel 2.8).

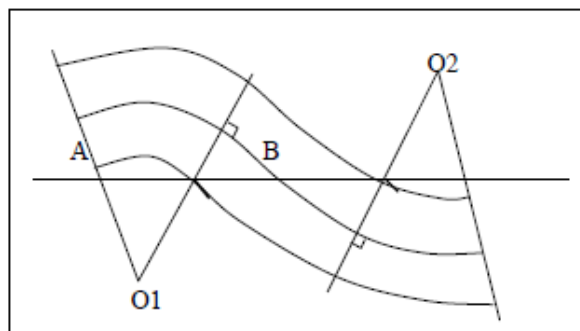
Tabel 2.10 Klasifikasi lipatan berdasarkan kemiringan *hinge surface* dan *hinge line* (Fleuty, 1964).

<b>Sudut</b>	<b>Istilah</b>	<b><i>Hinge-surface</i></b>	<b><i>Hinge-line</i></b>
0°	<i>Horizontal</i>	<i>Recumbent fold</i>	<i>Horizontal fold</i>
1° – 10°	<i>Subhorizontal</i>	<i>Recumbent fold</i>	<i>Subhorizontal fold</i>
10° – 30°	<i>Gentle</i>	<i>Gently inclined fold</i>	<i>Gentle plunging fold</i>
30° – 60°	<i>Moderate</i>	<i>Moderately inclined fold</i>	<i>Moderate plunging fold</i>
60° – 80°	<i>Steep</i>	<i>Steeply inclined fold</i>	<i>Steeply inclined fold</i>
80° – 89°	<i>Subvertical</i>	<i>Upright fold</i>	<i>Vertical fold</i>
90°	<i>Vertical</i>	<i>Upright fold</i>	<i>Vertical fold</i>



Gambar 2.4 Unsur – unsur lipatan (Fleuty, 1964).

Dalam rekonstruksi lipatan dilakukan berdsarkan hasil pengukuran kedudukan lapisan dari lapangan, atau pembuatan penampang dari peta geologi. Metode yang digunakan meliputi metode Higgns 1962, dalam Billing, 1974 dan metode busur lingkaran (*arc method*). Dasar dari metode ini adalah beranggapan bahwa lipatan merupakan bentuk busur dari suatu lingkaran dengan pusatnya adalah perpotongan antara sumbu – sumbu kemiringan yang berdekatan. Rekonstruksi lipatan bisa dilakukan dengan menghubungkan busur lingkaran secara langsung apabila data yang ada hanya kemiringan dan batas lapisan setempat.

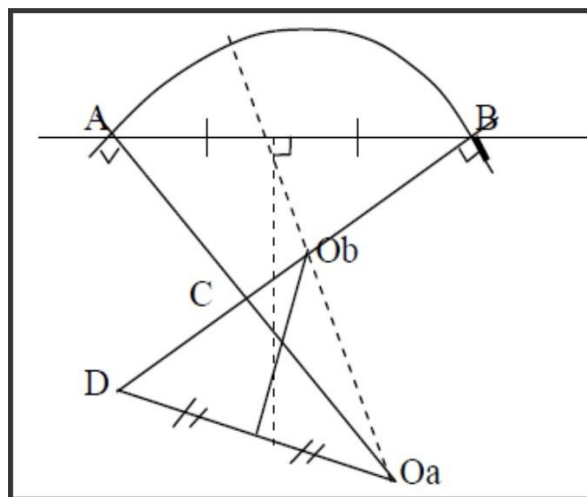


Gambar 2.5 Cara membuat busur lingkaran (Busk, 1929)

Apabila batas – batas lapisan dijumpai secara berulag pada lintasan yang akan direkonstruksi, maka pembuatan busur lingkaran dilakukan dengan interpolasi metode Higgs atau Busk.

Metode Higgins,1962

- Tarik garis normal kemiringan di A dan B
- Tentukan Oa sembarang di seberang bisector AB
- Tentukan D dimana  $Aoa = BD$ , tarik sumbu DOa memotong BD di Ob
- Oa dan Ob adalah pusat lingkaran untuk interpolasi

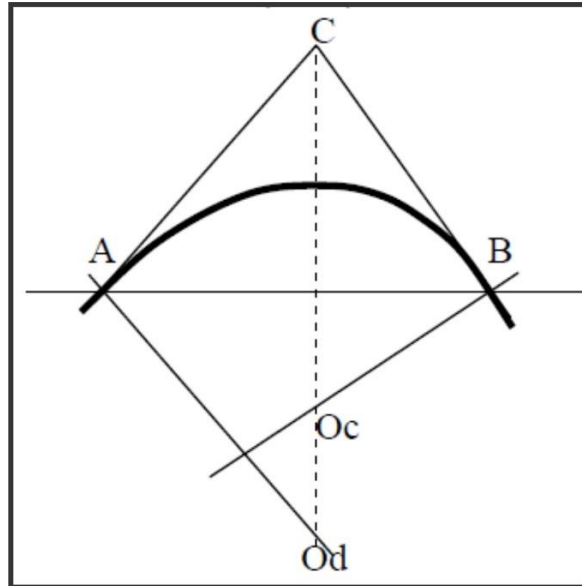


Gambar 2.6 Rekonstruksi lipatan metode Higgins (1962)

Metode Busk (1929)

- Tarik garis normal dan perpanjangan kemiringan di A dan B
- Tarik garis dari C tegak lurus AB berpotongan pada masing – masing garis normal di Oc dan Od
- Oc dan Od adalah Pusat lengkungan interpolasi





Gambar 2.7 Rekonstruksi lipatan metode Busk, 1929

### 2.1.3 Tahap Pekerjaan Laboratorium

Terdapat dua tahapan pekerjaan laboratorium, yaitu analisis paleontologi untuk memperoleh data umur relatif batuan dan lingkungan pengendapan serta analisis petrologi dan petrografi untuk menentukan penamaan batuan.

#### 1. Analisis Fosil

Pada kegiatan analisis fosil ini menggunakan metode preparasi mikrofosil. Preparasi adalah proses pemisahan mikrofosil dari batuan dan material pengotor lainnya. Setiap jenis mikrofosil memerlukan metode preparasi tertentu. Proses ini umumnya bertujuan untuk memisahkan mikrofosil yang terdapat dalam batuan dari material lempung yang menyelimutinya. Polusi, terkontaminasi, dan kesalahan dalam prosedur maupun kekeliruan pada pemberian label disetiap sampel preparasi harus tetap menjadi perhatian agar mendapatkan hasil yang baik.

Selanjutnya, hasil analisis mikrofosil ini akan digunakan untuk menentukan umur relatif satuan batuan dan untuk menentukan lingkungan pengendapan. Dalam penentuan umur relatif satuan batuan digunakan pembagian zonasi kisaran umur

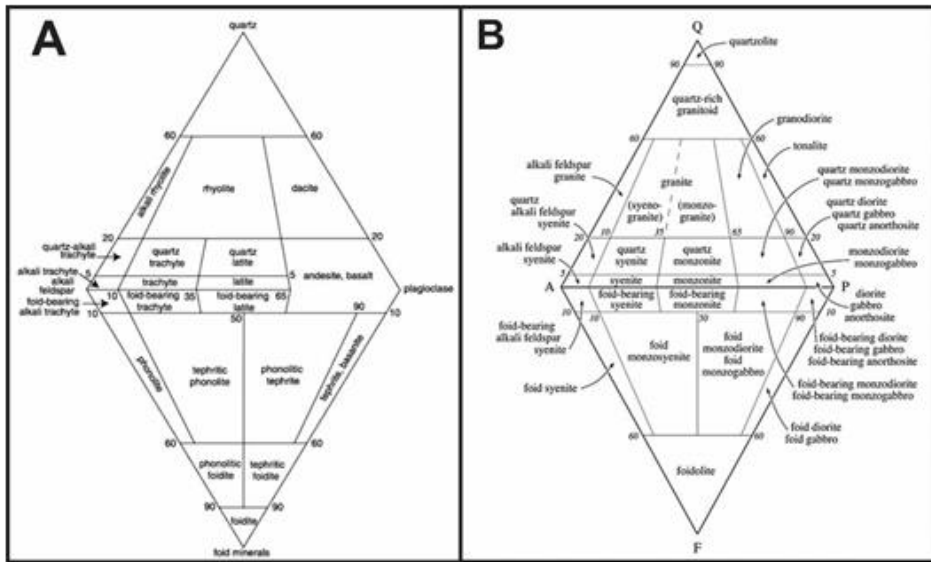
menurut Blow (1969) dan untuk penentuan lingkungan pengendapan menggunakan pembagian zonasi batimetri menurut Tipsword (1966). Sehingga, dapat diketahui umur relatif dari suatu satuan batuan dalam rentang waktu tertentu dan lingkungan dimana batuan tersebut terendapkan atau terbentuk.

## **2. Analisis Petrografi**

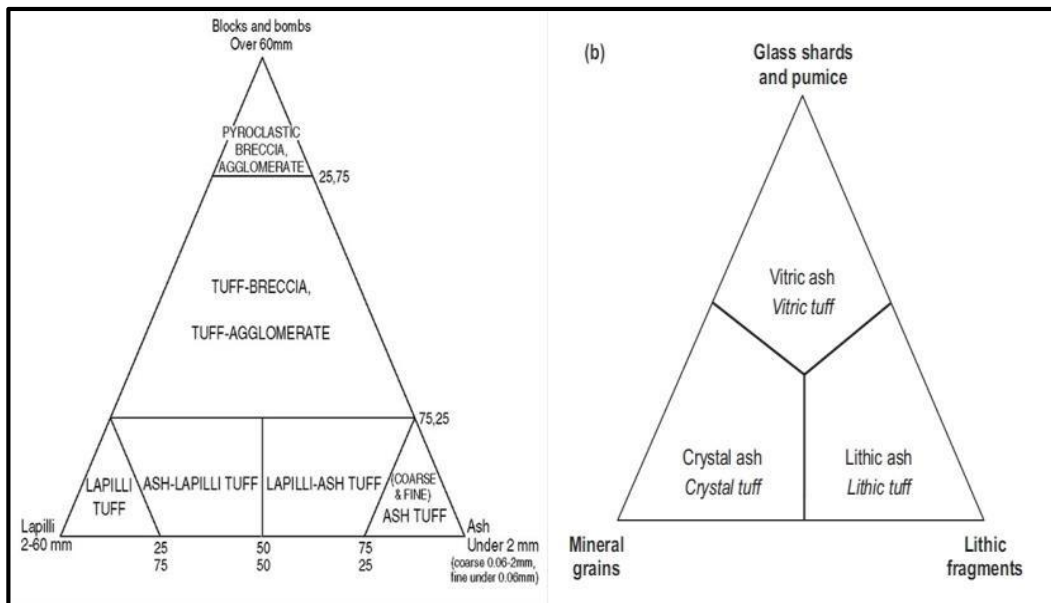
Metode dalam analisis sayatan tipis batuan dengan menggunakan mikroskop polarisator. Tujuan dari analisis tersebut untuk mendapatkan data berupa komposisi dan ciri dan sifat optis batuan secara mikroskopis berdasarkan kenampakan mikroskopisnya dengan pembuatan sayatan tipis berukuran 0,03 mm yang telah di preparasi dan dianggap dapat mewakili masing-masing satuan batu anyang ada.

Penamaan batuan berdasarkan petrografi nantinya akan menggunakan beberapa klasifikasi yang sudah ada. Pada batuan vulkanik mengacu pada klasifikasi Streckeisen (1976) (pada batuan piroklastika mengacu pada klasifikasi berdasarkan tipe material Fisher (1966), Schmid (1981) berdasarkan ukuran material.

Piroklastik atau piroklast didefinisikan sebagai fragmen produk langsung dari proses vulkanik, yang terbagi menjadi kristal, gelas, atau fragmen batuan. Proses pembentukan batuan piroklastik dan vulkaniklastik, terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan genesanya (Gambar 2.17) (Mc phie, 1993). Ukuran fragmen batuan gunung api terbagi menjadi bomb dan blok (>64mm), Lapili (2 – 64mm), dan butiran abu (< 2mm). Penamaan batuan piroklastik, menggunakan klasifikasi Fisher (1996) sebagaimana Gambar 2.16.



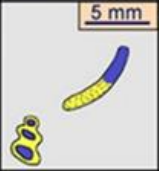
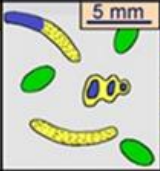
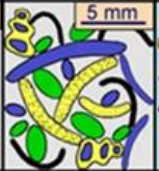
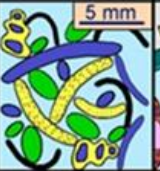
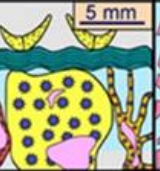
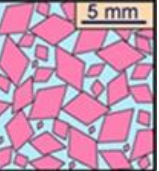
Gambar 2.8 Klasifikasi QAPF untuk batuan plutonik (A) dan Klasifikasi QAPF untuk batuan vulkanik (B) (Streckeisen, 1976)



Gambar 2.9 Diagram ternary untuk klasifikasi piroklastik. a) berdasarkan ukuran material, Fisher (1966), (b) berdasarkan tipe material Schmid (1981).

Untuk penamaan batuan karbonat non-klastik, digunakan klasifikasi batuan karbonat berdasarkan tekstur pengendapan oleh (Dunham 1962) dapat dilihat pada gambar 2.10

Tabel 2.11 Klasifikasi batuan karbonat berdasarkan tekstur pengendapan dalam (Dunham, 1962).

Depositional texture recognizable					Depositional texture not recognizable
Components not bound together during deposition			Components were bound together during deposition		
Contains carbonate mud (clay / fine silt)		Grain supported	Lacks mud and is grain supported	Boundstone	
Mud supported	Less than 10% grains				
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline
					

beg.utexas.edu

## 2.2 Tahap *Checking Lapangan*

*Checking* merupakan kegiatan meninjau lapangan yang dilakukan oleh peneliti bersama dengan dosen pembimbing yang memiliki tujuan untuk mengecek hasil kerja lapangan yang telah dilakukan oleh peneliti.

## 2.3 Tahap Penyusunan Naskah

Meliputi penulisan naskah akhir dan pembuatan peta geologi, peta geomorfologi dan peta lokasi pengamatan. Peneliti dalam penulisan naskah Tugas Akhir II ini berusaha untuk mematuhi dan mengikuti kaidah penulisan ilmiah yang berlaku secara umum. Output dari tahapan ini adalah laporan resmi atau laporan final tugas akhir, peta geologi, peta geomorfologi dan peta lokasi pengamatan.

## 2.4 Tahap Presentasi Kolokium

Tahap akhir dari seluruh rangkaian kegiatan penelitian. Pada tahap ini laporan yang telah disusun dalam bentuk laporan final Skripsi kemudian dipresentasikan dihadapan dosen pembimbing dan penguji untuk mempertanggungjawabkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

## 2.5 Peralatan yang Digunakan

Peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan lapangan ini adalah :

- a. Peta topografi daerah penelitian dengan skala 1 : 25.000.
- b. Peta geologi regional Lembar Magelang-Semarang (1408 – 5 dan 1409-2) dengan skala 1:100.000.
- c. Kompas geologi.
- d. GPS (*Global Positioning System*).
- e. Palu geologi, jenis batuan sedimen dan batuan beku.
- f. Larutan HCl dengan konsentrasi 0,1 N.
- g. Pita ukur (*rollmeter*).
- h. Kaca pembesar (*loupe*).
- i. Parameter ukuran butir untuk batuan sedimen dan batuan piroklastika.
- j. Kantong contoh batuan.
- k. Alat tulis dan gambar serta buku catatan lapangan.
- l. Kamera.
- m. Jas hujan.