

# GEOLOGI DAN GEOKIMIA BATUAN BEKU DAERAH CAWET DAN SEKITARNYA, KECAMATAN WATUKUMPUL, KABUPATEN PEMALANG, PROVINSI JAWA TENGAH

Andre Patriot Tampubolon<sup>\*)</sup>, Joko Soesilo<sup>\*)</sup>, C. Prasetyadi<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jl. SWK 104, Condong Catur 55283, Yogyakarta, Indonesia  
Fax/Phone : 0274-487816;0274-486403

**SARI** - Lokasi daerah penelitian tepatnya terdapat pada daerah Cawet, Kecamatan Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah. Secara geografis daerah penelitian terletak pada koordinat UTM Zona 49 *Southern* 331000 mE – 336000 mE dan 9208000 mN – 9213000 mN. Pada peta RBI lembar Bantarbolang dan Kajen dengan skala 1 : 25.000. Daerah penelitian memiliki luasan 25 km<sup>2</sup>.

Berdasarkan aspek - aspek geomorfologi dan pengamatan dilapangan maka disimpulkan bahwa pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi 6 bentuk lahan, yaitu: bukit intrusi (V1), bukit lava (V2), punggungan sinklin (S1), lembah antiklin (S2), satuan perbukitan sayap antiklin (S3), dan satuan gosong sungai (F1), jenis pola aliran dasar Trellis, dengan stadia geomorfik dewasa.

Stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi 5 satuan litostratigrafi tidak resmi dengan urutan paling tua ke muda adalah Satuan batulempung Rambatan (Miosen Tengah), Satuan lava basalt (Miosen Tengah), Satuan batupasir Halang (Miosen Tengah-Pliosen Awal), Satuan batulempung Halang (Miosen Akhir-Pliosen Awal), Satuan intrusi diorit (Miosen), dan satuan endapan aluvial (Holosen-Resen).

Struktur geologi yang berkembang didaerah penelitian mempunyai tegasan utama relatif Barat-Timur yang terdiri dari Antiklin Pulaga Antiklin Kali Keruh, Sinklin Pulaga, Sesar Naik Medayu, Sesar Naik Bojongkoneng, Sesar Mendatar Cawet, Sesar Mendatar Bojongkoneng, Sesar Turun Kandangserang, Kekar Pagelaran, Kekar Bojongkoneng.

Hasil analisa geokimia menunjukkan seri magma tholeit dan calk-alkaline, kedalaman jalur benioff 148,937-153,016 km dengan kondisi magma terdifferensiasi sedang.

Potensi geologi positif yang ada pada daerah penelitian adalah penambangan bahan galian golongan C berupa diorit dan basalt. Sedangkan potensi geologi negatif adalah gerakan tanah atau longsor.

**Kata-kata kunci** : magma tholeit, calk-alkaline, differensiasi

## PENDAHULUAN

Sebagai daerah pertemuan tiga lempeng aktif, Indonesia memiliki daerah busur kepulauan yang menyebar sepanjang wilayah Sumatera, Jawa, dan Nusa Tenggara Indonesia. Pergerakan lempeng – lempeng secara aktif pada masa Neogen menyusun Indonesia menjadi beberapa jalur aktif busur magmatik. Indonesia memiliki 7 jalur utama busur magmatik. Ketujuh busur utama tersebut, yaitu: Busur Sumatra-Meratus (Pertengahan dan Akhir Cretaceous), Busur Sunda-Banda (Neogen), Busur Aceh (Neogen), Busur Kalimantan Tengah (pertengahan Tertiary dan Neogen), Busur Sulawesi-Timur Mindanao (Neogen), Busur Halmahera (Neogen), Busur Tengah Irian Jaya (Neogen). Salah satu pulau yang memiliki gejala geologi yang patut untuk diteliti adalah pulau Jawa. Akibat pertemuan tiga lempeng tersebut mengakibatkan bentukan geologi yang sangat kompleks dengan dijumpainya banyaknya intrusi batuan beku, sehingga menarik perhatian peneliti untuk menelitinya. Kondisi geologi pulau ini tergambarkan mulai dari morfologi, struktur geologi, ragam jenis batuan penyusun, sampai statigrafinya. Busur vulkanik Jawa merupakan bagian dari busur vulkanik Sunda-Banda yang membentang dari Sumatera hingga Banda, sepanjang 3.700 km yang dikenal banyak mengandung endapan bijih logam (Carlile & Mitchell, 1994). Batuan vulkanik hasil kegiatan gunungapi yang berumur Eosen hingga sekarang merupakan penyusun utama pulau Jawa. Terbentuknya jalur gunungapi ini merupakan hasil dinamika subduksi ke arah utara lempeng Samudera Indo-Australia ke Lempeng Benua Eurasia yang berlangsung sejak jaman Eosen (Katili, 1989). Kerak kontinen yang membentuk tepi benua aktif (active continent margin) mempengaruhi kegiatan vulkanisme Tersier Jawa bagian barat, sedang kerak Salah satu pulau yang memiliki gejala geologi yang patut untuk diteliti adalah pulau Jawa. Akibat pertemuan tiga lempeng tersebut mengakibatkan bentukan geologi yang sangat kompleks dengan dijumpainya banyaknya intrusi batuan beku,

sehingga menarik perhatian peneliti untuk menelitinya. Kondisi geologi pulau ini tergambarkan mulai dari morfologi, struktur geologi, ragam jenis batuan penyusun, sampai stratigrafinya.

Busur vulkanik Jawa merupakan bagian dari busur vulkanik Sunda-Banda yang membentang dari Sumatera hingga Banda, sepanjang 3.700 km yang dikenal banyak mengandung endapan bijih logam (Carlile & Mitchell, 1994). Batuan vulkanik hasil kegiatan gunungapi yang berumur Eosen hingga sekarang merupakan penyusun utama pulau Jawa. Terbentuknya jalur gunungapi ini merupakan hasil dinamika subduksi ke arah utara lempeng Samudera Indo-Australia ke Lempeng Benua Eurasia yang berlangsung sejak jaman Eosen (Katili, 1989). Kerak kontinen yang membentuk tepi benua aktif (active continent margin) mempengaruhi kegiatan vulkanisme Tersier Jawa bagian barat, sedang kerak samudera yang membentuk busur kepulauan (island arc) mempengaruhi kegiatan vulkanisme Tersier Jawa bagian timur (Carlile & Mitchell, 1994).

## **GEOLOGI DAERAH CAWET DAN SEKITARNYA**

### **Geomorfologi**

Di daerah penelitian terdapat tiga sungai utama yang mengalir dari tenggara ke barat laut, yaitu Sungai Polaga yang terletak paling barat daerah penelitian, Sungai Keruh terletak di tengah daerah penelitian, dan yang paling barat Sungai Genteng.

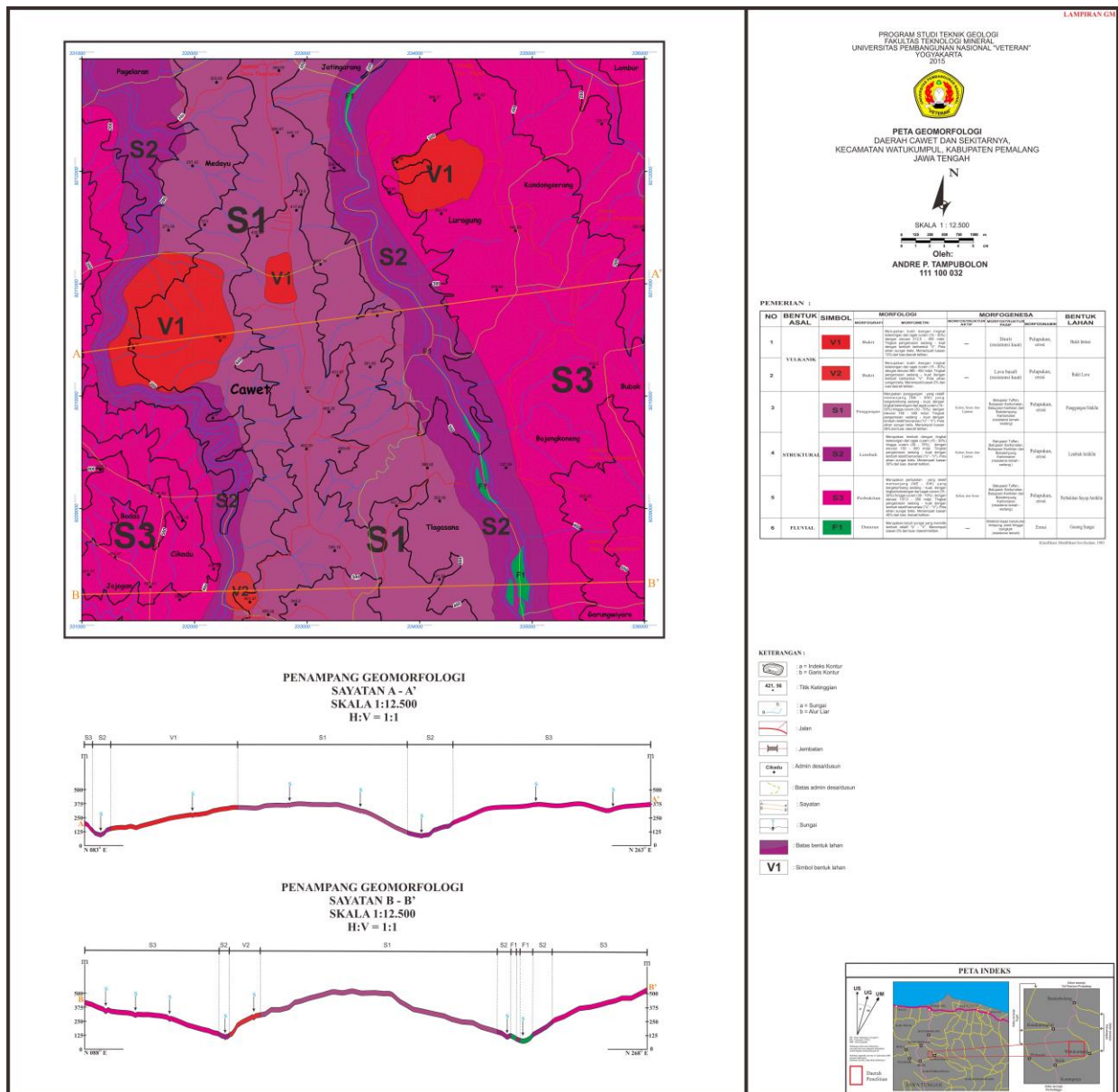
Menurut Howard, 1967, pola pengaliran adalah kumpulan jalur - jalur pengaliran hingga bagian terkecilnya pada batuan yang mengalami pelapukan atau tidak ditempati oleh sungai secara permanen. Berdasarkan hasil analisis peta topografi dan keadaan di lapangan yang mendasarkan pada bentuk dan arah aliran sungai, kemiringan lereng, kontrol litologi serta struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian maka penulis dapat membagi pola aliran yang ada pada daerah penelitian menjadi pola pengaliran trellis, berdasarkan klasifikasi A.D. Howard, 1967.

### **Stadia Geomorfologi dan Tahapan Erosi**

Penentuan tingkat stadia erosi dan geomorfologi daerah penelitian didasarkan pada hasil pengamatan lapangan yang meliputi bentuk lembah sungai, tingkat erosi, kondisi pelapukan batuan, pola geometri pemanjangan tubuh sungai, sudut kelerengan pada morfologi alam dan lain sebagainya. Semua aspek - aspek tersebut merupakan faktor utama dalam penentuan tingkat stadia geomorfik pada daerah penelitian. Dari hasil pengamatan secara langsung bagaimana kondisi di lapangan memperlihatkan bahwa tingkat erosi masih cukup dominan, hal tersebut diperkuat dengan kenampakan bentuk dari lembah sungai yang masih relatif membentuk "V" dan "U", dengan kelerengan morfologi/*slope* yang besar yang dianggap sebagai salah satu pengaruh adanya struktur geologi yang menjadikan terbentuk ekspresi kontur yang khas pada daerah penelitian. Dengan memperhatikan semua data-data yang ada, penulis mencoba menyimpulkan bahwa pada daerah penelitian termasuk kedalam tingkat stadia geomorfik dewasa.

Stadia geomorfik dewasa pada daerah penelitian dibuktikan dengan ada pembalikan topografi, berupa lembah antiklin dan punggung sinklin. Pembalikan topografi ini dipengaruhi oleh struktur geologi dan proses erosi. Secara umum bentang alam dikontrol oleh struktur, litologi, dan erosi, berdasarkan faktor-faktor tersebut dengan menggunakan klasifikasi Van Zuidam (1983) maka daerah penelitian ini dapat dibedakan menjadi tiga bentuk asal dan enam bentuk lahan (Gambar 1), yakni :

1. Bentuk asal vulkanik :
  - Bukit intrusi
  - Bukit lava
2. Bentuk asal struktural :
  - Punggungan sinklin
  - Lembah antiklin
  - Perbukitan sayap antiklin
3. Bentuk asal fluvial :
  - Gosong sungai



Gambar 1. Peta Geomorfologi Daerah Cawet dan Sekitarnya

### Stratigrafi Daerah Cawet dan Sekitarnya

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, analisis laboratorium, peta geologi (Lampiran PG) dan pertimbangan dari beberapa referensi, penulis membagi daerah penelitian menjadi enam satuan litostratigrafi tidak resmi dengan urutan dari tua ke muda sebagai berikut (Gambar 2) :

1. Satuan batulempung Rambatan
2. Satuan batupasir Halang
3. Satuan lava basalt
4. Satuan batulempung Halang
5. Satuan intrusi diorit
6. Satuan endapan aluvial

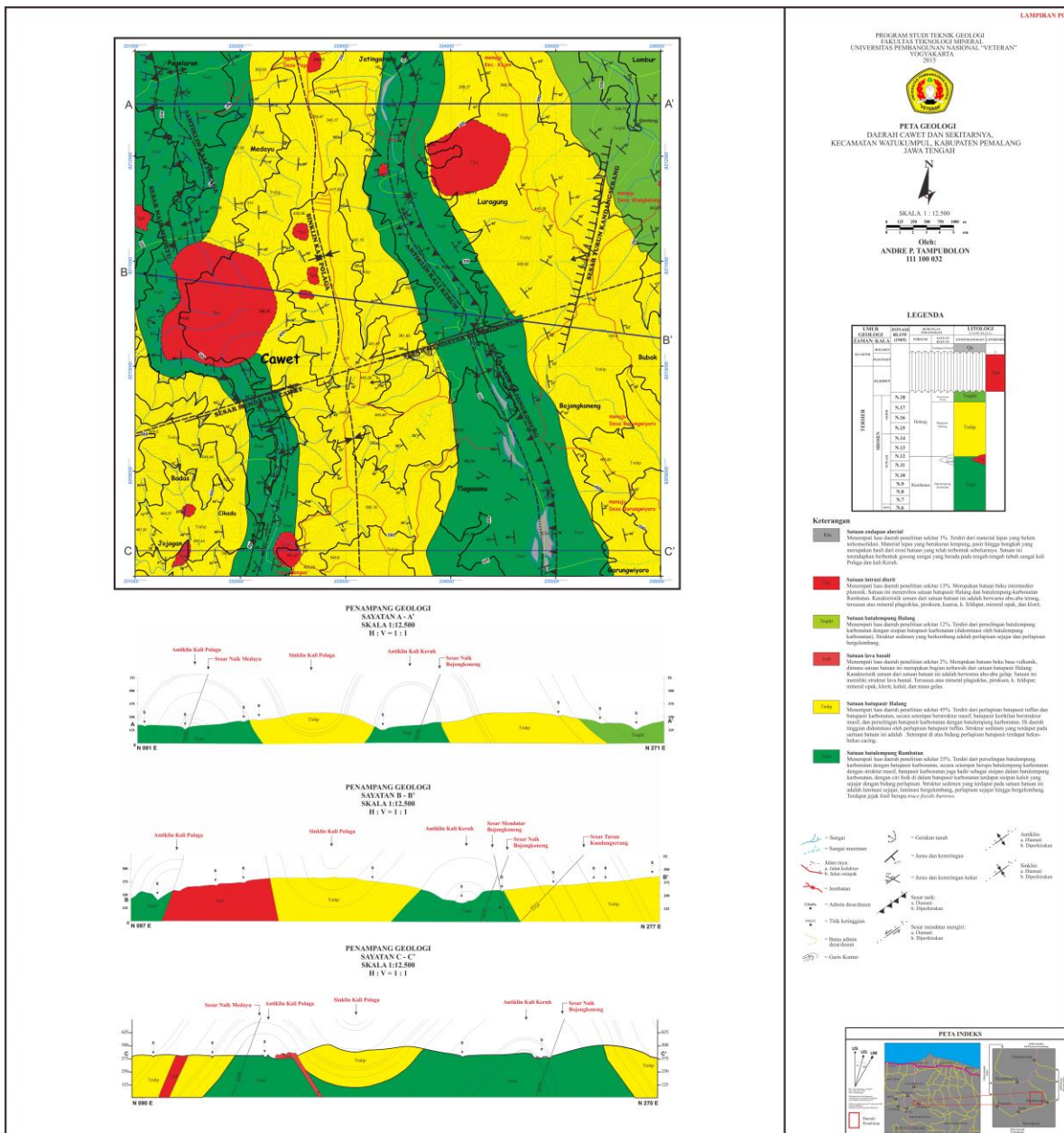
Hubungan stratigrafi antar satuan ditentukan berdasarkan posisi stratigrafi dan gejala-gejala stratigrafi yang dijumpai di lapangan. Kandungan fosil foraminifera digunakan untuk penentuan umur relatif dan lingkungan bathymetri pada satuan batupasir Halang dan satuan batulempung Rambatan, sedangkan pada satuan batuan lainnya mengacu pada peneliti terdahulu atau hasil interpretasi di lapangan. Tetapi terdapat kekurangan dari peneliti saat pengambilan sampel batuan untuk analisa fosil yang tidak sistematis (atas,tengah,bawah).

**Struktur Geologi Daerah Cawet**

Sruktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian berupa kekar, sesar naik, sesar mendatar, sesar turun, dan lipatan. Kekar-kekar pada umumnya berkembang baik pada satuan batulempung Rambatan dengan arah umum relatif Barat Timur.

Struktur geologi ini hasil dari tegasan utama yang relatif timurlaut-baratdaya. Tegasan utama ini juga menghasilkan sesar mendatar berarah hampir sama dengan tegasan utamanya, yang memotong sesar-sesar naik dan antiklin-sinklin, batupasir Halang, dan batulempung Rambatan.

Struktur geologi yang ada pada daerah penelitian dinamai berdasarkan lokasi yang menadi lokasi pengamatan dan pengambilan data-data yang dianggap lebih informatif. Adapun struktur geologi tersebut adalah Antiklin Pulaga, Antiklin Kali Keruh, Sinklin Pulaga, Sesar Naik Medayu, Sesar Naik Bojongkoneng, Sesar Mendatar Cawet, Sesar Mendatar Bojongkoneng, Sesar Turun Kandangserang.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Cawet dan Sekitarnya

## Sejarah Geologi

Sejarah geologi adalah suatu rentetan fenomena geologi yang terjadi pada suatu daerah secara regional dimana terjadi proses pembentukan suatu batuan dan pengaruh proses geologi lainnya yang terjadi dalam aspek ruang dan waktu. Berdasarkan data lapangan dan analisis laboratorium serta interpretasi, dapat ditarik suatu kesimpulan geologi yang menggambarkan runtutan sejarah geologi terjadi pada daerah penelitian.

Pada Kala Miosen Awal (N.6-N.11) terendapkan satuan batulempung Rambatan yang merupakan satuan batuan paling tua yang ditemukan pada daerah penelitian. Pengendapan satuan batuan ini termasuk dalam fase transgresi atau genang laut, dimana laju penurunan dasar cekungan lebih cepat daripada pasokan sedimen, sehingga material-material yang diendapkan berupa material-material halus. Dari hasil analisa foraminifera bentos maka didapatkan satuan batulempung Rambatan pada daerah penelitian diendapkan pada lingkungan neritik luar sampai neritik tengah (30-200m). Hal ini mengindikasikan bahwa pada daerah ini sistem pengendapan merupakan laut dangkal dengan mekanisme suspensi.

Kemudian pada Miosen Tengah sampai Pliosen (N.13-N.18) di atas satuan batulempung Rambatan terendapkan secara selaras satuan batupasir Halang. Pada satuan batupasir Halang bagian bawah diendapkan material berukuran lempung yang berselang-seling dengan material berukuran pasir yang kaya akan karbonat, semakin keatas didominasi material pasir yang kaya akan tuff. Pada satuan ini juga terbentuk batuan beku ekstrusif dengan litologi berupa basalt, dengan struktur lava bantal. Batuan beku ini terbentuk di lingkungan laut dalam, sehingga lava yang kontak dengan air laut membentuk struktur berupa *pillow* atau bantal dengan komposisi basalt. Dari hasil analisa foraminifera bentos, satuan batupasir Halang diendapkan pada lingkungan bathyal atas sampai bathyal tengah (200-1000m).

Hal ini mengindikasikan bahwa pengendapannya merupakan laut dalam. Fase yang berlangsung pada satuan ini adalah fase regresi atau susut laut, dimana laju penurunan dasar cekungan lebih lambat daripada pasokan sedimen yang cepat, sehingga materialnya berupa pasir hingga kerikil. Dan pada saat Miosen Tengah (N.18) diendapkan juga secara selaras satuan batulempung Halang. Diinterpretasikan satuan ini menunjukkan fase pengendapan yang sebelumnya regresi menuju ke fase transgresi, yang menunjukkan satuan ini didominasi oleh material lempung. Dan pada kala ini juga terjadi fase kompresi yang menyebabkan sedimen-sedimen yang berada di daerah penelitian mengalami pengangkatan, pelipatan dan pensesaran.

Peristiwa geologi yang terjadi berikutnya adalah munculnya batuan-batuan beku intrusif berupa diorit pada kala Pliosen. Penulis mengindikasikan intrusi-intrusi ini muncul akibat zona-zona lemah yang dihasilkan pelipatan dan pensesaran dari fase kompresi.

Kemudian diperkirakan pada kala Pliosen (N.19), pada fase inilah penulis mengidentifikasi tidak adanya keterjadian proses pengendapan material sedimen. Sehingga kondisi yang terjadi pada kala ini adalah proses erosi secara kontinyu. Hasil erosi inilah yang mempengaruhi pembalikan topografi pada daerah penelitian. Contohnya antiklin harusnya berupa tinggian, tetapi pada daerah penelitian antiklin sudah berupa bentuk negatif atau lembah.

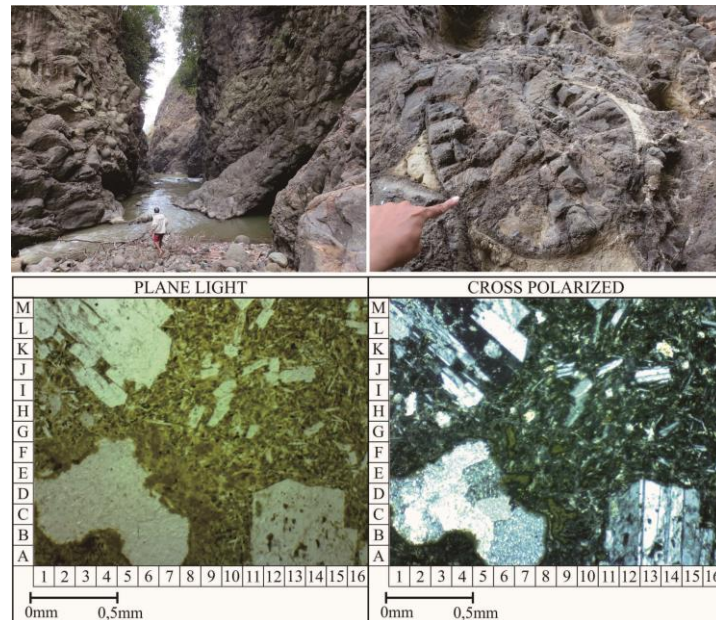
Selanjutnya pada kala Holosen-sekarang proses geologi yang terjadi berupa pelapukan, erosi, dan transportasi dari rombakan material-material batuan yang lebih tua berukuran lempung hingga bongkah, material ini biasanya dikenal dengan endapan aluvial.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN GEOKIMIA

### Hasil Analisis Petrografi

Pada daerah telitian terdapat dua jenis batuan beku yaitu batuan beku intermediet plutonik dan batuan beku basa vulkanik. Batuan beku intermediet plutonik tersingkap sebagai sebuah intrusi yang tersebar setempat di Desa Jojogan, Desa Cawet, Desa Luragung, dan Desa jatingarang. Sedangkan batuan beku basa vulkanik tersingkap sebagai sebuah lava berstruktur bantal (*pillow lava*) di daerah Cikadu. Sejumlah empat sampel batuan beku dari daerah penelitian dilakukan analisa petrografi.

Hasil analisis petrografi menunjukkan batuan diorit pada tiga sampel yaitu LP 18, LP 63, LP 77, dan batuan basalt pada sampel LP 51 (Gambar 3). Pada umumnya, secara mikroskopis batuan terlihat berwarna abu-abu, tidak berwarna, umumnya bertekstur ofitik, intersertal, hipidiomorfik, dengan mineral penyusun terdiri atas, plagioklas, piroksen, klorit, dan K feldspar, tersebar sebagai fenokris. Klorit hadir setempat dalam sayatan sebagai mineral sekunder produk penggantian mineral ferromagnesian. Masa dasar berupa gelas terdapat pada basalt. Plagioklas di dalam basalt memiliki komposisi An 32-60, dalam diorit An 36-49.



Gambar 3. Foto Singkapan Lava Basalt (LP 51) dan Foto Sayatan tipis

### Hasil Analisa Geokimia

Sampel batuan beku yang dianalisa geokimia XRF sama dengan sampel yang dianalisa petrografi, hal ini bertujuan untuk mengkorelasikan hasil analisa kedua data tersebut. Berikut hasil analisa geokimia (*major element*) (Tabel 1)

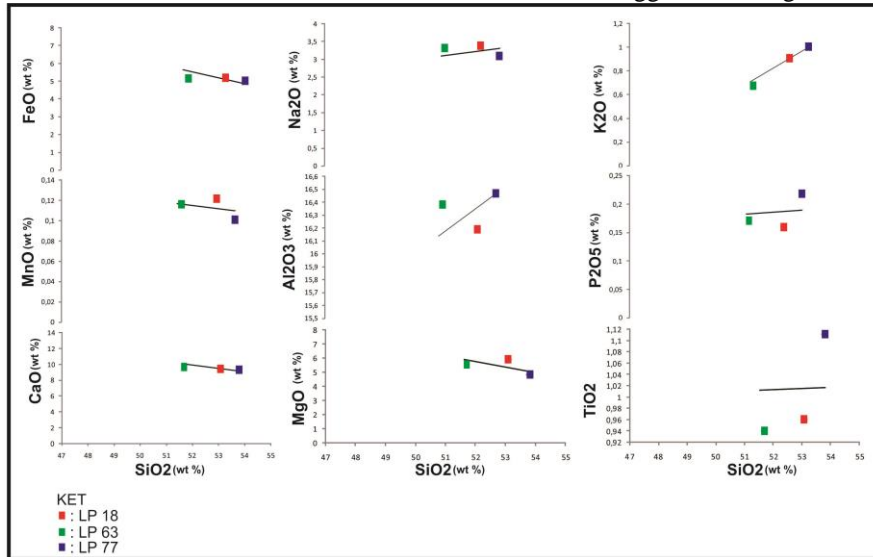
Tabel 1. Hasil Analisa Geokimia (*Major Element*)

Kode sampel Sample Senyawa	51 (Basalt)	18 (Diorit)	63 (Diorit)	77 (Diorit)
SiO <sub>2</sub> (%)	48,25	53,08	51,69	53,8
TiO <sub>2</sub> (%)	1,04	0,96	0,94	1,11
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	15,6	16,19	16,38	16,47
MgO (%)	7,3	5,89	5,55	4,8
CaO (%)	11,66	9,45	9,71	9,33
Na <sub>2</sub> O (%)	2,69	3,37	3,31	3,08
K <sub>2</sub> O (%)	0,28	0,91	0,68	1,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	0,18	0,16	0,17	0,22
MnO (%)	0,163157	0,158884	0,150189	0,170297
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	11,56	11,64	11,51	11,25

Berdasarkan klasifikasi batuan beku dari komposisi kimia SiO<sub>2</sub> maka hasil analisa petrografi sama dengan hasil analisa unsur kimia batuan. Dari hasil analisa petrografi sampel LP 51 didapatkan nama batuan basalt yang termasuk dalam klasifikasi batuan beku basa (SiO<sub>2</sub> 45-52%), sedangkan pada sampel yang lain didapatkan nama batuan diorit yang termasuk dalam klasifikasi batuan beku intermediet (SiO<sub>2</sub> 52-66%).

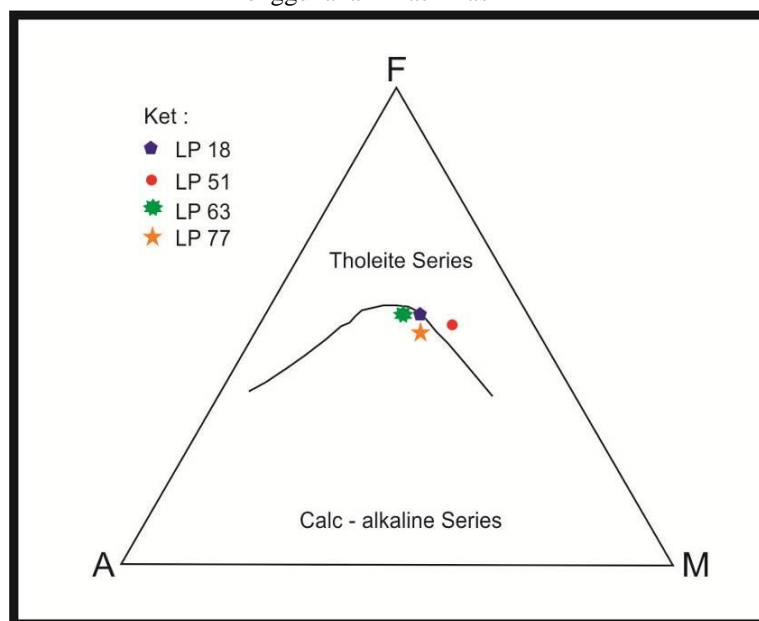
Diagram Harker yang mewakili intrusi diorit pada daerah penelitian menunjukkan korelasi negatif dengan kenaikan  $\text{SiO}_2$  terhadap  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ . Turunnya kandungan  $\text{CaO}$  dengan kenaikan  $\text{SiO}_2$  terkait dengan fraksinasi K-feldspar. Korelasi positif diperlihatkan pada senyawa  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , terhadap  $\text{SiO}_2$ . Kenaikan senyawa  $\text{Na}_2\text{O}$  terkait fraksinasi Na-plagioklas. Sedangkan pada  $\text{TiO}_2$ , dan  $\text{P}_2\text{O}_5$  relatif stabil. Fraksinasi K-feldspar dan Na-plagioklas mendukung hasil analisa petrografi yang mendapatkan plagioklas yang lebih dominan pada setiap sampel (Gambar 4).

Gambar 4. Hasil Analisa Intrusi Diorit Daerah Penelitian Menggunakan Diagram Harker



Secara spesifik dengan Klasifikasi AFM Irvine dan Barragar (1971) akan dibedakan antara calc-alkaline series dan tholeiitic series, dimana pada klasifikasi ini terdiri atas 3 senyawa yaitu  $A = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ,  $F = \text{Fe}_2\text{O}_3$ , dan  $M = \text{MgO}$ . Hasil plotting dari klasifikasi ini menghasilkan bahwa daerah penelitian mempunyai kandungan magmatik yang bersifat calc-alkaline pada sampel LP 18, LP 63, LP 77, sedangkan LP 51 bersifat tholeit (Gambar 5).

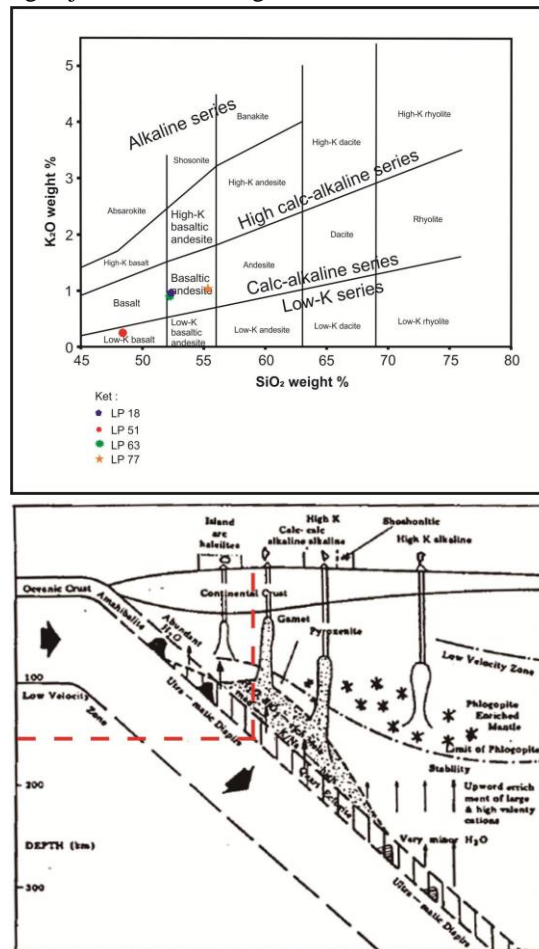
Gambar 5. Hasil Analisa Sampel LP 18, LP 63, LP 77, dan LP 51 Daerah Penelitian Menggunakan Klasifikasi AFM



Hubungan antara kedalaman jalur Benioff dengan kerabat batuan beku menurut Wthiford & Nicholls, 1976 dengan rumus  $D$  (kedalaman) =  $(397 - (5,26 \times \text{SiO}_2)) + (35,04 \times \text{K}_2\text{O})$ , didapatkan kedalaman jalur benioff 148,937-153,016 km di bawah permukaan air laut, dari penampang menunjukkan diorit pada daerah penelitian merupakan produk subduksi dengan lingkungan seri magma calc-alkaline (Gambar 6).

Dari hasil Normatif C.I.P.W menggunakan software *GCDkit*, pada setiap sampel diorit menunjukkan nilai persen indeks differensiasinya 52-62%, yang mengindikasikan magma terdifferensiasi sedang.

Gambar 6. Hubungan jalur Benioff dengan kerabat batuan beku di daerah penelitian



## KESIMPULAN

1. Berdasarkan aspek - aspek geomorfologi meliputi litologi, struktur geologi, morfologi yang berstadia dewasa dan pengamatan dilapangan maka disimpulkan bahwa pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi 6 bentuk lahan, yaitu: bukit intrusi (V1), bukit lava (V2), punggung sinklin (S1), lembah antiklin (S2), satuan perbukitan sayap antiklin (S3) dan satuan gosong sungai (F1), dengan jenis pola aliran dasar Trellis.
2. Berdasarkan ciri khas litologi, komposisi material penyusun serta umur, maka stratigrafi daerah penelitian dibagi menjadi 6 satuan litostratigrafi tidak resmi dengan urutan paling tua ke muda adalah Satuan batulempung Rambatan (Miosen Awal-Miosen Tengah), Satuan batupasir Halang (Miosen Tengah-Pliosen Awal), Satuan lava basalt (Miosen Tengah), Satuan batulempung Halang (Miosen Akhir-Pliosen Awal), Satuan Intrusi diorit (Pliosen), dan satuan endapan aluvial (Holosen).
3. Struktur geologi yang berkembang didaerah penelitian mempunyai tegasan utama relatif Barat-Timur yang terdiri dari Antiklin Pulaga Antiklin Kali Keruh, Sinklin Pulaga, Sesar Naik Medayu, Sesar Naik



- Bojongkoneng, Sesar Mendatar Cawet, Sesar Mendatar Bojongkoneng, Sesar Turun, Kandangserang, Kekar Pagelaran, Kekar Bojongkoneng.
4. Hasil analisa diagram Harker menunjukkan korelasi negatif dengan kenaikan  $\text{SiO}_2$  terhadap  $\text{FeO}$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ . Turunnya kandungan  $\text{CaO}$  dengan kenaikan  $\text{SiO}_2$  terkait dengan fraksinasi K-feldspar. Korelasi positif diperlihatkan pada senyawa  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , terhadap  $\text{SiO}_2$ . Kenaikan senyawa  $\text{Na}_2\text{O}$  terkait fraksinasi Na-plagioklas. Sedangkan pada  $\text{TiO}_2$ , dan  $\text{P}_2\text{O}_5$  relatif stabil.
  5. Berdasarkan klasifikasi Irvine dan Barragar (1971) didapatkan bahwa daerah penelitian mempunyai kandungan magmatik yang bersifat calc-alkaline pada sampel LP 18, LP 63, LP 77, sedangkan LP 51 bersifat tholeit.
  6. Hasil analisa dari diagram  $\text{K}_2\text{O}$  vs  $\text{SiO}_2$  menurut Peccerillo & Taylor (1976) didapatkan jenis batuan low-K basalt pada sampel LP 51, dan basalt andesite pada sampel LP 18, sampel LP 63, dan sampel LP 77.
  7. Hubungan antara kedalaman jalur Benioff dengan kerabat batuan gunungapi menurut Wthiford & Nicholls (1976) dengan rumus  $D$  (kedalaman) =  $(397 - (5,26 \times \text{SiO}_2)) + (35,04 \times \text{K}_2\text{O})$ , didapatkan kedalaman jalur benioff 148,937-153,016 km di bawah permukaan laut.
  8. Dari hasil normatif C.I.P.W sampel menunjukkan nilai persen indeks differensiasinya 52-62%, yang mengindikasikan magma terdifferensiasi sedang. Berarti saat pembekuan magma sudah tidak homogen.
  9. Potensi geologi positif yang ada pada daerah penelitian adalah pemanfaatan sumberdaya geologi berupa diorit dan basalt dengan cadangan yang cukup banyak yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Sedangkan potensi geologi negatif adalah gerakan tanah atau longsor.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Blow, W.H., 1969, *The Cenozoic Globigerinida, A Study of The Morphology, Taxonomy Evolutionary Relationships and The Stratigraphical Distribution of Some Globigerinida*. E.J. Brill Ed, Leiden, Netherlands.
- Carlile, J.C and Mitchell, A.H.G., 1994, *Magmatic arcs and associated gold and copper mineralization in Indonesia*, *Journal of Geochemical Exploration, Amsterdam*, vol. 50, hal. 92-142.
- Condon, W.H., Paryanto, L., Ketner, K.B., Amin, T.C., Gafoer, S., dan Samodra, H., 1996, Peta Geologi Lembar Banjarnegara-Pekalongan, skala 1:100.000, Pusat penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Djuri, H., Samodra, H., Amin, T.C., dan Gafoer, S., 1996, Peta Geologi skala 1 : 100.000 Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Djuri, M., 1975, Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, Jawa, skala 1:100.000. Direktorat Geologi, Bandung.
- Girard, J. E., 2010, *Principles of Environmental Chemistry*, second edition, Jones and Bartlett Publishers, Sudbury, Massachusetts, 687 pages.
- Harker, A., 1909, *The natural history of igneous rocks*. New York Macmillan.
- Howard, A. D., 1967, *Drainage analysis in Geologic Interpretation: A Summation*, *AAPG Bulletin*, vol. 51, hal. 2246-2259.
- Hutchison, C. S., 1975, *Correlations of Indonesian active volcanic geochemistry with benioff zone depth*. *Geol. Mijnbouw* 54, 157-168.
- Irvine, T. N. & Baragar, W. R. A., 1971, *A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks*. *Canadian Journal of Earth Sciences* 8, hal. 523-548.
- Kartanegara, L., Uneputty, H., dan Asikin, S., 1987, Tatanan Stratigrafi dan Posisi Tektonik Cekungan Jawa Tengah Utara Selama Jaman Tersier, PIT IAGI ke-16, Bandung.
- Katili, J.A., 1989, Geologi Indonesia, Majalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Vol. 60 Tahun, Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Marks, P., 1957, *Stratigraphic Lexicon of Indonesia*, Publikasi Keilmuan no. 3, Seri Geologi, Pusat Jawatan Geologi, Bandung.
- Peccerillo, A. & Taylor, S. R., 1976, *Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, Northern Turkey*. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 58, hal. 63-81.
- Ratman, N. Dan Robinson, G., 1996, *The geology from Gunung Slamet to the Dieng Plateau, Central Java*. *Bulletin of the GRDC*, Bandung 20, 1-34.
- Sandi Stratigrafi Indonesia 1996 : Sandi Stratigrafi Indonesia, dipublikasikan oleh Ikatan Ahli Geologi Indonesia.
- Soeria, A., R., Suparka, M. E., Yuwono, Y. S., Maury, R.C., 1991, *Quaternary calc-alkaline Volcanism in Java with special reference to Dieng and Papandayan-Galunggung Complex*, Proceeding of International Conference on Volcanology and Geothermal Energy, penerbit ITB, Bandung.

- Thorpe, R. S., P. W. Francis, M. Hamill & M. C. W. Baker, 1982, *The Andes. In Andesites: orogenic andesites and related rocks*, R. S. Thorpe (ed.) 187-205. Chicester Wiley.
- Van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*, The Hague.
- Van Zuidam, R. A., 1983, *Guide to Geomorphological Aerial Photographic Interpretation and Mapping*, ITC, Enschede, The Netherlands.
- Whitford D. J. And Nicholls I. A., 1976, *Potassium variation in lavas across the Sunda Arc in Java and Bali. In Volcanism in Australasia* (ed. R. W. Johnson), pp. 63-75. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- William, H., Turner, F.J., Gilbert, M., 182, *Petrography and Introduction to The Study of Rock in Thin Section*, W.H. Freeman and CO., San Fransisco.
- Wilson, 1989, *Igneous Petrogenesis*. London: Unwin Hyman.