

GEOLOGI DAERAH ALASOMBO DAN SEKITARNYA KECAMATAN WERU, KABUPATEN SUKOHARJO, PROVINSI JAWA TENGAH

oleh
Dyah Rachma Adiningtyas¹⁾, Akhmad Syafuan²⁾, Solihin³⁾

ABSTRAK

Pemetaan geologi berada di Daerah Alasombo dan sekitarnya, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, yang berada pada koordinat 110°46'0"BT - 110°49'30"BT dan 7°46'0"LS - 7°48'30"LS, dengan Luas daerah penelitian 49 km². Geomorfologi di daerah penelitian dibagi menjadi dua satuan yaitu: Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipatan Patahan dan Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial. Pola aliran sungai yang berkembang yaitu dendritik. Tatanan Stratigrafi dari yang tertua hingga termuda daerah penelitian yaitu, Satuan Batuan Breksi sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian (Formasi Mandalika) yang berumur Miosen Awal diendapkan pada lingkungan darat, kemudian di atasnya secara tidak selaras diendapkan Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung (Formasi Wonosari) yang berumur Miosen Tengah (N12-N13) dengan lingkungan pengendapan laut dangkal. Kemudian berada di atasnya secara tidak selaras yang dibatasi oleh bidang erosi yaitu Satuan Endapan Aluvial. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa kekar Tarik, kekar gerus, struktur lipatan berupa Sinklin Alasombo, dan struktur patahan yang dijumpai adalah Sesar Naik Kamal dan Sesar Mendatar Pungdungrejo. Pembentukan struktur geologi di daerah penelitian terjadi dalam satu periode tektonik, yaitu dimulai pada Kala Miosen Tengah.

Kata Kunci : *geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, geologi sukoharjo, geologi weru, jawa tengah*

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara tektonik, Zona Pegunungan Selatan Jawa merupakan Busur Magmatik yang terbentuk dari hasil kegiatan penunjaman Lempeng Hindia-Australia dan Lempeng Asia pada Kala Oligosen Akhir - Miosen Awal. Busur magmatik ini membentang dari barat hingga ke timur sepanjang Pulau Jawa (Katili, 1975).

Adapun tatanan batuan Peta Geologi lembar Surakarta - Giritronto dengan skala 1 : 100.000 oleh Surono, Toha, dan Sudarno (1992) dari yang tertua hingga termuda adalah: Formasi Kebo-Butak, Formasi Mandalika, Formasi Semilir, Formasi Nglangrang, Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, Formasi Wonosari, Formasi Kepek dan Endapan Aluvium.

Pola struktur geologi Pulau Jawa umumnya dipengaruhi oleh 3 (tiga) pola struktur, yaitu; (1). Pola struktur berarah timurlaut-baratdaya yang disebut Pola

Meratus; (2). Pola struktur arah utara-selatan atau Pola Sunda; (3). Pola Struktur berarah barat-timur atau Pola Jawa.

Hal ini yang menjadi latar belakang mengapa penelitian geologi di Desa Alasombo dan sekitarnya, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah dilakukan dan dipilih sebagai lokasi penelitian geologi.

1.1 Maksud dan Tujuan

Maksud dilakukannya penelitian yaitu untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan Sarjana Strata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.

Tujuan dari dilakukannya penelitian adalah untuk mengetahui dan memberikan gambaran mengenai kondisi geologi pada daerah penelitian yang meliputi; geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan sejarah geologi daerah penelitian serta mengetahui paleoekologi daerah penelitian Formasi Wonosari.

1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara geografis daerah penelitian terletak pada $110^{\circ}46'0''\text{BT}$ - $110^{\circ}49'30''\text{BT}$ dan $7^{\circ}46'0''\text{LS}$ - $7^{\circ}48'30''\text{LS}$. Luas daerah penelitian kurang lebih 7×7 km dengan luas 4900 ha. Lokasi daerah penelitian termasuk kedalam Peta Geologi Regional Lembar Surakarta dan Giritontro dengan skala 1:100.000 (Suroño, B. Toha, dan I. Sudarno. 1992) dan Peta Rupabumi Indonesia terbitan Bakosurtanal lembar Manyaran 1408 – 323 dengan skala 1:25.000. Secara Administrasi lokasi penelitian berada di Desa Alasombo dan sekitarnya, Kecamatan Weru, Kabupaten Sukoharjo Provinsi Jawa Tengah. Untuk mencapai daerah penelitian dapat dicapai selama 13 jam dengan menggunakan kendaraan bus dan kendaraan roda empat.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Pengamatan

1.3 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 5 bulan, dimulai pada bulan September - Februari 2019, mencakup studi pustaka, pengambilan data lapangan berupa pemetaan geologi di daerah Alasombo dan sekitarnya, dilanjutkan analisa laboratorium dan analisa studio. Setelah menyelesaikan proses penelitian maka dilaksanakan seminar hasil penelitian yang dilaksanakan pada bulan November 2019 dan dilanjutkan dengan penyusunan laporan hingga bulan Desember 2019.

1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam melakukan penelitian adalah pemetaan geologi permukaan dan analisis laboratorium, dibagi atas beberapa tahapan yaitu:

1.5.1 Tahap Persiapan

Hal-hal yang perlu dilakukan pada tahapan ini adalah Studi literatur daerah penelitian, analisis Peta Geologi Regional Lembar Surakarta dan Giritontro dengan skala 1:100.000. Dan

analisis Rupabumi Indonesia Lembar Manyaran 1408 – 323 dengan skala 1:25.000.

1.5.2 Tahap Pengambilan Data Lapangan

Tahapan ini dilakukan pada bulan September 2018 selama 14 hari. Tahapan ini merupakan hal yang mutlak untuk dilakukan dalam suatu pemetaan lapangan, yaitu mencakup plotting lokasi pengamatan pada peta, observasi singkapan, pengukuran unsur-unsur struktur geologi, pengambilan conto batuan untuk analisis laboratorium dan pengambilan foto-foto sebagai bukti pendukung dalam penyusunan laporan.

1.5.3 Tahap Pengolahan dan Analisis Data Lapangan

Tahapan ini merupakan kelanjutan dari penelitian lapangan yang telah dilakukan sebelumnya. Hal-hal yang dilakukan dalam tahapan ini adalah : pembuatan peta-peta, berupa peta lintasan, peta geologi, peta geomorfologi, penampang geologi dan penampang geomorfologi, analisa peta topografi, analisis stratigrafi, analisis struktur geologi, dan analisis laboratorium petrografi dan mikropaleontologi.

1.5.4 Tahap Penyusunan Laporan

Tahapan penyusunan laporan merupakan tahap akhir dari metode penelitian ini yang dilakukan guna menyusun keseluruhan informasi dari hasil kegiatan penelitian secara tertulis yang merupakan kesimpulan dari hasil penelitian.

1.6 Data Lapangan

Data lapangan merupakan data yang diperoleh dari pemetaan selama di lapangan. Lokasi pengamatan singkapan batuan yang terdapat di daerah penelitian berjumlah 84 lokasi pengamatan yang tersebar di beberapa wilayah, yaitu: Kali Sirahan, Kali Langkap, Kali Lomanis, Kali Antasaji, Kali Sanggang dan Anak Sungai Oyo

Batuan yang tersebar di daerah penelitian terdiri atas Breksi, Tuf, Lava Andesit, Batupasir, Batugamping dan batulempung. Pengambilan sempel batuan di daerah penelitian meliputi dua jenis sempel, yaitu sempel untuk analisa petrografi dan analisa mikropaleontologi.

II. GEOLOGI UMUM

2.1 Fisiografi Regional

Berdasarkan bentuk fisiografinya Jawa Tengah menurut van Bemmelen (1949) dibagi menjadi 6 zona fisiografi, yaitu: Zona Dataran

Aluvial Utara Jawa, Zona Antiklinorium Bogor, Serayu Utara dan Kendeng, Zona Pegunungan Serayu Selatan, Zona Depresi Jawa Tengah, Zona Pegunungan Selatan dan Zona Gunung Apikuarter.

2.2 Geomorfologi Daerah Penelitian

Pengelompokan satuan-satuan geomorfologi yang ada di daerah penelitian berdasarkan pada prinsip-prinsip dasar geomorfologi sebagaimana yang dikemukakan oleh Davis (1954) dalam Lobeck (1939) yaitu bahwasanya bentuk-bentuk bentangalam yang ada di permukaan bumi dipengaruhi oleh aspek struktur, proses dan tahapan.

Dengan mengacu pada prinsip dasar tersebut maka geomorfologi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) satuan geomorfologi, yaitu : Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipat Patahan dan Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial.

2.2.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipat Patahan

Genetika satuan geomorfologi perbukitan lipat patahan yang terdapat di daerah penelitian dikontrol oleh struktur geologi berupa lipatan dan patahan. Satuan geomorfologi di daerah penelitian ini berbentuk perbukitan perbukitan yang memanjang barat-laut-tenggara berbentuk penjarangan punggung bukit dan lembah yang ditempati oleh satuan batuan breksi, lava andesit, tuf dan batupasir Formasi Mandalika dan satuan batuan batugamping selang-seling batupasir sisipan batulempung Formasi Wonosari. Morfometri satuan ini berada pada ketinggian 112,5-387,5 mdpl, dengan kemiringan lereng 7° - 30° . Penyebaran satuan ini di daerah penelitian mencakup 90% dari luas daerah penelitian. Proses-proses eksogen yang teramati berupa pelapukan, erosi dan sedimentasi. Pelapukan yang teramati berupa tanah yang merupakan hasil dari pelapukan batuan, dengan ketebalan tanah berkisar 20 cm – 60 cm. Hasil proses erosi/denudasi di daerah penelitian membentuk lembah-lembah pada satuan geomorfologi ini serta erosi alur dengan lebar 20-50 cm.

Jentera geomorfik satuan geomorfologi perbukitan lipat patahan ini adalah berada pada stadia dewasa. Hal ini didasarkan pada bentuk bentangalamnya yang sudah

mengalami perubahan dari bentuk asalnya menjadi perbukitan bergelombang.



Foto 2.1 Morfologi perbukitan lipat patahan memperlihatkan bentuk pegunungan bergelombang yang memanjang



Foto 2.2 Foto Gawir sesar sebagai ciri kelurusan bentangalam akibat pensesaran.

2.2.2 Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial

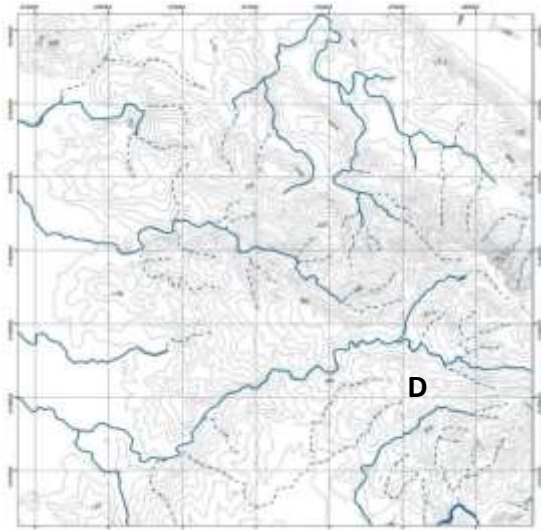
Satuan geomorfologi dataran aluvial ini terbentuk sebagai hasil pengendapan sungai yang berbentuk morfologi dataran banjir yang tersusun oleh material-material lepas berukuran pasir, krikil, kerakal dan berangkal. Satuan geomorfologi ini tersebar memanjang utara - selatan pada bagian barat daerah penelitian dan menempati sekitar 10% dari seluruh daerah penelitian. Satuan batuan ini dicirikan oleh bentangalam berupa dataran dengan ketinggian 100 mdpl, dengan kemiringan lereng berkisar 0° - 5° .

Jentera geomorfik satuan geomorfologi dataran aluvial ini berada pada tahap muda. Hal ini dikarenakan proses pelapukan, erosi dan pengendapan masih berlangsung hingga sekarang.

2.3 Pola Airan sungai

Pembentukan pola aliran sungai sangat dipengaruhi oleh faktor geologi seperti struktur geologi, kekerasan batuan, sudut lereng, sejarah geologi serta topografi daerah tersebut. Berdasarkan hasil analisa peta topografi dan pengamatan lapangan terhadap pola aliran sungai yang ada di daerah

penelitian dapat disimpulkan bahwa pola aliran dikontrol oleh litologi batuan yang homogen. Pola aliran sungai yang berkembang di daerah penelitian umumnya adalah pola aliran dendritik. Di daerah penelitian pola aliran dendritik berada pada bagian selatan daerah penelitian, dijumpai di Kali Antasaji dan anak sungai Kali Oyo.



Gambar 2.2 Peta pola aliran sungai dendritik pada daerah penelitian

2.4 Stadia Erosi Sungai

Berdasarkan dari pengamatan di lapangan serta pengamatan peta topografi, maka tahapan erosi sungai yang terjadi di daerah penelitian secara umum berada pada tahapan muda dan tahap dewasa. Stadia erosi sungai dewasa lebih dominan dibandingkan stadia erosi sungai muda.

2.4.1 Stadia Erosi Sungai Muda

Stadia erosi sungai muda dicirikan dengan aktivitas aliran sungai yang mengerosi kearah vertikal. Aliran sungai yang menempati seluruh lantai dasar suatu lembah. Umumnya profil lembahnya membentuk seperti huruf "V" dengan penyempitan ke arah hulu, arus sungai yang relatif cepat mendominasi pada tahapan ini dan bentuk sungai masih relatif lurus. Pada tahap ini proses sedimentasi relatif jarang atau sampai tidak ada.



Foto 2.3 Stadia erosi sungai muda. Foto diambil di Kali Antasaji (AS 2)

2.4.2 Stadia Erosi Sungai Dewasa

Stadia erosi sungai muda dicirikan dengan aktivitas aliran sungainya memperlihatkan keseimbangan antara laju erosi vertikal dan erosi lateral. Profil sungainya sudah mulai berubah dari "V" kebentuk "U".



Foto 2.4 Stadia erosi sungai dewasa diambil di Kali Antasaji (AS 18)

III. STRATIGRAFI

3.1 Stratigrafi Regional

Dari hasil penelitian terdahulu yang tercantum pada Peta Geologi lembar Surakarta - Giritronto dengan skala 1:100.000 oleh Surono, Toha, dan Sudarmo (1992), stratigrafi regional di daerah penelitian yaitu, Formasi Kebo-Buntak, Formasi Mandalika, Formasi Semilir, Formasi Ngelanggran, Formasi Sambipitu, Formasi Oyo, Formasi Wonosari, Formasi Kepek dan Aluvium.

Tabel 3.1 Kolom Stratigrafi Regional Daerah Penelitian (Surono 1992)

Zaman	Umur		Nama dik. (1992)	Ciri Litologi	
	Kala				
KUARTER	HOLOSEN		ALUVIUM	Aluvial : Lempung, pasir, lemp. pasir, krak. krakal, bongkai	
	PLISTOSEN			Kepek : Napal, batugamping berlipis	
	PLIOSEN			Warosari : Batugamping, batugamping tufas, batupasir, batulanau Oyo : Napal tufas, tuf andesit, batugamping konglomeratan	
TERSER	MIOSEN	AKHIR	ALBUK	Sambipatu : Batupasir, batulanau Nglagaran : Breksi ganggang, aglomerat, lava andesit-basalt, tuf	
			TENGAH	DAVO	Serelle : Tuf, breksi batugamping, batupasir tufas, serpih
				AWAL	Mandala : Lava andesit-dasit, tuf dasit, breksi, batupasir
					Kebobrokak atas : periselingan batupasir, Dasit tercampur dan lapisan tuf tipis, Batupasir, batulanau, serpih, tuf, aglomerat
		OLIGOSEN			

3.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan, pengukuran serta ciri-ciri litologi batuan yang tersingkap di lapangan, maka satuan batuan di daerah penelitian dibedakan menjadi 3 (tiga) satuan batuan, dimulai dari yang tua ke muda yaitu:

- Satuan Batuan Breksi sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian
- Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung
- Satuan Endapan Aluvial

Tabel 3.2 Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian

Zaman	Umur		Zonasi Ilm.	Simbol Satuan	Satuan Batuan	Lingkungan Pengendapan
	Kala					
KUARTER	HOLOSEN				Satuan Endapan Aluvial	Dasit
	PLISTOSEN					
	PLIOSEN					
TERSER	MIOSEN	AKHIR	N20			
			N19			
			N18			
			N17			
			N16			
		N15				
		N14				
		N13				
		N12				
		N11				
		N10				
		N9				
		N8				
		N7				
		N6				
N5						
N4						
N3						
OLIGOSEN						
					Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung	Laut dangkal
					Satuan Batuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian	Dasit

3.2.1 Satuan Batuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian

3.2.1.1 Penamaan

Penamaan satuan ini didasarkan atas litologi yang ditemukan di daerah penelitian yaitu breksi sebagai batuan yang

mendominasi serta lava, batupasir breksian dan tuf yang hadir sebagai sisipan.

3.2.1.2 Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini tersebar mendominasi daerah penelitian dan menempati sekitar 75% dari luas daerah penelitian. Satuan ini tersingkap baik di Kali Antasaji, Kali Songo dan Kali Lomanis. Ketebalan yang diperoleh berdasarkan pengukuran penampang geologi adalah ± 750 m.

3.2.1.3 Ciri Litologi

Satuan Batuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian di daerah penelitian pada umumnya tersingkap dalam kondisi segar sampai lapuk. Pada bagian bawah satuan ini tersusun oleh breksi polimik dengan ukuran fragmen 5 cm – 1 m, lava andesit dan batupasir breksian. Pada bagian atas satuan ini didominasi oleh breksi polimik dengan ukuran fragmen 2 cm – 10 cm, dan di beberapa lokasi ditemukan batupasir breksian, tuf dan lava andesit. Dengan kontak antar litologi didominasi oleh kontak berangsur.

Breksi pada satuan ini tersebar dominan di daerah Alasombo dan Pundusari serta memiliki ciri berwarna abu-abu kehitaman, fragmen polimik berupa batu beku, berukuran fragmen krakal - bongkah, bentuk menyudut tanggung-menyudut, terpilah buruk, kemas tertutup, masa dasar pasir: ukuran butir pasir sedang – pasir kasar, bentuk butir menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, sementasi silika.

Berdasarkan hasil analisa petrografi yang diambil di lokasi pengamatan LK 14 pada 2 sempel fragmen pada breksi satuan ini. Dari hasil deskripsi petrografi menunjukkan bahwa fragmen pertama pada breksi tersebut adalah Andesit (*William 1954*) dan pada fragmen kedua adalah Dasit (*William 1954*) (Lihat Lampiran 1 Analisa Petrografi)



Foto 3.1 Foto singkapan breksi Polimik **a)** singkapan breksi dari jarak jauh **b)** singkapan breksi dengan skala palu geologi.

Lava pada satuan ini tersebar beberapa di daerah Alasombo dan Pundungrejo serta memiliki ciri warna abu-abu, derajat kristalisasi hipokristalin, afanitik, subhedral, inequigranular, komposisi mineral terdiri dari plagioklas, kuarsa, hornblend. Berdasarkan hasil analisa petrografi yang diambil di lokasi pengamatan SG 6 menunjukan bahwa batuan tersebut adalah Andesit (*Wiliam 1954*).



Foto 3.2 Foto singkapan lava andesit diatas **a)** singkapan lava dari jarak jauh **b)** singkapan lava dari jarak dekat.

Tuf pada satuan ini tersebar beberapa di daerah Alasombo serta memiliki ciri warna putih kecoklatan, ukuran halus, bentuk subhedral, terpilah baik, kemas tertutup, komposisi mineral terdiri dari gelas dan plagioklas. Berdasarkan hasil analisa petrografi yang diambil di lokasi pengamatan di AS menunjukan nama batuan tersebut adalah Tuf Kristal (*Pettijhon, 1958*).



Foto 3.3 Foto singkapan tuf **a)** singkapan tuf dari jarak jauh **b)** singkapan tuf dari jarak dekat

Batupasir breksian pada satuan ini tersebar dominan di daerah Pundungrejo dan Punduhari serta memiliki ciri warna coklat, ukuran pasir sedang-kasar, bentuk membundar sampai membundar tanggung, terpilah sedang-buruk, kemas terbuka, sementasi silika, komposisi mineral berupa kuarsa, plagioklas dan lithik, fragmen berupa batuan beku, bentuk menyudut–menyudut tanggung, ukuran krakal sampai bongkah. Berdasarkan hasil analisa petrografi yang diambil di lokasi pengamatan AS 12 menunjukkan bahwa nama batuan tersebut adalah Batupasir *Chiefly Volcanic* Tufaan (Gilbert, 1953).

a.



b.



c.



Foto 3.4 **a)** singkapan batupasir breksian dari jarak jauh **b)** fragmen pada batupasir breksian dari jarak dekat **c)** singkapan batupasir breksian dari jarak dekat.

3.2.1.4 Umur Satuan

Penentuan umur pada satuan batuan ini ditentukan berdasarkan hukum superposisi

serta merujuk pada hasil penelitian terdahulu. Berdasarkan data lapangan dan dari hasil penampang geologi diketahui bahwa satuan batuan ini berumur lebih tua dari satuan batuan batugamping selang-seling batupasir sisipan Batulempung di atasnya yang berumur Miosen Tengah bagian akhir (N12–N13), maka satuan batuan ini berumur lebih tua dari Miosen Tengah. Dari ciri-ciri litologinya satuan ini dapat dibandingkan dengan Formasi Mandalika, sedangkan menurut penelitian terdahulu Surono, Toha dan Sudarno (1992) menasabahkan bahwa Formasi Mandalika sebanding dengan bagian tengah dan atas Formasi Kebo-Buntak yang berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal bagian awal.

3.2.1.5 Lingkungan Pengendapan

Pada satuan batuan ini tidak ditemukan fosil sehingga penentuan lingkungan pengendapan satuan ini didasarkan pada penelitian terdahulu dan ciri fisik litologi yang dapat diamati baik dari data lapangan. Secara ciri fisik satuan batuan ini tersusun dari breksi, lava andesit, tuf dan batupasir yang non karbonatan yang merupakan batuan hasil aktifitas gunungapi darat. Menurut penelitian terdahulu Surono, Toha dan Sudarno (1992) menyebutkan bahwa Formasi Mandalika ini memiliki lingkungan pengendapan di darat yang berangsur menjadi laut ke arah timur pacitan. Dan menurut Penelitian H. G Hartono dan S. Bronto (2009) bahwa Formasi Mandalika yang berada di daerah Bulu, Sukoharjo berada pada lingkungan laut dangkal atau daerah pasang surut dan berada dekat dengan sumber erupsi.

3.2.1.6 Hubungan Stratigrafi

Kedudukan satuan batuan ini merupakan satuan batuan tertua. Dimana hubungan satuan ini dengan satuan batuan yang dibawahnya tidak diketahui, serta hubungan satuan batuan ini dengan satuan batuan di atasnya yaitu satuan batugamping selang-seling batupasir sisipan batulempung adalah ketidakselarasan menyudut.

3.2.1.7 Kesebandingan Stratigrafi

Berdasarkan ciri litologi satuan batuan ini dapat dibandingkan dengan Formasi Mandalika yang ciri utamanya berupa breksi, lava andesit, tuf dan batupasir tufaan (Surono,

Toha, dan Sudarno 1992). Sehingga dapat disimpulkan bahwa satuan batuan ini sebanding dengan Formasi Mandalika.

3.2.2 Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung

3.2.2.1 Penamaan

Penamaan satuan ini didasarkan atas litologi yang ditemukan di daerah penelitian yaitu batugamping selang-seling batupasir sisipan batulempung yang mendominasi di daerah penelitian.

3.2.2.2 Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini tersebar mendominasi daerah penelitian dan menempati sekitar 15% dari luas daerah penelitian, pada peta geologi diwakili dengan warna biru. Satuan ini tersingkap baik di Kali Antasaji, dan Kali Sanggang. Ketebalan yang diperoleh berdasarkan pengukuran penampang geologi adalah ± 250 m.

3.2.2.3 Ciri Litologi

Satuan batuan batugamping selang-seling batupasir sisipan batulempung di daerah penelitian pada umumnya tersingkap dalam kondisi segar sampai lapuk dan memiliki kedudukan umum yang hampir datar. Pada bagian bawah satuan ini disusun oleh batuan batugamping dengan ketebalan berkisar 20 cm – 50 m selang-seling batupasir dengan ketebalan berkisar 10 cm – 35 cm dan sisipan batulempung dengan ketebalan 10 cm – 20 cm. Pada bagian atas satuan ini didominasi oleh batugamping dengan ketebalan berkisar 20 cm – 1 m, batupasir dengan ketebalan berkisar 10 cm – 20 cm dan sisipan batulempung dengan ketebalan 5 cm.

Batugamping pada satuan ini tersebar dominan di daerah Jatingarang, Pundungrejo dan Lorog serta memiliki ciri warna abu-abu kecoklatan, komposisi utama bioklastik, ukuran pasir sedang, membundar tanggung, kemas tertutup, terpilah baik, karbonat. Berdasarkan hasil analisa petrografi yang diambil di lokasi pengamatan di AS 25 menunjukkan bahwa nama batuan tersebut adalah Batugamping Wackestone (Dunham, 1962).

a.



b.



Foto 3.5 Foto batugamping pada singkapan batugamping selang-seling batupasir **a)** singkapan batugamping jarak jauh **b)** singkapan batugamping dari jarak dekat

Batupasir pada satuan ini tersebar dominan di daerah Pundungrejo dan Lorog serta memiliki ciri warna coklat, ukuran pasir sedang-kasar, bentuk membundar sampai membundar tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, sementasi karbonat, komposisi mineral berupa kuarsa, plagioklas dan lithik. Berdasarkan hasil analisa petrografi yang diambil di lokasi pengamatan di AS 26 menunjukkan bahwa nama batuan tersebut adalah Batupasir *Lithik* Wacke (Gilbert, 1953).

Batulempung pada satuan ini hadir sebagai sisipan karena hanya dijumpai di beberapa lokasi pengamatan, kondisi singkapan lapuk dengan warna abu-abu, sementasi karbonat, dengan ketebalan 5–20 cm.

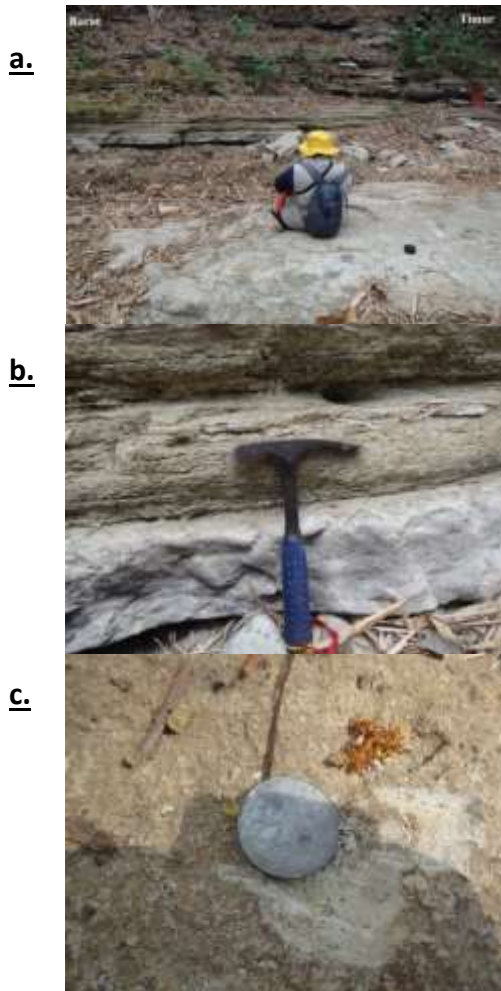


Foto 3.6 **a)** singkapan dari jarak jauh **b)** batupasir dengan ketebalan 15 cm (atas) dan batugamping dengan ketebalan 10 cm (bawah) **c)** singkapan batupasir dari jarak dekat.

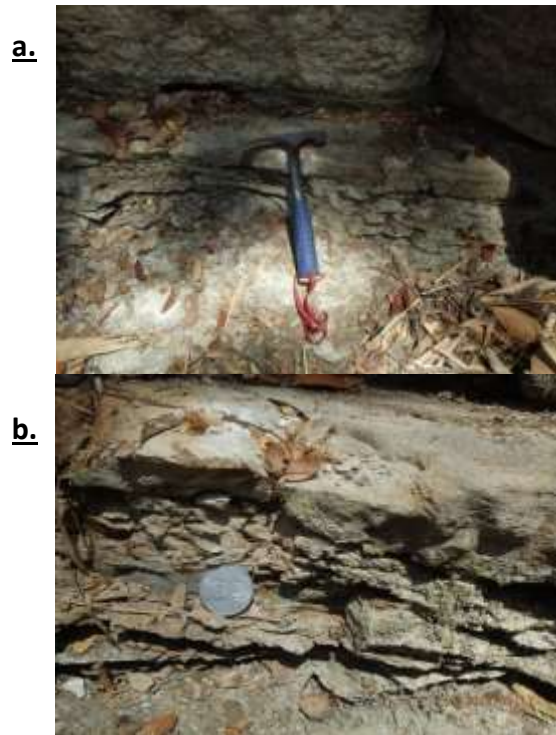


Foto 3.7 Foto singkapan batulempung dalam kondisi lapuk **a)** singkapan batulempung dari jarak jauh **b)** singkapan batulempung dari jarak dekat

3.2.2.4 Umur Satuan

Penentuan umur Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung ini didasarkan pada kandungan fosil planktonik yang terkandung pada sempel batuan yang diambil pada lokasi SH 12 di Kali Antasaji yang mewakili bagian atas satuan dan LK 5 di Kali Langkap yang mewakili bagian bawah satuan.

Berdasarkan penyebaran fosil planktonik dicirikan dengan munculnya fosil *Sphaeridinelopsis subdehincis* dan punahnya fosil *Globorotalia mayeri*, maka dapat disimpulkan bahwa umur Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung berumur N12-N13 (Miosen Tengah bagian akhir).

3.2.2.5 Lingkungan Pengendapan

Dalam menentukan lingkungan Pengendapan satuan batuan ini, ditentukan berdasarkan analisis mikrofosil pada fosil foraminifera bentonik. Berdasarkan hasil data foraminifera bentonik yang terdapat pada lokasi SH 12 di Kali Antasaji yang mewakili bagian atas satuan dan LK 5 di Kali Langkap yang mewakili bagian bawah satuan.

Berdasarkan munculnya fosil *Bulimina sp*, *Bolivina sp* dan *Dentalina sp* serta punahnya fosil *Amphistegina lessonii* dan *Rotalia becarii* yaitu pada umur Neritik Tengah (20–100 m). Maka dapat disimpulkan bahwa satuan batuan ini diendapkan pada Zona Neritik Tengah pada kedalaman 20-100 m

Berdasarkan tabel bahwa fosil yang ditemukan pada bagian atas dan bagian bawah satuan batuan menandakan bahwa pada waktu pengendapan terjadi penurunan atau transgresi yang mengakibatkan batuan pada bagian atas satuan (SH12) tetap terendapkan pada kedalaman yang sama yaitu 20-100 m.

3.2.2.6 Hubungan Stratigrafi

Hubungan stratigrafi Satuan Batuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung dengan satuan batuan yang ada di bawahnya yaitu Satuan Batuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian Formasi Mandalika adalah tidak selaras. Sedangkan hubungan stratigrafi dengan satuan endapan aluvial yang ada di atasnya tidak selaras dan dibatasi oleh bidang erosi.

3.2.2.7 Kesebandingan Stratigrafi

Berdasarkan ciri litologi satuan batuan ini dapat dibandingkan dengan Formasi Wonosari yang ciri utamanya adalah batugamping klastik yang berlapis baik dan batupasir. (Surono, Toha, dan Sudarno 1992) Sehingga dapat disimpulkan bahwa satuan batuan ini sebanding dengan Formasi Wonosari.

3.2.3 Satuan Endapan Aluvial

3.2.3.1 Penamaan

Penamaan satuan ini didasarkan atas terdapatnya material aluvial sungai yang berukuran lempung, pasir sampai brangkal sebagai penyusun utamanya.

3.2.3.2 Penyebaran dan Ketebalan

Satuan ini tersebar daerah penelitian dan menempati sekitar 10% dari luas daerah penelitian, pada peta geologi diwakili dengan warna abu-abu. Satuan ini tersingkap di bagian Barat daerah penelitian dan menempati morfologi dataran. Ketebalan satuan ini berdasarkan pengamatan di lapangan adalah 20 cm – 1 m.

3.2.3.3 Ciri Litologi

Endapan ini merupakan material lepas hasil dari rombakan batuan sebelumnya, yang yang bersifat lepas berukuran pasir, kerikil, kerakal hingga brangkal. Bentuk menyudut tanggung sampai membulat.



Foto 3.8 Foto endapan aluvial. Foto diambil di lokasi pengamatan AS AL 1 Kali Antasaji

3.2.3.4 Umur

Penentuan umur satuan endapan aluvial hanya berdasarkan pengamatan yang terdapat di lapangan. Umur Satuan Endapan Aluvial ini adalah Holosen karena proses erosi, transportasi dan sedimentasi pada satuan ini masih terus berlangsung sekarang.

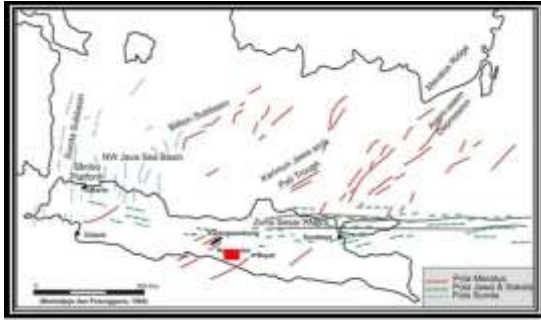
3.2.3.5 Hubungan Stratigrafi

Satuan endapan aluvial merupakan satuan termuda yang ada di daerah penelitian. Hubungan stratigrafi satuan endapan aluvial dengan satuan batuan dibawahnya dibatasi oleh bidang erosi.

IV. STRUKTUR GEOLOGI

4.1 Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang ada di Pulau Jawa memiliki pola-pola yang teratur. Struktur geologi regional Pulau Jawa menurut Martodjojo dan Pulunggono (1994) Secara umum ada tiga arah pola umum struktur di Pulau Jawa, yaitu arah timurlaut-baratdaya (NE-SW) disebut Pola Meratus, arah utara-selatan (N-S) disebut Pola Sunda dan arah timur-barat (E-W) disebut Pola Jawa.



Gambar 4.1 Pola Struktur Pulau Jawa (Pulunggono dan Sudjono Martodjojo, 1994)

4.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil analisa pada peta topografi daerah penelitian dan pengamatan indikasi struktur di lapangan. Maka struktur geologi yang terdapat di daerah penelitian adalah Struktur Kekar, Struktur Lipatan dan Struktur Sesar (Patahan).

Untuk mempermudah dalam pengenalan dari setiap struktur-struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian, maka penamaannya disesuaikan dengan nama lokasi dan geografis yang ada di daerah penelitian.

4.2.1 Struktur Kekar

Struktur kekar yang dijumpai di daerah penelitian mempunyai ukuran panjang yang bervariasi, mulai dari ukuran beberapa centimeter sampai beberapa meter. Struktur kekar tersebut banyak dijumpai pada Satuan Batuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian. Struktur kekar yang berkembang di daerah penelitian terdapat 2 (dua) jenis yaitu kekar gerus dan kekar tarik.

Kekar gerus (*Shear joint*) adalah bidang pecah atau rekahan yang terbentuk akibat adanya geseran dan gesekan pada batuan (*shearing*), memiliki ciri fisik antara lain berbentuk lurus, bentuk permukaan bidang kekarnya relatif datar, rapat dan kadang dijumpai jejak pergeseran berupa cermin sesar. Di daerah penelitian kekar gerus dijumpai memiliki arah umum bidang $N125^{\circ}E/63^{\circ}$.



Foto 4.1 Foto kekar gerus dengan kedudukan umum $N 210^{\circ}E/60^{\circ}$ dan $N 20^{\circ}E/58^{\circ}$. Foto diambil pada lokasi pengamatan LK 13 kali Lomanis

Kekar Tarik (*Extension Fracture*) adalah rekahan terbentuk akibat adanya peregangan (tarikan), Kekar Tarik dapat dibedakan menjadi : *Tension Fracture / Gash Fracture* merupakan kekar tarik yang bidang rekahannya searah dengan arah tegasan dan biasanya terisi oleh mineral asing, dan *Realease Fracture* merupakan kekar tarik yang terbentuk akibat hilang atau berkurangnya gaya dan tegak lurus terhadap arah gaya utama. Di daerah penelitian kekar tarik yang dijumpai berupa *Gash/Tension Joint* memiliki arah umum bidang $N319^{\circ}E/59^{\circ}$.



Foto 4.2 Foto kekar tarik dengan kedudukan umum $N311^{\circ}E/58^{\circ}$. Foto diambil pada lokasi pengamatan LK 12 kali Lomanis

4.2.2 Struktur Lipatan

Struktur lipatan yang berkembang di daerah penelitian berupa sinklin. Di lapangan struktur lipatan ditandai dengan ditemukannya kemiringan lapisan yang berhadapan. Adapun lipatan yang terbentuk di daerah yaitu Sinklin Alasombo.

Penamaan Sinklin Alasombo dikarenakan melewati Desa Alasombo,

berada di bagian tengah daerah penelitian. Sinklin ini berarah baratlaut–tenggara memiliki panjang diperkirakan kurang lebih 7 km. Besar kemiringan sinklin pada sayap bagian utara berkisar 5° - 14° dengan jurus perlapisan N 131° E - N 153° E. Sedangkan sayap bagian selatan berkisar 3° - 7° dengan jurus perlapisan berkisar N 318° E - N 335° E. Dari hasil analisa struktur lipatan berdasarkan Klasifikasi Fluety (1964) dan Klasifikasi Rickard (1971) maka dapat disimpulkan Sinklin Alasombo merupakan jenis lipatan *Gentle Upright Horizontal Fold*. (Lampiran 3 Struktur Geologi)

4.2.3 Struktur Sesar

Struktur sesar yang terdapat di daerah penelitian adalah sesar naik dan sesar mendatar. Penentuan sesar ini didasarkan atas data yang diperoleh langsung dari lapangan dan analisa peta topografi, dimana arah pergerakannya ditentukan dari indikasi-indikasi sesar di lapangan. Adapun jenis sesar yang berkembang di daerah penelitian, yaitu Sesar Naik Kamal dan Sesar Mendatar Pundungrejo.

4.2.3.1 Sesar Naik Kamal

Penamaan struktur ini karena melewati Desa Kamal, berada dibagian utara daerah penelitian, diperkirakan memanjang sejauh $\pm 6,7$ km. Arah sesar ini memanjang dengan arah baratlaut-tenggara searah dengan arah lipatan yang ada.

Penentuan sesar naik ini berdasarkan indikasi struktur geologi yang ditemukan dilapangan pada daerah penelitian yaitu berupa :

- Bidang sesar pada lintasan Kali Langkap LK 11 dengan kedudukan bidang sesar N 125° E/ 51° dan pada lintasan Kali Langkap LK 14 dengan kedudukan bidang sesar N 119° E/ 54° .
- Serta pada lintasan Kali Sirahan SH 9 dengan kedudukan bidang sesar N 153° E/ 61° dan gores garis 32° , N 178° E pitch 41°
- Breksiasi pada lintasan Kali Langkap LK 12 dengan arah umum N 285° E, pada LK 13 dengan arah umum N 302° E.



Foto 4.3 Foto breksiasi pada singkapan LK 12 Kali Langkap



Foto 4.4 Foto breksiasi pada singkapan LK 13 Kali Langkap

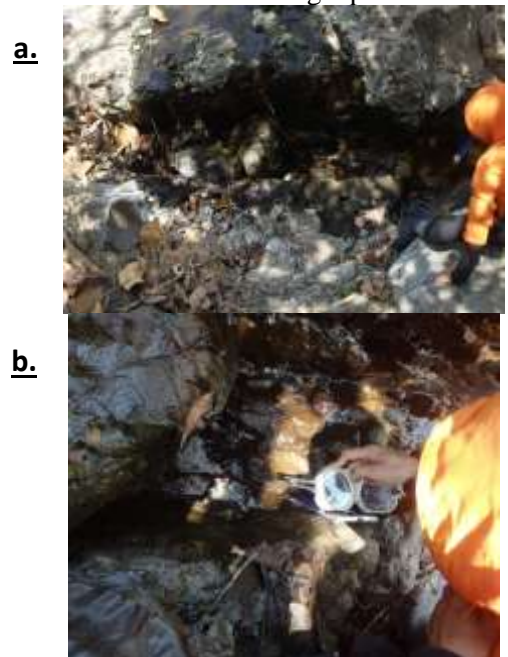


Foto 4.5 Foto bidang sesar dengan kedudukan bidang sesar N 119° E/ 54° a) bidang sesar dari jarak jauh, b) bidang sesar dari jarak dekat.

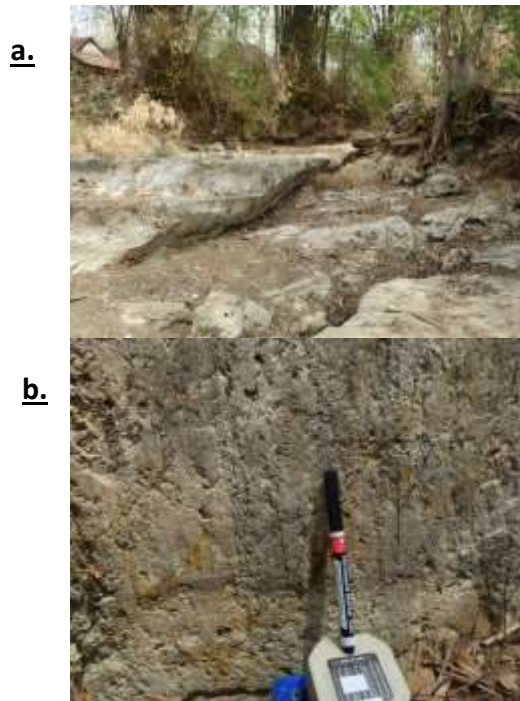


Foto 4.6 Foto bidang sesar dengan kedudukan bidang sesar N119°E/54°, a) bidang sesar yang menerus b) gores garis pada bidang sesar

4.2.3.2 Sesar Mendatar Pundungrejo

Penamaan struktur ini karena melewati Desa Pundungrejo, berada dibagian utara daerah penelitian, diperkirakan memanjang sejauh ±8 km. Arah sesar ini memanjang dengan arah baratdaya-timurlaut berarah memotong lipatan yang ada.

Penentuan sesar mendatar ini berdasarkan indikasi struktur geologi yang ditemukan di lapangan pada daerah penelitian yaitu berupa :

- Kelurusan sungai dan kedudukan batuan yang berubah di lintasan Kali Antasaji.
- Bidang sesar pada lintasan Kali Lomanis LM 3 dengan kedudukan bidang sesar N235°E/81°



Foto 4.9 Foto bidang sesar dengan kedudukan bidang sesar N235°E/81° a) bidang sesar dari jarak dekat b) bidang sesar dari jarak jauh.

4.3 Analisis Gaya Utama

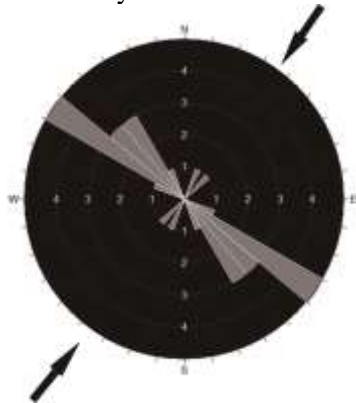
Dalam melakukan analisis struktur geologi, penulis menggunakan model *Moody and Hill* (1956) dan arah umum dari kedudukan yang didapat dilapangan untuk mengetahui hubungan antara tegasan utama dengan jenis struktur geologi yang dihasilkan.

Model yang diusulkan oleh *Moody and Hill* (1956), menerangkan bahwa jika gaya utama yang bekerja pada suatu lapisan batuan maka yang pertama kali terbentuk adalah lipatan dengan sumbu lipatan tegak lurus terhadap gaya, apabila gaya terus berlangsung sampai melewati batas elastisitas batuan yang ada maka akan terbentuk sesar naik dengan arah tegak lurus terhadap gaya utama, kemudian bila gaya terus bekerja maka akan terbentuk sesar mendatar yang membentuk sudut lancip 30° terhadap gaya, dan setelah gaya tersebut berhenti maka akan terbentuk sesar normal yang searah dengan arah gaya utama.

Penerapan model ini masih sangat sulit dikarenakan pada umumnya suatu daerah pasti sudah pernah mengalami proses tektonik. Selain itu kesulitan dari penerapan model ini juga dipengaruhi oleh faktor kehomogenitasan batuan penyusun suatu daerah.

Untuk menentukan arah gaya utama daerah penelitian penulis menggunakan arah umum jurus lapisan batuan yang searah dengan sumbu lipatan. Dari hasil analisa pola umum arah jurus lapisan batuan dengan

menggunakan Diagram Roset, Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa arah gaya utama mempunyai arah umum N 35°E atau N 215°E berarah baratdaya-timurlaut.



Gambar 4.3 Pola sebaran diagram roset berdasarkan nilai kedudukan batuan membentuk arah umum dan arah gaya utama

4.4 Mekanisme Pembentukan Struktur Geologi Daerah penelitian

Dalam menentukan umur struktur geologi, penulis menggunakan umur dari satuan batuan dimana struktur geologi tersebut memotong umur satuan batuan di daerah penelitian. Struktur geologi akan lebih muda dibanding umur satuan batuan yang terlipat maupun terpatahkan. Struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian, berupa struktur lipatan dan patahan terjadi pada Satuan Breksi Sisipan Lava dan Batupasir (Formasi Mandalika) pada umur Oligosen Akhir–Miosen Awal dan Satuan Batugamping Selang-Seling Batupasir (Formasi Wonosari) pada umur Miosen Tengah bagian akhir (N12 - N13).

Maka umur struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian terbentuk sejak kala Miosen Tengah (N14) dengan arah gaya utamanya adalah N 35°E atau N 215°E yang membentuk perlipatan berupa Sinklin Alasombo. Gaya masih terus berlangsung hingga melewati batas ambang elastisitas batuan, sehingga terbentuk Sesar Naik Kamal dan Sesar Mendatar Pundungejo.

V. SEJARAH GEOLOGI

Sejarah geologi daerah penelitian dimulai pada kala Oligosen Akhir diendapkan Satuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian (Formasi Mandalika) dan berakhir diendapkan pada Miosen Awal

bagian Awal, satuan tersebut merupakan satuan batuan tertua di daerah penelitian, hasil endapan produk gunungapi pada fasies medial dan fasies distal.

Selanjutnya terjadi penurunan atau regresi yang kemudian pada kala Miosen Tengah (N12) terendapkannya satuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung (Formasi Wonosari) dan berakhir diendapkan pada Miosen Tengah (N13). Satuan ini diendapkan pada Zona Neritik tengah (20-100 m).

Pada kala Miosen Tengah bagian akhir (N14) terjadi aktivitas tektonik yang mengakibatkan proses deformasi pada batuan yang diendapkan pada daerah penelitian serta terbentuknya perlipatan dan pensesaran. Arah gaya utamanya adalah N 35°E atau N215°E yang relatif berarah baratdaya-timurlaut

Selanjutnya pada kala Holosen terjadi proses eksogen berupa erosi, pelapukan dan sedimentasi, sehingga menghasilkan Satuan Endapan Aluvial yang menutupi satuan batuan yang ada di bawahnya dengan dibatasi oleh bidang erosi, proses pengendapan satuan ini masih berlangsung sampai sekarang.

VI. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Satuan geomorfologi di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 (dua) satuan geomorfologi, yaitu: Satuan Geomorfologi Perbukitan Lipat Patahan dengan Jentera geomorfik tahap dewasa dan Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial dengan Jentera geomorfik tahap muda. Pola aliran sungai pada daerah penelitian adalah Pola Aliran Dendritik. Stadia erosi sungai pada daerah penelitian berada pada tahapan muda dan dewasa.
- Satuan batuan yang terdapat di daerah penelitian mulai dari tua ke muda adalah Satuan Batuan Breksi Sisipan Lava, Tuf dan Batupasir Breksian yang berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal bagian awal, diendapkan di lingkungan Darat Fasies Medial dan Fasies Distal. Secara tidak selaras diatas diendapkan Satuan Batugamping Selang-Seling Batupasir Sisipan Batulempung pada kala Miosen Tengah (N12-N13) pada lingkungan laut

dangkal atau Neritik Tengah dengan kedalaman 20–100 m. Selanjutnya terendapkan Satuan Endapan Aluvial menutupi satuan batuan yang ada di bawahnya dengan dibatasi oleh bidang erosi, proses pengendapan satuan ini masih berlangsung sampai sekarang.

- Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah kekar, lipatan dan patahan. Adapun lipatan yang berkembang di daerah penelitian berupa Sinklin Alasombo. Struktur sesar yang berkembang adalah Sesar Naik Kamal dan Sesar Mendatar Pundungrejo. Arah gaya utama yang membentuk struktur ini adalah N35°E atau N215°E relatif berarah timurlaut-baratdaya. Pembentukan struktur geologi di daerah penelitian dimulai pada kala Miosen Tengah bagian akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakosurtanal, 2001. *Peta Rupabumi Digital Indonesia* Manyaran No. 1408–323 skala 1:25.000. Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi : 1 – 2001, Cibinong, Bogor, Indonesia.
- Bandy, O.L., and Arna, R.E. 1960. *Concept of Foraminiferal Paleoecology*. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist, vol. 44 (no12). Pp.14.
- Boggs, Jr. S. 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Pearson Education, Inc. Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ 07458.
- Lobeck, A. K., 1939, *Geomorphology: An Introduction to the Study of Landscapes*, Mc.Graw-Hill Book Company, New York.
- Moody J.D., dan Hill M.J., 1956, *Wrench Fault Tectonics*, Bulletin of the Geological Society of America.
- Phleger, F., and Parker, L., 1951. *Foraminifera Species Part II*. Scripps Institution of Oceanography, La Jolla, California, USA.
- Phleger, F.B., 1960. *Ecology and Distribution of Recent Foraminifera*. Viii + 297 pp., 83 figs. The John Hopkins Press, Baltimore.
- Postuma, J.A., 1971. *Manual of Planktonik Foraminifera*. Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-New York.
- Pulunggono dan Martodjojo, 1994. *Perubahan Tektonik Paleogen-Neogen Merupakan Peristiwa Tektonik Penting di Jawa*. Proceedings Geologi dan Geologi Teknik Pulau Jawa, ISBN, UGM Yogyakarta, Indonesia.
- Surono, Toha, B., dan Sudarno, I., 1992. *Geologi Lembar Surakarta dan Giritontro* No. 1408-3 & No. 1407-6 Skala 1 : 100.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G), Bandung, Indonesia.
- Van Marle, L.J. 1989. *Benthic Foraminifera From The Banda Arc Region, Indonesia, and Their Paleobathymetric Significance For Geologic Interpretations of The Late Cenozoic Sedimentary Record*. Free University Press, Amsterdam.

PENULIS

1. Dyah Rachma Adiningtyas S.T Alumni (2019) Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan. (E-mail : dyahrachma50@gmail.com)
2. Ir. Akhmad Syafuan M.T Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan.
3. Ir. Solihin, M.T Staf Dosen Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan.