

GEOLOGI DAN STUDI ENDAPAN TURBIDIT FORMASI PENOSOGAN DAERAH KARANGGAYAM DAN SEKITARNYA, KECAMATAN KARANGGAYAM, KABUPATEN KEBUMEN, PROVINSI JAWA TENGAH

Muhamad Raja Aprizal¹⁾, Mustafa Luthfi²⁾, Solihin³⁾

ABSTRAK

Daerah penelitian secara administratif berada di Desa Karanggayam dan sekitarnya, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, dengan luas daerah penelitian 7 km x 7 km. Secara geografis terletak pada 07° 34' 03.8" LS - 07° 38' 26.0" LS dan 109° 33' 46.0" BT - 109° 38' 10.1" BT. Geomorfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi 2 satuan, yaitu satuan geomorfologi perbukitan homoklin dengan stadia dewasa dan satuan geomorfologi dataran aluvial dengan stadia muda. Pola aliran trellis dan paralel dengan stadia sungai muda dan dewasa. Tatanan batuan dari tua ke muda adalah Satuan Batuan Breksi selang-seling Batupasir (N6 – N9) yang diendapkan di laut dangkal – laut dalam, Satuan Batuan Batupasir Gampingan selang-seling Batulempung (N10 - N13) diendapkan pada diendapkan di laut dalam. Secara tidak selaras di atasnya diendapkan Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi dan mempunyai hubungan stratigrafi menjemari dengan Satuan Batuan Breksi (N14 - N19) pada lingkungan laut dalam. Pada kala Holosen, satuan aluvial sungai menutupi satuan-satuan yang lebih tua dibatasi bidang erosi. Struktur geologi daerah penelitian yaitu Struktur patahan berupa Sesar Naik Karangtengah. Struktur – struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah patahan berupa sesar naik Karangtengah. struktur geologi ini mulai terbentuk pada kala Pliosen Awal (N20) disebabkan aktivitas tektonik dengan gaya utama yang berarah utara-selatan. Mekanisme sedimentasi Formasi Penosogan adalah turbidit terbentuk oleh tumpukan lidah kipas yang membentuk kipas laut dalam, akibat aliran gravitasi mulai dari debris flow hingga turbidit, yang diendapkan pada N10 - N13. Berdasarkan hasil analisa endapan turbidit Formasi Penosogan yang fasiesnya menurut Walker yaitu terdiri dari Turbidit Klasik, Batupasir Masif, dan Konglomerat sehingga berada pada kipas atas hingga kipas bawah.

Kata Kunci : Formasi Penosogan, Karanggayam, Endapan Turbidit

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Karanggayam dan sekitarnya Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah merupakan perbukitan memanjang relatif barat – timur yang berada pada Zona Serayu Selatan (van Bemmelen, 1949). Berdasarkan sejarah sedimentasi yang cukup bervariasi sehingga penulis tertarik untuk melakukan pemetaan geologi serta mempelajari sejarah sedimentasi Formasi Penosogan yang terdapat di daerah penelitian.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran tentang kondisi geologi di Daerah Karanggayam dan sekitarnya yang meliputi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi dan sejarah geologi. Hasil dari penelitian ini digambarkan dalam bentuk Peta Lintasan, Peta Geologi, dan Peta Geomorfologi dengan skala 1:25.000 dan fasies-fasies endapan turbidit.

1.3. Metodologi Penelitian

Metodologi yang dipakai dalam penelitian adalah kajian pustaka, pemetaan geologi lapangan, pekerjaan laboratorium dan studio serta pembuatan laporan. Kajian pustaka dilakukan untuk mempelajari hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan daerah penelitian sedangkan pemetaan geologi lapangan dilaksanakan dengan melakukan pengamatan, pengukuran, dan pengambilan contoh batuan. Adapun pekerjaan laboratorium berupa analisis petrografi, analisis mikropaleontologi, analisis stratigrafi. Pekerjaan studio berupa pembuatan peta-peta dan analisa struktur geologi, pembuatan laporan sebagai bagian akhir dari proses penelitian.

1.4. Lokasi Penelitian

Secara administratif daerah penelitian termasuk kedalam Desa Karangmojo, Desa Karanggayam, Desa Kajoran, Desa Karangtengah, dan Desa Watulawang Kecamatan Karanggayam, Desa Karangjambu, Desa Donosari, Desa Penusupan dan Desa Pandansari Kecamatan Sruweng, Desa Plarangan, Desa Candi, Desa Giripurno dan Desa Sidoagung Kecamatan Karanganyar Kabupaten Kebumen, Provinsi Jawa Tengah.

II. GEOLOGI UMUM

2.1. Geomorfologi

Secara umum morfologi di daerah penelitian berbentuk perbukitan bergelombang landai sampai terjal, tersusun oleh batuan sedimen yang terlipat pada kala Miosen sehingga membentuk antiklin memanjang yang bearah barat – timur. Secara morfogenetik (Davis, 1954) satuan geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi 2 (dua) satuan geomorfologi, yaitu:

2.1.1. Satuan Geomorfologi Perbukitan Homoklin

Satuan ini dicirikan oleh bentuk bentang alam berupa Kuesta yang memanjang ke arah selatan pada peta geomorfologi. Kuesta Merupakan perbukitan memanjang searah jurus perlapisan batuan dengan kemiringan sayap bukit yang berbeda.

Genetika pembentukan satuan geomorfologi perbukitan homoklin dikontrol oleh kemiringan perlapisan batuan yang relatif sama kearah selatan daerah penelitian. Secara morfometri, satuan ini berbentuk perbukitan yang berarah utara – selatan dan barat – timur. berada pada ketinggian antara 96 – 387 mdpl serta kelerengan berkisar antara 8° - 35° atau miring - agak curam (van Zuidam 1979). Proses-proses geomorfologi yang teramati adalah pelapukan batuan yang menghasilkan tanah dengan ketebalan 0,5 – 2 meter.

Stadia geomorfik satuan ini berada dalam tahapan dewasa, hal ini didasarkan pada bentuk bentangalam yang sudah berubah dari aslinya, dimana bentuk perbukitan telah tererosi.



Foto 1 Morfologi perbukitan homoklin memperlihatkan bentuk morfologi kuesta pada gunung butak. Foto diambil dari Desa Penusupan ke arah barat di RJ 43.

2.1.2. Satuan Geomorfologi Dataran Aluvial

Secara genetik satuan geomorfologi dataran aluvial dibentuk oleh hasil pengendapan sungai dengan bentangalam berupa dataran. Satuan ini menempati 6% dari luas daerah penelitian, pada peta geomorfologi diberi warna abu. Satuan ini memiliki relief datar dengan persentase kemiringan dari 0° - 2°, dengan kisaran ketinggian 20 - 50 mdpl. Proses-proses geomorfologi yang teramati pada satuan ini adalah erosi dan sedimentasi membentuk dataran banjir, dan point bar. Jentera geomorfik pada satuan ini termasuk kedalam stadia muda, hal ini dicirikan oleh adanya proses sedimentasi yang masih berlangsung sampai saat ini.



Foto 2 Bentuk morfologi aluvial berupa dataran banjir dan *point bar* di Sungai Karanganyar.

2.2. Stratigrafi

ZAMAN	KALA	FORMASI	CIRI LITOLOGI FORMASI	Lingkungan pengendapan		
TERSIER	KUARTER	Holosen	Aluvial	Menutupi secara tidak selaras batuan-batuan dari formasi yang lebih tua yang dicirikan oleh material lepas hasil pelapukan batuan yang lebih tua berukuran lempung sampai bangkalan.	darat	
		Miosen	Pliosen	Peniran	Formasi ini meninahi selaras datar formasi halang dan merupakan sedimen turbidit muda yang diendapkan di Zona pegunungan seraju sedang. Litologinya terdiri dari breksi aneka bahan dengan komponen andesit, batulempung, batupasir dengan masa dasar batupasir sipan tula, batupasir, napal, dan batulempung.	laut dalam
	Miosen Akhir		Halang	N 19	Broksi (Anggota Breksi Formasi Halang)	Laut Dalam
				N 18	Batupasir selang-seling Batulempung sisipan Breksi	Laut Dalam
				N 17	(Formasi Halang)	> 125 m
				N 16		> 350 m
	Miosen Tengah		Panosegoan	N 15	Batupasir Gampingan selang-seling Batulempung	Laut Dalam
				N 14	(Formasi Panosegoan)	> 750 m
				N 13		
		N 12				
Miosen Awal	Waturanda	N 11	Breksi Selang-seling Batupasir	Laut Dalam		
		N 10	(Formasi Waturanda)	> 600 m		
OLIGOSEN	Eosen	Totogan	N 9			
			N 8			
			N 7			
PRA TERSIER	Eosen	Karang sambung	N 6			
			N 5			

Gambar 1 Kolom Stratigrafi Regional Lembar Kebumen (Asikin, dkk., 1992)

Dari hasil pengamatan dan pengambilan data-data di daerah penelitian, berdasarkan ciri-ciri litologi meliputi jenis batuan dan keseragaman litologi batuan (Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996), daerah penelitian dibedakan menjadi 5 (lima) satuan batuan, dengan urutan batuan dari yang tertua hingga termuda adalah sebagai berikut.

ZAMAN	KALA	ZONASI BLOW	SIMBOL LITOLOGI	SATUAN BATUAN	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	KETEBALAN	
							UMUR
KUARTER	Resen Holosen			Endapan Aluvial	Darat	± 0,5 m - ± 2 m	
	Pleistosen	N 23					
N 22							
TERSIER	Miosen Akhir	N 21					
		Pliosen	N 20				
			N 19	Broksi (Anggota Breksi Formasi Halang)	Laut Dalam	> 125 m	
			N 18	Batupasir selang-seling Batulempung sisipan Breksi	Laut Dalam	> 350 m	
	N 17		(Formasi Halang)				
	Miosen Tengah	Panosegoan	N 16	Batupasir Gampingan selang-seling Batulempung	Laut Dalam	> 750 m	
			N 15	(Formasi Panosegoan)			
			N 14				
			N 13				
			N 12				
N 11							
Miosen Awal	Waturanda	N 10	Breksi Selang-seling Batupasir	Laut Dalam	> 600 m		
		N 9	(Formasi Waturanda)				
		N 8					
OLIGOSEN	Eosen	Totogan	N 7				
			N 6				

Gambar 2 Kolom statigrafi daerah penelitian

2.2.1. Satuan Batuan Breksi selang - seling Batupasir

Penamaan satuan ini didasarkan atas diketemukannya singkapan batuan breksi selang seling batupasir. Satuan batuan ini menempati 15 % dari luas daerah penelitian, penyebaran berada di bagian utara daerah penelitian yang tersebar dari barat sampai timur, meliputi Desa Karang tengah. Pada peta geologi diberi warna krem. Kedudukan batuan satuan ini memiliki jurus relatif arah barat – timur yaitu N 80° E – N 110° E dengan kemiringan berkisar 21° – 48°. Ketebalan Satuan Batuan Breksi selang-seling Batupasir (Formasi Waturanda) berdasarkan hasil rekonstruksi penampang geologi, memiliki ketebalan 715 meter.

Satuan Batuan Breksi Polimik selang-seling Batupasir ini pada daerah penelitian tersingkap dalam kondisi segar, pada bagian bawah satuan ini dicirikan oleh breksi selang seling batupasir dengan ketebalan breksi 1 m – 4 m dan ukuran fragmen 1-20 cm. dan batupasir dengan ketebalan 0,5 m – 2 m.

Secara megaskopis Batuan Breksi berwarna abu-abu terang kehitamam, ukuran fragmen 1 cm – 15 cm, bentuk membulat - menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, jenis polimik, komposisi fragmen andesit dan batupasir dengan masa dasar pasir sedang - kasar, sementasi non karbonat, dan kompak.

Berdasarkan analisis petrografi dari lokasi pengamatan RJ 26, di Kali Padurekso, fragmen breksi ini pada sejajar nikol berwarna keabuan, dengan tekstur hipokristalin, dengan bentuk kristal subhedral - anhedral, ukuran kristal (0,2 - 4 mm). Plagioklas, piroksen, serta kuarsa hadir sebagai fenokris yang tertanam dalam masa dasar berupa mikrokristalin plagioklas dan gelas, diperoleh nama Andesit Piroksen (Williams, 1954), dan secara mikroskopis sayatan batuan lainnya pada sejajar nikol berwarna putih keruh, secara umum ukuran butir berkisar (0,3 - 2 mm), kemas tertutup, porositas interpartikel, terpilah buruk sampai sedang, bentuk butir menyudut hingga menyudut tanggung, semen silika, diperoleh nama Arkosik Wacke (Gilbert, 1953).

Secara Megaskopis Batupasir Berwarna abu-abu terang, ukuran butir pasir sedang hingga kasar, bentuk butir menyudut-menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, kompak, semen non karbonat.



Foto 3 Singkapan Breksi selang – seling Batupasir di Kali Padurekso

Penentuan umur didasarkan pada kehadiran foraminifera plankton yang terkandung dalam contoh batuan yang diambil pada RJ-86 di Kali Nyangku (bagian Bawah). Dari hasil pengamatan mikroskop pada sampel kemudian

ditandai pada tabel Zonasi Blow (1969). Berdasarkan penyebaran foraminifera plankton pada bagian bawah didapat kisaran umur N6 – N9, berdasarkan punahnya fosil Globigerinoides altiapertura dan awal munculnya Globorotalia trilobus. Kisaran umur satuan batuan yang didapatkan pada satuan batuan ini adalah N6 – N9, penulis menyatakan kisaran umur Satuan Batuan Breksi selang-seling Batupasir ini adalah N6 – N9 atau pada kala Miosen awal – Miosen tengah.

Penentuan lingkungan pengendapan pada satuan breksi selang-seling batupasir ini berdasarkan hasil analisis foraminifera bentos yang terdapat pada lokasi pengamatan di Kali Nyangku RJ-86, dijumpai fosil-fosil *Robulus* sp, *Rotalia* sp dan *Cibicides* sp, yang menunjukkan lingkungan pengendapan dengan kisaran kedalaman 150 - 500 meter (Neritik Luar – Bathyal Atas) berdasarkan klasifikasi lingkungan pengendapan menurut (Phleger, 1954).

Hubungan stratigrafi dengan satuan yang ada di bawahnya yaitu Formasi Totogan tidak diketahui, karena satuan yang lebih tua tidak tersingkap di daerah penelitian. Hubungan stratigrafi dengan satuan yang ada di atasnya yaitu selaras. Hal ini ditandai dengan adanya kedudukan lapisan batuan yang relatif sama.

Satuan Batuan Breksi Polimik selang-seling Batupasir di daerah penelitian memiliki ciri litologi, umur dan lingkungan pengendapan yang sama dengan Formasi Waturanda (S. Asikin, dkk, 1992), dengan demikian penulis menyatakan satuan ini sebagai Formasi Waturanda.

2.2.2. Satuan Batuan Batupasir Gamping selang – seling Batulempung

Penamaan satuan ini didasarkan atas diketemukannya singkapan berupa batupasir gamping selang-seling batulempung. Satuan ini berada di bagian utara peta yang tersebar dari barat hingga timur daerah penelitian, pada peta geologi diberi warna kuning (Lampiran peta geologi) yang meliputi $\pm 20\%$ dari luas daerah penelitian. Kedudukan satuan batuan ini memiliki jurus relatif arah barat – timur yaitu N 44° E – N 272° E dengan kemiringan berkisar

14° – 89°. Ketebalan Satuan Batupasir Gampingan selang-seling Batulempung (Formasi Penosogan) berdasarkan hasil rekonstruksi penampang pada peta geologi, satuan batuan ini memiliki ketebalan 792 meter.

Secara megaskopis Batupasir Gampingan Berwarna abu-abu terang, ukuran butir pasir halus hingga kasar, bentuk butir membundarmenyudut tanggung, terpilah sedang, kemas tertutup, kompak, semen karbonat.

Selain deskripsi megaskopik, dilakukan pula deskripsi secara mikroskopik untuk menentukan nama batupasir tersebut. Sayatan ini pada sejajar nikol berwarna putih keruh, ukuran butir (0,2 - 0,6 mm) bentuk butir menyudut hingga membulat tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, semen karbonatan. Dari hasil analisa petrografi contoh dari RJ- 47 di Kali Worawo, menunjukkan bahwa batuan tersebut adalah Arkosik Wacke (Gilbert, 1953).

Secara megaskopik Batulempung Berwarna abu-abu gelap, sementasi karbonatan, kompak.



Foto 4 Singkapan batupasir gampingan selang-seling batulempung sisipan di Kali Worawo



Foto 5 Singkapan batupasir gampingan selang-seling batulempung pada di Kali Kayen

Penentuan umur satuan ini didasarkan pada kehadiran foraminifera planktonik yang terkandung dalam contoh batuan yang diambil pada RJ-71 di Kali Kayen. Dari hasil pengamatan mikroskop pada setiap sampel kemudian ditandai pada tabel Zonasi Blow (1969) untuk ditentukan kisaran umurnya. Berdasarkan penyebaran foraminifera plankton didapat kisaran umur N10 - N13, berdasarkan punahnya fosil *Globorotalia siakensis* dan awal munculnya *Orbulina universa*. Kisaran umur satuan batuan yang didapatkan pada satuan batuan ini adalah N10 - N13, penulis menyatakan kisaran umur Satuan Batuan Batupasir gampingan selang-seling Batulempung ini adalah N10 - N13 atau pada kala Miosen tengah.

Penentuan lingkungan pengendapan pada satuan batupasir gampingan selang-seling batulempung ini berdasarkan hasil analisis foraminifera bentos yang terdapat pada lokasi pengamatan di Kali Kayen RJ-71, dijumpai fosil-fosil *Robulus* sp dan *Rotalia* sp, yang menunjukkan lingkungan pengendapan dengan kisaran kedalaman 200 - 500 meter (Bathyal atas) berdasarkan klasifikasi lingkungan pengendapan menurut (Phleger, 1954).

Kedudukan stratigrafi Satuan Batuan Batupasir Gampingan selang-seling Batulempung dengan satuan di bawahnya yaitu Formasi Waturanda adalah selaras. Hubungan stratigrafi dengan satuan batuan batupasir gampingan selang-seling batulempung dengan satuan di bawahnya yaitu

Formasi Waturanda adalah selaras. Hubungan stratigrafi dengan satuan yang ada di atasnya yaitu satuan batuan batupasir selang-seling batulempung sisipan breksi adalah selaras. Hal ini ditandai dengan adanya kedudukan lapisan batuan yang relatif sama.

Satuan Batuan Batupasir gampingan selang-seling Batulempung di daerah penelitian memiliki ciri litologi, umur dan lingkungan pengendapan yang sama dengan Formasi Penosogan (S. Asikin, dkk, 1992), dengan demikian penulis menyatakan satuan ini sebagai Formasi Penosogan.

2.2.3. Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung Sisipan Breksi

Penamaan satuan ini didasarkan di lapangan dijumpai singkapan berupa Batuan Batupasir selang – seling Batulempung sisipan Breksi. Satuan ini tersebar di bagian baratdaya, selatan dan tenggara pada peta daerah penelitian., pada peta geologi diberi warna hijau (Lampiran peta geologi) yang meliputi $\pm 35\%$ dari luas daerah penelitian.

Kedudukan satuan batuan ini memiliki jurus relatif arah barat – timur yaitu $N 90^\circ E - N 117^\circ E$ dengan kemiringan berkisar $14^\circ - 53^\circ$. Ketebalan Satuan Batupasir selang-seling Batulempung sisipan Breksi (Formasi Halang) berdasarkan hasil rekonstruksi penampang pada peta geologi, satuan batuan ini memiliki ketebalan 1237 meter.

Pada umumnya satuan batuan ini pada daerah penelitian tersingkap dalam kondisi segar, Bagian bawah satuan ini dicirikan oleh perselingan batupasir dengan batulempung sisipan breksi dengan ketebalan batupasir 15 cm – 30 cm, ketebalan batulempung 5 cm – 10 cm dan ketebalan breksi 40 cm.

Secara megaskopis Batupasir Berwarna abu-abu terang, ukuran butir pasir halus hingga sedang, bentuk butir membundar-menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, kompak, semen non karbonat.

Batulempung Berwarna abu-abu gelap, sementasi karbonat, kompak.

Breksi Berwarna abu-abu kehitaman, segar-lapuk, masa dasar pasir sedang-kasar, ukuran fragmen (1-50 cm). Bentuk butir membulat tanggung – menyudut tanggung, pemilahan buruk, kemas terbuka, non karbonatan,. Fragmen berupa andesit dan batupasir.

Selain deskripsi megaskopik, dilakukan pula deskripsi secara mikroskopik untuk menentukan nama batuan dari fragmen breksi tersebut. Dari hasil analisa petrografi contoh dari RJ-29, Sayatan ini pada sejajar nikol berwarna putih keruh, ukuran butir (0,2 - 0,8 mm) bentuk butir menyudut hingga menyudut tanggung, terpilah buruk, kemas terbuka, semen silika. Diperoleh nama Andesit (Williams, 1954). dan secara mikroskopis sayatan batuan lainnya pada contoh sampel di RJ-36 Sayatan fragmen breksi ini pada sejajar nikol berwarna abu - abu gelap, tekstur porfiritik, dengan ukuran kristal halus sampai sedang (0.02 - 2 mm), hipokristalin, inequigranular, masa dasar berupa gelas dan mikrokristalin plagioklas. Diperoleh nama Andesit (Klasifikasi Williams, 1954)



Foto 6 Foto singkapan batupasir selang-seling batulempung sisipan breksi pada RJ 15 di Kali Silumut



Foto 7 Foto singkapan batupasir selang-seling batulempung pada di Kali Gede

Penentuan umur satuan ini didasarkan pada kehadiran foraminifera planktonik yang terkandung dalam contoh batuan yang diambil pada lokasi pengamatan RJ-21 yang mewakili bagian atas, RJ-19 yang mewakili bagian tengah dan LP-35 yang mewakili bagian bawah satuan batuan. Kumpulan setiap genus dan spesies dari fosil foraminifera plankton yang diperoleh dari hasil pengamatan mikroskop pada setiap sampel kemudian ditandai pada tabel Zonasi Blow (1969) untuk ditentukan kisaran umurnya. Berdasarkan analisa mikrofossil planktonik pada bagian bawah ditemukan awal kemunculan fosil *Globigerina nepenthes* dan puncaknya fosil *Globigerina praebuloides*, maka kisaran umur satuan batuan ini pada bagian bawah berkisar N14 - N16, dan analisa fosil planktonik pada bagian tengah dijumpai fosil indeks *Globigerina eamesi*, maka kisaran umur satuan batuan ini pada bagian tengah berkisar N14 - N18, sedangkan analisa fosil planktonik bagian atas dijumpai awal kemunculan *Orbulina bilobata*, dan puncaknya fosil *Globigerina seminulina*, maka kisaran umur satuan batuan pada bagian atas berkisar N15 - N19. Dari analisa fosil planktonik dari ke tiga contoh batuan yang di anggap mewakili bagian atas, tengah dan bawah pada satuan batuan ini, berdasarkan hadirnya fosil indeks *Globigerina eamesi* pada satuan batuan bagian tengah, maka kisaran umur satuan batuan ini berkisar Miosen tengah – Pliosen awal atau pada N14 - N19.

Penentuan lingkungan pengendapan pada Satuan Batupasir selang-seling Batulempung sisipan Breksi ini berdasarkan hasil analisis foraminifera bentos yang terdapat pada lokasi pengamatan di

di bagian Atas, Tengah, dan Bawah yang dimana hasilnya pada bagian bawah satuan batuan batupasir selang-seling batulempung sisipan breksi diendapkan pada lingkungan bathyal tengah. Lalu pada bagian tengah satuan ini diendapkan pada lingkungan Neritik Tengah. Dan pada bagian atas diendapkan di lingkungan Neritik Tengah-Luar. Berdasarkan data-data dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi penurunan air laut dari laut dalam ke laut dangkal.

Hubungan stratigrafi Satuan Batuan Batupasir selang-seling Batulempung sisipan Breksi dengan satuan di bawahnya yaitu Formasi Panosogan adalah selaras. Hubungan stratigrafi dengan satuan yang ada di atasnya yaitu satuan batuan breksi Anggota Breksi Formasi Halang adalah menjemari.

Berdasarkan stratigrafi regional Formasi Halang dicirikan oleh hadirnya batupasir kasar sampai halus dan di beberapa tempat terdapat sisipan konglomerat dan breksi. Satuan batuan batupasir selang-seling batulempung sisipan breksi di daerah penelitian memiliki ciri litologi, umur dan lingkungan pengendapan yang sama dengan Formasi Halang, dengan demikian penulis menyatakan satuan ini sebagai Formasi Halang.

2.2.4. Satuan Batuan Breksi

Penamaan satuan batuan ini didasarkan atas kehadiran breksi yang mendominasi sebagai penyusunnya. Satuan ini tersebar di bagian timur pada daerah penelitian., pada peta geologi diberi warna orange (Lampiran peta geologi) yang meliputi $\pm 20\%$ dari luas daerah penelitian. Kedudukan satuan batuan ini memiliki jurus yaitu $N 44^\circ E - N 272^\circ E$ dengan kemiringan berkisar $14^\circ - 89^\circ$. Ketebalan Satuan Breksi (Anggota Breksi Formasi Halang) berdasarkan hasil rekonstruksi penampang pada peta geologi, satuan batuan ini memiliki ketebalan 502 meter.

Pada umumnya satuan batuan breksi ini pada daerah penelitian tersingkap dalam kondisi segar, satuan ini tersusun didominasi oleh breksi, umumnya tidak memperlihatkan bentuk perlapisan atau masif, satuan ini tersingkap di

bukit-bukit dan sungai. Pada bagian tengah ketebalan breksi 10 meter.

Secara megaskopis Breksi Berwarna abu-abu terang kehitaman, segar-lapuk, masa dasar pasir sedang-kasar, ukuran fragmen (1-15 cm). Bentuk butir membulat tanggung – menyudut tanggung, pemilahan buruk, kemas terbuka, semen non karbonat, Fragmen berupa andesit

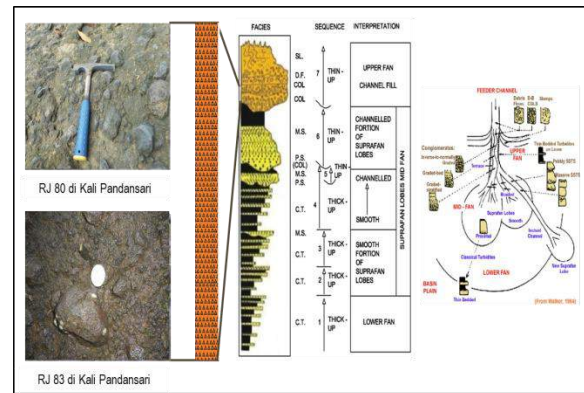
Berdasarkan analisis petrografi dari lokasi pengamatan RJ-82, di Kali Pandansari, sayatan fragmen breksi ini pada sejajar nikol berwarna coklat keruh, tekstur pitrofirik, hipokristalin, subhedral - anhedral, ukuran (0,5 - 4 mm), dengan fenokris plagioklas dan opak serta masa dasar mikrokristalin plagioklas, feldspar, biotit dan gelas, pada fragmen breksi diperoleh nama Andesit (Williams, 1954).



Foto 8 Singkapan Breksi dan fragmen breksi pada di Kali Pandansari

Karena tidak dijumpai fosil dalam satuan ini maka untuk penentuan umur dilakukan dengan hukum Steno yaitu hukum superposisi serta memperhatikan hubungan stratigrafi dengan satuan batuan di bawahnya, yaitu Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung sisipan Breksi dengan umur N14 - N19. Satuan ini memperlihatkan hubungan menjemari dengan satuan di bawahnya. Dalam buku Stratigraphy Lexicon Of Indonesia (2003) menyatakan umur satuan breksi Anggota Breksi Formasi Halang adalah Pliosen akhir. Maka disimpulkan bahwa Satuan Breksi ini berumur N20 – N21 atau pada kala Pliosen akhir - Pleistosen awal.

Penentuan lingkungan pengendapan satuan batuan ini dilakukan dengan analisa fasies model karena tidak ditemukan fosil bentos dalam analisis fosil.



Gambar 3 Gambar profil batuan pada singkapan breksi yang dibandingkan dengan fasies model turbidit (Walker, 1978).

Dengan menggunakan analisa model fasies Walker bahwa Satuan Batuan Breksi Polimik termasuk dalam fasies konglomerat yang merupakan kipas atas isian lembah. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa Satuan Batuan Breksi Polimik merupakan endapan aliran debris atas laut dalam.

hubungan stratigrafi Satuan Breksi dengan satuan batuan yang ada di bawahnya yaitu Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung sisipan Breksi adalah menjemari. Hubungan stratigrafi Satuan Batuan Breksi dengan satuan batuan yang ada di atasnya yaitu satuan endapan aluvial tidak selaras karena dibatasi oleh bidang erosi.

Satuan Batuan Breksi di daerah penelitian memiliki ciri litologi yang sama dengan Anggota Breksi Formasi Halang (S. Asikin, 1974), dengan demikian penulis menyatakan satuan ini sebagai Anggota Formasi Halang.

2.2.5. Satuan Endapan Aluvial

Penamaan satuan ini didasarkan pada material aluvial sungai yang berukuran lempung, pasir sampai bongkah yang bersifat lepas sebagai penyusun satuan ini. Berlangsung sampai sekarang. Satuan ini tersebar di bagian barat pada daerah penelitian., pada peta geologi diberi warna abu-abu (Lampiran peta geologi) yang meliputi $\pm 10\%$ dari luas daerah penelitian. Kedudukan satuan batuan ini memiliki jurus yaitu $N 44^\circ E - N 272^\circ E$ dengan kemiringan berkisar $14^\circ - 89^\circ$. Berdasarkan hasil rekonstruksi penampang pada peta geologi, satuan batuan ini memiliki ketebalan 0,5 - 2 meter.

Satuan endapan ini disusun material aluvial sungai berukuran lempung, pasir, kerikil, kerakal sampai bongkah dengan bentuk menyudut tanggung sampai membulat, terdiri dari batuan beku, batupasir dan batulempung yang berasal dari batuan yang mengalami pelapukan, kemudian tererosi dan terendapkan. Proses pengendapan satuan endapan ini masih berlangsung sampai sekarang.

Berdasarkan pengamatan di lapangan, bahwa proses erosi, transportasi dan sedimentasi pada satuan ini masih terus berlangsung hingga saat ini. Dengan demikian umur satuan endapan aluvial ini adalah Resen.

Hubungan stratigrafi satuan endapan aluvial dengan satuan batuan dibawahnya dibatasi oleh bidang erosi.



Foto 9 Endapan aluvial di Sungai Karanganyar

2.3. Struktur Geologi

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan yang meliputi pengukuran strike dan dip lapisan batuan serta dijumpai indikasi-indikasi struktur, maka struktur yang ada di daerah penelitian adalah.

2.3.1 Struktur Patahan (Sesar)

Patahan atau sesar merupakan struktur rekahan yang telah mengalami pergeseran. Berdasarkan hasil pengamatan unsur-unsur struktur geologi di daerah penelitian dapat diketahui bahwa di daerah penelitian terdapat satu sesar naik, yaitu sesar naik Karangtengah. Sesar ini dinamakan sesar naik Karangtengah karena dijumpai dan berkembang di sekitar Desa Karangtengah. Arah sesar ini memanjang dari barat – timur. Adapun indikasi adanya sesar naik di daerah penelitian adalah :

- a. Lapisan tegak pada batupasir gampingan selang-seling batulempung dengan kedudukan $N 101^\circ E / 71^\circ$.



Foto 10 Lapisan tegak batupasir gampingan selang-seling batulempung di Kali Worawo.

- b. Lipatan seretan (Drag Fold) $N 87^\circ E / 76^\circ$ dan $N 260^\circ E / 82^\circ$ pada batupasir gampingan selang-seling batulempung.



Foto 11 Lipatan Seretan (Drag Fold) di Kali Worawo.

2.4. Mekanisme dan Umur Pembentukan Struktur Geologi Pada Daerah Penelitian

Dalam menentukan umur struktur geologi, penulis menggunakan umur dari satuan batuan dimana struktur geologi tersebut berada. Umur struktur geologi akan lebih muda dibanding umur satuan batuan yang terlipat dan terpatahkan. Struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian, berupa struktur patahan, kejadian tektonik yang menyebabkannya terbentuk proses struktur geologi tersebut, dapat terjadi setelah selesai pengendapan satuan batuan batupasir selang-seling batulempung Formasi Halang pada kala Pliosen awal (N19), Oleh karena itu, penulis menarik kesimpulan bahwa umur struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah Pliosen awal (N20) atau pada kejadian orogenesis Plio-Plistosen.

Untuk mengetahui arah gaya utama yang membentuk struktur geologi di daerah penelitian maka ditentukan arah gaya utama adalah tegak lurus dari kedudukan jurus lapisan. Arah umum jurus perlapisan batuan daerah penelitian relatif barat-timur yaitu berkisar N 87°E - N 101°E, dapat disimpulkan gaya utama pada daerah penelitian bekerja dengan arah relatif utara-selatan

2.5. Sejarah Geologi Daerah Penelitian

Sejarah geologi daerah penelitian dimulai pada kala Miosen awal - Miosen tengah dengan pengendapan Satuan Batuan Batuan Breksi

Formasi Waturanda dengan rentang waktu (N6 – N9), satuan batuan ini diperkirakan diendapkan pada lingkungan laut dangkal – laut dalam (Neritik luar) – (Bathyal atas) dengan kedalaman 100 – 500 meter, mekanisme pengendapan satuan ini adalah regresi. satuan batuan ini merupakan satuan batuan tertua di daerah penelitian. Pada kala Miosen tengah dengan rentang waktu (N10 - N13) di atas Satuan Batuan Breksi diendapkan secara selaras yaitu Satuan Batuan Batupasir gampingan Selang-seling Batulempung Formasi Penosogan pada lingkungan Bathyal atas (laut dalam) di kedalaman 200 – 500 meter dengan mekanisme pengendapan oleh arus turbid.

Pada kala Miosen Akhir – Pliosen awal dengan rentang waktu (N14 – N19) di atas Satuan Batuan Batupasir gampingan selang-seling Batulempung diendapkan secara selaras yaitu Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung sisipan Breksi Formasi Halang pada lingkungan laut dangkal – laut dalam. Satuan ini diendapkan pada Neritik tengah – Bathyal tengah pada kedalaman 30-1000 meter dengan mekanisme pengendapan oleh arus turbid. Bersamaan dengan pengendapan Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung sisipan Breksi Formasi Halang, pada kala Miosen akhir - Pliosen awal (N18 – N19) diendapkan pula Satuan Batuan Breksi (Anggota Breksi Formasi Halang) secara menjemari pada lingkungan laut dalam dengan mekanisme pengendapan oleh arus turbid.

Pada kala Pliosen awal (N20) setelah selesai pengendapan terjadi aktifitas tektonik yang mengakibatkan proses deformasi dan pengangkatan pada daerah penelitian, serta terbentuknya pensesaran (Sesar Naik Karang Tengah) pada satuan batuan yang telah diendapkan. Seiring dengan waktu geologi yang berjalan, daerah penelitian yang telah menjadi daratan terjadi proses eksogen yaitu pelapukan pada zona lemah yang kemudian membentuk sungai - sungai sehingga menghasilkan endapan aluvial sungai yang merupakan hasil rombakan dari batuan yang terbentuk sebelumnya dan endapan aluvial sungai ini menutupi satuan batuan di bawahnya dengan batas berupa bidang erosi.

III. STUDI ENDAPAN TURBIDIT FORMASI PENOSOGAN

3.1. Endapan Turbidit Daerah Penelitian

Pembahasan endapan turbidit di daerah penelitian difokuskan pada Satuan Batupasir Gampingan selang-seling Batulempung sisipan Breksi (Formasi Penosogan). Adapun kajian endapan turbidit dilakukan dengan cara melakukan pengukuran penampang stratigrafi pada lintasan-lintasan yang mewakili satuan batuan yang ada di daerah penelitian serta diusahakan pada lintasan-lintasan yang tersingkap baik di lapangan. Hasil dari pengukuran penampang stratigrafi kemudian menentukan fasiesnya dengan menggunakan model fasies turbidit Walker (1978). Pengukuran penampang stratigrafi dilakukan pada 2 (dua) lintasan, yaitu lintasan 1 Kali Duren dan lintasan 2 Kali Padurekso.

3.1.1. Lintasan 1 Kali Duren

Pengukuran penampang stratigrafi pada lintasan ini dilakukan disepanjang Kali Duren, yang berada di Desa Karangtengah, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.

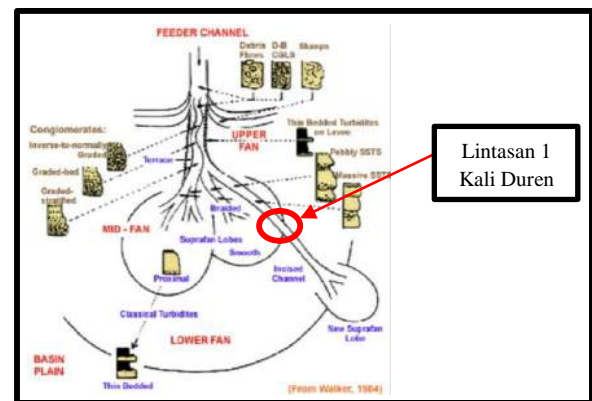
Bagian bawah penampang stratigrafi pada lintasan ini (Lampiran Kolom Stratigrafi Lintasan 1 Kali Duren), disusun oleh breksi serta perselingan antara batupasir dan batulempung, dengan ketebalan breksi 7 m, ketebalan batupasir berkisar antara 2 cm – 1,2 m (masif) dan ketebalan batulempung berkisar antara 15 - 50 cm. Ketebalan batupasir pada bagian ini kearah atas semakin menebal dan mengkasar. Struktur sedimen yang dijumpai pada bagian ini adalah parallel laminasi. Perselingan batupasir dan batulempung menunjukkan menebal keatas (*thickening upward sequence*). Pada bagian tengah, batupasir memiliki tebal 15 cm – 4,5 m (masif), batulempung 10 cm – 40 cm. terdapat struktur sedimen *parallel laminasi*, *convolute* dan *graded bedding* dengan sekuen batupasir menebal keatas. K arah bagian atas susunan batuan terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung dengan ketebalan batupasir berkisar dari 10 - 86 cm dan batulempungnya

berkisar antara 12 - 25 cm. Sekuen batupasir menebal kearah atas (*thickening upward sequence*). Struktur sedimen yang dijumpai pada bagian ini berupa struktur *parallel laminasi*.

Penampang stratigrafi lintasan ini dianalisa dengan menggunakan model Walker, 1978 sehingga didapatkan breksi termasuk dalam *Conglomerate Facies* bagian *Upper Fan Channel Fill*, pasir masif termasuk dalam *Masive Sandstones Facies*, perselingan batupasir batulempung termasuk dalam *Classic Turbidites Facies*. Diatas perselingan batupasir batulempung terdapat pasir masif termasuk dalam *Masive Sandstones Facies*. Lalu diatas pasir masif terdapat perselingan batupasir dan batulempung yang termasuk dalam *Classic Turbidites Facies*. Penulis mengintepretasikan bahwa lintasan 1 Kali Duren berada pada *Suprafan Lobes Mid Fan Channelled Smooth Fortion of Suprafan Lobes*.



Foto 12 Singkapan Breksi (A) dan Singkapan Batupasir Selang-seling Batulempung (B) yang mewakili bagian bawah Lintasan 1 Kali Duren



Gambar 4 Model Endapan Kipas Laut Dalam (Walker, 1978) dan Intepretasi lintasan 1 Kali Duren

3.1.2. Lintasan 2 Kali Padurekso

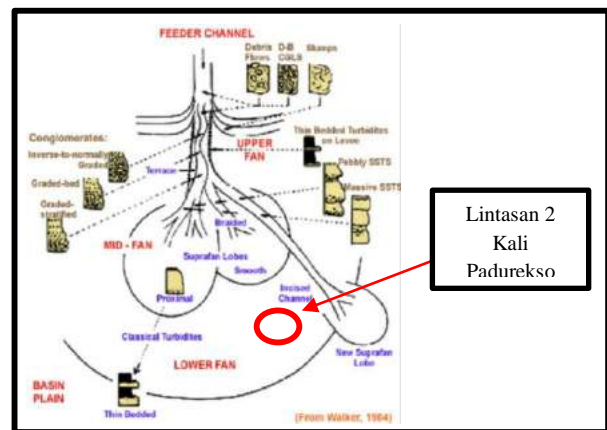
Pengukuran penampang stratigrafi pada lintasan ini dilakukan disepanjang Kali Padureksi, yang berada di Desa Karangtengah, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah.

Bagian bawah penampang stratigrafi pada lintasan ini (Lampiran Kolom Stratigrafi Lintasan 2 Kali Duren), disusun oleh perselingan antara batupasir dan batulempung, dengan ketebalan batupasir berkisar antara 7 - 95 cm dan ketebalan batulempung berkisar antara 5 - 80 cm. Ketebalan batupasir pada bagian ini kearah atas semakin menebal (*thickening upward sequence*) dan mengkasar sedangkan batulempungnya semakin menipis. Struktur sedimen yang dijumpai pada bagian ini adalah *parallel lamination*. Pada bagian tengah terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung, batupasir memiliki tebal 12 cm – 90 m ,batulempung 10 cm – 40 cm. terdapat struktur sedimen *parallel laminasi, convolute* dan *graded bedding*. K arah bagian atas susunan batuanya terdiri dari perselingan batupasir dan batulempung. ketebalan batupasir berkisar dari 10 - 86 cm dan ketebalan batulempung berkisar antara 12 - 25 cm. Sekuen batupasir menebal kearah atas (*thickening upward sequence*). Struktur sedimen yang dijumpai pada bagian ini berupa struktur lapisan bersusun, *parallel lamination, ripple lamination* dan *convolute*.

Penampang stratigrafi lintasan ini dianalisa dengan menggunakan model Walker, 1978 sehingga didapatkan perselingan batupasir batulempung termasuk dalam *Classic Turbidites Facies* bagian *Lower Fan*. Penulis meintepretasikan bahwa lintasan 2 Kali Padurekso berada pada *Lower Fan* lalu adanya sumber pasokan sedimen yang melimpah sehingga membentuk kipas baru dan menutupi kipas dibawahnya.



Foto 13 Singkapan Batupasir Selang-seling Batulempung yang mewakili bagian bawah Lintasan 2 Kali Padurekso



Gambar 5 Model Endapan Kipas Laut Dalam (Walker, 1978) dan Intepretasi lintasan 2 Kali Padurekso.

IV. KESIMPULAN

Dari semua yang telah di lakukan penelitian berupa pemetaan geologi permukaan daerah Karanggayam dan sekitarnya, Kecamatan Karanggayam, Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah, yang berkaitan dengan geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi maupun sejarah geologi daerah penelitian dan studi endapan turbidit Formasi Penosogan, maka dapat disimpulkan yaitu Terdapat 2 (dua) karakteristik geomorfologi yang berkembang di daerah penelitian, yaitu : satuan geomorfologi perbukitan homoklin dan satuan geomorfologi dataran aluvial. Pola aliran sungai yang terdapat pada daerah penelitian adalah pola aliran sungai trellis dan pola aliran sungai paralel dengan tahapan erosi sungai muda dan dewasa,

sedangkan jentera geomorfik daerah penelitian secara umum berada pada tahapan tua.

Berdasarkan litostratigrafi di daerah penelitian dibagi menjadi 5 (lima) satuan stratigrafi dari tua ke muda yaitu :

Satuan batuan breksi selang-seling batupasir yang berumur Miosen awal – Miosen tengah (N6 – N9) dan diendapkan pada lingkungan laut dangkal - laut dalam yaitu neritik luar – bathyal atas, berdasarkan ciri litologi maka satuan ini masuk ke dalam Formasi Waturanda. Kemudian diendapkan satuan batupasir gampingan selang-seling batulempung yang berumur Miosen tengah (N10 - N13) yang diendapkan pada lingkungan laut dalam yaitu bathyal atas, menutupi secara selaras di atas satuan breksi. Berdasarkan ciri litologi dari satuan ini maka satuan ini masuk ke dalam Formasi Penosogan. Secara selaras di atas satuan batupasir gampingan selang-seling batulempung sisipan breksi diendapkan satuan batupasir selang-seling batulempung sisipan breksi yang berumur Miosen tengah – Pliosen awal (N14 - N19) yang diendapkan pada lingkungan laut dalam. Bersamaan dengan pengendapan Satuan Batuan Batupasir Selang-seling Batulempung sisipan Breksi Formasi Halang, pada kala Miosen tengah - Pliosen awal (N14 - N19) diendapkan pula Satuan Batuan Breksi (Anggota Breksi Formasi Halang) secara menjemari pada lingkungan laut dalam.

Selanjutnya satuan aluvial menutupi satuan di bawahnya yang dibatasi oleh bidang erosi.

Struktur – struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian adalah patahan berupa sesar naik Karangtengah. struktur geologi ini mulai terbentuk pada kala Pliosen Awal (N20) disebabkan aktivitas tektonik dengan gaya utama yang berarah utara-selatan.

Formasi Penosogan di daerah penelitian tersusun oleh tumpukan lidah kipas yang membentuk kipas laut dalam, akibat aliran gravitasi mulai dari debris flow hingga turbidit, yang diendapkan pada N10 - N13. Berdasarkan hasil analisa endapan turbidit Formasi Penosogan yang fasiesnya menurut Walker yaitu terdiri dari

Turbidit Klasik, Batupasir Masif, dan Konglomerat sehingga berada pada kipas atas hingga kipas bawah.

DAFTAR PUSTAKA

Asikin, S., 1974, Evolusi Geologi Jawa Tengah dan Sekitarnya Ditinjau dari Segi Teori Tektonik Dunia Baru, Desertasi Doktor, ITB.

Asikin, S., 1986, Geologi Struktur Indonesia, Departemen Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.

Asikin, S., 1988, Ringkasan Tatanan Geologi Daerah karangsambung Luk Ulo Jawa Tengah, Jurusan Teknik Geologi, ITB.

Asikin, S., A. Handoyo, H. Busono, dan S. Gafuer., 1992, Peta Geologi Lembar Kebumen, Jawa, Skala 1 : 100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Asikin, S., 1995, “Buku Pedoman Geologi Lapangan”, Jurusan Teknik Geologi ITB, Bandung.

BAKOSURTANAL, 2000, Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Sruweng No. 1408-131, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi : 1 – 2000, Cibinong, Bogor.

BAKOSURTANAL, 2000, Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Kebumen No. 1408-132, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi : 1 – 2000, Cibinong, Bogor.

BAKOSURTANAL, 2000, Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Gombang No. 1408-133, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal), Edisi : 1 – 2000, Cibinong, Bogor.

BAKOSURTANAL, 2001, Peta Rupabumi Digital Indonesia Lembar Karangsambung No. 1408-134, Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan

- Nasional (Bakosurtanal), Edisi : 1 – 2001, Cibinong, Bogor.
- Blow, W. H. And J. A. Postuma** 1969. “Range Chart, Late Miosen to Recent Planktonic Foraminifera Biostratigraphy”, Proceeding of The First.
- Bouma, A.H.**, 1962, Sedimentology of Some Flysh Deposit : A Graphic Approach to Facies Interpretation, Elsivier Pub. Co. Amsterdam.
- Kadarisman, D.S.**, 1997, Pedoman Praktikum Petrografi, Laboratorium Petrografi, Program Studi Geologi, Fakultas Teknik Universitas Pakuan, Bogor.
- Kadarisman, D.S.**, 1997, Pedoman Praktikum Mineral Optik, Laboratorium Mineral Optik, Program Studi Teknik Geologi, Universitas Pakuan, Bogor.
- Luthfi, M.**, 2010, Prinsip-prinsip Sedimentologi, Jurusan Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
- Noor, Dj.**, 2010, Geomorfologi, Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
- Noor, Dj.**, 2010, Analisa Stratigrafi, Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Pakuan, Bogor.
- Pheleger, F.B.**, 1951, Ecology of Foraminifera, Nortwest Gulf of Mexico, GSA Memoir 46.
- Popoff, C. C.**, Computing Reserves of Mineral Deposits : Principles and Conventional Methods, United States Department of the Interior, Bureau of Mines, 1986.
- Rumidi, S.**, “Geologi Mineral Logam”, Penerbit Gajah Mada University Press, 2009.
- Syahrulyati, T. dan M. A. Karmadi**, 1994, Pedoman Praktikum Paleontologi, Laboratorium Paleontologi, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Pakuan, Bogor.
- Thornbury, William. D.**, Principles of Geomorphology, Second Edition, John Willey and Sons Inc., New York, London, Sydney, Toronto, 594 p.
- van Bemmelen, R. W.**, 1949, The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, The Hague, Martinus Nijhoff, vol. 1A, Netherlands.
- Walker, R.G., N. P. James**, 1992, Facies Models Respons to Sea Level Change, Geological Association of Canada, Kanada.

PENULIS:

- 1. Muhamad Raja Aprizal, S.T.** (Alumni 2017) Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik - Universitas Pakuan.
- 2. Ir. Mustafa Luthfi, 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.