

Analisis Fasies Pengendapan Satuan Batupasir Glaukonit Karbonatan Daerah Joho, Sale, Rembang, Jawa Tengah

Deka Maulana ¹, Winarti ², Setyo Pambudi ³

Mahasiswa, Teknik Geologi Sekolah Tinggi Teknologi Nasional ¹
dk.maulana@hotmail.com

Dosen, Teknik Geologi Sekolah Tinggi Teknologi Nasional ^{2,3}

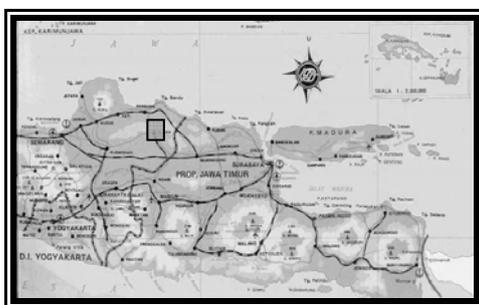
Abstrak

Penelitian ini dilakukan di kali Gempol yang secara geografis terletak di daerah Joho, Sale, Rembang, Jawa Tengah. Secara fisiografi Jawa, daerah penelitian termasuk dalam Zona Rembang yang merupakan cekungan “*retroarch*”. Stratigrafi regional menunjukkan lokasi penelitian terletak pada Formasi Ledok yang merupakan bagian dari cekungan Jawa Timur bagian Utara. Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan fasies satuan batupasir glaukonit karbonatan dan tujuannya untuk mengetahui lingkungan pengendapan purba pada satuan batupasir glaukonit karbonatan. Metode yang digunakan adalah metode analisis profil sepanjang lintasan Kali Gempol daerah Joho, analisis petrografi, mikrofosil, dan *paleocurrent*. Berdasarkan hasil analisis tersebut, maka satuan batupasir glaukonit karbonatan tersusun oleh perulangan batupasir glaukonit karbonatan pada bagian bawah dan kalkarenit pada bagian atas yang membentuk struktur *mega cross bedding*. Hasil analisis petrografi menunjukkan adanya penurunan kadar mineral glaukonit menuju bagian atas dari satuan batuan. Hasil analisis mikrofosil menunjukkan satuan batuan ini terendapkan di lingkungan neritik tengah pada kedalaman 60-100 meter dan terendapkan pada kala Miosen Akhir (N16-N17). Pola suksesi dari ukuran butir secara vertikal mempunyai pola penghalusan keatas (*fining upward*). Fasies lingkungan pengendapan termasuk pada lingkungan laut dangkal khususnya pada sub-lingkungan *upper shoreface* dengan tinggian purba berada pada sebelah tenggara daerah penelitian.

Kata Kunci : *mega crossbedding*, fasies, glaukonit, ledok, *shoreface*.

1. Pendahuluan

Daerah penelitian secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Kecamatan Sale, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah (Gambar 1) ataupun secara fisiografi termasuk dalam Zona Rembang (van Bemmelen, 1949) yang pada umumnya telah banyak diteliti dan dipelajari oleh beberapa ilmuwan kebumihan.



□ : lokasi penelitian

Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

Penelitian geologi pada zona ini pada kebanyakan untuk kepentingan ilmiah dan eksplorasi minyak dan gas bumi dimana zona ini dikenal oleh ilmuwan geologi sebagai cekungan

Jawa Timur bagian utara. Banyaknya penelitian di Cekungan Jawa Timur bagian utara ini tidak menutup kemungkinan peneliti yang lain untuk melakukan kajian dan pemahaman tentang geologi Zona Rembang secara menyeluruh. Banyak aspek baik dari segi stratigrafi, tektonik, sedimentasi, perkembangan cekungan, maupun sistem minyak bumi yang masih harus dikaji lagi seiring dengan perkembangan ilmu geologi kebumihan. Secara stratigrafi Zona Rembang daerah penelitian terdapat pada Formasi Ledok. Kehadiran mineral glaukonit yang melimpah pada Formasi Ledok menandakan bahwa Formasi Ledok terendapkan di lingkungan laut.

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan fasies satuan batupasir glaukonit karbonatan dan tujuannya untuk mengetahui lingkungan pengendapan purba pada satuan batupasir glaukonit karbonatan.

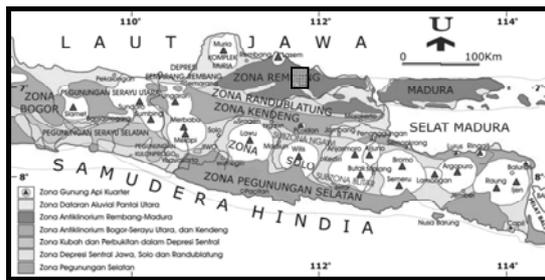
2. Metode

Metode yang digunakan pada penelitian ini merupakan metode analisis profil sepanjang lintasan Kali Gempol daerah Joho. Selain itu penulis juga menggunakan analisis mikrofosil,

petrografi, dan *paleocurrent* untuk mendukung dari data yang dihasilkan pada analisis profil. Analisis profil digunakan untuk menginterpretasi lingkungan pengendapan purba pada daerah penelitian khususnya pada satuan batupasir glaukonit karbonatan dengan pendekatan terhadap ciri profil sedimentasi *beach-shelf mud* menurut Reineck & Singh (1980), analisis mikrofosil untuk mengetahui lingkungan pengendapan berdasarkan bathimetri dan umur batuan, sedangkan analisis petrografi digunakan untuk mengetahui perkembangan *presentase* mineral glaukonit sepanjang profil lintasan.

3. Geologi

Secara fisiografi Jawa Tengah – Jawa Timur menurut van Bemmelen (1949) lokasi penelitian terletak pada fisiografi Zona Rembang (Gambar 2). Zona Rembang terdiri dari pegunungan lipatan Antiklinorium yang memanjang ke arah barat-timur dari Purwodadi, Blora, Jatirogo, Tuban, sampai dengan Pulau Madura.



Gambar 2. Peta Fisiografi daerah Jawa Tengah dan Jawa Timur (modifikasi dari van Bemmelen, 1949, dalam Hartono, 2010)

Secara geologi regional dan stratigrafi regional daerah penelitian terdapat pada Peta Geologi Regional lembar Jatirogo (Situmorang, Smit, dan van Vessel, 1992) yang merupakan bagian dari Formasi Ledok. Formasi Ledok menurut peneliti-peneliti terdahulu dikenal sebagai *Ledok Beds* (Van Bemmelen, 1949). Formasi ini terusun oleh perulangan antara napal pasiran, kalkarenit dengan napal dan batupasir (Pringgoprawiro, 1983) (Tabel 1).

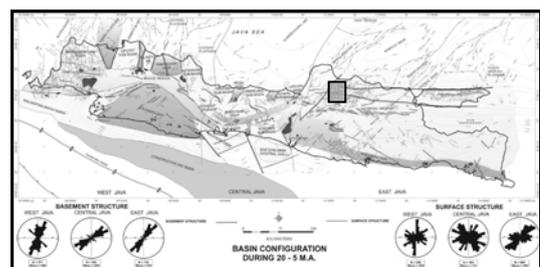
Rembang secara struktural dikenal sebagai zona sesar RMKS (Pertamina-Robertson Research, 1986, dalam Prasetyadi 2007). Dickinson (1974, dalam Pringgoprawiro, 1983) menggolongkan Mandala Rembang kedalam cekungan “*retroarch*” Jawa bagian timur atau Zona Rembang berdasarkan pola struktur utamanya merupakan daerah yang unik karena wilayah ini merupakan tempat perpotongan dua struktur utama, yakni antara struktur arah Meratus yang berarah timurlut-baratdaya dan struktur arah Sakala yang berarah

timur-barat (Pertamina-BPPKA, 1996; Sribudiyani dkk., 2003 dalam Prasetyadi 2007) (Gambar 3).

Kondisi geologi daerah penelitian secara geomorfologi terdapat pada satuan geomorfologi bergelombang lemah denudasional dengan kemiringan lereng $\pm 7,3 \%$ dan beda tinggi $\pm 20,67$ meter. Secara stratigrafi lokasi penelitian tersusun oleh satuan batupasir glaukonit karbonatan yang tersusun oleh dominasi batupasir glaukonit karbonatan dan kalkarenit yang membentuk struktur *mega cross bedding*. Struktur geologi yang teramati pada sekitar daerah penelitian yaitu antiklin, sinklin, sesar naik yang berorientasi relatif E-W, sesar mendatar *sinistral* yang berorientasi relatif NE-SW, sesar mendatar *dextral* yang berorientasi relative NW-SE, dan sesar normal yang berorientasi N-S.

Tabel 1. Stratigrafi Regional Zona Rembang menurut Pringgoprawiro (1983)

| UMUR | ZONA REMBANG | SARUNG | SATUAN BATUAN | | KOLON | P E M E R I A N | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|--------------|--------|---------------|------------|-------------|--|------|--------|-------|---|--------|--------|----------|---|-------|--------|---|------------------|------|--------|-------|---|------|--------|-------|--|-----|--------|-------|-----|--------|-------|-----|--------|-------|
| | | | FORMASI | ANGGOTA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLEISTOSEN | N 23 | N 22 | KUDUNG | UNDUK SOLO | FM. PACIRAN | Lengg. biru, npl. berlapis sisipan lempur, lensa coquina. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | SELOREJO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PALEOGEN | N 21 | N 20 | MUNDU | WONOSABDO | BULU | Napal putih - abu-abu, masif, kompak, foram, sisipan gk kalkarenit di bagian atas. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | N 19 | LEDEK | TUBAN | Di pasir, hijau, merah, coklat, glaukonit, sisipan kalkarenit, lempung. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | N 18 | TAWUN | NIRAYONG | Kalkarenit, berlapis, kompak, keras, glaukonit. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | N 17 | TUBAN | Di pasir, coklat, serpihan, lignit, sisipan kalkarenit. | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MIOSEN | N 16 | N 15 | TUBAN | KUDUNG | TUBAN | Gamping orbitoid, serpih coklat, karbonat. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | N 14 | KUDUNG | TUBAN | Lempung, gamping, sisipan gamping arenit, koral, alga, orbitoid. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | N 13 | KUDUNG | TUBAN | Napal, abu-abu muda, foram. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | N 12 | KUDUNG | TUBAN | Gamping abu-abu. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | N 11 | KUDUNG | TUBAN | Lempung coklat, berlapis-lapis sisipan gamping, koral, kera, foram besar. | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | N 10 | KUDUNG | TUBAN | Napal, abu-abu, berlapis, sisipan gamping, foram, koral, alga. | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | N 9 | KUDUNG | TUBAN | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | N 8 | KUDUNG | TUBAN | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | N 7 | KUDUNG | TUBAN |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| OLIGOGEN | P 22 | P 21 | KUDUNG | KUDUNG | TUBAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | P 20 | KUDUNG | TUBAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | P 19 | KUDUNG | TUBAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | P 18 | KUDUNG | TUBAN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



Gambar 3. Peta pola struktur Jawa menurut Sribudiyani, dkk (2003, dalam Prasetyadi, 2007)

4. Fasies *beach-shelf mud*

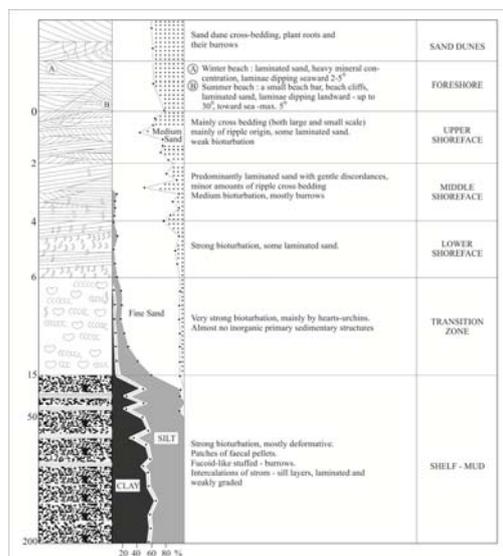
Fasies adalah tubuh batuan dengan sifat yang khas dalam batuan sedimen ditentukan berdasarkan warna, perlapisan, tekstur, fosil, dan struktur sedimen (Reading, 1978). Selley (1976) menyebutkan bahwa interpretasi suatu lingkungan sedimentasi (*sedimentary environment*) dan paleogeografi (*paleogeography*) didasarkan pada aspek geometri, litologi, fosil, struktur sedimen, dan arus purba (*paleocurrent*).

Selley (1976) menyatakan bahwa glaukonit merupakan suatu mineral kompleks yang berhubungan dengan mineral lempung dan mika. Mineral glaukonit terbentuk hanya dari *authigenic* mineral selama proses diagenesis awal di lingkungan sedimentasi laut (Tabel 2).

Tabel 2. Kehadiran mineral glaukonit dan karbon terhadap lingkungan terbentuknya (Selley, 1976)

| | | MARINE | NON-MARINE |
|----------------|------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | | Glauconite | No Glauconite |
| WELL WINNOWNED | Non-carbonaceous | Barrier Bar Shoal | Eolian |
| | Carbonaceous | Submarine channel and fan | Fluvial Lacustrine Deltaic |

Suatu pemahaman mengenai fasies pengendapan dan paleogeografi bahwa suatu tubuh batuan sedimen merupakan hasil proses tertentu pada lingkungan tertentu yang dicerminkan oleh sifat-sifat tertentu (Gambar 4).



Gambar 4. Pola sedimen dari profil *beach-shelf mud* (Reineck dan Singh, 1980)

Berdasarkan Reineck & Singh (1980) fasies *beach-shelf mud* terbagi menjadi beberapa lingkungan, yaitu :

1. Backshore - dunes

Lingkungan ini dicirikan oleh proses-proses pengendapan *subaerial* yang diadakan oleh angin. Menurut Wunderlich (1971, dalam Reineck & Singh, 1980) lingkungan ini memperlihatkan perubahan morfologi dan sedimentasi selama periode musim panas dan musim dingin. Struktur sedimen berupa paralel laminasi, *small ripple* laminasi, *through cross bedding* tercermin pada lingkungan ini. Material sedimen berukuran *fine sand* (Howard & Reineck (1972, dalam Reineck & Singh, 1980)).

2. Foreshore

Lingkungan ini dibatasi pada zone intertidal, yang selalu ditandai oleh perubahan *slope* yang tajam (Walker, 1984). Struktur sedimen berupa laminasi dengan dip 2-5°. Material sedimen pada lingkungan ini berukuran *fine - medium sand* (Howard & Reineck (1972, dalam Reineck & Singh, 1980)).

3. Shoreface

Lingkungan ini dipengaruhi oleh modifikasi ekstrim akibat proses-proses *strom generated waves* (Walker, 1984).

3.1. Upper Shoreface

Lingkungan ini berkisar pada kedalaman 0-300 meter. Pada umumnya terbentuk struktur sedimen tipe perlapisan, antara lain *small-ripple bedding*, *megaripple bedding*, *planar cross bedding*. Bioturbasi lemah dengan material sedimen berukuran *medium sandy fine sand* (Reineck & Singh, 1980).

3.2. Middle Shoreface

Lingkungan ini pada kedalaman di bawah 300-600 meter dimana ripple hanya terlihat di bagian atas. Struktur laminasi dari batupasir yang umum dijumpai pada lingkungan ini dengan bioturbasi bersifat menengah (Reineck & Singh, 1980).

3.3. Lower Shoreface

Lingkungan ini berkisar pada kedalaman 700-1000 meter. Pada lingkungan ini bioturbasi kuat seiring dengan peningkatan kedalaman air. Material sedimen didominasi ukuran butir *fine sand* (Reineck & Singh, 1980).

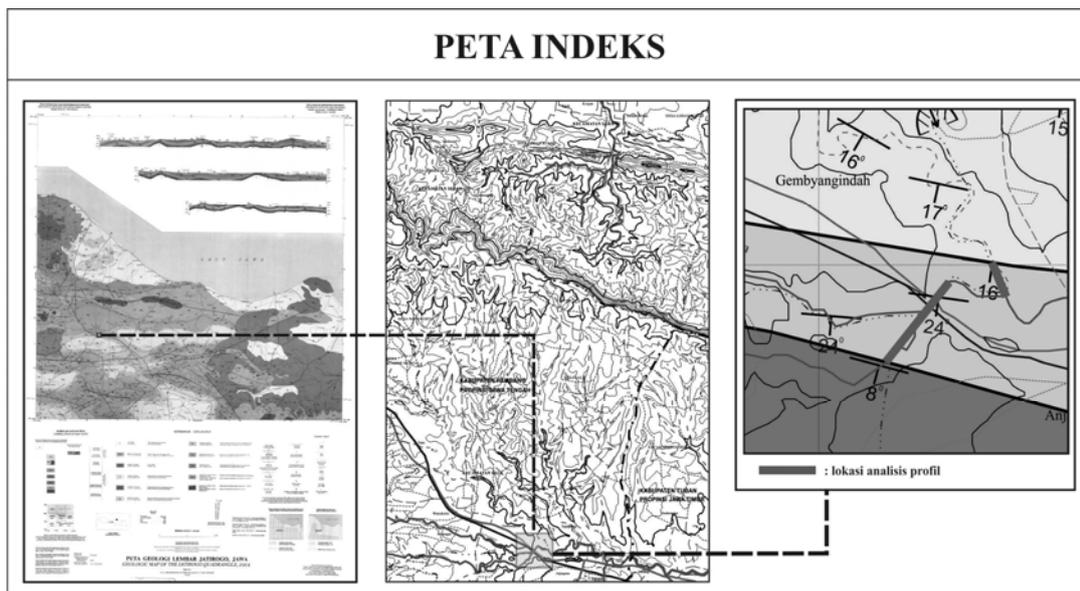
4. Transition Zone

Pada lingkungan ini bioturbasi sangat kuat dengan perlapisan anorganik yang memperlihatkan jejak fosil bukan dari bioturbasi. Material sedimen pada lingkungan ini *silty fine sand – fine sandy silt* (Reineck dan Singh, 1980).

ukuran butir pasir sedang-kasar, sortasi baik, tekstur permukaan kasar, kemas tertutup, porositas primer, permeable, bereaksi dengan HCl, sedikit bioturbasi. Komposisi batupasir glaukonit karbonatan ini berupa glaukonit, lithik, karbonat, dan mineral-mineral berukuran pasir, semen mineral karbonat. Secara mikroskopis pada sample PTG|LF|38 (bagian bawah satuan)

5. Shelf – Mud

Pada lingkungan ini bioturbasi masih kuat dengan material sedimen di dominasi oleh *mud* (Reineck, 1971, dalam Reineck & Singh, 1980).



Gambar 5. Peta indeks lokasi daerah penelitian (Maulana, 2014)

5. Hasil dan Pembahasan

Lokasi penelitian terletak pada kali Gempol, Joho, Sale, Rembang, Jawa Tengah (Gambar 5). Gambaran analisis profil dan lingkungan pengendapan pada daerah penelitian dapat dilihat pada (Hasil seutuhnya dari profil satuan batupasir glaukonit karbonatan terlampir pada lampiran 1). Berdasarkan analisis profil serta pengukuran stratigrafi terukur. Sukses dari pola susunan pengendapan secara vertikal dari litologi, struktur sedimen, dan ukuran butir maka satuan batupasir glaukonit karbonatan berdasarkan karakteristik fasies yang khas dari suatu sistem pengendapan daerah pantai sampai paparan laut dangkal menurut Reineck & Singh (1980) terbagi menjadi 2 fasies pengendapan.

Fasies pengendapan 1 terdiri dari perulangan batupasir glaukonit karbonatan dengan sisipan kalkarenit dengan ketebalan 10-25 cm yang membentuk struktur sedimen *mega cross bedding* (Gambar 6). Batupasir glaukonit karbonatan secara megaskopis menunjukkan ciri – ciri berwarna lapuk berwarna lapuk coklat kehijauan, warna segar abu-abu kebiruan, kompak, tekstur klastik dengan

memperlihatkan warna putih kecoklatan pada nikol sejajar dan kehitaman pada nikol silang, klastik, ukuran butir 0,03 – 0,3 mm, membulat tanggung hingga menyudut, tersusun dari kuarsa (12%), feldspar (18%), lithik (25%), glaukonit (13%), fosil (5%), mineral opak (4%), mineral lempung (8%), dan lumpur karbonat (15%) dengan nama petrografis *calcareous glauconite lithic arenite* (Klasifikasi Petijohn, 1975, modifikasi). Pada sample PTG|LF|38.2 (bagian tengah satuan) memperlihatkan warna putih kecoklatan, pada nikol sejajar dan kehitaman pada nikol silang, klastik, ukuran butir 0,03 – 0,2 mm, membulat tanggung hingga menyudut, tersusun dari kuarsa (15%), feldspar (18%), fragmen batuan (22%), glaukonit (11%), fosil (3%), mineral opak (1%), mineral lempung (10%), dan lumpur karbonat (20%) dengan nama petrografis *calcareous glauconite lithic arenite* (Klasifikasi Petijohn, 1975, modifikasi).



Gambar 6. Kenampakan struktur sedimen mega cross bedding dalam singkapan batupasir glaukonit karbonatan (Lensa menghadap ke arah SE). (Foto diambil di daerah Gembyangindah), koordinat 06° 51' 33" LS dan 111° 36' 51" BT

Berdasarkan penarikan kesebandingan yang dilakukan antara fasies pengendapan 1 dengan *beach-shelf mud* (Reineck & Singh, 1980) berdasarkan persamaan litologi, struktur sedimen, ukuran butir, serta semua aspek geologi yang ada. Fasies pengendapan ini terendapkan pada lingkungan *upper shoreface* (Reineck & Singh, 1980).

Fasies pengendapan 2 terdiri dari perulangan kalkarenit sisipan batupasir glaukonit karbonatan dengan ketebalan 10-30 cm yang membentuk struktur sedimen *mega cross bedding* (Gambar 7). Kalkarenit secara megaskopis menunjukkan ciri – ciri berwarna lapuk coklat kekuningan, warna segar putih kekuningan, kompak, tekstur klastik dengan ukuran butir pasir sedang, sortasi sedang, kemas tertutup, impermeable, bereaksi dengan HCl, sedikit bioturbasi. Komposisi kalkarenit ini berupa mineral-mineral karbonat. Secara mikroskopis pada sample PTG|LF|37 (bagian atas satuan) memperlihatkan warna kecoklatan pada nikel sejajar dan abu-abu gelap pada nikel silang, klastik, ukuran material penyusun 0,1 – 0,25 mm, membulat-menyudut tanggung, tersusun dari fosil (82%), Lumpur karbonat (10%), dan semen (5%), dan glaukonit (3%) dengan nama petrografis *grainstone* (Dunham, 1962, dalam Pettijohn, 1975).



Gambar 7. Kenampakan struktur sedimen mega cross bedding dalam singkapan kalkarenit (Lensa menghadap ke arah selatan) (Foto diambil di daerah Anjangsana), koordinat 06° 51' 40" LS dan 111° 35' 42" BT

Berdasarkan penarikan kesebandingan yang dilakukan antara fasies pengendapan 2 dengan *beach-shelf mud* (Reineck & Singh, 1980) berdasarkan persamaan litologi, struktur sedimen, ukuran butir, serta semua aspek geologi yang ada. Fasies pengendapan ini terendapkan pada lingkungan *upper shoreface* (Reineck & Singh, 1980).

Lingkungan pengendapan purba yang telah diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri di atas bahwa fasies pengendapan 1 dan 2 terendapkan pada lingkungan laut dangkal khususnya pada sub-lingkungan *upper shoreface* (Reineck & Singh, 1980). Hal tersebut didukung oleh hasil analisis foraminifera benthos pada sample MFS|LF|38, MFS|LF|2, MFS|LF|37 yang didasarkan pada Tipsword, Setzer, Smith (1966) menunjukkan bahwa satuan ini terendapkan pada lingkungan neritik tengah dengan kedalaman 60-100 meter dengan dijumpainya *Bolivinitella eleyi* CUSHMAN, *Elphidiella artica* PARKER & JONES, *Elphidium sp.*, *Amphistegina sp.*, *Cibicides lobatulus* WALKER & JACOB, *Amphistegina hauerina* D'ORBIGNY, 1846, *Robulus nayaricensis*, *Nodosaria affinis* LAMARCK, 1812.

Pada fasies pengendapan 1 dan 2 terjadi pola penghalusan keatas (*fining upward*) mengindikasikan bahwa cekungan mengalami pendalaman dengan suplai sedimen berkurang yang mengakibatkan terjadinya fase transgresi. Pada analisis petrografi (sample PTG|LF|38, PTG|LF|38.2, PTG|LF|37) menunjukkan adanya penurunan kadar mineral glaukonit menuju pada bagian atas dari satuan batuan ini (mencerminkan bahwa lingkungan laut semakin keatas semakin kaya akan kandungan O₂ (semakin berkurangnya kondisi reduksi)) yang menunjukkan bahwa semakin ke atas menuju ke lingkungan laut terbuka.

Berdasarkan analisis foraminifera plangtonik pada sampel MFS|LF|38, MFS|LF|38a, MFS|LF|38b, MFS|LF|2, MFS|LF|37, yang didasarkan pada zonasi Blow (1969) pada bentukan *lobes* yang berbeda menunjukkan bahwa *mega cross bedding* yang terbentuk pada satuan ini mempunyai kisaran waktu yang sama dalam proses pembentukannya yaitu kala Miosen Akhir (N16-N17) dengan dijumpainya *Globigerina paraboloides* BLOW, 1959, *Globigerinoides trilobus* REUSS, 1850, *Globigerinoides immaturus* LEROY, 1939, *Globigerinodes ruber* D'ORBIGNY, 1939, *Hastigerina aequilateralis* BRADY, 1989, *Orbulina universa* D'ORBIGNY, 1939, *Globorotalia acostaensis* BLOW, 1959, *Globorotalia pseudomiocenica* BOLLI & BERMUDEZ, 1965, *Globorotalia linguaensis* BOLLI, 1957, *Globorotalia occlusa* BLOW & BANNER, 1962, *Globorotalia merotumida* BLOW & BANNER, 1965, *Globorotalia menardii* D'ORBIGNY, 1826.

Hasil pengukuran arah arus purba yang menunjukkan arah NW merefleksikan adanya suplai sedimen (*provenance*) yang berasal dari SE daerah penelitian yang melalui *channel-channel* laut dangkal.

6. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis secara analisis profil, petrografi, mikrofosil, dan *paleocurrent* pada fasies satuan batupasir glaukonit karbonatan dapat menjawab tujuan dari penelitian ini, maka disimpulkan bahwa satuan batupasir glaukonit karbonatan terendapkan pada sub-lingkungan *upper shoreface* dengan tinggian purba yang berada di sebelah tenggara daerah penelitian.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Geologi STTNAS Yogyakarta.

Daftar Pustaka

- Blow, W.H., 1969, *Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminifera Biostratigraphy, International Conference Planktonic Micro fossil*, First Edition, Genewa, Proc. Leiden E.J. Bull. Vol I.
- Cushman, J.A. 1950, *Foraminifera*, Harvard University Press, Cambridge.
- Hartono, G. 2010, *Peran Vulkanisme dalam Tataan Produk Batuan Gunung Api Tersier di Gunung Gajahmungkur, Wonogiri, Jawa Tengah*. Disertasi Doktor. Universitas Padjajaran. Bandung, *Unpublished*.
- Maulana, 2014, *Geologi dan Analisis Fasies Pengendapan Satuan Batupasir Glaukonit Karbonatan Ledok Daerah Lodan dan Sekitarnya, Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang, Provinsi Jawa Tengah*. Tugas Akhir Sarjana. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional. Yogyakarta. *Unpublished*.
- Pettijohn, F.J., 1975, *Sedimentary Rocks : Thrid Edition*, Happer & Row Publisher, New York.
- Postuma, J.A., 1971, *Manual Of Planktonic Foraminifera*, Royal Dutch/Shell Group, The Haque, The Netherlands, Elsevier Publishing Company Amsterdam, London, New York
- Prasetyadi, C., 2007, *Evolusi Tektonik Paleogen Jawa Bagian timur*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung. 323 hal, tidak diterbitkan.
- Pringgoprawiro, H., 1983, *Biostratigrafi dan Paleogeografi Cekungan Jawa Timur Utara "Suatu Pendekatan Baru"*, Disertasi Doktor, Institut Teknologi Bandung, 239 hal, tidak diterbitkan.
- Reading, H.G., 1978, *Sedimentary Environment and Facies*. Blackwell Scientific Publications. New York.
- Reineck, H.E., Singh, I. B., 1980, *Depositional Sedimentary Environments*, Springer-Verlag Berlin, New York.
- Selley, R.C. 1976, *Ancient Sedimentary Environments*, Champan & Hall, London.
- Situmorang, R. L, Smit, R. & Van Vesseem, E. J.,1992, *Peta Geologi Regional, Lembar Jatirogo, Jawa, Skala 1: 100.000*, Direktorat Geologi Bandung.
- Tipsword, H.I., Setzer, F.M., Smith, Jr. F.L., 1966. *Introduction of Depositional Environment in Gulf Coast petroleum Exploration from Paleontology and Related Stratigraphy*, Houston.
- Tucker, M. E., Wright, V. P., Dickson, J. A. D., 1996, *Carbonate Sedimentology*, Blackwell Scientific Publications, London.
- Van Bemmelen, R. W., 1979, "*The Geology of Indonesia*" Vol 1A-1B. General Geology, The Hague Martinus Nijhoff, Netherlands.
- Walker, R.G. 1984, *Facies Model*. Geoscience, Canada.

