

Studi Sedimentasi Laut Dalam Dan Pengaruh Tatanan Tektonik Cekungan Serayu Utara

Purna S. Putra, M. Sapri H. & M. Ma'ruf Mukti
Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI, Jl. Sangkuriang, Bandung 40135

SARI: Penelitian ini dilakukan di daerah sepanjang Kali Lutut yang terletak di perbatasan Kabupaten Temanggung dan Kendal, Jawa Tengah yang bertujuan untuk memperoleh data sedimentasi laut dalam Cekungan Serayu Utara Selama Miosen Akhir (zonasi CN 7 hingga CN 9) di Cekungan Serayu Utara terjadi lima kali proses sedimentasi yang berhubungan dengan kondisi tektoniknya. Kelima proses sedimentasi tersebut terbagi dalam lima fasies yaitu (dari bawah ke atas) berupa: fasies kalkarenit, fasies batulempung dengan sisipan tipis kalkarenit, fasies batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit yang menunjukkan penebalan ke arah atas, fasies batulempung dengan sisipan kalkarenit penghalusan ke arah atas, dan paling atas adalah berupa fasies batupasir gampingan dengan sisipan batulempung dan kalkarenit. Kelima fasies tersebut masing – masing menggambarkan aktivitas tektonik yang berbeda yang menghasilkan terjadinya pengendapan fasies – fasies tersebut.

Kata kunci: Cekungan Serayu Utara, sedimentasi, tektonik, laut dalam

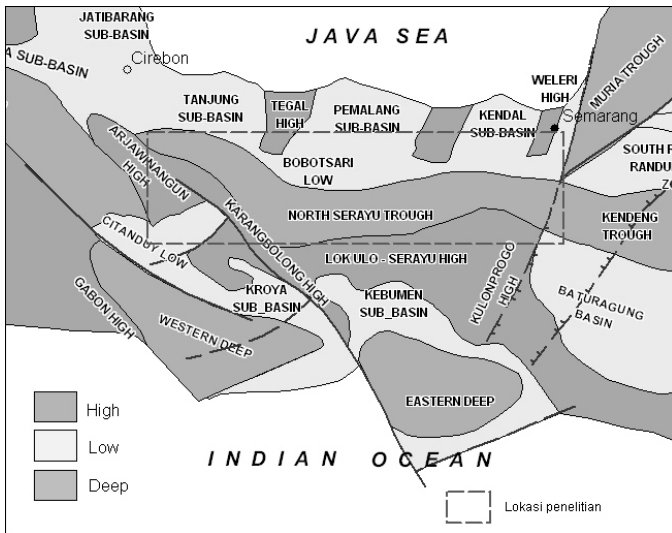
LATAR BELAKANG

Cekungan sedimen laut dalam di pulau Jawa terbentang mulai dari Zona Bogor di bagian barat sampai Zona Kendeng di bagian timurnya yang berkembang mulai awal Tersier. Karakteristik sedimen laut dalam ini diyakini berbeda dalam proses sedimentasinya baik di bagian barat yaitu Cekungan Bogor (Martodjojo, 1984), maupun yang terletak di bagian timurnya yaitu Cekungan Kendeng. Nama Cekungan Serayu Utara bermula dari tatanan fisiografi Pegunungan Serayu Utara (van Bemmelen, 1949), sedangkan Pertamina (Sujanto, 1975; Muchsin, 2002) menyebut tatanan yang sama dengan nama Cekungan (Trough) Bogor (Gambar 1). Penelitian ini difokuskan di Cekungan Serayu Utara bagian timur untuk tahun pertama dengan prioritas tahun berikutnya ke bagian barat.

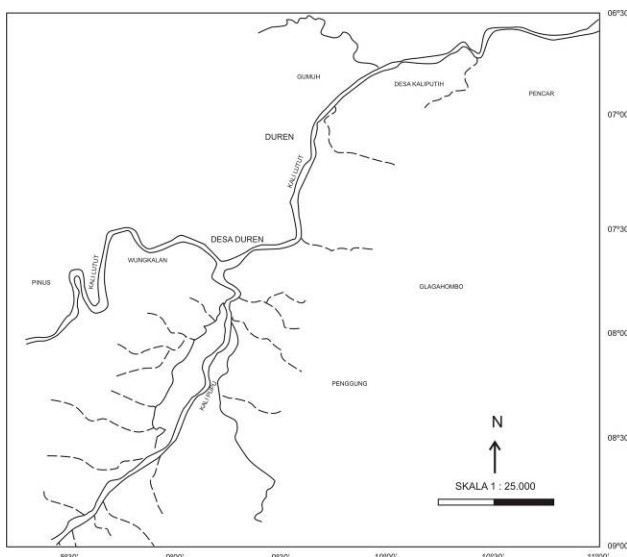
Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi daerah kunci dalam memahami proses sedimentasi laut dalam dan kegiatan tektonik di sepanjang Pulau Jawa.

Sedimen laut dalam dipertimbangkan memiliki potensi sistem hidrokarbon, seperti yang telah dibuktikan di Cekungan Kutei, Brunei, Tarakan, Sumatera Utara, Jawa Timur, dan Cekungan Palawan (Kusumastuti dkk, 2001, Guritno, 2003), serta Cekungan Bintuni (Nugrahanto dkk., 2001). Penelitian geologi di daerah dengan karakteristik yang sama menjadi penting untuk dilakukan.

Lokasi penelitian berada di sepanjang Kali Lutut yang secara administrasi terletak di perbatasan Kabupaten Temanggung dan Kabupaten Kendal (Gambar 2).



Gambar 1. Konfigurasi tektonik dan Cekungan yang terbentuk di Jawa Tengah pada Kala Miosen (dimodifikasi dari Sribudiyani, 2003; Muchsin, 2002)



Gambar 2. Lokasi Penelitian

PERUMUSAN MASALAH

Penelitian geologi yang dilakukan sebelumnya menyisakan beberapa permasalahan yaitu belum menerangkan:

- Karakteristik satuan batuan berumur Miosen dan apa yang menjadi sumber sedimen tersebut, di mana terbentuk satuan batuan yang berlainan pada arah lateral.
- Pengaruh proses tektonika yang menyebabkan perbedaan sistem pengendapan laut dalam yang berlangsung dari bagian barat sampai di bagian timur, dan implikasinya terhadap sejarah geologi cekungan ini.

HIPOTESIS

Adanya kemajemukan karakteristik sedimen laut dalam di Cekungan Serayu Utara dipengaruhi kontrol tektonik dalam pembentukan sub-sub cekungan di dalamnya.

METODE PENELITIAN

Kegiatan Lapangan

- Melakukan studi detil singkapan-singkapan yang mewakili formasi-formasi yang ada. Metode pengambilan sample di lapangan adalah dengan melakukan observasi singkapan. Lokasi pengambilan data ditentukan secara sistematis, dilihat dari hasil studi interpretasi data citra landsat untuk menentukan lokasi.
- Di lapangan dilakukan identifikasi karakter lithofacies, interpretasi pola sedimentasi, interpretasi lingkungan pengendapan, dan struktur geologi yang berkembang.

Laboratorium

- Analisis struktur sedimen.
- Analisis provenance untuk menentukan sumber dari pengendapan suatu satuan atau formasi batuan.
- Analisis mikrofosil untuk kisaran umur pengendapan serta foraminifera benthik untuk penentuan paleobathymetri.

GEOLOGI REGIONAL

Bagian tengah pulau Jawa mempunyai karakter yang berbeda dibandingkan bagian lainnya yang berada di bagian barat dan timur. Perbedaan yang cukup mendasar adalah tidak terdapatnya Zona Pegunungan Selatan. Zona ini di bagian barat dan timur terdapat memanjang di sebelah selatan, sedangkan di Jawa Tengah anomali "high" dan struktur yang identik dengan Zona pegunungan Selatan ini terdapat di Karangbolong dengan penyebaran relatif utara selatan dan di Kulonprogo dengan sebaran yang relatif sama (Bemmelen 1949).

Stratigrafi

Stratigrafi regional daerah Cekungan Serayu Utara tergambar dalam Gambar 2-1. Stratigrafi daerah ini dibagi dalam tiga wilayah, yaitu barat, tengah dan timur. Dari masing-masing daerah tersebut terlihat adanya perbedaan tipe sedimen pengisi Cekungan Serayu Utara.

Paleogen

Sedimen tertua yang ditemukan di wilayah utara Jawa Tengah adalah Sedimen Eosen Worawari, yang disusun oleh konglomerat marin, batupasir kuarsa, napal, dan lempung. Lensa batugamping terdapat dalam satuan ini, dengan biota pembentuk berupa coral dan foram besar. Marks (1957) menyebutkan sedimen tersebut sebagai Bagelen Beds, dengan umur Eosen Laporan pemetaan Verbeek dan Fennema (1896) tidak menggunakan nama ini, tetapi menyebutnya sebagai sedimen Eosen di Worawari *terrane*. Laporan tersebut juga menyebutkan ditemukan beberapa lokasi keberadaan sedimen dengan umur dan fasies yang sama di sebelah baratdaya daerah Bagelen. Karena singkapan batuan ini hanya sedikit muncul di permukaan, dalam penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh perusahaan minyak, sampel batuan diambil dari inti pemboran di dekat lokasi tipe formasi ini. Hasil dari laporan Lunt (in prep.) menyimpulkan satuan ini merupakan endapan olistostrom laut dalam sebagai hasil proses longsoran (slump), dengan umur yang lebih muda, yaitu Oligosen Awal.

Sedimen ini mempunyai komposisi yang sama dengan bagian bawah Formasi Karangsembung, yaitu berupa klastika kasar yang kaya akan kuarsa, sehingga kemungkinan pada Eosen cekungan Serayu Utara dan Selatan merupakan satu cekungan yang sama (Hehuwat, 2003). Sedangkan Formasi Karangsembung dan Totogan merupakan olistostrome yang diendapkan pada lereng melange wedge (M.E. Suparka, 1988).

Miosen

Pada Miosen awal, suatu struktur tinggian yang kemudian disebut sebagai Serayu Ridge terbentuk dan memisahkan cekungan Cekungan Serayu Utara dengan Cekungan Serayu Selatan. Di bagian timur Cekungan Serayu Utara, diendapkan Formasi Lutut yang merupakan bagian bawah Formasi Merawu (Bemmelen, 1949; Lunt, in prep.), dengan kontak tektonik terhadap endapan di bawahnya. Satuan ini terdiri dari batupasir sangat kasar dan konglomerat dengan komponen non vulkanik. Butiran kasar tersebut terdiri dari fragmen lithic, dan campuran fragmen bioclastik. Dalam sayatan tipis teridentifikasi melimpahnya kuarsa polikristalin, dan metasedimen seperti *schist* dan *marble*. Kenampakan yang sama terdapat pada batuan Eosen di Karangsembung, Nanggulan, Formasi Wungkal di Bukit Jiwo, dan sedimen Eosen Bayah dan Ciletuh di Jawa Barat (Lunt, in prep). Umur satuan ini adalah Miosen Awal (Bemmelen, 1949; Lunt, in

prep.) dengan lingkungan pengendapan laut dangkal (Lunt, in prep).

Di Cekungan Serayu Utara bagian tengah diendapkan batugamping Sigugur yang menumpang secara tidak selaras di atas batuan Paleogen (Bagelen *beds*). Di bagian barat, F. Pemali yang berupa calcareous mudstone dan sedikit batupasir diendapkan sebagai sedimen tertua yang muncul di permukaan. Formasi ini berumur Miosen Awal dan ekuivalen dengan F. Merawu di bagian tengah, atau setara dengan F. Kerek dan Rembang di Jawa Timur (Bemmelen, 1949). Marks (1957) menyebutkan umurnya sedikit lebih muda Miosen Awal-Tengah, sedangkan Lunt (in prep.) menginterpretasikan Formasi Pemali ini sebagai endapan laut dalam dengan umur Pliosen Awal.

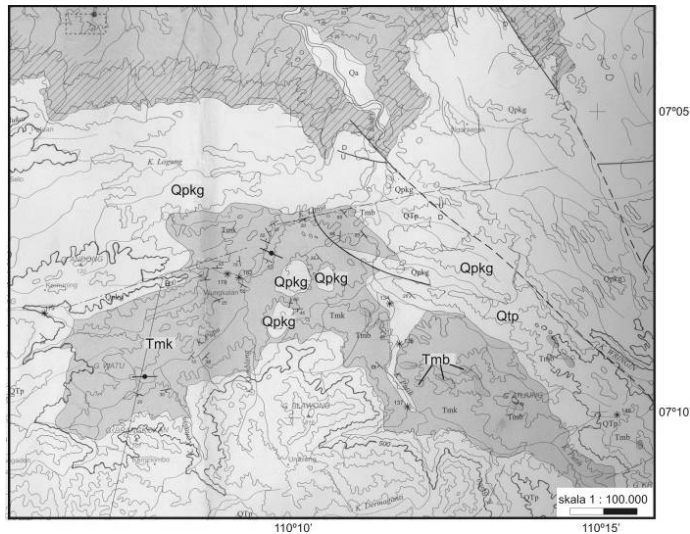
Selaras diendapkan di atas Formasi Lutut di bagian timur dan Batugamping Sigugur di bagian tengah, adalah Formasi Merawu yaitu berupa sedimen klastik yang didominasi oleh kuarsa di bagian bawahnya dan berubah berangsur dengan masuknya input vulkanik di bagian atasnya. Selanjutnya sedimen ini ditutup oleh sedimen vulkaniklastik Formasi Penjatan, dengan umur akhir Miocene Awal (Bemmelen, 1949) atau Miosen Akhir (Lunt, in prep.) dengan lingkungan pengendapan laut dalam (Ratman, 1996) atau lebih dalam dari F. Merawu (Lunt, in prep.). Kontak antara Formasi ini dengan F. Merawu di bagian bawah tidak terlihat di lapangan (Lunt, in prep.). Di bagian barat, di atas Formasi Pemali diendapkan secara berturut-turut Formasi Rambatan, Lawak dan Halang.

Pliosen

Ketidakselarasan terjadi antara Formasi Penjatan dan endapan Mio-Pliosen di atasnya, yaitu Formasi Banyak, Cipluk, Kapung dan Kalibiuk di Cekungan Serayu utara bagian barat, dan Formasi Bodas di bagian tengah. Formasi Banyak didominasi oleh batupasir tufan berukuran sedang – halus, dengan ketebalan lebih dari 100 m. Di atasnya kemudian terdapat sedimen marin berukuran halus Formasi Cipluk dan Kalibiuk. Kedua Formasi ini relatif sulit untuk dibedakan, kecuali dengan ditemukannya sisipan batupasir tufan pada interval bagian bawah Formasi Cipluk (Hehuwat, 2003). Di sebelah selatan Lapangan Tua Cipluk endapan batugamping Kapung memisahkan Formasi Cipluk dan Kalibiuk.

Pada kala Mio-Pliosen di bagian tengah Cekungan Serayu Utara diendapkan basal limestone dari Formasi Bodas, yang kemudian diikuti oleh fasies marine dan vulkaniklastik. Sedangkan di bagian barat proses sedimentasi laut dalam masih terjadi

dengan diendapkannya sedimen turbidit di daerah Pemalang-Tegal-Brebes yang setara dengan Formasi Cisubuh di bagian paparan sebelah utara (Sunardi, 2001).



Gambar 3. Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang, dikutip dari Thanden, dkk (1996) dimana daerah penelitian terdapat di dalam peta ini

Berdasarkan peta geologi lembar Magelang dan Semarang (Thanden, dkk, 1996) daerah penelitian tersusun oleh jenis – jenis batuan yang secara stratigrafi (Gambar 3) terdiri dari:

- Alluvium (Qa) : merupakan endapan sungai, yang terdiri dari kerikil, kerakal, pasir dan lanau dengan tebal hingga mencapai 1 meter. Bongkah tersusun dari andesit, batugamping dan sedikit batupasir
- Formasi Kaligetas (Qpkg) : breksi vulkanik, aliran lava, tuf, batupasir tufan, dan batulempung. Breksi aliran dan lahar dengan sisipan lava dan tuf halus sampai kasar. Setempat di bagian bawahnya ditemukan batulempung mengandung moluska dan batupasir tufan. Batuan gunungapi yang melapuk berwarna coklat kemerahan dan sering membantuk bongkah – bongkah besar. Ketebalan formasi ini bisa mencapai 200 m.
- Formasi Penyatan (QTp) : batupasir, breksi, tuf, batulempung an aliran – aliran lava. Batupasir tufan dan breksi vulkanik (aliran dan lahar) nampak dominan. Secara setempat ditemukan aliran lava, batulempung marin dan napal. Formasi ini mempunyai ketebalan mencapai 1000 m dan menunjukkan umur Miosen Tengah – Plistosen.
- Formasi Kerek (Tmk) : perselingan batulempung, napal, batupasir tufan, konglomerat, breksi vulkanik dan batugamping. Batulempung, gampingan; sebagian bersisipan dengan batulanau atau batupasir; setempat mengandung fosil foram, moluska

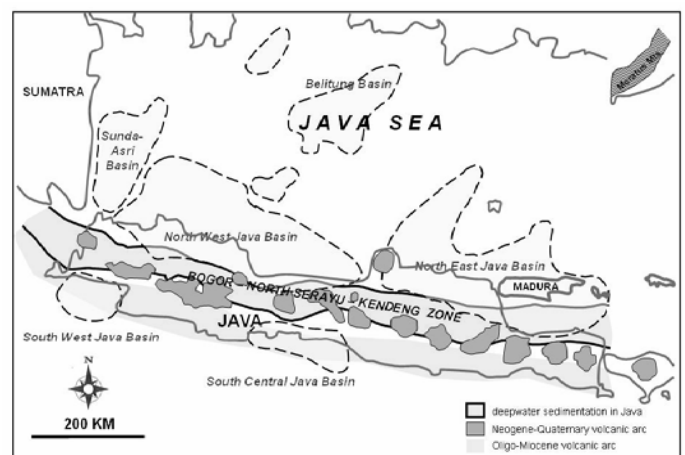
dan koral – koral koloni. Batugamping umumnya berlapis, kristalin dan pasiran. Umur satuan ini Miosen Tengah.

Tektonika

Pulau Jawa yang terletak pada bagian ujung selatan Kraton Sundaland terbentuk dari batuan yang berasosiasi dengan sistem *active margin* dari pertemuan lempeng. Pertemuan antara Lempeng Samudera Hindia dengan dengan Lempeng kontinen Eurasia sejak Kapur telah membentuk Pulau ini sebagai hasil gabungan antara busur *plutonic-volacanic*, prisma akresi, zona subduksi, dan batuan-batuan sedimen. Secara garis besar terdapat tiga "zona geologi" yang posisinya terletak memanjang relatif sejajar dengan Pulau Jawa (Gambar 4), yaitu

- Cekungan Jawa Barat Utara dan Cekungan Jawa Timur Utara yang terletak di bagian utara
- Zona bagian selatan Pulau Jawa yang merupakan hasil pengangkatan dari produk vulkanik dan karbonat Oligo-Miosen
- Zona di bagian tengah yang merupakan depocenter cekungan laut dalam sejak Miosen.

Zona yang memanjang di tengah Pulau Jawa ini terbentuk akibat *subsidence* yang menyebabkan terjadinya pegendapan laut dalam. Di Cekungan Serayu Utara, pada awal Miosen diendapkan sedimen klastik Formasi Merawu di bagian tengah dan timur dengan karkateristik endapan *flysch* (Marks, 1957) dan turbidit, dan di bagian barat sedimen klastik Formasi Pemali.



Gambar 4. Cekungan Bogor-Serayu Utara - Kendeng terletak di bagian tengah Pulau Jawa diapit oleh Cekungan Jawa Barat Utara dan Timur serta *uplifted Southern Mountains* di bagian selatan (Satyana, 2004)

Pengangkatan bagian selatan Jawa Tengah yang terjadi pada Miosen Tengah-Akhir merupakan kompensasi dari penambahan sedimentasi yang cepat di Cekungan Serayu Utara (Bemmelen, 1949). Pengangkatan tersebut diikuti oleh gerakan *sliding* akibat gravitasi ke arah utara, dan menyebabkan terbentuknya *toe-thrust folding*, sedangkan di Cekungan Serayu Selatan hanya terjadi perlipatan yang landai. Pengendapan dimulai kembali dengan terbentuknya basal limestone Formasi Bodas secara tidak selaras di atas endapan Miosen. Aktivitas penurunan (*subsidence*) cekungan kembali terjadi sebagai kompensasi terangkatnya Pegunungan Serayu Selatan pada Mio-Pliosen. Proses ini dicirikan dengan diendapkannya endapan vulkaniklastik Kumbang di bagian barat, Formasi Bodas di bagian tengah dan Formasi Banyak di timur.

Menurut Thanden, dkk (1996), kegiatan tektonik secara regional di daerah penelitian mulai berlangsung pada Tersier Awal yang ditandai dengan intrusi basal dan andesit dan kemudian diikuti oleh pengangkatan dan erosi. Hasil erosi ini membentuk sedimen turbidit Formasi Kerek di lingkungan neritik dan kemudian diikuti oleh pengendapan Formasi Kalibeng di lingkungan lautdalam dan pengisian cekungan dari Formasi Damar di lingkungan transisi sampai batial. Selanjutnya kegiatan tektonik Plio-Plistosen mengaktifkan kembali hasil pencenangaan awal Tersier dan membentuk lipatan-lipatan tak setangkup yang diikuti oleh sesar naik berarah relatif barat-timur, sesar geser yang berarah timurlaut – baratdaya dan baratlaut-tenggara, serta sesar normal. Rekahan-rekahan yang terjadi umumnya merupakan bidang lemah tempat munculnya batuan gunungapi Kuartir muda ke permukaan.

DATA LAPANGAN DAN LABORATORIUM

Untuk mendapatkan data sedimentologi dan stratigrafi, serta umur satuan batuan di daerah penelitian dilakukan pengukuran penampang stratigrafi terukur dan pengambilan contoh batuan untuk analisa laboratorium. Profil stratigrafi penampang terukur dapat dilihat pada Lampiran 1.

Data Penampang Stratigrafi Terukur

Secara umum, penampang stratigrafi terukur di Kali Lutut, dari bawah ke atas adalah sebagai berikut:

- Kalkarenit, abu-abu kecoklatan, UB pasir sangat kasar, subangular-subrounded, sortasi jelek, kemas terbuka, keras-sangat keras, *trough cross bedding*, *flame structure*, tufan, banyak

mengandung benthos, bioturbasi, mengandung fragmen batubara, ketebalan lebih dari 20 m (Gambar 5 hingga 7). Hasil pengukuran *paleocurrent* dari struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari arah tenggara, namun untuk endapan bagian bawah relatif berasal dari arah baratdaya / barat.



Gambar 5. *Close up* kalkarenit dengan fragmen batubara didalamnya



Gambar 6. Struktur flame yang berkembang pada lapisan batulempung yang menunjukkan pengendapan lapisan di atasnya yang tiba-tiba.

- Batulempung, abu-abu gelap, mengandung foram, mengandung sisipan tipis batupasir gampingan-kalkarenit, UB pasir halus-sedang, sortasi sedang, keras, ketebalan sekitar 90 m (Gambar 8).
- Batupasir kerikilan gampingan, abu-abu gelap, banyak mengandung fragmen kuarsa, keras, *subangular-subrounded*, ketebalan sekitar 5 m (Gambar 9). Hasil pengukuran *paleocurrent* dari

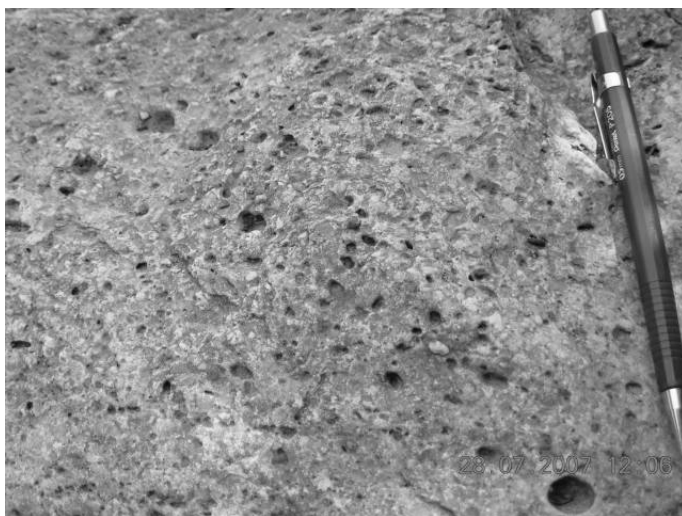
struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari barat.



Gambar 7. Sayatan tipis yang menunjukkan semen karbonat dan lempung



Gambar 8. Singkapan batulempung dengan sisipatipisbatupasir gampingan – kalkarenit



Gambar 9. Close up batupasir gampingan dengan fragmen kuarsa didalamnya.

- Kalkarenit, abu-abu, UB pasir sedang-kasar, keras, penebalan ke arah atas, banyak

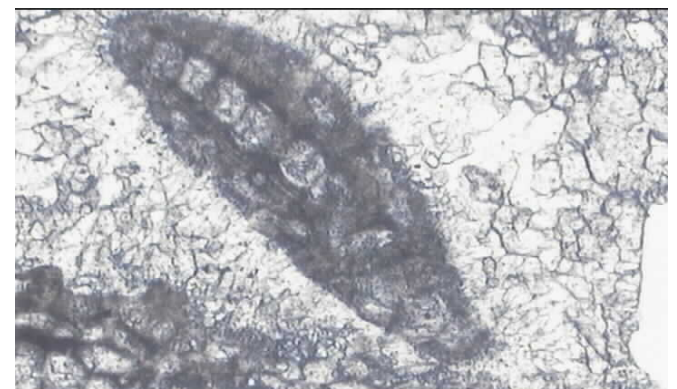
mengandung fragmen gampingan, sisipan dengan batulempung abu-abu gelap, mengandung foraminifera, gampingan dan mengandung resin di beberapa lapisan, ketebalan sekitar 50 m. Hasil pengukuran *paleocurent* dari struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari utara/timurlaut.



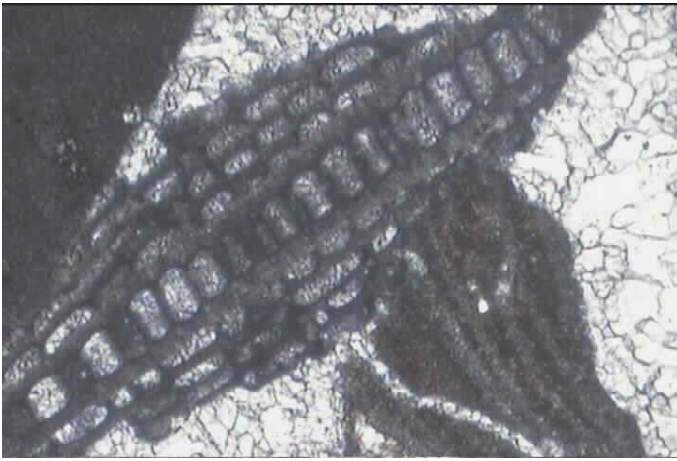
Gambar 10. Singkapan kalkarenit dengan sisipan tipis batulempung



Gambar 11. Kalkarenit yang mengandung foraminifera besar sebagai fragmennya



Gambar 12. Sayatan tipis yang menunjukkan fosil foraminifera besar *Orbitoides thecidea formis* Rutten, yang menunjukkan umur Miosen Awal



Gambar 13. Sayatan tipis yang menunjukkan fosil foraminifera *Miogypsina thecideaformis*



Gambar 14. Sayatan tipis yang menunjukkan fosil foraminifera *Nummulites mantelli*, yang menunjukkan umur Eosen Tengah – Miosen Awal



Gambar 15. *Close up* batupasir gampingan.

- Batulempung, abu – abu gelap, mengandung foraminifera, sisipan dengan kalkarenit, abu – abu, keras, penghalusan ke arah atas, ketebalan mencapai 24 m.
- Batulempung, abu- abu, terdapat sisipan kalkarenit, *chanelling base*, menghalus ke atas,

- glaukonit, semakin ke arah atas terdapat sisipan batupasir gampingan, ketebalan mencapai 118 m
- Batupasir gampingan, abu – abu, UB pasir kasar – sangat kasar, keras, mengandung glaukonit, ketebalan sekitar 8 m.
- Kalkarenit, abu – abu, sortasi buruk, kemas terbuka, mengandung alga, fragmen material karbonatan, *mudclast*, ketebalan sekitar 4 m. Hasil pengukuran *paleocurrent* dari struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari tenggara/utara.



Gambar 16. *Mudclast* yang terdapat di dalam kalkarenit

- Batulempung bersisipan dengan batupasir gampingan, ketebalan mencapai 13 m
- Batupasir gampingan, abu – abu, keras – sangat keras, subangular – angular, glaukonit, sisipan tipis batulempung, ketebalan sekitar 8 m



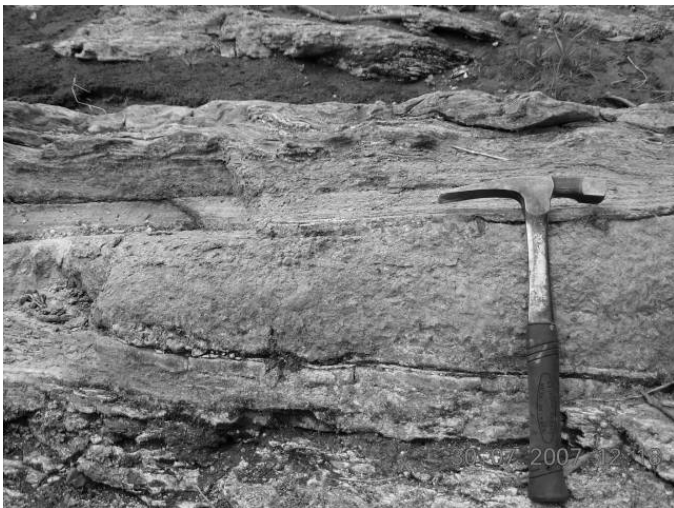
Gambar 17. *Close up* batupasir gampingan dengan sisipan tipis batulempung.

- Batulempung yang berstruktur *slump*, bersisipan dengan batupasir gampingan, ketebalan sekitar 7 m.
- Batupasir gampingan, abu – abu, sortasi sedang, Tabc (sekuen Bouma), sisipan batulempung, ketebalan mencapai 8m. Hasil pengukuran *paleocurent* dari struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari timur.



Gambar 18. Batupasir gampingan yang menunjukkan sekuen turbidit Bouma Tabc

- Kalkarenit, abu – abu, UB pasir kasar, sortasi sedang, kemas terbuka, *chanelling base*, ketebalan sekitar 3 cm



Gambar 19. Singkapan kalkarenit yang membentuk *chanell*

- Batulempung, abu – abu gelap, sisipan kalkarenit tipis, abu – abu tua, UB pasir sedang, sortasi buruk – sedang, kemas terbuka, sekuen penebalan ke arah atas, ketebalan sekitar 13 m
- Kalkarenit, abu – abu, *subangular – angular*, sortasi buruk – hingga sedang, kemas terbuka,

keras, mengandung fragmen gampingan, ketebalan sekitar 3 m. Hasil pengukuran *paleocurent* dari struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari baratdaya.

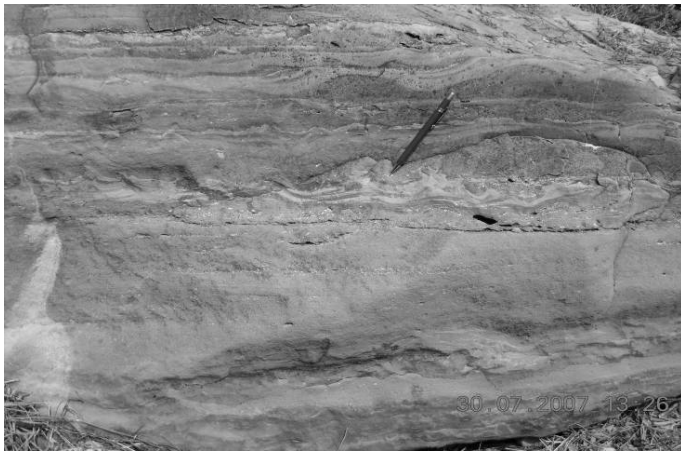


Gambar 20. Singkapan batulempung dengan sisipan tipis kalkarenit yang menunjukkan sekuen penebalan ke atas

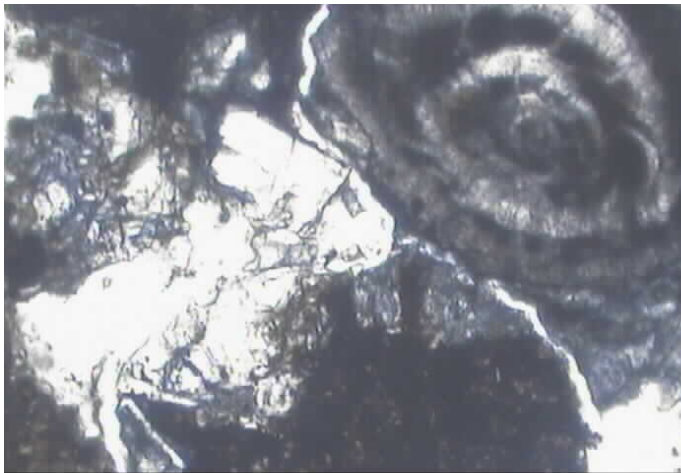


Gambar 21. Singkapan kalkarenit menunjukkan batas erosional dengan lapisan batulempung

- Selang seling batupasir gampingan dan batulempung yang membentuk struktur *slump*, ketebalan sekitar 14 m
- Batupasir gampingan, abu – abu, UB pasir sedang, *subangular – angular*, fragmen gampingan, penghalusan ke arah atas, Tabc sekuen Bouma, *chanelling base*, bersisipan dengan batulempung tipis, ketebalan sekitar 5 m. Hasil pengukuran *paleocurent* dari struktur sedimen mengindikasikan bahwa kemungkinan sumber material berasal dari baratdaya.



Gambar 22. Singkapan batupasir yang menunjukkan sekuen turbidit Bouma Tabc

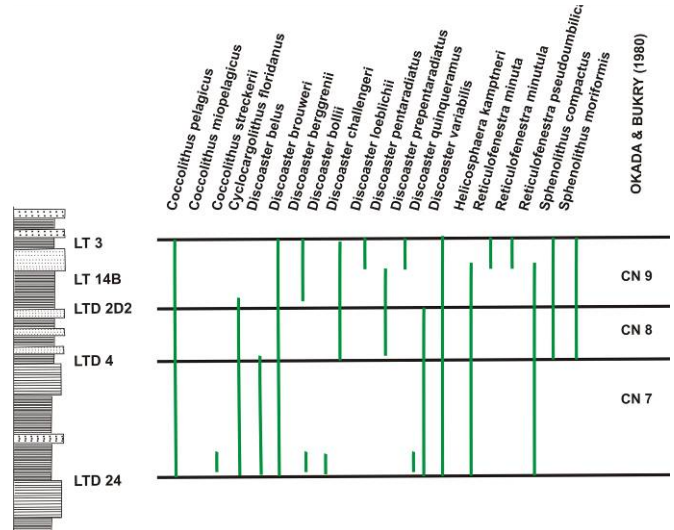


Gambar 23. Sayatan tipis yang menunjukkan fosil *Alveolina quoyi*, yang menunjukkan umur Miosen – Pliosen

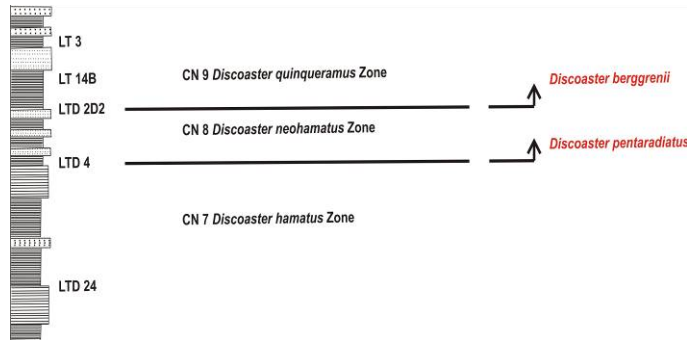
Data Umur

Fosil formaminifera yang dapat dilihat pada sayatan tipis menunjukkan umur satuan – satuan batuan pada lintasan Kali Lutut ini adalah dari Eosen Tengah hingga Pliosen. Analisis nanoplankton dapat menentukan kisaran umum yang lebih teliti. Berdasarkan hasil analisis nanoplankton dari lima sampel yang diambil pada lapisan – lapisan batulempung yang terdapat di bagian bawah, tengah dan atas di sepanjang transek Kali Lutut, umur satuan – satuan batuan pada profil stratigrafi transek Kali Lutut ini adalah Miosen Akhir, yaitu antara Zonasi CN7 hingga CN 9 (Okada & Bukry, 1980). Zonasi paling bawah, yaitu Zonasi CN 7 atau Zonasi *Discoaster hamatus*, dicirikan bagian atasnya oleh kemunculan pertama *Discoaster pentaradiaus*. Zonasi CN 8 atau Zonasi *Discoaster neohamatus*, dicirikan pada bagian bawahnya oleh kemunculan pertama *Discoaster pentaradiaus* dan bagian atasnya oleh kemunculan pertama *Discoaster berggrenii*. Zonasi paling atas yaitu Zonasi CN 9 atau Zonasi

Discoaster quinquerramus, bagian bawahnya dicirikan oleh kemunculan pertama *Discoaster berggrenii*.



Gambar 24. Kandungan fosil nanoplankton dari sampel batulempung di transek Kali Lutut



Gambar 25. Pembagian zonasi berdasarkan kandungan nanoplankton

ANALISIS DAN DISKUSI

Cekungan Serayu Utara adalah cekungan lautdalam yang merupakan sambungan Bogor Trough di Jawa Barat dan Zona Kendeng di Jawa Timur. Pengangkatan besar – besaran pada bagian selatan Jawa Tengah yang terjadi pada Miosen Tengah-Akhir menyebabkan terjadinya proses sedimentasi lautdalam di Cekungan Serayu Utara (Bemmelen, 1949). Pengangkatan tersebut diikuti oleh gerakan *sliding* akibat gravitasi ke arah utara, dan menyebabkan terbentuknya *toe-thrust folding*, sedangkan di Cekungan Serayu Selatan hanya terjadi perlipatan yang landai. Sedimen – sedimen yang mengisi cekungan Serayu Utara menunjukkan struktur sedimen pada Sekuen Bouma, yang menunjukkan sistem turbidit dan struktur runtuh aliran gravitasi. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan urutan sekuen Bouma yang tidak lengkap yang terdapat di lapangan.

Penampang stratigrafi terukur hasil penelitian di Kali Lutut memperlihatkan bahwa selama Miosen Akhir (zonasi CN 7 hingga CN 9) di Cekungan Serayu Utara terjadi lima kali proses sedimentasi yang berhubungan dengan kondisi tektoniknya. Kelima proses sedimentasi tersebut terbagi dalam lima fasies (Lampiran 2) yaitu (dari bawah ke atas) berupa: fasies kalkarenit, fasies batulempung dengan sisipan tipis kalkarenit, fasies batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit yang menunjukkan penebalan ke arah atas, fasies batulempung dengan sisipan kalkarenit penghalusan ke arah atas, dan paling atas adalah berupa fasies batupasir gampingan dengan sisipan batulempung dan kalkarenit.

Hasil analisis *paleocurrent* menunjukkan bahwa sumber material pada fasies kalkarenit adalah relatif berasal dari arah baratdaya/barat, sedangkan arah relatif sumber material fasies batulempung dengan sisipan tipis kalkarenit adalah utara/timurlaut, fasies batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit yang menunjukkan penebalan ke arah atas memiliki sumber material yang relatif berarah tenggara/utara, fasies batulempung dengan sisipan kalkarenit penghalusan ke arah atas memiliki sumber material yang berasal dari arah timur, dan sumber material fasies batupasir gampingan dengan sisipan batulempung dan kalkarenit adalah relatif dari arah baratdaya. Arah sumber material yang berbeda pada setiap fasies menunjukkan bahwa pengaruh tektonik gravitasi pada saat Cekungan Serayu Utara tenggelam secara isostatis dan terjadi pengendapan fasies – fasies tersebut adalah berbeda.

Fasies kalkarenit, fasies batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit dan fasies batupasir gampingan dengan sisipan batulempung dan kalkarenit adalah fasies – fasies yang berkembang sebagai endapan turbidit, karena menunjukkan struktur endapan turbidit yang dominan. Fasies – fasies ini terbentuk akibat adanya aktivitas tektonik yang menyebabkan sumber – sumber endapan turbidit tersebut terbentuk, atau dengan kata lain ada gangguan aktivitas tektonik yang kemudian menghasilkan sedimen – sedimen fasies turbidit ini. Fasies – fasies ini terendapkan dengan cepat. Fasies batulempung dengan sisipan tipis kalkarenit dan fasies batulempung dengan sisipan kalkarenit penghalusan ke arah atas yang memisahkan fasies – fasies dengan struktur turbidit yang dominan. Fasies – fasies batulempung ini diendapkan pada kondisi yang lebih tenang.

Selama Miosen Akhir, di Cekungan Serayu Utara terjadi lima kali aktivitas tektonik yang mempengaruhi pengendapan sedimen. Aktivitas tektonik pertama menghasilkan endapan turbidit

fasies kalkarenit. Kondisi yang lebih tenang menghasilkan pengendapan fasies batulempung dengan sisipan tipis batulempung. Setelah pengendapan fasies batulempung ini selesai, terjadi gangguan tektonik lagi yang menyebabkan pengendapan fasies batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit. Kondisi yang terjadi selanjutnya adalah kondisi yang tenang, yang menghasilkan pengendapan fasies batulempung dengan sisipan kalkarenit penghalusan ke arah atas. Fase selanjutnya adalah terjadinya gangguan tektonik lagi yang mengendapkan fasies batupasir gampingan dengan sisipan batulempung dan kalkarenit.

8. KESIMPULAN

Penampang stratigrafi terukur hasil penelitian di Kali Lutut memperlihatkan bahwa selama Miosen Akhir (zonasi CN 7 hingga CN 9) di Cekungan Serayu Utara terjadi lima kali proses sedimentasi yang berhubungan dengan kondisi tektoniknya. Kelima proses sedimentasi tersebut terbagi dalam lima fasies (Lampiran 2) yaitu (dari bawah ke atas) berupa: fasies kalkarenit, fasies batulempung dengan sisipan tipis kalkarenit, fasies batupasir gampingan dengan sisipan kalkarenit yang menunjukkan penebalan ke arah atas, fasies batulempung dengan sisipan kalkarenit penghalusan ke arah atas, dan paling atas adalah berupa fasies batupasir gampingan dengan sisipan batulempung dan kalkarenit. Kelima fasies tersebut masing – masing menggambarkan aktivitas tektonik yang berbeda yang menghasilkan terjadinya pengendapan fasies – fasies tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Martodjojo, S., 1984. *Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat*, Disertasi Doktor ITB, tidak diterbitkan
- Kusumastuti, A., Mortimer, A., Todd, C., Guritno, E., Goffey, G., Bennet, M., and Algar, S., 2001: *Deep-water petroleum provinces of Southeast Asia: a high level overview*. Indonesian Sedimentologist Forum, 2nd regional seminar, p. 10-15
- Guritno, E., Salvadori, L., Syaiful, M., Busono, I., Mortimer, A., Hakim, F.B., Dunham, J., Decker, J., Algar, S., 2003. *Deep-Water Kutei Basin: A New Petroleum Province*, Proc. 29th Ann. Indonesian Petroleum Association.
- Hehuwat, F., Siregar, M.S., 2003: *Back to Basic in Petroleum Geology: A Case Study of the Cipluk Oil Field, Central Java*, unpublished Geol. Field course guide book, Research Center for Geotechnology.

- Lunt, P., dan Sugianto, H., *A review of the Lutut member in the type area, north Central Java*, <http://nummulites.net/Books/Lutut.pdf>
- Lunt, P., dan Sugianto, H., *The Bagelen beds, Central Java*, <http://nummulites.net/Books/Worowari.pdf>
- Lunt, P., Burgon, G., dan baky, A., *The Pemali beds*, <http://nummulites.net/Books/Pemali.pdf>
- Muchsin, N., Ryacudu, R., Widyokunto, T., Sribudiyani, Yulihanto, B., Wiyanto, B., Nurjayadi, A., Rahardjo, K., Riandra, F., 2002. *Miocene Hydrocarbon system of the Southern Central Java Region*, Proceedings IAGI
- Nugrahanto, K., Mc. Fall, S.W., Estella, F., 2001: *Submarine fan deposition in the Lower Steenkool Formation, Bintuni Basin, Irian Jaya, Indonesia: "Deep-water reservoir potential?"*. Indonesian Sedimentologist Forum, 2nd regional seminar, p. 66-75
- Okada and Bukry, 1980: *Supplementary modification and introduction of code numbers to the Low Latitude Coccolith Biostratigraphy Zonation*, Marine Micropaleontology 51 (1980), pp. 321–325.
- Satyana, A.H., Armandita C., 2004. *Deepwater Plays of Java, Indonesia: Regional Evaluation on Opportunities and Risks*. Proc. Deepwater And Frontier Exploration In Asia & Australasia Symposium, Indonesian Petroleum Association.
- Sribudiyani, Muchsin, N., Prasetya I., Ryacudu R., Kunto T., Astono P., Sapiie B., Asikin S., Har-solumakso, A.H., Yulianto I ., 2003. *The Collision of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin*. Proc. 29th Ann. Indonesian Petroleum Association.
- Sunardi, E., Adhiperdana, B.G., Nurdrajat, Muchsin, N., Kunto, T.W., and Ryacudu, R., 2001: *Facies analysis of the Cisubuh Formation outcrops analogues at Brebes-Tegal-Pemalang district, Central Java*. Proceedings of Indonesian Sedimentologists Forum, 2nd Regional Seminar, p. 32-36
- van Bemmelen, R.W., 1949: *The Geology of Indonesia*. Vol. IA, General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos, Martinus Nijhoff, The Hague.

Lampiran 1. Penampang Stratigrafi Terukur Lintasan Kali Lutut

Lampiran 2. Pembagian Fasies Pada Lintasan Kali Lutut

