

STUDI KARAKTERISTIK, DIAGENESIS, DAN MEKANISME SEDIMENTASI PADA BATUPASIR FORMASI CINAMBO BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAN PENGAMATAN SINGKAPAN DI DESA BABAKANJAWA, KABUPATEN MAJALENGKA, JAWA BARAT

Tasya Miftahul Jannah¹, Endang Wiwik Dyah Hastuti^{1*}

¹ Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Corresponding author: endanghastuti59@gmail.com

ABSTRAK: Daerah Babakanjawa merupakan bagian dari Cekungan Bogor, Sub-Cekungan Majalengka tempat tersingkapnya batuan sedimen yang berasal dari endapan kipas laut dalam, Formasi Cinambo yang berumur Miosen Awal – Miosen Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan karakteristik, mekanisme sedimentasi, lingkungan pengendapan serta diagenesis pada Formasi Cinambo. Metode penelitian terdiri dari tahap pengambilan data di lapangan pada sebelas lokasi penelitian serta tahap pengolahan data dan analisis petrografi. Berdasarkan data lapangan didapatkan tiga satuan batuan pada daerah penelitian yang terdiri dari: Satuan Batupasir Perselingan Batuserpih (sikuen Ta, Tb, dan Td); Satuan Perselingan Batupasir Batuserpih Sisipan Batulanau (sikuen Ta hingga Te); dan Satuan Perselingan Batupasir Batuserpih (sikuen Ta, Tb, dan Td). Analisis petrografi menunjukkan batupasir termasuk ke dalam *Calcareous Sandstone*, *Sandstone*, dan *Argillaceous Sandstone* (Selley, 2005). Dari analisis petrografi terdapat ciri khas adanya mineral magnesit penciri batuan dasar samudra pada litologi batupasir. Berdasarkan data tersebut diinterpretasikan bahwa daerah penelitian terendapkan melalui mekanisme arus turbidit *low density turbidity currents* pada sistem kipas bawah laut (*lower – middle fan*) dan tergolong ke dalam *sand-rich system*. Fase diagenesis yang terjadi pada batupasir Formasi Cinambo meliputi fase kompaksi, pelarutan, sementasi, dan pembentukan mineral autigenik.

Kata Kunci: Babakanjawa, Cinambo, turbidit, diagenesis

ABSTRACT: Babakanjawa Area is part of the Bogor Basin, Majalengka Sub-Basin where sedimentary rocks originating from deep-sea fan deposits, the Cinambo Formation (Early Miocene - Middle Miocene). This study aims to interpret the characteristics, sedimentation mechanism, depositional environment and diagenesis in the Cinambo Formation. The research method consisted of data collection in the field at eleven research locations as well as data processing and petrographic analysis stages. Based on field data, three rock units were found in the study area which consisted of: Shalestone Intercalated Sandstone Unit (sequences Ta, Tb, and Td); Intercalated Sandstone Shalestone Intercalated Siltstone Unit (Ta to Te sequence); and Sandstone Shalestone Intercalated Units (Ta, Tb, and Td sequences). Petrographic analysis shows that sandstones are included in Calcareous Sandstone, Sandstone and Calcareous Sandstone (Selley, 2005). From the petrographic analysis, there is a characteristic presence of the mineral magnesite which is a characteristic of ocean floor rocks in sandstone lithology. Based on these data, it is interpreted that the study area was deposited through the mechanism of low density turbidity currents in the underwater fan system (lower – middle fan) and belongs to the sand-rich system. The diagenetic phases that occur in the sandstone of Cinambo Formation include compaction, dissolution, cementation and authigenic mineral formation phases.

Key words: Babakanjawa, Cinambo, turbidite, diagenesis

PENDAHULUAN

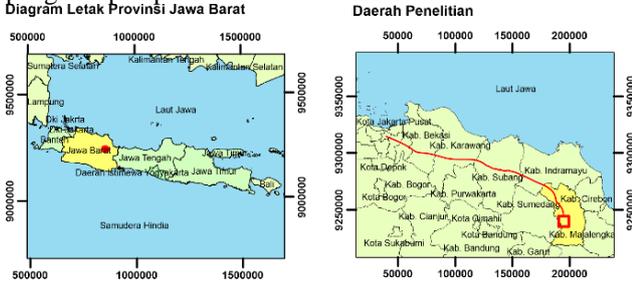
Daerah penelitian terletak pada Desa Babakanjawa, Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat (gambar 1). Secara geologi, daerah penelitian termasuk ke dalam Cekungan Bogor, sub-cekungan Majalengka. Menurut Satyana dan Armandita (2004), cekungan ini termasuk ke dalam endapan kipas laut dalam berumur Miosen – Pliosen. Stratigrafi regional Majalengka telah dijelaskan oleh beberapa peneliti terdahulu seperti Djuri (1973), Martodjojo (1984), Djuhaeni & Martodjojo (1989), serta Isnaniawardani, *et*

al. (2020) dimana formasi batuan tertua ditempati oleh Formasi Cinambo.

Formasi Cinambo di daerah penelitian yang tersusun atas batuan sedimen bersifat karbonatan. Formasi ini, khususnya pada daerah penelitian memiliki keunggulan untuk diteliti seperti banyak tersingkap pada sepanjang sungai dan pinggir jalan dengan kondisi batuan yang masih segar, struktur sedimen yang dapat teramati dengan jelas, dan kandungan mikrofosil yang melimpah.

Studi karakteristik, mekanisme sedimentasi, dan diagenesis termasuk ke dalam kajian sedimentologi dan petrologi. Peneliti terdahulu telah banyak membahas mengenai Formasi Cinambo seperti: Firdaus, *et al.*

(2023); Philetas, *et al.* (2019); Praptisih dan Kamtono (2016). Namun, integrasi penelitian mengenai studi petrologi, petrografi, dan diagenesis belum ditemukan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menginterpretasikan karakteristik, mekanisme sedimentasi, kandungan mikrofosil, serta lingkungan pengendapan pada Formasi Cinambo.

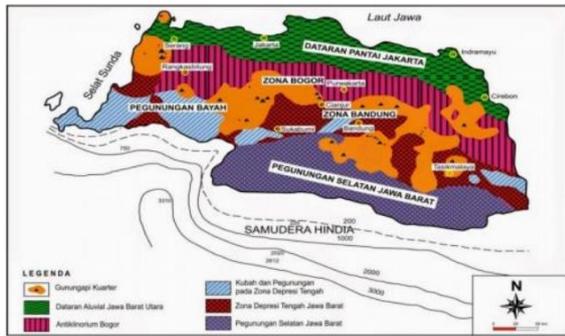


Gambar 1. Lokasi administratif daerah penelitian difokuskan pada Kecamatan Majalengka

GEOLOGI REGIONAL

Fisiografi

Berdasarkan pembagian fisiografi dari Van Bemmelen (1970), daerah penelitian termasuk kedalam Zona Bogor bagian Timur (gambar 2). Zona Bogor ini merupakan daerah antiklinorium yang cembung ke utara dengan arah sumbu lipatan barat – timur. Inti antiklinorium ini terdiri dari lapisan-lapisan batuan berumur Miosen dan sayapnya ditempati batuan yang lebih muda berumur Pliosen-Pleistosen.



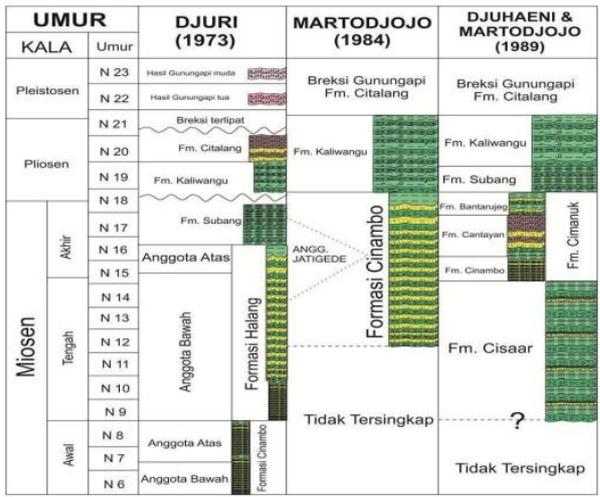
Gambar 2. Fisiografis Jawa Barat (van Bemmelen, 1970)

Stratigrafi

Secara stratigrafi, daerah penelitian termasuk ke dalam Cekungan Bogor, sub Cekungan Majalengka. Secara tektonis, cekungan tersebut termasuk ke dalam Cekungan Diantara Busur (*Intra-Arc Basin*), atau suatu cekungan yang terbentuk di dalam zona busur vulkanik dimana tubuh vulkanik sebagai pemisah antar subcekungan. Cekungan Bogor merupakan cekungan sedimen berkarakter endapan kipas laut dalam berumur Miosen – Pliosen (Satyana dan Armandita, 2004).

Stratigrafi Sub Cekungan Majalengka terdapat pada gambar 3.

Formasi tertua yang terendapkan pada sub-Cekungan Majalengka adalah Formasi Cinambo pada Miosen Awal. Kemudian di atasnya terendapkan Formasi Halang pada Miosen Tengah – Miosen Akhir (Djuri, 1995). Lalu di atasnya terendapkan Formasi Subang berumur Miosen Atas (Djuri, 1995). Di atasnya secara searas terendapkan Formasi Kaliwangu pada Pliosen Bawah, lalu Formasi Citalang pada Pliosen Atas, Breksi Terlipat, Endapan Gunungapi Tua (Pleistosen Tengah-Pleistosen Atas), Endapan Gunungapi Muda (Pleistosen Atas-Holosen Bawah) dan Satuan Aluvial.



Gambar 3. Skematik stratigrafi regional Majalengka menurut Djuri (1973), Martodjojo (1984), Djuhaeni & Martodjojo (1989).

Tektonik dan Struktur

Berdasarkan rekonstruksi geodinamika oleh Hamilton (1979) menjelaskan bahwa subduksi lempeng antara Indo-Australia yang bergerak ke arah utara dan Eurasia yang relatif diam menghasilkan pembentukan gunung api berarah Barat-Timur. Pada Akhir Eosen, posisi jalur subduksi Jawa untuk pertama kalinya bergeser ke arah selatan. Adanya perubahan tatanan tektonik ini menimbulkan empat pola struktur dominan dalam Pulau Jawa.

Menurut Pulanggono dan Martodjojo (1994), terdapat empat pola struktur dominan di Pulau Jawa (gambar 4), diantaranya adalah: a) Pola Meratus berarah timur laut-barat daya (NE-SW); b) Pola Sunda berarah utara-selatan (N-S) terbentuk pada Eosen Awal Oligosen Awal; c) Pola struktur Sumatra berarah barat laut-tenggara (NW-SE) sejajar sumbu panjang Sumatra; d) Pola Jawa berarah Barat-Timur (E-W) terbentuk sejak 32 juta tahun lalu yang termasuk dalam pola struktur paling muda, memotong dan merelokasi Pola Meratus dan Sunda.

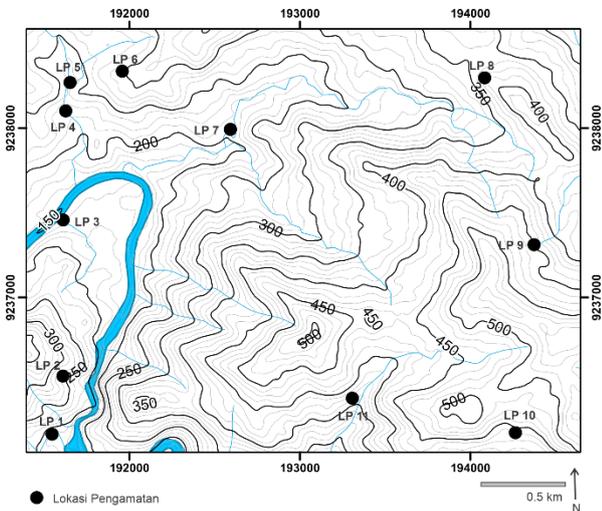


Gambar 4. Peta pola struktur Jawa Barat (Martodjojo, 1984)

METODE PENELITIAN

Tahap Pengambilan Data

Tahap pengambilan data untuk mengetahui geologi lokal daerah penelitian ini dilakukan pada sebagian Kecamatan Majalengka dan Maja. Akan tetapi dalam pembahasan mengenai karakteristik dan mekanisme sedimentasi Formasi Cinambo difokuskan pada Desa Babakanjawa, Kecamatan Majalengka, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat terhadap 11 lokasi pengamatan dengan luas 3.25 x 2.5 km (gambar 5). Pengambilan data meliputi kondisi singkapan, struktur sedimen, pengamatan litologi batuan sedimen dan pengambilan sampel batuan sebanyak 3 sampel untuk analisis petrografi.



Gambar 5. Peta topografi daerah penelitian dengan 11 lokasi penelitian di Desa Babakanjawa

Tahap Pengolahan dan Analisis Data

Hasil pengamatan megaskopis dan struktur sedimen di lapangan kemudian dikelompokkan menjadi beberapa satuan batuan untuk mempermudah interpretasi karakteristik sedimentasi. Selain itu juga analisis petrografi dilakukan untuk mengetahui kandungan

mineral kunci, klasifikasi batuan, serta kandungan mikrofosil yang terdapat di dalamnya.

HASIL

Hasil terdiri dari geologi daerah penelitian, satuan batuan, dan analisis petrografi terhadap empat sampel pada lokasi penelitian.

Geologi Daerah Penelitian

Daerah penelitian memiliki luasan 9 x 9 km atau 81 km², terdapat 103 lokasi penelitian yang tersusun atas batuan sedimen endapan laut dan intrusi batuan beku andesit pada tersier (neogen) hingga kuarter. Daerah penelitian terdapat delapan formasi, bila diurutkan dari formasi yang berumur tua ke formasi yang paling muda yaitu Formasi Cinambo Anggota Batupasir (Tomcl), Formasi Cinambo Anggota Batuserpih (Tomcu), Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl), Intrusi Andesit (Ha), Formasi Citalang (Tpc), Endapan Gunungapi Muda (Qyu), Kuarter Aluvium (Qa).

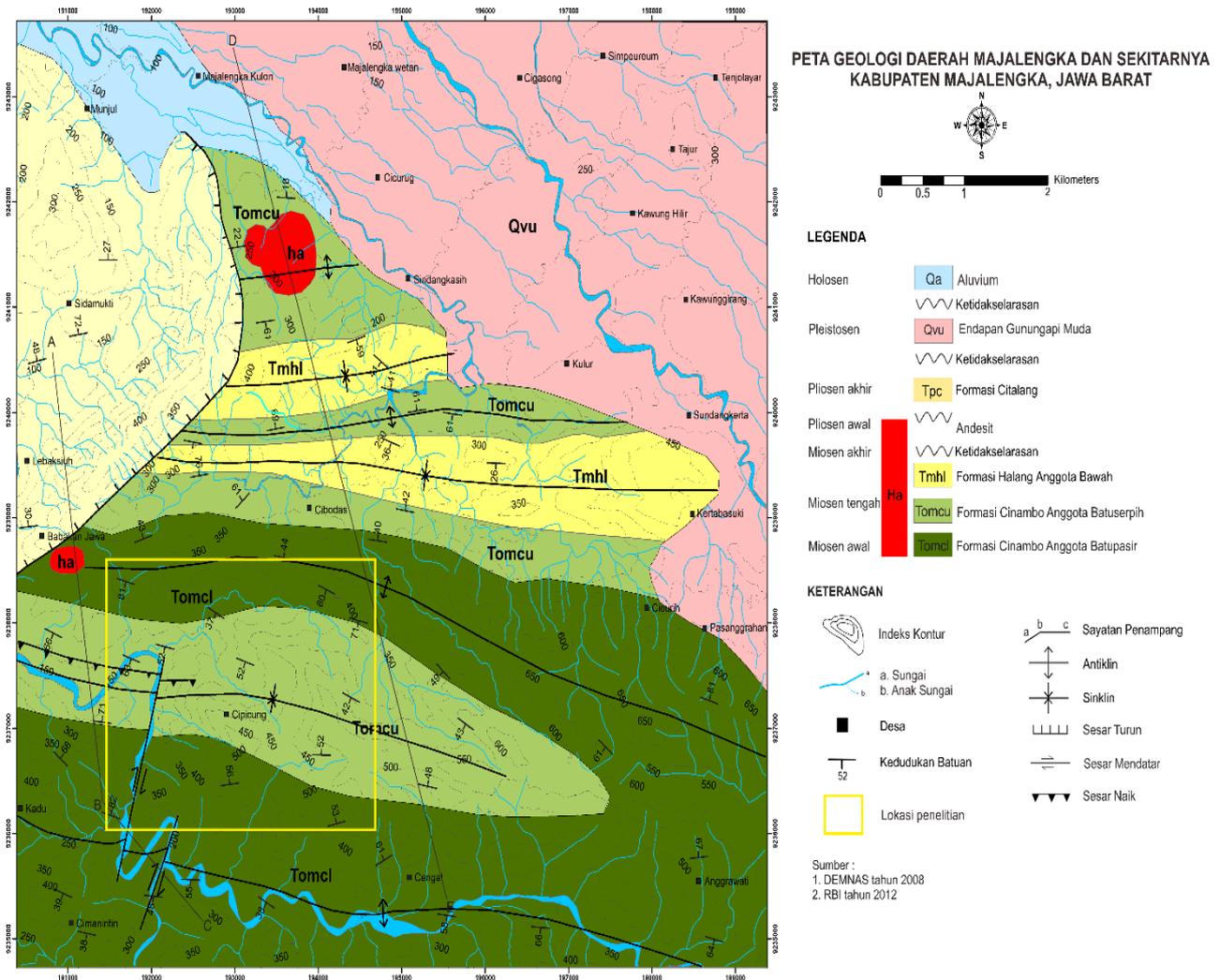
Formasi Cinambo merupakan singkapan formasi tertua di daerah penelitian. Formasi Cinambo Anggota Batupasir (Tomcl) secara selaras terendapkan di atas Formasi Cinambo Anggota Batuserpih (Tomcu). Lalu secara selaras di atasnya terendapkan Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl). Setelah itu satuan Andesit Hornblende menerobos hingga Formasi Cinambo. Satuan ini secara tidak selaras (*nonconformity*) terendapkan di atas Formasi Cinambo. Kemudian Formasi Citalang terendapkan secara tidak selaras (*angular unconformity*) di atas Formasi Halang Anggota Bawah dan Formasi Cinambo. Lalu terendapkan secara tidak selaras (*angular unconformity*) Formasi Endapan Gunungapi Muda di atas Formasi Citalang, Formasi Halang, dan Formasi Cinambo. Terakhir terendapkan kuarter aluvial yang diendapkan secara tidak selaras (*angular unconformity*) di atas Formasi Endapan Gunungapi Muda, Formasi Citalang, dan Formasi Cinambo. Urutan stratigrafi daerah penelitian terdapat pada gambar 6.

UMUR	LITOSTRATIGRAFI	FORMASI
Holosen	Qa	Aluvium
Pleistosen	Qyu	Endapan Gunungapi Muda
		Ketidakselarasan
Pliosen akhir	Tpc	Formasi Citalang
Pliosen awal		Andesit
Miosen akhir	Ha	Formasi Halang Anggota Batuserpih
Miosen tengah	Tmhl	Formasi Cinambo Anggota Batuserpih
	Tomcu	Formasi Cinambo Anggota Batuserpih
Miosen awal	Tomcl	Formasi Cinambo Anggota Batupasir

Gambar 6. Kolom stratigrafi daerah penelitian

Pada daerah penelitian terdapat struktur geologi Antiklin Sindangkasih, Sinklin Sindangkasih, Antiklin Cibodas, Sinklin Cibodas, Antiklin Babakanjawa, Sinklin Cipicung, dan Antiklin Cengal. Selain itu terdapat pula Sesar Sidamukti, Sesar Babakanjawa, Sesar Cimanintin I, dan Sesar Cimanintin II.

Berdasarkan konsep Moody dan Hill (1956), struktur geologi di daerah penelitian berada pada orde ke-1 pada tujuh struktur lipatan, Sesar Babakanjawa dan Sesar Sidamukti. Sedangkan Sesar Cimanintin I dan Cimanintin II berada pada orde ke-2. Seluruh struktur yang terdapat pada daerah penelitian memiliki arah tegasan utama utara timurlaut - selatan baratdaya. Menurut Pulunggono dan Martodjojo (1995), pola yang berkembang pada daerah penelitian termasuk dalam Pola Jawa dengan orientasi barat-timur (E-W) ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Peta geologi lokal daerah penelitian

Satuan Batuan

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, maka Formasi Cinambo memiliki satuan litologi yang terbagi menjadi tiga satuan: Satuan Batupasir Perselingan Batuserpih, Perselingan Batupasir dan Batuserpih Sisipan Batulanau, serta Perselingan Batupasir dan Batuserpih. Pembagian satuan ini didasarkan pada dominasi litologi, ketebalan lapisan hasil pengukuran, serta struktur sedimen yang terdapat pada daerah penelitian.

Satuan Batupasir Perselingan Batuserpih

Pada satuan ini tersingkap litologi batupasir dan batuserpih yang terdapat pada lokasi penelitian LP 1, LP 2, LP 5, dan LP 10. Penciri satuan ini adalah adanya batupasir tebal yang mendominasi (sekitar 16 hingga 34 cm) dengan perselingan batuserpih yang lebih sedikit (sekitar 8 hingga 14 cm) terdapat pada gambar 8. Batupasir pada satuan ini memiliki ciri khas struktur masif dan laminasi, sedangkan batuserpih memiliki struktur

laminasi. Berdasarkan sikuen Bouma, maka satuan ini termasuk ke dalam sikuen Ta, Tb, dan Td (gambar 9 & 10).

Secara megaskopis, batupasir daerah peneliti memiliki ukuran butir *very coarse - fine sand*, bentuk butir *rounded - subangular*, *grain supported fabric*, *moderately sorted*. Sedangkan batuserpih memiliki ukuran butir *mud*, bentuk butir *well rounded*, *very well sorted*, *grain supported fabric*.



Gambar 8. Singkapan batupasir perselingan batuserpih LP 1 pada azimuth N067°E



Gambar 9. Interval Ta-Tb-Td Sikuen Bouma sebagai penciri karakteristik mekanisme sedimentasi satuan batupasir perselingan batuserpih LP 1



Gambar 10. Interval Ta-Td Sikuen Bouma penciri karakteristik mekanisme sedimentasi satuan batupasir perselingan batuserpih LP 1

Satuan Perselingan Batupasir dan Batuserpih Sisipan Batulanau

Pada satuan ini tersingkap litologi batupasir, batuserpih dan batulanau menempati lokasi penelitian LP 3, LP 4, dan LP 7. Dicirikan dengan perselingan batupasir dan batuserpih (sekitar 11 hingga 24 cm) dengan ketebalan hampir sama dengan sisipan batulanau (sekitar 1 hingga 4 cm) ditunjukkan pada gambar 11 pada singkapan LP 3 dan gambar 13 pada singkapan LP 4. Batupasir pada satuan ini memiliki ciri khas struktur masif, laminasi, *wavy-cross lamination*. Sedangkan batuserpih memiliki struktur laminasi, dan batulanau memiliki struktur masif. Berdasarkan sikuen Bouma, maka satuan ini termasuk ke dalam sikuen Bouma Ta, Tb, Tc, Td dan Te (gambar 12 pada singkapan LP 3 dan gambar 14 pada singkapan LP 4). Selain itu juga terdapat struktur sedimen berupa *load cast* pada LP 4 (gambar 15). Struktur *load cast* membentuk lekukan pada kontak antara batupasir dan batuserpih yang terbentuk akibat pembebanan batupasir di atas batuserpih.



Gambar 11. Singkapan perselingan batupasir batuserpih LP 3 pada azimuth N085°E



Gambar 12. Interval Ta-Tb-Tc-Td Sikuen Bouma sebagai penciri karakteristik mekanisme sedimentasi satuan batupasir perselingan batuserpih LP 3



Gambar 13. Singkapan perselingan batupasir batuserpih LP 4 pada azimuth N110°E



Gambar 14. Interval Ta-Tb-Tc-Td-Te Sikuen Bouma sebagai penciri karakteristik mekanisme sedimentasi satuan batupasir perselingan batuserpih LP 4



Gambar 15. Struktur *load cast* pada LP 4

Secara megaskopis, batupasir daerah peneliti memiliki ukuran butir coarse - *medium sand*, bentuk butir *rounded*, *grain supported fabric*, *well sorted*. Batuserpih memiliki ukuran butir *mud*, bentuk butir *well rounded*, *very well sorted*, *grain supported fabric*. Batulanau memiliki ukuran butir *silt*, bentuk butir *well rounded*, *very well sorted*, *grain supported fabric*.

Satuan Perselingan Batupasir dan Batuserpih

Pada satuan ini tersingkap litologi batupasir dan batuserpih yang menempati lokasi penelitian LP 6 (gambar 16), LP 8, dan LP 9 (gambar 19). Dicitrakan dengan perselingan batupasir dan batuserpih dengan ketebalan hampir sama sekitar 14 hingga 22 cm. Batupasir pada satuan ini memiliki ciri khas struktur masif dan laminasi. Sedangkan batuserpih memiliki struktur laminasi. Berdasarkan sikuen Bouma, maka satuan ini termasuk ke dalam sikuen Bouma Ta, Tb dan Td (gambar 17 dan 20). Selain itu juga terdapat struktur sedimen berupa bioturbasi pada LP 6 (gambar 18). Bioturbasi merupakan jejak purba hewan laut yang terbentuk akibat adanya aktivitas penggerusan dasar sedimen.

Secara megaskopis, batupasir daerah peneliti memiliki ukuran butir coarse - *medium sand*, bentuk butir *rounded* - *subangular*, *grain supported fabric*, *well sorted*. Batuserpih memiliki ukuran butir *mud*, bentuk butir *well rounded*, *very well sorted*, *grain supported fabric*.



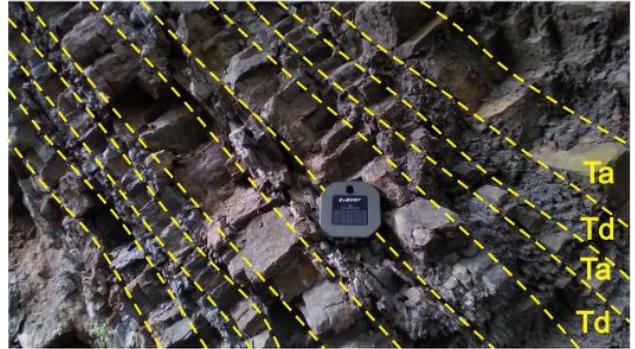
Gambar 16. Singkapan perselingan batupasir batuserpih LP 6 pada azimuth N085°E



Gambar 17. Interval Tb-Td Sikuen Bouma sebagai penciri karakteristik mekanisme sedimentasi satuan perselingan batupasir batuserpih LP 6



Gambar 18. Struktur sedimen bioturbasi pada LP 6

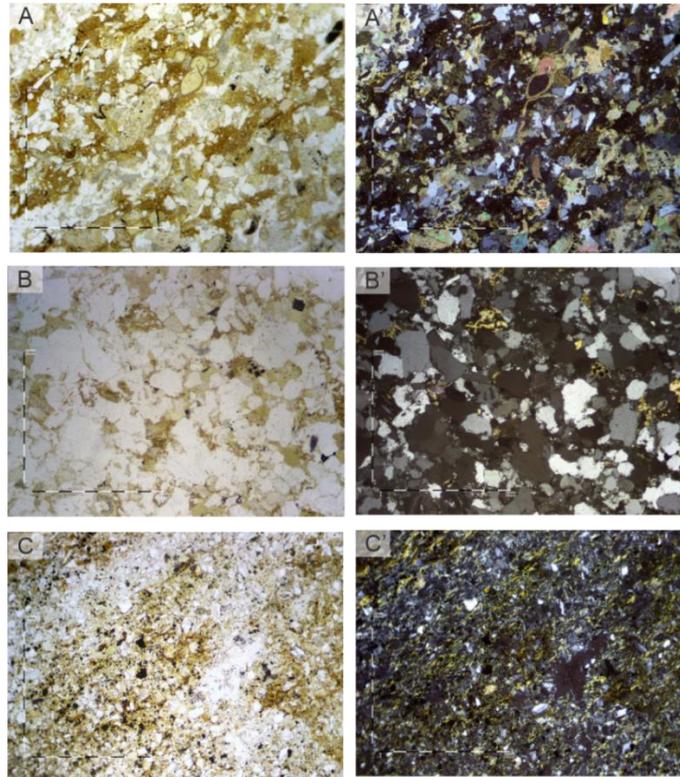


Gambar 20. Interval Ta-Td Sikuen Bouma sebagai penciri karakteristik mekanisme sedimentasi satuan perselingan batupasir batuserpih LP 9 Analisis Petrografi



Gambar 19. Singkapan satuan perselingan batupasir batuserpih pada LP 9 pada azimuth N192°E

Berdasarkan analisis petrografi terhadap tiga sampel sayatan batupasir Formasi Cinambo. Analisis petrografi ini dilakukan untuk mengamati komposisi mineral, tekstur batuan, dan diagenesis yang telah dialami batuan. Berdasarkan analisis petrografi didapatkan bahwa batupasir Formasi Cinambo termasuk ke dalam *Calcareous Sandstone*, *Sandstone*, dan *Argillaceous Sandstone* (Selley, 2005).



Gambar 21. Fotomikrograf batupasir LP 10 diklasifikasikan sebagai *Calcareous Sandstone* (A-A'); batupasir LP 5 diklasifikasikan sebagai *Sandstone* (B-B'); batupasir LP 3 diklasifikasikan sebagai *Argillaceous Sandstone* (C-C') menurut Selley (2005)

Calcareous Sandstone (A)

Batupasir LP 10 ini termasuk ke dalam batuan sedimen klastik yang menunjukkan hampir adanya pensejajaran mineral (metasedimen). Hal ini ditunjukkan dengan ditemukannya sedikit mineral autigenik yaitu muskovit, serta hubungan antar butir *long* dan *concavo-convex contact* menunjukkan bahwa batuan ini telah mengalami gaya kompresi yang cukup kuat (gambar 21A).

Secara petrografi memiliki ukuran butir berupa pasir sedang hingga lempung (0.38-0.00006 mm), derajat pembundaran *subangular*, derajat pemilahan atau sortasi *moderately sorted*, memiliki kemas *grain supported fabric*. Fragmen penyusun berupa fosil, magnesit, kuarsa, plagioklas, ortoklas, dengan sedikit opak, muskovit dan litik. Sedangkan matriks batuan ini memiliki matriks mineral lempung smektit dengan semen silika dan karbonat. Fosil dan magnesit pada sayatan ini relatif lebih banyak dibandingkan dengan sampel sayatan lain.

Sandstone (B)

Analisis petrografi terhadap batupasir pada LP 5 belum menunjukkan adanya pensejajaran mineral. Namun pada batupasir ini telah ditemukan adanya mineral autigenik muskovit. Serta hubungan antar butir yang menunjukkan telah adanya gaya kompresi yang cukup kuat berupa *sutured*, *concavo-convex*, dan *long contact* (gambar 21B).

Ukuran butir berupa pasir sedang hingga lempung (0.41-0.00006 mm), derajat pembundaran *angular – subangular*, derajat pemilahan atau sortasi *moderately sorted*, memiliki kemas *grain supported fabric*, matriks mineral lempung smektit dengan semen silika. Fosil dan magnesit pada sayatan ini hanya sedikit ditemukan, sehingga diinterpretasikan sebagai batuan bersifat karbonatan lemah. Kuarsa terlihat sangat mendominasi, selain itu juga ditemukan sedikit plagioklas, ortoklas, opak, muskovit dan litik. Batuan ini memiliki matriks mineral lempung ilit dengan semen silika dan karbonat.

Argillaceous Sandstone (C)

Analisis petrografi terhadap batupasir pada LP 3 terlihat menunjukkan adanya sedikit pensejajaran mineral. Hubungan antar butir berupa *floating*, *point*, dan *long contact*. Batupasir ini memiliki kondisi yang sangat lapuk ditunjukkan dengan banyaknya mineral lempung ilit-smektit sebagai matriks dan kenampakan mineral silika yang tidak terlalu jelas (gambar 21C).

Ukuran butir berupa pasir halus hingga lempung (0.19-0.00006 mm), derajat pembundaran *subangular – rounded*, derajat pemilahan atau sortasi *well sorted*, memiliki kemas *matrix supported fabric* dengan semen silika. Fosil dan magnesit pada sayatan ini sangat sedikit ditemukan, sehingga diinterpretasikan sebagai batuan bersifat karbonatan lemah. Kuarsa dan feldspar terlihat mendominasi, selain itu juga ditemukan sedikit opak, dan litik. Batuan ini memiliki matriks mineral lempung ilit-smektit dengan semen silika dan karbonat.

PEMBAHASAN

Diagenesis

Karakteristik tiap batupasir ditentukan dari adanya perbedaan fase diagenesis. Proses ini dapat menambah maupun mengurangi porositas batuan. Adapun fase diagenesis yang terjadi pada batupasir ini adalah kompaksi, pelarutan, sementasi, dan pembentukan mineral autigenik.

Kompaksi

Seluruh sampel batupasir ini mengalami kompaksi. Kompaksi di lokasi penelitian dipengaruhi oleh adanya penimbunan sedimen dan struktur lipatan Antiklin Babakanjawa, Sinklin Cipicung dan Sesar Naik Babakanjawa dengan gaya kompresi orientasi utara timur laut – selatan baratdaya. Kompaksi ini menghasilkan efek pada hubungan antar butir yang terlihat pada kontak memanjang, cembung – cekung, dan bergerigi (*sutured*). Proses ini secara signifikan akan mengurangi volume porositas intergranular (Gibran, *et al.*, 2022). Proses ini berawal dari kontak memanjang, lalu kontak cembung – cekung, dan semakin kuat gaya hingga menghasilkan kontak bergerigi pada proses kompaksi tahap lanjut.

Pelarutan

Kenampakan pelarutan terjadi pada cangkang fosil yang berkomposisi karbonatan mineral kalsit. Pelarutan ini terjadi akibat adanya reaksi kimia antara mineral kalsit dengan fluida air pada daerah penelitian. Pelarutan ini dapat meningkatkan nilai porositas. Jenis porositas akibat dari pelarutan ini adalah porositas sekunder yang disebut *dissolution pore*. Pelarutan juga dapat terjadi pada fase akhir diagenesis saat pelarutan semen autigenik (semen karbonatan) terjadi yang juga dapat menghasilkan porositas sekunder (Gibran, *et al.*, 2022).

Sementasi

Jenis semen yang mengikat pada batupasir daerah penelitian ini adalah semen silika dan karbonat. Semen yang teramati pada sayatan ini juga termasuk ke dalam kelompok mineral autigenik. Kehadiran semen ini juga mengurangi nilai porositas.

Pembentukan Mineral Autigenik

Pembentukan mineral autigenik adalah pembentukan mineral yang baru terbentuk bersamaan dengan berlangsungnya proses diagenesis. Selain mineral autigenik semen karbonat dan silika, pada sayatan batupasir juga ditemukan adanya mineral muskovit.

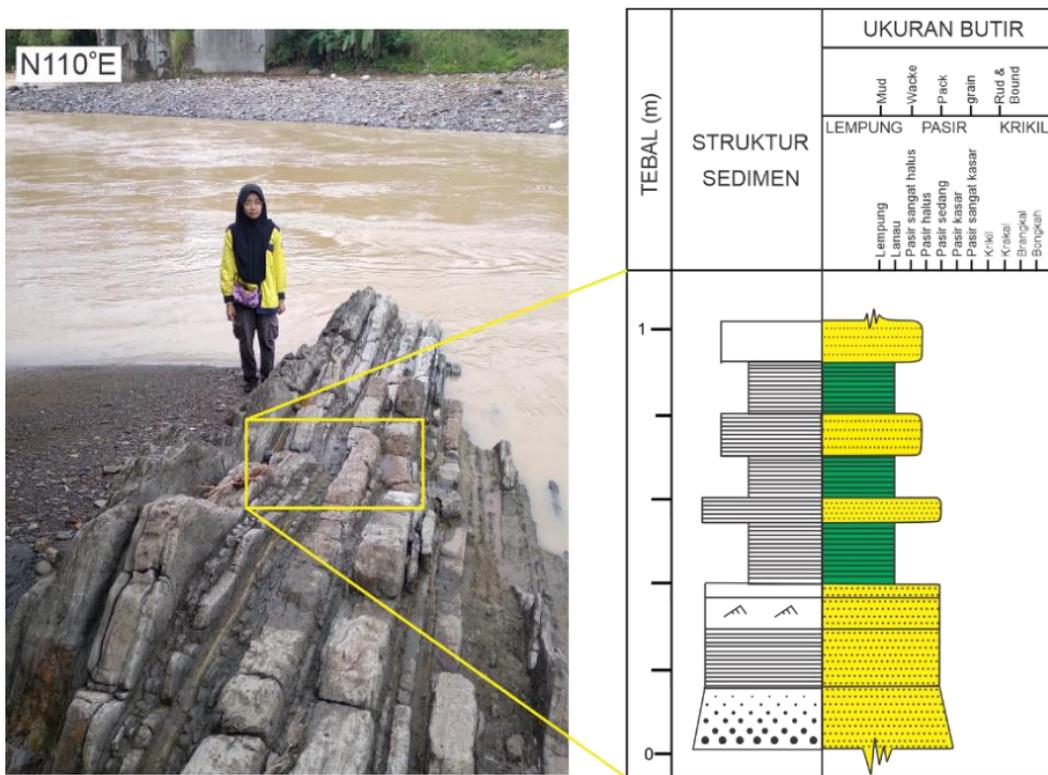
Mekanisme dan Lingkungan Pengendapan

Pada daerah penelitian secara keseluruhan ditemukan adanya struktur sedimen masif, *parallel lamination*, dan *wavy-cross lamination*. Berdasarkan pengamatan litologi dan struktur sedimen pada daerah penelitian, diinterpretasikan bahwa daerah penelitian terendapkan melalui mekanisme arus turbidit. Arus turbidit merupakan aliran air yang cepat disebabkan oleh percepatan gravitasi pada daerah lereng dasar laut. Arus ini dicirikan oleh airnya yang keruh akibat besarnya energi dan tingginya jumlah sedimen yang terbentuk.

Arus turbidit merupakan arus yang memiliki material sedimen dengan kerapatan yang lebih besar daripada cairan, yang terendapkan menuruni lereng bawah laut (*continental slope*) dengan massa yang sangat besar. Arus ini terbentuk saat pasir dan lumpur di daerah *continental shelf* dan *slope* terlepas karena suatu tenaga, kemungkinan terbesar akibat gempa kemudian mengerosi dasar laut dibawahnya. Hasil endapan erosi ini dinamakan *turbidities* dan membentuk struktur endapan *graded bedding* (perlapisan yang butirnya makin besar ke bawah) ditunjukkan pada gambar 22.

Menurut Bouma (1962), arus turbidit dicirikan oleh beberapa sikuen dari Ta hingga Te. Dimana sikuen dari Ta hingga Te menunjukkan energi arus yang semakin berkurang. Mekanisme awal pengendapan berupa litologi batupasir masif dengan ukuran butir kasar (Ta), kemudian di atasnya terendapkan batupasir laminasi (Tb), lalu *wavy-cross lamination* batupasir (Tc), batulanau laminasi (Td), dan batulempung masif (Te).

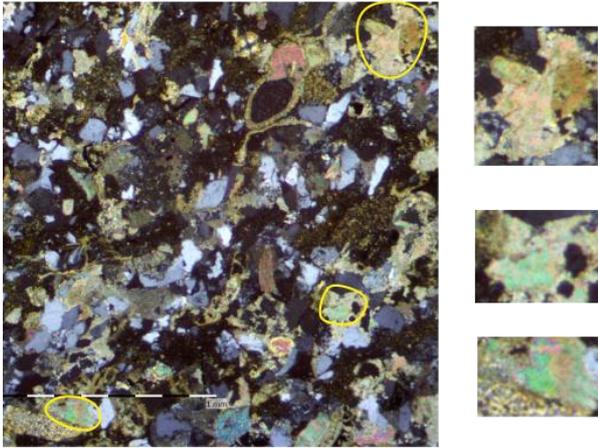
Mekanisme pengendapan dimulai dari terendapkannya material sedimen yang bergerak menuruni lereng dengan cepat serta memiliki arus kuat sehingga ukuran butir yang terendapkan berukuran kasar (batupasir masif, Ta). Semakin ke atas energi semakin berkurang sehingga ukuran butir yang terbentuk relatif lebih halus, terendapkan secara bertahap membentuk struktur laminasi (Tb). Kemudian arus turbidit yang memiliki aliran turbulen mengakibatkan terbentuknya struktur *wavy – cross lamination* (Tc). Energi arus yang semakin berkurang membuat ukuran butir yang terendapkan semakin halus. Di atasnya terendapkan secara bertahap ukuran butir lanau (batulanau laminasi, Td). Terakhir, sisa ukuran butir yang paling halus mengakibatkan terendapkannya ukuran butir lempung secara masif (Te).



Gambar 22. Profil singkapan LP 4 yang menunjukkan pola ukuran butir semakin halus ke atas (*graded bedding*)

Berdasarkan pengamatan secara petrografi, didapatkan bahwa ciri khas batupasir pada Formasi Cinambo adalah batupasir kaya kuarsa dengan mineral khas berupa magnesit dengan jumlah sekitar 14% dari total kenampakan sayatan tipis. Magnesit pada daerah penelitian memiliki ciri khas warna interferensi variatif (dapat putih, abu-abu, merah muda, biru) dengan orde

tinggi seperti orde IV-V (gambar 23). Magnesit memiliki rumus kimia $MgCO_3$ (magnesium karbonat), diinterpretasikan berasal dari batuan beku ultramafik. Batuan beku ultramafik ini sering diumpai pada lempeng samudra, sehingga diinterpretasikan bahwa Formasi Cinambo berasal dari lingkungan pengendapan laut dalam.

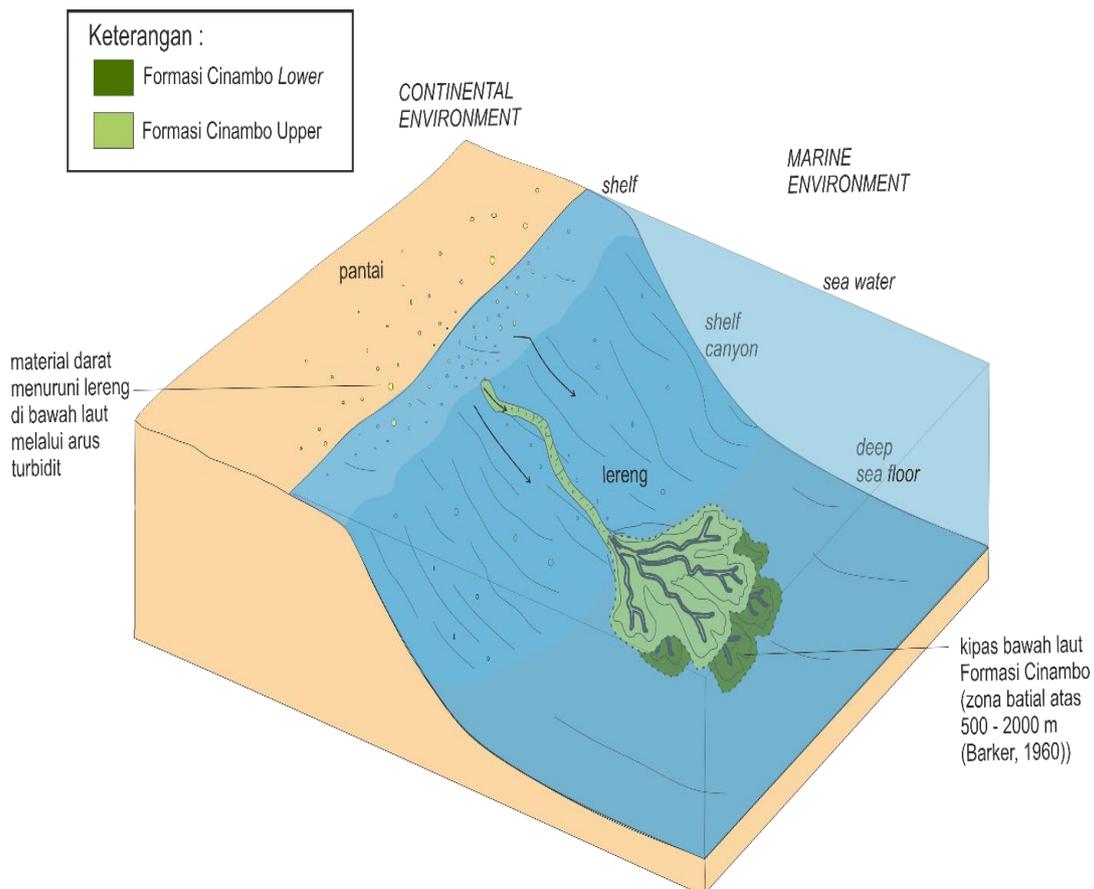


Gambar 23. Mineral magnesit diinterpretasikan sebagai penciri mineral yang berasal dari batuan beku ultramafik di lempeng samudra

Formasi Cinambo terdiri dari dua anggota yaitu Formasi Cinambo Anggota Batupasir (Formasi Cinambo Lower) dan Formasi Cinambo Anggota Batuserpih (Formasi Cinambo Upper). Formasi Cinambo Anggota

Batupasir merupakan anggota formasi tertua di daerah penelitian dengan ciri khas batupasir yang lebih dominan. Sedangkan Formasi Cinambo Anggota Batuserpih dicirikan oleh litologi batuserpih yang lebih dominan. Formasi Cinambo Anggota Batuserpih ini diendapkan secara selaras di atas Formasi Cinambo Anggota Batupasir.

Karakteristik Formasi Cinambo bersifat karbonatan dan didominasi oleh litologi batupasir dengan struktur sedimen terdiri dari masif, laminasi, wavy laminasi, cross laminasi, load cast, dan bioturbasi. Formasi ini terdiri dari satuan batuan batupasir perselingan batuserpih, perselingan batupasir dan batuserpih, serta perselingan batupasir dan batuserpih sisipan batulanau. Karakteristik litologi dan struktur sedimen menunjukkan bahwa mekanisme sedimentasi yang terjadi pada batupasir ini merupakan mekanisme arus turbidit *low density turbidity currents* (Shanmugam, 2000). Berdasarkan karakteristik tersebut, diinterpretasikan bahwa Formasi Cinambo terendapkan pada sistem kipas bawah laut (gambar 24) pada *lower – middle fan* yang masuk ke dalam zona batial atas (500 – 2000 m (Barker, 1960)) dan tergolong ke dalam *sand-rich system* (Stow dan Mayall, 2000 di dalam Firdaus *et al.*, 2023).



Gambar 24. Model pengendapan Formasi Cinambo pada sistem kipas bawah laut (*lower – middle fan*) dan tergolong ke dalam *sand-rich system* (Stow dan Mayall, 2000 di dalam Firdaus *et al.*, 2023).

KESIMPULAN

Desa Babakanjawa termasuk ke dalam sub-Cekungan Majalengka tempat terendapkannya material sedimen laut dalam. Desa Babakanjawa tempat tersingkapnya Formasi Cinambo sebagai formasi tertua dalam stratigrafi regional Majalengka. Formasi Cinambo terdiri dari litologi batupasir dan batuserpih. Satuan litologi pada daerah penelitian terdiri dari: Satuan Batupasir Perselingan Batuserpih, Satuan Perselingan Batupasir Batuserpih Sisipan Batulanau, dan Satuan Perselingan Batupasir Batuserpih. Satuan ini didasarkan pada litologi dominan, ketebalan, dan struktur sedimen. Satuan Batupasir Perselingan Batuserpih memiliki struktur sedimen masif (Ta), laminasi paralel (Tb), dan batuserpih laminasi (Td). Satuan Perselingan Batupasir Batuserpih Sisipan Batulanau memiliki struktur sedimen masif (Ta), laminasi paralel (Tb), *cross-wavy lamination* (Tc), batuserpih laminasi (Td), dan batulanau masif (Te). Satuan Perselingan Batupasir Batuserpih memiliki struktur sedimen masif (Ta), laminasi paralel (Tb), dan batuserpih laminasi (Td). Analisis petrografi menunjukkan batupasir dan batuserpih termasuk ke dalam *Calcareous Sandstone*, *Sandstone* dan *Argillaceous Sandstone* (Selley, 2005). Dari analisis petrografi terdapat ciri khas adanya mineral magnesit penciri batuan dasar samudra pada litologi batupasir. Berdasarkan data tersebut diinterpretasikan bahwa daerah penelitian terendapkan melalui mekanisme arus turbidit *low density turbidity currents* pada sistem kipas bawah laut pada *lower – middle fan* dan tergolong ke dalam *sand-rich system*. Fase diagenesis yang dialami oleh batupasir Formasi Cinambo meliputi fase kompaksi, pelarutan, sementasi, dan pembentukan mineral autigenik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Geologi yang telah memfasilitasi penelitian ini. Serta penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Pak Wahyu di Desa Cimanintin yang telah memfasilitasi selama di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Armandita, C., Mukti, M.M., Satyana, A. 2009. Intra Arc Trans Tension Duplex of Majalengka to Banyumas Area: Prolific Petroleum Seeps and Opportunities in West Central Java Border. Procc. IPA. Thirty-Third Annual Convention and Exhibition, May 2009.

Bouma, A. H. (1962). Sedimentology of some flysch deposits. Agraphic approach to facies interpretation, 168.

Djuhaeni dan Martodjojo, S., 1989. Stratigrafi Daerah Majalengka dan Hubungannya dengan Tatanama Satuan Litostratigrafi di Cekungan Bogor. Jurnal Geologi Indonesia.

Djuri. 1995. Peta Geologi Lembar Arjawinangun, Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi: Bandung.

Firdaus, M., Putra, A.P., Yogi, A., Fadhilah, R.A., Gumilar, I.S., Nugroho, E.H., Hamzah, A. 2023. Fasies Sedimen Laut dalam di Formasi Cinambo (Miosen Awal – Tengah): Pengamatan dari Singkapan di Sebagian Sungai Cilutung, Majalengka, Jawa Barat, Indonesia. Lembaran Publikasi Minyak dan Gas Bumi. 57(1): 27-38.

Gibran, A.K., Kusworo, A., Wahyudiono, J., Purwasatriya, E.B. 2022. Proses Diagenesis Batupasir Formasi Kanikeh, Seram Bagian Timur, Maluku, Indonesia. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral. 23(2): 113-122.

Isnaniawardani, *et al.* 2020. Peta Geologi Lembar Majalengka (1309-11) Jawa Skala 1:50.000. Fakultas Teknik Geologi Universtias Padjajaran dan Pusat Survei Geologi Badan Geologi.

Martodjojo. (1984). Evolusi Cekungan Bogor. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Moody, J. D., dan Hill, M. J. (1956). Wrench-Fault Tectonics. Bulletin of the Geological Society of America .vol. 67 (1956), h. 1207 – 1246.

Praptisih dan Kamtono. 2016. Potensi Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Cinambo di Daerah Majalengka, Jawa Barat. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral. 17(1): 1-11.

Philetas, Y., Sutriyono, E., Nalendrajati, S. 2019. Geologi Neogen-Kuarter di Sub Cekungan Majalengka, Jawa Barat.

Salama, T.H., Maryati, S., Manyoe, I.N. 2021. Studi Mekanisme Sedimentasi Formasi Dolokapa, Gorontalo. Jambura Geoscience Review. 3(2): 97-111.

Selley, R.C. 2005. Diagenesis: Overview. Encyclopedia of Geology, 393-395. Doi:10.1016/b0-12-369396-9/00289-6.

Shanmugam, G. 2000. 50 years of the turbidite paradigm (1950s – 1990s): deep-water processes and facies models—a critical perspective. Marine and Petroleum Geology. 17(2): 285.342.

Stow, D.A.V. and Mayall, M., editors, 2000. Deep-water Sedimentary Systems: Thematic Set, Marine and Petroleum Geology, Volume 17, No. 2.

Van Bemmelen, R.W. (1949). The Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes, 86 General Geology. Martinus Nijhoff The Hague, vol. IA: 25- 28.