

Fasies Sedimen Laut dalam di Formasi Cinambo (Miosen Awal – Tengah): Pengamatan dari Singkapan di Sebagian Sungai Cilutung, Majalengka, Jawa Barat, Indonesia

Muhammad Firdaus¹, Andri Perdana Putra², Ade Yogi², Ryan Akbar Fadhilah², Iwan Sukma Gumilar²
Erwin Hariyanto Nugroho¹ dan Amir Hamzah²

¹Research Centre for Geological Resources, National Research and Innovation Agency of Indonesia
Cisitu Sangkuriang, Dago, Bandung, 40135, West Java, Indonesia

²Centre for Geological Survey, Geological Agency, Ministry of Energy and Mineral Resources of
Indonesia
Diponegoro No.57, Bandung, 40122, West Java, Indonesia

ABSTRAK

Artikel Info:

Naskah Diterima:
09 Mei 2023

Diterima setelah
perbaikan:
17 Mei 2023

Disetujui terbit:
24 Mei 2023

Kata Kunci:

Formasi Cinambo
Fasies laut dalam
TOC

Formasi Cinambo adalah salah satu formasi di Sub-Cekungan Majalengka yang berpotensi memiliki prospektifitas hidrokarbon yang ditunjukkan dengan adanya potensi batuan induk pada sampel batuan di daerah penelitian. Studi-studi terdahulu hanya membahas masing-masing terkait fasies atau potensi kandungan material organik saja, sehingga kami melakukan studi ini untuk mengetahui fasies sedimentologi dan kandungan material organik serta hubungan antara fasies dan kandungan material organik di Sebagian Sungai Cilutung, Majalengka, Jawa Barat. Dari hasil kenampakan di Lapangan, Formasi Cinambo menunjukkan sedimen laut dalam pada bagian lantai samudera, dicirikan oleh endapan turbidit yang dominan dari urutan sekuen Bouma (Ta, Tb, Tc, Td, dan Te) dan endapan suspensi batulempung yang sangat tebal dan dominal. Asosiasi fasies di lapangan terbagi jadi 6 yaitu Dasar *Channel*, Pengisi *Channel* – Gosong *Channel*, Tanggul *Channel* dan *Splay*, Cabang-cabang *Channel* tanpa Tanggul dan *Splay*, Kipas cabang-cabang *Channel*, dan Serpih luat dalam. Hasil Analisis geokimia dilakukan pada empat sampel serpih menunjukkan kandungan *Total Organic Content* (TOC) berkisar antara 0.46-1.27 %, berpotensi menjadi batuan induk dengan kualitas buruk hingga baik. Nilai TOC yang cukup baik ditemukan di serpih di fasies kipas cabang *Channel*.

ABSTRACT

The Cinambo Formation is one of the prospective hydrocarbon formation in the Majalengka Sub-Basin as indicated by the presence of Organic Material Content in rock samples in the study area. Previous studies only discussed separately of facies analysis or source rock potential, hence we conducted this study to determine the sedimentological facies and organic material content or source rock potential, and the relationship between them from The Cinambo's formation Outcrop in parts of the Cilutung River, Majalengka, West Java. From the results of fields appearances, the Cinambo Formation shows deep-sea sediment of the ocean floor, characterized by turbidite deposits that are dominant from the Bouma sequence (Ta, Tb, Tc, Td, and Te) and very thick and dominant claystone suspension deposits. The facies associations were divided into 6 namely Channel Base, Channel Fills – Channel Bar, Channel levee and Splay, Channels without levee and splay, Channel Fan Branches, and Deep Marine Shale. The results of the geochemical analysis carried out on 4 shale samples showed the Total Organic Content (TOC) ranged from 0.46-1.27 wt%, which has the potential to become source rock with poor to good quality. Fairly good TOC values were found in shale in the Channel Branch Fan Facies.

Korespondensi:

E-mail: muh.ahmad.firdaus@gmail.com (Muhammad Firdaus)

© LPMGB - 2023

PENDAHULUAN

Daerah penelitian berada di sepanjang Sungai Cilutung, berada pada perbatasan antara Majalengka dan Sumedang, sekitar 10 km ke arah selatan dari pusat Kabupaten Majalengka (Gambar 1A). Berdasarkan peta geologi regional Arjawinangun Djuri., (1973), satuan batuan sedimen di daerah penelitian merupakan anggota Formasi Cinambo dan diperkirakan berumur Miosen Awal – Tengah (Djuri, 1973) sedangkan menurut Djuhaeni dan Martodjojo (1989) Formasi ini berumur Miosen Tengah (Gambar 1B). Cekungan sedimen pada daerah penelitian dikenal sebagai Sub-Cekungan Majalengka Badan Geologi., (2009) dan merupakan salah satu cekungan dengan kemungkinan yang memiliki prospektivitas hidrokarbon ditunjukkan dengan potensi *source rock* pada sample-sample batuan Formasi Cinambo Muljana dkk., (2012), Praptisih dan Kamtono., (2016), Praptisih., (2017). Muljana dkk., (2012) melaporkan bahwa endapan turbidit pada cekungan ini berpotensi sebagai *source rock* dengan kemungkinan gas prone (kerogen type III) dan potensi reservoir berada pada satuan batuan pasir lebih muda berumur Miosen akhir yang merupakan bagian dari endapan *Channel-like*.

Penelitian tentang geologi daerah penelitian telah dipelajari oleh banyak peneliti. Van Bemmelen., (1949) menjelaskan tentang geologi regional Jawa Barat, dimana secara fisiografis Sub-Cekungan Majalengka merupakan bagian paling timur dari Zona Bogor Van Bemmelen., (1949). Zona ini tersusun oleh morfologi berbukit-bukit yang umumnya memanjang dengan arah umum barat-timur di sekitar Bogor dan pada sebelah timur Purwakarta membelok ke selatan membentuk lengkungan di sekitar Kota Kadipaten (Gambar 1D). Zona Bogor ini merupakan antiklinorium yang terdiri dari lapisan satuan berumur Neogen yang terlipat Kuat Van Bemmelen., (1949).

Martojojo., (2003) melakukan penelitian komprehensif di seluruh *Bogor Trough*. Secara sedimentasi lokasi penelitian terletak di Mandala Cekungan Bogor yang dicirikan oleh endapan aliran gravitasi dengan ketebalan hampir 7000 m. Satyana dan Armandita., (2004) meneliti kaitan endapan turbidit terhadap potensi hidrokarbon di wilayah Pulau Jawa. Muljana., (2006, 2012, 2021) melakukan studi tentang provenance berdasarkan sumber sedimen dan tektonik serta kandungan *ichnofacies*. Penelitian-penelitian tersebut akan tetapi sebagian besar membahas area yang cukup luas / regional,

sehingga hasilnya terlalu general dan tidak terlalu detail. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan pada area yang lebih spesifik dan detail untuk lebih mendapatkan informasi yang detail tentang aspek sedimentologi dan stratigrafi khususnya untuk mengetahui fasies dan lingkungan pengendapan Formasi Cinambo beserta kaitannya dengan potensi sebagai *source rock* hidrokarbon.

Formasi Cinambo secara stratigrafi merupakan batuan sedimen paling tua di sub-Cekungan Majalengka Djuri., (1973). Formasi ini ditindih secara selaras oleh Formasi Halang, membentuk sekuen endapan turbidit hingga *submarine fan*.

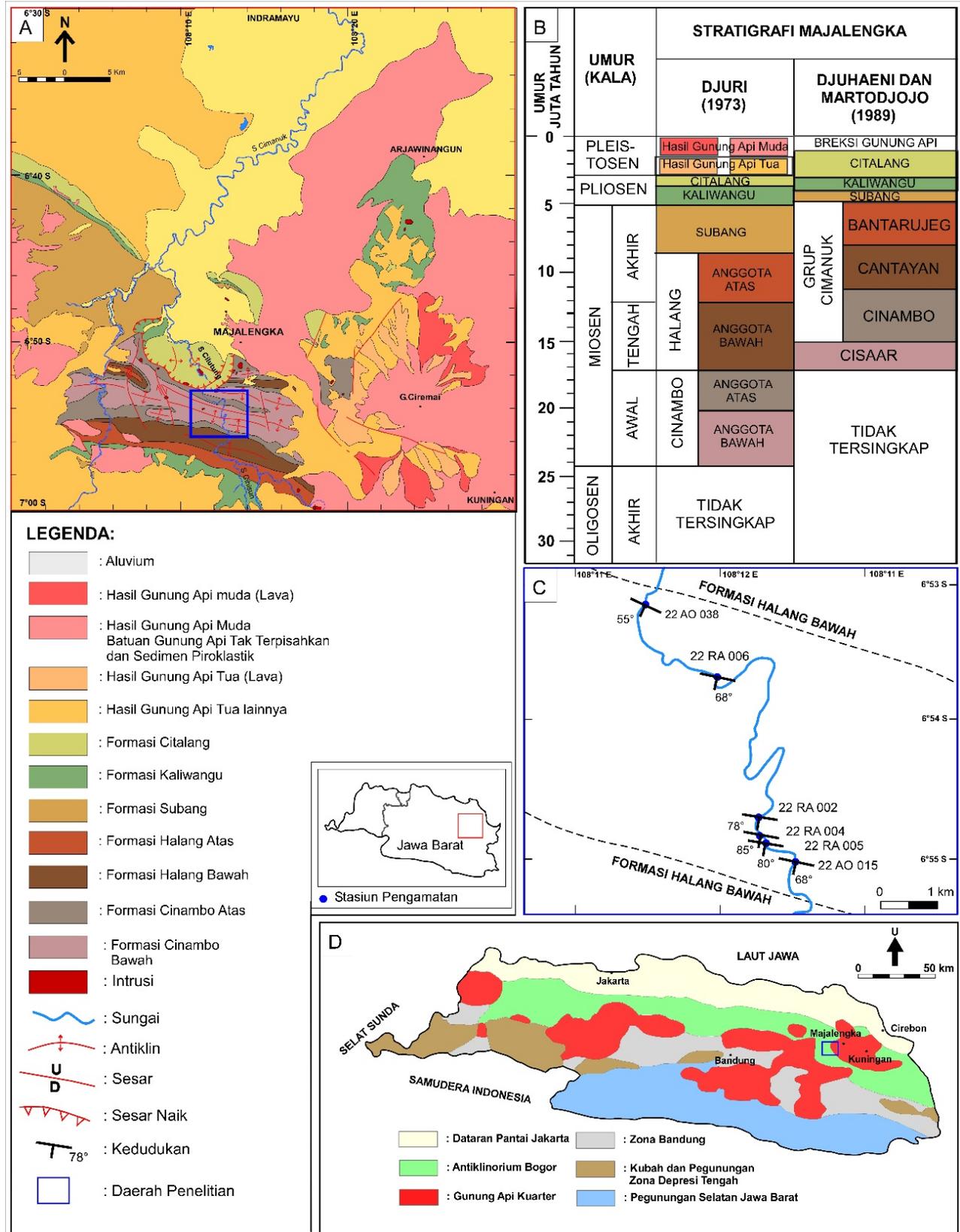
BAHAN DAN METODE

Studi ini menggunakan data representative singkapan Formasi Cinambo di sepanjang Sungai Cilutung yang terbagi ke dalam 6 stasiun poin (Gambar 1C). *Workflow* analisis fasies dilakukan dalam penelitian ini meliputi deskripsi, klasifikasi, dan interpretasi Anderton., (1985), Dalrymple., (2010). Deskripsi sedimen satuan fasies meliputi litologi, ukuran butir, tekstur, struktur sedimen, dan kontak dasar dan disajikan dalam bentuk log sedimentologi untuk setiap lokasi pengamatan. Dalrymple., (2010) mengemukakan pembentukan fasies berdasarkan karakteristik yang memiliki signifikansi genetik dimana di dalam studi ini, fasies didefinisikan terutama berdasarkan litologi dan struktur sedimen. Fasies-fasies yang saling terkait erat dalam asosiasi kenampakan fisik yang erat satu sama lain digabungkan menjadi asosiasi fasies yang sesuai dengan pengendapan yang khas untuk lokasi tertentu Dalrymple., (2010). Interpretasi asosiasi fasies dan model mengikuti Devay., dkk (2000). Uji kandungan organik (*Total Organic Carbon*) dilakukan terhadap 4 sampel serpih terpilih sepanjang pengambilan data lapangan.

HASIL DAN DISKUSI

Lokasi Pengamatan RA-02, RA-04, RA-05, dan AO-15 terletak pada bagian selatan dari peta lintasan (Gambar 1C) sedangkan lokasi RA-06 dan AO-38A terletak pada bagian utara (Gambar 1C). Formasi Cinambo diendapkan dari arah selatan ke utara, sehingga secara stratigrafi bagian selatan memiliki kedudukan lebih bawah atau lebih tua dibandingkan bagian utara, apabila tidak dipengaruhi oleh kontrol struktur lipatan dan patahan.

Fasies Sedimen Laut dalam di Formasi Cinambo (Miosen Awal – Tengah):
Pengamatan dari Singkapan di Sebagian Sungai Cilutung, Majalengka, Jawa Barat, Indonesia
(Muhammad Firdaus , dkk.)



Gambar 1

Peta lokasi wilayah studi. A) peta geologi Arjawinangun dan sekitarnya (dimodifikasi dari Djuri, 1973). Area studi ditunjukkan oleh kotak warna biru. B) kerangka stratigrafi Majalengka dan sekitarnya, modifikasi dari Djuri (1973) dan Djuhaeni & Martodjojo (1989). C) peta lokasi singkapan stasiun pengamatan sedimentologi di Sungai Cilutung. D) peta Fisiografi, Jawa Barat (Bemmelen, 1949).

Fasies

Batuan sedimen pada daerah penelitian terdiri dari 6 asosiasi fasies sedimentasi (Tabel 1) yaitu: Dasar *Channel*; Pengisi *Channel*, Gosong *Channel*; Tanggul *Channel* dan Splay; Cabang-cabang *Channel* tanpa tanggul dan splay; kipas cabang-cabang *Channel* dan serpih laut dalam. Secara umum Formasi Cinambo merupakan endapan regrefis dari tumpukan batuan sejak Miosenn Awal- Tengah. Bagian bawah Formasi Cinambo tersusun dari fraksi lebih halus yaitu fasies cabang-cabang *Channel* dan serpih laut dalam. Fasies dasar *Channel*, pengisi *Channel*, gosong *Channel*, tanggul *Channel* dan splay, serta cabang-cabang *Channel* tanpa tanggul dan splay yang merupakan fraksi yang lebih kasar menjadi pengisi bagian atas Formasi Cinambo

Dasar *Channel*

Terdiri dari fasies batupasir kasar dengan komponen menghalus. Fasies ini dicirikan dengan lapisan irreguler, batupasir berbutir sangat kasar – kasar, komponen granul di bagian bawah, menghalus

ke atas dengan fragmen moluska dan klas carbon berukuran kerikil yang mengapung, dengan kontak lapisan bawah berupa pembebanan terhadap lapisan di bawahnya.

Pengisi *Channel*, Gosong *Channel*

Fasies batupasir sedang – halus bertumpuk dengan laminasi paralel. Fasies ini terdiri dari batupasir berukuran butir sedang-halus, kadang berbutir kasar-sedang, struktur sedimen paralel laminasi di bagian atas dengan kontak pembebanan terhadap lapisan dibawahnya, setempat ditemui laminasi paralel karbon di bagian atas, setempat geometri lapisan ireguler.

Batupasir berlapis tebal menghalus ke atas, dengan butiran berukuran sedang-halus. Struktur sedimen yang hadir diantaranya laminasi paralel di bagian tengah, gelembur arus, gelembur gelombang, dan triugh cross stratification di bagian atas. Kontak bawah lapisan adalah berupa pembebanan terhadap lapisan dibawahnya.



Gambar 2

A) Foto lapangan kenampakan endapan dasar *channel* (A1 dan A2) berupa batupasir kasar dengan komponen granul di bagian paling bawah serta menghalus keatas, setempat ditemukan fragmen moluska dan *carbon clast* mengapung.

B) endapan pengisi *channel* & gosong *channel* berupa batupasir sedang hingga halus bertumpuk dengan laminasi paralel di bagian atas. Kontak lapisan bawah berupa pembebanan terhadap lapisan di bawahnya

Tanggul *Channel* dan *Splay*

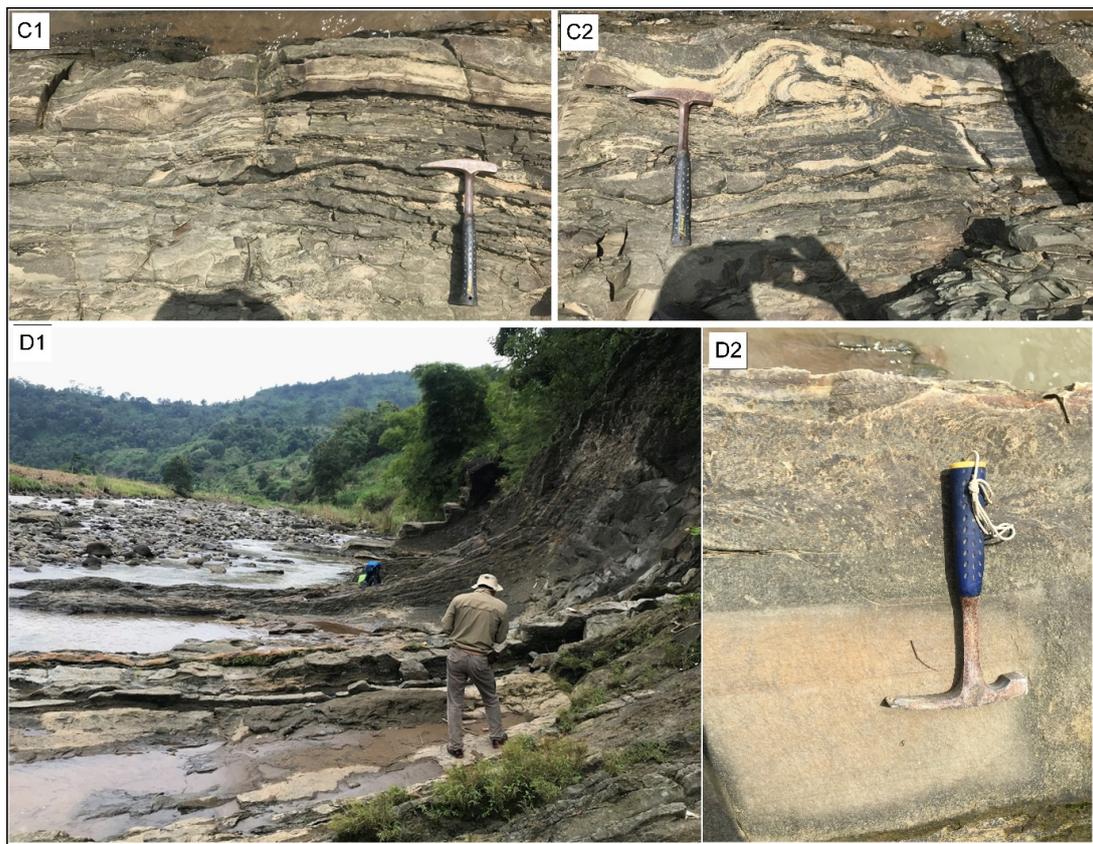
Terdiri dari Fasies batupasir halus-sangat halus dan sisipan batulanau/batulempung, serta perselingan batulanau-batulempung-batupasir. Pada log Stratigrafi 22 RA 02 (Gambar 5), Perselingan batupasir: lapisan tipis batupasir, berbutir sangat halus, gampingan, kadang dolomitan, sisipan batupasir 45 cm, struktur sedimen laminasi paralel, konvolut, *through cross stratification* dan *slump* berselingan dengan lapisan tipis batulempung. Flaser dengan lapisan tipis batulanau, dan lentikuler ditemukan pada Log stratigrafi 22 RA 04.

Perselingan batulanau: lapisan tipis batulanau karbonan, struktur sedimen gelembur arus, *climbing ripple*, *trough cross stratification*, *sigmoidal cross stratification*, dengan selingan lapisan tipis paralel batupasir sangat halus, menghalus ke batulanau, struktur sedimen laminasi paralel, dengan kontak pembebanan terhadap lapisan di bawahnya (log Stratigrafi 22 RA 05 pada Gambar 5).

Pada singkapan 22 AO 15, Perselingan tipis antara batulempung dengan batulanau dan batulempung dengan batupasir: batulanau masif, berangsur menghalus menjadi batulempung masif, dengan lensa-lensa batulanau. Serta batupasir sangat halus, gampingan, dengan noda kecoklatan (mungkin dolomitan), masif, geometri lapisan paralel berselingan dengan batulempung.

Cabang-Cabang *Channel* Tanpa Tanggul dan *Splay*

Terdiri dari batupasir halus hingga sangat halus bertumpuk dengan laminasi paralel, membentuk perlapisan tipis dengan batulanau dan batulempung. Lapisan batupasir paralel yang seragam dari batupasir berbutir sedang-halus, menghalus ke atas, dengan struktur sedimen yang teridentifikasi yaitu laminasi paralel dan gelembur gelombang di bagian atas. Perselingan batulanau berupa lapisan tipis laminasi karbon berseling dengan lapisan tipis batupasir menghalus ke batulanau.



Gambar 3

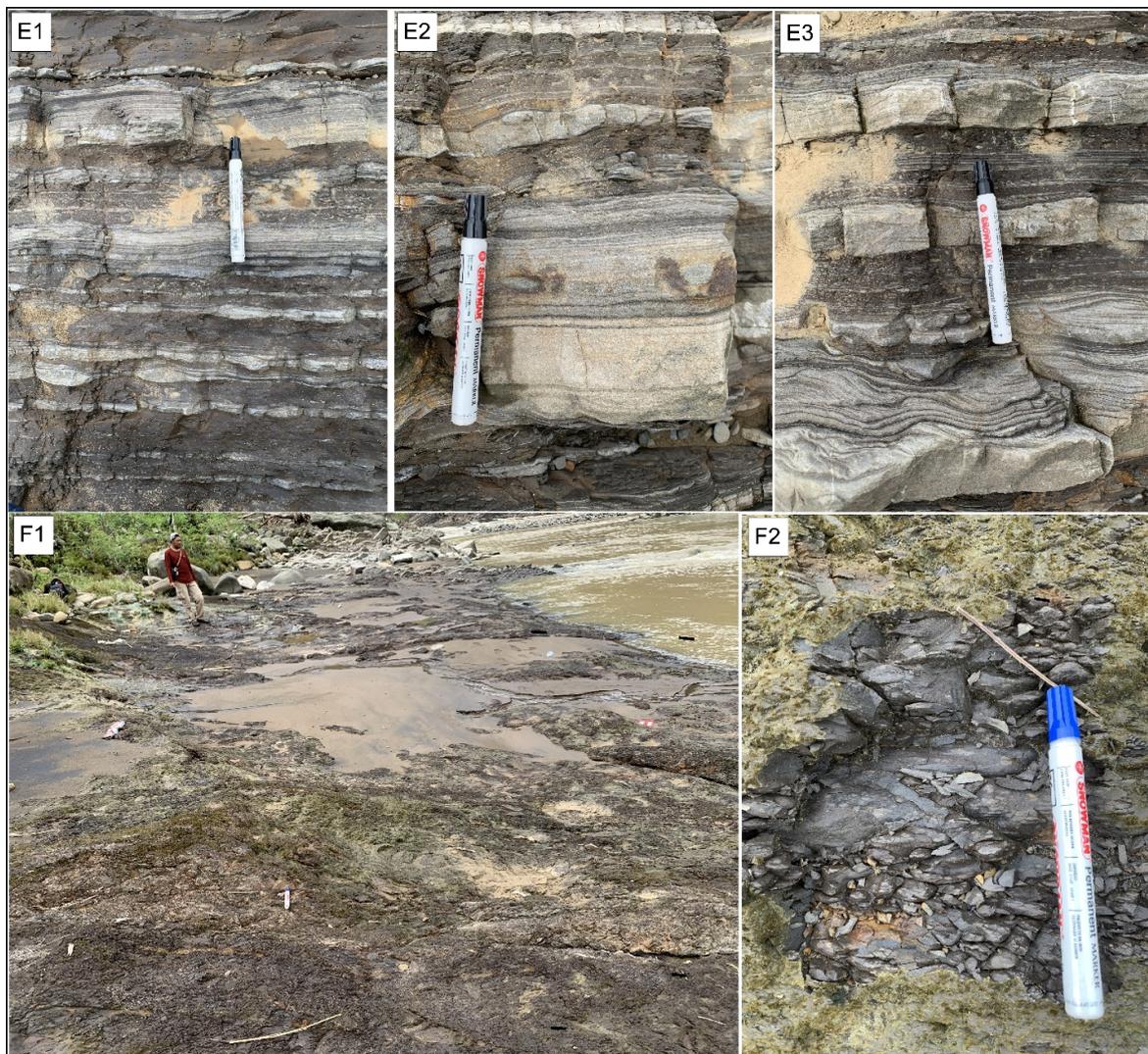
C) Foto lapangan kenampakan endapan tanggul *channel* dan *splay* berupa batupasir halus - sangat halus dengan sisipan batulanau/ batulempung, menunjukkan struktur sedimen laminasi paralel serta *through cross stratification* (C1), laminasi paralel dan konvolut/*slump* (C2) serta D) endapan cabang-cabang *channel* tanpa tanggul dan *splay* berupa batupasir berlapis menunjukkan struktur laminasi sejajar dan *graded bedding*

Kipas Cabang-Cabang Channel

Batupasir berlapis hingga lapisan tipis batulempung dengan sekuen Bouma. Lapisan tipis parallel batupasir -batulanau-batulempung menghalus ke atas. Urutan tumpukan dimulai dari batupasir berbutir halus-sangat halus (setempat medium), kemudian batulanau-batulempung dengan struktur sedimen pekat antara lain lapisan berangsur (ta), laminasi sejajar (tb), dan gelembur arus pada batupasir (tc), dimana laminasi parallel pada umumnya tidak menerus pada batulanau dan batulempung masif (te).

Serpih laut dalam

Batulempung berlapis tebal dengan setempat sisipan tipis laminasi paralel batulanau. Batulempung dengan tebal maksimal mencapai 25 meter dengan lensa-lensa batulanau. Sebagian besar masif dengan setempat ditemukan struktur sedimen *sigmoidal cross stratification* dan gelembur arus di lapisan tipis batulanau, pada bagian bawah hingga tengah dan berangsur masif dan moton di bagian atas.



Gambar 4

E) Foto lapangan kenampakan endapan kipas cabang-cabang channel berupa batupasir berlapis hingga lapisan tipis batulempung dengan sekuen Bouma (ta, tb, tc, te). F) Endapan serpih laut dalam berupa batulempung berlapis tebal dengan setempat dengan batulanau

Tabel 1
Asosiasi fasies dan lingkungan pengendapan formasi Cinambo.

NO	ASOSIASI FASIES	LINGKUNGAN PENGENDAPAN	PROSES - MEKANISME
I	Dasar <i>Channel</i>	Kompleks <i>Channel</i> / Kipas atas lereng	Aliran Friksional: Aliran dengan densitas konsentrasi tinggi. Arus Traksi.
II	Pengisi <i>Channel</i> , Gosong <i>Channel</i>	Kompleks <i>Channel</i> / Kipas atas lereng	Aliran Friksional: Aliran dengan densitas konsentrasi tinggi. Arus Traksi.
III	Tanggul <i>Channel</i> dan Splay	Kompleks <i>Channel</i> / Kipas atas lereng	Aliran Friksional: Aliran dengan densitas konsentrasi rendah., Aliran turbidit. Arus Traksi. dan Suspensi Aliran Kohesiv: Aliran Lumpur; Aliran Friksional: Aliran turbidit. Suspensi
IV	Cabang-cabang <i>Channel</i> tanpa Tanggul dan Splay	Kompleks kipas cabang <i>Channel</i> / Kipas tengah laut dalam	Aliran Friksional: Aliran dengan densitas konsentrasi tinggi. Arus Traksi.
V	Kipas cabang-cabang <i>Channel</i>	Kompleks kipas cabang <i>Channel</i> / Kipas bawah laut dalam	Aliran Friksional: Aliran dengan densitas konsentrasi rendah., Aliran turbidit. Arus Traksi. dan Suspensi
VI	Serpil laut dalam	Dasar cekungan/ laut dalam	Aliran Kohesiv: Aliran Lumpur; Aliran Friksional: Aliran turbidit. Suspensi

Lingkungan dan Model Pengendapan

Berdasarkan asosiasi fasies yang ditemukan di lapangan, lingkungan pengendapan pengendapan laut dalam pada bagian lantai samudera diajukan Gambar 5, Devay dkk., (2010). Hal ini dicirikan dengan hadirnya endapan turbidit dari sekuen Bouma (Ta, Tb, Tc, Td, dan Te) yang dominan. Kehadiran endapan debris dihasilkan oleh suatu even geologi, sehingga endapannya mencapai ke lantai samudera, yang sangat jarang dijumpai di Formasi Cinambo. Kehadiran endapan suspensi batulempung sangat tebal dan dominan memperkuat model lingkungan pengendapan lantai samudera.

Devay dkk., (2010) mengajukan suatu ilustrasi dari model pengendapan kipas bawah laut. Model endapan ini dibagi atas endapan kipas atas, endapan kipas tengah dan endapan kipas bawah yang diendapkan pada lingkungan lereng dan dasar laut (Gambar 5).

Endapan dari lingkungan lembah tertoreh (*incised valley*) pada kaki lereng memiliki peranan penting yang berfungsi sebagai saluran utama untuk transportasi sedimen dari daratan dan paparan melalui *Channel*/ kompleks *Channel* pada kipas atas hingga ke cabang-cabang *Channel* pada kipas bawah Devay

dkk., (2000), Stow dan Mayall., (2000), Nilsen dkk., (2006). Endapan *Channel* yang teridentifikasi antara lain asosiasi fasies dasar *Channel* (*Channel base*), pengisi *Channel* (*Channel fill*), dan gosong *Channel* (*bars*) dari kompleks *Channel* pada kipas atas lereng (Gambar 3). Transportasi sedimen ke bawah lereng terjadi di dalam dan di luar saluran, adapun angkutan sedimen di luar saluran yang teridentifikasi antara lain asosiasi fasies tanggul *Channel* (*levee*) dan splay, yang merupakan bagian dari arsitektur kipas atas lereng (Gambar 3).

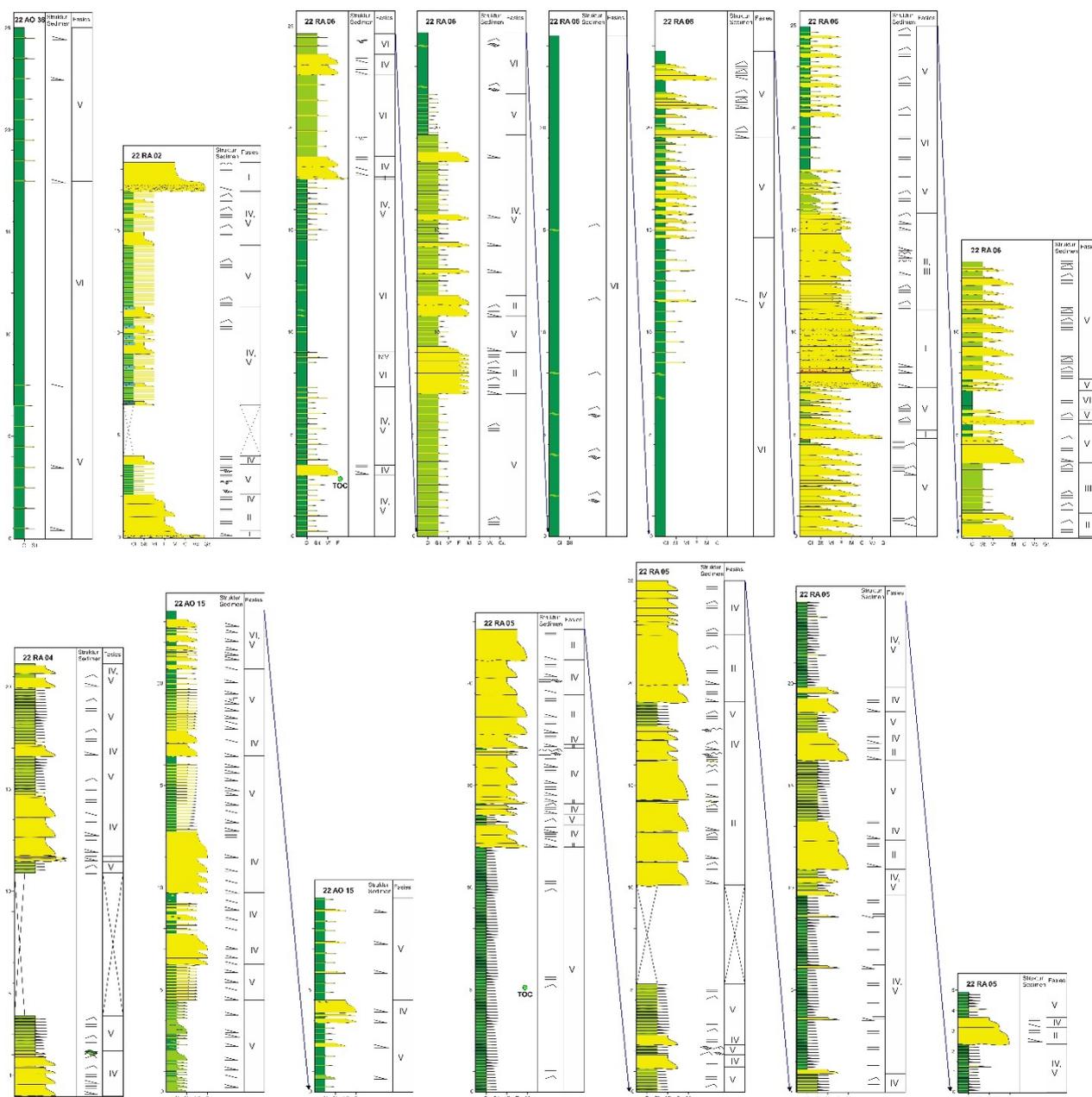
Transport sedimen lebih jauh ke area pengendapan lebih dalam disalurkan melalui aliran cabang-cabang *Channel* tanpa tanggul dan splay pada kipas tengah, berkembang membentuk kipas (*lobe*) sistem cabang-cabang *Channel* dan serpil laut dalam pada kipas bawah di dasar cekungan.

Lingkungan dan Kontrol daerah Sumber Sedimen

Hubungan arsitektural digunakan untuk menafsirkan model umum pengendapan dari sedimen dan bagaimana mereka terhubung bersama dalam ruang dan waktu (Stelting dkk, 2000). Arsitektur yang diekspresikan oleh sedimen pada model laut dalam berkaitan langsung dengan lingkungan daerah

sumber dan karakter proses laut dalam yang terlibat dalam pengendapan tersebut (Bouma, 2000). Semua faktor ini dapat bervariasi pada rentang waktu yang luas untuk setiap lokasi tertentu. Studi stratigrafi lokal yang spesifik dan rinci diperlukan untuk memastikan distribusi kualitas sedimen batuan induk dan reservoir beserta karakternya. Karakter fisik daerah sumber sedimen yang menyuplai sistem pengendapan laut dalam memiliki dampak signifikan terhadap laju sedimentasi dan sifat sedimennya (Reading dan Richards, 1994).

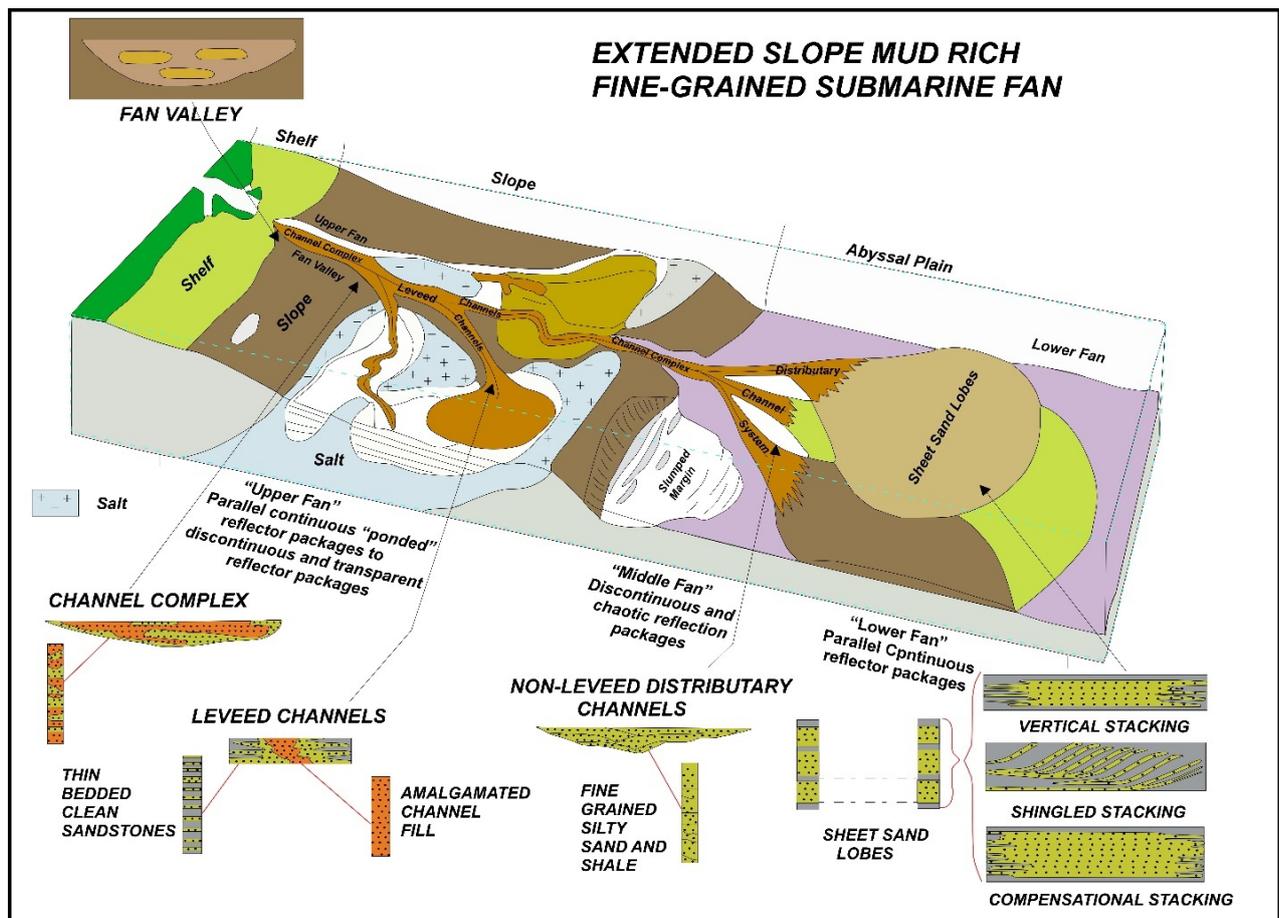
Pergerakan massa sedimen laut dalam berkisar dari pasir hingga lumpur dan perbedaan karakternya terkait dengan sedimen yang tererosi dari area sumbernya dan morfologi lingkungan pengendapan. Hal ini mengakibatkan Reading dan Richards (1994) merancang skema klasifikasi untuk sistem turbidit laut dalam berdasarkan ukuran butir dan jenis sistem pengendapan yang selanjutnya membedakan sistem turbidit berbutir halus dan berbutir kasar. Reading dan Richards (1994) percaya bahwa jika sedimen yang lebih halus ini terdiri dari setidaknya 70% dari



Gambar 5
Log terukur dari singkapan formasi Cinambo di sebagian Sungai Cilutung, Majalengka, Jawa Barat.

total suksesi, sistem tersebut harus disebut sebagai “kaya-lumpur”. Sebaliknya sistem “kaya-pasir” adalah sistem yang memiliki rasio *net-to-gross* yang tinggi dari pasir, dan akumulasi serpih jauh lebih tipis daripada suksesi yang didominasi pasir Stelting dkk., (2000). Stelting dkk., (2000) telah memformalkan bagaimana sistem turbidit berbutir halus dan “kaya-lumpur” terhubung ke cekungan besar pada pasif margin. Akumulasi sedimen di cekungan ini terkait dengan jarak transportasi terestrial yang panjang, paparan yang luas, dan delta yang menyediakan sedimen ke paparan tersebut. Transport sedimen melintasi cekungan yang efisien, didorong oleh kemiringan, gerakan tektonik, dan perubahan permukaan laut, sehingga cukup banyak pasir yang melewati kipas atas lereng untuk mencapai kipas bawah lereng, meskipun pola rasio *net-to-gross* bervariasi di seluruh kipas bawah laut (Gambar 6). Sebaliknya, Stelting dkk., (2000) mengajukan bahwa sistem turbidit berbutir kasar dan kaya pasir berasosiasi dengan cekungan yang lebih kecil di

kerak benua dengan jarak transportasi terestrial yang lebih pendek, paparan yang lebih sempit, bersumber lembah, sistem transport cekungan yang tidak efisien, tipe pengendapan progradasional, dan persentase *net-to-gross* yang berkurang secara lateral dari jalur transport sedimen (Gambar 6). Pengamatan ini cocok dengan Nilsen dkk., (2006) yang meringkas bagaimana turbidit dan sedimen aliran densitas non-koheusif lainnya dan endapan transport massal terakumulasi pada tepian benua yang berbeda akibat dari kontrol lokal dan regional. Endapan transport massal cocok dengan sekuestrasi sedimen lokal yang terlalu banyak pada paparan dan disertai dengan kegagalan lereng akibat tektonik aktif dan eustasy global. Hasilnya adalah tepian benua yang didominasi oleh banyak lembah raksasa, lembah yang berfungsi sebagai saluran untuk endapan transport massal dengan sedikit sistem turbidit terkait. Berdasarkan model tersebut (Gambar 6), endapan Formasi Cinambo di Sungai Cilutung tergolong ke dalam sistem “kaya pasir”.



Gambar 6 Model pengendapan peluasan kipas bawah laut kaya lumpur yang diusulkan untuk batuan formasi Cinambo di Sungai Cilutung (Modifikasi dari Devay dkk, 2010 dan Bouma, 1997).

Potensi batuan Induk

Analisis geokimia dilakukan terhadap 4 contoh sampel serpih dari Formasi Cinambo. Secara facies sampel ini termasuk ke dalam fasies cabang-cabang channel tanpa tanggul dan splay (sampel AO-15 dan RA-06) serta fasies kipas cabang-cabang Channel (RA-04 dan RA-05). Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa kandungan TOC berkisar antara 0.46-1.27% (Tabel 2), dimana nilai tersebut berpotensi menjadi batuan induk dengan kualitas

Tabel 2
Hasil uji kandungan TOC

Kode Sampel	TOC (WT%)
AO-15D	0.49
RA-04D	0.74
RA-05A	1.27
RA-06A	0.46

0.49, sedangkan nilai kandungan TOC pada serpih dari fasies kipas cabang-cabang Channel memiliki nilai TOC lebih tinggi yaitu 0.74 – 1.27. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi batuan utama penyusun fasies dimana fasies cabang-cabang Channel tanpa tanggul dan splay lebih didominasi batupasir, sedangkan fasies kipas cabang-cabang Channel lebih dominan batulanau dan batulempung sehingga memiliki besar butir yang berbeda. Pengayaan material organik tidak melekat pada litofacies tertentu, akan tetapi cenderung berasosiasi dengan sedimen-sedimen berbutir halus. Sedimen dengan partikel lebih kecil seperti lanau dan lempung cenderung memiliki kapasitas penyerapan lebih besar dan diasosiasikan dengan jumlah material organik yang lebih besar Tissot., (1984). Faktor

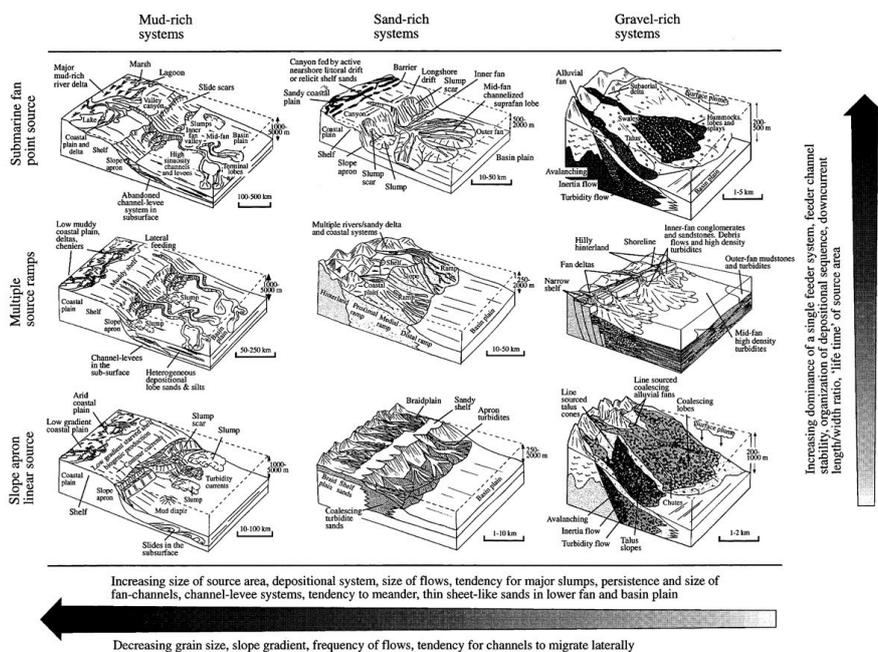
Tabel 3
Variasi dalam kandungan material organik dengan ukuran partikel pada contoh Viking Shale, Canada (Tissot, 1984)

Ukuran Partikel	TOC (WT%)
Lanau	1.79
Lempung (2-4 μ)	2.08
Lempung (kurang dari 2 μ)	6.5

buruk hingga baik untuk membentuk hidrokarbon Peters dan Cassa., (1994).

Hubungan Fasies Terhadap Nilai TOC

Fasies cabang-cabang Channel tanpa tanggul dan splay menunjukkan kandungan OTC 0.46-



Gambar 7

Rangkuman model lingkungan pengendapan untuk kipas bawah laut, ramps, dan slope-apron, diklasifikasikan berdasarkan (i) volume dan ukuran butir sedimen yang tersedia, dan (ii) sifat pasokan sistem (jumlah titik input) (Stow dan Mayall, 2000). Endapan Formasi Cinambo di Sungai Cilutung tergolong ke dalam "Sand-rich systems".

dilusi dianggap pula sebagai salah satu penyebab dimana area yang sangat dipengaruhi oleh pengisian sedimen dalam periode waktu berkepanjangan berkaitan dengan kandungan nilai TOC yang lebih kecil dibandingkan area yang lebih sedikit atau tidak menerima material sedimen klastik Tissot., (1984).

KESIMPULAN DAN SARAN

Lingkungan pengendapan laut dalam pada bagian lantai samudra diajukan untuk Formasi Cinambo dicirikan dengan hadirnya endapan turbidit sekuen Bouma (Ta, Tb, Tc, Td, dan Te) yang dominan dan kehadiran endapan suspensi batulempung sangat tebal dan dominan. Kehadiran endapan debris yang dihasilkan oleh suatu even geologi, sehingga endapannya mencapai ke lantai samudra, yang sangat jarang dijumpai di Formasi Cinambo. Dari hasil analisis geokimia TOC, Formasi Cinambo berpotensi menjadi batuan induk dengan kualitas buruk hingga baik untuk membentuk hidrokarbon, dengan kandungan TOC sebesar 0.46-1.27 wt%. Nilai Kandungan TOC yang cukup baik terdapat pada serpih pada fasies kipas cabang-cabang *Channel*.

DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

Simbol	Definisi	Satuan
TOC	<i>Total Organic Content</i>	
WT%	<i>Weight Total Percent</i>	
ta	Bagian dari sekuen Bouma, berupa batupasir menghalus ke atas (<i>graded bedding</i>)	
tb	Bagian dari sekuen Bouma, berupa batupasir dengan struktur sedimen laminasi sejajar	
tc	Bagian dari sekuen Bouma, berupa batupasir dengan struktur sedimen <i>ripple</i>	
td	Bagian dari sekuen Bouma, berupa batulanau dengan struktur sedimen paralel laminasi	
te	Bagian dari sekuen Bouma, berupa batulempung masif	

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan dengan anggaran dan dukungan fasilitas laboratorium dari Pusat Survei Geologi T.A. 2022, Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Penulis mengucapkan terima kasih kepada *anonymous reviewers* atas ulasan konstruktif terhadap tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderton, R., (1985). *Clastic facies model and facies analysis*. Geological Society, London, *Special Publications*, 18, 31-47. <https://doi.org/10.1144/gsl.sp.1985.018.01.03>
- Badan Geologi. (2009). Peta Cekungan Sedimen Indonesia. Pusat Survei Geologi. Bandung.
- Bouma, A.H., (1997). *Comparison of fine-grained, mud-rich and coarse graines, sand rich submarine fans for exploration-development purposes: Gulf Coast Association of Geological Societies Transactions*, v. 47, p.59-64.
- Dalrymple, R.W., 2010. *Interpreting sedimentary successions: facies, facies analysis and facies models*. In: James, N.P. and Dalrymple, R.W., (Eds), *Facies Models 4. Geological Association of Canada, Newfoundland & Labrador*, 3-18.
- DeVay, J.C., Risch, D., Scott, E., Thomas, C., (2000). *A Mississippi-Sourced, Middle Miocene (M4), Fine-Grained Abyssal Plain Fan Complex, Northeastern Gulf of Mexico*. In A. H. Bouma and C.G. Stone, eds., *Fine-grained turbidite systems, AAPG Memoir 72/SEPM Special Publication 68*, p. 109-118.
- Djuhaeni dan Martodjojo, S., (1989). *Geologi Indonesia. Proceeding of Indonesian Petroleum Association, the 4th Annual Convention*, p.227.
- Djuri, M. (1973). Peta Geologi Lembar Arjawinangun, Skala 1:100.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Martodjojo, S., (2003), "Evolusi Cekungan Bogor, Jawa Barat", ITB Bandung

- Muljana, B.** (2006). Geometri dan *Facies Turbidit* Majalengka, Jawa Barat. MSc. Thesis, Institut Teknologi bandung Press, Bandung, Indonesia.
- Muljana, B., dan Watanabe, K.** (2012). *Modal and sandstone composition of the representative turbidite from the study area, West Java, Indonesia. Journal of Geography and Geology*, 4(1): 3-17. <https://doi.org/10.5539/jgg.v4n1p3>
- Muljana, B., Mardiana, U., Hardiyono, A., Sulaksana, N., Setiadi, D. J., Jurnaliah., L., Nurdrajat.** (2021). *Lithofacies and Ichnofacies of Turbidite Deposits, West Java, Indonesia*. Fossil Imprint, 77(1), Praha. ISSN 2533-4050 (print), ISSN 2533-4069 (on-line).
- Nilsen, T. H., Steffens, G. S., and Studlick, J. J. R.** (2006), "Mass Transport Deposits in Deep-water Outcrops: Depositional Setting(s), Types, and Recognition", *SEPM Research Symposium: The Significance of Mass Transport Deposits in Deepwater Environments II, AAPG Annual Convention, April 9-12, 2006 Technical Program*
- Peters, K.E., dan Cassa, M.R.** (1994). *Applied Source-Rock Geochemistry*. In: Magoon, L.B., and Dow, W.G., Eds., *The Petroleum System. From Source to Trap*, American Association of Petroleum Geologist, Tulsa, 93-120.
- Praptisih dan Kamtono.** (2016). Potensi Batuan Induk Hidrokarbon pada Formasi Cinambo ddi Daerah Majalengka, Jawa Barat, *Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral*, Vol. 17, No.1, Feb 2016, hal. 1-11.
- Praptisih,** (2017). Geokimia Batuan Induk Hidrokarbon Formasi Cinambo di Daerah Sumedang, Jawa Barat. *Buletin Sumber Daya geologi*, Vol. 12 No. 3.
- Reading, H. G., & Richards, M.** (1994). "Turbidite systems in deep-water Basin margins classified by grain size and feeder system". *Bull. Am. Ass. Petrol. Geol.*, 78, 792-822.
- Satyana, A.W., dan Armandita, C.,** (2004). *Indonesian Petroleum Association*, hal. 293.
- Stelting, C.E., Bouma, A.H., and Stone, C.G.** (2000), *Fine-Grained Turbidite Systems: Overview, in Fine-Grained Turbidite Systems/edited by A. H. Bouma and C. G. Stone. AAPG Memoir 72, SEPM Special Publication No. 68.*, p1-8
- Stow, D.A.V. and Mayall, M.,** editors, (2000). *Deep-water Sedimentary Systems: Thematic Set, Marine and Petroleum Geology, Volume 17, No. 2.*
- Tissot, B., P., Welte, D., H.,** (1984), *Petroleum Formation and Occurrence: A New Approach to Oil and Gas Exploration 2nd edition, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1978*
- Van Bemmelen, R.W.,** (1949). *The Geology of Indonesia, 1st A ed., Martinus Nijhoff The Heague, Netherlands.*