



Re-interpretasi Formasi Kerek di Daerah Klantung, Kendal, Berdasarkan Data Stratigrafi dan Foraminifera

A Re-interpretation of the Kerek Formation in Klantung Area, Kendal, Based on Stratigraphic and Foraminifera Data

Purna Sulastya Putra dan Praptisih

Pusat Penelitian Geoteknologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

E-mail : purna.putra@gmail.com

Naskah diterima : 27 April 2017, Revisi terakhir : 22 Mei 2017, Disetujui : 23 Mei 2017, Online : 29 Mei 2017

Abstrak - Satuan batuan yang tersingkap di sekitar lapangan minyak tua Cipluk adalah termasuk ke dalam Formasi Kerek menurut peta geologi regional. Namun karakteristik stratigrafi, lingkungan pengendapan dan umur relatif satuan batuanya belum diketahui dengan jelas. Studi stratigrafi dan analisis mikropaleontologi secara detil telah dilakukan terhadap satuan batuan di sekitar lapangan minyak Cipluk. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa satuan batuan yang tersingkap di sekitar lapangan minyak Cipluk adalah berupa perulangan napal dengan sisipan batupasir yang merupakan sedimen fasies turbidit pada bagian suatu *channeled portion of supra fan lobe* hingga *outer fan* yang terendapkan pada lingkungan suatu *upper bathyal*. Hasil deskripsi stratigrafi dan identifikasi umur menunjukkan bahwa satuan batuan ini bukanlah bagian Formasi Kerek, melainkan merupakan bagian dari Formasi Kalibeng. Kesimpulan ini didukung oleh hasil analisis umur relatif berdasarkan kandungan foraminifera planktonik, yang menunjukkan umur Pliosen Akhir - Plistosen. Hasil penelitian ini akan sangat penting dalam pemuthakiran data geologi permukaan di lapangan minyak tua Cipluk, yang akan sangat berguna dalam pemahaman baru sistem petroleumnya.

Kata Kunci : Formasi Kerek, lapangan minyak Cipluk, turbidit, Formasi Kalibeng

Abstract - Rock unit crops out surrounding the Cipluk oil field is part of the Kerek Formation according to the regional geological map, however, the stratigraphy, depositional environment and relative age of the rock unit is not clearly recognised. Detailed stratigraphic and micropaleontological studies have been done in the rock unit surrounding the Cipluk of oil field. The results show that the rock outcrops in the study area are composed by a repetition of marl intercalated by sandstones, identified as turbiditic facies part of a channel portion of supra fan lobe to outer fan that deposited in an upper bathyal. Based on planktonic foraminifera content, the relative age of rock unit is Pliocene to Late Pleistocene. According to the litological characteristics and relative age data, the rock unit in studied area seems to be not part of the Kerek Formation, but it belongs to part of the Kalibeng Formation. The result of this study is very important for updating the surface geological data in which will be very useful to understand the new petroleum system in this area.

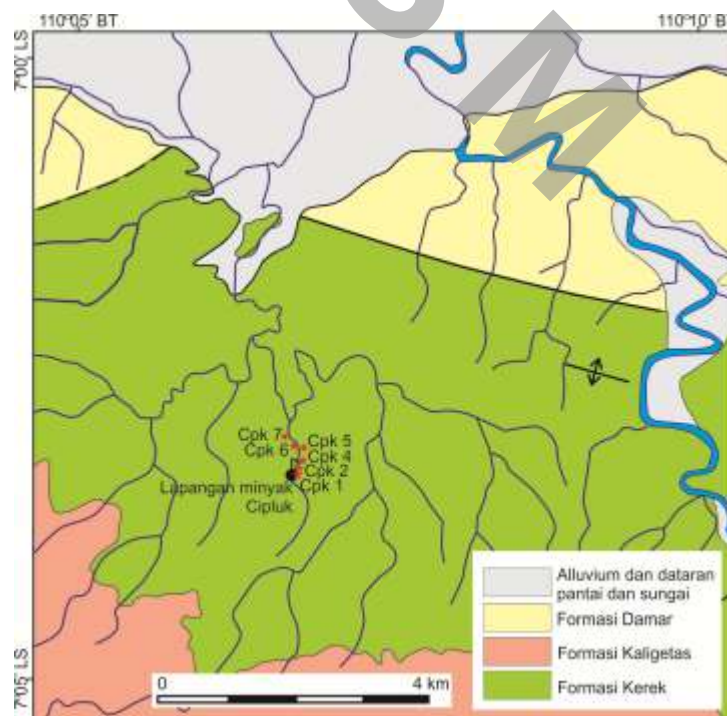
Keywords: Kerek Formation, Cipluk oil field, turbidite, Kalibeng Formation

PENDAHULUAN

Di daerah Klantung, Desa Sojomerto, sekitar 15 km baratdaya Kendal, terdapat lapangan minyak tua yang sudah ditinggalkan, yaitu lapangan minyak Cipluk. Potensi minyak bumi yang ada di daerah ini sebenarnya belum diketahui dengan jelas, dikarenakan selain terletak pada tatanan kondisi geologi yang kompleks karena berada pada daerah yang terpatahkan dan terlipat (*thrust fold belt zone*), juga karena petroleum sistemnya belum diketahui dengan baik (Kamtono, 2011). Menurut peta geologi regional, batuan yang tersingkap di permukaan di sekitar lapangan minyak Cipluk adalah batuan Formasi Kerek (Thanden dr., 1996, Gambar 1). Dalam petroleum sistem lapangan minyak ini, Formasi Kerek dapat berfungsi sebagai reservoir (terutama satuan batupasir tufan, konglomerat, breksi vulkanik dan batugamping) dan juga sebagai *seal* yaitu satuan batulempungnya. Namun, karakteristik stratigrafi dan umur satuan batuan di daerah penelitian ini masih belum diketahui dengan jelas. Demikian pula secara regional, penelitian terdahulu menyimpulkan umur Formasi Kerek memiliki rentang yang beragam, sebagai contoh Thanden dr (1996) mengidentifikasi umur Formasi Kerek adalah Miosen Tengah. Kesimpulan yang sama dihasilkan Isnani (2013) dan Morina dr (2014) yang mempelajari Formasi Kerek di Bancak, Semarang dan

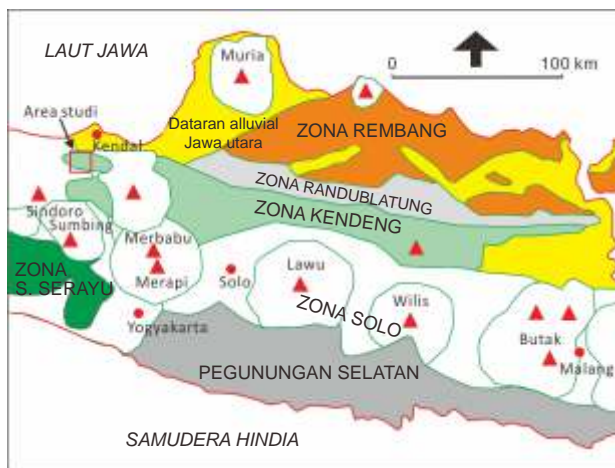
Juwangi, Grobogan. De Genevraye dan Samuel (1972) mengidentifikasi Formasi Kerek berumur Miosen Tengah - Akhir. Demikian pula dengan Setyowiyoto dan Surjono (2003) dalam studinya di Ngawi. Rentang umur yang lebih panjang didapatkan oleh Panogari (2012) yaitu Miosen Awal - Akhir untuk Formasi Kerek di daerah Gesi, Sragen. Meskipun penelitian-penelitian tersebut semuanya mencirikan bahwa Formasi Kerek secara umum tersusun oleh perulangan perselang-selingan batulempung dengan batupasir yang kadang bersifat tufaan, namun beragamnya informasi mengenai umur Formasi Kerek ini mendorong penulis untuk mengkaji lebih jauh umur satuan batuan di sekitar lapangan minyak Cipluk ini. Karakteristik stratigrafi dan lingkungan pengendapan satuan batuan juga akan diidentifikasi dalam studi ini. Informasi lithostratigrafi dan umur batuan ini adalah salah satu hal penting dalam bagian studi sistem petroleum di lapangan minyak ini dan untuk mengetahui posisi stratigrafinya secara regional.

Secara regional daerah penelitian termasuk ke dalam Zona Kendeng menurut pembagian fisiografi Jawa oleh van Bemmelen (1949) (Gambar 2). Zona Kendeng ini memanjang dari sekitar Gunung Ungaran ke timur hingga daerah Mojokerto dan memiliki lebar maksimum 40 km, kelanjutannya di bawah permukaan dapat diikuti hingga selatan Madura (de Genevraye dan Samuel, 1972).



Sumber : modifikasi dari Thanden dr., (1996)

Gambar 1. Lokasi penelitian berada di sekitar lapangan minyak tua Cipluk, pada Formasi Kerek menurut peta geologi regional.



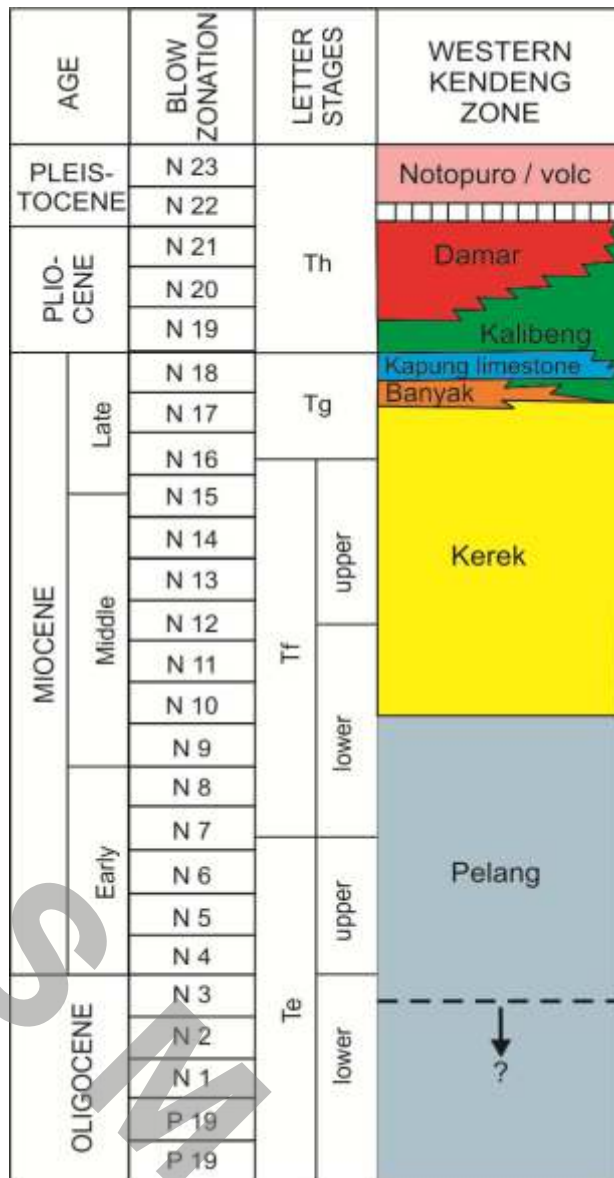
Sumber : modifikasi dari van Bemmelen, (1949)

Gambar 2. Lokasi penelitian termasuk dalam Zona Kendeng dalam fisiografi Jawa.

Stratigrafi regional Zona Kendeng di daerah Ungaran menurut de Genevraye dan Samuel (1972) tersusun oleh sedimen - sedimen turbidit laut dalam berumur Oligosen - Miosen pada bagian bawah (F. Pelang, F. Kerek, F. Banyak) yang semakin ke atas menunjukkan lingkungan pengendapan yang semakin dangkal (F. Kapung) hingga sedimen vulkanoklastik berumur Pliosen - Plistosen yaitu F. Damar dan F. Notopuro pada bagian atas (Gambar 3).

Formasi Kerek, secara umum tersusun oleh perulangan antara batulempung dan napal dengan batupasir yang bersifat gampingan dan atau berupa batupasir tufa dan sedimen piroklastik, dimana batulempung merupakan batuan yang mendominasi. Struktur sedimen yang berkembang pada formasi ini menunjukkan pengendapan terjadi oleh mekanisme turbidit di lingkungan laut dalam (de Genevraye dan Samuel, 1972; Muin, 1985; Thanden dr., 1996; Setyowiyoto dan Surjono, 2003; Isnani, 2013). Susilohadi (1995) mengidentifikasi formasi ini di lintasan Sungai Solo sebagai perulangan monoton antara batupasir dan batulempung dengan tebal lebih dari 800 m. Batupasir dan batulempung formasi ini bersifat gampingan dan sangat kaya akan foraminifera plankton. Susilohadi (1995) menyimpulkan bahwa bagian bawah formasi ini terendapkan di lingkungan laut dangkal yang dicirikan oleh hadirnya perselingan sedimen yang diinterpretasikan sebagai endapan badai.

Formasi Kalibeng secara umum terdiri atas endapan dari napal masif, napal lempungan, yang banyak mengandung foraminifera plankton dengan sisipan batupasir. Foraminifera plankton tersebut mencirikan lingkungan pengendapannya di laut dalam pada zona bathyal. Sama halnya dengan Formasi Kerek, formasi ini diendapkan oleh mekanisme turbidit (de Genevraye



Sumber : de Genevraye dan Samuel (1972)

Gambar 3. Stratigrafi Zona Kendeng

dan Samuel, 1972; Sukardi dan Budhitrisna, 1992, Herwin, 2011; Putra, 2013; Satria, 2015). Susilohadi (1995) di lintasan Sungai Solo menemukan formasi ini memiliki ketebalan lebih dari 400 m dan terdiri dari napal homogen dan masif serta kaya foraminifera plankton. Dari atas ke bawah sisipan batupasir di dalam napal ketebalannya semakin menipis.

METODE

Penelitian terdiri atas survei lapangan serta analisis laboratorium. Metode yang dilakukan dalam survei lapangan ini adalah pengamatan detil profil stratigrafi (pembuatan penampang stratigrafi terukur) dan pengambilan conto untuk analisis laboratorium. Dalam

pengamatan stratigrafi, dilakukan juga identifikasi fasies turbidit menurut klasifikasi Walker (1976) berdasarkan karakteristik litofasiesnya. Untuk analisis laboratorium, total 12 conto diambil dari tujuh lokasi singkapan terpilih (Gambar 1). Analisis laboratorium adalah berupa analisis foraminifera. Analisis foraminifera dilakukan pada semua conto yaitu conto Cpk 1A, Cpk 1C, Cpk 2A, Cpk 2B, Cpk 2D, Cpk 4A, Cpk 4B, Cpk 5B, Cpk 6B, Cpk 7A, Cpk 7B, dan Cpk 7C. Detil posisi pengambilan conto pada masing - masing lokasi dapat di lihat pada Gambar 4 - 9. Preparasi conto untuk analisis ini menggunakan larutan hidrogen peroksida 3 % untuk menghilangkan material organik. Masing - masing 15 gram conto diperiksa kandungan foraminiferanya dengan menggunakan mikroskop binokuler. Keterdapatn dan kelimpahan foraminifera dalam masing - masing conto dihitung secara semi kuantitatif. Data foraminifera ini kemudian digunakan untuk identifikasi umur relatif dan lingkungan (batimetri) pengendapannya.

ANALISIS DAN HASIL

Secara umum, stratigrafi satuan batuan di daerah penelitian tersusun oleh perulangan perselang-selingan napal dan batupasir. Tebal individual lapisan napal mencapai 130 cm sedangkan tebal sisipan batupasir maksimal mencapai 15 cm. Lapisan batupasir yang cukup tebal dijumpai pada lokasi Cpk 2. Di lokasi ini tebal individual batupasir mencapai 120 cm. Berikut adalah deskripsi stratigrafi untuk setiap lokasi pengamatan.

Stratigrafi Cpk 1

Singkapan pada lokasi Cpk 1 memiliki tebal sekitar 5 (lima) m. Secara umum tersusun oleh napal abu - abu kehijauan yang memperlihatkan struktur *bedding* dengan sisipan tipis (5 - 10 cm) lapisan batupasir kasar yang memperlihatkan struktur *graded bedding* dan silang siur dengan kontak erosional terhadap napal dibawahnya (Gambar 4). Sedimen pada lokasi ini dapat diklasifikasikan dalam fasies *classical turbidite* (CT) yang terendapkan dalam lingkungan *outer fan* menurut klasifikasi Walker (1976).

Stratigrafi Cpk 2

Pada lokasi Cpk 2 tersingkap batuan setebal hampir 8 (delapan) m. Secara umum, stratigrafi pada lokasi ini dapat dibagi menjadi dua, yaitu pada bagian bawah

berupa napal *brittle, bedding* setebal hampir 3,5 m dengan sisipan batupasir tipis setebal 2 - 12 cm. Pada bagian atas berupa lapisan batupasir sangat kasar konglomeratan yang berubah menjadi batupasir sedang berlapis (Gambar 5). Lapisan napal sisipan batupasir dapat dikelompokkan kedalam fasies *classical turbidite* (CT) yang terendapkan dalam lingkungan *outer fan*. Lapisan batupasir dikelompokkan ke dalam fasies *pebbly sandstone* (PS) dan *massive sandstone* (MS) yang diendapkan dalam lingkungan *channeled portion of suprafan lobes* (Walker, 1976).

Stratigrafi Cpk 4

Singkapan pada lokasi Cpk 4 tidak begitu tebal, hanya sekitar 1,2 m. Singkapan pada lokasi ini berupa napal *brittle* tebal mencapai 1 (satu) m dengan sisipan batupasir sedang tipis (7 - 15 cm, Gambar 6). Singkapan ini diklasifikasikan dalam fasies *classical turbidite* (CT) yang diendapkan dalam lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976).

Stratigrafi Cpk 5

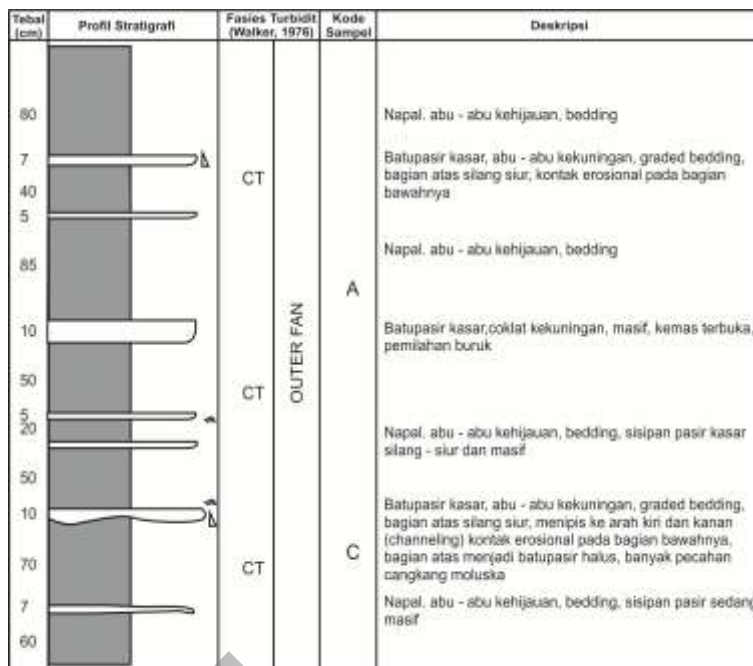
Singkapan pada lokasi Cpk 5 memiliki ketebalan sekitar 4 (empat) m. Singkapan pada lokasi ini juga diklasifikasikan dalam fasies *classical turbidite* (CT) yang diendapkan pada lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976). Singkapan Cpk 5 tersusun oleh napal *brittle* dengan sisipan batupasir halus - sedang, tipis (3 - 10 cm) yang memperlihatkan struktur perlapisan (Gambar 7).

Stratigrafi Cpk 6

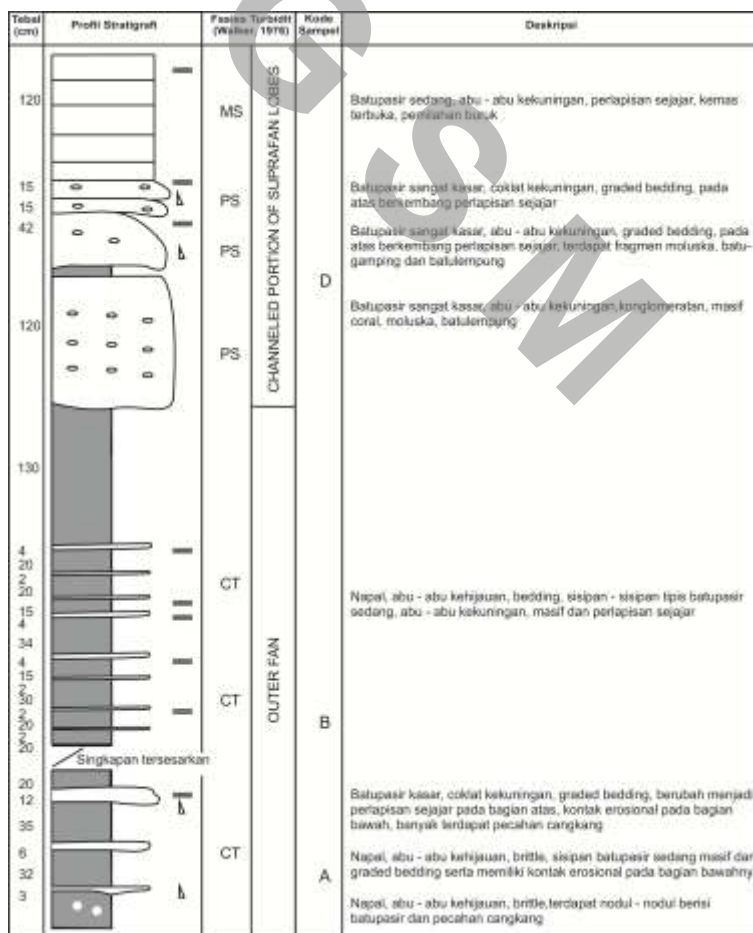
Pada lokasi Cpk 6, singkapan tidak begitu tebal, yaitu sekitar 1,5 m. Singkapan ini juga tersusun atas napal dengan sisipan lapisan batupasir tipis yang memiliki struktur perlapisan hingga silang siur (Gambar 8). Fasies pada singkapan ini juga termasuk dalam fasies *classical turbidite* (CT) yang diendapkan pada lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976).

Stratigrafi Cpk 7

Fasies *classical turbidite* (CT) yang diendapkan pada lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976) ini memang mendominasi fasies di daerah penelitian. Singkapan pada lokasi Cpk 7 juga diklasifikasikan dalam fasies tersebut, karena tersusun oleh napal yang memiliki sisipan batupasir tipis (5 - 15 cm) berstruktur perlapisan hingga silang siur (Gambar 9).



Gambar 4. Stratigrafi lokasi Cpk 1 termasuk ke dalam fasies turbidit CT = Classical Turbidite yang terendapkan dalam lingkungan outer fan berdasarkan klasifikasi Walker (1976)



Gambar 5. Stratigrafi pada Cpk 2 yang terbagi dua menjadi fasies yaitu bagian atas yang didominasi oleh fasies PS = pebbly sandstone dan MS = massive sandstone yang terendapkan di bagian channeled portion of suprafan lobes serta bagian bawah yang merupakan fasies CT = classical turbidites yang terendapkan pada bagian outer fan berdasarkan klasifikasi Walker (1976)

Tebal (cm)	Profil Stratigrafi	Fasies Turbidit (Walker, 1976)	Kode Sampel	Deskripsi	
50		CT	OUTER FAN	B	
7				A	Napal, abu - abu kehijauan, brittle, sisipan tipis batupasir sengul kasar sekilas bagian atas menjadi batupasir sedang, kontak regional pada bagian bawah
30					Batupasir sedang, bagian bawah berlapisan sejajar, bagian atas berkembang struktur silang siur
15					10

Gambar 6. Stratigrafi pada lokasi Cpk 4 yang memperlihatkan fasies turbidit CT = Classical Turbidite yang terendapkan dalam lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976)

Tebal (cm)	Profil Stratigrafi	Fasies Turbidit (Walker, 1976)	Kode Sampel	Deskripsi																						
16		CT	OUTER FAN	B																						
6				A	Napal, abu - abu kehijauan, brittle, sisipan tipis (4 - 10 cm) batupasir halus dan sedang, masif dan berlapisan sejajar, secara umum semakin ke atas tebal batupasir semakin menipis																					
7					B	Napal, abu - abu kehijauan, brittle, bedding, sisipan tipis batupasir kasar berlapisan sejajar																				
19							A	Batupasir sedang, coklat kekuningan, bagian bawah berlapisan sejajar, bagian atas berkembang struktur convolute																		
30									B																	
25											A															
4													B													
28															A											
7																	B									
30																			A							
7																					B					
30																							A			
6																									B	
10																										
60	B																									
3	A																									
110	B																									
8	A																									

Gambar 7. Stratigrafi pada lokasi Cpk 5 yang memperlihatkan fasies turbidit CT = Classical Turbidite yang terendapkan dalam lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976)

Tebal (cm)	Profil Stratigrafi	Fasies Turbidit (Walker, 1976)	Kode Sampel	Deskripsi									
30		CT	OUTER FAN	B									
8				A	Napal, abu - abu kehijauan, brittle, sisipan batupasir sedang, coklat kekuningan dan batupasir kasar, abu - abu kekuningan, masif dan berlapisan sejajar, pada bagian bawah terdapat batupasir kasar silang siur								
30						B							
25								A					
5										B			
40												A	
8													
3	B												
5	A												

Gambar 8. Stratigrafi pada lokasi Cpk 6 yang juga memperlihatkan fasies turbidit CT = Classical Turbidite yang terendapkan dalam lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976)

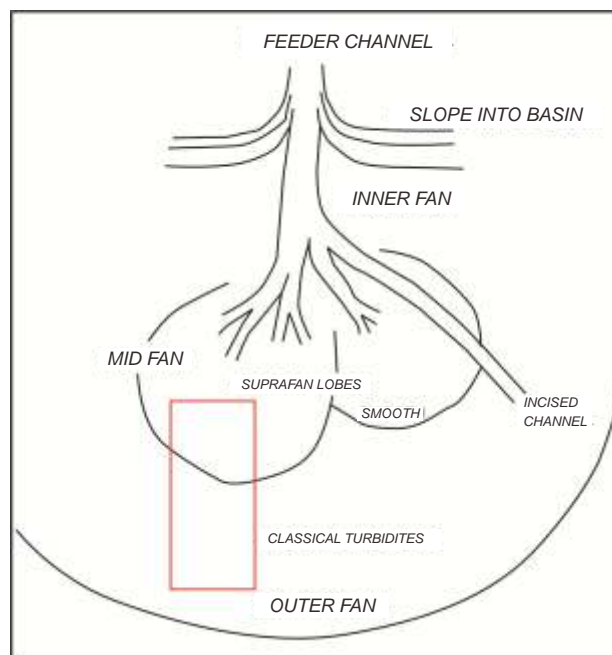
Tebal (cm)	Profil Stratigrafi	Fasies Turbidit (Walker, 1976)	Kode Sampel	Deskripsi							
100		CT	OUTER FAN	C							
5				B	Napal, abu - abu kehijauan, brittle, sisipan batupasir sedang, abu - abu kekuningan, berlapisan sejajar dan silang siur, dengan ketebalan batupasir secara umum menipis ke arah atas						
40						A					
20								B			
9										A	
35											
15	B										
40	A										

Gambar 9. Stratigrafi pada lokasi Cpk 7 yang juga memperlihatkan fasies turbidit CT = Classical Turbidite yang terendapkan dalam lingkungan *outer fan* berdasarkan klasifikasi Walker (1976)

FASIES DAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN

Berdasarkan karakteristik litologinya yang didominasi oleh napal dengan sisipan batupasir maka satuan batuan di sekitar lapangan minyak Cipluk ini dapat disimpulkan merupakan bagian dari Formasi Kalibeng. Karakteristik litologi dan struktur sedimen yang teramati menunjukkan bahwa proses sedimentasi satuan batuan yang tersingkap di daerah penelitian dipengaruhi oleh mekanisme arus turbidit yang terendapkan sebagai sedimen kipas bawah laut (*submarine fan*). Singkapan batuan di daerah penelitian secara umum dapat dibagi menjadi dua fasies turbidit yaitu fasies *classical turbidite* (CT) dan fasies *pebbly sandstone* (PS) hingga *massive sandstone* (MS) (Walker, 1976). Fasies *classical turbidite* (CT) ditemukan pada semua lokasi penelitian, sedangkan fasies *pebbly sandstone* (PS) hingga *massive sandstone* (MS) hanya ditemukan di bagian atas singkapan Cpk 2. Fasies *classical turbidite* (CT) dicirikan oleh lapisan napal yang kadang menunjukkan struktur sedimen perlapisan. Di dalam lapisan napal terdapat sisipan - sisipan tipis batupasir sedang - kasar. Lapisan tipis batupasir ini memiliki struktur sedimen yang beragam, mulai dari perlapisan sejajar, silang siur hingga *konvolut*. Di beberapa lokasi juga dijumpai berstruktur *slump*. Bagian bawah lapisan batupasir biasanya menunjukkan kontak yang tegas dan erosional dengan lapisan napal. Lapisan sisipan batupasir kadang dijumpai menebal ke arah atas. Fasies *pebbly sandstone* (PS) merupakan *channel*, memiliki karakteristik pada bagian bawah tersusun oleh batupasir sangat kasar kerikilan dengan fragmen koral, moluska dan batulempung, sedangkan pada bagian atas berupa perulangan lapisan - lapisan batupasir *graded bedding* dari batupasir sangat kasar menjadi batupasir kasar - sedang, dimana pada bagian atas lapisannya berkembang struktur perlapisan. Ketebalan lapisan batupasir fasies ini menipis ke arah atas. Sementara itu fasies *massive sandstone* (MS) dicirikan oleh kehadiran lapisan - lapisan batupasir sedang dengan struktur perlapisan sejajar. Fasies *massive sandstone* (MS) ini diasosiasikan dengan bagian kipas laut bagian tengah. Berdasarkan pembagian fasies - fasies turbidit tersebut, lingkungan pengendapan sedimen di daerah penelitian adalah mulai pada bagian *middle fan* yaitu dalam lingkungan *channeled portion of suprafan lobes* hingga bagian *outer fan* (Gambar 10).

Hasil identifikasi lingkungan pengendapan laut dalam (*channeled portion of suprafan lobes* hingga *outer fan*) sesuai dengan kandungan foraminifera bentonik yang ditemukan dalam semua contoh batuan. Total 42 bentonik spesies teridentifikasi dari seluruh contoh



Sumber : dimodifikasi dari Walker, (1976)

Gambar 10. Model lingkungan pengendapan fasies turbidit kipas bawah laut. Kotak merah adalah lingkungan pengendapan daerah penelitian.

batuan yang dianalisis. Sampel Cpk 1A, Cpk 2B dan Cpk 4A mengandung paling sedikit spesies bentonik (Tabel 1). Spesies melimpah yang hampir ditemui pada semua contoh antara lain adalah *Ammonia supera*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina auberiana*, *Nodosaria spp*, *Huglondina elegans*, *Pullenia bulloides* dan *Cibicides spp*. Spesies yang paling sedikit dijumpai antara lain adalah *Oolina spp*, *Buliminella spp*, *Heterolepa praecincta* dan *Eponides spp*.

Seperti terlihat dalam Tabel 1 dan disimpulkan dalam Tabel 3, hampir semua foraminifera bentonik yang terkandung dalam semua contoh batuan menunjukkan lingkungan pengendapan (batimetri) upper bathyal. Spesies foraminifera bentonik yang menunjukkan lingkungan upper bathyal ini adalah antara lain *Ammonia supera*, *Uvigerina peregrina*, *Uvigerina auberiana*, *Nodosaria spp*, *Pullenia bulloides* dan *Gyroidina broeckhiana*.

UMUR SATUAN BATUAN DI LOKASI PENELITIAN

Penentuan umur relatif sedimen di lokasi penelitian adalah berdasarkan kandungan foraminifera planktonik pada masing - masing contoh batuan. Total sebanyak 34 spesies yang bisa diidentifikasi yang terkandung dalam seluruh contoh batuan yang dianalisis (Tabel 2).

Tabel 1. Kandungan foraminifera bentonik pada semua conto

Kode sampel	Bentonic Foraminifera																																															
	<i>Ammonia supera</i>	<i>Uvigerina peregina</i>	<i>Hoplundina elegans</i>	<i>Nodosaria spp.</i>	<i>Pullenia bulboides</i>	<i>Uvigerina auberiana</i>	<i>Brizalina spp.</i>	<i>Cibicides spp.</i>	<i>Sphaeroidina bulboides</i>	<i>Oolina spp.</i>	<i>Trifarina spp.</i>	<i>Bullimina marginata</i>	<i>Ordosialis umbonatus</i>	<i>Bolivinita quadrilata</i>	<i>Loxostomum karrierianum</i>	<i>Bullimina spp.</i>	<i>hyalinae baiflucha</i>	<i>Fissurina spp.</i>	<i>Fronticulteria spp.</i>	<i>Lenticulina inornata</i>	<i>Gypidina broeckhiana</i>	<i>Bulliminella spp.</i>	<i>Uvigerina spp.</i>	<i>Lenticarina pauperata</i>	<i>Osangularia spp.</i>	<i>Anomalina coligera</i>	<i>Bullimina aequalata</i>	<i>Globobaculina pacifica</i>	<i>Rectobolivina dimorpha</i>	<i>Heterolepa praecincta</i>	<i>Elphidium spp.</i>	<i>Rectobolivina bifront</i>	<i>Alabamina spp.</i>	<i>Bullimina pupoides</i>	<i>Planulina wuellerstorfi</i>	<i>Virgulina spp.</i>	<i>Calcarina calcar</i>	<i>Shiponina tubulosa</i>	<i>Lagena spp.</i>	<i>Bullimina costata</i>	<i>Gyrodina soldanii</i>	<i>Eponides spp.</i>						
CPK-1A	I	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O			
CPK-1C	+	+	+	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
CPK-2A	+	O	O	O	O	O	O	O	+	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CPK-2B	+	+	O	+	O	+	I	I	+	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CPK-2D	O		+	O																																												
CPK-4A																																																
CPK-4B	+	+	O	O	O	I	+	+	O																																							
CPK-5B	O	O	O	O		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
CPK-6B	+	+	O	O	O	O	+	+	O																																							
CPK-7A	+	+	O	+	O	+	+	I	O		O	O	O	O	O	O	III	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CPK-7B	O	O	O	O	O	O	O	O	O																																							
CPK-7C	O	O	O	O	O	O	+	+	O																																							

Keterangan: O = Rare (1-3 specimens), += Few (4-10 specimens), I = Common (11-25 specimens), III = Abundant (> 25 specimens)

Tabel 2. Kandungan foraminifera planktonik pada semua conto

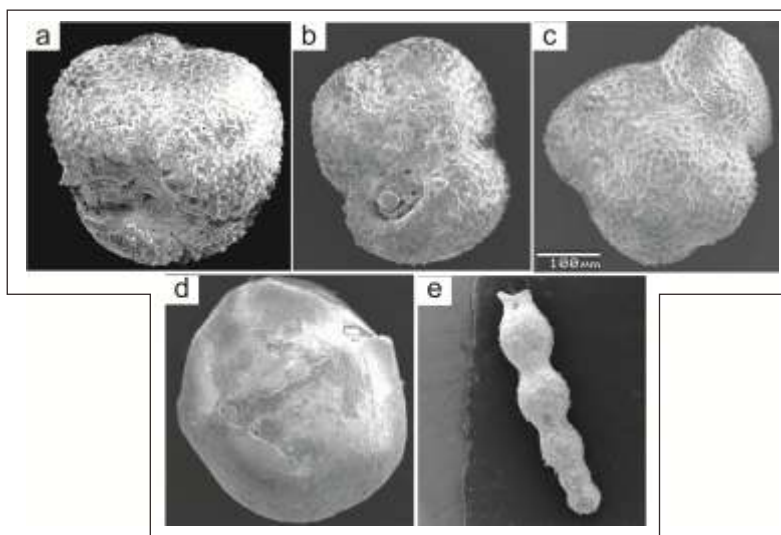
Kode sampel	Planktonic Foraminifera																																															
	<i>Planorbina indeterminate</i>	<i>Pulleniatina primalis</i>	<i>Globorotalia crassaformis</i>	<i>Globigerinoides ruber</i>	<i>Globigerinoides obliquus</i>	<i>Globigerinoides trilobus</i>	<i>Globorotalia menardii</i>	<i>Neogloboquadrina acostaensis (D)</i>	<i>Globorotalia tosaensis</i>	<i>Globigerinoides extremus</i>	<i>Globigerina bulboides</i>	<i>Neogloboquadrina pseudopina</i>	<i>Orbulina suturalis</i>	<i>Neogloboquadrina humerosa (D)</i>	<i>Globigerinoides immaturus</i>	<i>Globigerinoides elongatus</i>	<i>Globigerinoides sacculifer</i>	<i>Globorotalia tumida</i>	<i>Globorotalia urgulata</i>	<i>Globorotalia frimbriata</i>	<i>Pulleniatina obliquoculata (D)</i>	<i>Globigerinita glutinata</i>	<i>Globoquadrina alispira</i>	<i>Sphaeroidinella dehiscens</i>	<i>Orbulina univerversa</i>	<i>Hesigerina siphonifera</i>	<i>Globigerina venezuelana</i>	<i>Globorotalia scitula</i>	<i>Globigerina apertura</i>	<i>Globigerinoides sacculifer hystericus</i>	<i>Sphaeroidinella dehiscens immatura</i>	<i>Globigerinoides conglobatus</i>	<i>Neogloboquadrina acostaensis (S)</i>	<i>Globorotalia linguensis</i>	<i>Sphaeroidinellopsis seminulina</i>													
CPK-1A	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O				
CPK-1C	III	O	O	I	O	O	O	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
CPK-2A	III	O	+	I	O	I	I	+	O	?	+	+	O	+	I	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
CPK-2B	III	I	+	III	I	III	III	I	O	+	+	III	O	I	III	I	+	+	+	+	+	?	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
CPK-2D	O				O																																											
CPK-4A	O			O																																												
CPK-4B	III	+	+	III	I	I	III	I	O	+	+	III	+	III	I	+	O	I				+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	
CPK-5B	I	O	O	I	+	+	I	+	O	+	O	I	+	I	+	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CPK-6B	I	O	O	I	+	I	+	I	O	+	+	I		I	I	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CPK-7A	III	I	+	III	+	I	I	I	?	+	+	I		I	I	+		O	O	O	O	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
CPK-7B	+	O	+	+	+	+	+	+	O																																							
CPK-7C	III	+	O	III	I	III	+	I	O	+	+	I		I	I	+	+	+	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Keterangan: O = Rare (1-3 specimens), += Few (4-10 specimens), I = Common (11-25 specimens), III = Abundant (> 25 specimens)

Contoh Cpk 1A memiliki kandungan foraminifera yang paling sedikit, demikian pula conto Cpk 2D dan Cpk 4A. Pada masing-masing conto tersebut, tidak lebih dari delapan spesies yang teridentifikasi dengan kelimpahan yang jarang (1 - 3 spesies), kecuali *Globigerinoides ruber* (Cpk 1A) dan *Globigerinoides immaturus* (Cpk 2D) yang lebih banyak ditemukan. Keberadaan *Globigerinoides ruber* memang cukup melimpah dan hampir ditemukan pada semua conto batuan. Demikian pula dengan *Globigerinoides trilobus*, *Globigerinoides extremus*, *Neogloboquadrina humerosa*, serta *Globigerinoides immaturus*. Beberapa spesies hanya ditemukan pada satu conto saja, misalnya

Globorotalia soluta hanya ditemukan pada conto Cpk 2B, *Globigerina apertura* hanya ditemukan pada conto Cpk 6B, dan *Sphaeroidinellopsis seminulina* hanya ditemukan pada conto Cpk 7C. Secara umum banyak spesies yang tidak bisa teridentifikasi yang ditemukan pada semua conto yang dianalisis. Foto SEM spesies planktonik dan bentonik terpilih dapat dilihat pada Gambar 11.

Dari kandungan foraminifera planktonik tersebut didapatkan umur yang hampir seragam dari conto Cpk 1 hingga Cpk 7, yaitu mulai dari N16 - N22 atau memiliki rentang dari Miosen Akhir hingga Plistosen Akhir menurut Zonasi Blow (1969, 1979) (Tabel 3). Spesies



Gambar 11. Foto SEM spesies planktonik a) *Globoquadrina altispira*, b) *Globigerinoides obliquus*, c) *Globigerinoides extremus*, dan foraminifera bentonik d) *Sphaeroidina bulloides*, e) *Nodosaria* spp

Tabel 3. Umur relatif dan lingkungan pengendapan sedimen berdasarkan data foraminifera

No.	Kode sampel	Umur	Planctonic Zonation Blow (1969,1979)	Catatan biostratigrafi	Lingk. Pengendapan	
					Outer neritic	Upper bathya
1	CPK-1A	Early Pliocene - Pleistocene	N18-N22	<i>Globigerinoides obliquus</i> , <i>Globorotalia crassaformis</i>		
2	CPK-1C	Late Pliocene	N21	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		
3	CPK-2A	Late Pliocene - Pleistocene	N21-N22	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		
4	CPK-2B	Late Pliocene	N21	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		
5	CPK-2D	Early-Late Pliocene	N19-N21	<i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Sphaeroidinella dehiszens</i>		
6	CPK-4A	Late Miocene-Late Pliocene	N16-N21	<i>Globoquadrina altispira</i> , <i>Globigerinoides ruber</i>		
7	CPK-4B	Late Pliocene	N21	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		
8	CPK-5B	Late Pliocene	N21	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		
9	CPK-6B	Late Pliocene	N21	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		
10	CPK-7A	Early-Late Pliocene	N19-N21	<i>Globigerinoides extremus</i> , <i>Globorotalia unguolata</i>		
11	CPK-7B	Early-Late Pliocene	N19-N21	<i>Globigerinoides extremus</i> , <i>Sphaeroidinella dehiszens</i>		
12	CPK-7C	Late Pliocene	N21	<i>Globorotalia tosaensis</i> , <i>Globigerinoides extremus</i>		

indeks yang penting untuk penentuan umur antara lain adalah *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides extremus*, *Globorotalia crassaformis*, *Globorotalia tosaensis*, dan *Globoquadrina altispira*. Jika memperhatikan hukum kemunculan akhir dan kepunahan awal spesies dalam penentuan umur, maka didapatkan umur satuan batuan di daerah penelitian adalah N21 atau Pliosen Akhir - Plistosen. Hasil umur ini tentu saja sangat berbeda dengan penelitian - penelitian terdahulu pada Formasi Kerek, yang berkisar Miosen Awal hingga Miosen Akhir. Ada dua kemungkinan yang bisa dimunculkan dari hasil identifikasi umur ini, pertama adalah satuan batuan di daerah penelitian memang Formasi Kerek, sesuai dengan hasil penelitian Thanden dr. (1996) namun merupakan bagian atas Formasi Kerek.

Kemungkinan yang kedua adalah satuan batuan di lokasi penelitian bukan merupakan bagian Formasi Kerek, namun satuan batuan turbidit lain yang lebih muda. Berdasarkan karakteristik litologi di daerah penelitian yang didominasi oleh napal, maka satuan batuan di daerah penelitian dapat diklasifikasikan sebagai sedimen Formasi Kalibeng. Kesesuaian umur relatif satuan batuan ini dengan Formasi Kalibeng secara regional mendukung hipotesa ini. Formasi Kalibeng dalam Peta Geologi Lembar Salatiga (Sukardi dan Budhitrisna, 1992) adalah berumur Pliosen. Putra (2013) mengidentifikasi umur Formasi Kalibeng di Mondokan, Sragen adalah Pliosen Awal, sedangkan menurut Herwin (2011) Formasi Kalibeng di Karangrayung, Grobogan adalah berumur Miosen Akhir - Pliosen Akhir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan karakteristik fasiesnya, satuan batuan di daerah penelitian merupakan endapan turbidit pada bagian *channeled portion of suprafan lobes* hingga *outer fan*. Secara umum fasies sedimen di daerah penelitian didominasi oleh fasies *classical turbidite* (CT), dimana hanya pada lokasi Cpk 2 ditemukan fasies *pebbly sandstone* (PS) dan *massive sandstone* (MS). Dalam sudut pandang sistem petroleum, maka fasies *pebbly sandstone* (PS) dan *massive sandstone* (MS) adalah fasies yang berpotensi sebagai calon waduk (*reservoir*), dikarenakan tersusun oleh lapisan batupasir, meskipun di daerah penelitian fasies - fasies tersebut tidak banyak tersingkap. Kandungan foraminifera benthonik menunjukkan bahwa satuan batuan tersebut diendapkan pada lingkungan upper bathyal. Ciri litologi yang di dominasi oleh napal dan didukung kesesuaian umur relatif berdasarkan kandungan foraminifera planktonik, maka disimpulkan bahwa satuan batuan di daerah

penelitian bukanlah bagian sedimen Formasi Kerek seperti yang diidentifikasi oleh Thanden dr.(1996), namun merupakan bagian Formasi Kalibeng karena umurnya yang jauh lebih muda, yaitu Pliosen Akhir - Plistosen. Hasil penelitian ini akan sangat penting dalam pemuthakiran data geologi permukaan di daerah penelitian, dalam kaitannya dengan kemungkinan eksplorasi untuk pengaktifan kembali sumur minyak tua Cipluk, sehingga dapat memberikan gambaran lebih jelas mengetahui kebaruan sistem petroleum di daerah penelitian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ir Kamtono, MSi dan Djoko Trisuksmono yang telah membantu dalam kegiatan lapangan. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada P3GL atas kesempatan untuk melakukan pengambilan data SEM foraminifera.

ACUAN

- Blow, W.H., 1969. Late Middle Eocene to recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: Brönniman, P. and Renz, R. R., Eds., *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils, Geneva, 1967*, 199-422.
- Blow, W.H., 1979. *The Cainozoic Globigerinida, a study of the morphology, taxonomy, evolutionary relationships and the stratigraphical distribution of some globigerinida*. Leiden, E. J.
- de Genevraye , P. , Samuel, L. 1972. Geology of the Kendeng Zone (Central and East Java). *Proceeding of the 1st Annual Indonesian Petroleum Association Convention*.
- Herwin, M.R., 2011. Geologi dan lingkungan pengendapan anggota Kapung Formasi Kalibeng daerah Karangrayung dan sekitarnya Kecamatan Karangrayung Kabupaten Grobogan Provinsi Jawa Tengah. Skripsi Jurusan Teknik Geologi, UPN 'Veteran' Yogyakarta.
- Insani, A., 2013. Geologi dan studi endapan turbidit pada Formasi Kerek daerah Bancak, Kecamatan Bancak, Kabupaten Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Skripsi Jurusan Teknik Geologi, UPN 'Veteran' Yogyakarta.
- Kamtono, 2011. Studi struktur perangkap hidrokarbon berdasarkan pengukuran magnetotellurik dan geolistrik serta kajian geologi : studi kasus di sub Cekungan Kendal, Jawa Tengah. Laporan Kegiatan Tahap Akhir Program Insentif Penelitian dan Perekayasa LIPI tahun 2011. Pusat Penelitian Geoteknologi LIPI.
- Morina, H., Syafri, I., Jurnaliah, L., 2014. Lingkungan pengendapan Satuan Batulempung sisipan Batupasir pada Formasi Kerek daerah Juwangi dan sekitarnya, berdasarkan karakteristik litologi, analisis struktur sedimen, dan kandungan fosil bentonik. *Bulletin of Scientific Contribution*, Vol 12, No 3, 147-154.
- Muin, 1985. Contribution a la Geologie du Basin Nord Oriental de l'ile de Java-Indonesia. PhD Thesis, unpublished, De l'Universite Scientifique et Medicale de Grenoble, 335 p.
- Panogari, E., 2012. Geologi dan studi lingkungan pengendapan Formasi Kerek daerah Gesi dan sekitarnya, Kecamatan Gesi, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Skripsi Jurusan Teknik Geologi, UPN 'Veteran' Yogyakarta.
- Putra, K.E.T., 2013. Geologi dan studi lingkungan pengendapan Formasi Kalibeng daerah Mondokan dan sekitarnya, Kecamatan Mondokan, Kabupaten Sragen, Provinsi Jawa Tengah. Skripsi Jurusan Teknik Geologi, UPN 'Veteran' Yogyakarta.

- Satria, T.N., 2015. Geologi dan studi lingkungan pengendapan Formasi Kalibeng, daerah Sumberaji dan sekitarnya, Kecamatan Kabuh, Kabupaten Jombang, Provinsi Jawa Timur. Skripsi Jurusan Teknik Geologi, UPN 'Veteran' Yogyakarta.
- Setyowiyoto, J., Surjono, S.S., 2003. Analisa sedimentologi dan fasies pengendapan Formasi Kerek di daerah Binen dan Kerek, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. *Media Teknik*, Vol 4, No XXV, 12-17.
- Sukardi, T., dan Budhitrisna, T. 1992. *Peta Geologi Regional Lembar Salatiga, Jawa Tengah skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Susilohadi, 1995. Late Tertiary and Quaternary Geology of the East Java Basin, Indonesia. PhD Thesis, University of Wologong, Australia.
- Thanden, R.E., Sumadirdja, H., Richards, P.W., Sutisna, K., Amin, T.C. 1996. *Peta Geologi Lembar Magelang dan Semarang skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- van Bemmelen, R.W., 1949. *The Geology of Indonesia*. Vol. IA, General Geology of Indonesia and adjacent archipelagos, Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands.
- Walker, R.G., 1976. Facies Models 2. Turbidites and Associated Coarse Clastic Deposits. *Geoscience Canada*, Vol 3, No 1, 25-76

J
G
S
M