

**LINGKUNGAN PENGENDAPAN SATUAN NAPAL KEREK  
BERDASARKAN DATA STRATIGRAFI, KARAKTERISTIK LITOLOGI  
DAN STRUKTUR SEDIMEN DI DAERAH WONOSEGORO DAN SEKITARNYA,  
KECAMATAN KARANGGEDE, KABUPATEN BOYOLALI  
PROVINSI JAWA TENGAH**

**Dwi Indah Purnamawati<sup>1</sup>, Miftahussalam<sup>2</sup>, Simon Aristoteles Blessia<sup>3</sup>,  
Jhonny Hartarto Simbolon<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup>Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknologi Mineral  
Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Email: <sup>1</sup>dwiindah@akprind.ac.id, <sup>2</sup>miftah@akprind.ac.id, <sup>3</sup>Simonblessia1997@gmail.com,  
<sup>4</sup>Jhonnysimbolon23@gmail.com

Masuk: 17 November 2021, Revisi masuk: 21 Februari 2022, Diterima: 25 Februari 2022

**ABSTRACT**

*Administratively, the research area is in Wonosegoro and its surroundings, Karanggede District, Boyolali Regency, Central Java Province and is astronomically at coordinates 07°17'30" - 07°22'30" S and 110°37'30" - 110°42'30" E. The research aim was to determine the depositional environment of Kerek Marl units. The method used is surface geological mapping. The pre-field stage includes a literature study and a review survey. Stages of field research include lithological observations, geomorphology, and stratigraphic cross-sectional measurements. The data processing stage uses stratigraphic data, lithological characteristics and sedimentary structures. The mechanism of deposition of low turbidite currents to suspension deposition affects the deposition of Kerek Marl units in the study area. This rock was deposited in the submarine fan sediment as part of the lower fan.*

*Keywords: depositional environment, Kerek Marl units, stratigraphic data, lithological characteristics, sedimentary structures.*

**INTISARI**

Secara administrasi daerah penelitian terletak di Daerah Wonosegoro dan sekitarnya, Kecamatan Karanggede, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah dan secara astronomi terletak pada koordinat 07°17'30" LS–07°22'30" LS dan 110°37'30" BT–110°42'30" BT. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui lingkungan pengendapan satuan Napal Kerek. Metode yang digunakan adalah dengan pemetaan geologi permukaan diantaranya tahapan pra lapangan meliputi studi pustaka dan survei tinjau. Tahap penelitian lapangan meliputi pengamatan litologi, geomorfologi, pengukuran penampang stratigrafi. Tahap pengolahan data stratigrafi, karakteristik litologi dan struktur sedimen. Lingkungan pengendapan satuan Napal Kerek diendapkan melalui mekanisme pengendapan arus turbidit (*low turbidite current*) hingga pengendapan suspensi. Satuan batuan terendapkan pada sedimen kipas bawah laut (*submarine fan*) tepatnya pada lingkungan kipas bawah (*lower fan*).

**Kata kunci:** lingkungan pengendapan, satuan napal Kerek, data stratigrafi, karakteristik litologi, struktur sedimen.

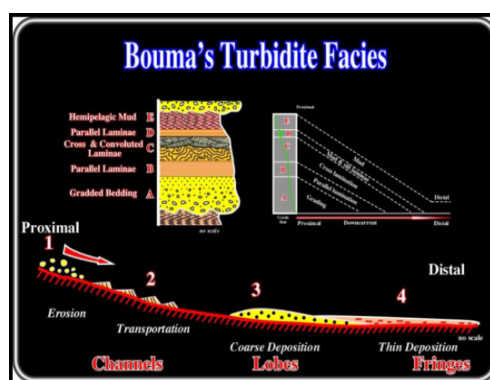
## PENDAHULUAN

Daerah penelitian secara fisiografi regional termasuk ke dalam Zona Kendeng atau *Kendeng Ridge*, merupakan zona yang membentang dari Provinsi Jawa Tengah di bagian timur hingga Provinsi Jawa Timur. Zona Kendeng adalah suatu wilayah dalam pembagian fisiografi Pulau Jawa yang dipopulerkan oleh Bemmelen (1949 dalam Blessia, 2019). Daerah penelitian termasuk dalam Zona Kendeng atau Zona Antiklinorium Kendeng. Zona Kendeng merupakan kompleks antiklin atau antiklinorium yang memiliki orientasi timur-barat. Zona Kendeng dibatasi oleh jajaran gunung api yang masuk pada Zona Solo (bagian selatan) dan dibatasi oleh Depresi Randublatung di bagian utara. Zona Kendeng ini merupakan kelanjutan dari Pegunungan Serayu. Litologi penyusun daerah penelitian dalam Peta Geologi Lembar Salatiga, tersusun atas 4 formasi dari yang paling tua ke yang paling muda adalah Formasi Kerek, Formasi Kalibeng, Batuan Gunungapi Tak Terpisahkan dan Aluvium (Sukardi dan Budhitrina (1992 dalam Paramita, dkk., 2021). Di dalam struktur geologi regional dijumpai sesar naik dan lipatan relatif berarah barat-timur dan sesar geser relatif berarah utara-selatan.

Dalam arti luas stratigrafi adalah ilmu yang membahas aturan, hubungan, dan genesa macam-macam batuan di alam dalam ruang dan waktu, sedangkan menurut Martodjojo dan Djuhaeni (1996 dalam Tania dan Kiswiranti 2020), stratigrafi dalam arti sempit adalah pemerian lapisan-lapisan batuan. Turbidit menurut Keunen (1970 dalam Saputra, dkk., 2017) adalah suatu sedimen yang diendapkan oleh mekanisme arus turbid (*turbidity current*), yaitu suatu arus yang memiliki suspensi sedimen dan mengalir pada dasar tubuh cairan, karena mempunyai kerapatan yang lebih besar daripada cairan tersebut. *Bouma Sequence* adalah urutan ideal suatu

endapan turbidit, terdiri dari interval Ta, Tb, Tc, Td dan Te.

Urut-urutan endapan turbidit terdiri dari perselingan antara batupasir dan batulempung dalam suatu satuan batuan yang berurutan. *Bouma Sequence* secara lengkap dibagi menjadi 5 interval yaitu *Graded Interval* (Ta), *Lower Interval of Parallel Lamination* (Tb), *Interval of Current Ripple Lamination* (Tc), *Upper Interval of Parallel Lamination* (Td) dan *Pelitic Interval* (Te) (Gambar 1).

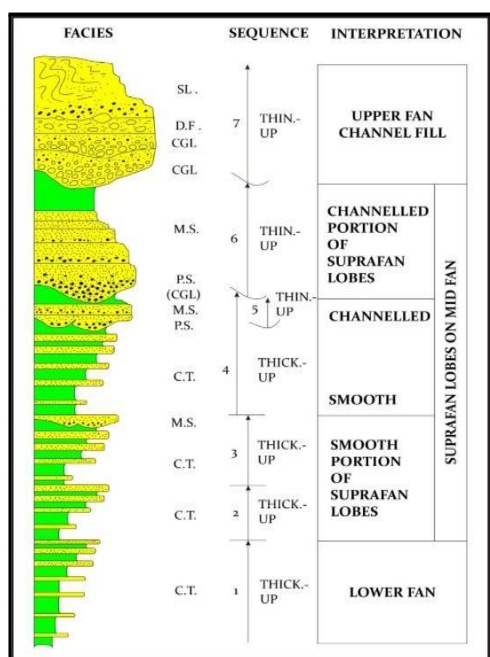


Gambar 1. Sikuen turbidit (Bouma 1962 dalam Saputra, dkk (2017) )

Model kipas merupakan penyempurnaan dari beberapa peneliti terdahulu, terdiri dari saluran utama (*fedder channel*), lereng (*slope*), kipas atas (*upper fan*), kipas tengah (*middle fan*) yang terdiri dari *channeled portion of suprafan lobes*, kipas bawah (*lower fan*) dan dasar cekungan (*basin plain*). Kipas tersebut secara umum akan berasosiasi dengan 5 fasies turbidit (Walker, 1978 dalam Saputra, dkk., 2017 ) terdiri atas: *Fasies Slump* (SL), *Fasies Turbidit Klasik* (*Classical Turbidite*, CT), *Fasies Batupasir Masif* (*Massive Sandstone*, MS), *Fasies Batupasir Kerakalan* (*Pebbly Sandstone*, PS), *Fasies Konglomeratan* (*Clast Supported Conglomerate*, CGL).

Material sedimen yang mengisi tiap-tiap bagian dari kipas bawah laut bisa berbeda-beda. Material sedimen tersebut akan berasosiasi dengan 3 jenis lingkungan pengendapan, yaitu: lembah pengisi, lereng (*slope*), dibagi menjadi

lereng atas (*upper slope*) dan lereng bawah (*lower slope*); kipas (*fan*) dibagi menjadi kipas dalam (*inner fan*), kipas tengah (*middle fan*) dan kipas luar (*outer fan/lower fan*) sehingga menghasilkan sekuen pengendapan kipas bawah laut (Gambar 2).



Gambar 2. Sikuen progradasi kipas bawah laut (Walker, 1978 dalam Saputra dkk, 2017)

Batuan sedimen adalah salah satu jenis batuan yang mengisi hampir tiga per empat permukaan bumi dan batuan sedimen tersebut menyimpan banyak informasi geologi yang menggambarkan beragam proses yang pernah terjadi atau yang sedang terjadi sepanjang usia bumi, kemudian proses yang beragam ini akan menghasilkan jenis dan karakteristik batuan sedimen yang sangat beragam (Bogs, 1992 dalam Blesia, 2019). Dikarenakan sebagian besar struktur sedimen terbentuk oleh proses fisika sebelum, selama dan sesudah sedimentasi, maka dapat dipakai untuk menentukan data lingkungan pengendapan, sedangkan proses

biogenik dan proses kimia akan menghasilkan struktur lain (Surjono dan Amijaya (2017).

Dengan mengacu pada genesa, maka struktur sedimen dapat dikelompokkan 3 jenis, yaitu sebelum proses pengendapan (*pre-sedimentary structure*), struktur yang terbentuk selama proses pengendapan (*syn-sedimentary structure*) dan struktur yang terbentuk setelah pengendapan (*post-sedimentary structure*). Tucker merumuskan struktur sedimen tersebut menjadi 4 yaitu (Compton, 1985 dalam Surjono dan Amijaya, 2017 yaitu (a) struktur erosi, (b) struktur pengendapan, (c) struktur pasca pengendapan, dan (d) struktur biogenik.

Daerah penelitian berada di daerah Wonosegoro dan sekitarnya, Kecamatan Karanggede, Kabupaten Boyolali. Daerah penelitian berjarak sekitar 89 km dengan waktu perjalanan darat sekitar 2-3 jam ke arah utara Kota Yogyakarta. Secara astronomi terletak pada posisi 07° 17'30" – 07° 22' 30" LS dan 110° 37'30" – 110° 42' 30" BT. Daerah penelitian didominasi oleh batuan sedimen yang merupakan bagian dari Formasi Kerek (Bemmelen, 1949 dalam Blessia, 2019). Menurut Pringgoprawiro (1983 dalam Paramita, dkk.,2021), lingkungan pengendapan Formasi Kerek adalah laut dangkal, sedangkan menurut Sukardi dan Budhitrisna, 1992 dalam Paramita dkk, (2021) lingkungan pengendapan Formasi Kerek adalah laut dalam. Dari hal inilah maka penelitian satuan Napal Kerek didasarkan data stratigrafi, karakteristik litologi dan struktur sedimen. Penelitian dilakukan di daerah Wonosegoro dan sekitarnya, Kecamatan Karanggede, Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah.

Semua kegiatan penelitian merupakan rangkaian dari 4 tahapan penelitian, mulai dari tahap perencanaan pra lapangan, tahap pemetaan lapangan, tahap analisis laboratorium dan studio, diakhiri tahap sintesis data. Metodologi

penelitian diawali dengan pengumpulan data studi pustaka, penulis melihat dan mengacu peta geologi regional, membaca paper atau jurnal 10 tahun terakhir yang terkait dengan topik penelitian. Kemudian penulis menginterpretasi data *Digital Elevation Model* (DEM), dilanjutkan dengan survei tinjau, pemetaan serta pengukuran penampang stratigrafi.

Untuk analisis lingkungan pengendapan satuan Napal Kerek di daerah Wonorego dan sekitarnya, penulis melakukan pendekatan data stratigrafi, karakteristik litologi, struktur sedimen. Pengukuran data stratigrafi dilakukan dengan cara pengukuran detail stratigrafi terukur pada 1 lokasi pengamatan yaitu di Kali Karangboyo Wonorego. Metode pengukuran data stratigrafi menggunakan metode rentang tali, yang kemudian dikoreksi untuk mendapatkan ketebalan sebenarnya di lapangan. Rumus yang digunakan adalah  $T = d \sin D$ . di mana (d) merupakan tebal batuan dan sin (D) merupakan kemiringan dari batuan yang didapat berdasarkan pengukuran *strike* dan *dip*. Data struktur sedimen diperoleh dari hasil pengamatan stratigrafi terukur detail di lapangan.

Pembagian stratigrafi daerah penelitian, dibuat berdasarkan data dari lapangan, kemudian dikelompokkan menjadi beberapa satuan litostratigrafi tidak resmi dalam Sandi Stratigrafi Indonesia yang bersandikan pada ciri litologi. (Martodjyo dan Djuhaeni, 1996 dalam Tania dan Kiswiranti, 2020). Penentuan umur satuan batuan dilakukan dengan menggunakan kandungan fosil foraminifera planktonik, dengan menentukan nama fosil-fosilnya dari genus sampai ke tingkat spesies, menggunakan *Manual for Planktonic* (Postuma, 1971 dalam Tania, 2017). Untuk mengetahui kisaran umur fosil, penulis menggunakan Zonasi Blow. (Blow, 1969 dalam Tania, 2017). Untuk penentuan umur satuan batuan yang

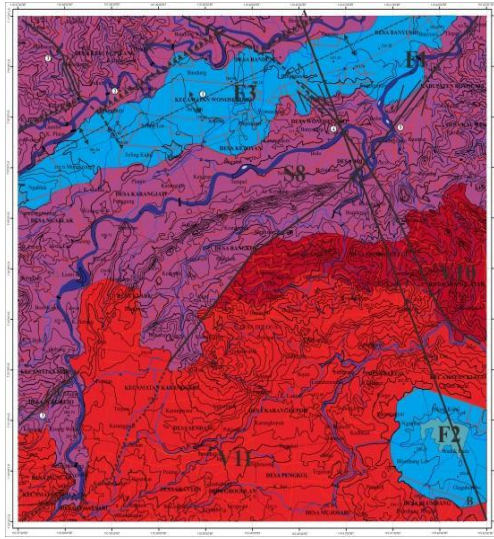
tidak mengandung fosil, maka penulis menggunakan metode kesebandingan stratigrafi daerah penelitian dengan stratigrafi regional, membandingkan ciri fisik yang sama.

Litologi di daerah penelitian memiliki perselingan yang baik antara batuan yang memiliki ukuran butir yang kasar dan ukuran butir yang halus dengan struktur khusus. Analisis ciri khusus litologi untuk mengetahui arus turbidit bawah permukaan, penulis menggunakan metode *Bouma Sekuen* (Bouma, 1962 dalam Simbolon, 2019). Untuk mengetahui karakteristik litologi dilakukan dengan pengamatan lapangan secara megaskopis didukung analisis petrografi di laboratorium. Semua data disintesis di akhir tahap penelitian. Hasil sintesa data dipergunakan untuk mengetahui pengaruh kondisi geologi terhadap mekanisme pembentukan pengendapan arus turbidit.

## PEMBAHASAN

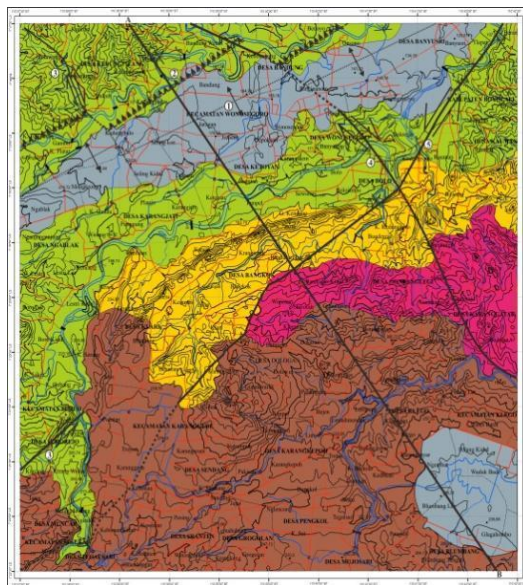
Berdasarkan atas hasil observasi langsung di lapangan dan didukung dengan interpretasi peta topografi, penyusun membagi satuan dan subsatuan geomorfik dengan mengacu Verstappen (1983 dalam Soetoto, 2017). Geomorfologi daerah penelitian terdiri dari 3 satuan geomorfik dan 6 subsatuan geomorfik pada daerah penelitian yaitu: Satuan geomorfik asal fluvial (F) terdiri subsatuan geomorfik tubuh sungai (F1), subsatuan geomorfik waduk (F2), subsatuan geomorfik dataran aluvial (F3) satuan geomorfik asal struktural (S) dengan subsatuan geomorfik perbukitan bergelombang sedang-kuat struktural terdenudasi (S8), dan satuan geomorfik asal vulkanik (V) dengan subsatuan geomorfik perbukitan bergelombang lemah-sedang tuf (V10) dan subsatuan geomorfik perbukitan bergelombang lemah-sedang lahar (V11) (Gambar 3).





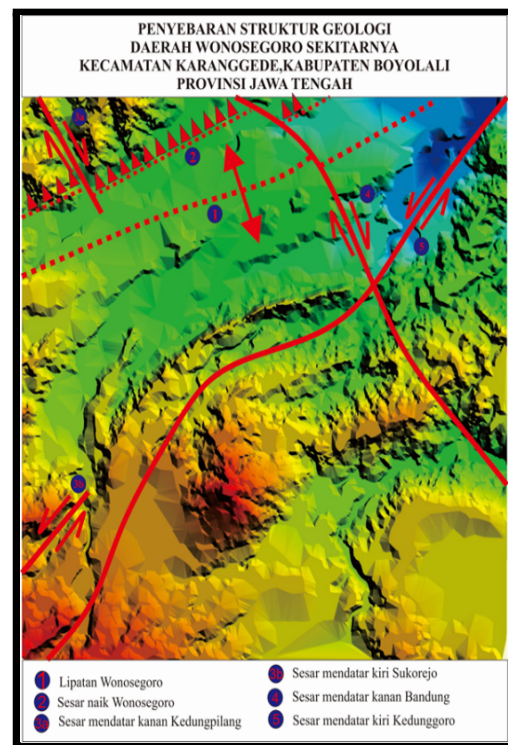
Gambar 3. Pembagian subsatuan geomorfik daerah penelitian

Satuan batuan di daerah penelitian, dapat dibagi menjadi 4 satuan batuan dan endapan campuran. Satuan batuan dari yang paling tua sampai ke yang paling muda adalah: (1) satuan Napal Kerek, (2) satuan Batupasir Kabuh, (3) satuan Tuf Notopuro, (4) satuan Breksi andesit Merbabu dan (5) endapan campuran (Gambar 4).



Gambar 4. Pembagian satuan batuan di daerah penelitian

Dari hasil observasi lapangan dan analisis peta topografi, pola pengaliran dan data DEM maka didapatkan struktur kekar, struktur sesar (sesar naik dan sesar mendatar) dan struktur lipatan (Gambar 5), terdiri dari Sesar Naik Wonosegoro, Sesar Mendatar Kanan Kedungpilang, Sesar Mendatar Kiri Sukorejo, kemudian fase tektonisme yang ke-2 menghasilkan Sesar Mendatar Kanan Bandung dan Sesar Mendatar Kiri Kedunggoro, struktur Antiklin Wonosegoro. Tektonik Jawa Tengah terjadi pada Kala Miosen Tengah-Kala Pliosen Atas, yang mempengaruhi terbentuknya Sistem Geantiklin Jawa Tengah, Sistem Geantiklin Pegunungan Serayu Selatan dan Sistem Geantiklin Pegunungan Serayu Utara (Asikin, 1974 dalam Blesia, 2019).



Gambar 5. Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian

Berdasarkan struktur geologi di daerah penelitian, maka dilakukan kesebandingan dengan struktur regional Salatiga, di mana deformasi pada Zona Kendeng terjadi pada akhir Kala Pliosen

atau Plio-Plistosen (Bemmelen, 1949 dalam Simbolon, 2019). Dari data analisis yang dilakukan, di mana didapatkan gaya yang bekerja pada daerah penelitian relatif utara-selatan yang mengakibatkan terbentuknya struktur lipatan berupa antiklin dan sinklin, dan juga struktur sesar baik itu sesar naik dan sesar mendatar. Proses ini dikarenakan terjadinya subduksi di selatan Pulau Jawa antara Lempeng Benua Eurasia dan Lempeng Samudera (Bemmelen, 1949 dalam Simbolon, 2019).

Dari proses pengendapan daerah penelitian maka dapat dibagi menjadi 4 fase yaitu Kala Miosen Tengah-Kala Miosen Atas (Fase 1). Material sedimen yang terendapkan diperkirakan merupakan material asal darat yang kemudian tertransport dan diendapkan pada lingkungan laut dangkal pada kedalaman  $\pm 200-1.000$  m atau Bathyal Atas - Bathyal Tengah. Proses pengendapan yang terjadi pada daerah penelitian dikontrol oleh mekanisme pengendapan arus turbidit yang membawa material dan diendapkan pada cekungan sedimentasi. Setelah fase pertama terbentuk, muncullah fase kedua berupa pengangkatan dari satuan napal Kerek dan satuan batupasir Kabuh, di mana pada fase ini, kedua satuan batuan tersebut mengalami pengangkatan akibat adanya tektonik yang bekerja pada zaman itu.

Kemudian muncul fase ketiga yaitu fase pengendapan satuan tuf Notopuro, berdasarkan kesebandingan pada Kala Pleistosen Tengah - Pleistosen Akhir. Kemudian fase keempat adalah fase pengendapan satuan breksi andesit Merbabu. Setelah proses endogen yang bekerja menghasilkan deformasi pada batuan, proses yang bekerja selanjutnya adalah proses eksogen, di mana proses ini bekerja pada zona-zona lemah kompleks struktur yang berkembang pada daerah penelitian (Sukardi dan

Budhitrisna, 1992 dalam Paramita, dkk., 2021).

Variasi litologi di daerah penelitian merupakan anggota Napal Kerek, yaitu napal perselingan batupasir karbonatan, sisipan batupasir tufan karbonatan, batulempung dan napal. Satuan napal Kerek menempati  $\pm 32$  % dari luas daerah penelitian, merupakan satuan batuan tertua di daerah penelitian yang berumur Kala Miosen Tengah-Miosen Atas (N9-N16). Pengukuran penampang stratigrafi daerah penelitian berada di Kali Karangboyo, Wonosegoro, pada satuan Napal Kerek berketebalan 15 m pada litofasies napal, batupasir karbonatan serta perselingan napal dan batupasir karbonatan (Gambar 6).

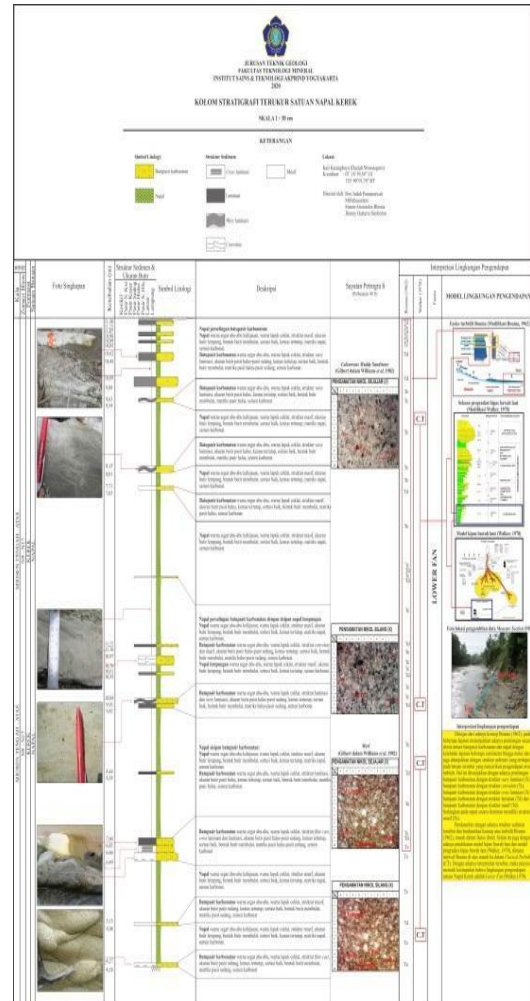
Litofasies napal, terdiri terdiri napal berwarna segar abu-abu kehijauan, abu-abu kecoklatan, berwarna lapuk coklat; berstruktur masif; berukuran butir lempung ( $<1/256$  mm), dengan bentuk butir membulat, bersortasi baik, kemas tertutup, bermatrik mineral lempung dan semen karbonat. Napal berketebalan  $\pm 6-11$  m. Litofasies batupasir karbonatan, terdiri dari batupasir karbonatan, warna segar abu-abu kecoklatan, warna lapuk coklat, struktur *cross laminasi*, masif dan *wavy laminasi*, ukuran butir pasir halus-pasir kasar ( $1/16-2$  mm), bentuk butir membulat, sortasi baik, kemas tertutup, matriks pasir halus-pasir kasar dan semen karbonat. Fasies ini memiliki ketebalan  $\pm 0,9-1,1$  m.



Gambar 6. Lokasi profil stratigrafi terukur di Kali Karangboyo, Wonosegoro dengan arah kamera ke barat.

Litofasies napal perselingan batupasir karbonatan, terdiri dari napal dan batupasir karbonatan. Napal berwarna segar abu-abu kehijauan, warna lapuk coklat, masif, ukuran butir lempung, bentuk butir membulat, sortasi baik, kemas tertutup, matriks napal dan semen karbonat. Batupasir karbonatan: warna segar abu-abu, warna lapuk coklat, struktur *convolute*, *cross laminasi*, masif dan laminasi, ukuran butir pasir halus-pasir kasar, bentuk butir membulat, sortasi baik, kemas tertutup, matriks pasir halus-pasir kasar dan semen karbonat. Fasies ini memiliki ketebalan ± 3,3-5 m (Gambar 7).

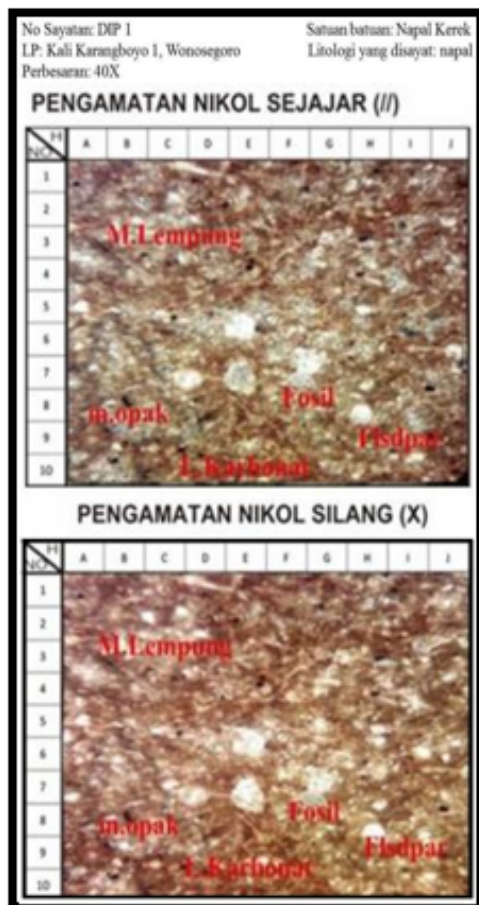
Napal, secara megaskopis warna segar abu-abu kehijauan, abu-abu kecoklatan, warna lapuk coklat, struktur masif, ukuran butir lempung, bentuk butir membulat, sortasi baik, kemas tertutup, matriks napal dan semen karbonat (Gambar 8). Dari hasil analisis petrografi didapatkan ukuran butir napal adalah 0,005-0,0030 mm, bentuk butir membulat, kemas tertutup, sortasi baik, fragmen mengambang pada massa dasar lempung dan lumpur karbonat. Komposisi terdiri dari mineral lempung (30%), lumpur karbonat (29%), semen karbonat (26%), fosil (8%), dan mineral opak (7%). Dalam klasifikasi Gilbert, nama petrografinya adalah *marl* (Williams, dkk., 1982 dalam dalam Simbolon, 2019).



Gambar 7. Hasil analisis profil stratigrafi terukur di Kali Karangboyo (tanpa skala)

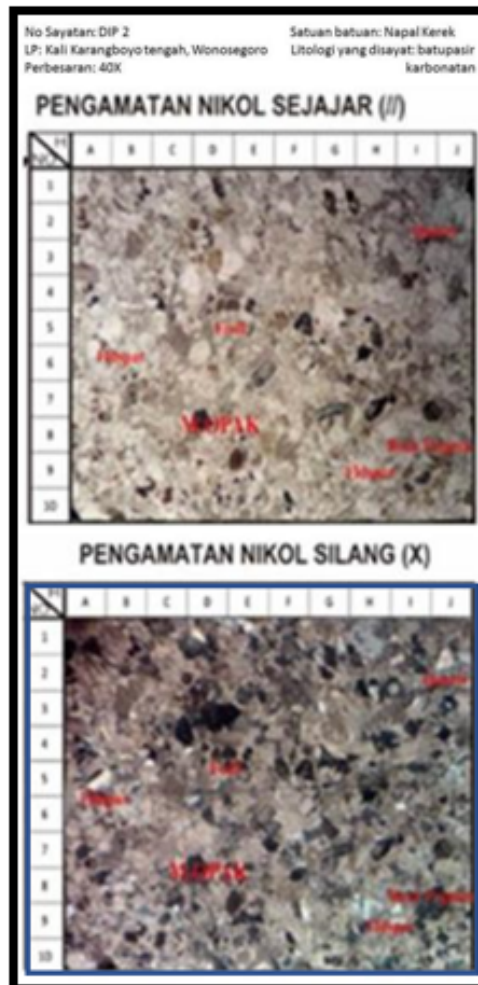
Secara megaskopis batupasir karbonatan memiliki warna segar abu-abu cerah, warna lapuk coklat-coklat kemerahan, struktur *wavy laminae*, *convolute*, *cross laminae*, *flute cast*, laminasi dan masif. Ukuran butir pasir halus-pasir kasar, dengan kemas tertutup, sortasi baik, bentuk butir membulat, dan mempunyai semen karbonatan. Berdasarkan pengamatan petrografis, warna abu-abu gelap, struktur masif, komposisi didominasi mineral berukuran lempung.





Gambar 8. Kenampakan napal di bawah mikroskop, dengan nama batuan *Marl*.

Dalam pengamatan mikroskopik (petrografi), batuan tersebut komposisi mineral berukuran lempung (<0,01mm) dengan butiran berupa feldspar, fosil, kuarsa, dan mineral opak, dengan ukuran butir 0,029–0,85 mm, menyudut tanggung-membulat tanggung, butiran mengambang dalam matrik lempung dan lumpur karbonat. Komposisi batupasir karbonatan, terdiri dari feldspar (15%), kuarsa (7%), mineral opak (8%), fosil (20%), semen karbonat (25%), dan *rock fragment* (25%). Dalam klasifikasi Gilbert, nama petrografinya adalah *calcareous muddy sandstone* (Williams, dkk., 1982 dalam dalam Simbolon, 2019) (Gambar 9).



Gambar 9. Kenampakan batupasir karbonatan di bawah mikroskop, sebagai *calcareous sandy mudstone*.

Pembuatan profil stratigrafi pada lokasi pengamatan Wonosegoro dilakukan dengan cara pengukuran dan pengamatan di lapangan, pada tiap-tiap litologi memiliki struktur sedimen yang berbeda-beda. Struktur sedimen bervariasi dan tersingkap dengan baik di daerah penelitian juga terdapat. Struktur sedimen pada litologi napal, secara umum adalah masif (Gambar 10).

Struktur sedimen pada litologi batupasir karbonatan berbeda dengan struktur sedimen pada litologi napal, yaitu pada litologi batupasir karbonatan mempunyai beberapa variasi struktur sedimen seperti struktur laminasi atau



struktur lapisan sedimen yang menunjukkan peralihan yang sejajar atau horizontal, laminasi bergelombang, *cross lamination*, *flute cast*, *convolute* dan masif (Gambar 11).



Gambar 10. Litologi napal Kerek dengan struktur sedimen masif.



Gambar 11. Variasi struktur sedimen batupasir karbonatan pada Napal Kerek

Dari hasil analisis profil stratigrafi terukur yang terdapat pada Kali Karangboyo, Wonosegoro atau pada 07°17'30" LS– 07°22'30" LS dan 110°37'30" BT–110°42'30" BT dan sekitarnya, secara umum tersusun atas litologi napal, napal perselingan batupasir karbonatan, batupasir karbonatan, napal sisipan batupasir karbonatan, napal perselingan batupasir karbonatan dengan sisipan napal lempungan, batupasir karbonatan sisipan batulempungan dan napal lempungan sisipan napal.

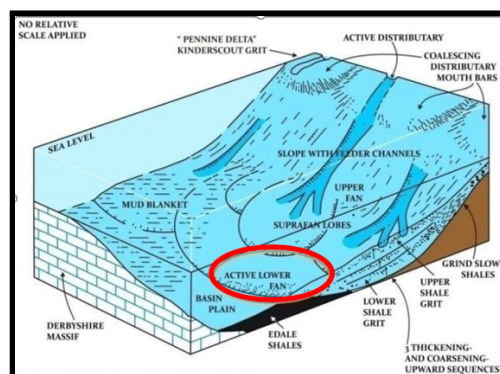
Dari hasil pengamatan dan analisis setiap litologi penyusun yang terdapat pada profil stratigrafi tersebut, di mana litologinya memperlihatkan adanya

perulangan secara berurutan dengan ukuran beberapa cm-puluhan cm. Selain itu, juga didukung adanya keterdapatan struktur sedimen masif yang memperlihatkan adanya pengendapan arus turbidit. Hal ini semakin didukung dengan dijumpai struktur-struktur sedimen masif yang berkembang pada litologi tersebut yang mencirikan adanya pengendapan arus turbidit.

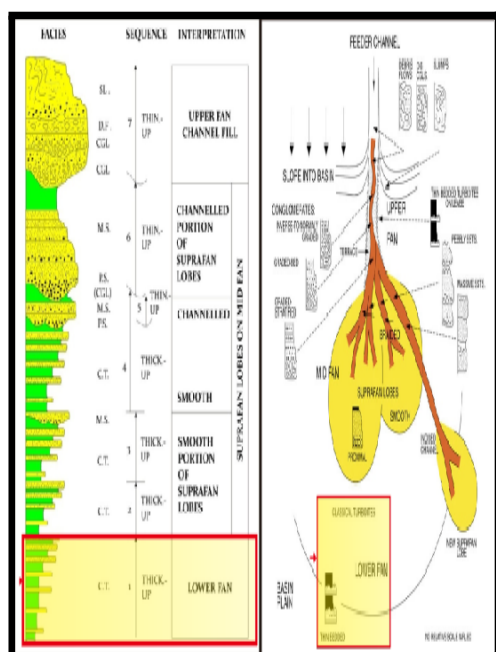
Karakteristik litologi baik secara megaskopis dan mikroskopis mengindikasikan adanya proses sedimentasi dan pengendapan yang dihasilkan oleh adanya mekanisme pengendapan arus turbidit yang terjadi atau berlangsung pada lingkungan laut dalam pada kedalaman 200-100 m atau Bathyal Atas - Bathyal Tengah. Material-material tersebut merupakan material yang berasal dari lingkungan laut dangkal. Selain itu, berdasarkan pengamatan secara mikroskopis batupasir karbonatan terdapat komposisi berupa mineral feldspar, kuarsa, mineral opak dan *rock fragmen* yang bercampur dengan massa dasar berupa mineral lempung dan lumpur karbonat dengan ukuran 0,025-0,85 mm dan juga memiliki derajat pemilahan sedang-buruk.

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis pada profil stratigrafi terukur di Kali Reksobojo, Wonosegoro dijumpai struktur sedimen penciri mekanisme pengendapan turbidit yang berdasarkan sekuens Bouma (1962 dalam Saputra, dkk., 2017) termasuk dalam 4 fasies atau interval yaitu Ta, Tc, Td, dan Te. Pada interval Ta keterdapatannya fasies (internal) Ta tidak begitu dominan. Urutan interval Bouma *sequence* tidak dijumpai ideal dan merupakan urutan-urutan internal berupa *base cut out sequence* dimana tidak terdapat interval Tb. Berdasarkan atas pengamatan tersebut, secara umum masuk dalam fasies distal (Bouma, 1962 dalam Saputra, dkk., (2017) dan fasies *classical turbidite* (CT) Walker, 1976 dalam Saputra, dkk., (2017). Di daerah penelitian dijumpai Fasies

*classical turbidite* (CT) secara umum dicirikan perselingan napal dan batupasir karbonatan, dimana pada litologi napal, batulempung dan napal lempungan memiliki struktur sedimen masif. Struktur sedimen batupasir karbonatan, terdiri dari laminasi, wavy laminasi, cross laminasi, convolute, flute cast dan masif berukuran pasir halus-pasir kasar dan masuk dalam fasies C dan G. Berdasarkan atas pengamatan pada profil stratigrafi tersebut, secara umum masuk dalam fasies distal (Bouma, 1962 dalam Saputra, dkk, 2017) dan fasies *classical turbidite* (CT) (Walker, 1976 dalam Saputra, dkk, 2017). Karakteristik litologi dan struktur sedimen pada daerah penelitian menunjukkan bahwa proses pengendapan yang terjadi pada satuan napal Kerek dikontrol oleh mekanisme pengendapan turbidit yang terendapkan sebagai sedimen kipas bawah laut (*submarine fan*) (Walker, 1978 dalam Blesia, 2019) (Gambar 12 dan Gambar 13).



Gambar 13. Lingkungan pengendapan satuan Napal Kerek pada sistem kipas bawah laut yang menunjukkan lingkungan pengendapan *lower fan*



Gambar 12. Lingkungan pengendapan satuan Napal Kerek pada lingkungan pengendapan *lower fan*

## KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan langsung di lapangan dan analisis laboratorium, dapat disimpulkan bahwa kondisi geologi daerah Wonosegoro, dan sekitarnya, Kecamatan Karanggede Kabupaten Boyolali, Provinsi Jawa Tengah, berdasarkan pengukuran data stratigrafi, karakteristik litologi dan struktur sedimen, lingkungan pengendapan satuan Napal Kerek oleh mekanisme pengendapan arus turbidit yang terendapkan pada sedimen kipas bawah laut (*submarine fan*) tepatnya pada lingkungan kipas bawah (*lower fan*) dengan mekanisme pengendapan *low turbidite current* hingga pengendapan suspensi.

## DAFTAR PUSTAKA

Blessia, S.A 2019, *Studi Analisis Lingkungan Pengendapan Satuan Napal Kerek Berdasarkan Data Stratigrafi, Karakteristik Litologi, dan Analisis Struktur Sedimen, Daerah Krobogan dan Sekitarnya, Juwangi,*

- Boyolali, Jawa Tengah*, IST AKPRIND Yogyakarta
- Saputra, M., Abdurrokhim & Haryanto, I., 2017, Litofasies, Asosiasi Fasies dan Lingkungan Pengendapan Laut Dalam Bagian Slope–Continental Rise Formasi Halang Pada Sebagian Lintasan Sungai Cilutung dan Cikidang, Daerah Bantarujeg, Majalengka, Jawa Barat, *Geoscience Journal*, Vol. 1 (1).
- Paramita, N., Fatturakhman, L., Maryanto, S., & Rijani, S., 2021 Stratigrafi dan Sedimentologi Formasi Kerek di Sepanjang Lintasan Kalikayen, Ungaran Timur, Provinsi Jawa Tengah, *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, vol 22 (4).
- Simbolon, J. H., 2019, *Geologi dan Studi Fasies Satuan Napal Perselingan Batupasir Karbonat Formasi Kerek Daerah Wonosegoro Dan Sekitarnya Kecamatan Karanggede Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah*, IST AKPRIND Yogyakarta
- Surjono, S.S dan Amijaya, H., 2017, *Sedimentologi*, Cetakan Pertama, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Soetoto, 2018, *Geomorfologi*, Ombak, Yogyakarta
- Tania, D., 2017, Studi Facies dan Lingkungan Pengendapan Batuan Karbonat Formasi Wonosari pada Situs Goa Jepang, Daerah Pesisir Parangtritis Desa Seloharjo, Kecamatan Pundong, Kabupaten Bantul, DIY, *Jurnal Teknologi Technoscintia*, Vol. 10 (1).
- Tania, D., dan Kiswiranti, D., 2020, Variasi Komposisi Dinding Cangkang Fosil Foraminifera Bentonik untuk Penentuan Lingkungan Pengendapan Daerah Sungai Oyo, Desa Beji, Patuk, Gunungkidul DIY, *Jurnal Teknologi Technoscience*, Vol. 13 (2).
- 1959, menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknik Geologi pada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta tahun 1986 dan S2 Program Studi Ilmu Lingkungan Pasca Sarjana UGM Yogyakarta tahun 1993. Saat ini tercatat sebagai Dosen Tetap pada Jurusan Teknik Geologi dengan jabatan akademik Lektor Kepala pada bidang minat geologi lingkungan, AMDAL, teknik lingkungan dan metodologi penelitian.
- Miftahussalam**, lahir di Tegal pada tanggal 28 Februari 1954, menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknik Geologi pada Universitas Gadjah Mada tahun 1986 dan S2 Program Studi Teknik Geologi Pasca Sarjana UGM Yogyakarta tahun 2003, Saat ini tercatat sebagai Dosen di Jurusan Teknik Geologi dengan jabatan akademik Lektor Kepala pada bidang minat geohidrologi, sedimentologi dan geologi dasar.
- Simon Aristoteles Blessia**, lahir di Teminabuan pada tanggal 29 April 1997, menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknik Geologi pada IST AKPRIND Yogyakarta tahun 2019.
- Jhonny Hartarto Simbolon**, lahir di Duri pada tanggal 23 Agustus 1997, menyelesaikan pendidikan S1 Jurusan Teknik Geologi pada IST AKPRIND Yogyakarta tahun 2019.

#### BIODATA PENULIS

**Dwi Indah Purnamawati**, lahir di Yogyakarta pada tanggal 21 Juni