



**Bulletin of Scientific Contribution
GEOLOGY**

**Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN**

homepage: <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>
p-ISSN: 1693-4873; e-ISSN: 2541-514X



**Volume 23, No.2
Agustus 2025**

**REKONSTRUKSI SEJARAH PENGENDAPAN BERDASARKAN ANALISIS STRATIGRAFI
DAERAH WATUKUMPUL, KABUPATEN PEMALANG, JAWA TENGAH**

Salmaa Aulia Az-zahra¹, Yogie Zulkurnia Rochmana^{2*}

^{1,2}Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya

*Email: yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id

ABSTRACT

Watukumpul area, Pemalang Regency, Central Java, is composed of rock formations formed by turbidite flow mechanisms and volcanic activity during the Tertiary period in the North Serayu Basin. Interpretation of the depositional environment is used as an initial reference for making geological history reconstruction. This research aims to identify, reconstruct, and model the geological history of the study area from a stratigraphic perspective. The method used in this research is field observation and followed by laboratory analysis. The data were then interpreted to determine the depositional process, stratigraphic sequence, and reconstruction of geological history. Based on the results of stratigraphic analysis, the stratigraphic sequence of the study area from old to young is the Rambatan Formation (Tmr) in the Middle Miocene time, Diorite Intrusion (Tmi(d)) in the Middle Miocene time, Halang Formation (Tmph) in the Late Miocene - Middle Pliocene time, and Kumbang Formation (Tmkp) deposited in line with Halang Formation at the same time. The sedimentation process occurred in a deep-sea environment (bathyal) influenced by the turbidite current mechanism due to submarine avalanches accompanied by volcanic activities. This research explains the history of deposition and geological processes that occur in the study area.

Keywords: *Geologic history, North Serayu, Stratigraphy, Turbidite flow, Watukumpul*

ABSTRAK

Daerah Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Jawa Tengah, tersusun atas formasi batuan yang terbentuk oleh mekanisme arus turbidit dan aktivitas vulkanik pada zaman Tersier ddi Cekungan Serayu Utara. Interpretasi lingkungan pengendapan digunakan sebagai acuan awal pembuatan rekonstruksi sejarah geologi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, merekonstruksi, dan membuat model sejarah geologi di daerah penelitian dari perspektif stratigrafi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi lapangan dan dilanjutkan dengan analisis di laboratorium. Data tersebut kemudian diinterpretasikan untuk mengetahui proses pengendapan, urutan stratigrafi, dan rekonstruksi sejarah geologi. Berdasarkan hasil analisis stratigrafi, urutan stratigrafi daerah penelitian dari tua ke muda adalah Formasi Rambatan (Tmr) pada kala Miosen Tengah, Intrusi Diorit (Tmi(d)) pada kala Miosen Tengah, Formasi Halang (Tmph) pada kala Miosen Akhir – Pliosen Tengah, dan Formasi Kumbang (Tmkp) terendapkan secara menjeri dengan Formasi Halang pada kala yang sama. Proses sedimentasi terjadi di lingkungan laut dalam (batial) dipengaruhi oleh mekanisme arus turbidit akibat longsoran bawah laut disertai aktivitas vulkanisme. Penelitian ini menjelaskan mengenai sejarah pengendapan serta proses-proses geologi yang terjadi di daerah penelitian.

Kata Kunci : Arus turbidit, Sejarah Geologi, Serayu Utara, Stratigrafi, Watukumpul

PENDAHULUAN

Stratigrafi adalah cabang ilmu geologi yang mempelajari lapisan-lapisan batuan, termasuk sejarah, komposisi, umur, dan distribusinya. Pemahaman mengenai konsep stratigrafi dapat digunakan untuk menjelaskan rekonstruksi gambaran sejarah geologi yang kemudian dapat digunakan sebagai dasar penelitian selanjutnya

(Hibatullah & Rochmana, 2024). Interpretasi sejarah geologi dibuat berdasarkan aspek-aspek seperti lingkungan pengendapan serta kandungan fosil untuk menentukan umur relatif batuan dan lingkungan batimetri. Penelitian ini bertujuan untuk merekonstruksi sejarah geologi dengan menggambarkan kejadian geologi di masa lampau yang terjadi pada daerah penelitian. Daerah penelitian

secara geografis terletak di perbatasan Kabupaten Pemalang dan Kabupaten Purbalingga, tepatnya di Kecamatan Watukumpul. Daerah ini termasuk ke dalam Cekungan Serayu Utara. Cekungan Serayu Utara merupakan cekungan yang mengalami penurunan aktif sebagai akibat isostasi dari pengangkatan (*uplift*) Serayu Selatan pada Miosen hingga Plio-Pleistosen (Van Bemmelen, 1949; Armandita, 2011; Astuti, 2015). Dampak dari penurunan cekungan tersebut ditandai dengan sedimentasi atau pengendapan batuan Neogen.

Penelitian dilakukan di Kabupaten Pemalang tepatnya di Kecamatan Watukumpul dan sekitarnya, Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal (M. Djuri., H. Samodra, T.C. Amin & Gafoer, 1996), lokasi penelitian terendapkan empat formasi batuan dari umur yang paling tua ke muda yaitu Formasi Rambatan (Tmr), Intrusi Diorit (Tmi(d)), Formasi Halang (Tmph), dan Formasi Kumbang (TmPk) (Gambar 1). Formasi Rambatan (Tmr) tersusun atas batuserpih dan batupasir gampingan. Intrusi Diorit (Tmi(d)) terbentuk pada umur Tersier. Batuan terobosan ini terdiri dari Porfir mikrodiorit, berwarna coklat berbitik coklat tua dan hitam, pejal, lapuk, dan bertekstur holokristalin (Pratama, 2020). Formasi Halang dicirikan dengan karakteristik batuan berupa perselingan antara batupasir dan batulempung (Adam & Rochmana, 2022). Formasi Halang merupakan jenis endapan sedimen dari arus turbidit pada zona laut batial (Aulia & Rochmana, 2025). Formasi Halang diinterpretasikan terendapkan di kipas bawah laut bagian atas (*upper fan*) (Angkawijaya et al., 2024). Formasi Kumbang (TmPk) terdiri dari breksi, tuf, lava andesit, dan di beberapa tempat terdapat breksi batupung dan tuf pasir (Widagdo & Brahmantyo, 2014). Formasi Kumbang terbentuk sebagai hasil dari endapan turbidit suatu sistem kipas bawah laut (*submarine fan* bagian *upper fan* - *middle fan*) yang dipengaruhi oleh kegiatan vulkanisme.

Penelitian terdahulu menjelaskan mengenai kondisi geologi, morfologi, morfogenetik, morfometri, kontur, resistensi, dan kekuatan batuan di daerah tersebut dari data geologi yang telah disusun ke dalam berbagai bentuk peta (Radityo et al., 2023). Akan tetapi pada penelitian tersebut masih belum membahas secara lengkap dari segi analisis stratigrafi di daerah Watukumpul. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberi gambaran rekonstruksi sejarah geologi berdasarkan analisis stratigrafi serta informasi kegeologiannya secara detail.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan kegiatan observasi lapangan dan dilanjutkan dengan analisis di laboratorium. Observasi lapangan mencakup berupa pengamatan singkapan, pengukuran kedudukan lapisan batuan, pengukuran profil stratigrafi untuk memberikan informasi geologi berupa urutan batuan dari tua ke muda, dan pengukuran struktur geologi berupa sesar dan lipatan untuk mengetahui pengaruh tektonik yang bekerja di masa lampau. Pengukuran profil stratigrafi dilakukan pada singkapan yang lapisan batuannya menerus (Rohmana & Achmad, 2019). Observasi lapangan ini bertujuan untuk mengetahui kenampakan megaskopis batuan pada suatu singkapan. Data yang diambil berupa deskripsi batuan dan sampel batuan untuk dianalisis di laboratorium.

Selanjutnya dilakukan analisis laboratorium berupa analisis stratigrafi dari data yang diperoleh di lapangan. Analisis ini meliputi analisis paleontologi untuk mengetahui umur relatif batuan dan lingkungan batimetrinya dan dilanjutkan dengan pembuatan profil stratigrafi. Analisis stratigrafi digunakan untuk mengidentifikasi pola dan proses sedimentasi yang terjadi selama proses pengendapan (Kurniadi & Rochmana, 2024). Data yang telah diolah kemudian diinterpretasikan untuk membuat rekonstruksi sejarah geologi.

HASIL DAN DISKUSI

Pada daerah penelitian terdapat empat formasi yang masing-masing memiliki hubungannya satu sama lain jika ditinjau berdasarkan stratigrafi. Empat formasi tersebut antara lain Formasi Rambatan (Tmr), Intrusi Diorit (Tmi(d)), Formasi Halang, dan Formasi Kumbang. Formasi Rambatan merupakan formasi yang pertama terbentuk pada daerah penelitian dengan litologi berupa batupasir gampingan, batuserpih, dan perselingan batupasir gampingan dan batuserpih. Setelah itu terjadi aktivitas vulkanik yang kompleks sehingga menyebabkan Formasi Rambatan diintrusi oleh Diorit yang berumur Miosen Tengah. Selanjutnya terendapkan Formasi Halang secara selaras di atas Formasi Rambatan dengan litologi yang ditemukan pada daerah penelitian yaitu batupasir, batupasir andesit, batulempung dan perselingan antara batupasir dan batulempung. Terakhir terendapkan Formasi Kumbang dimana formasi ini memiliki hubungan stratigrafi yang menjari dengan Formasi Halang. Bukti adanya hubungan menjari antara Formasi Kumbang dan Formasi Halang yaitu ditemukannya kesamaan fosil foraminifera planktonik pada formasi tersebut yang

memiliki kesamaan umur yaitu Miosen Akhir – Pliosen Tengah. Berdasarkan stratigrafi keseluruhan formasi dan batuan daerah penelitian didapatkan urutan kolom stratigrafi (Gambar 2).

Formasi Rambatan

Formasi ini merupakan formasi tertua dengan umur Miosen Tengah. Berdasarkan observasi lapangan, litologi Formasi Rambatan terdiri dari batupasir gampingan dan batuserpih serta perselingan antara batupasir gampingan dan batuserpih. Batupasir gampingan secara megaskopis memiliki karakteristik warna lapuk coklat kehijauan dan warna segar abu terang, ukuran butir *fine sand* – *very fine sand* (1/8 - 1/16 mm), kompak, struktur sedimen *bedding*, dan bersifat karbonatan. Batuserpih secara megaskopis memiliki karakteristik warna lapuk abu-abu dan warna segar abu kehitaman, ukuran butir *clay* (<1/256 mm), kompak, struktur sedimen laminasi, dan bersifat karbonatan (Gambar 3).

Pada formasi ini dilakukan analisis mikropaleontologi pada sampel batupasir gampingan. Hasil analisis mikropaleontologi menunjukkan kehadiran foraminifera planktonik (Gambar 4) seperti *Globigerinoides subquadratus* (A), *Orbulina bilobata* (B), *Orbulina universa* (C), *Globorotalia obesa* (D), *Globorotalia praemenardii* (E), *Globorotalia lobata* (F) (Tabel 1). Penarikan umur relatif dilakukan dengan pengamatan, penamaan dan penarikan rentang foraminifera umur planktonik pada yang fosil telah ditemukan. Penarikan umur ini megacu pada klasifikasi (Blow, 1969). Penarikan ini ditentukan berdasarkan fosil indeks. Fosil indeks merupakan fosil yang memiliki rentang waktu atau umur yang pendek namun keberadaannya melimpah. Dalam hal ini *Globorotalia lobata* termasuk ke dalam fosil indeks dikarenakan keberadaannya yang melimpah dan hidup dalam rentang waktu yang singkat yaitu N11-N12. Berdasarkan hasil penarikan tersebut, didapatkan umur relatif pada litologi batupasir gampingan Formasi Rambatan adalah *Middle Miocene* (N11-N12) (Tabel 2).

Selain itu juga ditemukan kehadiran fosil foraminifera bentonik (Gambar 5) berupa *Cyclammina cancellate* (A), *Psammalodendrin arborescens* (B), *Chilostomella oolina* (C), *Cibicides robertsonianus* (D), dan *Siphonina bradyana* (E) (Tabel 4). Foraminifera bentonik hidup dengan cara menambat pada dasar batuan dan maka foram tersebut terendapkan bersamaan dengan material sedimen (Harfiandri & Rochmana, 2024). Oleh karena itu fosil foraminifera bentonik menjadi acuan

dalam penentuan lingkungan pengendapan batuan. Penentuan lingkungan batimetri dilakukan dengan acuan kedalaman yang paling dangkal dengan spesies *Cibicides robertsonianus* dan *Siphonina bradyana* hingga kedalaman yang paling dalam yaitu spesies *Cyclammina cancellate*. Berdasarkan 5 fosil foraminifera bentonik yang ditemukan, didapatkan lingkungan batimetrimya adalah batial atas (640 – 2013 m) (Tabel 6) (Barker, 1960).

Formasi Rambatan diinterpretasikan merupakan endapan *submarine fan* tepatnya di bagian *lower fan*. Hal ini berdasarkan ditemuinya litologi yang karbonatan, keberadaan *bouma sequence*, dan lingkungan batimetri batial atas yang ditunjukkan oleh foraminifera bentonik. Karakteristik yang menandai *bouma sequence* pada daerah penelitian adalah, kehadiran batupasir berukuran *fine sand* dengan struktur sedimen laminasi (Tb), terdapat juga batupasir berukuran *fine sand* dengan struktur sedimen *wavy lamination* (Tc), dan batuserpih berukuran *silt* dengan struktur sedimen laminasi (Td) (Gambar 6).

Intrusi Diorit (Tmi(d))

Intrusi ini terbentuk dari proses naiknya magma dari dalam matel bumi yang menyusup ke lapisan-lapisan kerak bumi, tetapi tidak mencapai permukaan. Magma ini kemudian mendingin dan mengeras di bawah permukaan, membentuk tubuh batuan beku intrusif atau plutonik. Jenis batuan yang mengintrusi Formasi Rambatan ini yaitu diorit. Berdasarkan pengamatan megaskopis, diorit dicirikan dengan warna lapuk abu kecoklatan dan warna segar abu-abu terang, granularitas fanerik, derajat kristalisasi holokristalin, struktur masif, kemas inequigranular, dan bersifat non karbonatan (Gambar 7).

Aktivitas vulkanisme yang menyertai intrusi diorit juga meningkatkan suplai material vulkanik ke lingkungan laut dalam, yang ditunjukkan oleh hadirnya batupasir andesit dan batupasir tuffan pada Formasi Halang dan Formasi Kumbang. Ini mengindikasikan bahwa selain pengendapan klastik, endapan turbidit pada kipas bawah laut juga dipengaruhi oleh material vulkanik hasil erupsi dan *reworking* dari tubuh gunungapi bawah laut yang aktif pada saat itu.

Formasi Halang (Tmph)

Formasi ini terendapkan secara selaras di atas Formasi Rambatan pada kala Miosen Akhir – Pliosen Tengah. Litologi yang ditemukan di lapangan yaitu batupasir, batulempung, dan batupasir andesit serta perselingan antara batupasir dan batulempung. Batupasir Formasi Halang secara megaskopis memiliki karakteristik

warna lapuk abu kehitaman dan warna segar abu-abu, ukuran butir *medium sand* (1/4 mm), kompak, struktur sedimen *bedding*, dan bersifat karbonatan. Batulempung Formasi Halang (Tmph) secara megaskopis memiliki karakteristik warna lapuk abu-abu dan warna segar abu kehitaman, ukuran butir *clay* (<1/256), kemas (*fabric*) tertutup, kompak, struktur sedimen *bedding*, dan bersifat karbonatan. Batupasir Andesit Formasi Halang secara megaskopis memiliki karakteristik warna lapuk abu-abu dan warna segar abu-abu kehitaman, ukuran butir *medium sand* (1/4 mm), kompak, struktur sedimen masif, dan bersifat nonkarbonatan (Gambar 8).

Pada formasi ini dilakukan analisis mikropaleontologi pada sampel batulempung. Hasil analisis mikropaleontologi menunjukkan kehadiran foraminifera planktonik (Gambar 9) seperti *Globigerinoides immaturus* (A), *Orbulina bilobata* (B), *Orbulina universa* (C), *Globorotalia tumida* (D), *Globorotalia plesiotumida* (E) (Tabel 1). Penarikan umur relatif dilakukan dengan pengamatan, penamaan dan penarikan rentang umur pada fosil foraminifera planktonik yang telah ditemukan. Penarikan umur ini megacu pada klasifikasi (Blow, 1969). Penarikan ini dilakukan dengan melihat acuan umur fosil yang muncul paling akhir dan punah yang paling awal. Berdasarkan hasil penarikan umur setiap fosil, didapatkan bahwa fosil *Globorotalia plesiotumida* merupakan fosil yang punah paling awal (N17 – N18) dan *Globorotalia tumida* merupakan fosil yang muncul paling akhir (N18 – N23). Berdasarkan hasil penarikan tersebut didapatkan umur relatif pada litologi Batulempung Formasi Halang adalah Late Miocene – Early Pliocene (N18) (Tabel 3).

Selain itu juga ditemukan kehadiran fosil foraminifera bentonik (Gambar 10) berupa *Robulus thalmani* (A), *Uvigerina bifurcata* (B), *Osangularia bengalensis* (C), *Flintia robusta* (D), *Hoglundina elegans* (E) (Tabel 4). Foraminifera bentonik hidup dengan cara menambat pada dasar batuan dan maka forum tersebut terendapkan bersamaan dengan material sedimen (Harfiandri & Rochmana, 2024). Oleh karena itu fosil foraminifera bentonik menjadi acuan dalam penentuan lingkungan pengendapan batuan. Penentuan lingkungan batimetri dilakukan dengan acuan kedalaman yang paling dangkal dengan spesies *Uvigerina bifurcata* hingga kedalaman yang paling dalam yaitu spesies *Osangularia bengalensis*. Berdasarkan 5 fosil foraminifera bentonik yang ditemukan, didapatkan lingkungan batimeternya adalah batial atas (631 – 1061 m) (Tabel 7) (Barker, 1960).

Formasi Halang diinterpretasikan merupakan endapan *submarine fan* tepatnya di bagian *middle fan*. Hal ini berdasarkan ditemuinya litologi yang karbonatan, keberadaan *bouma sequence*, dan lingkungan batimetri batial atas yang ditunjukkan oleh foraminifera bentonik. Karakteristik yang menandai *Bouma Sequence* pada daerah penelitian adalah, kehadiran batupasir *medium – very fine sand* dengan struktur sedimen *graded bedding*, dan terdapat bidang erosi di bawahnya (Ta), batupasir berukuran *medium sand* dengan struktur sedimen laminasi (Tb), terdapat juga batupasir berukuran *fine sand* dengan struktur sedimen *wavy bedding* (Tc), dan batupasir berukuran *fine sand* dengan struktur sedimen *convolute lamination* (Tc) (Gambar 11).

Formasi Kumbang (Tmpek)

Formasi ini menunjukkan beda fasies menjari dengan Formasi Halang yang menandakan kedua formasi tersebut terendapkan secara bersamaan. Litologi yang ditemukan pada formasi ini adalah breksi dan batupasir tuffan. Breksi Formasi Kumbang secara megaskopis memiliki karakteristik warna lapuk hitam, warna segar abu kecoklatan, kebundaran *angular-sub rounded*, berukuran *pebble* (4-64 mm), sangat kompak, struktur sedimen masif, dan bersifat non karbonatan serta terdapat fragmen berupa andesit dengan massa dasar berupa batupasir serta semen silika. Batupasir tuffan Formasi Kumbang secara megaskopis memiliki karakteristik warna lapuk putih kecoklatan dan warna segar coklat, ukuran butir *fine sand* (1/8), kompak, struktur sedimen masif, dan bersifat non-karbonatan (Gambar 12).

Pada formasi ini ditemukan perselingan antara litologi yang karbonatan dan nonkarbonatan yaitu perselingan antara batupasir tuffan yang bersifat nonkarbonatan dengan batulempung yang bersifat karbonatan. Dapat diinterpretasikan perselingan ini merupakan salah satu bukti fasies menjari antara Formasi Halang dan Formasi Kumbang. Pada sampel batulempung yang bersifat karbonatan dilakukan analisis mikropaleontologi dan ditemukan kehadiran fosil foraminifera planktonik (Gambar 13) berupa *Sphaeroidinella subdehiscens* (A), *Orbulina bilobata* (B), *Orbulina suturalis* (C), *Globorotalia tumida* (D), dan *Globorotalia obesa* (E) (Tabel 5). Penarikan umur relatif dilakukan dengan pengamatan, penamaan dan penarikan rentang umur pada fosil foraminifera planktonik yang telah ditemukan. Penarikan umur ini megacu pada klasifikasi (Blow, 1969). Penarikan ini dilakukan dengan melihat acuan umur fosil yang muncul paling akhir dan punah yang paling awal. Berdasarkan hasil penarikan

umur setiap fosil, didapatkan bahwa fosil *Sphaeroidinella subdehiscens* merupakan fosil yang punah paling awal (N13 – N19) dan *Globorotalia tumida* merupakan fosil yang muncul paling akhir (N18 – N23). Berdasarkan hasil penarikan tersebut didapatkan umur relatif pada litologi Batulempung Formasi Halang adalah Late Miocene – Middle Pliocene (Tabel 4) (N18–N19).

Selain itu juga ditemukan kehadiran fosil foraminifera bentonik (Gambar 14) berupa *Hoglundina elegans* (A), *Flintia robusta* (B), *Amphistegina gibbosa* (C), *Uvigerina bifucarta* (D), dan *Robulus thalmani* (E) (Tabel 4). Foraminifera bentonik hidup dengan cara menambat pada dasar batuan dan maka foram tersebut terendapkan bersamaan dengan material sedimen (Harfiandri & Rochmana, 2024). Oleh karena itu fosil foraminifera bentonik menjadi acuan dalam penentuan lingkungan pengendapan batuan. Penentuan lingkungan batimetri dilakukan dengan acuan kedalaman yang paling dangkal dengan spesies *Uvigerina bifucarta* hingga kedalaman yang paling dalam yaitu spesies *Amphistegina gibbosa*. Berdasarkan 5 fosil foraminifera bentonik yang ditemukan, didapatkan lingkungan batimetrinya adalah batial atas (640 – 2013 m) (Tabel 8) (Barker, 1960).

Formasi Kumbang diinterpretasikan merupakan endapan *submarine fan* tepatnya di bagian *upper fan – middle fan*. Hal ini berdasarkan ditemuinya litologi yang karbonatan, keberadaan *bouma sequence*, dan lingkungan batimetri batial atas yang ditunjukkan oleh foraminifera bentonik. Hal ini dapat dibuktikan dari ditemukannya satuan breksi fragmen andesit yang terbentuk dari arus debris di laut dalam dan beberapa lokasi pengamatan yang menunjukkan adanya karakteristik *Bouma Sequence* yang dipengaruhi oleh arus turbidit. Bisa dikatakan kehadiran *Bouma Sequence* pada formasi ini tidaklah lengkap, namun masih bisa diinterpretasikan bahwa pengendapannya dipengaruhi oleh arus turbidit, dibuktikan dengan hubungan stratigrafi yang menjari antara Formasi Kumbang dengan Formasi Halang yang sama-sama terbentuk akibat arus turbidit di kipas bawah laut. Karakteristik yang menandai *Bouma Sequence* pada daerah penelitian adalah, kehadiran batupasir berukuran *medium – very fine sand* dengan struktur sedimen *graded bedding* dan terdapat bidang erosi di bawahnya (Ta), serta batupasir berukuran *medium sand* dengan struktur sedimen laminasi (Tb) (Gambar 15).

PEMBAHASAN

Sejarah Geologi

Pada lokasi penelitian, pengendapan batuan dimulai pada Kala Miosen Tengah dengan terbentuknya Formasi Rambatan (Tmr) (Gambar 16). Formasi Rambatan dicirikan dengan terendapkannya satuan batuan sedimen silisiklastik seperti batuserpih yang berseling dengan batupasir gampingan. Endapan sedimen ini berasal dari longSORAN bawah laut tepatnya *submarine fan (lower fan)* dengan komposisi dominasi matriks karbonat dan foraminifera. Proses pengendapannya dipengaruhi oleh arus turbidit yang dibuktikan dengan adanya *Bouma Sequence* di daerah penelitian. Hal ini juga selaras dengan hasil analisis foraminifera bentonik yang didapatkan lingkungan batimetrinya yaitu batial atas – batial bawah.

Pada akhir Miosen Tengah terjadi perkembangan busur vulkanik ganda (double-arc) di Jawa Tengah, dengan reaktifasi vulkanisme Serayu Selatan yang bersamaan munculnya vulkanisme Serayu Utara (Husein et al., 2015). Aktivitas vulkanisme di Serayu Utara ditandai dengan kemunculan batuan intrusi atau terobosan berhubungan dengan gunung api pada busur magmatik yang pada saat itu berupa jajaran gunung api bawah laut. Secara lokal, aktivitas ini ditandai dengan munculnya satuan batuan intrusif diorit (Tmi(d) yang menerobos Formasi Rambatan (Tmr) dengan umur yang lebih tua (Gambar 17).

Selanjutnya pada kala Miosen Akhir – Pliosen Tengah terjadi perubahan komposisi sedimen menjadi dominasi plagioklas dan litik batuan vulkanik yang menandakan Formasi Halang mulai terendapkan dengan suplai sedimen yang diinterpretasikan berasal dari pegunungan yang terangkat pada umur Oligo miosen (Rizal et al., 2017) pada bagian selatan-barat daya (Praptisih & Kamtono, 2011) dan berasal dari rombakan Gunung Cupu yang terletak di selatan daerah penelitian yang mungkin berasosiasi dengan vulkanisme Serayu Utara (Gambar 18). Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya batupasir andesit pada daerah penelitian. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah *submarine fan (middle fan)* dan dipengaruhi oleh arus turbidit atau arus yang acak sehingga menyebabkan terbentuknya perselingan batupasir dan batulempung dengan struktur sedimen yang ada di *Bouma Sequence*.

Formasi Halang terendapkan secara selaras di atas Formasi Rambatan dan terendapkan secara bersamaan dengan formasi yang lebih muda dari Formasi Halang ini yaitu Formasi Kumbang. Formasi Kumbang ini diendapkan dengan arus debris laut dalam tepatnya di

submarine fan (upper fan – middle fan) (Gambar 19). Arus debris dipicu oleh akumulasi sedimen yang terlalu berat pada lereng curam sehingga memicu terjadinya longsoran. Material yang lebih kasar (seperti bongkah dan kerikil) akan terendapkan lebih dahulu karena gravitasi dan beratnya yang lebih besar, sedangkan material halus (seperti pasir dan lumpur) terbawa lebih jauh. Material kasar yang terendapkan terlebih dahulu inilah yang menyebabkan terdapat satuan breksi fragmen andesit pada daerah penelitian. Selain itu material halus akan dibawa ke bagian *middle fan* dan pada saat arus debris kehilangan material kasar, arus ini berubah menjadi arus turbidit sehingga terbentuklah satuan batupasir tuffan dengan struktur sedimen laminasi.

Perubahan konfigurasi tektonik regional diduga terjadi Kembali pada kala Plio-Pleistosen yang ditandai dengan berhentinya aktivitas vulkanisme Serayu Selatan dan berkurangnya intensitas vulkanisme Serayu Utara. Akibat proses tektonik yang terjadi, batuan pada daerah penelitian mengalami deformasi berupa terbentuknya struktur geologi berupa sesar dan lipatan (Gambar 20).

Setelah semua formasi terendapkan dan mengalami deformasi, proses erosional terus berlangsung, baik yang diakibatkan oleh pengaruh aliran sungai, kelerengan yang curam, ataupun denudasional. Proses ini mengakibatkan perubahan morfologi pada daerah penelitian sehingga terbentuk morfologi yang terlihat seperti sekarang pada daerah penelitian (Gambar 21).

Dari hasil analisis stratigrafi di daerah Watukumpul, sedimentasi atau pengendapan batuan di Cekungan Serayu Utara dimulai pada kala Miosen hingga Pliosen dimana pada kala itu Cekungan Serayu Utara mengalami penurunan aktif sebagai akibat isotasi dari pengangkatan (*uplift*) Serayu Selatan. Proses sedimentasi di daerah penelitian dipengaruhi oleh arus turbidit dan aktivitas vulkanisme. Hal ini memperkuat penelitian sebelumnya, Formasi yang diendapkan selama Miosen Tengah – Pliosen adalah Formasi Rambatan, Formasi Halang, dan Formasi Kumbang (Astuti, 2015).

KESIMPULAN

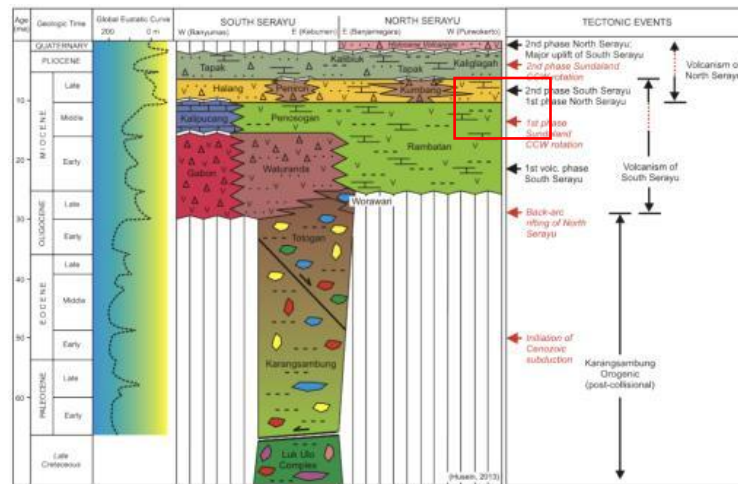
Berdasarkan hasil observasi lapangan dan analisis laboratorium yang telah dilakukan, stratigrafi penyusun daerah penelitian dari umur yang paling tua hingga paling muda yaitu Formasi Rambatan (Tmr), Intrusi Diorit (Tmi(d)), Formasi Halang (Tmph), Formasi Kumbang (Tmpek). Proses pengendapan sedimen pada daerah penelitian dipengaruhi oleh arus turbidit pada lingkungan kipas bawah laut. Sejarah pengendapan daerah

penelitian dimulai dari kala Miosen Tengah dimana pada kala ini terendapkan Formasi Rambatan (Tmr) yang tersusun atas litologi batupasir gampingan, batusepih, dan perselingan antara batupasir gampingan dengan batusepih. Lalu pada kala yang sama terjadi aktivitas vulkanisme di Serayu Utara yang menyebabkan Formasi Rambatan (Tmr) diintrusi oleh magma berupa diorit (Tmi(d)). Selanjutnya pada kala Miosen Akhir – Pliosen Tengah aktivitas vulkanisme masih terus berlanjut menyebabkan material sedimen klastik bercampur dengan material vulkanik yang menandakan Formasi Halang mulai terendapkan pada daerah penelitian. Formasi Halang tersusun atas litologi berupa batupasir, batulempung, batupasir andesit, dan perselingan antara batupasir dengan batulempung. Masih pada kala yang sama terendapkan Formasi Kumbang secara bersamaan dengan Formasi Halang di kipas bawah laut dimana materialnya berasal dari material vulkanik yang menyebabkan terendapkannya litologi berupa breksi fragmen andesit dan batupasir tuffan pada daerah penelitian. Setelah seluruh formasi terendapkan dan mengalami proses kompaksi terjadi perubahan konfigurasi tektonik regional pada kala Pliosen Akhir – Pliosen yang menyebabkan batuan pada daerah penelitian terdeformasi. Terakhir pada kala Resen atau sekarang terjadi proses geomorfik seperti denudasi atau proses erosional yang menyebabkan perubahan morfologi dan menyebabkan kenampakan morfologi yang terlihat seperti sekarang.

REFERENSI

- Adam, M. D. K., & Rochmana, Y. Z. (2022). Analisis stratigrafi dan sejarah pengendapan Daerah Cibenda, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat dan sekitarnya. *OPHIOLITE: Jurnal Geologi Terapan*, 4(2), 69. <https://doi.org/10.56099/ophiolite.v4i2.26843>
- Angkawijaya, J., Rochmana, Y. Z., & Hastuti, E. W. D. (2024). Rekonstruksi Sejarah Geologi Berdasarkan Analisis Stratigrafi di Daerah Cengal dan Sekitarnya, Kecamatan Maja, Kabupaten Majalengka, Jawa Barat. *Jurnal Mineral, Energi, Dan Lingkungan*, 7(2), 33. <https://doi.org/10.31315/jmel.v7i2.11102>
- Armandita, C. (2011). *Intra-arc trans-tension duplex of Majalengka to Banyumas area: prolific petroleum seeps and opportunities in West-Central Java border*. May 2009. <https://doi.org/10.29118/ipa.2066.09.g.173>
- Astuti, B. S. (2015). Perubahan Muka Air Laut Di Cekungan Serayu Utara Bagian Barat

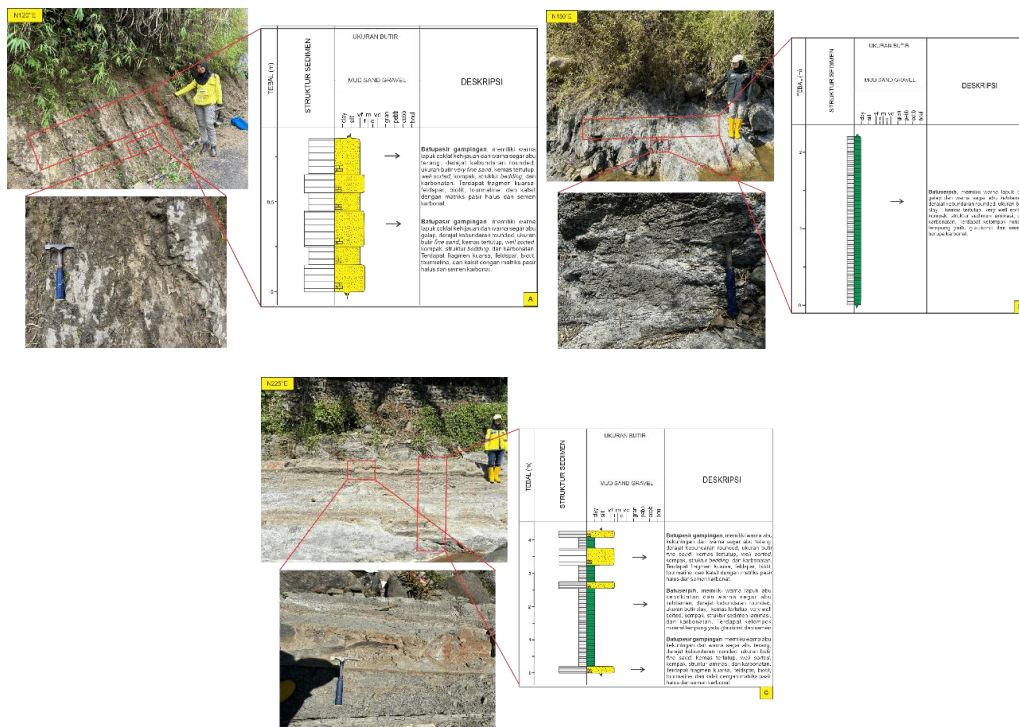
- Selama Miosen Tengah Hingga Pliosen Di Daerah Kuningan Jawa Barat. *ReTII*, 35–40.
- Aulia, K. S., & Rochmana, Y. Z. (2025). *Rekonstruksi sejarah geologi berdasarkan analisis stratigrafi daerah gumelar, kabupaten banyumas, jawa tengah*.
- Barker, R. W. (1960). Taxonomic Notes. In *Society of Economic Paleontologist and Mineralogists a Division of The American Association of Petroleum Geologists* (Vol. 9).
- Blow, P. J. A. (1969). Range Chart, Late Miocene to Recent Planktonic Foraminifera Biostratigraphy. *Proceeding of the First*.
- Harfiandri, M. S., & Rochmana, Y. Z. (2024). Biostratigrafi Formasi Telisa Berdasarkan Persebaran Foraminifera Di Daerah Muaropaiti, Kecamatan Kapur Ix, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. *Bulletin of Scientific Contribution*, 22(2), 153–164. <https://doi.org/10.24198/bsc.v22i2.56104>
- Hibatullah, K. N., & Rochmana, Y. Z. (2024). Stratigraphic Analysis and Depositional History of Kubang Area, Cianjur Regency, West Java. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 5(1), 1–14. <https://doi.org/10.23960/jgrs.ft.unila.189>
- Husein, S., Jyalita, J., & Nursecha, M. A. . (2015). *Pada Rembesan Hidrokarbon Sijenggung* ,. 2(December 2013). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4987.7200>
- Kurniadi, H., & Rochmana, Y. Z. (2024). *Analisis Stratigrafi dan Sejarah Pengendapan Daerah Batu Ampar , Kabupaten Bengkulu Selatan, Bengkulu*. 4(3), 1515–1526.
- M. Djuri., H. Samodra, T.C. Amin, dan S., & Gafoer. (1996). *Peta Geologi Lembar Purwokerto dan Tegal, edisi ke-2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi*.
- Praptisih, P., & Kamtono, K. (2011). Turbidite Facies of the Halang Formation in Ajibarang Area, Central Java. *Indonesian Journal on Geoscience*, 6(1), 13–27. <https://doi.org/10.17014/ijog.v6i1.112>
- Pratama, D. A. (2020). *Pemetaan geologi dan struktur geologi daerah pemalang, jawa tengah*.
- Radityo, D., Ekasara, A. R., Atmojo, H. T., Arrisaldi, T., & Rachmawati, D. (2023). Tinjauan Literatur dan Analisis Hubungan Kerapatan Kontur terhadap Resistensi Batuan Daerah Watukumpul, Kabupaten Pemalang, Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Geologi PANGAEA*, 10(2), 61. <https://doi.org/10.31315/jigp.v10i2.11189>
- Rizal, Y., Lagona, R., & Dwijo Santoso, W. (2017). Turbidite Facies Study of Halang Formation on Pangkalan River, Karang Duren - Dermaji Village, Banyumas District, Central Java - Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 71(1), 1–18. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/71/1/012032>
- Rohmana, R. C., & Achmad, A. (2019). Analisis Sedimentologi dan Stratigrafi untuk Rekonstruksi Model Lingkungan Pengendapan: Mengungkap Proses Pembentukan Formasi Tapak , Abstrak Objek studi difokuskan pada Formasi Tapak yang terendapkan pada Miosen Akhir – Pliosen Akhir di Sub-Cekungan Ban. *Geoscience Dan Teknologi*, 2 no.3(58), 126–134.
- Van Bemmelen. (1949). The Geology of Indonesia Vol. 1A. In *Government Printing Office* (Vol. 85, pp. 219–230). <https://doi.org/10.1385/0-89603-489-5:219>
- Walker, R. G. (1978). Deep-Water Sandstone Facies and Ancient Submarine Fans: Models for Exploration for Stratigraphic Traps. *AAPG Bulletin (American Association of Petroleum Geologists)*, 62(6), 932–966. <https://doi.org/10.1306/c1ea4f77-16c9-11d7-8645000102c1865d>
- Widagdo, A., & Brahmantyo, B. (2014). Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Potensi Geodiversitas Di Daerah Sungai Klawing , Kabupaten Purbalingga-Jawa Tengah The Influence of Geological Structures to The Geo-diversity Potential in The Klawing River , Purbalingga. *Dinamika Rekayasa*, 10(1), 29–34.



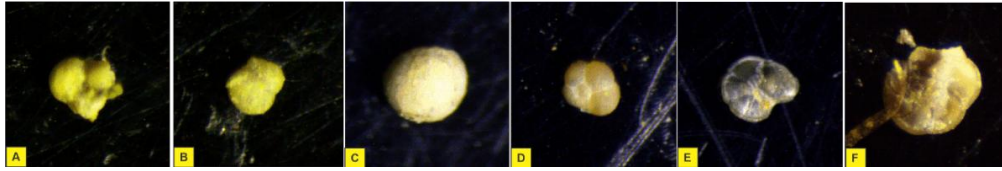
Gambar 1. Stratigrafi regional daerah penelitian (M. Djuri et al., 1996 dalam Husein et al., 2015).

UMUR			LITHOSTRATIGRAFI		
Masa	Zaman	Kala	Formasi	Satuan batuan	Lingkungan pengendapan
Kenozoikum	Tersier	Pliosen	Formasi Halang (Tmph)	Breksi dan batupasir tuffan	Submarine fan (upper fan)
			Formasi Kumbang (Tmkp)		
		Miosen	Formasi Rambatan (Tmr)	Batupasir gampingan, Batuserpih, dan perselingan Batupasir gampingan dan Batuserpih	Submarine fan (lower fan) dengan aktivitas vulkanik

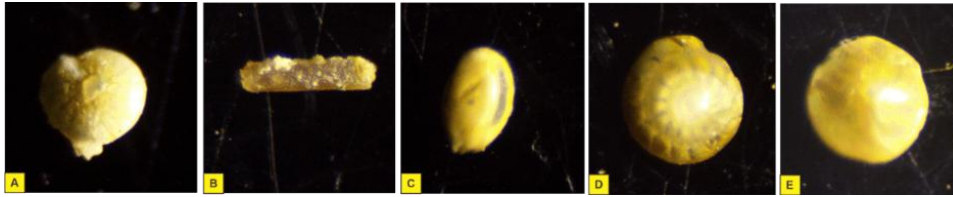
Gambar 2. Stratigrafi lokal daerah penelitian



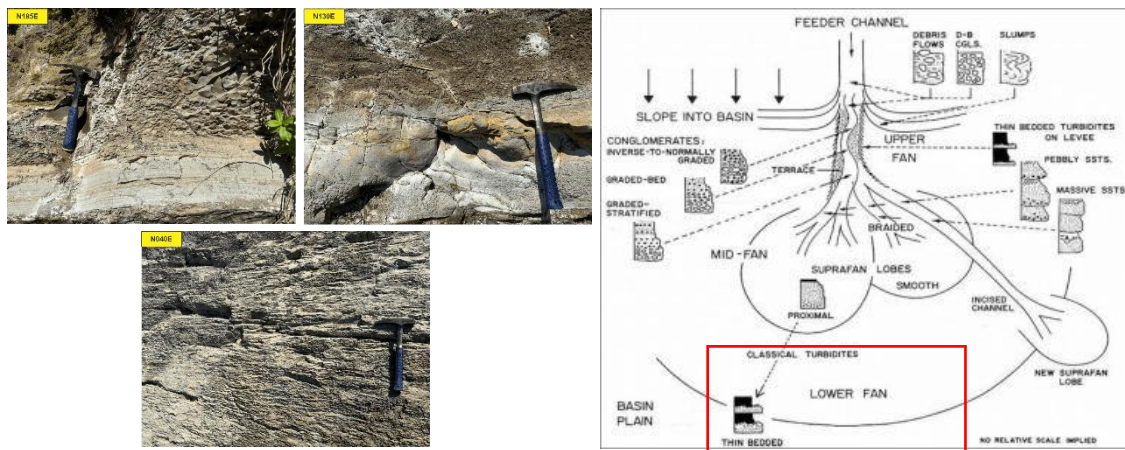
Gambar 3. Profil dan foto singkapan Formasi Rambatan (Tmr) (A) batupasir gampingan, (B) batuserpih, (C) perselingan batupasir gampingan dan batuserpih



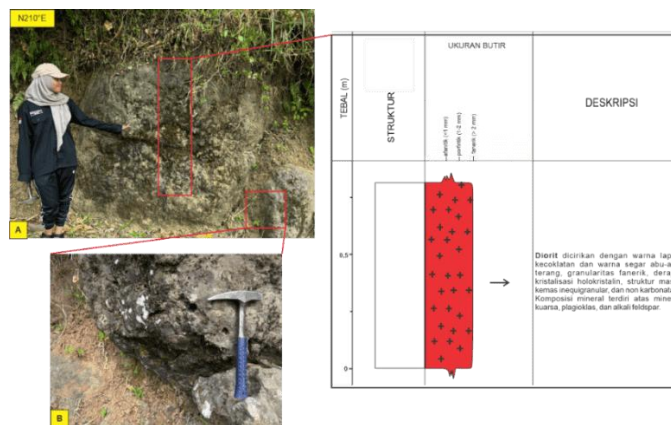
Gambar 4. Fossil foraminifera planktonik batupasir gampingan Formasi Rambatan (Tmr)



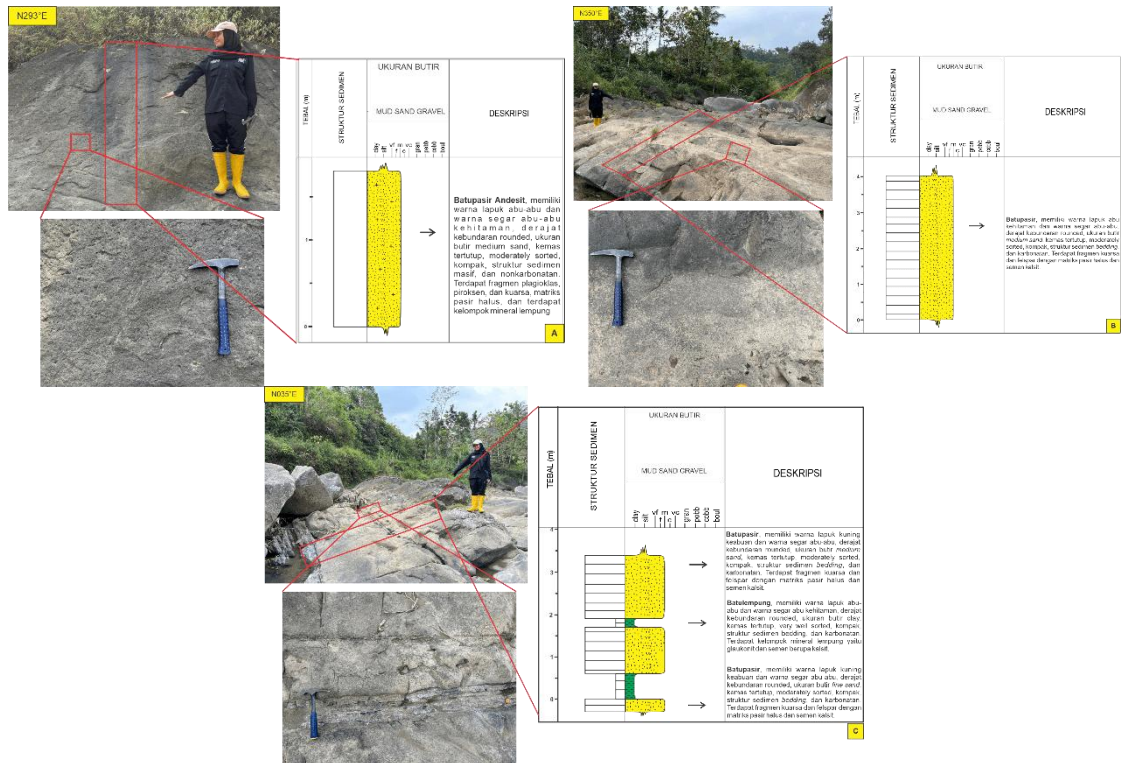
Gambar 5. Fossil foraminifera bentonik Batupasir Gampingan Formasi Rambatan (Tmr)



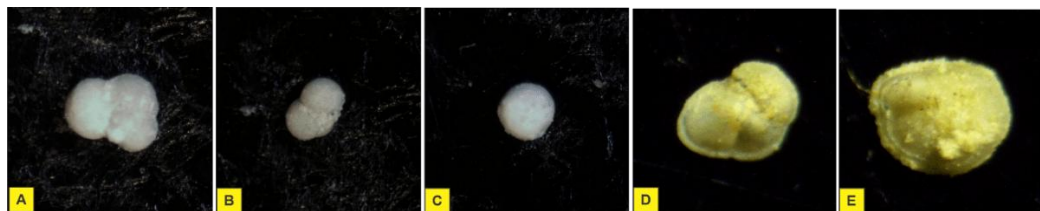
Gambar 6. (a) Struktur sedimen penciri arus turbidit pada Formasi Rambatan, (b) Lingkungan pengendapan Formasi Rambatan (Tmr) berdasarkan model kipas bawah laut (Walker, 1978)



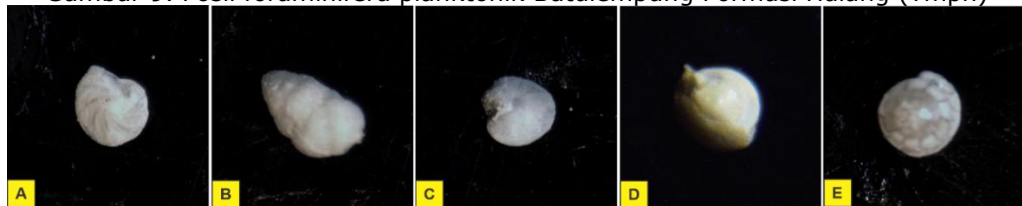
Gambar 7. Profil dan foto singkapan (A) jarak jauh dan (B) jarak dekat Intrusi Diorit (Tmi(d))



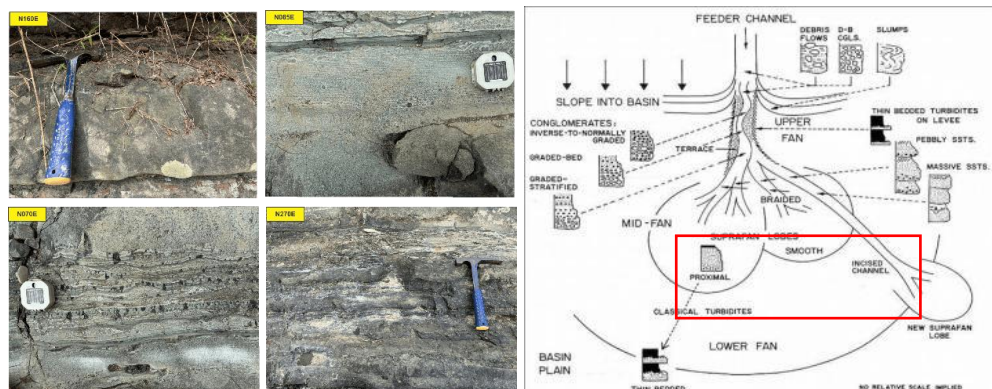
Gambar 8. Profil dan foto singkapan Formasi Halang (Tmph) (A) batupasir andesit, (B) batupasir, dan (C) perselingan batupasir dan batulempung



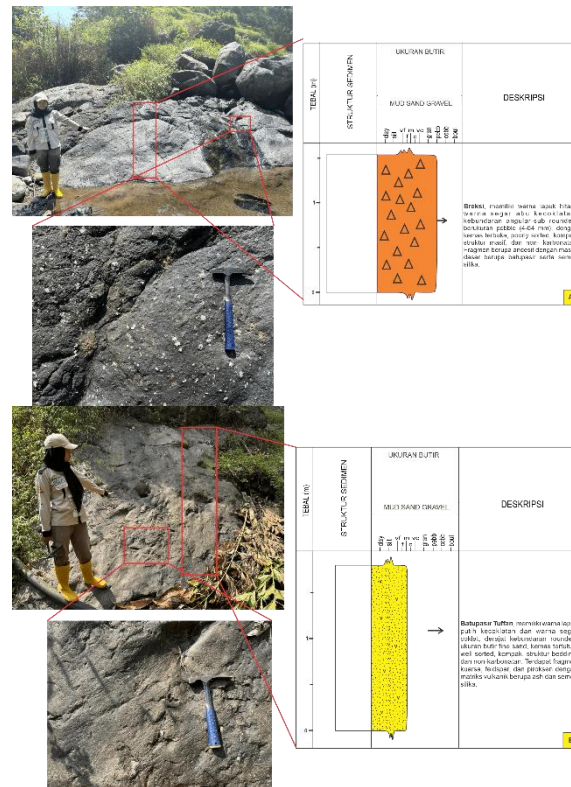
Gambar 9. Fosil foraminifera planktonik Batulempung Formasi Halang (Tmph)



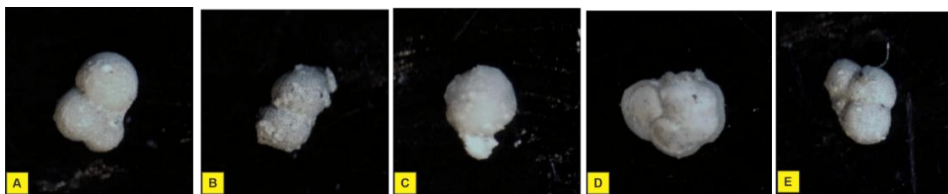
Gambar 10. Fosil foraminifera bentonik Batupasir Formasi Halang (Tmph)



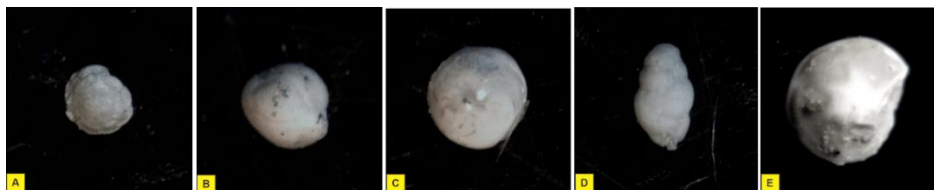
Gambar 11. (a) Struktur sedimen penciri arus turbidit pada Formasi Halang, (b) Lingkungan pengendapan Formasi Halang (Tmph) berdasarkan model kipas bawah laut (Walker, 1978)



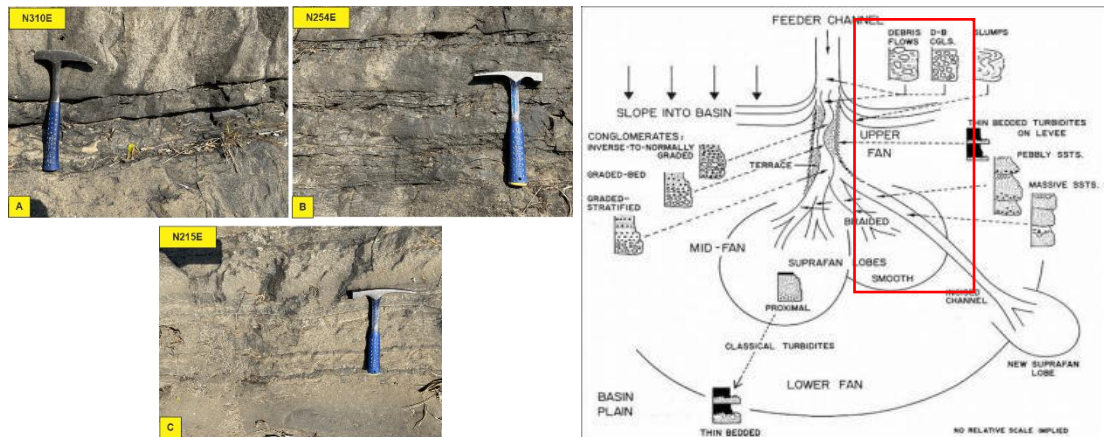
Gambar 12. Profil dan foto singkapan jarak jauh (A) dan jarak dekat (B) Formasi Kumbang (TmPk)



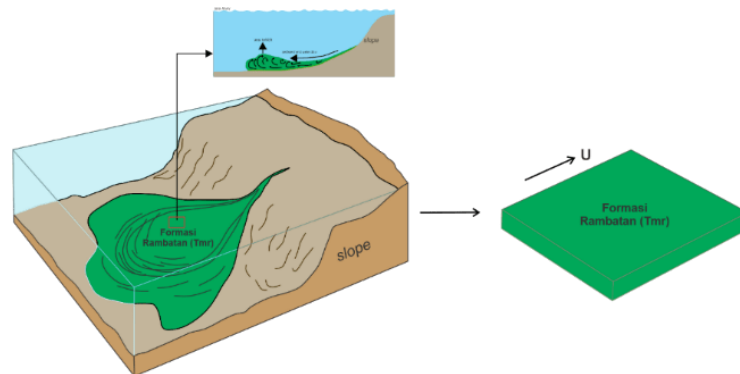
Gambar 13. Fosil foraminifera planktonik pada sampel batulempung



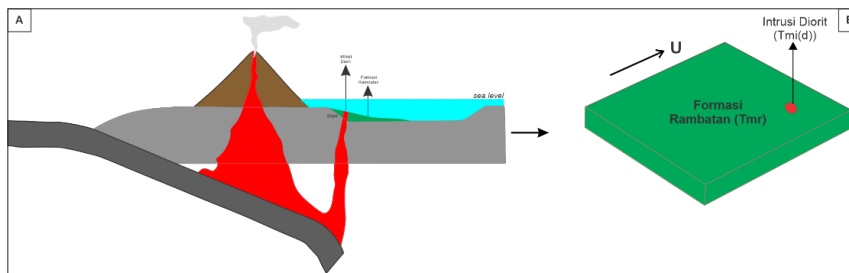
Gambar 14. Fosil foraminifera bentonik pada sampel batulempung



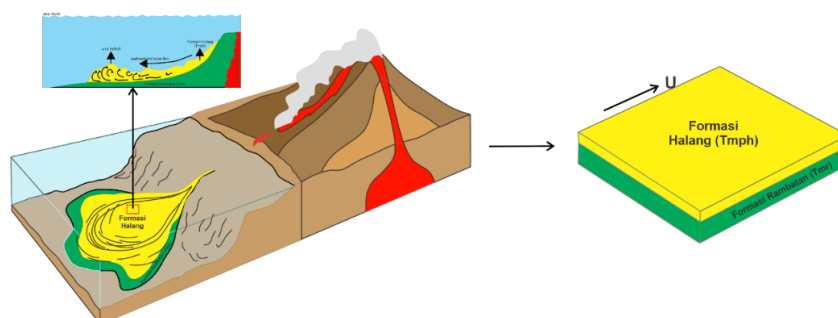
Gambar 15. (a) Penciri arus turbidit (Bouma Sequence) pada Formasi Kumbang (TmPk), (b) Lingkungan pengendapan Formasi Kumbang (TmPk) berdasarkan model kipas bawah laut (Walker, 1978)



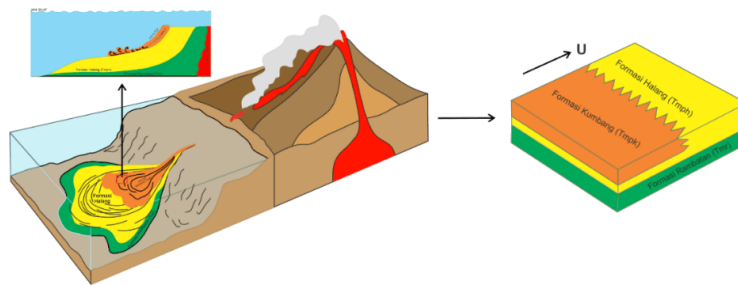
Gambar 16. Model proses pengendapan Formasi Rambatan (Tmr) di daerah penelitian pada kala Miosen Tengah



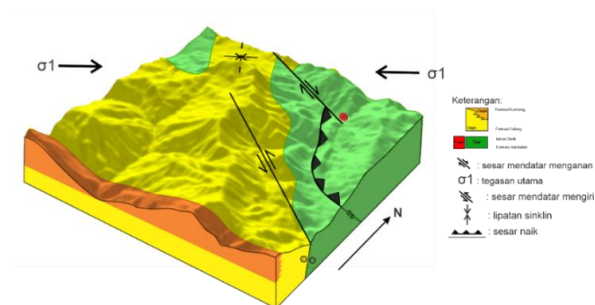
Gambar 17. Peningkatan aktivitas vulkanisme di Serayu Utara ditandai dengan terjadinya intrusi diorit yang menerobos Formasi Rambatan (Tmr)



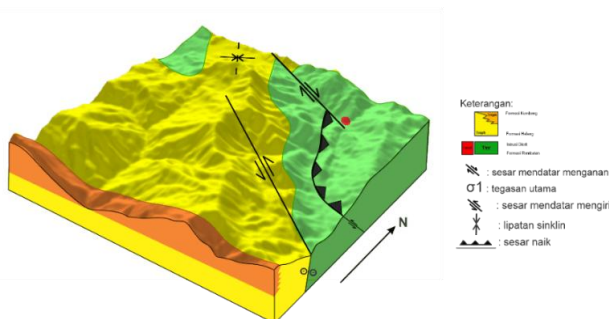
Gambar 18. Model proses pengendapan Formasi Halang (Tmph) di daerah penelitian



Gambar 19. Model proses pengendapan Formasi Kumbang (Tmkp) di daerah penelitian



Gambar 20. Ilustrasi keadaan daerah penelitian pada kala Pliosen Akhir – Pleistosen



Gambar 21. Ilustrasi keadaan daerah penelitian pada kala Pliosen – Resen

Tabel 1. Jumlah keterdapatan spesies foraminifera planktonik

No.	Foraminifera Planktonik	Jumlah spesies tiap lokasi penelitian			Total Spesies
		LP 1 (Batupasir gampingan Formasi Rambatan)	LP 2 (Batulempung Formasi Halang)	LP 3 (Batulempung Formasi Halang)	
1	<i>Globigerinoides subquadratus</i> (C)	8	-	-	8
2	<i>Orbulina bilobata</i> (A)	13	9	9	31
3	<i>Orbulina universa</i> (A)	18	5	-	23
4	<i>Globorotalia obesa</i> (A)	7	-	4	11
5	<i>Globorotalia praemenardii</i> (C)	8	-	-	8
6	<i>Globorotalia lobata</i> (A)	14	-	-	14
7	<i>Globigerinoides immaturus</i> (A)	-	14	-	14
8	<i>Globorotalia tumida</i> (A)	-	15	16	31
9	<i>Globorotalia plesiotumida</i> (R)	-	4	-	4
10	<i>Sphaeroidinella subdehiscens</i> (A)	-	-	12	12
11	<i>Orbulina suturalis</i> (C)	-	-	6	6

Keterangan : Rare (R) = 1-5 Common (C) = 6-10 Abundant = >10

Tabel 2. Penarikan umur relatif pada Batupasir Gampingan Formasi Rambatan berdasarkan keterdapatan fosil foraminifera planktonik

UMUR	EOCENE		OLIGOCENE			MIOCENE										PLIOCENE		PLEISTOCENE												
	middle	late	early	middle	late	early		middle			late		e	middle	late	Holocene														
	a	b	c	d	e.1-4	e.5		f.1	f.2	f.3	g			h																
Foraminifera Planktonik	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	N1P20	N2P21	N3P22	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23
1 <i>Globogerinoides subquadratus</i> (C)																														
2 <i>Orbulina bilobata</i> (A)																														
3 <i>Orbulina universa</i> (A)																														
4 <i>Globorotalia obesa</i> (C)																														
5 <i>Globorotalia praemenardii</i> (C)																														
6 <i>Globorotalia lobata</i> (A)																														

Tabel 3. Penarikan umur relatif pada Batulempung Formasi Halang berdasarkan keterdapatan fosil foraminifera planktonik

UMUR		EOCENE		OLIGOCENE			MIOCENE										PLIOCENE		PLEISTOCENE												
		middle	late	early	middle	late	early		middle			late		e	middle	late	Holocene														
		a	b	c	d	e.1-4	e.5		f.1	f.2	f.3	g		h																	
Foraminifera Planktonik		P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	N1P20	N2P21	N3P22	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23
1	<i>Globigerinoides immaturus</i>	(A)																													
2	<i>Orbulina bilobata</i>	(C)																													
3	<i>Orbulina Universa</i>	(R)																													
4	<i>Globorotalia tumida</i>	(A)																													
5	<i>Globorotalia plesiotumida</i>	(R)																													

Tabel 4. Penarikan umur relatif pada Batulempung Formasi Halang berdasarkan keterdapatan fosil foraminifera planktonik

UMUR		EOCENE		OLIGOCENE		MIOCENE										PLIOCENE			PLEISTOCENE												
		middle	late	early	middle	late	early		middle			late		e	middle	late	Holocene														
		a	b	c	d	e.1-4	e.5		f.1	f.2	f.3			g			h														
Foraminifera Planktonik		P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	N1P20	N2P21	N3P22	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23
1	<i>Sphaeroidinella subdehiscens</i> (A)																														
2	<i>Orbulina bilobata</i> (C)																														
3	<i>Orbulina suturalis</i> (C)																														
4	<i>Globorotalia tumida</i> (A)																														
5	<i>Globorotalia obesa</i> (C)																														

Tabel 5. Jumlah keterdapatan spesies foraminifera bentonik

No.	Foraminifera bentonik	Jumlah spesies tiap lokasi penelitian			Total Spesies
		LP 1 (Batupasir gampingan Formasi Rambatan)	LP 2 (Batulempung Formasi Halang)	LP 3 (Batulempung Formasi Halang)	
1	<i>Cyclammina Cancellata</i> (A)	15	-	-	15
2	<i>Psammalodendron arborescens</i> (A)	17	9	-	26
3	<i>Chilostomella oolina</i> (C)	3	5	-	8
4	<i>Cibicides robertsianus</i> (R)	4	-	-	4
5	<i>Siphonina bradyana</i> (C)	8	-	-	8
6	<i>Robulus thalmani</i> (A)	-	13	4	17
7	<i>Uvigerina bifucarta</i> (A)	-	13	4	17
8	<i>Osangularia bengalensis</i> (A)	-	14	-	14
9	<i>Flintia robusta</i> (C)	-	4	5	9
10	<i>Hoglundina elegans</i> (A)	-	7	15	22
11	<i>Amphistegina gibbosa</i> (C)	-	-	8	8

Keterangan : Rare (R) = 1-5 Common (C) = 6-10 Abundant = >10

Tabel 6. Penentuan lingkungan batimetri pada Batulempung Formasi Halang berdasarkan keterdapatan foraminifera bentonik

Lingkungan Batimetri		Transisi	Neritik			Batial		Abisal
			Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
Foraminifera Bentonik		0	20	100	200	500	2000	4000
1	<i>Cyclammina cancellata</i> (1100 ft) (A)							
2	<i>Psammalodendron arborescens</i> (350 ft) (A)							
3	<i>Chilostomella oolina</i> (580 ft) (R)							
4	<i>Cibicides robertsianus</i> (390 ft) (R)							
5	<i>Siphonina bradyana</i> (390 ft) (C)							

Tabel 7. Penentuan lingkungan batimetri pada Batulempung Formasi Halang berdasarkan keterdapatan foraminifera bentonik

Lingkungan Batimetri		Transisi	Neritik			Batial		Abisal
			Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
Foraminifera Bentonik		0	20	100	200	500	2000	4000
1	<i>Robulus Thalmanni</i> (390 ft) (A)							
2	<i>Uvigerina bifucarta</i> (345 ft) (A)							
3	<i>Osangularia bengalensis</i> (580 ft) (A)							
4	<i>Flintia robusta</i> (390 ft) (R)							
5	<i>Hoglundina elegans</i> (390 ft) (C)							

Tabel 8. Penentuan lingkungan batimetri pada Batulempung Formasi Halang berdasarkan keterdapatan foraminifera bentonik

Lingkungan Batimetri		Transisi	Neritik			Batial		Abisal
			Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
Foraminifera Bentonik		0	20	100	200	500	2000	4000
1	<i>Hoglundina elegans</i> (390 ft) (A)							
2	<i>Flintia robusta</i> (390 ft) (R)							
3	<i>Amphistegina gibbosa</i> (435 ft) (C)							
4	<i>Uvigerina bifucarta</i> (345 ft) (R)							
5	<i>Robulus thalmanni</i> (390 ft) (R)							

