

## REKONSTRUKSI SEJARAH GEOLOGI BERDASARKAN ANALISIS STRATIGRAFI DI DAERAH CENGAL DAN SEKITARNYA, KECAMATAN MAJA, KABUPATEN MAJALENGKA, JAWA BARAT

Jonathan Angkawijaya Sunarta <sup>1)</sup>, Yogie Zulkurnia Rochmana <sup>1\*)</sup>, Endang Wiwik Dyah Hastuti <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

\*E-mail: [yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id](mailto:yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id)

### ABSTRAK

Mekanisme arus turbidit yang terjadi pada Tersier dan aktivitas vulkanik pada Kuartar menghasilkan endapan vulkanik, laut dangkal, dan laut dalam pada Sub-Cekungan Majalengka. Lingkungan pengendapan yang bervariasi memerlukan pemahaman geologi yang lebih detail. Pada daerah Cengal, penelitian terkait rekonstruksi sejarah geologi belum dilakukan secara komprehensif, sehingga penelitian ini bertujuan mengetahui kronologi dan mekanisme pengendapan pada daerah tersebut. Metode penelitian berupa observasi lapangan dan analisis stratigrafi. Pengendapan diawali pada Miosen Awal, yaitu Formasi Cinambo Anggota Bawah dengan litologi batupasir serta lingkungan pengendapan *lower fan* dan Formasi Cinambo Anggota Atas dengan litologi batuserpih serta lingkungan pengendapan *lower fan*. Selanjutnya, Kala Miosen Tengah terendapkan Formasi Halang Anggota Bawah yang lingkungan pengendapannya *upper fan* dengan litologi breksi. Pada Miosen Akhir terendapkan Formasi Halang Anggota Atas dengan lingkungan pengendapan *upper fan* yang memiliki litologi perselingan batupasir dan batulempung dan terjadi aktivitas tektonik berupa gaya kompresional membentuk struktur lipatan. Terjadi pula aktivitas vulkanik yang menyebabkan intrusi magma berupa *dike* menerobos Formasi Halang. Pada Pliosen Awal terendapkan selaras Formasi Kaliwangu yang lingkungan pengendapannya laut dangkal dengan litologi batulempung. Pada Plistosen Awal dan Akhir terendapkan material gunung api di atas Formasi Cinambo dan Halang dengan lingkungan pengendapan darat yang memiliki litologi breksi gunung api.

**Kata Kunci:** arus turbid; sejarah geologi; stratigrafi; sub-cekungan Majalengka.

### ABSTRACT

*The turbidite current mechanism that occurred in the Tertiary and volcanic activity in the Quaternary produced volcanic deposits, shallow seas, and deep seas in the Majalengka Sub-Basin. The varied depositional environments require a more detailed understanding of the geology. In the Cengal area, research related to the reconstruction of geological history has not been carried out comprehensively, so this research aims to determine the chronology and depositional mechanisms in this area. The research method is field observation and stratigraphic analysis. Deposition began in the Early Miocene, namely in the Lower Member Cinambo Formation with sandstone lithology and a lower fan depositional environment and the Upper Member Cinambo Formation with shalestone lithology and a lower fan depositional environment. Furthermore, during the Middle Miocene, the Lower Member Halang Formation was deposited, the depositional environment being an upper fan with breccia lithology. In the Late Miocene, the Upper Member Halang Formation was deposited in an upper fan depositional environment that had interbedded sandstone and claystone lithologies, and tectonic activity occurred in the form of compressional forces forming fold structures. Volcanic activity also occurred, which caused magma intrusion in the form of dikes to break through the Halang Formation. In the Early Pliocene, it was deposited in line with the Kaliwangu Formation, whose depositional environment was shallow marine with mudstone lithology. In the Early and Late Pleistocene, volcanic material was deposited on top of the Cinambo and Halang Formations in a terrestrial depositional environment that had volcanic breccia lithology.*

**Keywords:** geological history; Majalengka sub-basin; stratigraphy; turbidity current.

## I. PENDAHULUAN

Stratigrafi secara umum merupakan cabang ilmu geologi yang mempelajari aturan dan lapisan batuan dari berbagai aspek yang menjelaskan evolusi terbentuknya batuan tersebut dalam skala waktu geologi (IAGI, 1996; Darman et al., 2021). Hubungan antara analisis stratigrafi dengan sejarah geologi geologi menjelaskan proses keterbentukan stratigrafi pada daerah penelitian yang meliputi lingkungan pengendapan dan genesa dari litologi batuan (Hutomo & Firmansyah, 2020). Dengan memahami kondisi stratigrafi daerah penelitian, akan memberikan gambaran dan mekanisme pembentukan

geologi yang dapat diterapkan untuk dijadikan dasar oleh penelitian selanjutnya. Namun, metode yang berbeda dapat menghasilkan kesimpulan yang bertentangan (Petit et al., 2022). Rekonstruksi sejarah geologi menjelaskan mengenai sejarah pengendapan formasi dari Kala Tersier hingga Kuartar pada daerah penelitian yang didapatkan dari hasil analisis stratigrafi berupa korelasi antar litologi, kandungan fosil guna determinasi umur, serta petrografi untuk menentukan komposisi dalam batuan tersebut (Adam & Rochmana, 2022).

Secara regional, Desa Cengal, Kecamatan Maja, Kabupaten Majalengka termasuk ke dalam Sub Cekungan Majalengka yang merupakan bagian dari Cekungan Bogor. Cekungan Bogor merupakan evolusi pulau Jawa yang terbentuk secara dominan di lingkungan laut dibandingkan lingkungan darat (Muljana et al., 2012; Rachman et al., 2021). Sub Cekungan Majalengka pada cekungan busur belakang (*back arc basin*) terdiri dari lapisan batuan dengan rentang umur Pra Tersier hingga Kuartar (Van Bemmelen, 1949; Sudithio et al., 2017). Urut – urutan stratigrafi pada Sub Cekungan Majalengka dimulai dari Kala Miosen hingga Kala Pleistosen (Djuri, 1995) (Gambar 1). Sub Cekungan Majalengka merupakan cekungan sedimen yang berisi endapan material vulkanik, endapan sedimen laut dangkal, dan endapan sedimen laut dalam yang terdapat pada daerah penelitian. Cekungan sedimen merupakan ruang yang disediakan untuk potensi akumulasi sedimen, akibat kenaikan permukaan laut, penurunan permukaan laut, atau kombinasi dari dua proses ini (Catuneanu, 2020). Sebagian besar cekungan sedimen berkembang melalui kontraksi dan pembebanan litosfer atau perluasan kerak dan selanjutnya penurunan suhu. Kedua proses ini didominasi oleh tektonik (Stewart, 2020).

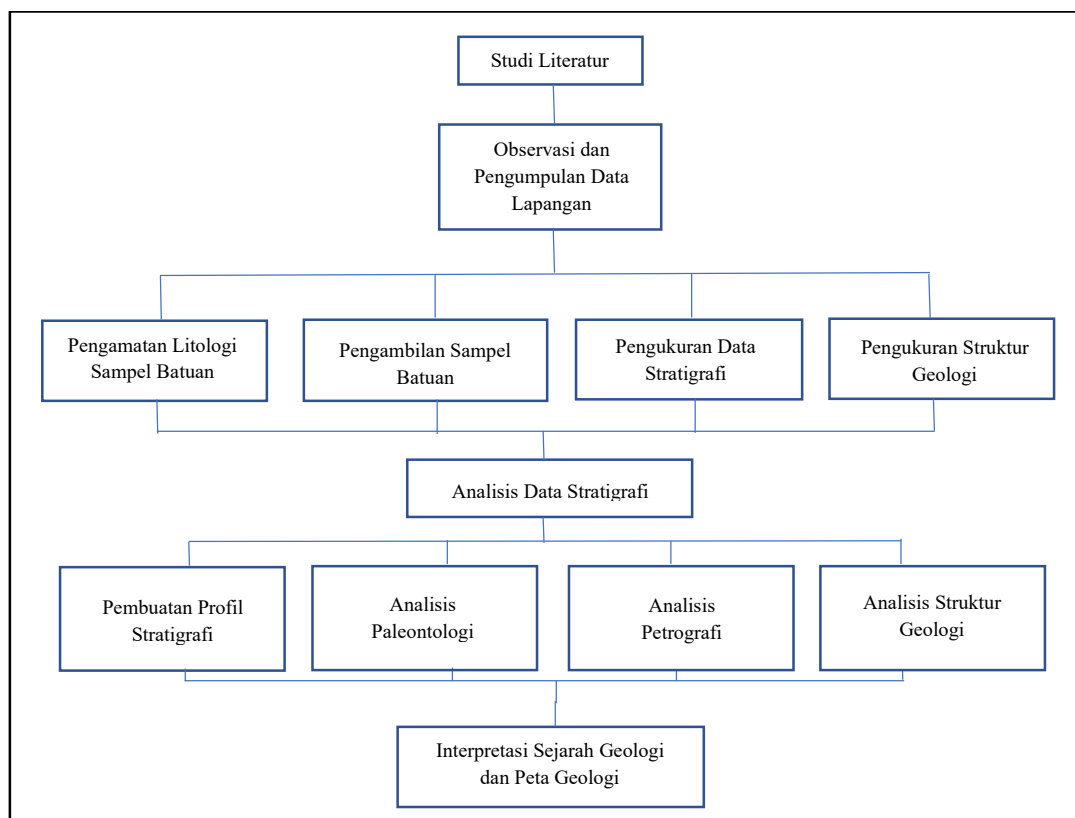


**Gambar 1.** Stratigrafi regional daerah penelitian  
 Sumber: Djuri, 1995

Daerah penelitian memiliki luas petakan sebesar 9x9 km<sup>2</sup> yang terdiri dari Formasi Cinambo dan terbagi atas dua anggota, yakni Formasi Cinambo Anggota Bawah (*lower*) berumur Miosen Awal dan Formasi Cinambo Anggota Atas (*upper*) berumur Miosen Awal. Lalu Formasi Halang yang terbagi menjadi dua anggota, yakni Formasi Halang Anggota Bawah (*lower*) berumur Miosen Tengah yang didominasi breksi dengan fragmen andesit (Mukti & Ito, 2010; Mukti, 2018) serta Formasi Halang Anggota Atas (*upper*) berumur Miosen Akhir dengan litologi perselingan batupasir dan batulempung (Philetas et al., 2019). Selanjutnya Formasi Kaliwangu berumur Pliosen Awal dan terbentuk pada lingkungan peralihan (Rachman & Winantris, 2023). Lalu Intrusi Andesit berumur Miosen Akhir dengan litologi batuan beku ekstrusif berupa andesit yang memiliki lebar 20 – 30 meter dan berbentuk seperti retas lempeng (Hutomo & Firmansyah, 2020), Hasil Gunungapi Tua Tak Teruraikan berumur Pliosen Awal dengan litologi tanah vulkanik endapan Gunung Ciremai dan Hasil Gunungapi Tua Breksi berumur Pliosen Akhir dengan litologi breksi vulkanik endapan Gunung Tampomas.

Stratigrafi daerah penelitian terbagi menjadi empat satuan batuan antara lain Endapan Aluvium dan Satuan Batuan Beku Andesit, Satuan Breksi Vulkanik, Satuan Batupasir, dan Satuan Batulempung berdasarkan kajian sejarah geologi Sub Cekungan Majalengka (Hutomo & Firmansyah, 2020). Akan tetapi pada penelitian tersebut masih dalam ruang lingkup yang lebih kecil dan belum tergambar jelas rekonstruksi sejarah geologinya, sehingga hasilnya tidak terlalu detail menjelaskan tentang proses pengendapan pada Sub Cekungan Majalengka. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan berdasarkan analisis stratigrafi pada daerah Cengal, Sub Cekungan Majalengka dengan harapan memberikan gambaran rekonstruksi sejarah geologi serta informasi kegeologian yang lebih detail.

## II. METODE



**Gambar 2.** Diagram alir metode penelitian.

Adapun metode yang digunakan mencakup observasi lapangan serta analisis data stratigrafi (Gambar 2). Untuk mengetahui kenampakan megaskopis litologi pada suatu singkapan, dilakukan observasi singkapan, pengukuran *strike* dan *dip* lapisan batuan, pengukuran profil stratigrafi, dan pengukuran struktur geologi berupa lipatan pada masing – masing sayap lipatan. Dalam geologi struktur, aspek yang paling banyak dipelajari yaitu asal usul sebuah lipatan dimana semua lipatan menunjukkan penurunan yang bervariasi dari nilai mendekati horizontal hingga curam (Folds, 2021).

Analisis stratigrafi dilakukan setelah semua data hasil observasi lapangan diperoleh. Analisis stratigrafi dimulai dari pengamatan petrografi dan pengamatan mikropaleontologi. Analisis petrografi bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta mineral pada batuan berukuran mikro. Untuk analisis petrografi digunakan bermacam-macam klasifikasi dari para ahli sesuai litologi batuan. Sedangkan analisis paleontologi bertujuan untuk mengetahui umur suatu formasi serta lingkungan pengendapannya dalam penentuan fosil foraminifera. Dalam analisis paleontologi, digunakan klasifikasi (Blow, 1970; Lucas & Ononeme, 2020) untuk mengetahui umur formasinya dan lingkungan pengendapannya. Kemudian dilakukan analisis struktur geologi berdasarkan data *strike* dan *dip* pada masing – masing sayap lipatan di lapangan. Hasil analisis tersebut diperoleh nilai *hinge line*, *hinge surface*, *interlimb*, nilai tegasan maksimum, dan nilai tegasan minimum. Setelah data tersebut dianalisis stratigrafinya, maka dibentuk peta geologi serta rekonstruksi sejarah geologi wilayah penelitian.

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1. Stratigrafi

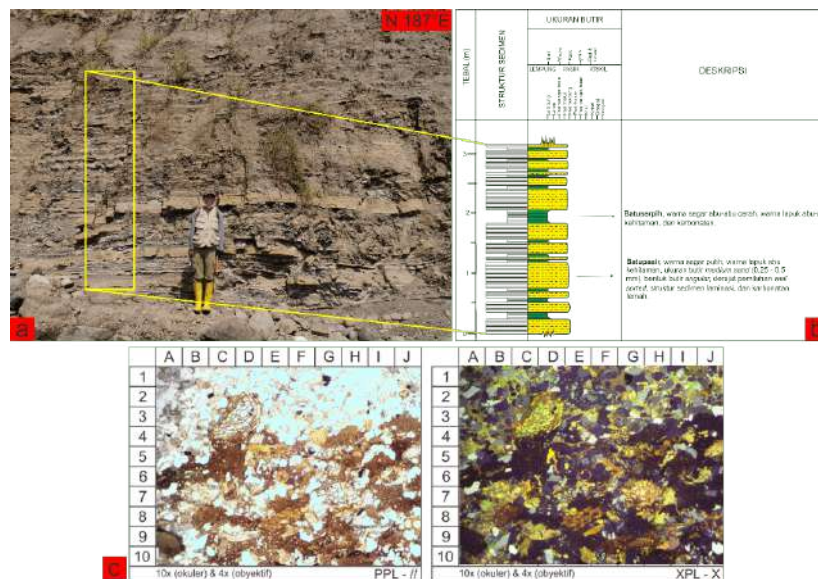
Pada daerah Cengal dan sekitarnya, terdapat delapan formasi yang menyusun stratigrafi pada daerah penelitian (Gambar 3) diantaranya, yaitu:

Umur		Lithostratigrafi				
Kala	Simbol	Formasi	Litologi	Ling. Pengendapan		
Pleistosen	Qvb	Gunungapi Tua Breksi	Endapan Breksi Gunungapi Monsomik	Darat		
	Qvu	Hasil Gunungapi Tua Tak Teruralkan	Breksi Gunungapi Polimik	Darat		
Pliosen	Tpk	Formasi Kaliwangu	Batulempung, Batupasir Gampingan	Laut Dangkal		
Miosen	Akhir	Formasi Halang	Andesit-Homblande	Batupasir, Batupasir Tuff, Batulempung, Konglomerat	Laut Dangkal	
	Tengah			Ha	Braksi, Tuff, Batulempung	Laut Dangkal
	Awal			Tomcu	Batuserpih, Batupasir	Laut Dangkal
		Formasi Cinambo		Batupasir, Batuserpih	Laut Dalam	

Gambar 3. Stratigrafi lokal daerah penelitian

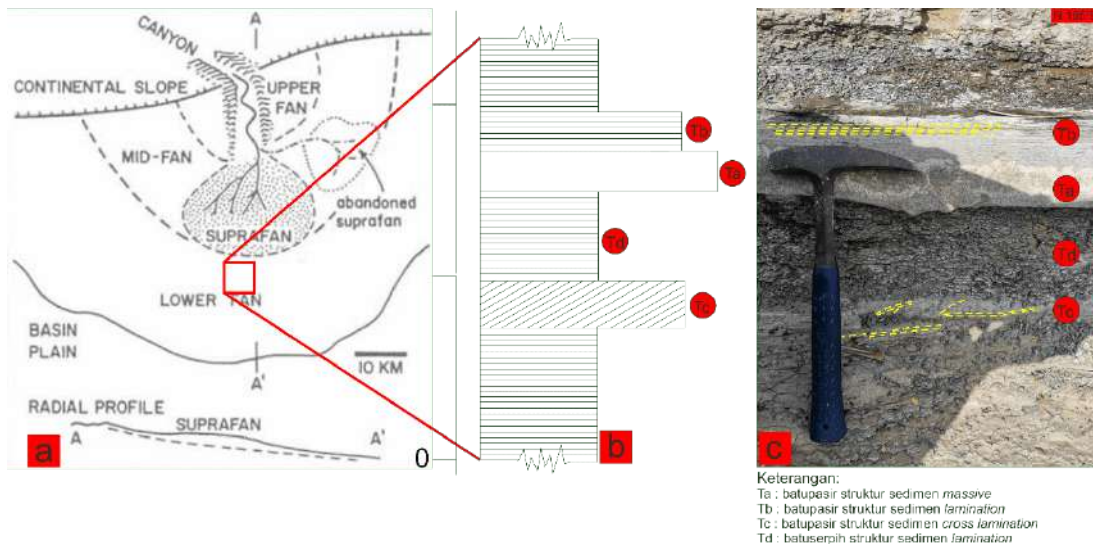
##### 3.1.1 Formasi Cinambo Anggota Bawah (Tomcl)

Formasi Cinambo Anggota Bawah merupakan formasi tertua dengan umur Kala Miosen Awal dan memiliki litologi yang tersusun atas batupasir dan di beberapa tempat ditemukan perselingan batupasir dan batuserpih (Gambar 4a dan 4b). Batupasir Formasi Cinambo Anggota Bawah memiliki ciri bentuk warna segar yaitu abu – abu, butir *sub rounded*, warna lapuk yaitu abu kecoklatan, struktur sedimen laminasi, bersifat karbonatan, ukuran butir *medium sand* (0,25 – 0,5 mm), kemas tertutup, serta kandungan mineral yang dilihat secara mikroskopis terdiri dari kuarsa (22%), feldspar (8%), fosil foraminifera (17%), mineral lempung (6%), dan mineral karbonat (12%) (Gambar 4c). Litologi batuserpih memiliki ciri warna segar yaitu abu – abu gelap, warna lapuk yaitu abu – abu kehitaman, struktur sedimen laminasi, dan bersifat karbonatan.



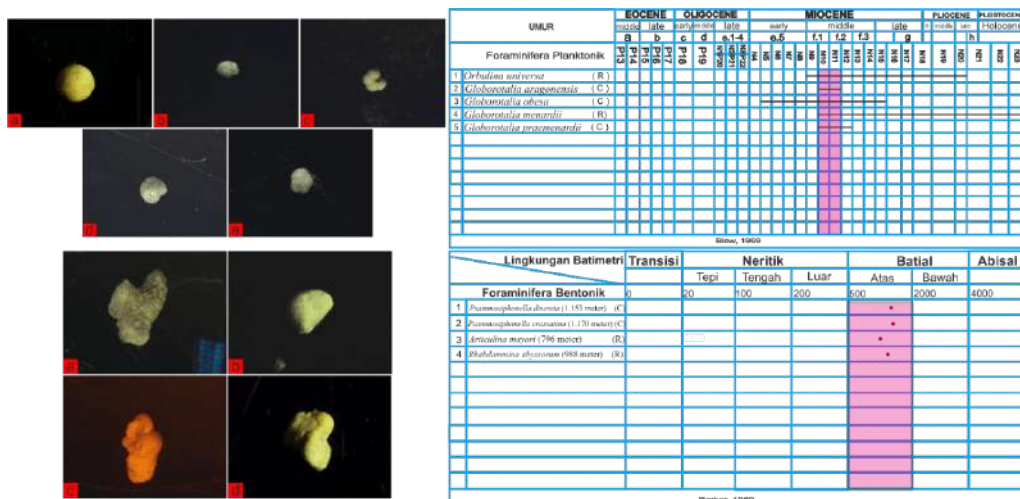
Gambar 4. a). Singkapan perselingan Batupasir dan Batuserpih Cinambo Anggota Bawah b). Profil perselingan Batupasir dan Batuserpih c). Kenampakan petrografi Batupasir Cinambo Anggota Bawah.

Formasi Cinambo Anggota Bawah diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan kipas bagian bawah (*lower fan*) dalam sistem kipas laut dalam (Gambar 5a). Fasies tersebut dicirikan dengan adanya singkapan perselingan antar batupasir dan batuserpih dengan keterdapatan struktur sedimen yang berbeda dalam satu fasies. Pada formasi ini ditemukan singkapan dengan struktur sedimen *lamination*, *cross lamination*, dan *massive* (Gambar 5b dan 5c). Keterdapatan struktur tersebut mengindikasikan bahwa daerah tersebut terbentuk dengan arus turbulen atau arus turbidit dimana arus tersebut membawa material dari lereng ke dasar laut dengan kecepatan yang tinggi. Pada daerah penelitian, termasuk ke dalam sikuen bouma bagian Ta hingga Td (Walker & James, 1992). Fasies ini memiliki ciri litologi perselingan batupasir dan batuserpih yang mengalami pengendapan dengan mekanisme aliran *low density turbidity current* dikarenakan pada singkapan tersebut dicirikan dengan dengan material sedimen berbutir halus (Lowe, 1982).



**Gambar 5.** a). Model fasies kipas laut dalam (Sumber: Walker & James, 1992)  
 b). Kolom stratigrafi singkapan c). Foto singkapan sikuen Bouma

Pada batupasir terdapat lima fosil foraminifera planktonik, diantaranya *Orbulina universa*, *Globorotalia aragonensis*, *Globorotalia obesa*, *Globorotalia menardii*, dan *Globorotalia praemenardii*. Kemudian dilakukan penarikan umur relatif dan didapatkan umur batuan yaitu *Early Miocene* (N10) (Blow, 1970; Lucas & Ononeme, 2020). Selain itu, terdapat pula empat fosil foraminifera bentonik, diantaranya *Psammosiphonella discrete*, *Psammosiphonella crassatina*, *Articulina mayori*, dan *Rhabdammina abyssorum*. Kemudian didapatkan batimetri yaitu batial atas (500 – 2000 m) (Gambar 6).



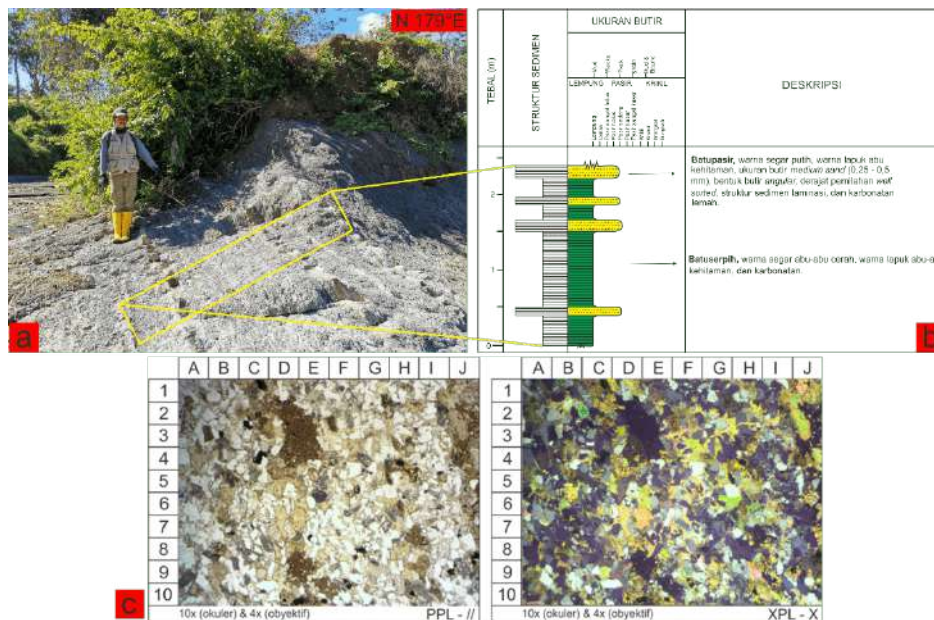
**Gambar 6.** Hasil analisis foraminifera planktonik dan bentonik Batupasir Formasi Cinambo Anggota Bawah

Struktur geologi pada formasi ini terdapat lipatan yakni Antiklin Cinambo yang diinterpretasikan terbentuk pada Kala Miosen Akhir dengan arah umum Barat Laut – Tenggara. Data pada masing – masing sayap lipatan, yaitu N 104° E/64° (*Southern Limb*) dan N 280° E/36° (*Northern Limb*). *Hinge line* 02°, N 283° E dan *hinge surface* N 282° E / 76° dengan *interlimb* sebesar 80° (*open*). Nilai tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) senilai 13°, N 192° E dan nilai tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) senilai

76°, N 020° E. Berdasarkan klasifikasi (Fossen, 2010; Fossen & Rotevatn, 2016), Antiklin Cinambo memiliki jenis *Steeply Inclined Horizontal Fold*. Lalu ditemukan pula Antiklin Cengal pada bagian selatan dari Antiklin Cinambo dengan hasil pengukuran, yaitu N 112° E/35° (*Southern Limb*) dan N 280° E/37° (*Northern Limb*). *Hinge line* 04°, N 285° E dan *hinge surface* N 286° E / 89° dengan *interlimb* sebesar 110° (*open*). Nilai tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) senilai 02°, N 195° E dan nilai tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) senilai 86°, N 097° E. Berdasarkan klasifikasi (Fossen, 2010; Fossen & Rotevatn, 2016), Antiklin Cengal termasuk jenis *Upright Horizontal Fold*.

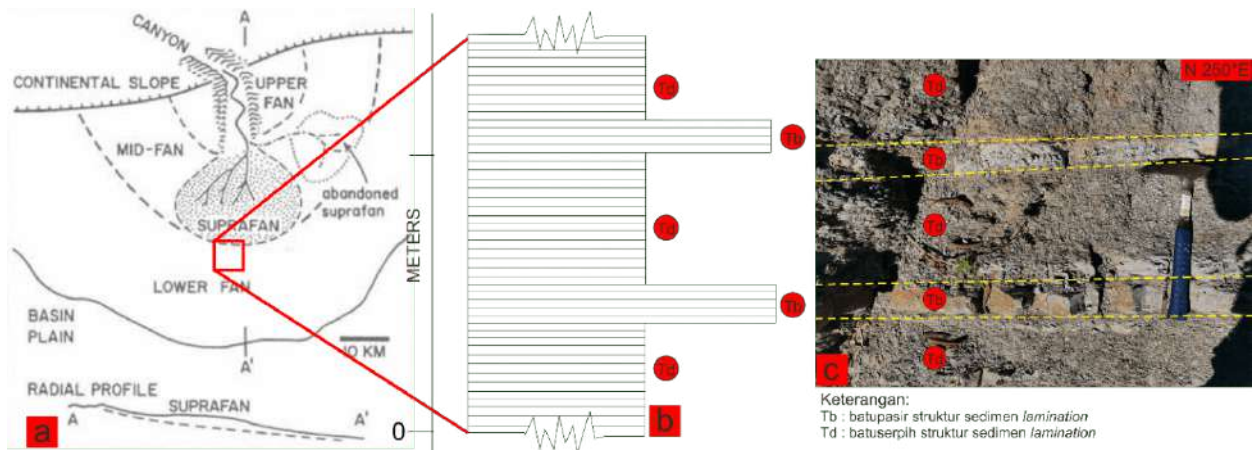
### 3.1.2 Formasi Cinambo Anggota Atas (Tomcu)

Formasi Cinambo Anggota Atas mengalami pengendapan dengan selaras tepat di atas Formasi Cinambo Anggota Bawah dengan umur Kala Miosen Awal. Litologi yang menyusun formasi ini yaitu batuserpilh dan ditemukan perselingan antara batuserpilh dan batupasir (Gambar 7a dan 7b). Batuserpilh Formasi Cinambo Anggota Atas memiliki karakteristik warna segar yaitu abu – abu, warna lapuk yaitu abu – abu kehitaman, struktur sedimen laminasi dan bersifat karbonatan. Lalu, litologi batupasir memiliki ciri ukuran butir *medium sand* (0,25-0,5 mm), bentuk butir *sub rounded*, kemas tertutup, komposisi mineral terdiri atas kuarsa (21%), feldspar (16%), mineral lempung (17%), mineral karbonat (11%), dan silika (4%) (Gambar 7c).

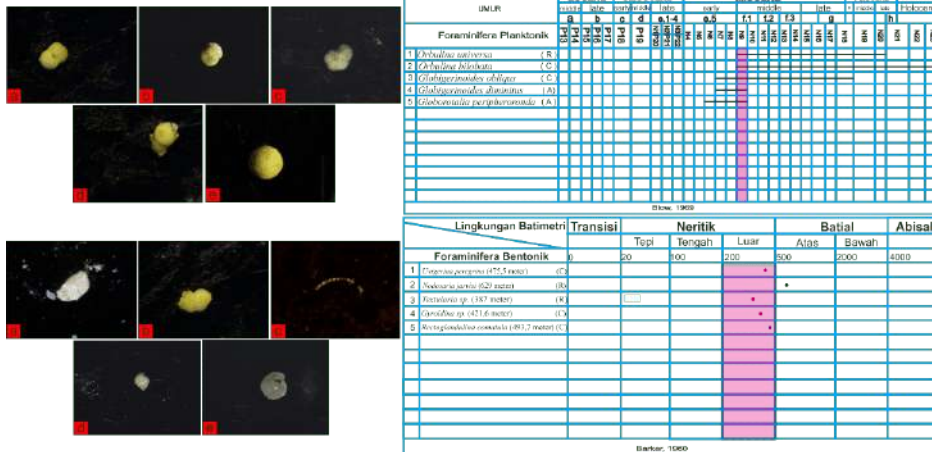


**Gambar 7.** a). Singkapan perselingan Batuserpilh dan Batupasir Cinambo Anggota Atas b). Profil perselingan Batuserpilh dan Batupasir c). Kenampakan petrografi Batupasir Cinambo Anggota Atas

Formasi Cinambo Anggota Atas diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan kipas bagian bawah (*lower fan*) dalam sistem kipas laut dalam (Gambar 8a). Fasies tersebut dicirikan dengan adanya singkapan perselingan batuserpilh dan batupasir dengan keterdapatan struktur sedimen *lamination* (Gambar 8b dan 8c). Keterdapatan struktur tersebut mengindikasikan bahwa daerah tersebut terbentuk dengan arus turbulen atau arus turbidit dimana arus tersebut membawa material dari lereng ke dasar laut dengan kecepatan yang tinggi. Fasies ini mengalami pengendapan dengan mekanisme aliran *low density turbidity current* dikarenakan pada singkapan tersebut dicirikan dengan material sedimen berbutir halus (Lowe, 1982).. Pada daerah penelitian, termasuk ke dalam sikuen bouma bagian Tb danTd (Walker & James, 1992).



**Gambar 8.** a). Model fasies kipas laut dalam (Sumber: Walker & James, 1992)  
 b). Kolom stratigrafi singkapan c). Foto singkapan sikuen Bouma



**Gambar 9.** Hasil analisis foraminifera planktonik dan bentonik Batuserpih Formasi Cinambo Anggota Atas

Pada batuserpih terdapat lima fosil foraminifera planktonik, diantaranya *Orbulina universa*, *Orbulina bilobate*, *Globigerinoides obliquus*, *Globigerinoides diminitus*, dan *Globorotalia peripheroronda*. Kemudian dilakukan penarikan umur relatif dan didapatkan umur batuan yaitu *Early Miocene* (N9) (Blow, 1970; Lucas & Ononeme, 2020). Selain itu, terdapat pula lima fosil foraminifera bentonik, diantaranya *Uvigerina peregrina*, *Nodosaria jarvisi*, *Textularia sp.*, *Gyroidina sp.*, dan *Rectoglandulina comatula*. Didapatkan batimetri yaitu neritik luar (200 – 500 m) (Gambar 9).

### 3.1.3 Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl)

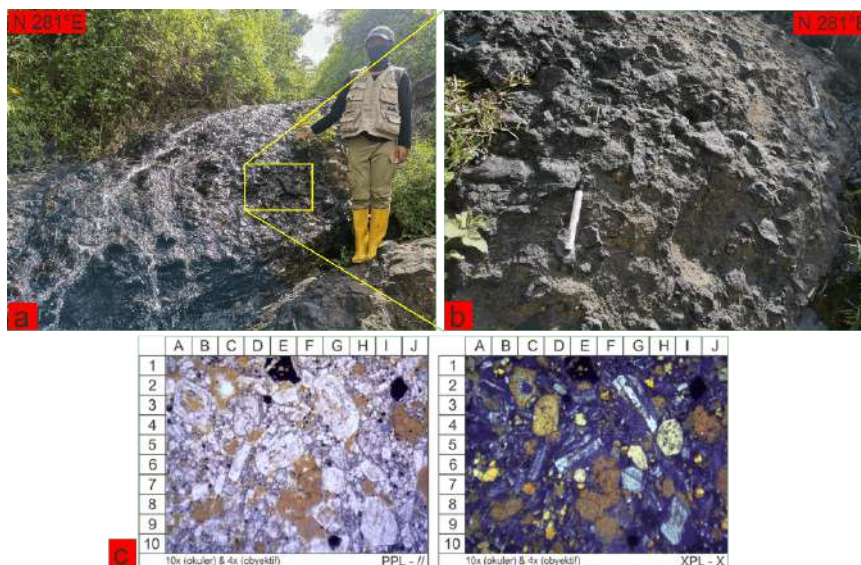
Formasi Halang Anggota Bawah memiliki komposisi litologi breksi, tuff, dan batulempung, diendapkan pada Kala Miosen Tengah setelah Formasi Cinambo. Litologi tuff memiliki ciri yaitu warna segar putih dan warna lapuk coklat kehitaman, struktur batuan masif, bersifat non karbonatan, ukuran butir ukuran butir *ash* (<4 mm), derajat pembundaran *sub rounded*, dan kemas tertutup (Gambar 10a dan 10b). Selain itu terdapat pula litologi batulempung dengan karakteristik warna segar yaitu coklat kehitaman, non karbonatan, warna lapuk yaitu hitam, ukuran butir lempung (<0,004 mm), memiliki struktur sedimen berupa laminasi, dan kemas tertutup.



**Gambar 10.** a). Singkapan Tuff Halang Anggota Bawah b). Foto jarak dekat singkapan Tuff

Litologi breksi memiliki ciri warna segar yaitu abu – abu kebiruan, bentuk butir *angular*, warna lapuk yaitu abu – abu kecoklatan, struktur sedimen masif, bersifat karbonatan di bagian semennya, ukuran butir *pebble – cobble* (4 – 256 mm), kemas terbuka, dan memiliki fragmen andesit, matriks tuff, dan semen silika (Gambar 11a dan 11b). Pada fragmen andesit memiliki komposisi terdiri atas plagioklas (37%), alkali feldspar (4%), piroksen (18%), kuarsa (3%), biotit (25%), opak (4%), dan silika (9%) (Gambar 11c).

Formasi Halang Anggota Bawah memiliki struktur geologi berupa lipatan, yaitu Antiklin Halang yang diinterpretasikan terbentuk pada Kala Miosen Akhir dengan arah umum Barat Laut – Tenggara. Hasil pengukuran struktur didapatkan pada masing – masing sayap lipatan, yaitu N 094° E/30° (*Southern Limb*) dan N 285° E/31° (*Northern Limb*). *Hinge line* 03°, N 098° E dan *hinge surface* N 279° E / 90° dengan *interlimb* sebesar 120° (*open*). Nilai tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) senilai 01°, N 190° E dan nilai tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) senilai 86°, N 282° E. Berdasarkan klasifikasi (Fossen, 2010; Fossen & Rotevatn, 2016), Antiklin Halang termasuk jenis *Upright Horizontal Fold*.



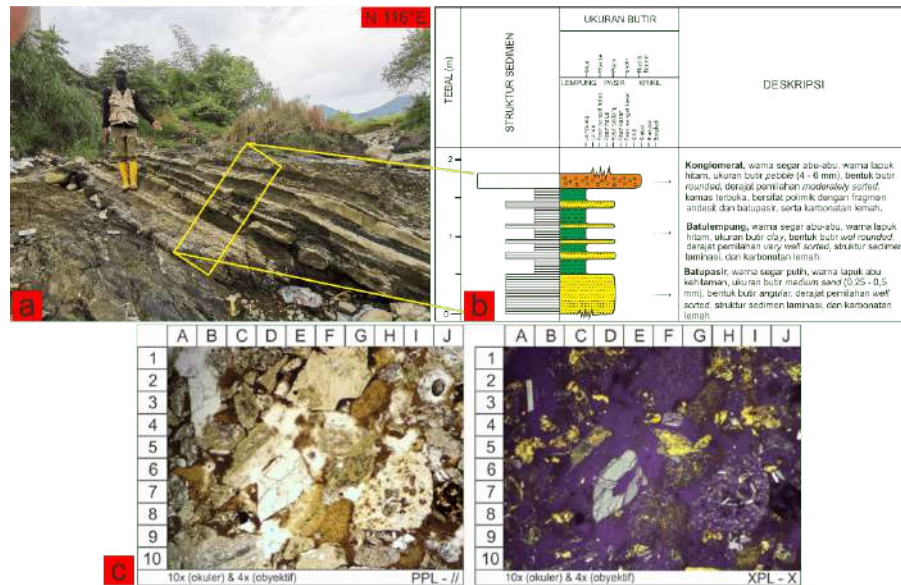
**Gambar 11.** a). Singkapan Breksi Halang Anggota Bawah b). Foto jarak dekat singkapan Breksi c). Kenampakan petrografi fragmen Breksi Halang Anggota Bawah

### 3.1.4 Formasi Halang Anggota Atas (*Tmhu*)

Setelah pengendapan Formasi Halang Anggota Bawah, selanjutnya terendapkan Formasi Halang Anggota Atas secara selaras di atasnya pada Miosen Akhir. Litologi penyusun formasi ini, yaitu batupasir dan batulempung yang mengalami perselingan, konglomerat, dan batupasir tuffan (Gambar 12a dan 12b). Batupasir memiliki ciri warna segar yaitu abu – abu keputihan, struktur sedimen laminasi, warna lapuk coklat yaitu kehitaman, bersifat karbonatan lemah, ukuran butir *medium sand* (0,25 – 0,5 mm), kemas tertutup, derajat pembundaran *rounded*, komposisi mineral terdiri atas orthoklas (16%), kuarsa (20%), litik sedimen (18%), mineral lempung (13%), mineral karbonat (11%), dan silika (3%) (Gambar 12c). Batulempung memiliki ciri warna segar abu-abu, warna lapuk hitam, struktur sedimen berupa laminasi dan bersifat non karbonatan. Sedangkan konglomerat memiliki ciri warna segar abu – abu, warna lapuk coklat kehitaman, ukuran

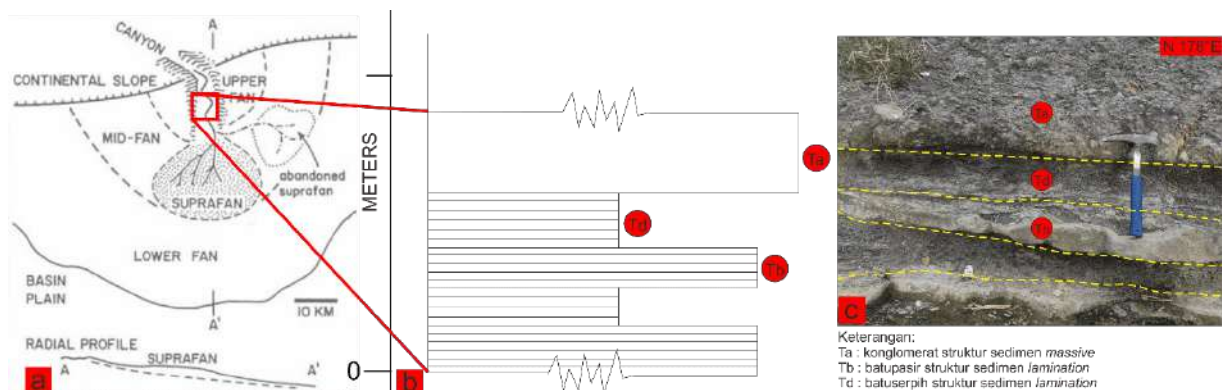


butir *pebble* (4 – 6 mm), bentuk butir *rounded*, derajat pemilahan *moderately sorted*, kemas terbuka, terdiri dari fragmen batupasir, matriks kalsit, dan bersifat karbonatan.



**Gambar 12.** a). Singkapan kontak Konglomerat dengan Batupasir dan Batulempung b). Profil kontak Konglomerat dengan Batupasir dan Batulempung c). Kenampakan petrografi Batupasir Halang Anggota Atas

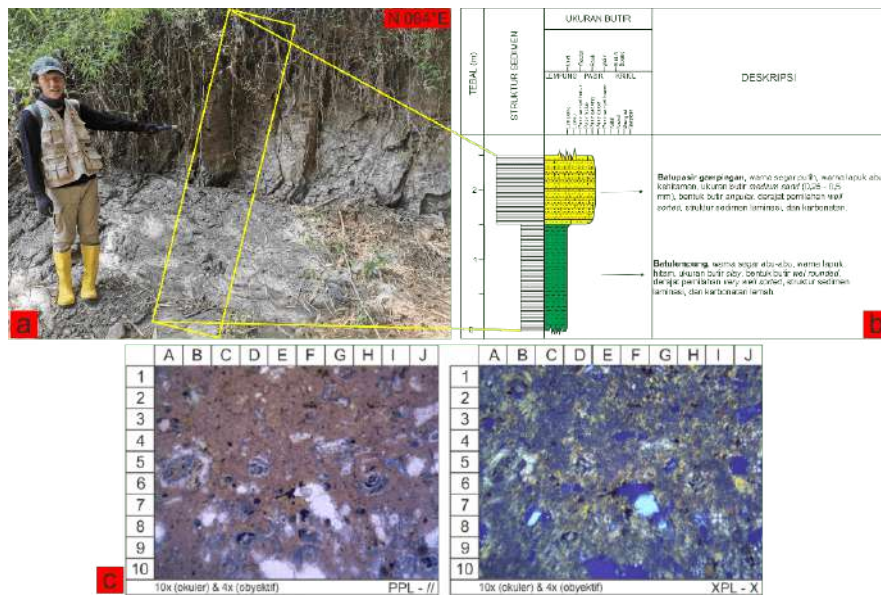
Formasi Halang Anggota Atas diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan kipas bagian atas (*upper fan*) dalam sistem kipas laut dalam (Gambar 13a). Fasies tersebut dicirikan dengan adanya singkapan kontak antar konglomerat dengan perselingan batupasir dan batulempung dengan keterdapatan struktur sedimen *massive* dan *lamination* (Gambar 13b dan 13c). Keterdapatan struktur tersebut mengindikasikan bahwa daerah tersebut terbentuk dengan arus turbulen atau arus turbidit dimana arus tersebut membawa material dari lereng ke dasar laut dengan kecepatan yang tinggi. Fasies ini mengalami pengendapan dengan mekanisme aliran *high density turbidity current* dikarenakan pada singkapan tersebut dicirikan dengan *traction carpet* dengan material sedimen berbutir kasar (Lowe, 1982). Pada daerah penelitian, termasuk ke dalam sikuen bouma bagian Ta, Tb, dan Td (Walker & James, 1992).



**Gambar 13.** a). Model fasies kipas laut dalam (Sumber: Walker & James, 1992) b). Kolom stratigrafi singkapan c). Foto singkapan sikuen Bouma

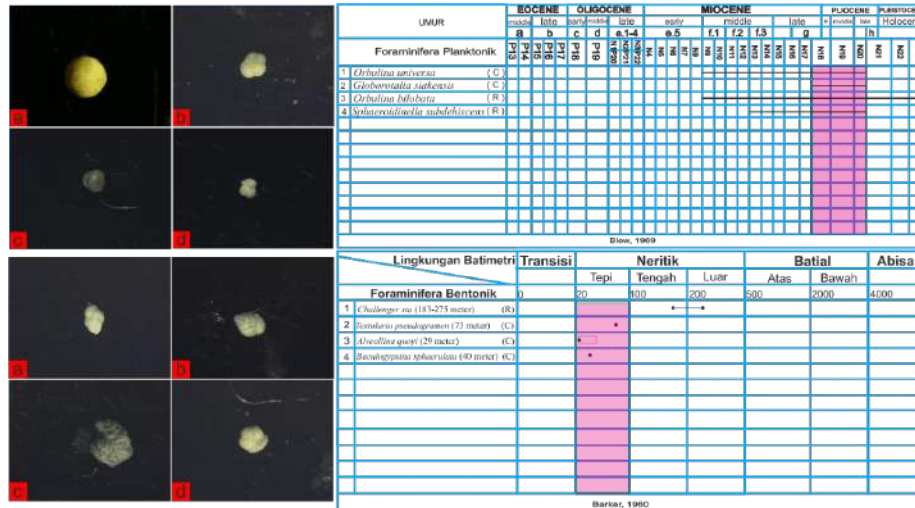
### 3.1.5 Formasi Kaliwangu (Tpk)

Setelah pengendapan Formasi Halang, selanjutnya terendapkan Formasi Kaliwangu secara selaras pada Kala Pliosen Awal. Litologi penyusun formasi ini terdiri atas batupasir gampingan serta batulempung (Gambar 14a dan 14b). Litologi batupasir gampingan mempunyai karakteristik warna segar yaitu abu – abu keputihan, derajat pembundaran *sub angular*, warna lapuk yaitu coklat dengan bercak hitam, struktur sedimen laminasi, bersifat karbonatan, ukuran butir *medium sand* (0,25 – 0,5 mm), kemas tertutup, komposisi mineral terdiri atas opak (5%), fosil foraminifera (20%), feldspar (3%), mikrit (67%), dan sparit (5%) (Gambar 14c).



**Gambar 14.** a). Singkapan kontak Batupasir Gampingan dan Batulempung Kaliwangu b). Profil kontak Batupasir Gampingan dan Batulempung c). Kenampakan petrografi Batupasir Gampingan Formasi Kaliwangu

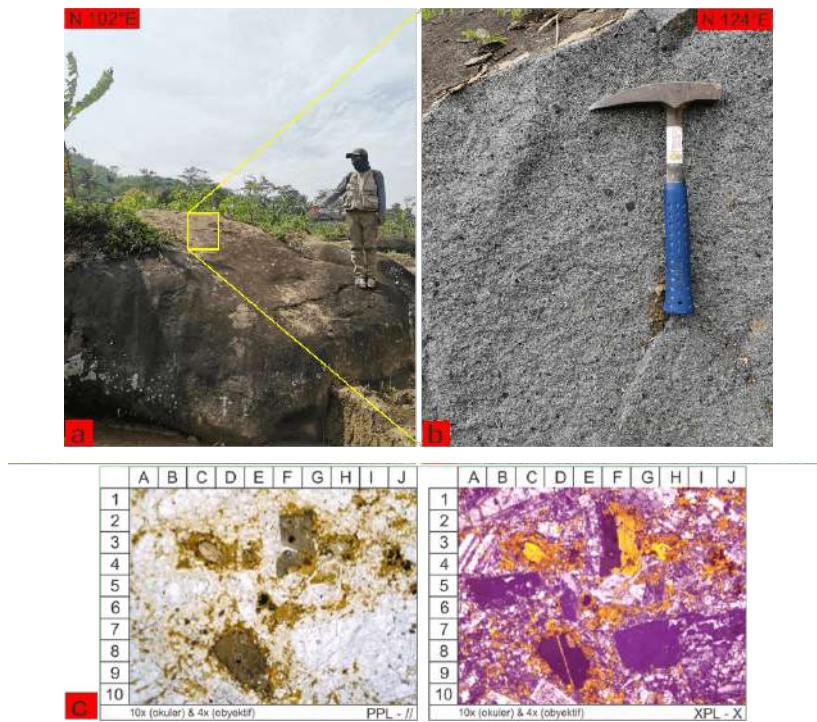
Pada batupasir gampingan dilakukan analisis mikropaleontologi dan ditemukan empat fosil foraminifera planktonik, yaitu *Orbulina universa*, *Globorotalia bilobate*, dan *Sphaeroidinella subdehiscens* dan didapatkan umur relatifnya *Early Pliocene – Late Pliocene* (N18 – N20) (Blow, 1970; Lucas & Ononeme, 2020). Lalu terdapat empat fosil foraminifera bentonik, yaitu *Challenger sta*, *Textularia pseudogramen*, *Alveollina quoyi*, dan *Baculogypsina sphaerulata* lalu didapatkan batimetri neritik tepi (20 – 100 m) (Gambar 15).



**Gambar 15.** Hasil analisis foraminifera planktonik dan bentonik Batupasir Gampingan Formasi Kaliwangu

### 3.1.6 Intrusi Andesit (Ha)

Pada Kala Miosen Akhir, terjadi aktivitas plutonisme dan mengakibatkan terjadi intrusi magma menuju permukaan bumi. Intrusi magma tersebut berupa batuan beku ekstrusif andesit hasil intrusi dangkal berbentuk *dike* yang menerobos formasi Cinambo dan Formasi Halang (Gambar 16a dan 16b). Intrusi tersebut menjadi lapisan muda yang menerobos lapisan batuan Formasi Cinambo yang memiliki umur lebih tua berdasarkan hukum *cross cutting relationship* (Dean, 2019) Litologi andesit memiliki ciri ukuran kristal berkisar 1 – 2 mm, relasi inequigranular, granularitas afanitik, bentuk mineral subhedral, derajat kristalisasi holokristalin, komposisi mineral terdiri atas kuarsa (8%), plagioklas (45%), piroksen (10%), orthoklas (23%), dan kriptokristalin (14%) (Gambar 16c). Hubungan stratigrafi intrusi andesit dengan lapisan yang lebih tua adalah ketidakselarasan berupa *non conformity*.



**Gambar 16.** a). Singkapan Intrusi Andesit b). Foto jarak dekat Intrusi Andesit c). Kenampakan petrografi Andesit

### 3.1.7 Gunungapi Tua Tak Teruraikan (Qvu)

Pada Kala Plistosen Awal, terjadi aktivitas erupsi gunungapi Ciremai yang terdapat di sekitar daerah penelitian dan mengakibatkan pembentukan endapan vulkanik Gunungapi Tua Tak Teruraikan yang terendapkan secara tidak selaras berupa *non conformity* di atas Formasi Cinambo Anggota Bawah, Formasi Cinambo Anggota Atas, Formasi Halang Anggota Bawah, dan Formasi Halang Anggota Atas. Litologi hasil endapan vulkanik ini terdiri dari endapan lahar yang mengalami pelapukan berupa material tanah vulkanik berwarna merah tua (Gambar 17a dan 17b).



**Gambar 17.** a). Singkapan Endapan Lahar b). Foto jarak dekat singkapan Endapan Lahar

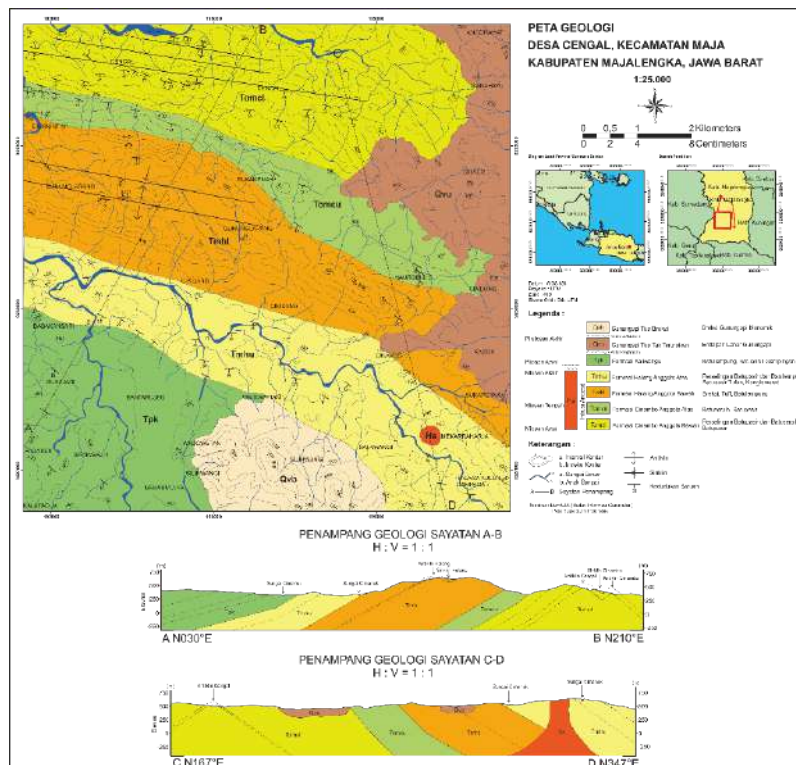
### 3.1.8 Gunungapi Tua Breksi (Qvb)

Pada Kala Plistosen Akhir terbentuk Satuan Gunungapi Tua Breksi akibat hasil erupsi Gunung Tampomas di sekitar daerah penelitian. Material vulkanik tersebut kemudian terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Kaliwangu berupa *non conformity* dan terendapkan pada lingkungan darat. Litologi pada satuan ini terdiri dari breksi gunungapi dengan fragmen batuan piroklastik yang mengalami pelapukan (Gambar 18a dan 18b).



Gambar 18. a). Singkapan Endapan Breksi Vulkanik b). Foto jarak dekat singkapan Breksi Vulkanik

Setelah dilakukan seluruh pengamatan dan pengukuran data tersebut, dari seluruh data yang didapatkan seperti data tiap litologi batuan, data stratigrafi, struktur geologi, petrologi, dan paleontologi, maka dibuatlah peta geologi daerah penelitian disertai penampang geologi guna merangkum seluruh data geologi yang telah didapatkan dari lapangan dan mengintegrasikannya dalam suatu interpretasi kondisi geologi daerah penelitian (Gambar 19).



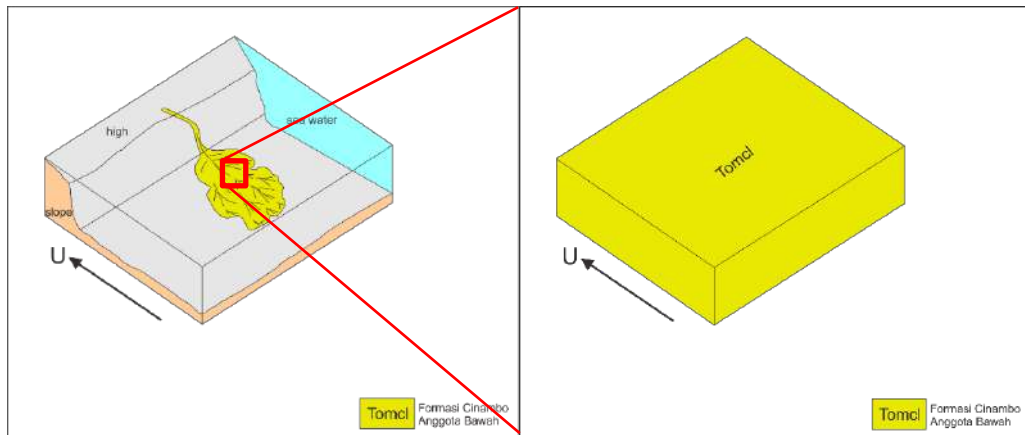
Gambar 19. Peta geologi daerah Cengal, Majalengka

### 3.2. Sejarah Geologi

#### 3.2.1 Miosen Awal

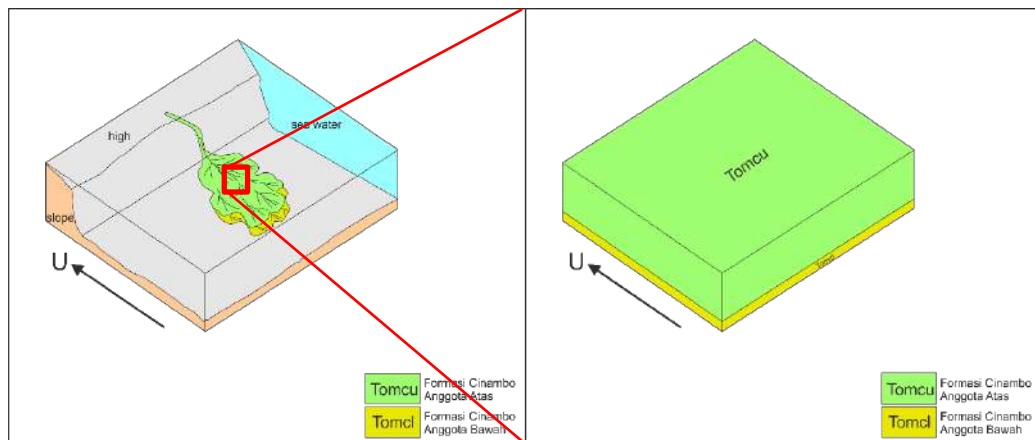
Pada Kala Miosen Awal, terdapat sistem kipas laut dalam pada Sub Cekungan Majalengka dan mengendapkan Formasi Cinambo Anggota Bawah dengan sistem mekanisme aliran gravitasi berupa *turbidity flow*. Aliran tersebut membawa material sedimen klastik yang mengakibatkan terbentuknya perselingan batupasir dan batuserpih (Philetas et al., 2019). Formasi Cinambo Anggota Bawah memiliki litologi batupasir yang lebih dominan dibandingkan batuserpih (Gambar 4b). Bukti pendukung bahwa formasi ini terbentuk pada lingkungan laut dalam, yaitu berdasarkan kenampakan struktur sedimen *lamination*, *cross lamination*, dan *massive* dan termasuk ke dalam sikuen bouma bagian Ta hingga Td.

Berdasarkan analisis mikropaleontologi pada foraminifera bentonik menunjukkan batimetri batial atas (500 – 2000 meter) (Gambar 20).



**Gambar 20.** Keterbentukan Formasi Cinambo Anggota Bawah saat Miosen Awal

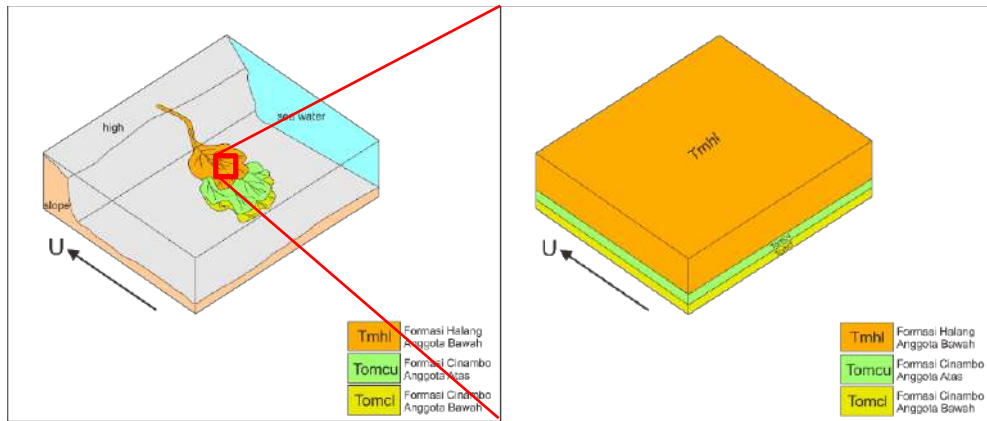
Saat Miosen Awal, setelah Formasi Cinambo Anggota Bawah mengalami pengendapan sebagai formasi dasar, selanjutnya terendapkan Formasi Cinambo Anggota Atas secara selaras. Litologi penyusun pada formasi ini, yaitu batuserpilh yang mendominasi dibandingkan batupasir (Gambar 7b). Inilah yang membedakan antara Formasi Cinambo Anggota Bawah dengan Formasi Cinambo Anggota Atas. Pada formasi ini ditemukan struktur sedimen laminasi pada perselingan batuserpilh dan batupasir, sehingga termasuk ke dalam sikuen bouma bagian Tb dan Td dengan mekanisme aliran *low density turbidity current*. Karakteristik dan struktur sedimen di lapangan menunjukkan bahwa Formasi Cinambo diendapkan pada *lower fan* dalam sistem kipas laut dalam. (Gambar 21).



**Gambar 21.** Keterbentukan Formasi Cinambo Anggota Atas pada Miosen Awal

### 3.2.2 Miosen Tengah

Pada Kala Miosen Tengah terendapkan Formasi Halang Anggota Bawah yang diendapkan secara selaras di atas Formasi Cinambo. Mekanisme pembentukan dari Formasi Halang Anggota Bawah ini berupa mekanisme aliran *debris flow* dan diendapkan pada lingkungan *upper fan* dalam sistem kipas laut dalam. Dalam aliran tersebut terdapat material berbutir kasar (*angular*) sehingga terbentuk litologi breksi. Formasi ini memiliki litologi dominan yaitu breksi dengan fragmen andesit, serta di beberapa tempat ditemukan litologi tuff dan batulempung (Gambar 22).

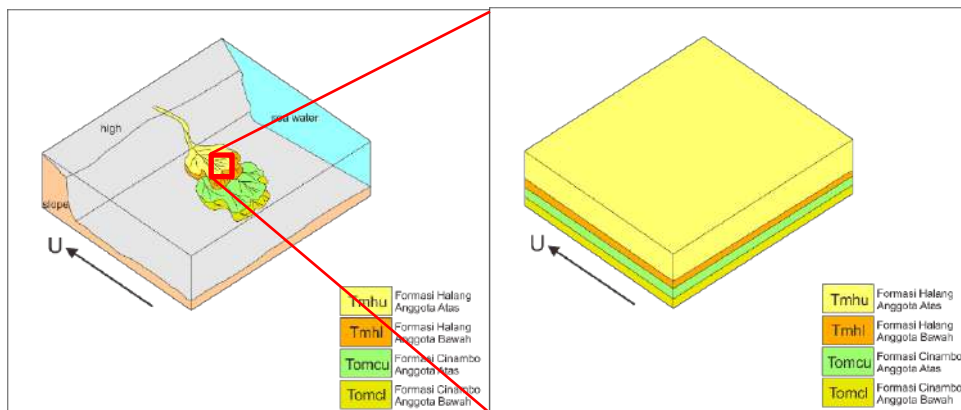


**Gambar 22.** Keterbentukan Formasi Halang Anggota Bawah pada Kala Miosen Tengah

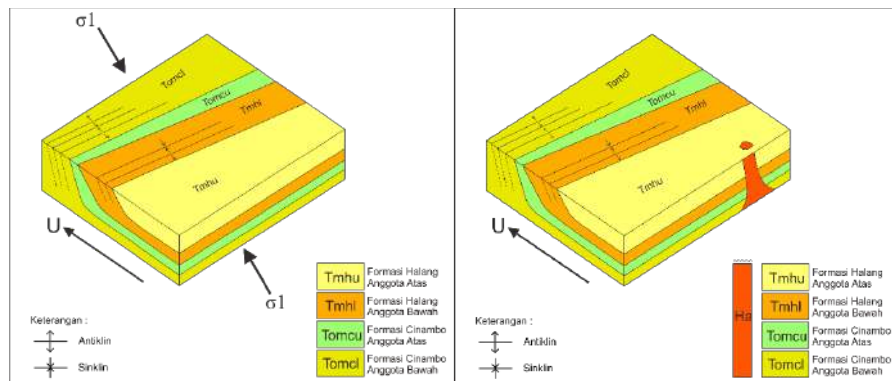
### 3.2.3 Miosen Akhir

Formasi Halang Anggota Atas terendapkan pada Miosen Akhir secara selaras setelah Formasi Halang Anggota Bawah. Litologi perselingan batupasir dan batulempung, konglomerat, serta batupasir tufan (Gambar 23). Formasi ini diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan kipas bagian atas (*upper fan*) dalam sistem kipas laut dalam yang dicirikan dengan adanya singkapan kontak antar konglomerat dengan struktur *massive* dengan perselingan batupasir dan batulempung dengan struktur *lamination*. Fasies ini mengalami pengendapan dengan mekanisme aliran *high density turbidity current* dikarenakan pada singkapan tersebut dicirikan dengan *traction carpet* dengan material sedimen berbutir kasar dan termasuk ke dalam sikuen bouma bagian Ta, Tb, dan Td.

Pada Kala Miosen Akhir mengalami deformasi batuan berupa aktivitas tektonik rezim kompresional sehingga menyebabkan terbentuknya jalur lipatan berarah Utara Timur Laut (NNE) – Selatan Barat Daya (SSW) (Martodjojo, 1984; Firmansyah et al., 2017). Struktur geologi berupa lipatan yang terdapat di daerah penelitian diinterpretasikan disebabkan oleh gaya kompresional konvergen antara dua lempeng yang bergerak saling berdekatan. Lipatan antiklin yang terbentuk termasuk dalam orde pertama tektonik regional dan termasuk dalam Pola Jawa sesuai konsep *Pure Shear of Java Island* (J. D. Moody, M. J. Hill, 1964; Setiawan et al., 2021). Akibat terjadinya aktivitas tektonik tersebut, terjadinya aktivitas plutonisme di dalam permukaan bumi yang menghasilkan intrusi magma berupa *dike* batuan beku ekstrusif berupa andesit. Intrusi andesit tersebut mengalami ketidakselarasan stratigrafi *non conformity* dan membentuk bukit intrusi andesit (Gambar 24).



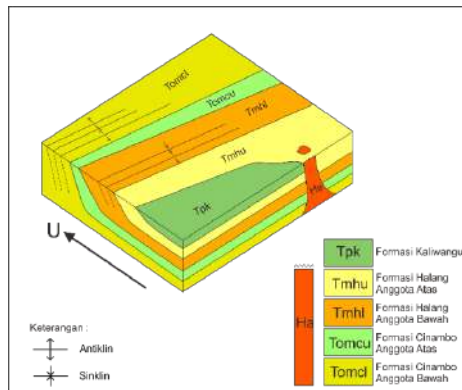
**Gambar 23.** Keterbentukan Formasi Halang Anggota Atas pada Miosen Akhir.



**Gambar 24.** Keterbentukan struktur lipatan dan Intrusi Andesit pada Miosen Akhir.

### 3.2.4 Pliosen Awal

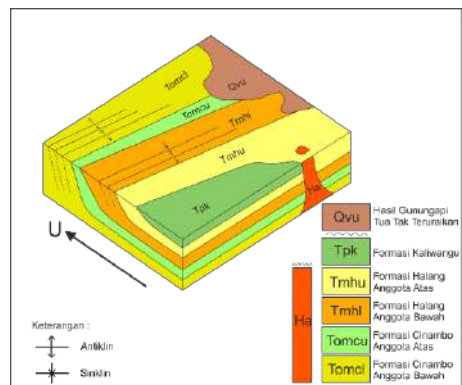
Pada Kala Pliosen Awal, terjadi pengendapan Formasi Kaliwangu tepat di atas Formasi Halang Anggota Atas. Pada formasi ini memiliki litologi batupasir gampingan dan batulempung. Dari hasil analisis paleontologi pada formasi ini, kemudian didapatkan batimetri Formasi Kaliwangu berada di neritik tepi (Gambar 25).



**Gambar 25.** Keterbentukan Formasi Kaliwangu pada Pliosen Awal.

### 3.2.5 Plistosen Awal – Resen

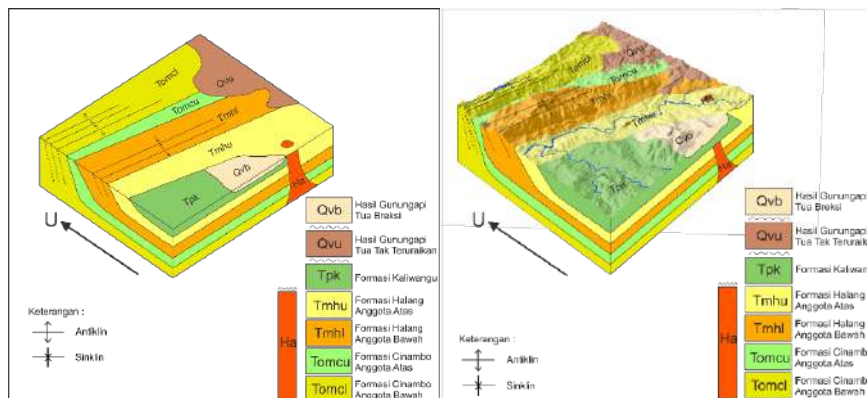
Pada Kala Plistosen Awal, Gunung Ciremai mengalami erupsi yang mengakibatkan terbentuknya endapan vulkanik yang terdiri atas endapan lahar dan di beberapa tempat ditemukan breksi vulkanik yang sekarang kondisinya telah mengalami pelapukan. Satuan vulkanik ini terendapkan tidak selaras di atas Formasi Cinambo dan Halang secara *non conformity* (Gambar 26).



**Gambar 26.** Keterbentukan Satuan Gunungapi Tua Tak Teruraikan pada Plistosen Awal.

Lalu pada Kala Plistosen Akhir, aktivitas vulkanik masih terjadi dan Gunung Tampomas yang berada di sekitar daerah penelitian erupsi dan terbentuk endapan vulkanik Hasil Gunungapi Tua Breksi. Litologi dalam formasi ini terdiri atas

breksi vulkanik dengan kondisi yang mengalami pelapukan. Pengendapan Satuan Gunungapi Tua breksi mengalami ketidakselarasan secara *non conformity* di atas Formasi Kaliwangu. Satuan ini sekaligus menjadi formasi termuda yang berada di daerah penelitian. Lalu terekonstruksi pemodelan sejarah geologi dari awal keterbentukan formasi tertua sampai termuda hingga kenampakan sekarang (Gambar 27).



**Gambar 27.** Keterbentukan Satuan Hasil Gunungapi Tua Breksi dan kenampakan Formasi hingga sekarang.

Dari hasil analisis stratigrafi di daerah Cengal, pengendapan formasi diawali pada Kala Miosen Awal sampai Plistosen Akhir dengan lingkungan pengendapan mulai dari laut dalam, laut dangkal, hingga darat berupa endapan vulkanik. Hal ini serupa dengan pengendapan di Sub Cekungan Majalengka yang terjadi dari Miosen Awal hingga Plistosen Akhir (Philetas et al., 2019). Pada Miosen Akhir, wilayah penelitian mengalami aktivitas tektonik yang berarah Pola Jawa. Aktivitas plutonisme juga terjadi bersamaan dengan aktivitas tektonik yang membentuk jalur lipatan sehingga mengakibatkan terdapat rekahan – rekahan yang membuat magma mengalami intrusi pada Formasi Halang. Pada Kala Miosen Akhir juga menandai berakhirnya lingkungan pengendapan laut dalam yang ditandai dengan pembentukan Formasi Kaliwangu di atas Formasi Halang Anggota Atas. Hal ini serupa dengan penelitian sebelumnya, aktivitas tektonik terbentuk pada Miosen Akhir bersamaan dengan terjadinya aktivitas vulkanik berupa intrusi magma (Hutomo & Firmansyah, 2020).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dan peta geologi yang telah dibuat, stratigrafi yang menyusun daerah penelitian mulai dari paling tua hingga paling muda terdiri atas Formasi Cinambo Anggota Bawah (Tomcl), Formasi Cinambo Anggota Atas (Tomcu), Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl), Formasi Halang Anggota Atas (Tmhu), Satuan Intrusi Andesit (Ha), Formasi Kaliwangu (Tpk), Satuan Gunungapi Tua Tak Teruraikan (Qvu), dan Satuan Gunungapi Tua Breksi (Qvb). Pada Miosen Akhir, terjadi fase kompresional yang membentuk struktur geologi pada wilayah penelitian berupa tiga lipatan, yakni Antiklin Cinambo, Antiklin Cengal, dan Antiklin Halang. Pada daerah penelitian memiliki struktur geologi pada orde pertama dengan orientasi struktur berarah Utara - Selatan. Pola yang pada daerah penelitian termasuk Pola Jawa.

Rekonstruksi sejarah geologi pada daerah penelitian tersusun atas empat fase, yaitu Miosen Awal yang menunjukkan pengendapan Formasi Cinambo Anggota Bawah (Tomcl) serta Formasi Cinambo Anggota Atas (Tomcu) yang terendapkan secara selaras, lalu pada Kala Miosen Tengah – Akhir menunjukkan pengendapan Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl) dan terendapkan secara selaras Formasi Halang Anggota Atas (Tmhu) di atasnya. Lalu terjadi intrusi magma berupa andesit sehingga mengalami ketidakselarasan. Pada Kala Pliosen Awal terendapkan secara selaras Formasi Kaliwangu (Tpk), lalu pada Kala Pleistosen Awal terjadi erupsi pada Gunung Ciremai sehingga terendapkan material vulkanik dan membentuk endapan lahar secara tidak selaras berupa *non conformity* di atas Formasi Cinambo dan Formasi Halang. Pada Kala Pleistosen Akhir terjadi erupsi pada Gunung Tampomas sehingga terendapkan material breksi vulkanik yang kemudian terendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Kaliwangu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 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). <https://doi.org/10.56099/ophiolite.v4i2.26843>
- Blow, W. H. (1970). Validity of Biostratigraphic Correlations Based on the Globigerinacea. *Micropaleontology*, 16(3). <https://doi.org/10.2307/1485078>



- Catuneanu, O. (2020). Sequence stratigraphy. In *Regional Geology and Tectonics: Volume 1: Principles of Geologic Analysis*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64134-2.00021-3>
- Darman, H., Ralanarko, D., & Surjono, S. S. (2021). Indonesian Stratigraphic Nomenclature revision: The first progress report. *Berita Sedimentologi*, 47(2). <https://doi.org/10.51835/bsed.2021.47.2.39>
- Dean, D. (2019). James Hutton and the History of Geology. In *James Hutton and the History of Geology*. <https://doi.org/10.7591/9781501733994>
- Djuri. (1995). *Peta Geologi Lembar Arjawinangun Skala 1:100.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi : Bandung.
- Firmansyah, Y., Natasia, N., (2017). Lithofacies of the Halang Formation in the Cijurey River-Majalengka. *Journal of Geological Folds*. (2021). *Atlas of Structural Geology*, 1–65. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816802-8.00005-6>
- Fossen, H. (2010). Structural geology and structural analysis. In *Structural Geology*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511777806.003>
- Fossen, H., & Rotevatn, A. (2016). Fault linkage and relay structures in extensional settings—A review. *Earth-Science Reviews*, 154, 14–28. <https://doi.org/10.1016/J.EARSCIREV.2015.11.014>
- Hutomo, J. B., & Firmansyah, Y. (2020). Analisis Stratigrafi Dan Rumusan Sejarah Geologi Daerah Cibodas Dan Sekitarnya, Kecamatan Majalengka, Jawa Barat. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 4(3).
- IAGI. (1996). Sandi Stratigrafi Indonesia Edisi 1996. *Sandi Stratigrafi Indonesia 1996*.
- J. D. Moody, M. J. Hill. (1964). Moody and Hill System of Wrench Fault Tectonics: REPLY. *AAPG Bulletin*, 48. <https://doi.org/10.1306/bc743bd1-16be-11d7-8645000102c1865d>
- Lowe, D. R. (1982). Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journal of Sedimentary Petrology*, 52(1). <https://doi.org/10.1306/212f7f31-2b24-11d7-8648000102c1865d>
- Lucas, F. A., & Ononeme, O. E. (2020). Recognition of Blow Foraminifera Zones in the Tertiary Sediments in F- Well, Niger Delta. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 23(12). <https://doi.org/10.4314/jasem.v23i12.23>
- Martodjojo, S. (1984). Evolusi Cekungan Bogor Jawa Barat. In *Penerbit ITB Bandung*.
- Mukti, M. M. (2018). *Architectural elements of a longitudinal turbidite system: the Upper Miocene Halang formation submarine-fan system in the Bogor trough, West Java*. <https://doi.org/10.29118/ipa.1412.09.g.168>
- Mukti, M. M. ruf, & Ito, M. (2010). Discovery of outcrop-scale fine-grained sediment waves in the lower Halang Formation, an upper Miocene submarine-fan succession in West Java. *Sedimentary Geology*, 231(3–4). <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2010.09.005>
- Muljana, B., Watanabe, K., & Rosana, M. F. (2012). Source-rock Potential of the Middle to Late Miocene Turbidite in Majalengka Sub-basin, West Java Indonesia: Related to Magmatism and Tectonism. *Journal of Novel Carbon Resources Sciences*, 6.
- Petit, J. P., Chemenda, A. I., Minisini, D., Richard, P., Bergman, S. C., & Gross, M. (2022). When do fractures initiate during the geological history of a sedimentary basin? Test case of a loading-fracturing path methodology. *Journal of Structural Geology*, 164, 104683. <https://doi.org/10.1016/J.JSG.2022.104683>
- Philetas, Y., Sutriyono, E., & Nalendra, S. (2019). Geologi Neogen-Kuarter di Sub Cekungan Majalengka, Jawa Barat. *Seminar Nasional AVoER XI 2019*, 53(9).
- Rachman, R. S., Winantris, & Muljana, B. (2021). Age and Depositional Environment of Walat Formation Based on Palynological Analysis in Sukabumi Regency, West Java, Indonesia. *Pakistan Journal of Geology*, 0(0). <https://doi.org/10.2478/pjg-2021-0001>
- Rachman, R. S., & Winantris, W. (2023). Palynostratigraphy Subang, Kaliwangu, And Citalang Formation, From Cikandung River Passage, Sumedang Regency, West Java. *Jurnal Geosains Dan Teknologi*, 5(3). <https://doi.org/10.14710/jgt.5.3.2022.140-150>

- Setiawan, A., Zulfakriza, Z., Nugraha, A. D., Rosalia, S., Priyono, A., Widiyantoro, S., Sahara, D. P., Marjiyono, M., Setiawan, J. H., Lelono, E. B., Permana, A. K., & Hidayat, H. (2021). Delineation of sedimentary basin structure beneath the Banyumas Basin, Central Java, Indonesia, using ambient seismic noise tomography. In *Geoscience Letters* (Vol. 8, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/s40562-021-00202-x>
- Stewart, I. J. (2020). Regional geology and tectonics of sedimentary basins. In *Regional Geology and Tectonics: Volume 1: Principles of Geologic Analysis*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64134-2.00001-8>
- Sudithio, R., Rosana, M. F., & Senjaya, Y. A. (2017). Asal Sedimen Formasi Ciletuh di Teluk Ciletuh, Kabupaten Sukabumi. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 1(3).
- Van Bemmelen, R. W. (1949). The Geology of Indonesia. General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. In *Government Printing Office, The Hague*.
- Walker, R. G., & James, N. P. (1992). Facies Models: response to sea level changes. *Geological Association of Canada*.