

GEOLOGI DAERAH CISAMPIH DAN SEKITARNYA, KECAMATAN JATIGEDE, KABUPATEN SUMEDANG, PROVINSI JAWA BARAT

Ahmad Thoriq Rabbani Al Ula¹, Edy Sutriyono² dan Ugi Kurnia Gusti^{1*}

¹Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang

*Corresponding author e-mail: ugikgusti@gmail.com

ABSTRAK: Pemetaan Geologi pada daerah Cisampih dan sekitarnya, Kecamatan Jatigede Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat. Bertujuan untuk memperoleh informasi geologi pada daerah dan menggambarkan kondisi geologi di daerah yang diteliti, yang meliputi geologi struktur, geomorfologi, serta stratigrafi. Data yang dihasilkan melalui metode seperti pengumpulan data lapangan, studi pustaka serta penentuan lokasi, observasi geomorfik, setelah itu dilakukan analisa studio, analisa struktur geologi menggunakan streonet. Berdasarkan observasi lapangan di dapatkan satuan geomorfik daerah penelitian yaitu Perbukitan Denudasional, *Triangular facet*, Punggungan Antiklin, Punggungan Sinklin, *Point bar*, Bukit Intrusi, dan *CIM*. Kondisi Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari formasi yang diurutkan dari paling tua ke tua yaitu Formasi Cinambo Anggota batupasir (Tomcl) yang berumur Miosen Awal – Tengah, terendapkan pada bagian *lower fan*. Formasi Cinambo Anggota batuserpih (Tomcu) yang berumur Miosen Tengah, terendapkan pada bagian *middle fan*. Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl) yang berumur Miosen Akhir – Pliocene, terendapkan pada *upper fan*. Formasi Citalang (Tpc) yang berumur pliosen awal, lalu terjadi aktivitas vulkanik berupa intrusi *dike* dan membentuk intrusi (Ha). Dan di dapat Struktur Geologi pada daerah penelitian terdiri dari Antiklin Cimanintin A, Antiklin Cimanintin B, Antiklin Cimanintin C, Sinklin Cimanintin, Sinklin Cimanintin B, dan Sinklin, Sesar Turun Babakanjawa, Sesar mendatar Cisampih dan Sesar mendatar Ciranggem.

Kata Kunci: Cisampih, Geomorfologi, Stratigrafi, Struktur Geologi, Sejarah Geologi.

ABSTRACT: Geological Mapping in the Cisampih area and its surroundings, Jatigede District, Sumedang Regency, West Java Province. It aims to obtain geological information about the area and illustrate the geological conditions of the studied region, including structural geology, geomorphology, and stratigraphy. Data was obtained through methods such as field data collection, literature studies, location determination, geomorphic observation, followed by studio analysis and geological structure analysis using Streonet. Based on field observations, the geomorphic units of the research area were identified as Denudational Hills, Triangular Facet, Anticline Ridges, Syncline Ridges, Point Bar, Intrusion Hill, and CIM. The stratigraphic conditions of the research area consist of formations arranged from oldest to younger, namely the Cinambo Formation Sandstone Member (Tomcl) from the Early to Middle Miocene, deposited in the lower fan section. The Cinambo Formation Shale Member (Tomcu) from the Middle Miocene, Deposited in the middle fan section. The Halang Anggota Bawah Formation (Tmhl), dating from the Late Miocene – Pliocene, was deposited in the upper fan. The Citalang Formation (Tpc), from the Early Pliocene, was followed by volcanic activity in the form of dike intrusions, forming intrusions (Ha). The geological structures in the study area consist of Cimanintin Anticline A, Cimanintin Anticline B, Cimanintin Anticline C, Cimanintin Syncline, Cimanintin Syncline B, Syncline, Babakanjawa Normal Fault, Cisampih Strike-slip Fault, and Ciranggem Strike-slip Fault.

Keywords: Cisampih, Geomorphology, Stratigraphy, Geological Structure, Geological History.

1. Pendahuluan

Pemetaan geologi adalah kegiatan melakukan pengambilan data beberapa informasi geologi permukaan dan nantinya akan menghasilkan bentuk laporan dan juga peta geologi. Pada dasarnya, seorang geologis wajib

mempunyai pemahaman dalam menampilkan informasi geologi yang telah didapatkan dan memodelkannya dalam bentuk peta dasar. Hal ini berlaku untuk mahasiswa Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya. Pemetaan geologi ini menjadi salah satu mata kuliah yang

wajib diambil dengan harapan mahasiswa dapat menerapkan pengetahuan yang didapat selama masa kuliah, terutama dalam melakukan pengolahan terhadap data lapangan.

Daerah Sumedang termasuk kedalam zona cekungan Bandung yang merupakan bagian dari zona dataran tinggi Bandung dan beririsan langsung dengan zona busur belakang Jawa Barat, Secara regional pola struktur yang berkembang di Pulau Jawa terbagi menjadi tiga, yaitu pola Meratus, pola Sunda, dan pola Jawa (Pulunggono dan Martodjojo, 1995). Namun, menurut Zakaria (2004), terdapat empat pola struktur yang berkembang di Pulau Jawa berdasarkan analisis pola kelurusan topografi. Pola-pola tersebut adalah Pola Meratus, Pola Jawa, Pola Sumatera, dan Pola Sunda. Daerah Jawa Barat memiliki banyak pola kelurusan yang di indikasikan merupakan hasil proses dari sesar. Struktur geologi yang berkembang di daerah Jawa Barat berupa kekar, lipatan, dan sesar yang dijumpai berumur Oligosen-Miosen hingga Kuarter.

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan kegiatan pemetaan geologi permukaan pada luasan daerah 9x9 km² berskala 1 : 25.000 dan bertujuan untuk menganalisis dan identifikasi karakteristik Cekungan Jawa Barat yang meliputi satuan geomorfologi, stratigrafi dan struktur geologi kemudian dapat disajikan dalam uraian sejarah geologi daerah penelitian.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi, pengumpulan data, dan analisis Tahap persiapan melibatkan studi pustaka dan penentuan lokasi penelitian seluas 9 X 9 Km dengan skala 1:25.000, dari hasil pemetaan didapatkan data lapangan berupa deskripsi singkapan, pengamatan litologi, pengambilan sampel batuan, pengambilan data dan dokumentasi geomorfik, pengukuran struktur geologi.

Selanjutnya dilakukan metode analisis studio, berupa Analisa Paleontologi untuk menentukan umur dan lingkungan pengendapan berdasarkan fosil foraminifera.

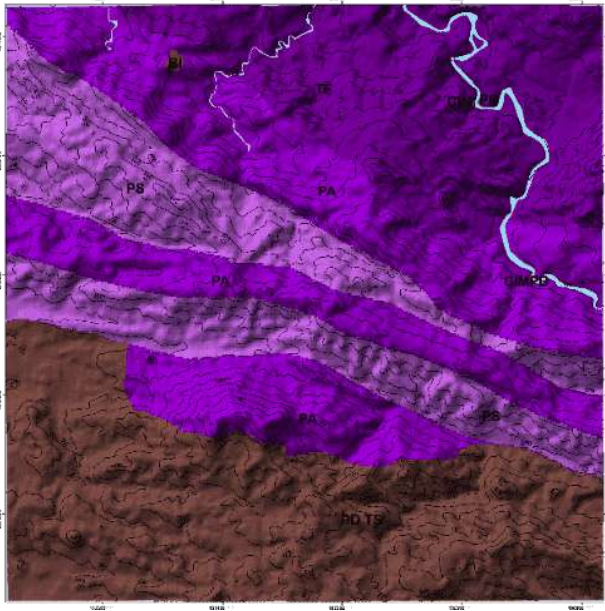
Analisa Petrografi untuk mengidentifikasi mineral penyusun batuan. Dilakukan juga analisa geomorfologi dilakukan dengan pendekatan morfografi, morfometri, dan morfogenesis. Dan Analisa Struktur Geologi menggunakan stereonet untuk menentukan orientasi dan jenis sesar maupun lipatan. Setelah itu hasil dari semua analisis digunakan untuk menentukan sejarah geologi.

3. Hasil dan Diskusi

Setelah dilakukan pengolahan data dan analisa berdasarkan data yang diperoleh di lokasi daerah telitian berdasarkan aspek kegeologian. Aspek-aspek yang dianalisis diuraikan menjadi beberapa poin diantaranya adalah geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Geomorfologi mengidentifikasi proses pembentukan dan perubahan bentuklahan yang terjadi di daerah penelitian. Stratigrafi mendeskripsikan urutan-urutan batuan secara litostratigrafi, umur hingga lingkungan pengendapan di daerah penelitian. Struktur geologi mengidentifikasi arah gaya dan mekanisme yang membentuk struktur di daerah penelitian. Singkapan yang didapat di lapangan sebanyak 126 lokasi penelitian yang dapat dilihat pada peta persebaran satuan batuan daerah penelitian, didapatkan 7 bentuk lahan geomorfik, dan di dapatkan 8 Struktur geologi berupa lipatan dan sesar. Lalu Hasil dari keseluruhan analisa hingga interpretasi digambarkan dalam peta geologi.

3.1 Satuan Geomorfik

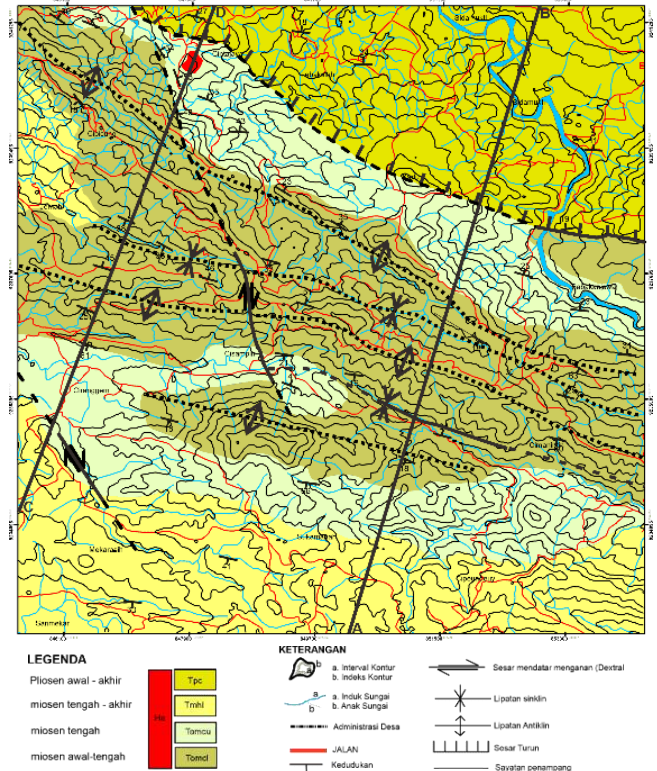
Geologi daerah penelitian merupakan hasil dari pengolahan data dan analisa berdasarkan data yang diperoleh di lokasi daerah telitian berdasarkan aspek kegeologian. Aspek-aspek yang dianalisis diuraikan menjadi beberapa poin diantaranya adalah geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi. Geomorfologi mengidentifikasi proses pembentukan dan perubahan bentuklahan yang terjadi di daerah penelitian. Pembagian satuan geomorfik dilakukan berdasarkan beberapa aspek. satuan geomorfologi di daerah penelitian dengan menggabungkan beberapa klasifikasi yang diantaranya seperti Buffington (2013), Brahmantyo (2006) dan Van Zuidam (1983). Bentuk lahan daerah penelitian terbagi menjadi tujuh jenis, yaitu *Channel-Irregular Meanders* (CIM), *Point Bar* (PB), *Triangular Facet* (TF), Perbukitan Intrusi (PI), Perbukitan Denudasional Tererosi sedang (PDTs), Punggungan Sinklin (PS), dan Punggungan Antiklin (PA), dapat dilihat pada peta Geomorfologi daerah penelitian (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Geomorfologi

3.2 Stratigrafi

Pada Daerah Cisampih dan sekitarnya, Kecamatan Jatigede Kabupaten Sumedang, Provinsi Jawa Barat, terdapat lima formasi pada daerah penelitian. Stratigrafi daerah penelitian tersusun atas batuan sedimen endapan laut dan intrusi andesit pada awal tersier hingga quarter yaitu endapan aluvium. Daerah penelitian terdapat 8 formasi, bila diurutkan dari formasi yang berumur tua ke formasi yang paling muda yaitu Formasi Cinambo anggota pasir (Tomcl), Formasi Cinambo anggota serpih (Tomcu), Formasi Halang anggota bawah (Tmhl), Formasi Citalang (Tpc), Intrusi Andesit (Ha). Dapat dilihat pada peta geologi daerah penelitian (Gambar 2).



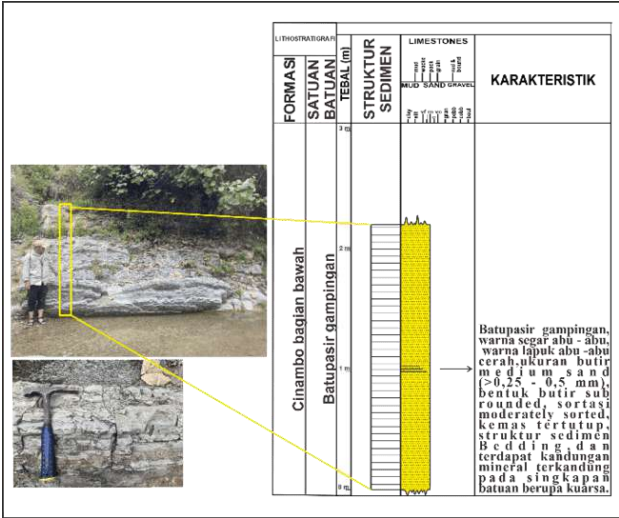
Gambar 2. Peta Geologi.

3.2.1 Formasi Cinambo Anggota Batupasir (Tomcl)

Formasi ini menempati 35% dari luasan daerah penelitian yang tersebar pada daerah Desa Ciranggeng, Desa Cintajaya, Sungai Cilutung, Desa Ciranggeng, Desa Cimanintin, Desa Kadu, dan Desa Babakanjawa. Formasi Cinambo anggota batupasir tersusun atas batupasir gampingan, batulempung (Sunarta et al., 2023). pada formasi memiliki arah barat laut - tenggara (NW-SE). Satuan batupasir formasi ini terdiri dari batupasir Gampingan, perselingan antara batupasir Gampingan dan Batu lempung.

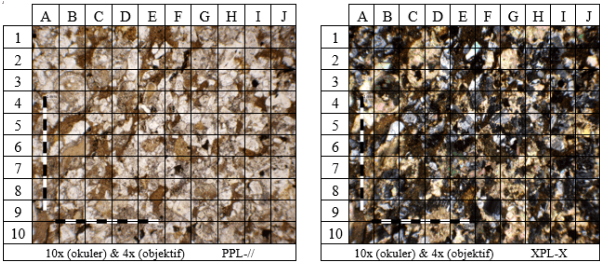
3.2.1.1 Satuan Batupasir Gampingan (Tomcl)

Batupasir gampingan dengan warna segar yaitu abu-abu dan warna lapuk abu abu kehitaman. Ukuran butir *coarse sand - medium sand* dalam skala Wentworth (1992). Derajat pembundaran yaitu *subrounded*, sortasi *moderately sorted*, dan bereaksi dengan HCl yang menunjukkan komposisi semen karbonatan. (Gambar 3).



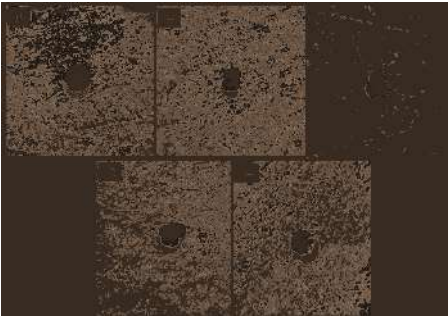
Gambar 3. Profil dan Foto Singkapan Jarak Jauh (A) dan Jarak Dekat (B) Batupasir Gampingan Tomcl.

Sayatan tipis batuan sedimen karbonat dengan pembesaran 40x, terdiri dari mineral Kuarsa, opak, plagioklas dengan Matriks mikrit dan mineral kalsit. Berdasarkan komposisi mineral didapatkan penamaan *packstone* menurut Dunham (1962); Embry & Klovon (1971), dapat dilihat pada (Gambar 4).



Gambar 4. Kenampakan Sayatan Tipis Batupasir Gampingan Formasi Tomcl.

Pengamatan mikropaleontologi juga dilakukan untuk mendapatkan data umur *relative* formasi beserta lingkungan pengendapannya, dapat dilihat foto fosil planktonik pada Batupasir Gampingan formasi Tomcl (Gambar 5)



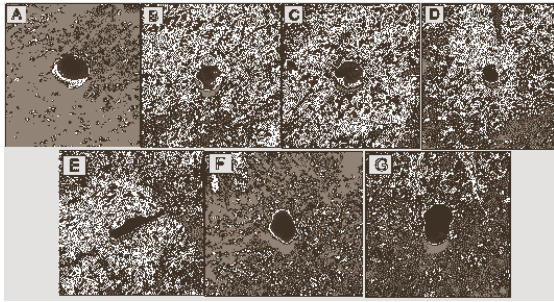
Gambar 5. Fosil Planktonik pada litologi Batupasir gampingan Formasi Cinambo bawah (Tomcl) : (A) *Orbulina universa*, (B) *Praeorbulina transitoria*, (C) *Globigerina praebuloides*, (D) *Globorotalia praemenardi*, (E) *Globularina dehicens*

Penarikan umur relatif batuan ditentukan berdasarkan penarikan umur fosil indeks. Berdasarkan dari fosil foraminifera yang sudah didapatkan, *Pracorbulina transitoria* merupakan fosil indeks (N8-N9). Berdasarkan hasil penarikan tersebut (Tabel 1) , maka didapatkan umur relatif pada litologi Batupasir gampingan Formasi cinambo anggota batupasir adalah *Early Miocene – Middle Miocene*.

Tabel 1. Penarikan umur relatif batuan berdasarkan fosil planktonik pada litologi Batupasir Gampingan Formasi Tomcl.

UMUR	EOCENE		OLIGOCENE		MIOCENE										PLIOCENE		PLEISTOCENE	
	middle		early		early		middle			late			h		Holocene			
	g	h	c	d	e	f	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Foraminifera Planktonik																		
(A) <i>Orbulina universa</i>																		
(A) <i>Praeorbulina transitoria</i>																		
(C) <i>Globigerina praebuloides</i>																		
(D) <i>Globorotalia praemenardi</i>																		
(E) <i>Globobulimina dehicens</i>																		
												</						

Selain penentuan umur relatif juga dilakukan penentuan lingkungan batimetri berdasarkan keterdapatan fosil foraminimera bentonik, kelompok foraminifera bentonik berukuran kecil. (Nuraliza, M., Isnaniawardhani, V., Firmansyah, Y., dan Helmi, 2024) pada Batupasir Gampingan formasi Tomcl (Gambar 6). digunakan sebagai patokan penentuan lingkungan batimetri pada suatu batuan (Nurjanah & Idarwati, 2025).



Gambar 6. Fosil Bentonik Batupasir Gampingan formasi Tomcl: (A) *fissurina wieneri*, (B) *Osangularia bangalensis*, (C) *Alveolophragmium scitulum* (D) *Loxostomum karrerianum*, dan (E) *Hypermmina elongata* (F) *Allomorphina pacifica* (G) *Lingulina seminude*.

Penentuan lingkungan batimetri dilakukan berdasarkan kedalaman yang dominan dari semua fosil foraminifera bentonik yang didapatkan. didapatkan lingkungan pengendapan batuan tersebut Batial Atas (Tabel 2)

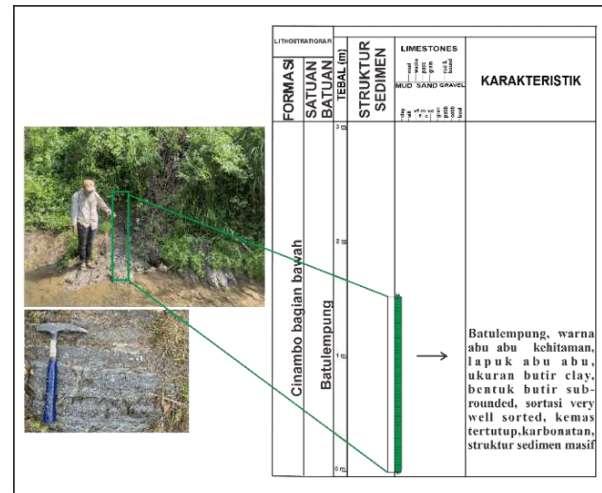
Tabel 2. Penarikan kedalaman Batimetri batuan berdasarkan fosil Bentonik pada litologi Batupasir Gampingan Formasi Tomel

Lingkungan Batimetri	Transisi		Neritik			Batial		Abisal
	Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah			
Foraminifera Bentonik	0	20	100	200	500	2000	4000	
(C) <i>Fissurina wiesneri</i> (1100 ft)						•		
(A) <i>Osangularia bengalensis</i> (580 ft)					•			
(C) <i>Alveolophragmium solitum</i> (542 ft)					•			
(R) <i>Loxostomum kamerianum</i> (345 ft)					•			
(R) <i>Hyperammina elongata</i> (390 ft)					•			
(R) <i>Alomorphina pacifica</i> (620 ft)					•			
(R) <i>Lingulina seminuda</i> (390 ft)					•			

Barker, 1960

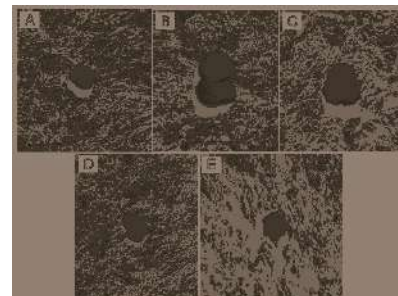
3.2.1.2 Satuan Batulempung Karbonatan (Tomcl)

Batulempung karbonatan pada formasi anggota batupasir (Tomcl) dengan deskripsi singkapan memiliki warna lapuk abu-abu kehitaman dan warna segar hitam, dengan ukuran butir *clay* (<0.004 mm – 0.062 mm) dalam skala *Wentworth* (1992). Dapat dilihat pada (Gambar 7).



Gambar 7. Profil dan Foto Singkapan Jarak Jauh (A) dan Jarak Dekat (B) Batulempung karbonatan Tomcl.

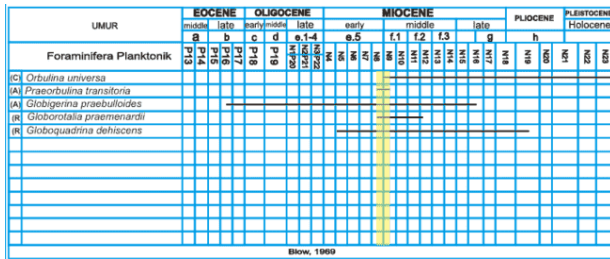
Pengamatan mikropaleontologi dilakukan dengan mengambil sample batupasir karbonatan pada LP terletak di desa Cimanintin. Didapat fosil planktonik (Gambar 8)



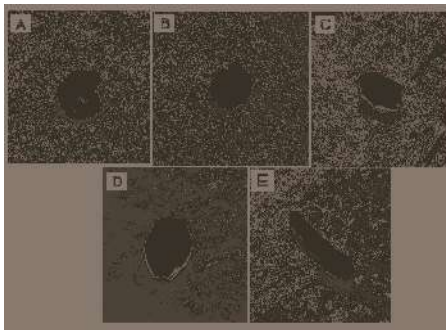
Gambar 8. Fosil Planktonik Batulempung Karbonatan formasi Tomel : (A) *Orbulina universa*, (B) *Praeorbulina transitoria*, (C) *Globigerina praebulloides*, (D) *Globorotalia Praemenardii*, (E) *Globoquadrina dehiscens*.

Penarikan umur relatif batuan ditentukan berdasarkan penarikan umur fosil *indeks*. Berdasarkan dari fosil foraminifera yang sudah didapatkan, *Pracorbulina transitoria* merupakan fosil indeks (N8-N9). Berdasarkan hasil penarikan tersebut (Tabel 3), maka didapatkan umur relatif pada litologi Batulempung karbonatan Formasi Tomel adalah *Early Miocene–Middle Miocene*.

Tabel 3. Penarikan umur relatif batuan berdasarkan fosil planktonik pada litologi Batulempung Karbonatan Formasi Tomel.



Selain penentuan umur relatif juga dilakukan penentuan lingkungan batimetri berdasarkan keterdapatn fosil foraminifera bentonik (Gambar 9)



Gambar 9. Fosil Bentonik Batulempung Karbonatan formasi cinambo bawah Tomcl :(A) *alveolophragmium scitulum*, (B) *Osangularia bangalensis*, (C) *spiroculina antillarum* (D) *Triloculina tigonula* dan (E) *Articulina mayori*

Selanjutnya dilakukan penarikan kedalaman lingkungan batimetri (Tabel 4) pada masing-masing fosil foraminifera bentonik yang telah ditemukan berdasarkan (Barker, 1960).

Tabel 4. Penarikan kedalaman batimetri batuan berdasarkan fosil bentonik pada litologi Batulempung Karbonatan Formasi Tomcu

Lingkungan Batimetri	Transisi	Neritik			Batal		Abisal
Foraminifera Bentonik	0	Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	4000
(A) <i>Alveolophragmium scitulum</i> (542 ft)					*		
(C) <i>Osangularia bangalensis</i> (580 ft)					*		
(R) <i>Spiroculina antillarum</i> (350 ft)					*		
(R) <i>Triloculina tigonula</i> (630 ft)					*		
(R) <i>Articulina mayori</i> (435 ft)					*		

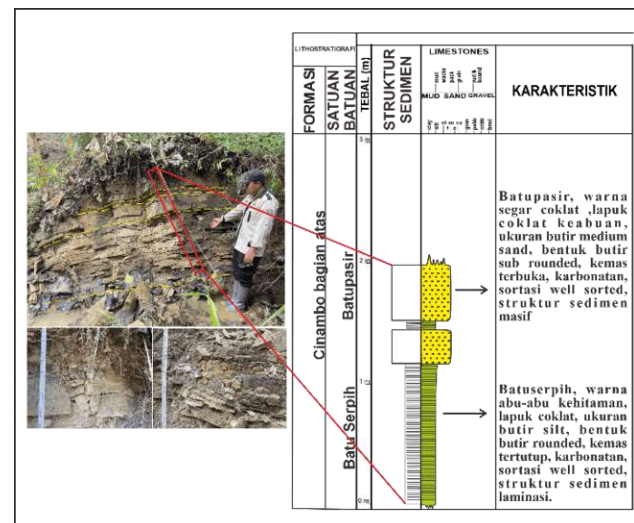
3.2.2 Formasi Cinambo Anggota Batuserpih (Tomcu)

Formasi Cinambo Anggota batuserpih secara stratigrafi regional terendapkan setelah Formasi Cinambo Anggota Batuspasir (Tomcl). Formasi ini tersebar dari

barat-timur yang menempati bagian tengah dari luasan daeran penelitian dan menempati 15% dari lokasi penelitian. Menurut (Isnaniawardani, et al., 2020) litologi penyusun dari Formasi Cinambo Anggota Batuserpih terdiri atas serpih berselingan dengan batuspasir, batuspasir gampingan. Berdasarkan hasil pengamatan lapangan, pada formasi ini ditemukan satuan batuserpih dengan perselingan batuspasir, batuserpih, dan batuspasir gampingan.

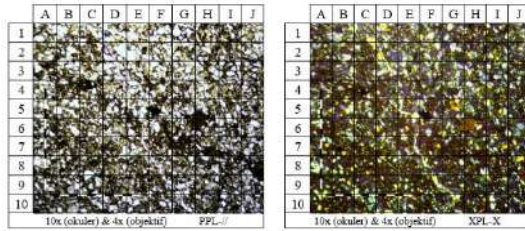
3.2.2.1 Satuan Batuan perselingan Batuspasir dan Batuserpih (Tomcu)

Pada singkapan adanya perselingan antar Batuspasir dan Batuserpih, dimana dengan deskripsi penciri Batuspasir, warna segar coklat, lapuk coklat keabuan, ukuran butir medium sand, bentuk butir *sub rounded*, kemas terbuka, karbonatan, sortasi *well sorted*, struktur sedimen masif. Dan Batuserpih warna abu-abu kehitaman, lapuk coklat, ukuran butir *silt*, bentuk butir *rounded*, kemas tertutup, karbonatan, sortasi *well sorted*, struktur sedimen laminasi (Gambar 10)



Gambar 10. Profil dan Foto Singkapan Jarak Jauh (A) dan Jarak Dekat (B) perselingan Batupasir dan Batuserpih Tomcu.

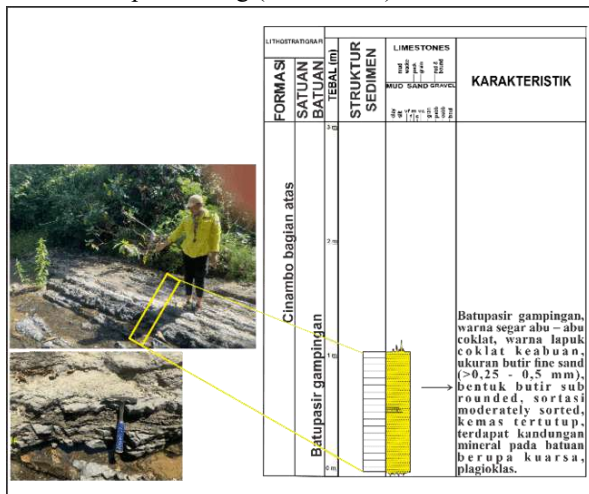
Sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik dengan pembesaran 40x, terdiri dari mineral Kuarsa, opak, piroksen, plagioklas, biotit, dengan Matriks Lempung dan Semen mineral lempung, (Gambar 11)



Gambar 11. Kenampakan sayatan tipis Batupasir formasi Tomcu

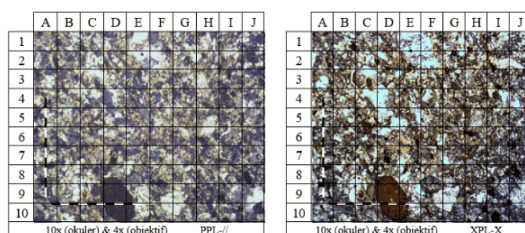
3.2.2.2 Satuan Batuan perselingan Batupasir Gampingan (Tomcu)

Pada singkapan di lihat pada profile menunjukan adanya singkapan batupasir gampingan formasi cinambo anggota batuserpih warna segar abu – abu coklat, warna lapuk coklat keabuan, ukuran butir fine sand, bentuk butir sub rounded, sortasi moderately sorted, kemas tertutup, dengan kondisi lapangan pada profile menunjukan struktur sedimen berupa bedding (Gambar 12).



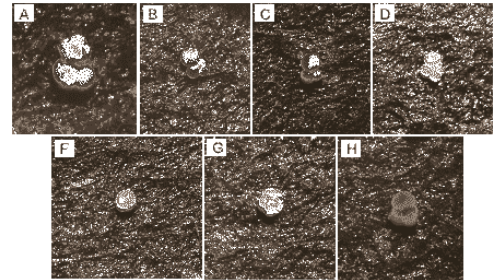
Gambar 12. Profil dan Foto Singkapan Jarak Jauh (A) dan Jarak Dekat (B) Batupasir Gampingan Tomcu.

Sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik dengan pembesaran 40x, terdiri dari mineral Kuarsa, opak, piroksen, plagioklas, Orthoklas. dengan Matriks Lempung dan Semen mineral Kalsit (Gambar 13).



Gambar 13. Kenampakan sayatan tipis Batupasir Gampingan formasi Tomcu.

Pengamatan mikropaleontologi juga dilakukan untuk mendapatkan data umur relative formasi beserta lingkungan pengendapannya, fosil planktonik digunakan untuk melakukan penarikan umur batuan (Gambar 14)



Gambar 14. Fosil Planktonik Batupasir Gampingan (Tomcu): (A) *globigerina praebulloides*, (B) *globoquadrina siakensis*, (C) *Globigerinoides imaturus*, (D) *Globigerina nepenthes*, (E) *orbulina universa*, (F) *Globoquadrina advena* (G) *Globigerinoides subquadratus*.

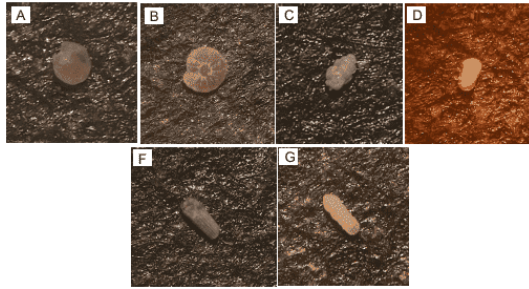
Penarikan umur relatif batuan ditentukan berdasarkan kemunculan fosil paling awal dan kepunahan fosil paling akhir. Maka didapatkan umur relatif pada litologi singkapan batupasir gampingan formasi cinambo anggota batuserpih (Tomcu) ini adalah *Middle Miocene* (N14), dilihat pada tabel penarikan umur (Tabel 5).

Tabel 5. Penarikan umur relatif batuan berdasarkan fosil planktonik pada litologi Batupasir Gampingan Formasi Tomcu.

UMUR	EOCENE				OLIGOCENE				MIOCENE								PLIOCENE		PLEISTOCENE		Holoocene	
	middle		late		early		main		late		early		middle		late		h		i		j	
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
Foraminifera Planktonik	P-13	P-16	P-17	P-18	P-19	P-20	P-21	P-22	P-23	P-24	P-25	P-26	P-27	P-28	P-29	P-30	P-31	P-32	P-33	P-34	P-35	P-36
(A) Globigerina prebulbides																						
(C) Globorotalia alaskensis																						
(A) Globigerinoides immaturus																						
(C) Globigerina nepenthes																						
(A) Orbulina universa																						
(R) Globocadina advena																						
(N) Globigerinoides subquadrantulus																						

Riser, 1969

Selain penentuan umur relatif juga dilakukan penentuan lingkungan batimetri berdasarkan keterdapatan fosil foraminifera bentonik (Gambar 15).



Gambar 15. Fosil Bentonik Batupasir Gampingan (Tomcu): (A) *osangularia bengalensis*, (B) *alveolophragmium scitulum*, (C) *loxostomum karrerianum* (D) *rectoglandulina aequalis* dan (E) *hyperammina elongate*, (F) *rheopax dentaliniformis*.

Penentuan lingkungan batimetri dilakukan berdasarkan kedalaman yang dominan dari semua fosil foraminifera bentonik yang didapatkan. didapatkan lingkungan pengendapan batuan tersebut Batial Atas (Tabel 6).

Tabel 6. Penarikan kedalaman batimetri batuan berdasarkan fosil bentonik pada litologi Batupasir Gampingan Formasi Tomcu.

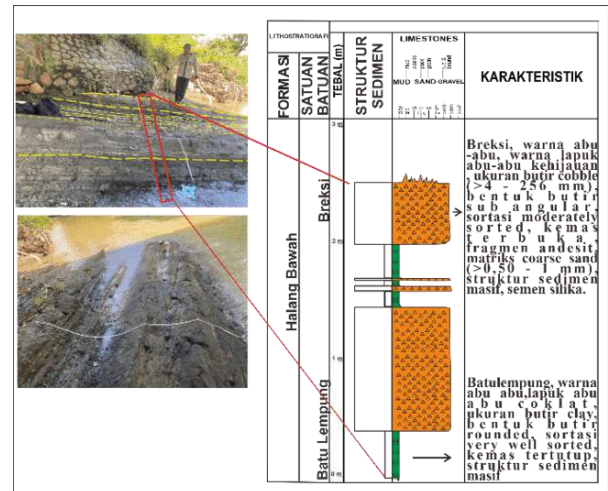
[illegible]

3.2.3 Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl)

Formasi Halang merupakan endapan sedimen laut dalam, secara regional formasi ini dibagi menjadi dua yaitu Formasi Halang anggota bawah (Tmhl), Formasi ini pada daerah penelitian mendominasi yaitu sebesar 5% dari luasan total dan pada daerah penelitian terletak di bagian Selatan

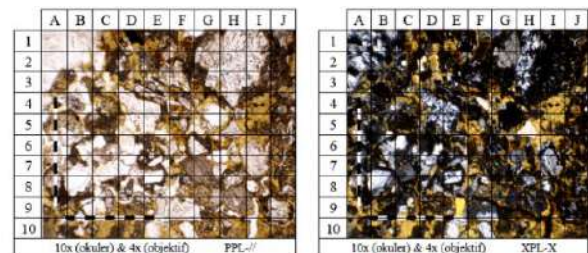
3.2.3.1 Satuan Batuan perselingan Batulempung karbonatan dan Breksi (Tmhl)

Pada singkapan menunjukkan adanya perselingan antar litologi breksi dengan batulempung karbonatan, dimana dengan deskripsi breksi, warna abu-abu, warna lapuk abu-abu kehijauan, ukuran butir cobble, bentuk butir sub angular, sortasi moderately sorted, kemas terbuka, fragmen andesit, matriks coarse sand, struktur sedimen masif, semen silika (Gambar 16).



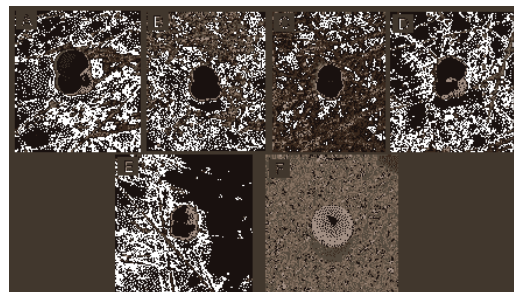
Gambar 16. Profile dan foto singkapan jarak jauh (A) dan Jarak Dekat (B) perselingan Breksi dan Batulempung Tmhl.

Sayatan tipis batuan beku vulkanik dengan pembesaran 40x, terdiri dari mineral primer Plagioklas, Orthoklas, kuarsa, opak dengan mineral sekunder berupa mineral kalsit (Gambar 17).



Gambar 17. Kenampakan sayatan tipis Breksi formasi formasi Tmhl

Pengamatan mikropaleontologi juga dilakukan untuk mendapatkan data umur relative formasi beserta lingkungan pengendapannya, didapatkan fosil planktonik untuk penarikan umur batuan (Gambar 18).



Gambar 18. Fosil Planktonik Batulempung karbonatan (Tmhl) : (A) *Sphaeroidinella subdehiscens*, (B) *globigerinoides trilobus*, (C) *Globigerina nepenthes*, (D)

Globigerinoides ruber, (E) *globigerinoides imaturus*, (F) *orbulina universa*.

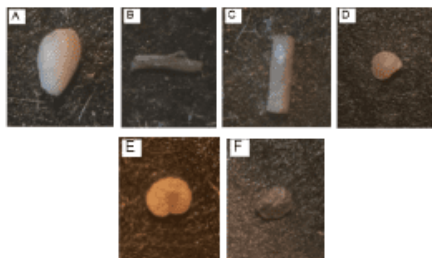
Pada fosil foraminifera planktonik yang ditemukan pada sampel Batulempung karbonatan formasi Halang anggota bawah (Tmhl) ini, penarikan umur relatif batuan ditentukan berdasarkan kemunculan fosil paling awal dan kepunahan fosil paling akhir. Maka didapatkan umur relatif pada litologi Batulempung karbonatan formasi Halang anggota bawah (Tmhl) ini adalah *Late Miocene – Pliocene* (N8-N9), dilihat pada (Tabel 7)

Tabel 7. Penarikan umur relative batuan berdasarkan fosil planktonik pada litologi Batulempung karbonatan formasi (Tmhl).

UMUR	EOCENE		OLIGOCENE		MIOCENE				PLIOCENE		PLEISTOCENE	
	early	late	early	late	early	middle	late	early	middle	late	early	late
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Foraminifera Planktonik												
(A) <i>Globobulimina pacifica</i> (450 ft)												
(B) <i>Articulina mayori</i> (435 ft)												
(C) <i>Jaculella obtusa</i> (530 ft)												
(D) <i>Osangularia bengalensis</i> (580 ft)												
(E) <i>Amphistegina gibbosa</i> (435 ft)												
(F) <i>Lenticulina denticulifera</i> (210 ft)												

Blow, 1969

Selain penentuan umur relatif juga dilakukan penentuan lingkungan batimetri berdasarkan keterdapatan fosil foraminifera bentonik yang didapatkan pada Batu lempung karbonatan formasi Halang (Gambar 19)



Gambar 19. Fosil Bentonik Batulempung karbonatan (Tmhl) : (A) *globobulimina pacifica* (B) *Articulina mayori* (C) *jaculella obtusa* (D) *osangularia bengalensis* dan (E) *Amphistegina gibbosa* (F) *lenticulina denticulifera*.

Selanjutnya dilakukan penarikan kedalaman lingkungan batimetri (Tabel 8) pada masing-masing fosil foraminifera bentonik yang telah ditemukan berdasarkan (Barker, 1960).

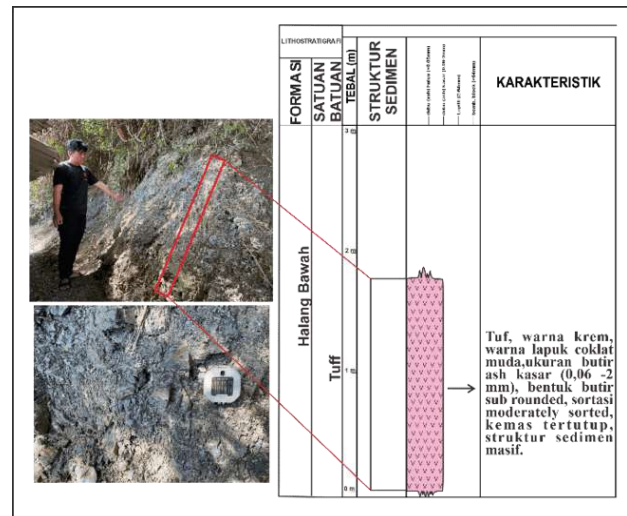
Tabel 8. Penarikan kedalaman batimetri batuan berdasarkan fosil bentonik pada litologi Batulempung karbonatan (Tmhl).

Lingkungan Batimetri	Transisi	Neritik			Batial		Abisal
		Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
Foraminifera Bentonik	0	20	100	200	500	2000	4000
(A) <i>Globobulimina pacifica</i> (450 ft)					*		
(B) <i>Articulina mayori</i> (435 ft)					*		
(C) <i>Jaculella obtusa</i> (530 ft)					*		
(D) <i>Osangularia bengalensis</i> (580 ft)					*		
(E) <i>Amphistegina gibbosa</i> (435 ft)				*			
(F) <i>Lenticulina denticulifera</i> (210 ft)				*			

Barker, 1960

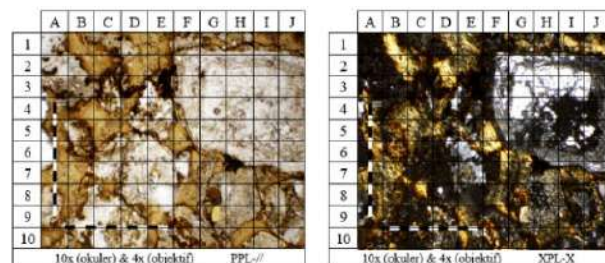
3.2.3.2 Satuan Batuan Tuff formasi (Tmhl)

Pada singkapan LP 122 Menunjukkan litologi tuf dengan ciri singkapan Tuf, dengan warna segar krem, warna lapuk coklat muda, ukuran butir ash (0,06 -2 mm), bentuk butir *sub rounded*, sortasi *moderately sorted*, kemas tertutup, struktur sedimen masif (Gambar 20).



Gambar 20. Profile dan foto singkapan jarak jauh (A) dan Jarak Dekat (B) Tuff Tmhl.

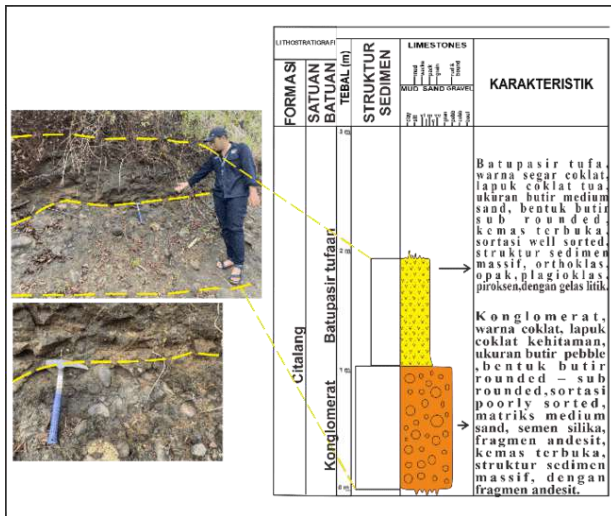
Sayatan tipis batuan vulkaniklastik dengan pembesaran 40x, terdiri dari kristal berupa kuarsa, plagioklas, orthoklas, dan opak, sirisit dan litik (Gambar 21)



Gambar 21. Kenampakan sayatan tipis tuff formasi Tmhl

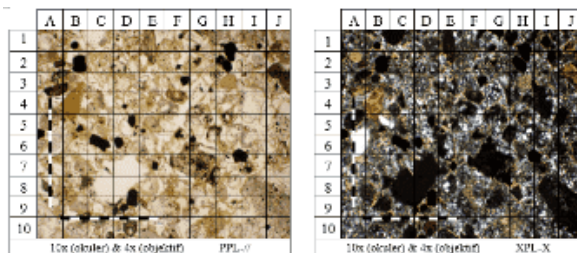
3.2.4 Formasi Citalang (Tpc)

Formasi Citalang terletak pada bagian utara dari daerah penelitian menempati 30% dari luasan total daerah penelitian. Formasi Citalang menurut stratigrafi regional (Isnaniawardani, et al., 2020) tersusun atas batupasir tuffaan, konglomerat. Dalam observasi lapangan ditemukan batupasir tuffaan, perselingan batupasir tuffaan dengan konglomerat, dan konglomerat (Gambar 22).



Gambar 22. Profil dan Foto Singkapan Jarak Jauh (A) dan Jarak Dekat (B) perselingan Batupasir tuffaan dan konglomerat Tpc

Dilakukan analisa petrografi pada Batupasir tuffaan (Tpc), Sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik dengan pembesaran 40x, terdiri dari mineral Kuarsa, opak, piroksen, plagioklas, Orthoklas, litik dengan masa dasar mikro kuarsa dan Semen mineral lempung dan silikaan (Gambar 23).

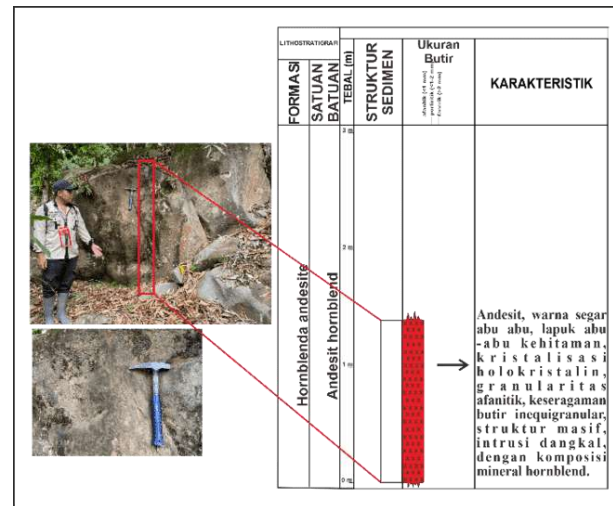


Gambar 23. Kenampakan sayatan tipis Batupasir tuffaan formasi citalang formasi Tpc.

3.2.5 Hornblende Andesite (Ha)

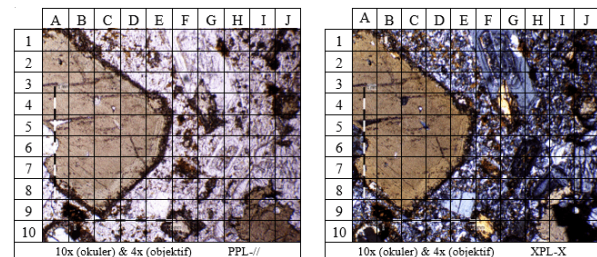
Satuan intrusi andesit ini menempati 2% dari luas daerah penelitian dan ditunjukkan oleh warna merah pada peta geologi daerah penelitian. Satuan ini tersebar di bagian selatan daerah penelitian. Satuan ini berupa batuan beku andesit hasil intrusi dangkal yang berbentuk *dike*.

Kondisi singkapan pada satuan ini segar – lapuk (dominan). Litologi andesit memiliki warna segar abu abu dan warna lapuk abu abu kehitaman, kristalisasi holokristalin, granularitas afanitik, keseragaman butir inequigranular, dengan struktur masif (Gambar 24).



Gambar 24. Profil dan Foto Singkapan Jarak Jauh (A) dan Jarak Dekat (B) Andesite Ha

Sayatan tipis batuan beku vulkanik dengan pembesaran 40x dengan, terdiri dari mineral primer Plagioklas, Orthoklas, Amfibol, Opak, Kuarsa, Muskovit dengan masa dasar Plagioklas dan kuarsa (Gambar 25).



Gambar 25. Kenampakan sayatan tipis Andesite Ha

3.3 Hubungan Stratigrafi

Analisis satuan stratigrafi daerah penelitian dibuat berdasarkan karakteristik litologi dengan menggolongkan batuan berdasarkan kesamaan antar jenis batuan. Penentuan umur dilakukan atas analisis fosil yang di komparasikan dengan data geologi regional. Secara regional stratigrafi daerah penelitian dari tua ke muda terdiri atas Formasi Cinambo, Formasi Halang, Formasi Citalang (Tpc), Andesit hornblende endapan gunung api tua. Formasi Cinambo anggota bawah (Tomel) terdiri dari batu pasir gampingan dan perselingan batupasir gampingan dan lempung karbonatan, Formasi Cinambo

anggota atas (Tomcu) terdiri dari Batupasir, Batupasir gampingan, dan Batuserpih, Formasi Halnag anggota bawah terdiri atas litologi Breksi, tuf, dan batulempung, Formasi citalang (Tpc) terdapat satuan litologi berupa konglomerat, dan batupasir tuffan coklat muda, terdapat pula intrusives yang memotong semua formasi pada daerah penelitian secara tegak lurus sehingga termasuk kedalam intrusi *dike*. Dapat dilihat pada Gambar Kolom Stratigrafi (Gambar 26).

UMUR			LITOSTRATIGRAFI		
ZAMAN	KALA		SATUAN BATUAN	LITOLOGI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
TERSIER NEOGEN	MIOCENE	TENGAH	Citalang	Konglomerat, Batupasir tuffan	Braided Rivers
		AWAL	Halang Anggota Bawah	Breksi, Tuf, Lempung	Upper fan
	MIOCENE	AKHIR	Cinambo Anggota serpih	Batupasir, Batuserpih, Batupasir Gampingan	Middle fan
		TENGAH	Cinambo Anggota Batupasir	Batupasir Gampingan, Lempung	Lower fan
		AWAL			

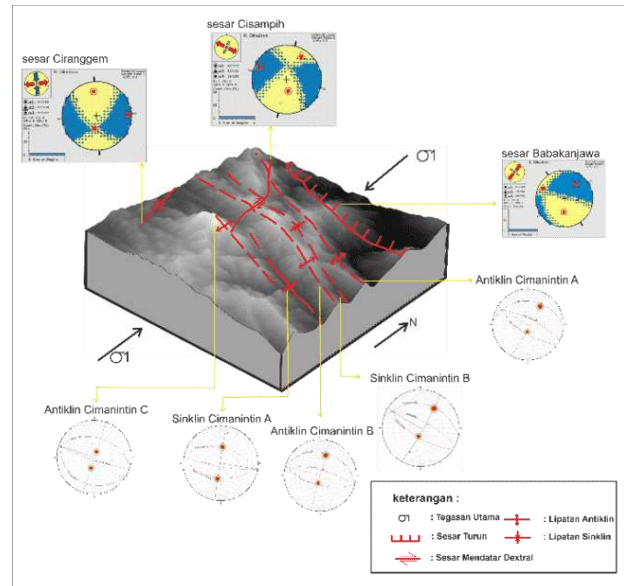
Gambar 26. Hubungan Stratigrafi Lokal

3.4 Struktur Geologi

Cekungan Bogor terbentuk melalui beberapa fase tektonik yang kompleks. Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu sesar dan lipatan yang kemudian struktur tersebut dianalisa menggunakan proyeksi stereografis untuk mengetahui kinematika serta dinamikanya. Kehadiran struktur sesar dan lipatan tersebut diperkirakan terjadi pada Miosen Akhir – Pliosen ketika Pulau Jawa mengalami rezim kompresi. Aktivitas tektonik pada Pliosen – Pleistosen merupakan puncak kompresi Pulau Jawa yang menyebabkan deformasi berupa perlipatan dan pensesaran, yang masih berpengaruh hingga wilayah penelitian ini (Pulunggono & Martodjojo, 1994). Berdasarkan hasil analisis data lapangan dan dikombinasikan dengan data *Digital Elevation Model* Nasional (DEMNAS)

Struktur geologi yang berkembang di daerah penelitian berupa sesar dan lipatan yang kemudian dilakukan analisis secara stereografis untuk mengetahui kinematika serta dinamikanya. Berdasarkan hasil analisis diperoleh lima struktur lipatan, antara lain Antiklin Cimanintin A, Antiklin Cimanintin B, Antiklin Cimanintin C, Sinklin Cimanintin, Sinklin Cimanintin B. Selain itu terdapat pula Sesar Babakanjawa dengan klasifikasi *vertical dip-slip dominated*, Sesar Cisampih, dan Sesar Ciranggem dengan klasifikasi *Vertical strike-slip fault*. Struktur geologi yang terbentuk di daerah penelitian mencakup batuan Tersier. Berdasarkan hasil analisis stereografis, struktur geologi di daerah penelitian didominasi oleh tegasan berarah timur laut – barat daya

yang membentuk jalur lipatan dengan orientasi barat laut – Tenggara. (Gambar 27).



Gambar 27. Model Perkembangan Struktur Geologi.

3.5 Interpretasi Geologi Bawah Permukaan

Berdasarkan hasil rekonstruksi penampang geologi skala 1:25.000, diperoleh interpretasi bawah permukaan menunjukkan keberadaan lima formasi, pada periode yang sama. Ditemukan delapan struktur geologi yang terdiri dari lima lipatan dan tiga sesar.

Berdasarkan penampang A-B (Gambar 28), merujuk pada peta geologi (Gambar 2), terdapat 4 jenis formasi yaitu Formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl) dengan litologi Batupasir Gampingan dan Batulempung. Formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu) dengan litologi batupasir Gampingan, Batupasir, Formasi Halang Bawah (Tmhl) dengan litologi Breksi, Batulempung, dan tuf. Terdapat Formasi Citalang (Tpc). Kontak formasi antara Formasi Halang dan formasi Cinambo anggota Batuserpih pada bagian Selatan memiliki kontak kemiringan lapisan berkisar 30°- 40°. Sedangkan kontak formasi antara Formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl) dan Formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu) pada bagian Tenggara memiliki kontak kemiringan lapisan berkisar 60°. Dan kontak pada formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu) dan Formasi Citalang (Tpc) pada bagian Timur Laut memiliki kontak kemiringan lapisan berkisar 10°- 25°. Pada penampang ini terdapat mekanisme struktur geologi yang terbentuk terbentuk Antiklin Cimanintin A, Antiklin Cimanintin B, Antiklin Cimanintin C, Sinklin Cimanintin, Sinklin Cimanintin B.

Cimanintin B, dan Sinklin dengan arah orientasi Barat laut – Tenggara pada formasi Formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl), lalu terbentuk Sesar Turun Babakanjawa dengan arah tegasan Barat laut – Tenggara pada formasi Citalang (Tpc).

Berdasarkan penampang C-D (Gambar 28), merujuk pada peta geologi (Gambar 2), terdapat 5 jenis formasi yaitu Formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl) dengan litologi Batupasir Gampingan dan Batulempung. Formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu) dengan litologi batupasir Gampingan, Batupasir, Formasi Halang Bawah (Tmhl) dengan litologi Breksi, Batulempung, dan tuf. Terendapkan Formasi Citalang (Tpc), dan Formasi Hornblende Andesite (Ha) yang merupakan hasil intrusi *dike*. Kontak formasi antara Formasi Halang dan formasi Cinambo anggota Batuserpih pada bagian Barat Daya memiliki kontak kemiringan lapisan berkisar 30°- 40°. Sedangkan kontak formasi antara Formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl) dan Formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu) pada bagian Barat memiliki kontak kemiringan lapisan 61°. Dan kontak Pada formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu) dan Formasi Citalang (Tpc) pada bagian Utara memiliki kontak kemiringan lapisan berkisar 10°- 25°. Pada penampang ini terdapat mekanisme struktur geologi yang terbentuk yaitu Antiklin Cimanintin A, Antiklin Cimanintin B, Antiklin Cimanintin C, Sinklin Cimanintin, Sinklin Cimanintin B, dan Sinklin dengan arah orientasi Barat laut – Tenggara pada formasi Formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl), lalu terbentuk Sesar Turun Babakanjawa dengan arah tegasan Barat laut – Tenggara pada formasi Citalang (Tpc). Dan Struktur Geologi dan setelah itu terbentuk Sesar mendatar Cisampih pada formasi Cinambo anggota Batupasir (Tomcl) dan Sesar mendatar Ciranggem pada formasi Cinambo anggota Batuserpih (Tomcu), dengan Arah tegasan Utara – Selatan.

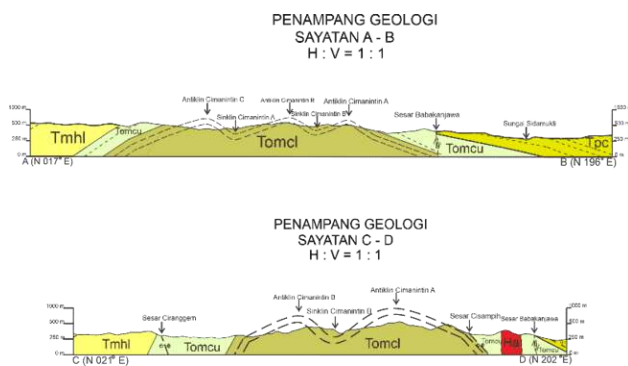
3.6 Sejarah Geologi

Berdasarkan data lapangan yang diperoleh dan analisisnya serta ditambah dengan hasil interpretasi dan penafsiran, dapat dibuat suatu sintesis geologi daerah penelitian yang menggambarkan sejarah geologi pada daerah penelitian dimulai kala awal Miosen hingga awal Pliocene.

Pada kala Miosen Awal terendapkan Formasi Cinambo Anggota Batupasir (Tomcl) melalui mekanisme aliran gravitasi sistem kipas laut dalam (*Lower fan*) dengan aliran turbidit yang berupa material sedimen klastik membentuk perselingan dengan litologi batupasir dan batuserpih yang lebih didominasi oleh batupasir dan ditemukan, struktur sedimen yang umumnya dijumpai adalah *cross lamination*, dan *parallel lamination* termasuk dalam sikuen bouma Tb-Tc yang menjadi pendukung bahwa terendapkan pada *lower fan*, selanjutnya terendapkan formasi cinambo anggota serpih (Tomcu) pada formasi ini didominasi dengan perselingan batuserpih dan batupasir yang lebih didominasi oleh batuserpih dan beberapa lokasi ditemukan batuserpih tanpa perselingan. Menurut Djuhaeni dan Martodjojo (1988), formasi ini terendapkan pada lingkungan laut dalam dengan mekanisme endapan turbidit. Berdasarkan ciri tekstur dan struktur sedimen yang teramati, diinterpretasikan bahwa formasi ini terendapkan lingkungan kipas tengah (*middle fan*) sistem kipas laut dalam (Mutti dan Lucchi, 1972, 1975; Shanmugam dan Moiola, 1985).

Pada Kala Miosen Tengah – Miosen Akhir terendapkan Formasi Halang yang diendapkan selaras diatas Formasi Cinambo Mekanisme pembentukan dari formasi halang anggota bawah ini berupa mekanisme aliran *debris flow*. Mekanisme aliran tersebut yang membawa material vulkanik berupa tuf dan breksi pada formasi ini, diinterpretasikan terendapkan pada lingkungan kipas bagian atas (*upper fan*) dalam sistem kipas laut dalam.

Pada kala Pliosen Atas terjadi Regresi atau penurunan muka air laut, hal ini menyebabkan berkembangnya sistem Fluvial. Formasi Citalang (Tpc) ini terendapkan pada sungai Teranyam (*Braided rivers*), lalu terjadi Aktivitas vulkanik menyebabkan magma mengintrusi lapisan sedimen di atasnya terjadi pada pliosen akhir, lalu Pada Akhir Pliosen – Plistosen Awal terjadi aktivitas tektonik yang menyebabkan terbentuknya struktur geologi di daerah penelitian, dapat dilihat pada model skematik.



Gambar 28. Penampang Geologi

4. Kesimpulan

Dari hasil Pemetaan Geologi dan telah dilakukan analisa pada hasil Pemetaan geologi dan data yang telah di dapatkan, Geomorfologi daerah penelitian terbagi ke dalam Tujuh bentuk lahan, yaitu Perbukitan Denudasional Tererosi sedang, Triangular Facet, Punggungan Antiklin, Punggungan Sinklin, Point Bar, Bukit Intrusi, dan Channel-Irregular Meanders (CIM). Stratigrafi daerah ini disusun dari tua ke muda, yaitu Formasi Cinambo Anggota Batupasir (Tomcl) berumur Miosen Awal–Tengah dengan litologi batupasir gampingan dan lempung karbonatan pada lingkungan kipas bawah; Formasi Cinambo Anggota Batuserpih (Tomcu) berumur Miosen Tengah dengan litologi perselingan batuserpih dan batupasir pada kipas tengah; Formasi Halang Anggota Bawah (Tmhl) berumur Miosen Akhir–Pliosen dengan breksi, tuf, dan lempung pada kipas atas; serta Formasi Citalang (Tpc) berumur Pliosen Akhir–Plistosen Awal yang terdiri atas batupasir tufaan dan konglomerat. Struktur geologi yang ditemukan meliputi Antiklin Cimanintin A, B, dan C serta Sinklin Cimanintin A dan B yang berorientasi Barat Laut–Tenggara, Sesar Turun Babakanjawa dengan arah tegasan yang sama, dan sesar mendatar Cisampih serta Ciranggem dengan arah tegasan Utara–Selatan. Sejarah geologi daerah ini terbagi dalam empat fase, yaitu pengendapan Formasi Cinambo Anggota Batupasir pada Miosen Awal–Tengah, diikuti Anggota Batuserpih pada Miosen Tengah, kemudian pengendapan Formasi Halang Anggota Bawah pada Miosen Akhir–Pliosen, dan dilanjutkan Formasi Citalang pada Pliosen Awal, lalu terjadi intrusi *dike* yang membentuk formasi Hornblende Andesite (Ha) serta pembentukan struktur geologi pada tahap akhir.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kepada koordinator program studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya telah mengizinkan penulis dapat mempublikasikan hasil dari pemetaan geologi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu demi kesempurnaan laporan ini, penulis membutuhkan dukungan dan sumbangsih pikiran berupa kritik dan saran yang bersifat membangun. Penyusunan laporan pemetaan ini juga tak lepas dari bantuan berbagai pihak terutama kepada rekan-rekan seperjuangan.

Daftar Pustaka

- [1] Anderson, E.M, 1951. The Dynamics of Faulting. Edinburgh: Oliver & Bo.
- [2] Brahmantyo, B., dan Bandono, 2006. Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (Landform) untuk Pemetaan Geomorfologi pada SKala 1:25.000 dan Aplikasinya untuk Penataan, Jurnal Geoaplika., Volume 1, Nomor 2, hal. 071 – 078.
- [3] Compton, R., 1985. Geology in The Field. New York: s.n.
- [4] Dunham, R. J.,1962, Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture, in Ham, W. E. (ed), Classification of Carbonates Rocks. AAPG Memoir 1, p.108 – 121.
- [5] Fisher, R. V. & Schminke, H. U., 1984. Pyroclastic Rocks. Berlin: Springer - Verlag. Fitch, F., 1972. Plate Convergence, Transcurrent Faults and Internal Deformation Adjacent to Southeast Asia and The Western Pacific. Journal Geophys.
- [6] Fleuty, M. J.1964. The Description of Fold : Geological Associaton Procedding, v.75.
- [7] Fossen, H., 2010. Structural Geology. New York: Cambridge University Press. Gafoer, S.
- [8] Moody, J.D. dan Hill, M.J., 1956, Wrench Fault Tectonics, Geological Society of America (GSA) Bulletin, vol. 67, hal. 1207 – 1246.
- [9] Nuraliza, M., Isnaniawardhani, V., Firmansyah, Y., Dan Helmi, F. (2024). Umur Relatif Dan Lingkungan Pengendapan Satuan Batupasir, Formasi Rajamandala, Daerah Cicantayan Dan Sekitarnya, Kabupaten Sukabumi Berdasarkan Analisis Foraminifera. *Padjadjaran Geoscience Journal*, 8(2), 1936–1946.
- [11] Nurjanah, A., & Idarwati. (2025). PENENTUAN Lingkungan Batimetri Formasi Baturaja Dan Gumai Dengan Melihat Persebaran Foraminifera Daerah Muaradua Dan Sekitarnya Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan Provinsi Sumatera Selatan. *Bulletin of Scientific Contribution: Geology*, Volume 23, Nomor 2, Agustus: 121-134, 6(2), 44–56.
- [12] Pulonggono, A & Martodjojo, S., 1994. Perubahan Tektonik Paleogen-Neogen merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa. *Proceeding Geologi dan Geoteknik Pulau Jawa sejak Mesozoik Akhir hingga Kuarter*, Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, UGM, Hal. 37-50.
- [13] Rahardjo,W., Rumidi S. dan Rosidi H.M.D.1977. Geological map of the Yogyakarta Quadrangle, Java, skala 1 : 100.000, Geological Survey of Indonesia, 1-15.

- [14] Rickard, 1972. Classification of Translational Fault Slip. Geological Society of America.
- [15] Sujanto, F. X. dan Sumantri, Y. R. 1977. Preliminary Study on the Tertiary Depositional Patterns of Java. Bulletin of Scientific Contribution, Volume 13, Nomor 3. Desember 2015: 182-191
- [17] Sunarta, J. ., Rochmana, Y. ., & Hastuti, E. W. . (2023). Rekonstruksi Sejarah Geologi Berdasarkan Analisis Stratigrafi Di Daerah Cengal Dan Sekitarnya, Kecamatan Maja, Kabupaten Majalengka, Jawa Barat. *Jurnal Mineral Energi Dan Lingkungan*, 7 (April 2024). <https://doi.org/10.31315/jmel.v7i2.11102>
- [18] Twidale, C.R., 2004, River Patterns and Their Meaning. *Earth-Science Reviews* 67. P:159 – 218.
- [19] Van Bemmelen, R.W. (1949) *The Geology of Indonesia* Vol. IA, Martinus Nijhoff.Belanda.
- [20] Widyatmanti et al., 2016, Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation, 8th IGRSM International Conference and Exhibition on Remote Sensing & GIS, p.5-6.