

GEOLOGI DAERAH DESA PRIGI DAN SEKITARNYA, KABUPATEN GROBOGAN, PROVINSI JAWA TENGAH

Fairuz Muhamad Adha^{1*}, Edy Sutriyono² dan Ugi Kurnia Gusti¹

¹Teknik Geologi, Universitas Sriwijaya, Palembang

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

ABSTRAK: Pemetaan geologi dilakukan di daerah Prigi dan sekitarnya, Kecamatan Kedungjati, Kabupaten Grobogan, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian dimaksudkan untuk mengidentifikasi lokasi penelitian dengan luas 9 x 9 km dengan skala 1 : 25.000. Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan tahapan survei lokasi penelitian, kemudian melakukan identifikasi dengan tujuannya adalah untuk mengidentifikasi berbagai aspek geologi, seperti struktur geologi, sedimentologi, stratigrafi, petrologi, dan geomorfologi. Hasil penelitian ini akan digunakan untuk merekonstruksi dan memodelkan sejarah geologi di daerah tersebut. Daerah penelitian memiliki enam satuan geomorfik, berupa Perbukitan Tinggi Denudasional Tererosi Lemah, Perbukitan Tinggi Denudasional Tererosi Sedang, Punggungan Antiklin, Punggungan Sinklin, *Channel Irregular Meander* dan *Point Bar*. Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari tiga formasi, dengan Formasi Kerek sebagai formasi paling tua dengan umur Miosen Tengah – Miosen Akhir dan diatasnya terendapkan secara selaras Formasi Kalibeng yang menjari dengan Anggota Banyak Formasi Kalibeng dengan umur Miosen Akhir – Pliosen Akhir. Ketiga formasi ini terendapkan di lingkungan laut dalam dan lebih tepatnya di bagian *submarine fan*. Struktur yang berkembang pada daerah penelitian berupa sesar dan lipatan, antara lain Sinklin Candirejo I, Antiklin Candirejo I, Sinklin Candirejo II, Antiklin Candirejo II, Sinklin Kedungjati, Antiklin Kedungjati, Sinklin Prigi, Antiklin Prigi, Sesar Candirejo I, dan Sesar Candirejo II. Struktur tersebut dipengaruhi oleh aktivitas subduksi lempeng dari arah selatan pulau jawa dengan gaya kompresi dominan berarah Barat Daya – Timur Laut.

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

ABSTRACT: This study aims to analyze the relationship between drainage patterns and geological structures in Prigi Village and its surroundings, Grobogan Regency, Central Java Province, which are part of the Kendeng Zone. The research methods included geomorphological mapping, morphometric analysis, stratigraphic observations, and measurements of geological structures such as folds and faults, supported by outcrop descriptions, measurements of strike and dip, as well as petrographic and paleontological analyses. The results show that the drainage patterns consist of sub-dendritic in the southern-southeastern part, developed due to relatively homogeneous lithological conditions; sub-parallel in the northeastern part, influenced by uniform slope gradients; and rectangular in the northwestern-southern part, controlled by the presence of folds and faults trending northwest-southeast. The main geological structures are anticlines, synclines, and thrust faults formed as a result of regional compressional stress from the south, causing river orientation to follow weak rock zones along fault and fold planes. Thus, it can be concluded that tectonic deformation plays a dominant role in controlling drainage patterns and the geomorphological development of the study area.

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

1. Pendahuluan

Pemetaan geologi merupakan suatu cara atau metode yang digunakan untuk dapat memahami kondisi geologi daerah penelitian dengan melakukan identifikasi bentuk lahan yang ada serta pengambilan data lapangan yang diperlukan untuk keperluan dalam analisa studio lanjutan nantinya. Dalam hal ini pemetaan geologi dilakukan di daerah Desa Prigi dan sekitarnya, Kecamatan Kedungjati, Kabupaten Grobogan, dan Provinsi Jawa Tengah yang termasuk ke dalam Zona Kendeng atau biasa disebut Cekungan Kendeng.

Daerah Prigi dan sekitarnya termasuk dalam Zona Kendeng, yaitu salah satu zona tektonik penting di Jawa Tengah yang terbentuk akibat subduksi Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia. Aktivitas subduksi ini telah berlangsung sejak Kala Kapur dan terus mempengaruhi evolusi geologi Jawa hingga sekarang. Secara regional, Zona Kendeng dicirikan oleh struktur lipatan dan sesar naik berarah barat–timur akibat gaya kompresi dari arah selatan. Endapan sedimen berumur Miosen hingga Pliosen di wilayah ini merekam proses sedimentasi laut dalam yang dikontrol oleh aktivitas tektonik dan vulkanisme di selatan Jawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi satuan geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi di daerah Prigi, serta merekonstruksi sejarah geologi dan evolusi tektoniknya.

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi lokasi penelitian dengan luas 9×9 km dengan Skala 1 : 25.000. Kegiatan penelitian ini dilakukan dengan tahapan survei lokasi penelitian, studi literatur, kemudian melakukan identifikasi lapangan dengan tujuannya adalah untuk mengidentifikasi berbagai aspek geologi, seperti struktur geologi, sedimentologi, stratigrafi, petrologi, dan geomorfologi. Hasil penelitian ini akan digunakan untuk merekonstruksi dan memodelkan sejarah geologi di daerah tersebut.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan meliputi tahap persiapan, pengumpulan data, dan analisis. Tahap persiapan melibatkan studi pustaka dan penentuan lokasi penelitian seluas 9×9 km dengan skala 1:25.000. Data lapangan yang dikumpulkan mencakup deskripsi singkapan, pengamatan litologi, pengambilan sampel batuan, pengukuran struktur geologi, dan dokumentasi

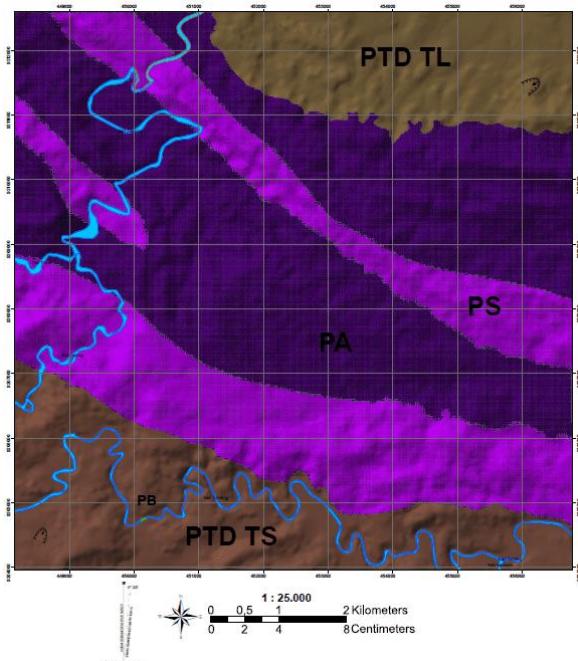
morfologi. Analisis laboratorium dilakukan melalui petrografi untuk mengidentifikasi mineral penyusun batuan, serta analisis paleontologi untuk menentukan umur dan lingkungan pengendapan berdasarkan fosil foraminifera. Analisis geomorfologi dilakukan dengan pendekatan morfografi, morfometri, dan morfogenesa. Analisis struktur geologi menggunakan stereonet dan pengklasifikasian jenis strukturnya berdasarkan Fleuty dan Fossen [3] [4] untuk menentukan orientasi dan jenis lipatan maupun sesar. Hasil data lapangan kemudian diolah menjadi peta geomorfologi, stratigrafi, dan struktur geologi, serta digunakan untuk interpretasi sejarah geologi.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian pemetaan geologi di daerah Prigi dan sekitarnya diperoleh melalui analisis lapangan, pengamatan singkapan, pengukuran struktur geologi, serta studi laboratorium terhadap sampel batuan. Berdasarkan hasil interpretasi dan integrasi data, aspek geologi daerah penelitian dapat dijelaskan melalui empat komponen utama, yaitu geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan sejarah geologi. Setiap aspek saling berkaitan dan membentuk satu kesatuan yang menggambarkan evolusi geologi wilayah Prigi sebagai bagian dari Zona Kendeng di Jawa Tengah.

3.1 Geomorfologi

Wilayah penelitian didominasi oleh perbukitan rendah hingga sedang dengan elevasi antara 50 – 500 meter. Berdasarkan morfometri, daerah ini memiliki kemiringan lereng bervariasi dari datar hingga curam menurut klasifikasi Widyaatmanti (2016) [6], dengan dominasi 7–20%. Berdasarkan analisis morfogenesa, bentuk lahan yang berkembang dikontrol oleh aktivitas tektonik berupa lipatan dan sesar menurut pengklasifikasian dari Brahmantyo [2] (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Geomorfologi Daerah Penelitian.

3.1.1 Perbukitan Denudasional Tererosi Sedang (PDTs)

Perbukitan Denudasional Tererosi Sedang menempati luasan daerah hampir 50% daerah penelitian dengan bentang daerah berada di selatan peta yang memanjang dari barat hingga timur dengan kemiringan lereng daerah miring dengan nilai 7% – 13% hingga curam 20% - 55% pada beberapa titik yang tersusun atas litologi batupasir gampingan, batulanau, hingga perselingan kedua batuan tersebut yang berada pada Formasi Kerek (Tmk). Pada peta *relative relief* juga mendukung bahwa daerah tersebut mengindikasikan daerah yang sedang hingga tinggi tererosi.

3.1.2 Perbukitan Denudasional Tererosi Lemah (PDTL)

Perbukitan Denudasional Tererosi Lemah menempati luasan daerah kurang lebih 20% pada daerah bagian Timur Laut petakan, dengan kemiringan lereng miring dengan nilai 7% – 13% hingga agak curam 13% - 20% pada beberapa titik yang tersusun atas litologi batulanau yang berada pada Formasi Kalibeng (Tmpk) . Pada peta *relative relief* juga mendukung bahwa daerah tersebut mengindikasikan daerah yang rendah hingga sedang tererosi.

3.1.3 Punggungan Antiklin

Punggungan Antiklin menempati luasan total daerah kurang lebih 40% pada daerah telitian. Terdapat dua bagian punggungan antiklin, yang pertama daerah bagian Timur Laut dengan kemiringan lereng miring dengan nilai 13% – 20% hingga sangat curam 55% - 140% pada batuan yang tersusun atas litologi batupasir tufan yang berada pada Formasi Kalibeng (Tmpk) dan punggungan antiklin kedua yang berada pada daerah bagian barat laut yang memanjang ke arah tenggara dengan litologi batupasir dan perselingan batupasir dan batulanau gampingan dengan kemiringan lereng miring dengan nilai 13% – 20% hingga sangat curam 55% – 140%. Punggungan Antiklin (PA) ini terbentuk oleh karena adanya pengaruh dari kontrol struktur geologi berupa antiklin.

3.1.4 Punggungan Sinklin

Punggungan Antiklin menempati luasan total daerah kurang lebih 30% pada daerah telitian. Terdapat dua bagian punggungan sinklin yang berada di bagian barat laut lalu memanjang ke arah tenggara, dengan kemiringan lereng agak miring dengan nilai 2% – 7% hingga sangat curam 55% - 140% pada batuan yang tersusun atas litologi batupasir dan perselingan batupasir dan batulanau gampingan dengan kemiringan lereng miring dengan Punggungan Sinklin (PS) ini terbentuk oleh karena adanya pengaruh dari kontrol struktur geologi berupa sinklin.

3.1.5 Point Bar

Point Bar merupakan salah satu bentuk lahan yang terbentuk pada sisi bagian dalam *meander* sungai. Proses terbentuknya berkaitan erat dengan dinamika aliran air sungai yang mengalami tikungan. Ketika aliran sungai berbelok, kecepatan arus di sisi luar *meander* meningkat sehingga menyebabkan erosi, sementara di sisi dalam aliran melambat dan memungkinkan terjadinya pengendapan material sedimen. Endapan inilah yang kemudian membentuk *point bar*.

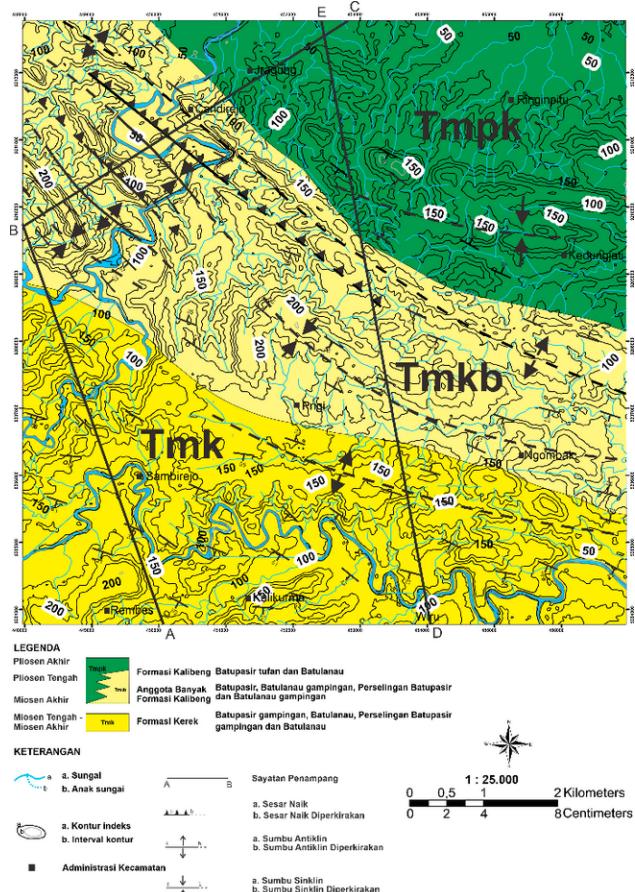
3.1.6 Channel Irregular Meander (CIM)

Channel Irregular Meander merupakan bentuk aliran sungai yang berkelok-kelok tetapi tidak membentuk pola meander yang teratur dan simetris. Pada daerah Prigi dan sekitarnya di Kabupaten Grobogan, keberadaan channel jenis ini menunjukkan adanya pengaruh kuat dari

kondisi geomorfologi dan struktur geologi lokal terhadap jalur aliran sungai. Sungai yang mengalami pengaruh struktur seperti sesar atau lipatan akan cenderung membelok mengikuti zona-zona lemah batuan atau bidang diskontinuitas, sehingga menciptakan pola aliran yang tidak beraturan atau *irregular*.

3.2 Stratigrafi

Stratigrafi daerah penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi urutan-urutan lapisan batuan, fasies batuan, dan mengidentifikasi hubungan pengendapan dan lingkungan pengendapan antar satuan batuan pada daerah penelitian. Pada daerah penelitian terdapat 90 lokasi pengamatan. Prinsip dalam penentuan batas stratigrafi daerah penelitian didasarkan pada kesamaan antar jenis litologi batuan yang ditemukan dengan melihat kenampakan fisik batuan dan analisa petrografinya (Gambar 2). Sedangkan dalam penentuan umur batuan dan lingkungan pengendapan daerah penelitian, menggunakan analisis paleontologi serta merujuk pada kondisi regional dan pada penelitian terdahulu.



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian.

3.2.1 Formasi Kerek (Tmk)

Formasi Kerek (Tmk) merupakan formasi tertua yang ada di daerah penelitian yang berada di bagian selatan daerah penelitian yang memanjang dari barat hingga timur pada peta. Formasi ini diinterpretasikan memiliki elastisitas batuan yang cukup kuat yang ditandakan dengan rekonstruksi lipatan dari hasil pembalikan kedudukan. Formasi Kerek (Tmk) tersusun atas litologi batuan batulanau dan batupasir gampingan.

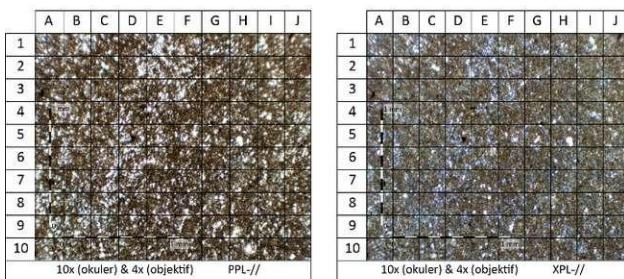
3.2.1.1 Satuan Batulanau Formasi Kerek (Tmk)

Satuan batuan batulanau secara megaskopis dicirikan dengan warna lapuk abu kehitaman dan warna segar abu keputihan, ukuran butir *silt* ($<1/256$ mm), permeabilitas buruk, bersifat karbonatan, kekompakan agak keras, struktur sedimen berupa bedding (Gambar 3).



Gambar 3. Kenampakan Megaskopis Satuan Batulanau Formasi Kerek (Tmk) (A) Jarak Jauh (B) Jarak Dekat.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis melalui sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik batulanau pada pembesaran 40x dengan warna coklat gelap (PPL) dan warna interfensi coklat terang (XPL), ukuran butir 0,0625-0,125 mm(*very finesand*), ukuran matriks 0,0156-0,031 mm (*medium silt*), dan ukuran semen 0,031-0,0625 mm (*course silt*), derajat kebulanan *sub-rounded*, derajat kebolaan *high sphericity*, *matrix supported fabric*, sortasi *well sorted*, tipe porositas *intergranular*, terdiri dari butir opak, matriks mineral lempung, dan semen lempungan. Untuk penamaan klasifikasi yaitu Pettijohn (1975) [5] dengan penamaan batuan yaitu *calcareous mudrock* (Gambar 4). Kemudian pada batulanau dilakukan analisis mikro paleontologi berupa penarikan umur (Tabel 1) pada analisis fosil foraminifera planktonik (Gambar 5).



Gambar 4. Kenampakan Mikroskopis Batulanau Formasi Kerek (Tmk).



Gambar 5. Kenampakan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Formasi Kerek (Tmk) (A) *Orbulina universa*, (B) *Orbulina bilobata*, (C) *Globigerinoides immaturus*, (D) *Globoquadrina advena*, (E) *Globorotalia pseudomicenica*.

Tabel 1. Penarikan Umur Relatif Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Formasi Kerek (Tmk).

UMUR	EOCENE				OLIGOCENE				MIOCENE				PLIOGENE				PLEISTOSINE			
	middle	late	early	irregular	middle	late	early	irregular	middle	late	early	irregular	middle	late	early	irregular	middle	late	early	irregular
Foraminifera Planktonik	E1d	F1d	S1d	Z1d	E1d	F1d	S1d	Z1d	E1d	F1d	S1d	Z1d	E1d	F1d	S1d	Z1d	E1d	F1d	S1d	Z1d
1 <i>Orbulina universa</i>	(A)																			
2 <i>Orbulina bilobata</i>		(R)																		
3 <i>Globigerinoides immaturus</i>	(A)																			
4 <i>Globoquadrina advena</i>		(C)																		
5 <i>Globorotalia pseudomicenica</i>	(R)																			

Selain analisis foraminifera planktonik, juga dilakukan analisis terhadap foraminifera bentonik yang ditujukan untuk mengetahui zona batimetri pengendapan batuan (Gambar 6). Zona batimetri pada batulanau Formasi Kerek (Tmk) berada pada lingkungan laut dalam, khususnya pada bagian batial bawah menurut klasifikasi Barker (1960) [1] (Tabel 2).



Gambar 6. Kenampakan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Formasi Kerek (Tmk) (A) *Stilostomella abyssorum*, (B) *Lenticulina convergens*, (C) *Globorotalia menardii*, (D) *Pyrgo laevis*, (E) *Nummuloculina irregularis*.

Tabel 2. Penarikan Zona Batimetri Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Formasi Kerek (Tmk)

Lingkungan Batimetri	Transisi	Neritik			Batial		Abisal
		Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
Foraminifera Bentonik	0	20	100	200	500	2000	4000
1 <i>Stilostomella abyssorum</i> (1825 ft) (A)						*	
2 <i>Lenticulina convergens</i> (1850 ft) (R)						*	
3 <i>Globorotalia menardii</i> (1850 ft) (R)						*	
4 <i>Pyrgo laevis</i> (1215 ft) (C)					*		
5 <i>Nummuloculina irregularis</i> (1125 ft) (R)					*		

3.2.1.2 Satuan Batupasir Gampingan Formasi Kerek (Tmk)

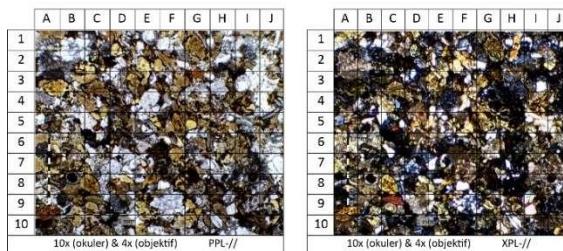
Satuan batuan batupasir gampingan secara megaskopis dicirikan dengan warna lapuk abu tua dan warna segar abu kekuningan, ukuran butir *medium sand* (1/4 mm – 1/2 mm), permeabilitas baik, bersifat karbonatan, kekompakan agak keras (Gambar 7).



Gambar 7. Kenampakan Megaskopis Satuan Batupasir Gampingan Formasi Kerek (Tmk) (A) Jarak Jauh (B) Jarak Dekat.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis melalui sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik batupasir gampingan pada pembesaran 40x dengan warna hijau keputihan pada kenampakan PPL dan warna interferensi hitam kebiruan pada orde II dengan nilai birefringence 0,021, ukuran butir fragmen 0,09-0,52 mm (*very fine sand-coarse sand*), matriks 0,001-0,008 (*clay*), semen karbonatan kalsit 0,01-0,03mm (*fine silt-medium silt*), kemas grain-supported (terbuka), hubungan antar butir *concave convex*, sortasi *well sorted*, tipe porositas *intragrangular* terdiri dari fragmen *skeletal grain*, glaukonit, kuarsa, litik, opaq, ortoklas, matriks lempung, dan semen karbonatan kalsit. Untuk penamaan klasifikasi yaitu Pettijohn (1975) [5] dengan penamaan batuan yaitu *calcareous Lithicwacke* (Gambar 8). Kemudian pada batupasir gampingan dilakukan analisis mikro paleontologi

berupa penarikan umur (Tabel 3) pada analisis fosil foraminifera planktonik (Gambar 9).

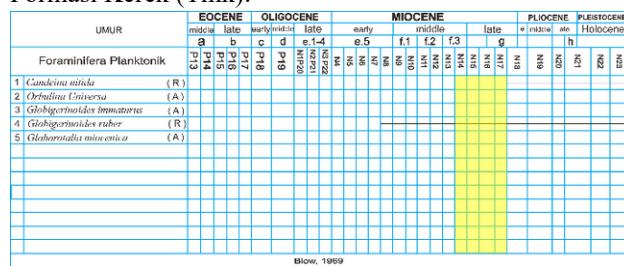


Gambar 8. Kenampakan Mikroskopis Batupasir Gampingan Formasi Kerek (Tmk)



Gambar 9. Kenampakan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Formasi Kerek (Tmk) (A) *Candeina nitida*, (B) *Orbulina universa*, (C) *Globigerinoides immaturus*, (D) *Globireinoides ruber*, (E) *Globorotalia miocenica*.

Tabel 3. Penarikan Umur Relatif Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batupasir Gampingan Formasi Kerek (Tmk).



Selain analisis foraminifera planktonik, juga dilakukan analisis terhadap foraminifera bentonik yang ditujukan untuk mengetahui zona batimetri pengendapan batuan (Gambar 10). Zona batimetri pada batupasir gampingan Formasi Kerek (Tmk) berada pada lingkungan laut dalam, khususnya pada bagian batial bawah menurut klasifikasi Barker (1960) [1] (Tabel 4).



Gambar 10. Kenampakan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Formasi Kerek (Tmk) (A) *Lenticulina convergens*, (B) *Triloculina subvalvularis*, (C)

(D) *Gyroidina neosoldanii*, (E) *Reophax bacillaris*.

Tabel 4. Penarikan Zona Batimetri Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batupasir Gampingan Formasi Kerek (Tmk).

3.2.2 Formasi Kalibeng (Tmpk)

Formasi Kalibeng (Tmpk) terendapkan secara menari dengan Anggota Banyak Formasi Kalibeng yang berada di bagian utara pada daerah penelitian. Formasi Kalibeng (Tmpk) tersusun atas litologi batupasir tufan yang merupakan hasil dari aktivitas vulkanik yang aktif kembali pada Miosen Akhir pada dan juga terdapat litologi batulanau.

3.2.2.1 Satuan Batupasir Tufan Formasi Kalibeng (Tmpk)

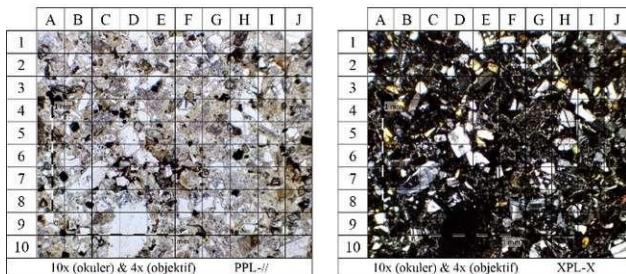
Secara megaskopis batupasir tufan Formasi Kalibeng (Tmpk) memiliki warna lapuk abu tua dan warna segar abu keputihan, ukuran butir *fine sand* ($1/8$ mm – $1/4$ mm), permeabilitas baik, bersifat non karbonatan, mengandung material vulkanik berupa tuf (Gambar 11).



Gambar 11. Kenampakan Megaskopis Satuan Batupasir Tufan Formasi Kalibeng (Tmpk) (A) Jarak Jauh (B) Jarak Dekat

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis batupasir tufan melalui sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik dengan pembesaran 40x dengan warna krem (PPL) dan warna interferensi abu – abu kehitaman (XPL), ukuran butir 0.0625 – 0.5 mm (*very fine sand* sand –

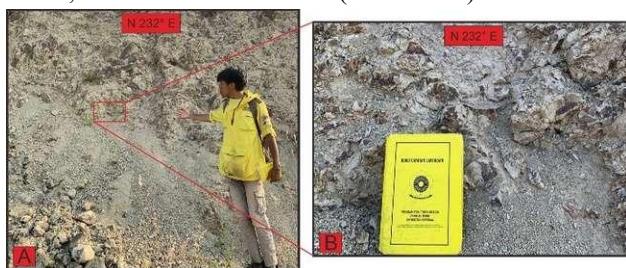
medium sand), matriks 0.05 – 0.1 mm (*medium – coarse silt*), semen 0.0156 – 0.125 mm (*medium silt – fine sand*), derajat kebundaran *angular – sub angular, low sphericity*, kemas *matrix supported fabric, moderately sorted – well sorted*, hubungan antar butir *floating contact*, tipe porositas *intergranular* terdiri dari fragmen berupa kuarsa, biotit, plagioklas, orthoklas, piroksen, opak, dan litik. matriks berupa mikro kuarsa dan *glass*, dan semen berupa lempung. Untuk penamaan klasifikasi yaitu Pettijohn (1975) [5] dengan penamaan batuan yaitu *Tuffaceous Feldspatic Wacke* (Gambar 12).



Gambar 12. Kenampakan Mikroskopis Batupasir Tufan Formasi Kalibeng (Tmpk).

3.2.2.2 Satuan Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk)

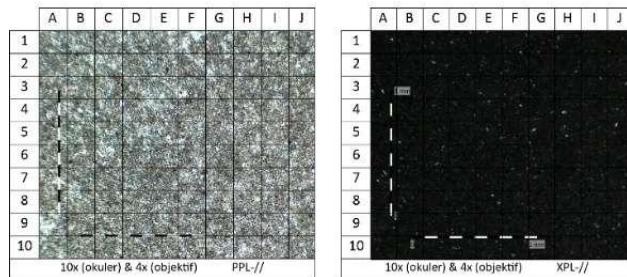
Secara megaskopis batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk) memiliki warna lapuk abu tua dan warna segar abu muda, ukuran butir *silt* ($1/16 - 1/256$ mm), permeabilitas buruk, dan bersifat karbonatan (Gambar 13).



Gambar 13. Kenampakan Megaskopis Satuan Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk) (A) Jarak Jauh (B) Jarak Dekat

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis batulanau melalui sayatan tipis batuan sedimen silisklastik dengan pembesaran 40x dengan warna krem (PPL) dan warna interferensi hitam (XPL), ukuran butir 0,0625-0,125 mm (*very finesand*), ukuran matriks 0,0156-0,031 mm (*medium silt*), dan ukuran semen 0,031-0,0625 mm (*course silt*), derajat kebundaran *sub-rounded*, derajat kobolaan *high sphericity*, kemas tertutup, sortasi *well sorted*, tipe porositas *intergranular*, terdiri dari butir *skeletal grain*, opak, matriks mineral lempung, semen *lempungan*. Untuk

penamaan klasifikasi yaitu Pettijohn (1975) [5] dengan penamaan batuan yaitu *calcareous mudrock* (Gambar 14). Kemudian pada batulanau dilakukan analisis mikro paleontologi berupa penarikan umur (Tabel 5) pada analisis fosil foraminifera planktonik (Gambar 15).



Gambar 14. Kenampakan Mikroskopis Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk).



Gambar 15. Kenampakan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk) (A) *Globorotalia menardii*, (B) *Globorotalia pseudomicenica*, (C) *Hastigerina aequaitealis*, (D) *Globigeronoides immaturus*, (E) *Orbulina bilobata*.

Tabel 5. Penarikan Umur Relatif Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk).

Selain analisis foraminifera planktonik, juga dilakukan analisis terhadap foraminifera bentonik yang ditujukan untuk mengetahui zona batimetri pengendapan batuan (Gambar 16). Zona batimetri pada batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk) berada pada lingkungan laut dalam, khususnya pada bagian batalas atas - bawah menurut klasifikasi Barker (1960) [1] (Tabel 6).



Gambar 16. Kenampakan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk) (A) *Alveolophragnium subglobosum*, (B) *Triloculina subvalvularis*, (C) *Cibicides robertsoniamus*, (D) *Cibicidoides mundulus*, (E) *Elphidiella artica*.

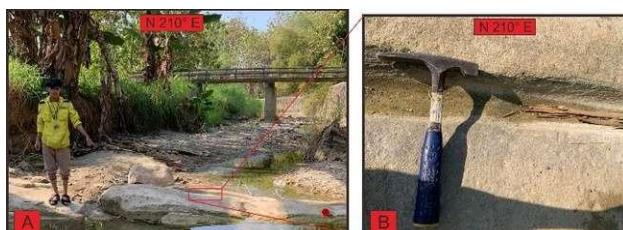
Tabel 6. Penarikan Zona Batimetri Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Formasi Kalibeng (Tmpk).

3.2.3 Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb)

Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) terendapkan secara selaras di atas Formasi Kerek (Tmk) yang memanjang dari barat laut hingga tenggara pada peta daerah penelitian. Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) tersusun atas litologi batupasir dan juga terdapat perselingan batupasir dengan batulanau gampingan.

3.2.3.1 Satuan Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb)

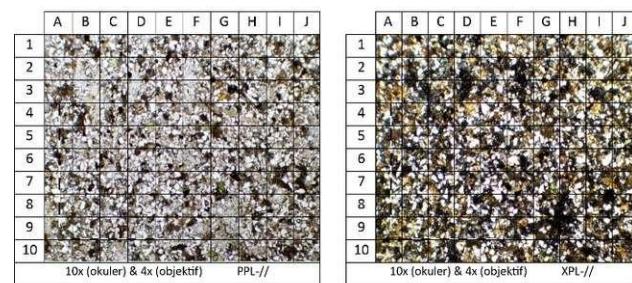
Secara megaskopis batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb), memiliki warna lapuk abu tua dan warna segar abu keputihan, ukuran butir *medium sand* ($1/4$ mm – $1/2$ mm), permeabilitas buruk, bersifat karbonatan, kekompakan agak keras (Gambar 17).



Gambar 17. Kenampakan Megaskopis Satuan Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) (A) Jarak Jauh (B) Jarak Dekat.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis melalui savatan tipis batuan sedimen silisiklastik batupasir

gampingan pada pembesaran 40x dengan warna hijau keputihan pada kenampakan PPL dan warna interferensi hitam kebiruan pada orde II dengan nilai birefringence 0,021, ukuran butir fragmen 0,09-0,52 mm (*very fine sand-coarse sand*), matriks 0,001-0,008 (*clay*), semen karbonatan kalsit 0,01-0,03mm (*fine silt-medium silt*), kemas grain-supported (terbuka), hubungan antar butir *concave convex*, sortasi well sorted, tipe porositas *intragranular* terdiri dari fragmen *skeletal grain*, glaukonit, kuarsa, litik, opaq, ortoklas, matriks lempung, dan semen karbonatan kalsit. Untuk penamaan klasifikasi yaitu Pettijohn (1975) [5] dengan penamaan batuan yaitu *calcareous Lithicwacke* (Gambar 18). Kemudian pada batupasir dilakukan analisis mikro paleontologi berupa penarikan umur (Tabel 7) pada analisis fosil foraminifera planktonik (Gambar 19).



Gambar 18. Kenampakan Mikroskopis Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb).



Gambar 19. Kenampakan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) (A) *Orbulina universa*, (B) *Globigerinoides immaturus*, (C) *Globoquadrina dehicens*, (D) *Globorotalia pseudomiocenica*, (E) *Candeina nitida*.

Tabel 7. Penarikan Umur Relatif Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb).

Selain analisis foraminifera planktonik, juga dilakukan analisis terhadap foraminifera bentonik yang ditujukan untuk mengetahui zona batimetri pengendapan batuan (Gambar 20). Zona batimetri pada batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) berada pada lingkungan laut dalam, khususnya pada bagian batial atas - bawah menurut klasifikasi Barker (1960) [1] (Tabel 8).

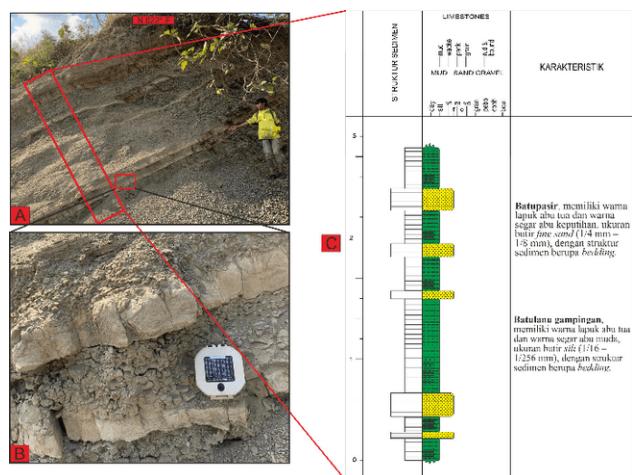


Gambar 20. Kenampakan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) (A) *Triloculina subvalvularis*, (B) *Alveolophragnium subglobosum*, (C) *Discopulvinulina baconica*, (D) *Hyperammina friabilis*, (E) *Globorotalia hirsute*.

Tabel 8. Penarikan Zona Batimetri Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batupasir Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb)

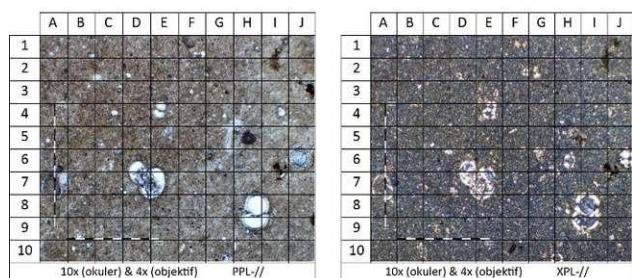
3.2.3.2 Perselingan Batupasir dan Batulanau Gampingan
Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb).

Secara megaskopis batulanau gampingan memiliki warna lapuk abu tua dan warna segar abu muda, ukuran butir *silt* ($1/16 - 1/256$ mm), permeabilitas buruk, bersifat karbonatan, kekompakan agak keras (Gambar 21).



Gambar 21. Kenampakan Megaskopis Perselingan Batupasir dan Batulanau Gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) (A) Jarak Jauh (B) Jarak Dekat (C) Profil Singkapan.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis melalui sayatan tipis batuan sedimen silisiklastik batulanau gampingan pada pembesaran 40x dengan warna krem coklat (PPL) dan warna interferensi hitam (XPL), ukuran butir 0,0625-0,5 mm (*very finesand-medium sand*), ukuran matriks 0,0039-0,0156 mm (*clay-fine silt*), dan ukuran semen 0,0156-0,031 mm (*medium silt*), derajat kebundaran *sub-rounded*, derajat kebolaan *high sphericity*, *matrix supported fabric*, sortasi *well sorted*, tipe porositas *intergranular*, terdiri dari butir *skeletal grain*, opak, matriks mineral lempung, semen *sparite*. Untuk penamaan klasifikasi yaitu Pettijohn (1975) [5] dengan penamaan batuan yaitu *calcareous mudrock* (Gambar 22). Kemudian pada batulanau gampingan dilakukan analisis mikro paleontologi berupa penarikan umur (Tabel 9) pada analisis fosil foraminifera planktonik (Gambar 23).



Gambar 22. Kenampakan Mikroskopis Batulanau Gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb).



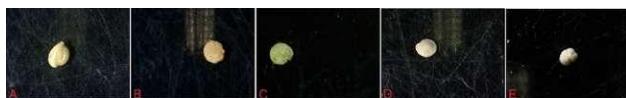
Gambar 23. Kenampakan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) (A) *Orbulina universa*, (B) *Globigerinoides immaturus*, (C) *Shaerodinella subdehincens*, (D) *Globoquadrina dehincens*, (E) *Globorotalia pseudomiocenica*.

Tabel 9. Penarikan Umur Relatif Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Planktonik Pada Batulanau Gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb).

UMUR	EOCENE				OLIGOCENE				MIOCENE				PLIOCENE				PLEISTOCENE			
	awal	late	early	middle	awal	late	middle	late	awal	late	middle	late	awal	late	middle	late	awal	late	middle	late
Foraminifera Planktonik	P1a	P1b	P1c	P1d	P1e	P1f	P1g	P1h	M1a	M1b	M1c	M1d	P2a	P2b	P2c	P2d	M2a	M2b	M2c	M2d
1 <i>Orbulina universa</i> (A)																				
2 <i>Globigerinoides immaturus</i> (C)																				
3 <i>Shaerodinella subdehincens</i> (C)																				
4 <i>Globoquadrina dehincens</i> (A)																				
5 <i>Globorotalia hirsute</i> (A)																				

Blow, 1960

Selain analisis foraminifera planktonik, juga dilakukan analisis terhadap foraminifera bentonik yang ditujukan untuk mengetahui zona batimetri pengendapan batuan (Gambar 24). Zona batimetri pada batulanau gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) berada pada lingkungan laut dalam, khususnya pada bagian batial atas - bawah menurut klasifikasi Barker (1960) [1] (Tabel 10).



Gambar 24. Kenampakan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) (A) *Triloculina subvalvularis*, (B) *Alveolophragmium subglobosum*, (C) *Alveolophragmium wiesneri*, (D) *Cibicides pseudoungerianus*, (E) *Globorotalia hirsute*.

Tabel 10. Penarikan Zona Batimetri Batuan Berdasarkan Fosil Foraminifera Bentonik Pada Batulanau Gampingan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb).

Lingkungan Batimetri	Transisi	Neritik			Batial		Abisal
		Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
Foraminifera Bentonik	0	20	100	200	500	2000	4000
1 <i>Triloculina subvalvularis</i> (1100 ft) (A)							
2 <i>Alveolophragmium subglobosum</i> (542 ft) (C)					*	*	
3 <i>Alveolophragmium wiesneri</i> (1900 ft) (C)							
4 <i>Cibicides pseudoungerianus</i> (862 ft) (R)					*	*	
5 <i>Globorotalia hirsute</i> (1375 ft) (A)							

Barker, 1960

3.3 Hubungan Stratigrafi

Pada daerah penelitian Desa Prigi dan sekitarnya terdapat tiga formasi yaitu Formasi Kerek (Tmk), Formasi Kalibeng (Tmpk), dan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb). Pada kala Miosen Tengah – Akhir terendapkan formasi paling tua pada daerah penelitian yaitu Formasi Kerek (Tmk) dengan litologi yang ditemukan di lapangan berupa batupasir gampingan, batulanau, hingga perselingan kedua litologi tersebut. Pengendapan Formasi Kerek (Tmk) terjadi pada lingkungan *sub marine fan* khususnya di bagian *lower – middle fan* yang mana hal tersebut dipengaruhi oleh arus turbidit yang dicirikan dengan adanya karakteristik dari *bouma sequence*. Selanjutnya dilanjutkan dengan pengendapan Formasi Kalibeng (Tmpk) pada Miosen Akhir – Pliosen Akhir yang selaras diatas Formasi Kerek (Tmk) dengan terendapkannya litologi batuan berupa batulanau dan juga batupasir tufan yang merupakan hasil dari aktivitas vulkanik serta sedikit karakteristik dari *bouma sequence*, sehingga dapat diinterpretasikan formasi ini terendapkan pada daerah *submarine fan* khususnya bagian *middle fan*. Selanjutnya terendapkan secara menjari Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) berumur Miosen Akhir – Pliosen Tengah dengan litologi berupa batupasir dan batulanau gampingan, hingga perselingan dari kedua litologi batuan tersebut. Pengendapan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) terjadi pada lingkungan *sub marine fan* khususnya di bagian *middle fan* yang mana hal tersebut dipengaruhi oleh arus turbidit yang dicirikan dengan karakteristik dari *bouma sequence*. Bukti bahwa Formasi Kalibeng (Tmpk) dan Anggota Banyak Formasi Kalibeng terendapkan secara menjari didasari dari analisis fosil yang ditemukan dengan kesamaan dalam waktu pengendapannya (Gambar 25).

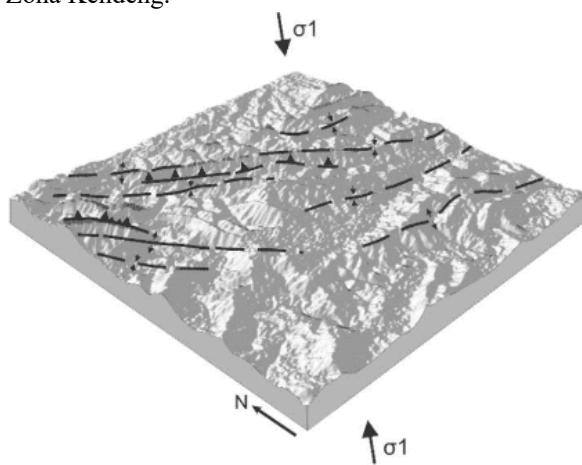
UMUR		LITOSTRATIGRAFI		
ZAMAN	KALA	SATUAN BATUAN	LITOLOGI	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
Tersier	Pliosen	Akhir Formasi Kalibeng (TmPk)	Batupasir tuffas dan batulauan	Submarine fan (middle fan) dengan aktivitas vulkanik
		Tengah Anggota Banyak Formasi Kalibeng (TmKb)		
		Awal	Batupasir dan batulauan gampingan	Submarine fan (middle fan)
	Miosen	Akhir Formasi Kerek (Tmk)	Batupasir gampingan dan batulauan	Submarine fan (lower - middle fan)
		Tengah		

Gambar 25. Hubungan Stratigrafi Daerah Penelitian

3.4 Interpretasi Bawah Permukaan

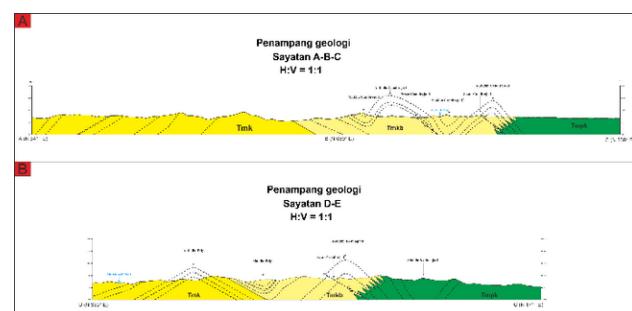
Pembuatan peta geologi beserta penampang, dilakukan dengan tujuan untuk memahami konfigurasi dan hubungan antar satuan batuan serta struktur geologi (seperti lipatan dan sesar) yang tidak tampak langsung di permukaan, sehingga dapat merekonstruksi sejarah tektonik. Berdasarkan pada pengamatan serta pengambilan data lapangan pada daerah penelitian yang kemudian dianalisis agar bisa dijadikan dasar dalam pembuatan peta geologi beserta penampangnya.

Pada daerah penelitian terdapat satun stratigrafi dengan formasi yang paling tua yaitu Formasi Kerek (Tmk) kemudian terendapkan secara selaras dengan Formasi (TmPk) yang menjari dengan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb). Pada satuan stratigrafi tersebut menunjukkan pola struktur geologi yang kompleks, seperti sesar dan lipatan yang didapatkan pada daerah penelitian (Gambar 26). Struktur Geologi tersebut mencerminkan pengaruh tektonik regional yang signifikan pada bagian Zona Kendeng.



Gambar 26. Model Blok Perkembangan Struktur Geologi Daerah Penelitian.

Berdasarkan data permukaan yang diperoleh dari pengamatan struktur geologi seperti lipatan, sesar, serta penyebaran litologi di daerah penelitian, dapat diinterpretasikan bahwa bawah permukaan wilayah ini (Gambar 27) didominasi oleh sistem *thrust faulting* yang berkembang dalam lingkungan tektonik kompresional. Keberadaan lipatan seperti Antiklin Candirejo I dan Sinklin Kedungjati II memberikan indikasi bahwa struktur bawah permukaan cenderung kompleks dan mengalami deformasi intens akibat gaya-gaya tekan dari arah selatan-utara (S-N) yang berkaitan dengan aktivitas tektonik regional pada Lajur Tektonik Pegunungan Selatan Jawa.



Gambar 27. Rekonstruksi Penampang Geologi (A) Sayatan A-B (B) Sayatan C-D Merujuk Pada (Gambar 2).

3.5 Sejarah Geologi

Sejarah geologi merupakan suatu kajian yang membahas tentang perkembangan bumi yang dapat merekonstruksikan peristiwa-peristiwa masa lampau melalui bukti-bukti yang terekam dalam pengendapan batuan, analisis fosil, hingga keterdapatannya struktur geologi yang berkembang. Interpretasi sejarah geologi dilakukan berdasarkan analisis – analisis data lapangan yang didapatkan maupun referensi penelitian terdahulu yang dilakukan pada daerah telitian yang kemudian akan divisualisasikan dalam bentuk pemodelan tiga dimensi. Rekonstruksi sejarah geologi dilakukan melalui keterbentukan waktu pengendapan formasi daerah telitian dari yang tertua hingga ke formasi yang lebih muda hingga ketebtukan struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian

3.5.1 Miosen Tengah – Miosen Akhir

Pada Kala Miosen Tengah hingga Miosen Akhir, saat wilayah ini mulai mengalami pengendapan awal dari satuan batuan tertua, yaitu Formasi Kerek (Tmk). Formasi ini terbentuk dalam lingkungan laut dalam dan didominasi

oleh batulanau serta batupasir gampingan, yang berasal dari material klastik hasil longsoran bawah laut. Endapan tersebut diinterpretasikan terakumulasi dalam sistem *submarine fan*, khususnya pada bagian *lower* hingga *middle fan*, yang menunjukkan adanya proses *gravity flow*. Keberadaan struktur pengendapan seperti *Bouma sequence* di beberapa lokasi pengamatan memperkuat interpretasi bahwa lingkungan pengendapan Formasi Kerek dipengaruhi oleh aktivitas turbidit.

Secara regional, proses ini terjadi dalam kerangka tektonik Pulau Jawa yang dikendalikan oleh konvergensi Lempeng Indo-Australia terhadap Lempeng Eurasia, dengan arah penunjaman ke utara. Subduksi ini membentuk zona magmatik busur vulkanik di bagian tengah – selatan Jawa, serta membentuk zona belakang busur (*back-arc basin*) di bagian utara, yang kini dikenal sebagai Cekungan Kendeng. Cekungan ini berkembang sebagai wilayah subsiden aktif yang menampung akumulasi sedimen dari zona busur dan *hinterland* sekitarnya. Formasi Kerek menempati posisi penting sebagai satuan pengisi awal cekungan ini, mencerminkan fase laut dalam pada tahap awal evolusi cekungan.

3.5.2 Miosen Akhir – Pliosen Akhir

Pengendapan Formasi Kalibeng (Tmpk) kala Miosen Akhir hingga Pliosen Akhir memiliki keterkaitan erat dengan perkembangan tektonik regional di Pulau Jawa, khususnya di Zona Kendeng. Pada kala tersebut, terjadi intensifikasi aktivitas tektonik akibat tumbukan antara Lempeng Indo-Australia dan Lempeng Eurasia, yang mengakibatkan pembentukan cekungan busur muka (*forearc basin*) di wilayah selatan Jawa. Aktivitas tektonik ini turut mendorong kembali aktifnya vulkanisme busur, yang kemudian menghasilkan suplai material vulkanik ke dalam cekungan melalui proses sedimentasi gravitasi seperti arus turbidit, sebagaimana direkam dalam batupasir tufan pada Formasi Kalibeng (Tmpk).

Material vulkanik yang berasal dari erupsi gunungapi busur, terutama berupa abu vulkanik, kemudian diangkat ke dalam cekungan melalui sistem sedimentasi gravitasi seperti arus turbidit. Endapan hasil proses ini terakumulasi dalam lingkungan laut dalam, khususnya dalam sistem kipas bawah laut (*submarine fan*). Berdasarkan karakteristik litologi yang didominasi oleh batupasir tufan dan batulanau yang disusun secara bergradasi, Formasi Kalibeng dapat diinterpretasikan sebagai endapan yang terbentuk pada bagian tengah dari kipas bawah laut (*middle fan*).

Bersamaan pada kala itu juga terendapkan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) yang berisikan litologi batupasir dan batulanau gampingan. Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) terendapkan pada lingkungan *submarine fan* khususnya pada bagian *middle fan*, dimana arus turbidit dan aliran gravitasi membawa material sedimen dari lereng hingga terendapkan pada laut dalam.

3.5.3 Pliosen – Pleistosen

Pada Pliosen hingga Pleistosen, Pulau Jawa mengalami fase tektonik yang sangat aktif akibat peningkatan intensitas subduksi Lempeng Indo-Australia ke bawah Lempeng Eurasia di Selatan Jawa. Aktivitas subduksi ini menghasilkan tegasan utama berorientasi Timur Laut-Barat Daya (NE–SW), yang memicu deformasi regional berupa pemendekan kerak di bagian tengah Jawa, termasuk wilayah zona Kendeng. Tegasan ini tercermin secara nyata di daerah penelitian melalui pembentukan struktur geologi seperti lipatan antiklin-sinklin dan sesar naik, sebagaimana tergambar jelas pada penampang geologi (Gambar 27) dalam peta geologi yang menunjukkan perkembangan Antiklin dan Sinklin Candirejo, Antiklin Prigi, Sinklin Prigi, serta sistem Sesar Candirejo I dan II.

Struktur-struktur tersebut berkembang akibat deformasi yang bekerja pada batuan sedimen laut dalam, khususnya Formasi Kalibeng (Tmpk) dan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb), yang sebelumnya terendapkan di lingkungan *submarine fan* bagian *middle fan*. Kombinasi antara tegasan horizontal dari subduksi dan efek termal dari aktivitas vulkanik menghasilkan struktur kompresi berupa *fold-thrust belt* yang kompleks, dengan geometri imbrikasi sesar naik dan lipatan *ramp anticline* yang teridentifikasi dalam pola antiklin dan sinklin yang berorientasi umum barat laut-tenggara (NW–SE).

4. Kesimpulan

Geomorfologi daerah penelitian terbagi menjadi 6 bentuk lahan, Punggungan Antiklin (PA), Punggungan Sinklin (PS), Perbukitan Tinggi Denudasional Tererosi Lemah (PTDTL), dan Perbukitan Tinggi Denudasional Tererosi Sedang (PTDTS), *Point Bar* (PB), *Chanel Irregular Meandering* (CIM).

Stratigrafi daerah penelitian terdiri dari 3 formasi, formasi yang diurutkan dari paling tua ke muda yaitu Formasi Kerek (Tmk), Anggota Banyak Formasi Kalibeng

(Tmkb), dan Formasi Kalibeng (Tmpk). Formasi Kerek (Tmk) yang berumur miosen tengah - akhir terdiri dari batupasir gampingan dan batulanau. Kemudian terendapkan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) secara selaras dengan litologi batupasir dan batulanau gampingan yang berumur miosen akhir - pliosen tengah. Selanjutnya terendapkan Formasi Kalibeng (Tmpk) secara menjari dengan Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) yang berumur miosen akhir - pliosen akhir terdiri dari batupasir tufan.

Struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian didapatkan dua jenis struktur geologi yaitu berupa sesar naik dan lipatan yang memiliki orientasi arah Barat Laut-Tenggara (NW-SE). Kedua jenis struktur ini dipengaruhi memiliki arah kompresi utama berarah Timur Laut-Barat Daya (NE-SW).

Sejarah geologi daerah penelitian terjadi pada 3 fase. dimulai pada kala Miosen Tengah – Miosen Akhir yang dimana dimulainya pengendapan dari formasi yang paling tua pada daerah telitian yaitu Formasi Kerek (Tmk). Kemudian pada saat miosen akhir - pliosen awal. Pengendapan sedimen selanjutnya dimulai dari kala Miosen Akhir sampai Pliosen awal dengan terendapkan secara selaras diatasnya yaitu Formasi Kalibeng (Tmpk) yang berisikan litologi batupasir tufan yang materialnya berasal dari aktivitas vulkanik yang kembali aktif pada miosen akhir serta litologi batulanau. Bersamaan pada kala itu juga terendapkan secara menjari Anggota Banyak Formasi Kalibeng (Tmkb) yang berisikan litologi batupasir dan batulanau gampingan. Lalu pada periode pliosen-pleistosen subduksi Lempeng Hindia yang berlangsung di selatan Pulau Jawa menghasilkan tegasan utama yang berorientasi timur laut-barat daya. Hal ini sejalan dengan keterdapatannya dan hasil analisis serta rekonstruksi dari struktur geologi pada daerah penelitian. Periode Pliosen – Plistosenn merupakan periode dimana reaktifikasi kembali busur vulkanik yang memicu peranan penting dalam pembentukan struktur geologi berupa sesar dan lipatan yang berasal dari arah kompresi Timur Laut – Barat Daya pada daerah penelitian.

5. Ucapan Terima kasih

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan pemetaan geologi. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kata sempurna. Penyusunan laporan pemetaan ini juga tak lepas dari bantuan berbagai pihak,

maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM. selaku Koordinator Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya. Prof. Ir. Edy Sutriyono, M.Sc., Ph.D. dan Pak Ugi Kurnia Gusti ST., M.Sc. selaku dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan selalu memberikan ilmu serta motivasi agar dapat menyelesaikan laporan ini dengan baik.

6. Daftar Pustaka

- [1] Barker, R. (1960). *Taxonomic Notes. Society of Economic Paleontologist and Mineralogist*. Oklahoma: United States of America.
- [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] Fleuty, M. J.1964. *The Description of Fold: Geological Association Procedding*, v.75.
- [4] Fossen, H., 2010. *Structural Geology*. New York: Cambridge University Press. Gafoer, S.
- [5] Pettijohn, F. (1975). *Sedimentary Rocks*. New Yorks.
- [6] Widyatmanti. (2016). *Identification of Topographic Elements Composition Based on Landform Boundaries From Radar Interferometry Segmentation*. International Conference and Exhibition on Remote Sensing.