

Mekanisme Transportasi Butiran dan Lingkungan Pengendapan di Kelurahan Lempake, Samarinda Utara: Kajian Granulometri dan Lingkungan Pengendapan

Muhammad Farhan¹⁾, Triyuh Novaningtyas¹⁾, Shatiyo Ramadani¹⁾, Koeshadi Sasmito¹⁾*

¹⁾Fakultas Teknik/Program Studi Teknik Geologi, Universitas Mulawarman
E-mail: sasmitogeos07@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan di daerah Sambutan, Kota Samarinda, melalui analisis granulometri. Data primer diperoleh dari pengamatan lapangan, pencatatan stratigrafi, dan dokumentasi, dengan fokus pada sampel dari STA 2 dan STA 3. Hasil analisis granulometri pada STA 2 menunjukkan nilai statistik seperti mean 4,9233, standar deviasi 4,36, skewness 0,7, dan kurtosis 1,393, dengan distribusi leptokurtic dan sortasi yang sangat buruk (3,66). Mekanisme transportasi sedimen didominasi oleh traksi (58,83%), diikuti oleh saltasi (23,05%) dan suspensi (18,12%). Pada STA 3, distribusi platykurtic dan nilai sortasi 2,015 juga menunjukkan variasi ukuran butir yang besar, dengan traksi sebagai mekanisme dominan (49,64%), disusul saltasi (34,70%) dan suspensi (15,64%). Litologi pada STA 1, STA 2, dan STA 3 menunjukkan dominasi batulanau dan batupasir halus dengan struktur masif, lentikuler, dan flaser, yang mengindikasikan lingkungan pengendapan transisi yang dipengaruhi oleh pasang-surut pada zona tidal flat. Korelasi litostratigrafi antara STA 2 dan STA 3 menggunakan lapisan batubara sebagai keybed menunjukkan kesamaan litologi dan mendukung interpretasi lingkungan pengendapan transisi yang konsisten. Hasil ini memberikan wawasan tentang mekanisme transportasi sedimen dan pola pengendapan di lingkungan tidal flat.

Kata Kunci: Granulometri, Lingkungan Pengendapan, *Tidal Flat*, Korelasi Litostratigrafi.

ABSTRACT

This study aims to identify the depositional environment in the Sambutan area, Samarinda City, through granulometric analysis. Primary data were obtained from field observations, stratigraphic recording, and documentation, focusing on samples from STA 2 and STA 3. The granulometric analysis results for STA 2 show statistical values such as a mean of 4.9233, standard deviation of 4.36, skewness of 0.7, and kurtosis of 1.393, with a leptokurtic distribution and very poor sorting (3.66). Sediment transport mechanisms were dominated by traction (58.83%), followed by saltation (23.05%) and suspension (18.12%). For STA 3, the platykurtic distribution and sorting value of 2.015 also indicate large grain size variations, with traction as the dominant mechanism (49.64%), followed by saltation (34.70%) and suspension (15.64%). Lithology in STA 1, STA 2, and STA 3 is characterized by dominant mudstone and fine sandstone with massive, lenticular, and flaser structures, indicating a transitional depositional environment influenced by tidal currents in the tidal flat zone. The lithostratigraphic correlation between STA 2 and STA 3 using the coal seam as a keybed shows lithological similarities and supports the interpretation of a consistent transitional depositional environment. These results provide insights into sediment transport mechanisms and deposition patterns in tidal flat environments.

Keyword: Granulometric, Depositional Environment, Tidal Flat, Lithostratigraphic Correlation

1. Pendahuluan

Cekungan Kutai, menurut Zajuli dan Wahyudiono (2018) yang merujuk pada Darman dan Sidi (2000), adalah cekungan sedimen Tersier terbesar di Indonesia dengan luas mencapai 165.000 km² dan kedalaman antara 12.000 hingga 14.000 meter. Batas cekungan ini meliputi Tinggian Mangkaliat di utara, sesar Adang- Paternoster (Adang-Flexure) di selatan, Tinggian Kuching - bagian dari Pegunungan Tengah Borneo

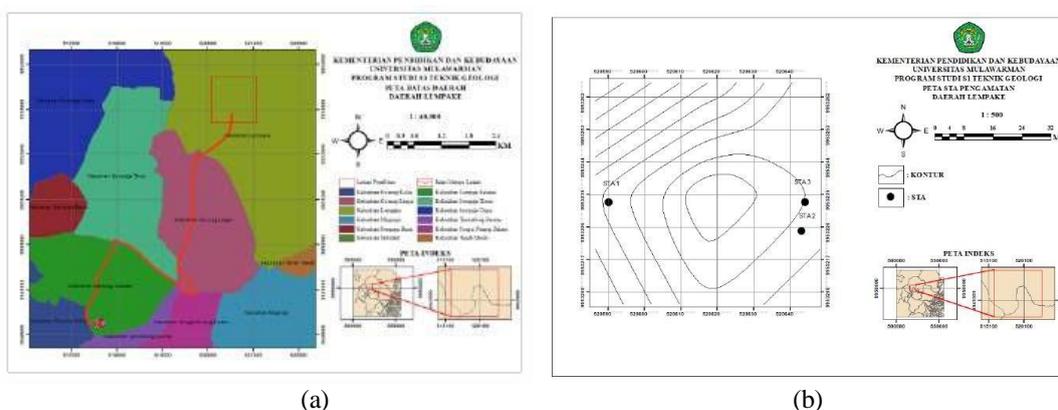
di barat, dan Selat Makassar di timur.

Zajuli dan Wahyudiono (2018), mengutip Van der Weerd & Armin (1992), menyebutkan bahwa Cekungan Kutai, seperti banyak cekungan di wilayah barat Indonesia, mulai terbentuk pada Eosen Tengah sebagai cekungan ekstensional. Namun, menurut Zajuli dan Wahyudiono (2018), yang merujuk pada pendapat Bachtiar (2004), ada pandangan lain yang menyatakan bahwa Cekungan Kutai sebenarnya merupakan aulakogen yang terbentuk akibat kegagalan fase pemekaran benua (*rifting*) pada Eosen Tengah. Pembentukan akresi subduksi pada cekungan ini terjadi lebih awal, yaitu selama era Jura dan Kapur, sebagaimana dicatat oleh Zajuli dan Wahyudiono (2018). Cekungan Kutai, yang terletak di tenggara Sundaland, juga dipengaruhi oleh tiga lempeng tektonik besar dunia yang aktif: Eurasia, Indo-Australia, dan Pasifik. Beragam aktivitas tektonik regional ini turut berperan penting dalam pembentukan struktur cekungan tersebut (Zajuli dan Wahyudiono, 2018).

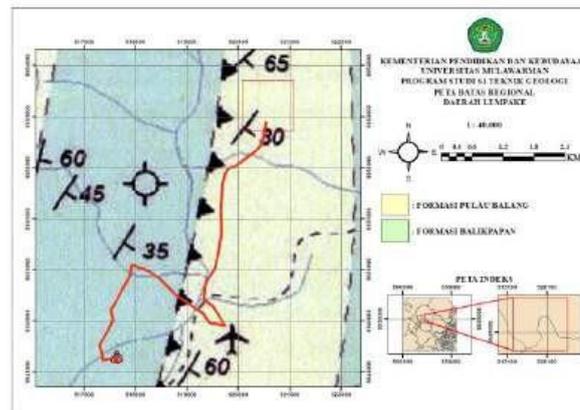
Menurut Boggs dalam Yasin (2015), analisis granulometri adalah analisis ukuran butir sedimen yang bertujuan menentukan tingkat ketahanan butiran sedimen terhadap proses eksogen, seperti pelapukan, erosi, dan abrasi dari sumber batuan, serta proses transportasi dan pengendapan, yang menjadi variabel penting dalam interpretasi geologi. Tingkat ketahanan suatu batuan dapat dilihat dari ukuran butirnya, di mana proses eksogen dapat mengubah bentuk dan ukuran partikel sedimen, sementara proses transportasi dan pengendapan menunjukkan cara agen utama, seperti air, memindahkan dan mengendapkan butiran sedimen. Boggs dalam Yasin (2015) juga menyatakan bahwa terdapat tiga faktor yang memengaruhi ukuran butiran batuan sedimen, yaitu variasi ukuran butir sedimen dari sumber asal, proses transportasi, dan energi pengendapan, yang seluruhnya dapat dinilai dari data hasil analisis ukuran butir sedimen.

Proses pengendapan sedimen dapat diprediksi melalui distribusi ukuran butir sedimen. Peneliti terdahulu telah membahas analisis distribusi ukuran butir untuk menjelaskan variasi spasial, mekanisme pengendapan, karakteristik lingkungan sedimen, proses sortasi, distribusi ukuran butir, serta untuk mengidentifikasi asal-usul sedimen suspensi. Menurut Korwa et al. dalam Nugroho (2014) pendekatan analisis perubahan spasial pada parameter ukuran butir (seperti rata-rata, sortasi, dan skewness) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi jalur transportasi sedimen melalui analisis granulometri. Parameter-parameter tersebut digunakan untuk memahami pola sebaran, mekanisme transportasi, serta pengendapan sedimen di suatu wilayah. Menurut Folk dalam Wicitra (2024) Sebuah sampel sedimen dapat memberikan informasi mengenai sumber material, proses pelapukan, erosi atau abrasi, serta mekanisme transportasi dan pengendapan sedimen. Menurut Boggs dalam Putri (2020) lingkungan pengendapan adalah area atau tempat di mana material sedimen terakumulasi, dengan berbagai kondisi fisik dan kimia yang mencerminkan mekanisme pengendapan tertentu. Lingkungan pengendapan dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu darat (*continental*), transisi, dan laut (*oceanic*). Lingkungan darat mencakup contoh seperti endapan sungai dan danau yang diangkut oleh air, serta endapan gurun dan glasial yang terbentuk akibat pengendapan oleh angin, dikenal sebagai endapan eolian. Lingkungan transisi mencakup wilayah antara darat dan laut, seperti delta, laguna, dan zona pesisir (litoral). Sementara itu, lingkungan laut meliputi endapan neritik, batial, dan abisal.

Identifikasi informasi stratigrafi dilakukan untuk menggambarkan kondisi vertikal penyusun lapisan pada daerah penelitian. Berdasarkan latar belakang ini, penelitian dilakukan dengan judul Lingkungan Pengendapan dan Mekanisme Transportasi Butiran di Kelurahan Lempake, Samarinda Utara: Kajian Granulometri dan Stratigrafi. Lokasi administratif penelitian ini berada di Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara.



Gambar 1. Peta Administratif Daerah Penelitian (a) Peta STA Pengamatan (b)



Gambar 2. Peta Geologi Regional Samarinda (digitasi ulang berdasarkan Supriatna, 1995)

2. Metode Penelitian

A. Pengambilan dan Analisis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer diperoleh langsung dari lapangan, seperti pengamatan lokasi penelitian, pencatatan stratigrafi, dan dokumentasi. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2024 di daerah Sambutan, Kota Samarinda, dengan tujuan untuk mengidentifikasi lingkungan pengendapan melalui metode analisis granulometri. Analisis granulometri adalah teknik yang mengukur ukuran butir sedimen sebagai bahan utama untuk analisis, yang banyak digunakan dalam bidang yang berkaitan dengan tanah atau sedimen. Beberapa aspek yang dianalisis dalam granulometri meliputi pengukuran rata-rata, sorting atau deviasi standar, serta pengukuran skewness dan kurtosis. Pendekatan yang digunakan dalam analisis granulometri terdiri dari metode grafis dan statistik. Metode grafis menghasilkan berbagai grafik yang menggambarkan distribusi ukuran butir, dinamika aliran, serta mekanisme transportasi sedimen klastik, sementara metode statistik memberikan nilai rata-rata, deviasi standar, kepengcengan, dan keruncingan kurva. Penelitian ini juga mencakup analisis profil stratigrafi untuk menganalisis struktur sedimen dan susunan litologi pada singkapan stratigrafi.

B. Perhitungan Granulometri

1. Rata-rata Empirik

Parameter rata-rata empiris digunakan untuk memahami ukuran pemusatan sedimen. Rata-rata ukuran butir memberikan gambaran mengenai karakter energi pengendapan yang dipengaruhi oleh air atau angin dalam mengangkut sedimen. Penyebaran frekuensi ukuran butir sangat dipengaruhi oleh proses lingkungan pengendapan. Perhitungan rata-rata empiris dilakukan menggunakan rumus statistik berikut, yang dimana \bar{x}_a = rata-rata empiris; f = frekuensi sebaran butir; dan m_m = *mid point*.

$$\bar{x}_a = \frac{\sum f m_m}{100}$$

2. Sortasi

Sortasi dikategorikan baik jika kurva distribusi ukuran butir sedimen terpusat di sekitar nilai rata-rata ukuran butir. Sebaliknya, sortasi dinilai buruk jika kurva distribusi ukuran butir meluas atau menyebar jauh dari nilai rata-rata, menunjukkan

variasi ukuran butir yang lebih besar. Perhitungan sortasi dilakukan menggunakan rumus statistik berikut, yang dimana \bar{x}_a = rata-rata empiris; f = frekuensi sebaran butir; dan σ_a = Sortasi ukuran butir.

$$\sigma_a = \sqrt{\frac{\sum f(m_m - \bar{x}_a)^2}{100}}$$

3. Skewness

Nilai kemencengan mengacu pada penyimpangan distribusi ukuran butir terhadap distribusi normal. Distribusi normal adalah distribusi ukuran butir di mana bagian tengah sampel memiliki jumlah butiran terbanyak, dengan butiran yang lebih kasar dan lebih halus tersebar di sisi kanan dan kiri dalam jumlah yang sama. Jika suatu distribusi ukuran butir memiliki kelebihan partikel kasar, maka kemencengannya akan bernilai negatif, dan sebaliknya, jika distribusi ukuran butir didominasi oleh partikel halus, kemencengannya akan bernilai positif. Perhitungan skewness dilakukan menggunakan rumus statistik berikut, yang dimana \bar{x}_a = rata-rata empiris; f = frekuensi sebaran butir; dan Sk_a = Skewness.

$$Sk_a = \frac{\sum f(m_m - \bar{x}_a)^3}{100\sigma_a^3}$$

4. Kurtosis

Kurtosis adalah ukuran yang menggambarkan tingkat keruncingan atau kepuncakan distribusi ukuran butir dalam suatu sampel sedimen. Ini memberikan informasi tentang bagaimana ukuran butir terdistribusi di sekitar rata-rata, serta seberapa besar variasi yang ada dalam ukuran tersebut.. Perhitungan skewness dilakukan menggunakan rumus statistik berikut, yang dimana \bar{x}_a = rata-rata empiris; f = frekuensi sebaran butir; dan K_a = Kurtosis

$$K_a = \frac{\sum f(m_m - \bar{x}_a)^4}{100\sigma_a^4}$$

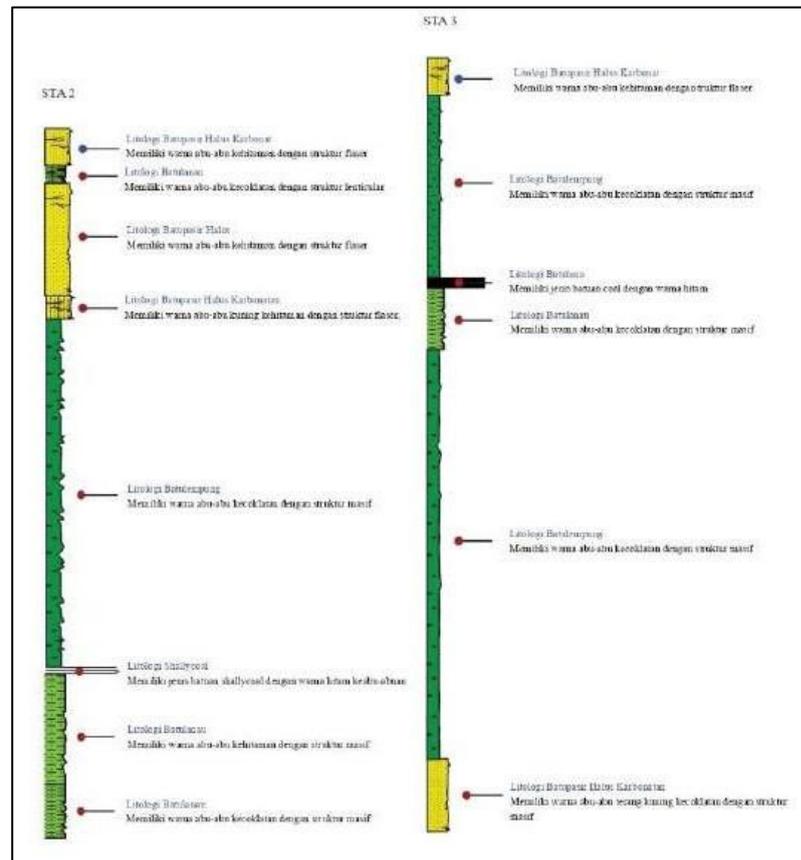
Tabel 1. Klasifikasi Granulometri Menurut Folk and Ward (1957)

Sorting ($\sigma\phi$)	Range	Skewness ($Sk\phi$)	Range	Kurtosis ($K\phi$)	Range
<i>Very well sorted</i>	<0.35	<i>Very fine skewed</i>	> +1.30	<i>Very platykurtic</i>	<1.70
<i>Well sorted</i>	0.35–0.50	<i>Fine skewed</i>	+0.43 to +1.30	<i>Platykurtic</i>	1.70–2.55
<i>Moderately well sorted</i>	0.50–0.70	<i>Symmetrical</i>	-0.43 to +0.43	<i>Mesokurtic</i>	2.55–3.70
<i>Moderately sorted</i>	0.70–1.00	<i>Coarse skewed</i>	-0.43 to -1.30	<i>Leptokurtic</i>	3.70–7.40
<i>Poorly sorted</i>	1.00–2.00	<i>Very coarse skewed</i>	< -1.30	<i>Very leptokurtic</i>	>7.40
<i>Very poorly sorted</i>	2.00–4.00				
<i>Extremely poorly sorted</i>	>4.00				

3. Hasil dan Pembahasan

1. Analisis Granulometri

Dua sampel batupasir dari lokasi berbeda diambil untuk analisis ukuran butiran (granulometri). Pada tahap pertama, dilakukan proses pengayakan menggunakan ayakan dengan ukuran No.50, No.80, No.100, No.200, dan *Pan*.



Gambar 3. Sampel Batuan Yang Diamati Pada Uji Granulometri

Dalam uji granulometri ini, digunakan dua titik pengamatan (*measuring section*) yaitu STA 2 pada lapisan ke-8 dan STA 3 pada lapisan ke-6. Batuan yang diuji memiliki karakteristik berupa butiran pasir halus, semen karbonatan, dan struktur sedimen flaser.

Tabel 2. Tabel Pencatatan Uji Granulometri STA 2

mesh	diameter (mm)	diameter (phi)	Berat yang tinggal di atas ayakan (gr)	Persen Berat (%)	Persen Kumulatif (%)
50	0,297	1,75	105	53.03	53.03
80	0,180	2,5	37	18.686	71.716
100	0,150	2,75	20	10.1	81.816
200	0,75	3,75	26	13.13	94.946
pan		0	10	5.05	99.996
jumlah			198	99.996	

Tabel 3. Tabel Perhitungan Terhadap Mean Uji Granulometri STA 2

<i>Class interval</i>	<i>Mid Class (m)</i>	f	f(m)	(m-x)	f(m-x) ²	f(m-x) ³	f(m-x) ⁴
1.75 – 2.47	2.11	105	221.55	0	0	0	0
2.47 – 2.73	2.6	37	96.2	1	96.2	96.2	258.4
2.73 – 3.73	3.23	20	64.6	2	258.4	516.8	15837.12
3.73 – 4.73	4.23	26	109.98	3	989.82	2969.46	8908.38
TOTAL	12.17	188	492.33	6	1344.42	3582.46	25003.9

Tabel 4. Tabel Perhitungan Terhadap Momen Uji Granulometri STA 2

<i>Class interval</i>	<i>Mid Class (m)</i>	f	f(m)	(m-x)	f(m-x) ²	f(m-x) ³	f(m-x) ⁴
1.75 – 2.47	2.11	105	221.55	0	0	0	0
2.47 – 2.73	2.6	37	96.2	1	96.2	96.2	258.4
2.73 – 3.73	3.23	20	64.6	2	258.4	516.8	15837.12
3.73 – 4.73	4.23	26	109.98	3	989.82	2969.46	8908.38
TOTAL	12.17	188	492.33	6	1344.42	3582.46	25003.9

Tabel 5. Tabel Pencatatan Uji Granulometri STA 3

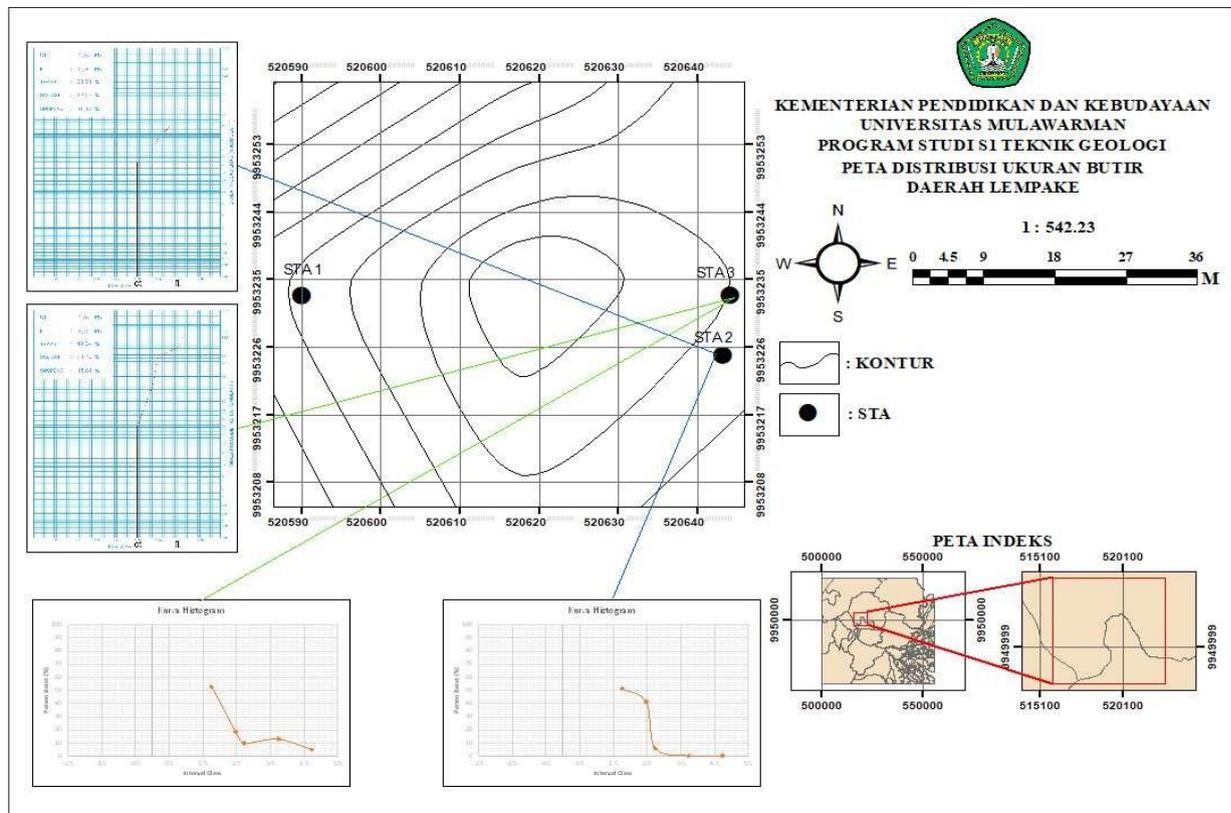
mesh	diameter (mm)	diameter (phi)	Berat yang tinggal di atas ayakan (gr)	Persen Berat (%)	Persen Kumulatif (%)
50	0,297	1,75	102	51.51	51.51
80	0,180	2,5	82	41.41	92.92
100	0,150	2,75	12	6.06	98.98
200	0,75	3,75	1	0.50	99.48
pan		0	1	0.50	99.98
jumlah			198	99.98	

Tabel 6. Tabel Perhitungan Terhadap Mean Uji Granulometri STA 3

<i>Class interval</i>	<i>Mid Class (m)</i>	f	f(m)	(m-x)	f(m-x) ²	f(m-x) ³	f(m-x) ⁴
1.75 – 2.47	2.11	102	215.22	0	0	0	0
2.47 – 2.73	2.6	82	213.2	1	213.2	213.2	155.04
2.73 – 3.73	3.23	12	38.76	2	155.04	310.08	609.12
3.73 – 4.73	4.23	1	4.23	3	38.07	114.21	342.63
TOTAL	12.17	197	471.41	6	406.31	637.49	1106.79

Tabel 7. Tabel Perhitungan Terhadap Momen Uji Granulometri STA 3

<i>Class interval</i>	<i>Mid Class (m)</i>	f	f(m)	(m-x)	f(m-x) ²	f(m-x) ³	f(m-x) ⁴
1.75 – 2.47	2.11	102	215.22	0	0	0	0
2.47 – 2.73	2.6	82	213.2	1	213.2	213.2	155.04
2.73 – 3.73	3.23	12	38.76	2	155.04	310.08	609.12
3.73 – 4.73	4.23	1	4.23	3	38.07	114.21	342.63
TOTAL	12.17	197	471.41	6	406.31	637.49	1106.79

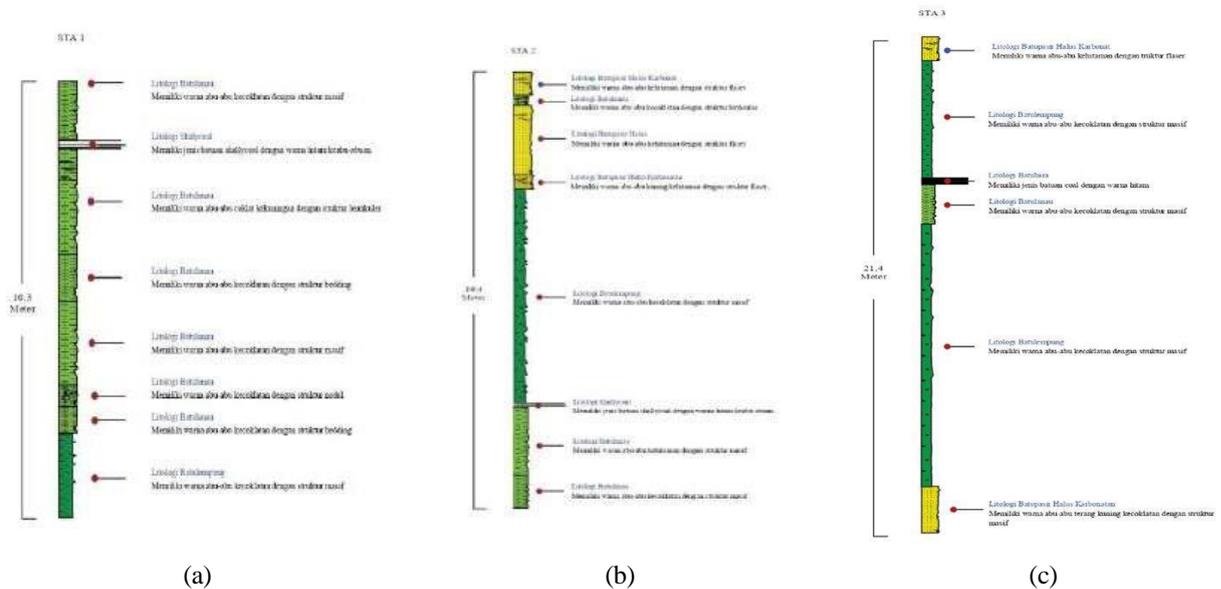


Gambar 4. Peta Distribusi Ukuran Butir

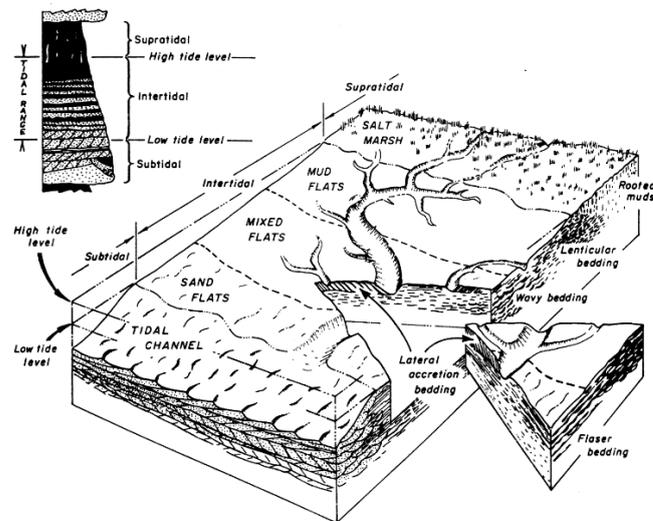
Berdasarkan hasil analisis granulometri pada tabel STA 2, diperoleh nilai statistik berikut: mean sebesar 4,9233, standar deviasi 4,36, skewness 0,7, dan kurtosis 1,393. Berdasarkan klasifikasi Folk dan Ward (1957), distribusi sedimen ini termasuk dalam kategori leptokurtic, yang menunjukkan tingkat pemusatan yang tinggi. Sortasi dengan nilai 3,66 diklasifikasikan sebagai very poorly sorted, yang mengindikasikan variasi ukuran butir yang sangat besar. Hasil grafik probabilitas menunjukkan nilai critical threshold (Ct) sebesar 1,75 dan fall threshold (Ft) sebesar 2,75. Dari hasil ini, mekanisme transportasi sedimen yang dominan diidentifikasi sebagai traksi sebesar 58,83 persen, diikuti oleh saltasi sebesar 23,05 persen, dan suspensi sebesar 18,12 persen. Data ini memberikan gambaran bahwa proses dominan dalam transportasi sedimen adalah penggelindingan butir (traksi) dengan kontribusi signifikan dari mekanisme lain seperti saltasi dan suspensi.

Berdasarkan hasil analisis granulometri pada tabel STA 3, diperoleh nilai statistik berikut: mean sebesar 4,7141, standar deviasi 1,798, skewness 0,779, dan kurtosis 0,671. Berdasarkan klasifikasi Folk dan Ward (1957), distribusi sedimen ini termasuk dalam kategori platykurtic, yang menunjukkan tingkat pemusatan data yang rendah. Nilai sortasi sebesar 2,015 diklasifikasikan sebagai very poorly sorted, mengindikasikan variasi ukuran butir yang cukup besar. Hasil grafik probabilitas menunjukkan nilai critical threshold (Ct) sebesar 1,75 dan fall threshold (Ft) sebesar 2,75. Mekanisme transportasi sedimen yang dominan adalah traksi dengan kontribusi sebesar 49,64 persen, diikuti oleh saltasi sebesar 34,70 persen, dan suspensi sebesar 15,64 persen. Data ini mengindikasikan bahwa transportasi sedimen didominasi oleh penggelindingan butir (traksi), dengan kontribusi signifikan dari mekanisme saltasi dan sebagian kecil suspensi.

2. Analisis Stratigrafi



Gambar 5. Measuring Section STA 1 (a) STA 2 (b) STA 3 (c)



Gambar 6. Model lingkungan pengendapan Tidal Flat menurut Tucker

Pada STA 1, batuan dominan yang ditemukan adalah batulanau berwarna abu-abu kecoklatan dengan struktur beragam seperti bedding, masif, nodul, dan lentikuler, yang menunjukkan lingkungan pengendapan transisi dengan asosiasi fasies tidal flat. Ukuran butir umumnya berupa lanau dengan derajat pemilahan baik dan pembundaran membuldar. Sebagian besar lapisan memiliki semen non-karbonatan, kecuali pada lapisan dengan nodul yang mengandung semen karbonatan. Selain batulanau, terdapat juga lapisan shalycoal berwarna hitam keabu-abuan, berkilap kusam, dan sangat lunak. Indikasi lingkungan pengendapan tidal flat semakin kuat dengan adanya struktur flaser, yang terbentuk akibat pengaruh arus pasang-surut di lingkungan transisi atau wilayah dengan pengaruh tidal

Pada STA 2, batuan dominan yang ditemukan adalah batulanau dan batupasir halus dengan variasi warna abu-abu kecoklatan hingga abu-abu kehitaman. Batuan ini memiliki struktur masif, lentikuler, dan flaser, yang mendukung interpretasi lingkungan pengendapan transisi dengan asosiasi fasies tidal flat. Ukuran butir bervariasi antara lanau hingga pasir halus, dengan derajat pemilahan baik dan pembundaran umumnya membundar atau agak membundar. Sebagian besar lapisan memiliki semen non-karbonatan, kecuali beberapa lapisan flaser yang mengandung semen karbonatan. Selain itu, terdapat lapisan shallycoal berwarna hitam keabu-abuan dengan kilap kusam dan sangat lunak. Struktur flaser pada beberapa lapisan, yang terbentuk akibat arus pasang-surut, semakin menguatkan interpretasi bahwa batuan ini terbentuk di lingkungan tidal pada zona transisi.

Pada STA 3, batuan dominan yang ditemukan adalah batupasir halus karbonatan, batulempung, dan batulanau dengan variasi warna abu-abu terang kuning kecoklatan hingga abu-abu kehitaman. Batuan ini memiliki struktur masif dan flaser, yang mendukung interpretasi lingkungan pengendapan transisi dengan asosiasi fasies tidal flat. Ukuran butir bervariasi antara lempung hingga pasir halus, dengan derajat pemilahan umumnya baik dan pembundaran membundar atau agak membundar. Semen yang ditemukan bervariasi, dari non-karbonatan pada lapisan lempung dan lanau hingga karbonatan pada beberapa lapisan batupasir halus. Terdapat juga lapisan batubara (coal) berwarna hitam dengan kilap cerah dan kekerasan sedang. Kehadiran struktur flaser pada lapisan tertentu menguatkan indikasi pengendapan di lingkungan pasang-surut pada zona transisi.



Gambar 6. Korelasi Litostratigrafi Pada STA 2 dan STA 3

Korelasi litostratigrafi antara STA 2 dan STA 3 dapat dilakukan dengan menggunakan lapisan batubara sebagai keybed atau lapisan acuan, karena lapisan ini memiliki ciri khas yang mudah dikenali, yaitu warna hitam, kekerasan sangat lunak di STA 2 (lapisan ke-3) dan sedang di STA 3 (lapisan ke-4), serta kilap kusam atau cerah, dengan ketebalan masing-masing 0,2 dan 0,3 meter. Di atas lapisan batubara pada kedua STA, terdapat lapisan-lapisan batulempung dan batulanau berstruktur masif dengan warna abu-abu kecoklatan, menunjukkan kesamaan litologi. Di bawah lapisan batubara pada kedua STA, terdapat lapisan batulempung

atau batupasir halus dengan struktur flaser dan lentikuler, yang mengindikasikan lingkungan pengendapan tidal flat atau transisi yang dipengaruhi oleh pasang-surut. Lapisan ke-8 di STA 2 dan lapisan ke-6 di STA 3, yang terdiri dari batupasir halus berstruktur flaser dengan semen karbonatan, juga dilakukan uji granulometri untuk mengetahui mekanisme transportasi sedimen. Dengan demikian, lapisan batubara sebagai keybed ini membantu menyelaraskan posisi litologi antar lokasi sekaligus memperkuat interpretasi lingkungan pengendapan transisi pada kedua STA.

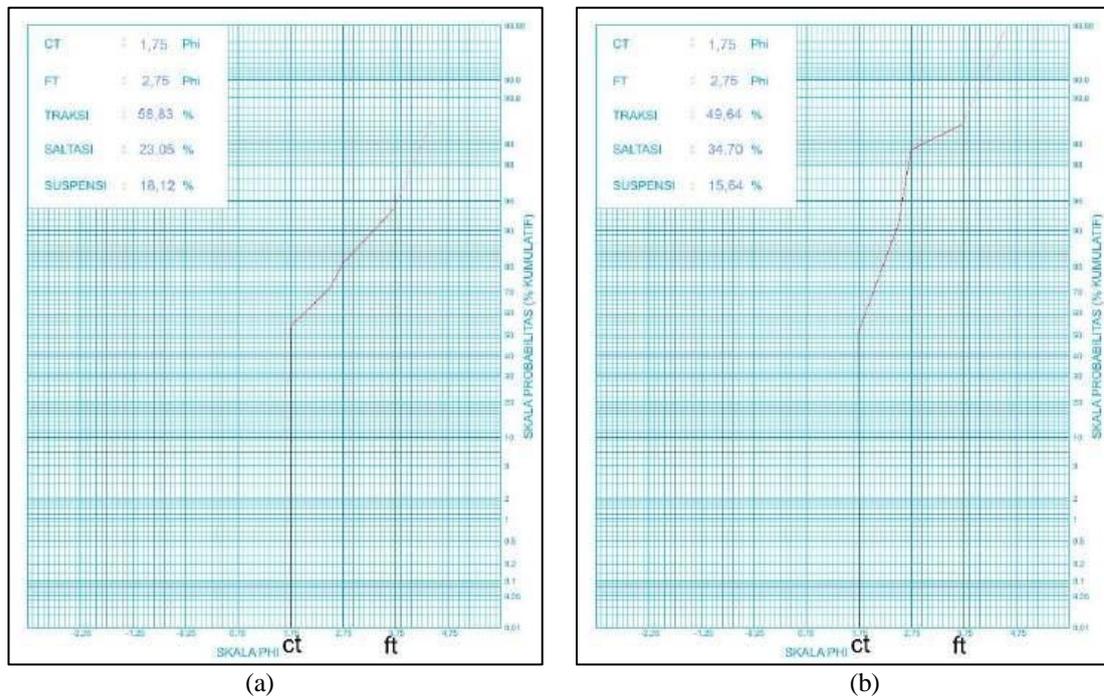
4. Kesimpulan

1. Berdasarkan analisis granulometri pada STA 2, hasilnya menunjukkan distribusi sedimen dengan nilai mean 4,9233, standar deviasi 4,36, skewness 0,7, dan kurtosis 1,393, yang tergolong dalam kategori leptokurtic, dengan tingkat pemusatan yang tinggi. Sortasi yang sangat buruk (very poorly sorted) dengan nilai 3,66 mengindikasikan adanya variasi ukuran butir yang besar. Dari hasil analisis grafik probabilitas, mekanisme transportasi dominan di STA 2 adalah traksi (58,83%), diikuti oleh saltasi (23,05%) dan suspensi (18,12%). Hal ini menunjukkan bahwa transportasi sedimen utama terjadi melalui penggelindingan butir (traksi), dengan kontribusi signifikan dari mekanisme saltasi dan suspensi.
2. Pada STA 3, analisis granulometri menunjukkan nilai mean 4,7141, standar deviasi 1,798, skewness 0,779, dan kurtosis 0,671, yang tergolong dalam kategori platykurtic, dengan pemusatan data yang rendah. Nilai sortasi 2,015 yang termasuk dalam kategori very poorly sorted menunjukkan variasi ukuran butir yang cukup besar. Berdasarkan grafik probabilitas, mekanisme transportasi sedimen dominan adalah traksi (49,64%), diikuti oleh saltasi (34,70%) dan suspensi (15,64%). Ini mengindikasikan bahwa transportasi sedimen didominasi oleh penggelindingan butir (traksi), dengan kontribusi besar dari saltasi dan sedikit dari suspensi.
3. Pada STA 1, batuan dominan adalah batulanau dengan variasi struktur seperti bedding, masif, nodul, dan lentikuler, yang menunjukkan lingkungan pengendapan transisi dengan asosiasi fasies tidal flat. Kehadiran struktur flaser menunjukkan pengaruh pasang-surut. Di STA 2, dominasi batulanau dan batupasir halus dengan struktur masif, lentikuler, dan flaser mendukung interpretasi lingkungan pengendapan transisi yang dipengaruhi arus pasang-surut pada zona tidal flat. Pada STA 3, dominasi batupasir halus karbonatan, batulempung, dan batulanau dengan struktur masif dan flaser mengindikasikan lingkungan pengendapan transisi yang serupa, dengan pengaruh pasang-surut yang kuat pada zona tidal flat. Semua STA menunjukkan pola pengendapan yang konsisten dengan lingkungan transisi yang dipengaruhi oleh pasang-surut.

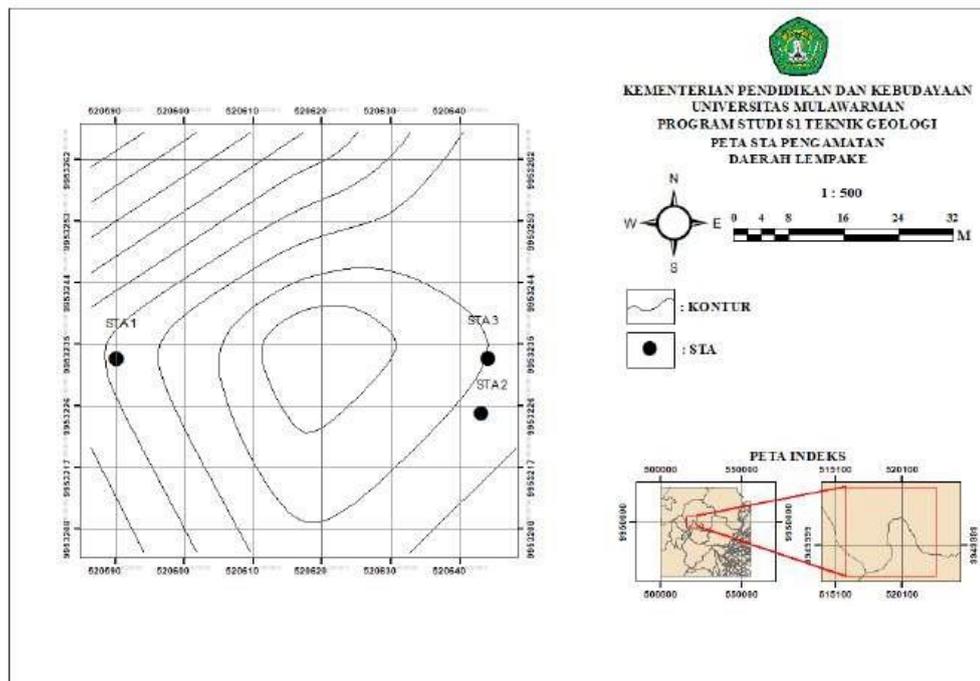
5. Daftar Pustaka

- Blott, S. J., & Pye, K. (2001). GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1237-1248. <https://doi.org/10.1002/esp.261>
- Darlan, Y., & Kamiludin, U. (2016). Analisis sedimen dan perubahan kondisi lingkungan: Daerah kasus Delta Mahakam Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Kelautan*, 7(1).
- Handoko, H., Jalil, Z., & Purnawan, S. (2017). Ukuran butir dan sortasi sedimen pada sungai Gampong Leungah Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Perikanan Unsyiah*, 2(2).
- Nugroho, S. H., & Basit, A. (2014). Sebaran sedimen berdasarkan analisis ukuran butir di Teluk Weda, Maluku Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 6, 229-240.
- Putri, R. I., Sasmito, K., Balfas, M. D., Safira, B., & Sari, E. (2020). Geologi dan analisis lingkungan pengendapan dengan metode analisis granulometri daerah Batu Cermin Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknik Geologi: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 3(1).
- Richard, A. D. (1992). *Depositional system: An introduction to sedimentology and stratigraphy* (2nd ed.). Prentice Hall.
- Sya'rani, L., & Hariadi, H. (2006). Penentuan sumber sedimen dasar perairan: I. Berdasarkan analisis minerologi dan kandungan karbonat. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, 11(1), 37-43.
- Wicitra, A. P., Taufiqi, K., Rianawati, R. F., & Jayanti, A. G. R. (2024). Analisis perbandingan transportasi sedimen menggunakan metode granulometri pada Sungai Damar section hulu dan hilir Kabupaten Kendal. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 7(1), 62-74.
- Yasin, A. M., Sukiyah, E., & Isnaniawardhani, V. (2016). Grain size analysis of Quaternary sediment from Kendari Basin, Indonesia. *International Journal of Science and Research*, 5(11), 1748-1751.
- Zajuli, M. H. H., & Wahyudiono, J. (2018). Rock-Eval characteristic of Oligocene fine-grained sedimentary rocks from Pamaluan Formation, Gunung Bayan Area, West Kutai Basin, East Kalimantan: Implication for hydrocarbon source rock potential. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, 19(2), 73-82. <https://doi.org/10.30536/jgsm.2018.v19.2.149>

LAMPIRAN



Gambar 1 Grafik Probabilitas



Gambar 2. Peta STA Pengamatan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS MULAWARMAN
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK GEOLOGI



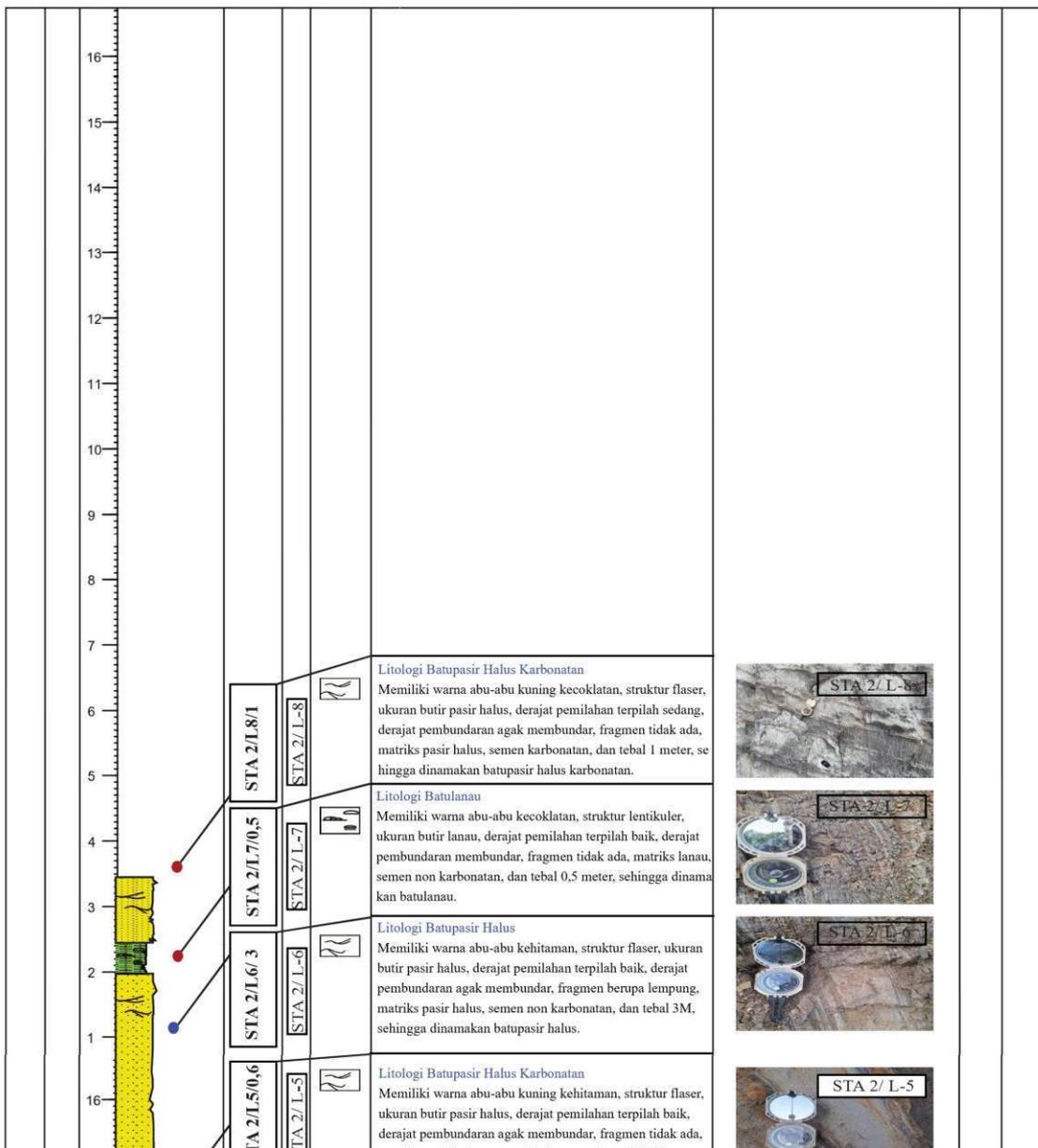
KOLOM PENGUKURAN STRATIGRAFI
 SKALA 1 : 50

INFORMASI PENGUKURAN	
Tanggal pengukuran	
Koordinat GPS	
Feransi	
STA/Kode Jajar/Daerah	
Ketebalan terukur	
Cuaca	
Ditukur oleh	
Diperiksa oleh	

LEGENDA FASIES	
adapted from Nichols (2009); Tucker (2003); Compton (1985)	
SIMBOL LITOLOGI	SIMBOL STRUKTUR SEDIMEN
<ul style="list-style-type: none"> Batupasir Batubara lempung Batupasir Batulanau Batulempung Batubara Batubara lempungan Lempung karbonat Clay-supported conglomerate Matrix-supported conglomerate 	<ul style="list-style-type: none"> Laminasi paralel Perlipisan Laminasi Korovert Mud-crack balding Shrinkage cracks Asymmetric ripple Load casts Nodal Konkresi Flute cast Inleksi Blank zone Current ripple cross lamination Wavy ripple cross lamination Oxid dan Pelaid Bioturbasi Mudcracks



UMUR GEOLOGI	KODE LITOFASIES	KETEBALAN (m)	UKURAN BUTIR	NOMOR SAMPEL	NOMOR FOTO	STRUKTUR SEDIMEN / ARUS PURBA/FOSIL	LITOFASIES & DESKRIPSI	FOTO SINGKAPAN	ASOSIASI FASIES	LINGKUNGAN PENGENDAPAN





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
 UNIVERSITAS MULAWARMAN
 FAKULTAS TEKNIK
 PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK GEOLOGI



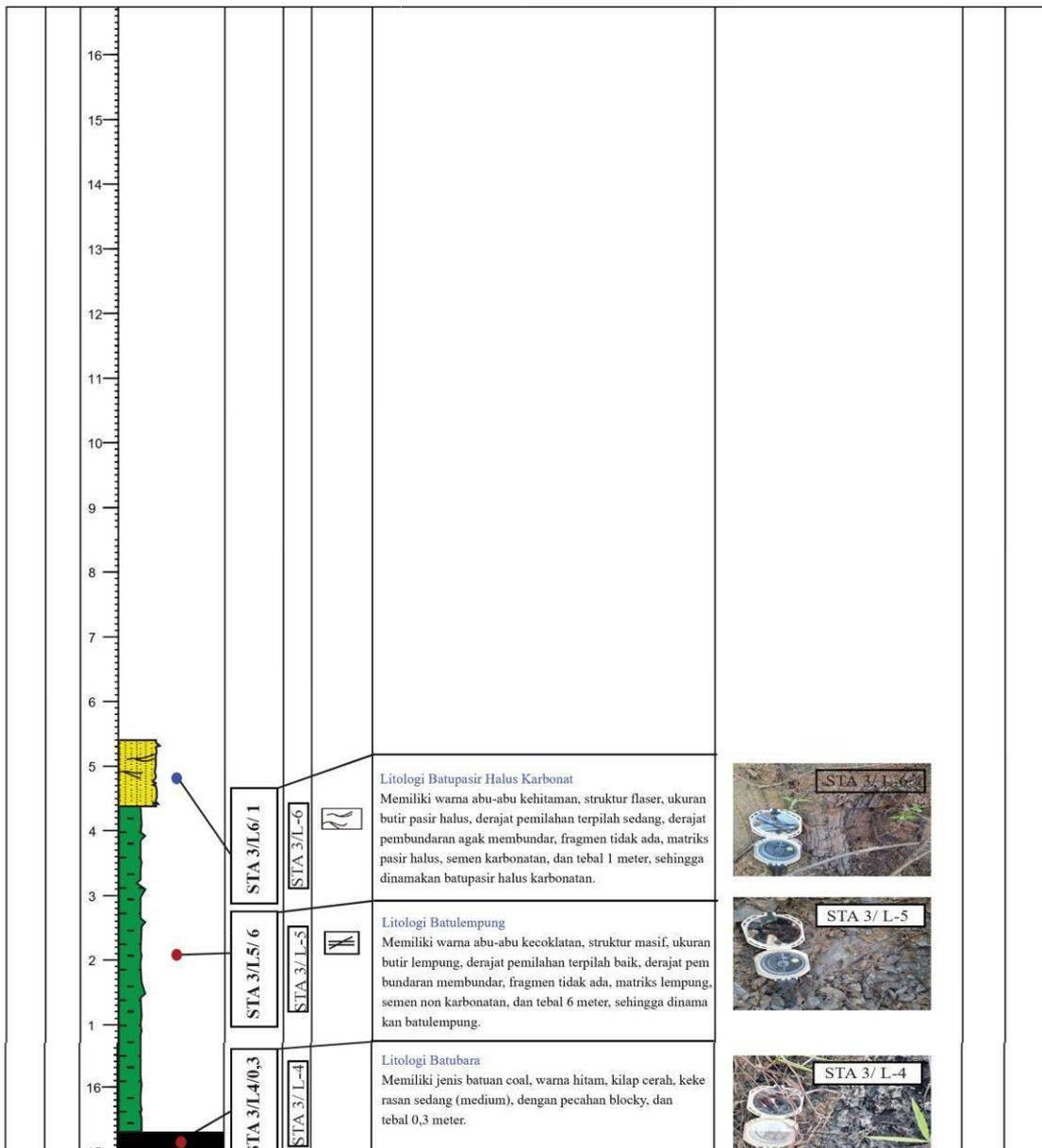
KOLOM PENGUKURAN STRATIGRAFI
 SKALA 1 : 50

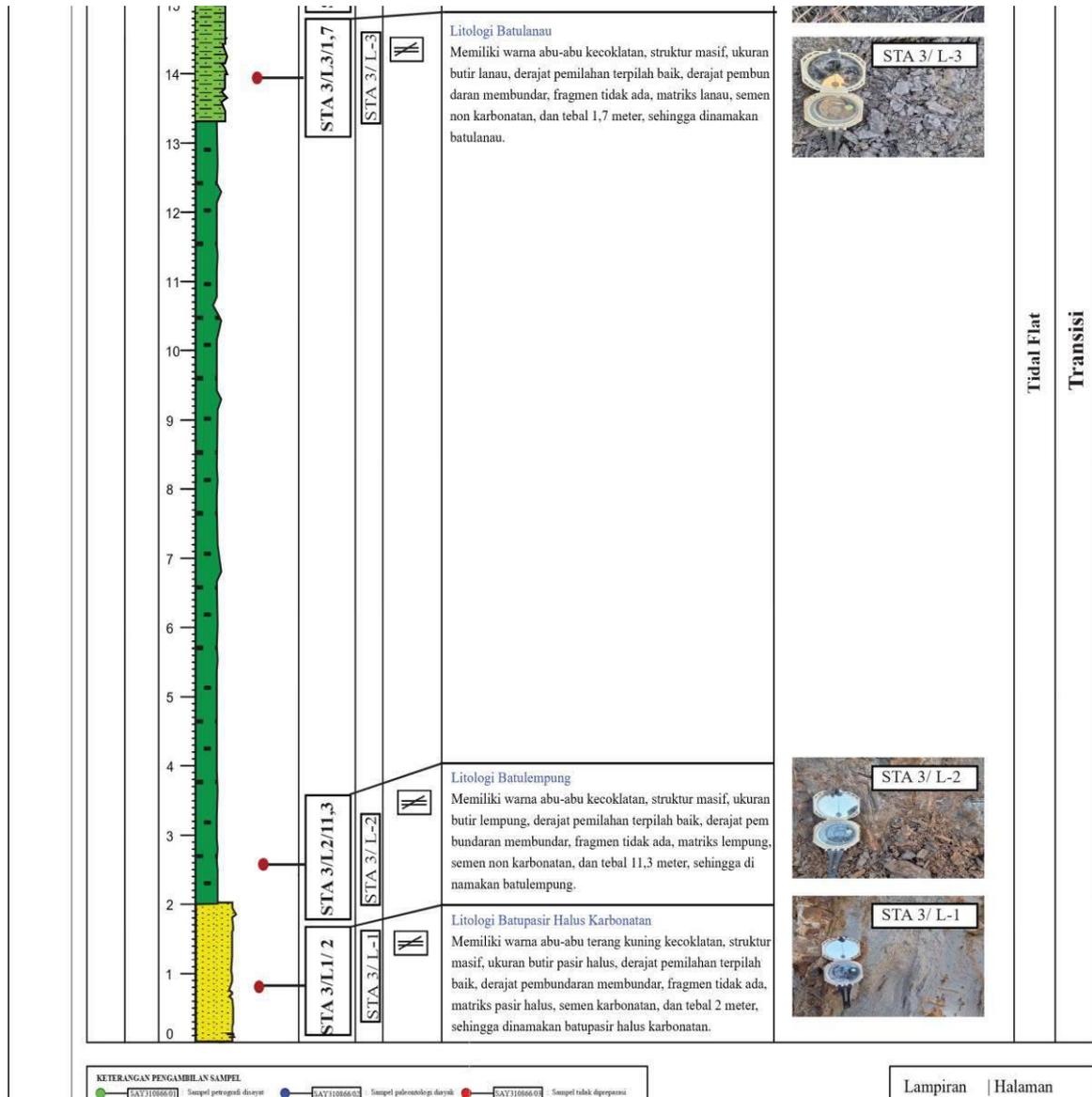
INFORMASI PENGUKURAN		LEGENDA FASIES	
Tanggal pengukuran		adapted from Nichols (2009); Tucker (2003); Compton (1985)	
Koordinat GPS			
Formasi			
STA/Kode Jajar Daerah			
Ketebalan terukur			
Cuaca			
Dikoreksi oleh			
Diperiksa oleh			

SIMBOL LITOLOGI		SIMBOL STRUKTUR SEDIMEN	
Batugamping	Batu bara	Laminasi panel	Load cast
Dolomita	Batu bara lempung	Perlipisan Laminasi Konvolut	Nodul Konkresi
Batupasir	Lempung karbonat	Planar cross bedding	Flute cast
Batulanau	Clay-supported conglomerate	Massive / Irregular cross bedding	Infiltrasi
Batu lempung	Matrix-supported conglomerate	Struktur Flaser / Acid Arkh Parts	Blank cone
			Current ripple / cross lamination
			Wavy ripple / cross lamination
			Oxid dan Peloid
			Bioturbasi
			Mudcracks



UMUR GEOLOGI	KODE LITOFASIES	KETEBALAN (m)	UKURAN BUTIR	NOMOR SAMPEL	NOMOR FOTO	STRUKTUR SEDIMEN / ARUS PURBA/FOSIL	LITOFASIES & DESKRIPSI	FOTO SINGKAPAN	ASOSIASI FASIES	LINGKUNGAN PENGENDAPAN





Gambar 5. MS STA 3