

# ANALISIS KEPADATAN FOSIL JEJAK SEBAGAI PARAMETER TINGKAT KANDUNGAN OKSIGEN DAN PERUBAHAN LINGKUNGAN PENGENDAPAN DI KALI NGALANG, GEDANGSARI, GUNUNG KIDUL, DIY

*Siska Winanda Pramunita<sup>1</sup>, Hita Pandita<sup>2</sup>, Al Hussein Flowers Rizqi<sup>3</sup>*

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Mineral  
Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Jl. Babarsari, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281, Telp.(0274)487249

e-mail : [siskawinanda98@gmail.com](mailto:siskawinanda98@gmail.com), [hita@itny.ac.id](mailto:hita@itny.ac.id), [alhussein@sttnas.ac.id](mailto:alhussein@sttnas.ac.id)

## **Abstrak**

Lokasi penelitian berada pada Sungai Ngalang, Gedangsari Gunung Kidul yang memiliki perkembangan fosil jejak yang sangat baik. Pada penelitian dilakukan pengambilan data statigrafi terukur dengan menggunakan alat meteran. Dilakukan pengukuran pada daerah penelitian dengan ketebalan 30 meter dengan skala 1: 50 meter. Pada analisis fosil jejak metode yang digunakan adalah metode pengridan lapisan batuan dengan luas grid 1 m<sup>2</sup>, dilanjutkan menghitung jumlah kepadatan fosil jejak yang terdapat dalam grid sampel. Sampel fosil jejak yang diambil sebanyak 9 sampel. Pada 9 sampel tersebut di dapatkan beberapa jenis fosil jejak yaitu Chondrites, Thalassinoides, Pylonichus, Skolithos, Arenocolites, Planolites dan Oldhamia, yang termasuk dalam genus ichnofasies Scoyenia, Skolithos, Cruziana, Zoophycos. Terdapat 6 kali perubahan lingkungan pengendapan yang berdasarkan pada perubahan ichnofasies. Pada kandungan oksigen terdapat perubahan tingkat kandungan oksigen yaitu sebanyak 5 kali perubahan yang berdasarkan variasi dan jumlah kepadatan fosil jejak, serta terdapat 4 kali perubahan biofasies berdasarkan pada perubahan ichnofasies.

**Kata kunci**—Formasi Sambipitu, Ngalang, fosil jejak, lingkungan pengendapan

## **Abstract**

The research location is on the Ngalang River, Gedangsari Gunung Kidul which has a very good development of trace fossils. In this research, measured stratigraphic data was collected using a measuring device. Measurements were made in the study area with a thickness of 30 meters with a scale of 1: 50 meters. In the analysis of trace fossils, the method used is the method of combining rock layers with a grid area of 1 m<sup>2</sup>, followed by calculating the total density of trace fossils contained in the sample grid. 9 samples of trace fossils were taken. In these 9 samples, several types of trace fossils were namely obtained, Chondrites, Thalassinoides, Pylonichus, Skolithos, Arenocolites, Planolites and Oldhamia, which belong to the genus ichnofasies Scoyenia, Skolithos, Cruziana, Zoophycos. There are 6 times the change in the depositional environment based on changes in ichnofacies. In the oxygen content there is a change in the level of oxygen content, which is 5 times the change based on the variation and density of trace fossils, and there are 4 times the change in biofacies based on changes in ichnofacies.

**Keywords**—Sambipitu Formation, Ngalang, trace fossils, depositional environment

## 1. PENDAHULUAN

Daerah Istimewa Yogyakarta dan sekitarnya memiliki karakteristik aspek-aspek geologi yang istimewa dan menarik untuk dipelajari dan diteliti. Daerah penelitian merupakan daerah yang masuk kedalam zona Pegunungan Selatan. Pegunungan Selatan adalah satuan fisiografi regional yang letaknya berada pada bagian selatan pulau Jawa, zona ini memanjang dari bagian barat hingga timur Pulau Jawa. Menurut [1], Zona Pegunungan Selatan sendiri terbagi menjadi 3 periode vulkanisme diantaranya periode pravulkanisme, periode vulkanisme dan periode pascavulkanisme (periode karbonat) sehingga pada zona ini dijumpai adanya batuan vulkanik dan batuan karbonat. Adanya periode tersebut yang mengakibatkan Formasi Sambipitu yang berada diantara 2 formasi menjadi hal menarik untuk diteliti.

Formasi Sambipitu merupakan formasi yang sangat menarik untuk diteliti, mengingat formasi ini merupakan formasi yang memiliki kelimpahan fosil jejak yang sangat baik perkembangannya, dibandingkan dengan formasi lainnya. Kelimpahan fosil jejak pada Formasi Sambipitu dapat dilihat di beberapa aliran sungai. Penelitian kali ini terfokus pada aliran sungai Kali Ngalang.

Lokasi penelitian dipilih dengan alasan belum banyak penelitian yang terfokus pada fosil jejak pada daerah tersebut dan juga lokasi dipilih karena perkembangan fosil jejak yang sangat baik. Oleh karena itu peneliti melakukan penelitian tentang studi kepadatan fosil jejak pada daerah penelitian dengan menggunakan metode pengukuran penampang stratigrafi terukur (*measured section*), serta pengamatan fosil jejak secara detail untuk mendapatkan jumlah kepadatan, menentukan perubahan kandungan oksigen serta perubahan lingkungan pengendapan pada daerah penelitian. Studi mengenai fosil jejak pernah dilakukan pada lintasan kali Ngalang [2]. Pada penelitian kali ini penggunaan metode penelitian yang cukup berbeda yaitu metode pengridan lapisan batuan dan penentuan kandungan oksigen.

Berdasarkan uraian diatas penulis menentukan rumusan masalah yang akan diteliti. Rumusan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pola variasi litologi yang berada pada lokasi penelitian?
2. Fosil jejak apa saja yang terdapat pada daerah penelitian?
3. Ichnofasies apa yang terdapat pada lokasi penelitian?
4. Bagaimana perubahan lingkungan pengendapan yang berada pada lokasi penelitian?
5. Bagaimana tingkat perubahan kandungan oksigen yang terdapat pada lokasi penelitian?

Penelitian ini terfokus mengenai fosil jejak yang di ambil secara sistematis dengan tingkat keidealannya suatu lapisan 1 m<sup>2</sup> batuan pada jalur stratigrafi terukur yaitu sepanjang 30 m tepatnya pada Kali Ngalang pada Formasi Sambipitu, sehingga dihasilkan tingkat dominasi kepadatan fosil jejak dan variasi fosil jejak.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahap yang di bagi menjadi 4 tahap penelitian yaitu meliputi: tahap studi pustaka dan pembuatan peta, tahap pra-penyelidikan geologi, tahap penyelidikan geologi, tahap analisis data, tahap penyusunan draft (**Gambar 1**).

### 2.1 Studi Pustaka dan Pembuatan Peta

Dalam tahap ini dilakukan kajian referensi berupa buku, jurnal penelitian para ahli terdahulu. Dari tahap ini dapat digunakan guna menyusun kerangka kerja, dan didapatkan data sekunder yang dapat membantu analisis data dan interpretasi daerah penelitian. Pembuatan peta topografi dan peta geologi.

### 2.2 Penyelidikan Geologi

Tahap ini terdiri dari penentuan lokasi pengamatan pada peta geologi dan peta topografi, yang kemudian dilakukan pengamatan singkapan batuan, pengukuran kedudukan batuan,

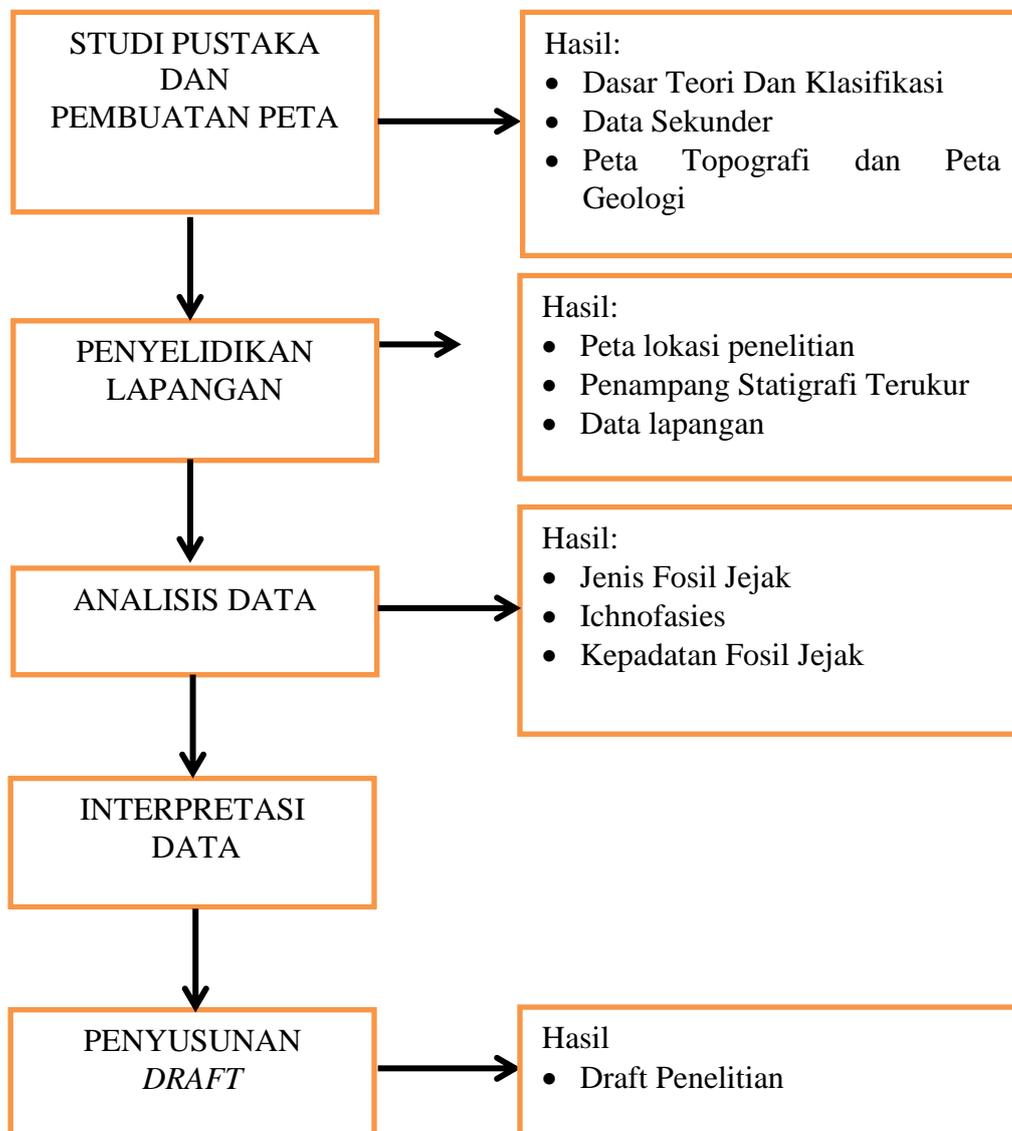
pendeskripsian, pencatatan data batuan yang dibuat dalam *measuring section*. Pengamatan fosil jejak, penentuan jenis fosil jejak, menghitung kepadatan fosil jejak dengan metode pengridan pada lapisan batuan sampel fosil jejak dengan luasan 1 m<sup>2</sup>.

**2.3 Analisis Data**

Pada tahap ini dari hasil penyelidikan geologi maka akan selanjutnya pembuatan peta geologi lokasi penelitian, penampang stratigrafi terukur menggunakan software, dan melakukan analisis data fosil jejak (menentukan nama fosil jejak, pengelompokan genus fosil jejak, dan menghitung kepadatan fosil jejak).

**2.4 Interpretasi Data dan Penyusunan Draft**

Hasil analisis data akan diinterpretasikan berdasarkan teori dan klasifikasi peneliti terdahulu. Interpretasi tersebut berupa tingkat kandungan oksigen daerah penelitian dan perubahan lingkungan pengendapan. Pada tahap penyusunan data dilakukan penyusunan draft hasil penelitian yang telah dilakukan dalam bentuk deskripsi serta tulisan yang di buat sesuai sistematika penulisan yang telah ditentukan.



**Gambar 1.** Diagram alir metode penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Statigrafi Terukur

Pada penelitian kali ini dilakukan pengukuran statigrafi terukur yaitu 30 meter dengan skala 1:50 meter (Lampiran.1). Pada lokasi penelitian terdiri atas satuan gradasi batuan pasir karbonatan, satuan gradasi batupasir non karbonatan, satuan batulanau karbonatan dan non karbonatan, dan satuan *Calcarenite*. Pada Formasi Sambipitu sendiri memiliki stike dan dip yang relative sama (homogen). Pada pengukuran strike dan dip yaitu didapatkan nilai N 105° E/ 40°. Struktur batuan yang terbentuk merupakan proses *sindeposional* atau terbentuk bersamaan dengan proses sedimentasi.

Struktur batuan yang terlihat pada daerah pengamatan relative memiliki struktur gradasi normal, gradasi terbalik, laminasi dan perlapisan. Struktur biogenik yaitu fosil jejak juga berkembang sangat baik pada daerah penelitian. Namun berberapa lapisan batuan massif yaitu terdapat pada lapisan batuan *Calcarenite*, dan batulanau. Ketebalan satuan batuan yang paling tebal yaitu terdapat pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan memiliki tebal 1.925 m pada satuan batuan tersebut memiliki sisipan shale, sedangkan satuan batuan dengan ketebalan paling kecil yaitu satuan gradasi batupasir karbonatan dengan ketebalan 0.2 m. Pengukuran penampang statigrafi yang dilakukan guna mengetahui urutan litologi batuan dari tua kemuda, serta mengetahui posisi urutan pengambilan sampel fosil jejak.

#### Fosil Jejak

Pada analisis fosil jejak dilakukan pengambilan 9 sampel pada 9 lapisan batuan yang terdapat dalam penampang statigrafi terukur. Pada pengambilan sampel dilakukan pengridan lapisan batuan dengan luasan 1 m<sup>2</sup>. Pegridan bertujuan guna analisis jumlah kepadatan fosil jejak sehingga lebih akurat dan lebih berskala. Pada analisis fosil jejak yaitu dilakukan deskripsi model pengendapan, pola hidup, nama fosil, ichnofasies, dan perhitungan jumlah kepadatan fosil jejak.

Deskripsi model pengendapan dilakukan dengan melihat pengisi serta substart yang berada pada fosil jejak. Pendeskripsian model pengendapan dilakukan dengan mengambil sampel model pengendapan yang berbeda pada perwakilan sampel fosil jejak yang terdapat pada luasan pegridan yang telah dilakukan.

Tentunya pengambilan nama fosil jejak diidentifikasi berdasarkan bentuk dan pola fosil jejak yang berada dalam grid sampel lapisan. Pemberian nama bertujuan guna pengelompokan fosil jejak berdasarkan nama fosil yang kemudian di masukan kedalam kategori genus fosil jejak tertentu. Hasil analisis nama fosil jejak didapatkan yaitu: *Cruziana*, *Skolithos*, *Arenocolites*, *Planolites*, *Psilonichus*, *Condrites*, dan *Oldhamia*.

Pendeskripsian fosil, nama fosil, dan jumlah kepadatan fosil dalam genus dapat terlihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Tabel hasil analisa fosil jejak

NO. SAMPEL	VARIASI FOSIL JEJAK	DESKRIPSI MODEL PENGENDAPAN [3]	NAMA FOSIL	JUMLAH KEPADATAN FOSIL DALAM GENUS
S1/ST 3	3 variasi	Terlihat <i>trace fosil</i> dengan ciri-ciri:  Pengisi dan substrat batupasir karbonatan ukuran butir pasir sedang. Model pengawetan epichnia, bentuk concave.	<i>Chondrites</i> (5), <i>Skolithos</i> (3), <i>Planolites</i> (3)	<i>Cruziana</i> 5 <i>Skolithos</i> 3 <i>Scoyenia</i> 3

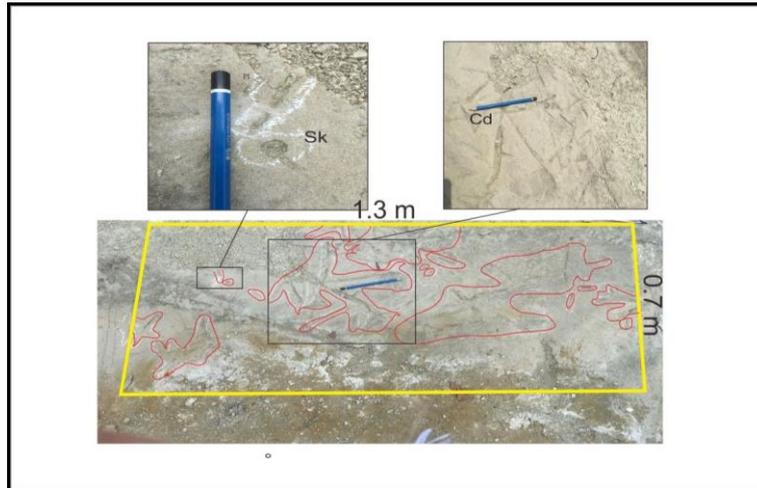
		<p>Pengisi mineral glukonit. Substrat batupasir karbonatan ukuran butir sedang. Model pengawetan fullrelief, edichnia.</p>		
S2/ST3	1 variasi	<p>Pengisi mineral glukonit, substrat batupasir karbonatan Model pengendapan full relief, endichnia.</p> <p>Pengisi dan substrat batupasir karbonatan ukuran butir sedang. Model pengendapan semirelief (epirelief), epichnia, bentuk covec.</p>	<i>Chondrites (5)</i>	<i>Cruziana 5</i>
S3/ST5	5 variasi	<p>Pengisi mineral glukonit, substrat batupasir. Model pengendapan fullrelief, edichnia.</p> <p>Pengisi dan substrat batupasir karbonatan ukuran kasar. Model pengendapan semirelief (epirelief), epichnia, bentuk convex.</p> <p>Pengisi batupasir karbonatan ukuran halus, substrat batupasir karbonatan ukuran kasar. Model pengendapan fullrelief endichnia.</p>	<p><i>Skolithos (3),</i> <i>Arenocolites (3),</i> <i>Thalassinoides(2)</i> <i>Planolites (6),</i> <i>Psilonichus (3)</i></p>	<p><i>Skolithos 8</i> <i>Scoyenia 9</i></p>
S4/ST8	3 variasi	<p>Pengisi mineral glukonit, substrat batupasir karbonatan ukuran butir halus-sedang. Model pengawetan semirelief, epichnia bentuk convex</p> <p>Pengisi batulanau, substart batupasir karbonatan ukuran butir halus-sedang. Model pengawetan fullrelief, edichnia</p>	<p><i>Chondrites (4),</i> <i>Skolithos (4),</i> <i>Planolites (2)</i></p>	<p><i>Cruziana 4</i> <i>Skolithos 4</i> <i>Scoyenia 2</i></p>
S5/ST10	5 variasi	<p>Pengisi yaitu batupasir karbonatan ukuran butir halus , substrat batupasir karbonatan ukuran butir kasar. Model pengendapan semirelief (epirelief), epichnia, bentuk concave</p> <p>Pengisi berupa batupasir karbonatan berukuran pasir halus, substrat batupasir</p>	<p><i>Cruziana(3),</i> <i>Skolithos (9),</i> <i>Arenocolites(6),</i> <i>Planolites(9),</i> <i>Psilonichus (6)</i></p>	<p><i>Cruziana 3</i> <i>Skolithos 15</i> <i>Scoyenia 15</i></p>

		Model pengawetan fullrelief, edichnia.		
S6/ST13	5 variasi	Pengisi berupa mineral glukonit, substrat batupasir. Model pengawetan fullrelief, edichnia.  Pengisi berupa batupasir, substrta batupasir. Model pengawetan semirelief (epirelief), epichnia, bentuk concave.	<i>Chondrites</i> (2), <i>Skolithos</i> (13), <i>Arenocolites</i> (2), <i>Planolites</i> (3), <i>Psilonichnus</i> (2)	<i>Cruziana 2</i> <i>Skolithos 15</i> <i>Scoyenia 5</i>
S7/ST15	4 variasi	Pengisi berupa mineral glukonit, substrat batupasir. Model pengawetan, full relief, endichnia.	<i>Skolithos</i> (19), <i>Arenocolites</i> (3), <i>Planolites</i> (10), <i>Psilonichnus</i> (2)	<i>Skolithos 22</i> <i>Scoyenia 12</i>
S8/ST15	1 variasi	Pengisi berupa glsukonit, substrat batupasir karbonatan ukuran butir sangat halus. Model pengawetan semirelief (epirelief), epichnia, bentuk concave.	<i>Oldhamia</i> (1)	<i>Zoophycos 1</i>
S9/ST21	2 variasi	Pengisi berupa batupasir karbonatan ukuran pasir halus, substrat batupasir. Model pengawetan semirelief (epirelief), epichnia, bentuk concave.	<i>Chondrites</i> (3), <i>Thalassinoides</i> (4)	<i>Chondrites 3</i> <i>Skolithos 4</i>

Berikut merupakan hasil dan analisa perubahan ichnofasies pada setiap sampel fosil jejak daerah penelitian:

#### 1. Fasies *Scoyenia* – *Skolithos*

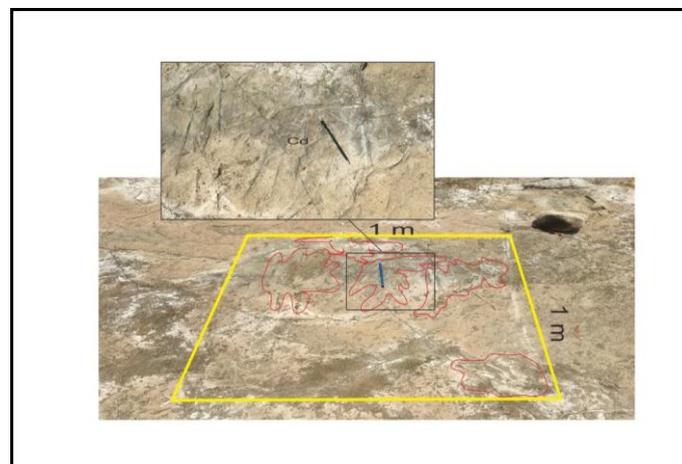
Fasies ini terlihat pada sampel fosil jejak 1 (S1), stasiun 3 (ST3). Berkembang pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan fosil jejak pada fasies ini adalah *Chondrites*, *Planolites*, *Skolithos* (**Gambar 2**). Fasies *Scoyenia* diindikasikan dengan kehadiran genus fosil jejak *Planolites*, sedangkan fasies *Skolithos* diindikasikan dengan kemunculan genus fosil jejak *Skolithos*. Genus fosil jejak *Chondrites* sendiri pada sampel kali ini tidak digunakan sebagai indikator lingkungan, karena sifat genus fosil jejak *Chondrites* yang bersifat umum atau *general*.



**Gambar 2** . Fossil jejak *Scoyenia* – *Skolithos* sampel 1 (S1) terletak pada stasiun 3 (ST 3) dengan arah foto N 21° E, luas grid 1.3 m x 0.7 m.

2. **Fasies *Cruziana***

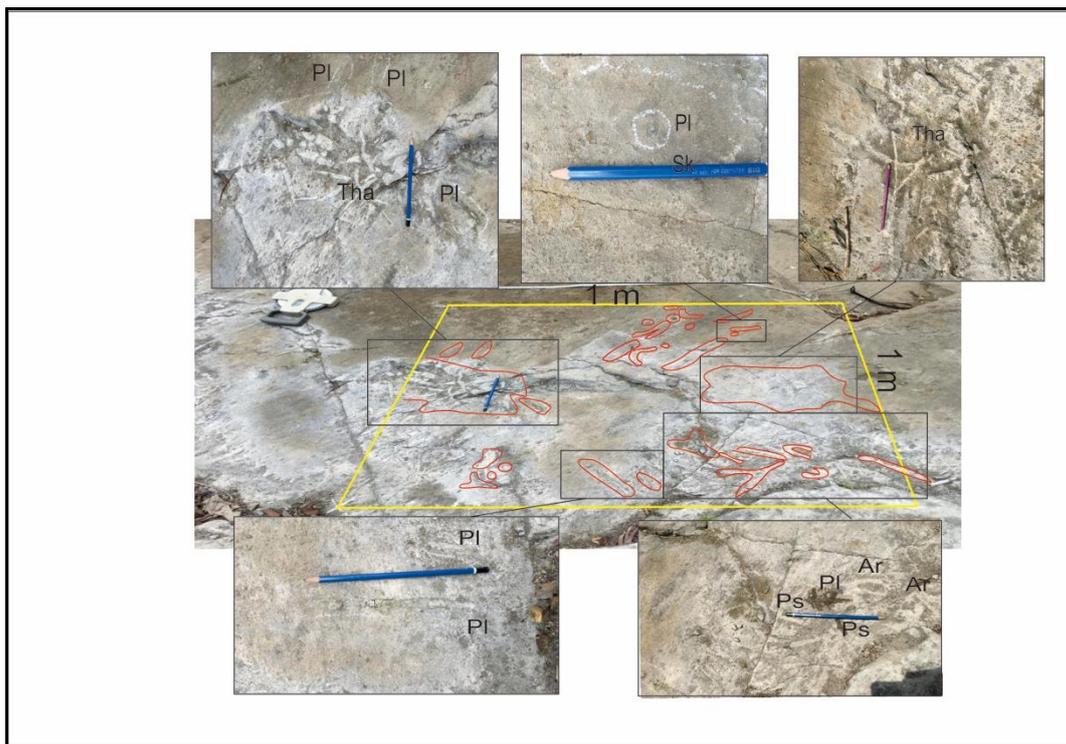
Fasies ini terlihat pada sampel fosil jejak 2 (S2), stasiun 3 (ST3). Fasies ini berkembang pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan fosil jejak pada sampel ini yaitu fosil jejak *Chondrites* (**Gambar 3**) Dominasi kemunculan yaitu fosil jejak *Chondrites* sendiri tidak mencerminkan fasies tertentu, karena *Chondrites* adalah genus yang mencerminkan pola hidup foodichnia. Sehingga *Chondrites* sangat umum dijumpai pada setiap fasies [2] Tetapi jika *Chondrites* muncul sendiri tidak hadir bersamaan dengan jenis genus fosil jejak lainnya, maka dapat digunakan sebagai indikator lingkungan rendah oksigen [4].



**Gambar 3**. Fossil jejak *Cruziana* sampel 2 (S2) terletak pada stasiun 3 (ST 3), dengan arah foto N 3° E, dengan luas grid 1 m x 1m.

3. **Fasies *Scoyenia***

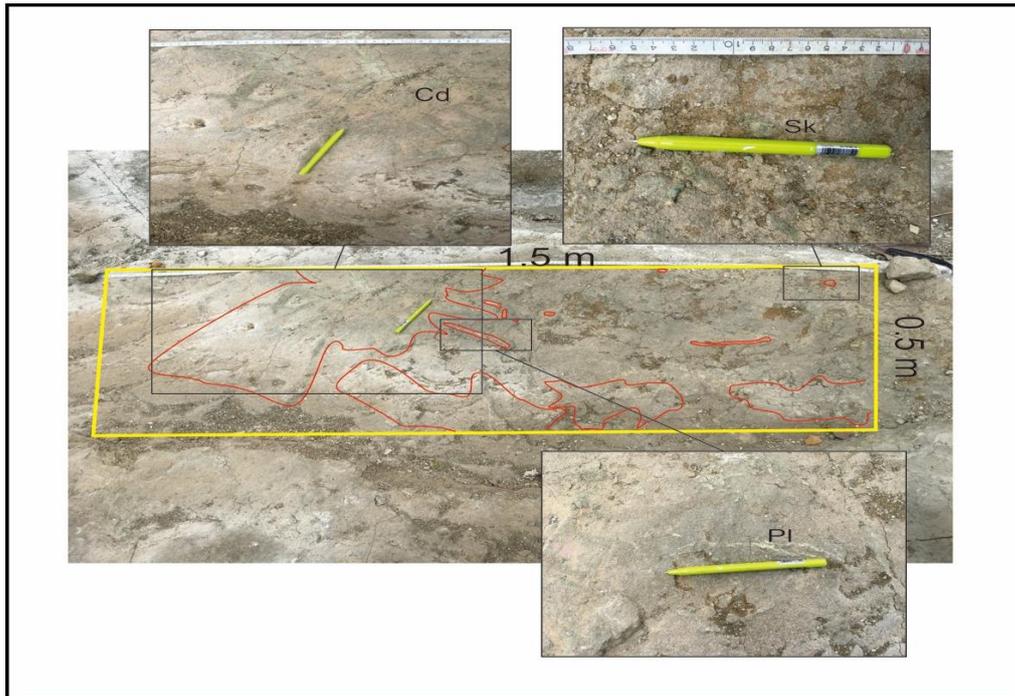
Pada fasies ini terdapat pada sampel fosil jejak 3 (S3), stasiun 5 (ST5). Fasies ini berkembang pada satuan batuan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan genus fosil jejak pada sampel batuan ini adalah *Skolithos*, *Arenocolites*, *Thalassinoides*, *Planolites*, *Pylonichus* (**Gambar 4**). Berdasarkan genus tersebut, fasies *Skolithos* sendiri diidentifikasi oleh genus fosil jejak *Skolithos*, *Arenocoiltes*, dan *Thalassinoides*. Fasies *Scoyenia* diidentifikasi oleh kemunculan genus fosil jejak *Planolites* dan *Pylonichus*. Namun jumlah ichnofasies genus *Scoyenia* lebih banyak dibandingkan dengan jumlah ichnofasies *Skolithos* sehingga pada sampel ini termasuk dalam fasies *Scoyenia*.



**Gambar 4.** Fosil jejak *Scoyenia* sampel 3 (S3) terletak pada stasiun 5 (ST 5), dengan arah foto N 10° E, luas grid 1 m x 1 m

#### 4. Fasies *Skolithos*

Pada fasies ini terdapat pada sampel fosil jejak 3 (S3), stasiun 5 (ST5). Fasies ini berkembang pada satuan batuan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan genus fosil jejak pada sampel batuan ini adalah *Skolithos*, *Planolites*, *Chondrites* (**Gambar 5**). Berdasarkan genus tersebut, fasies *Skolithos* sendiri diidentifikasi oleh genus fosil jejak *Skolithos*. Fasies *Scoyenia* diidentifikasi oleh kemunculan genus fosil jejak *Planolites*. Dilihat dari dominasi litologi batuan pada lapisan tersebut didominasi oleh litologi batupasir sehingga *Chondrites* termasuk dalam ichnofasies *Cruziana*, Namun genus fosil jejak *Chondrites* sendiri pada sampel kali ini tidak dapat digunakan sebagai indikator lingkungan, karena sifat genus fosil jejak *Chondrites* yang bersifat umum atau general [4].



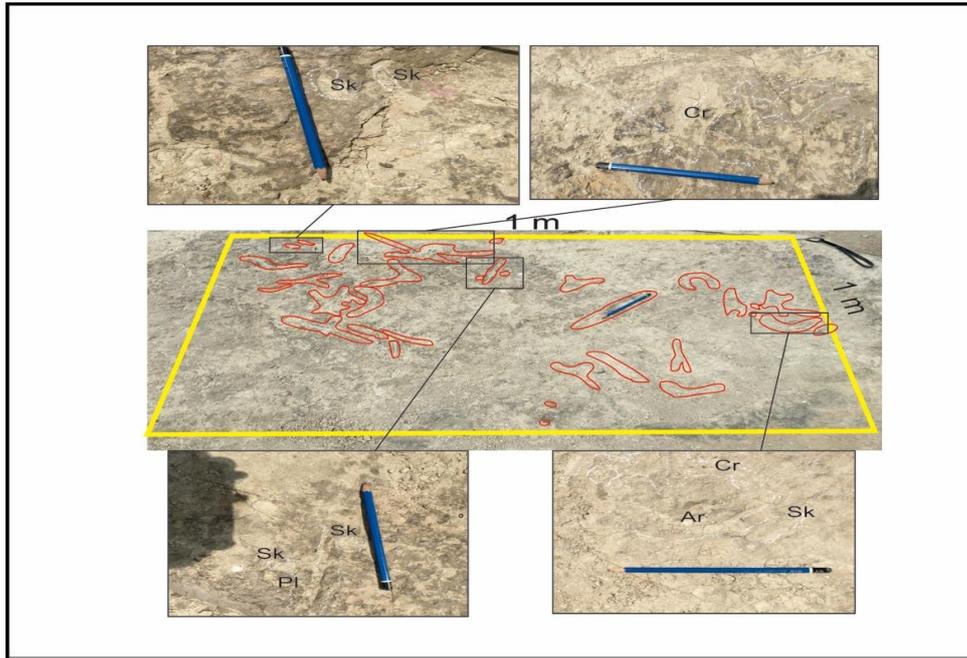
**Gambar 5.** Fosil jejak *Skolithos* sampel 4 (S4 terletak pada stasiun 8 (ST8), dengan arah foto N 5° E, dengan luas grid 1.5 m x 0.5 m

5. **Fasies *Skolithos***

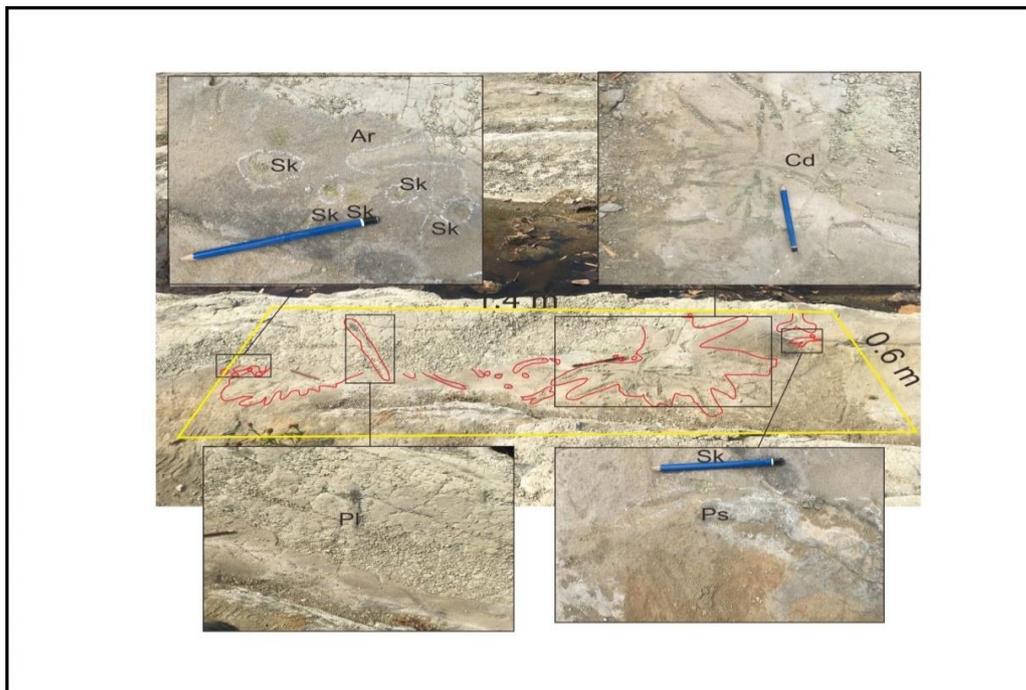
Pada fasies ini terdapat pada sampel fosil jejak 5 (S5), stasiun 10 (ST10). Fasies ini berkembang pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan genus fosil jejak pada sampel batuan ini adalah *Skolithos*, *Arenocolites*, *Planolites*, *Pylonichnus*, *Cruziana* (**Gambar 6**). Fasies *Scoyenia* diidentifikasi oleh kemunculan genus fosil jejak *Planolites* dan *Pylonichnu*. Berdasarkan genus tersebut, fasies *Skolithos* sendiri diidentifikasi oleh genus fosil jejak *Skolithos* dan *Arenocolites*. Fasies *Cruziana* diidentifikasi oleh kemunculan genus fosil jejak *Cruziana*. Jumlah kepadatan fosil jejak genus *Skolithos* yang lebih dominan sehingga pada sampel ini termasuk dalam ichnofasies *Skolithos*.

6. **Fasies *Skolithos* - *Scoyenia***

Pada fasies ini terdapat pada sampel fosil jejak 6 (S6), stasiun 13 (ST13). Fasies ini berkembang pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan genus fosil jejak pada sampel batuan ini adalah *Skolithos*, *Arenocolites*, *Planolites*, *Pylonichnus*, *Chondrites* (**Gambar 7**). Berdasarkan genus tersebut, fasies *Skolithos* sendiri diidentifikasi oleh genus fosil jejak *Skolithos* dan *Arenocolites*. Fasies *Scoyenia* diidentifikasi oleh kemunculan genus fosil jejak *Planolites* dan *Pylonichnus*. Genus fosil jejak *Chondrites* muncul sendiri tidak hadir bersamaan dengan jenis genus fosil jejak lainnya, maka dapat digunakan sebagai indikator lingkungan rendah oksigen [4]. Artinya jika muncul bersamaan dengan genus fosil jejak lainnya tidak dapat digunakan sebagai indikator lingkungan. Jumlah kepadatan fosil jejak genus *Skolithos* yang relative dominan, sehingga pada sampel 6 (S6) termasuk dalam fasies *Skolithos*.



**Gambar 6.** Fosil jejak *Skolithos* sampel 5 (S5) terletak pada stasiun 10 (ST 10), dengan arah foto N 354° E, luas grid 1m x 1m

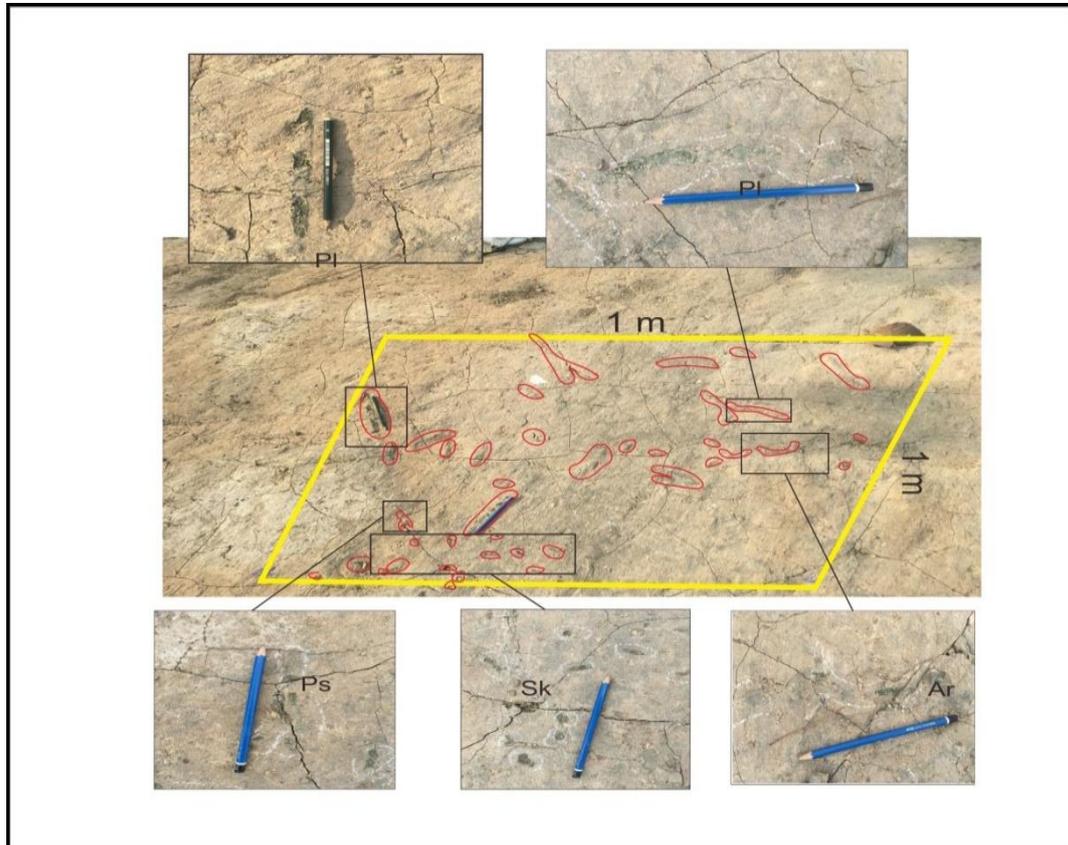


**Gambar 7.** Fosil jejak *Skolithos - Scoyenia* sampel 6 (S6) terletak pada stasiun 13 (ST13), dengan arah foto N 353° E, luas grid 1.4 m x 0.6 m

**7. Fasies *Skolithos***

Pada fasies ini terdapat pada sampel fosil jejak 7 (S7), stasiun 5 (ST15). Fasies ini berkembang pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan genus fosil jejak pada sampel batuan ini adalah *Skolithos*, *Arenocolites*, *Planolites*, *Psilonichnus*

(Gambar 8). Berdasarkan genus tersebut, fasies *Skolithos* sendiri diidentifikasi oleh genus fosil jejak *Skolithos* dan *Arenocolites*. Fasies *Scoyenia* diidentifikasi oleh kemunculan genus fosil jejak *Planolites* dan *Psilonichnus*. Jumlah kepadatan fosil jejak genus ichnofasies *Skolithos* yang relatif dominan, sehingga pada sampel 7 (S7) termasuk dalam fasies *Skolithos*.



**Gambar 8.** Fosil jejak *Skolithos* sampel 7 (S7) terletak pada stasiun 15 (ST 15), dengan arah foto N 4° E, luas grid 1m x 1m

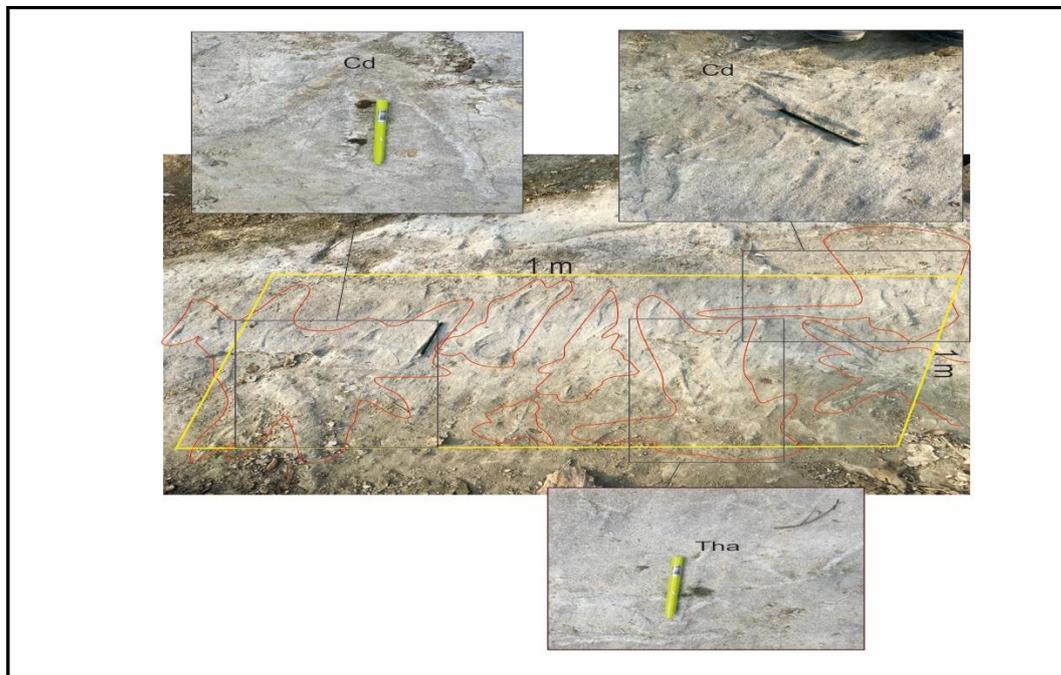
**8. Fasies Zoophycos**

Fasies ini terlihat pada sampel fosil jejak 8 (S8), stasiun 15 (ST15). Fasies ini berkembang pada satuan perulangan gradasi batupasir karbonatan. Kemunculan fosil jejak pada sampel ini yaitu fosil jejak *Oldhamia* (Gambar 5.9). Fosil jejak tersebut diindikasikan dengan bentuknya yang cenderung membentuk kipas ataupun radier, sehingga diindikasikan sebagai fosil jejak *Oldhamia* yang termasuk dalam ichnofasies *Zoophycos*.

**9. Fasies Skolithos**

Fasies ini terlihat pada sampel 9 (S9), stasiun 21 (ST21). Fasies ini berkembang pada satuan gradasi batupasir. Fasies ini diidentifikasi oleh kehadiran genus fosil jejak kombinasi *Chondrites* dan *Thalassinoides* (Gambar 10). *Chondrites* sendiri masuk kedalam fasies *Cruziana* terdapat pada zona *continental slope*, sedangkan *Thalassinoides* sebagai penciri fasies *Skolithos* yang terbentuk pada daerah *tidal zone* [4]. *Chondrites* yang bersifat general atau umum yang dapat masuk kedalam fasies *Cruziana* maupun *Zoophycos*, namun hal tersebut dapat dibedakan dengan dominasi litologi batuan pada sampel. Jika *Chondrites* berada pada dominasi litologi batuan batulempung maka masuk kedalam fasies *Zoophycos*, namun jika dominasi litologi batuan batupasir *Chondrites* masuk kedalam genus *Cruziana*. *Chondrites* sendiri tidak dapat dijadikan sebagai indikator lingkungan pengendapan jika terdapat

bersamaan dengan jenis fosil jejak lainnya (Collison dan Thompson, 1982 dalam Pandita 2003).



**Gambar 10.** Fosil jejak *Chondrites* dan *Thalassinoides* sampel 9 (S9) terletak pada stasiun 21 (ST 21), dengan arah foto N 7° E, luas grid 1 m x 1 m

Analisis kandungan oksigen yaitu berdasarkan aspek variasi genus fosil jejak, jumlah kepadatan fosil jejak, jenis pola hidup dominasi fosil jejak serta ichnofasies. Pada **Tabel 1** dapat terlihat yaitu:

1. Sampel 1

Genus fosil jejak yang berkembang *Chondrites*, *Planolites*, dan *Skolithos* termasuk dalam variasi genus = 3 variasi yaitu *medium variation* atau variasi sedang. Dengan jumlah kepadatan fosil jejak 11 fosil jejak, berdasarkan variasi pola hidup *domichnia* sebanyak 3, *fodinichnia* sebanyak 5, dan *pascichnia* sebanyak 3.

2. Sampel 2

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Chondrites* termasuk dalam variasi >3 yaitu *low variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu sebanyak 5, dengan seluruh nya berpola hidup *fodinichnia*.

3. Sampel 3

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Skolithos*, *Arenocolites*, *Thalassinoides*, *Planolites*, *Psilonichus* termasuk dalam < 3 variasi yaitu *high variation*. Jumlah kepadatan fosil yaitu 16 fosil jejak, dibagi berdasarkan pola hidup yaitu *domichnia* sebanyak 6 dan *fodinichnia* sebanyak 5, dan *pascichnia* sebanyak 6.

4. Sampel 4

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Skolithos*, *Chondrites*, dan *Planolites* termasuk dalam =3 variasi yaitu *medium variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu 10 fosil jejak, yang dibagi berdasarkan pola hidup yaitu 4 *fodinichnia*, 4 *domichnia*, 2 *pascichnia*.

## 5. Sampel 5

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Cruziana*, *Skolithos*, *Arenocolites*, *Planolites*, *Psilonichus* termasuk dalam <3 variasi yaitu *high variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu 33, yang dibagi berdasarkan pola hidup yaitu 15 pola hidup *domichnia*, 6 *fodinichnia*, 9 *pascichnia*, dan *repichnia* 3.

## 6. Sampel 6

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Chondrites*, *Skolithos*, *Planolites*, *Arenocolites*, dan *Psilonichus* termasuk dalam variasi < 3 yaitu *high variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu 22 fosil jejak, yang dibagi berdasarkan pola hidup yaitu 15 *domichnia*, 4 *fodinichnia*, 3 *pascichnia*.

## 7. Sampel 7

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Skolithos*, *Planolites*, *Arenocolites*, dan *Psilonichus* termasuk dalam variasi < 3 yaitu *high variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu 34 fosil jejak, yang dibagi berdasarkan pola hidup yaitu 19 *domichnia*, 2 *fodinichnia*, 13 *pascichnia*.

## 8. Sampel 8

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Oldhamia* termasuk dalam variasi >3 yaitu *low variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu 1 fosil jejak, yang dibagi berdasarkan pola hidup yaitu *fodinichnia*.

## 9. Sampel 9

Genus fosil jejak yang berkembang yaitu *Chondrites*, *Thalassinoides* termasuk dalam variasi > 3 yaitu *low variation*. Jumlah kepadatan fosil jejak yaitu 7 fosil jejak, yang dibagi berdasarkan pola hidup termasuk dalam *fodinichnia*.

## 5.2 Pembahasan

Pengukuran stratigrafi terukur guna mengetahui urutan batuan dari tua ke muda dan melihat pola litologi batuan serta membagi litologi satuan batuan tidak resmi.

Fosil jejak yang merepresentasikan sebuah hasil akhir dari proses setelah deposisional, suatu struktur biogenik yang terbentuk setelah proses deposisional sedimentasi batuan terbentuk (*post depositional*).

Data analisis data sampel fosil jejak pada 9 lapisan batuan diketahui bahwa perubahan ichnofasies terjadi sebanyak 6 kali perubahan berdasarkan jumlah genus fosil jejak yang ada. Perubahan berdasarkan klasifikasi hubungan antara fasies fosil jejak dengan lingkungannya menurut [2] tersebut fasies (**Gambar 11**), yaitu:

1. Fasies *Scoyenia* – *Skolithos* (S1)

Fasies *Scoyenia* merupakan penciri daerah *non marine – terrestrial* berdasarkan [3] Dari klasifikasi dapat dilihat bahwa fasies *Scoyenia* masuk kedalam *non marine area* atau *continental area*, sedangkan fasies *Skolithos* merupakan penciri daerah *continental shelf* yaitu tepatnya daerah *tidal zone* [2]. Perubahan fasies tersebut dari *Scoyenia-Skolithos* terjadi pada sampel 1 (S1) mencirikan daerah tersebut mengalami perubahan kedalaman serta perubahan lingkungan pengendapan sehingga diinterpretasikan lingkungan pengendapan termasuk daerah transisi yang sering terjadi pasang surut.

2. Fasies *Cruziana* (S2)

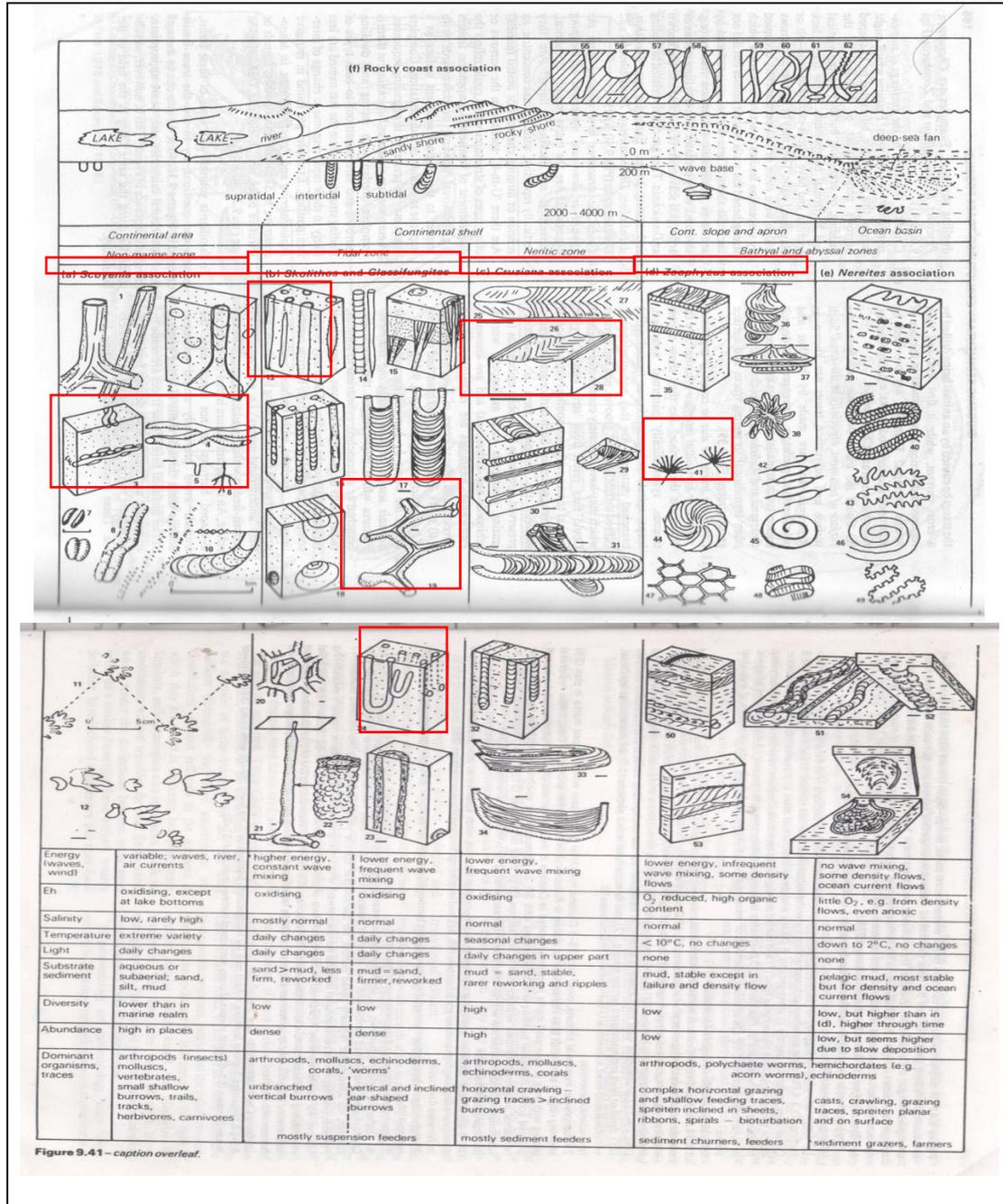
Fasies *Cruziana* merupakan penciri daerah *marine* [3]. Berdasarkan klasifikasi fasies ini termasuk dalam *continental shelf* tepatnya daerah *neritic zone*. Sehingga diinterpretasikan bahwa daerah ini mengalami perubahan kedalaman dari fasies sebelumnya, atau dengan kata lain terjadi perubahan lingkungan pengendapan yaitu

- kedaerah zona neritik. Zona ini cenderung memiliki slope landai dengan arus lemah [2].
3. Fasies *Scoyenia* (S3)  
Pada lapisan di atasnya berdasarkan data sampel 3 terjadi perubahan ichnofasies yaitu berubah menjadi *Scoyenia* sehingga diinterpretasikan terjadi pendangkalan atau perubahan kedalaman. Berdasarkan klasifikasi terjadi perubahan lingkungan pengendapan yang sebelumnya neritik berubah menjadi daerah *tidal zone* hingga daerah transisi [2].
  4. Fasies *Skolithos* (S4, S5, S6, S7)  
Pada fasies ini terlihat penciri fosil jejak yang menunjukkan adanya genus fosil jejak *Scoyenia*, *Skolithos*, maupun *Cruziana*, namun didominasi oleh fosil jejak genus *Skolithos*. Pada daerah sampel sebelumnya terlihat fosil jejak ichnofasies *Scoyenia*, sehingga dapat diinterpretasikan daerah S4, S5, S6, S7 telah terjadi perubahan lingkungan pengendapan yaitu berubah menjadi daerah Zona Neritik [2].
  5. Fasies *Zoophycos* (S8)  
Pada lokasi pengamatan sampel 8 fasies *Zoophycos* dimana berdasarkan klasifikasi ichnofasies *Zoophycos* menunjukkan daerah *continental slope and apron* tepatnya *bathyal zone* [2] sehingga diinterpretasikan daerah mengalami perubahan lingkungan pengendapan dan perubahan kedalaman dari yang sebelumnya daerah pasang surut berubah menjadi daerah Zona Bathyal.
  6. Fasies *Skolithos* (S9)  
Pada lokasi perubahan fasies ini terlihat pada sampel 9 dimana berdasarkan diindikasikan daerah *tidal zone* [2] Sehingga diinterpretasikan lokasi penelitian mengalami perubahan lingkungan pengendapan yang sebelumnya zona bathyal menjadi zona tidal dengan energi yang tinggi (*high energy*) [3].

Perubahan lingkungan pengendapan yang terjadi pada daerah penelitian terlihat sangat jelas dengan adanya perubahan fasies fosil jejak yang berubah-ubah sebanyak 6 kali perubahan, sehingga diindikasikan bahwa daerah penelitian berada pada daerah zona pasang surut.

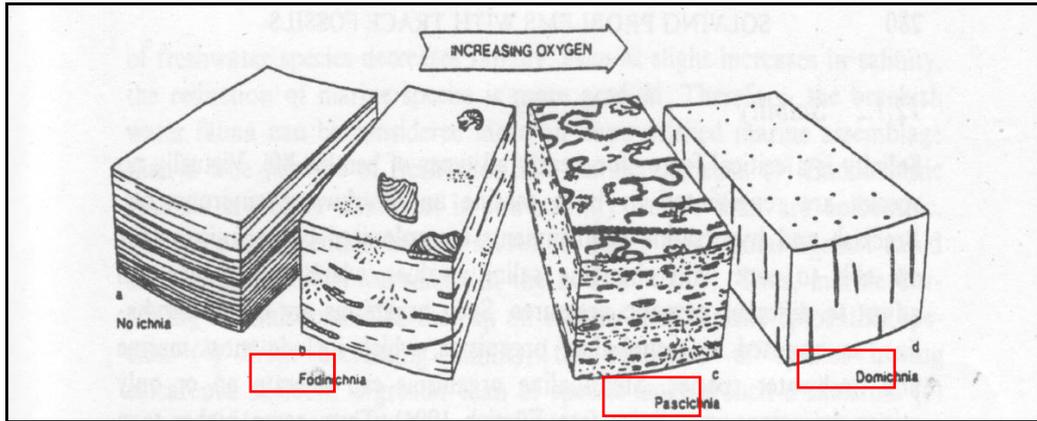
Tingkat kandungan oksigen diidentifikasi berdasarkan variasi genus fosil jejak serta kepadatan fosil jejak. Dari data (Tabel 1) terjadi 5 perubahan kandungan oksigen sepanjang lintasan lokasi penelitian yang terlihat pada penampang stratigrafi terukur. Peneliti membagi tingkat variasi fosil jejak menjadi 3, yaitu: variasi melimpah fosil jejak >3 variasi *high variation*, = 3 variasi *medium variation*, < 3 variasi *low variation*.

Pada *high oxygen* atau *rich oxygen* terjadi sebanyak 2 kali, jumlah kepadatan sehingga diinterpretasikan bahwa telah terjadi perkembangan variasi genus fosil jejak yang bervariasi *high variation* > 3 jenis genus fosil jejak serta jumlah kepadatan fosil jejak yang melimpah. *High oxygen* terjadi pada sampel fosil jejak S3, S5, S6, dan S7. Pada kandungan *medium oxygen* terjadi 2 kali, dimana artinya jumlah variasi genus fosil jejak = 3 variasi atau *medium variation* serta jumlah kepadatan fosil jejak cukup melimpah. *Medium oxygen* terjadi pada sampel fosil jejak S1 dan S4. Pada kandungan *poor oxygen* terjadi 2 kali, dimana artinya variasi genus fosil jejak yang berkembang < 3 variasi atau *low variation*, dengan jumlah kepadatan fosil jejak yang sedikit. *Low oxygen* terjadi pada sampel fosil jejak S2, S8, dan S9 (Perubahan tersebut dapat dilihat pada penampang stratigrafi terukur (Lampiran 1.)).

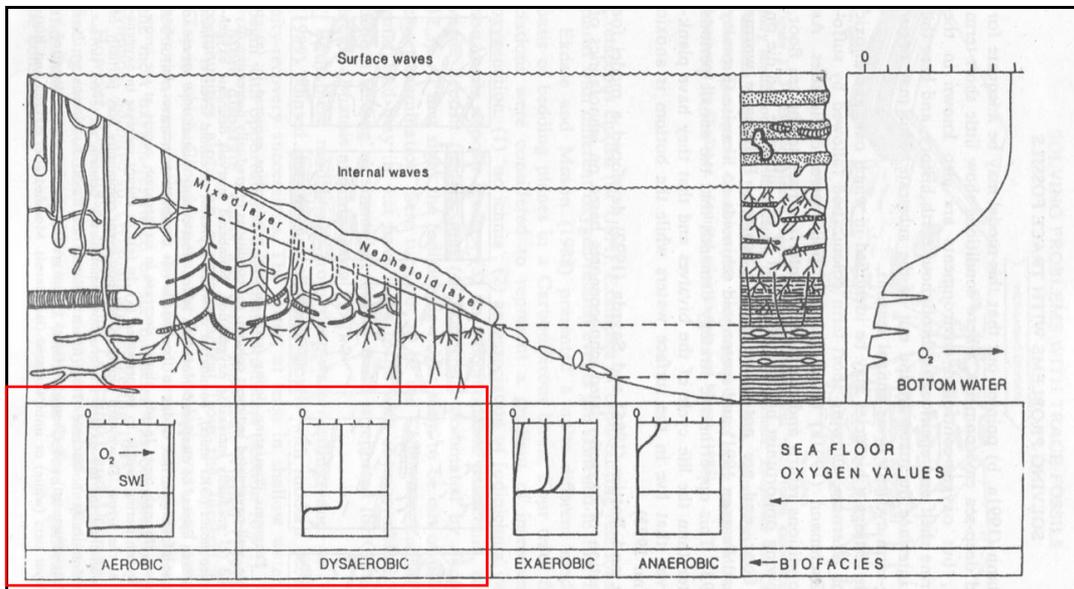


Gambar 11. Hubungan antara fasies fosil jejak dengan lingkungannya menurut Collison dan Thompson (1984).

Berdasarkan klasifikasi tingkat kandungan oksigen dominasi gelombang dan ichnofasies [5], yaitu fasies yang dipengaruhi oleh *surface wave* akan *high oxygen* atau *Aerobic*. Sedangkan fosil jejak dengan pengaruh utamanya *internal wave* maka akan cenderung *Dysaerobic* atau berkurang kandungan oksigennya (Gambar 12 dan Gambar 13)

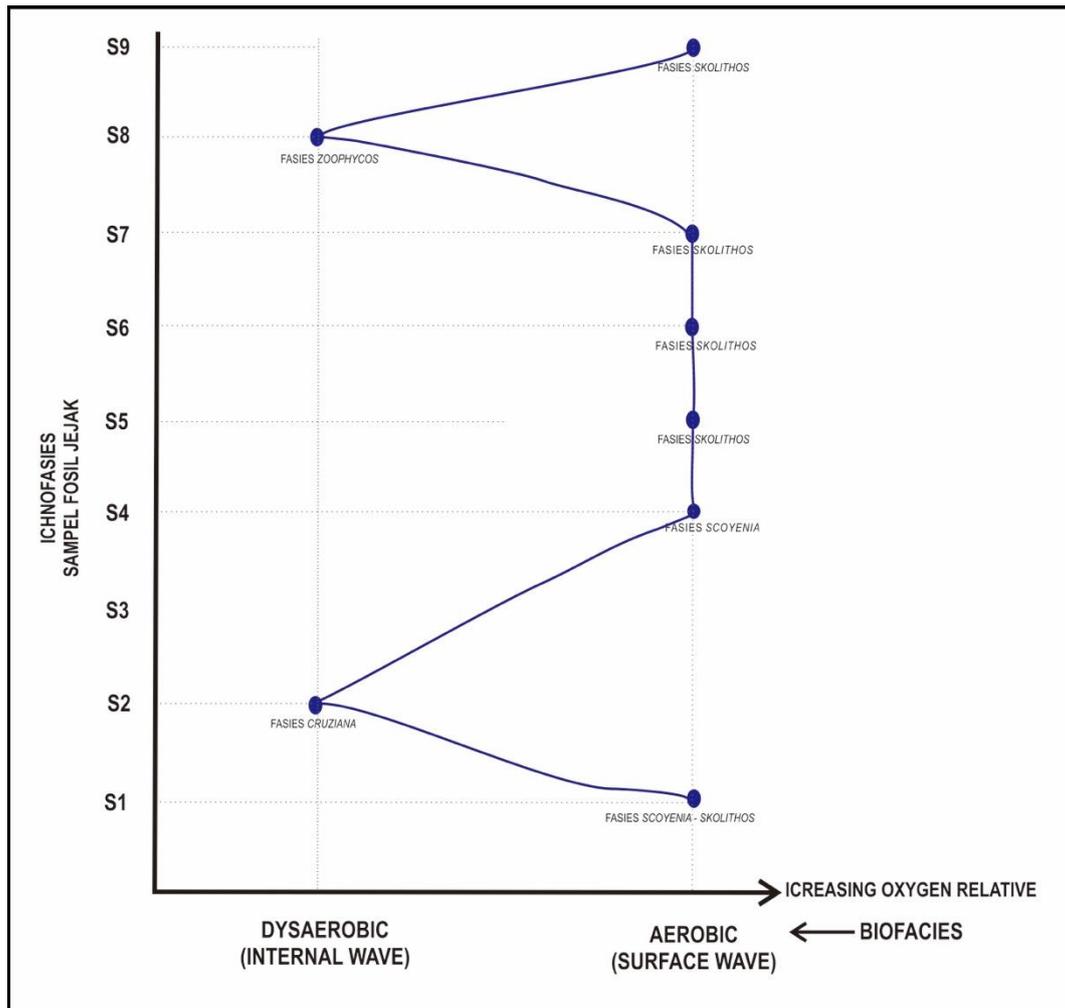


Gambar 12. Model tingkat kandungan oksigen relatif asosiasi variasi fosil jejak dengan pola hidup (Modifikasi setelah [4]).



Gambar 13. Tingkat kandungan oksigen berdasarkan dominasi gelombang dan dan ichnofasies [5]).

Tingkat kandungan oksigen dapat pula diidentifikasi dengan analisis ichnofasies, karena kehadiran ichnofasies tertentu dapat merepresentasikan gelombang yang dominan dalam pembentukan ichnofasies itu sendiri. Data ichnofasies menunjukkan bahwa terdapat perubahan jenis kandungan oksigen *aerobic* maupun *dysaerobik* pada penampang stratigrafi terukur, perubahan tersebut dapat dilihat pada diagram dibawah ini (Gambar 14):



Gambar 14. Diagram tingkat kandungan oksigen

Pada diagram tersebut dapat dilihat terjadi 4 kali perubahan kandungan biofasies pada daerah penelitian sepanjang penampang stratigrafi terukur. Fasies *Scoyenia* dan *Skolithos* didominasi oleh gelombang *surface wave* sehingga tingkat kandungan oksigen relative akan menunjukkan tingkat yang kaya oksigen atau dalam biofasies termasuk dalam oksigen *aerobic*. Sedangkan fasies *Cruziana* dan *Zoophycos* cenderung didominasi oleh gelombang *internal wave*, sehingga tingkat kandungan oksigennya cenderung berkurang dalam biofasies termasuk dalam *dysaerobic*.

Hasil analisis kedua tingkat kandungan oksigen menggunakan parameter yang berbeda didapatkan bahwa naik turunnya tingkat kandungan oksigen relatif yaitu terdapat perbedaan. Pada analisis berdasarkan variasi fosil jejak, kepadatan fosil jejak dengan pola hidup didapatkan yaitu terdapat 5 kali perubahan, sedangkan pada analisis dominasi gelombang dengan ichnofasies diketahui bahwa terjadi perubahan sebanyak 4 kali. Perbedaan tersebut yaitu disebabkan oleh sampel 4 (S4), pada sampel 4 terdapat dominasi genus fosil jejak *Skolithos* namun dominasi fosil jejak fasies *Skolithos* tersebut menunjukkan adanya dominasi kandungan fosil jejak *Thalassinoides* yang memiliki ciri pola hidup yaitu *fodinichnia* dan variasi pada sampel 4 (S4) hanya sebanyak 3 variasi yang artinya *medium variation*. Berdasarkan klasifikasi dominasi gelombang dan ichnofasies sampel 4 (S4) termasuk dalam fasies *Skolithos* yang artinya pembentukan fosil jejak didominasi oleh gelombang permukaan atau *surface wave*, sehingga termasuk dalam biofasies *aerobic* atau memiliki tingkat kandungan [6].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu:

1. Pada lokasi penelitian variasi litologi batuan cukup beragam terdiri dari batupasir, batupasir karbonatan, batulanu, batunau karbonatan, *Calcarenite*, dan *Shale* dengan struktur batuan didominasi yaitu struktur gradasi normal, namun ada pula massif maupun gradasi terbalik.
2. Fosil jejak yang ditemukan pada lokasi penelitian yaitu fosil jejak dengan pola hidup *fodinichnia* seperti *Chondrites*, *Thalassinoides*, *Psilonichus*, *Oldhamia*. Pola hidup *domichnia* yaitu seperti *Skolithos* dan *Arenocolites*, pola hidup *pascichnia* seperti *Planolites*, dan *repichnia* yaitu *Cruziana*
3. Ichnofasies pada daerah penelitian yaitu terdiri dari 4 ichnofasies yaitu fasies *Scoyenia*, *Skolithos*, *Cruziana*, dan *Zoophycos*. Perubahan ichnofasies pada daerah penelitian yaitu terjadi 6 perubahan lingkungan pengendapan yaitu: Fasies *Scoyenia* – *Skolithos* → Fasies *Cruziana* → Fasies *Scoyenia* → Fasies *Skolithos* → Fasies *Zoophycos* → Fasies *Skolithos*.
4. Berdasarkan hasil penelitian telah terjadi perubahan lingkungan pengendapan yang berdasarkan pada tingkat kepadatan fosil jejak yaitu terjadi sebanyak 6 kali yang terbagi menjadi 4 fasies yaitu fasies *Scoyenia*, fasies *Skolithos*, fasies *Cruziana*, dan fasies *Zoophycos*. Fasies *Scoyenia* yang menunjukkan lingkungan pengendapan non marine hingga terrestrial, fasies *Skolithos* menunjukkan lingkungan zona tidal atau daerah pasang surut hingga neritic dangkal, fasies *Cruziana* penciri neritik dalam, dan fasies *Zoophycos* merupakan penciri lingkungan pengendapan zona bathyal. Adanya perubahan tersebut, sehingga daerah penelitian diinterpretasikan sebagai daerah pasang surut.
5. Data hasil analisis fosil jejak didapatkan perubahan tingkat kandungan oksigen yang berdasarkan data variasi fosil jejak, jumlah kepadatan fosil jejak serta jenis pola hidup telah terjadi perubahan kandungan oksigen relatif yaitu terjadi sebanyak 5 kali perubahan. Perubahan tingkat kandungan oksigen relatif berdasarkan pada gelombang dan ichnofasies yaitu telah terjadi perubahan biofasies sebanyak 4 kali perubahan.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Hita Pandita, S.T., M.T. dan Al Hussein Flowers Rizqi, S.T., M.Eng yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Surono, Toha B, Sudarno I, 1992. *Peta lembar Surakarta dan Giritontro Jawa*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- [2] Pandita, H., 2003, *Penentuan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Fosil Jejak Pada Formasi Sambipitu di Lintasan Kali Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul*, Laporan Penelitian, STTNas, Yogyakarta.
- [3] Seilacher, A. (1984). Constructional morphology of bivalves: evolutionary pathways in primary versus secondary soft-bottom dwellers. *Palaeontology*, 27(2), 207-237.
- [4] Ekdale, A. A., Broomley, R.G. and Pemberton, S.G., 1984, *Ichnology: The Use of Trace Fossils in Sedimentology and Stratigraphy*, SEPM, Tulsa – Oklahoma.
- [5] Bromley Richard G, 1996. *Trace Fossils Biology Thaponomy and applications Second Edition*
- [6] Al Hussein Flowers Rizqi, O. S. Rekonstruksi Stratigrafi Jalur Sungai Krenceng, Ponjong, Gunung Kidul, Yogyakarta