

STUDI FASIES DAERAH TANAH MERAH KECAMATAN SAMARINDA UTARA KOTA SAMARINDA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR

Koeshadi Sasmito, Heriyanto, Andrew Setiawan, Michael Ivan Somba

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Jl. Sambaliung No.9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda

Corresponding Email: sasmitogeos07@gmail.com

ABSTRACT

Sedimentation environment is a characteristic of an order or a geomorphic system with occurring physical, chemical, and biological process, which result in a specific kind sediment deposition. Sedimentation environment are divided into 3 types: terrestrial, transition and marine environment. This study was conducted in tanah merah region, Samarinda city with the purpose of determining litofacies, litofacies association and sedimentation environment in the study area.

Facies is a body of rock that has a combination of characteristic when examined from lithology, sediment structure, and biology, that shows different aspect of facies from the rock body beneath, above or around it. The method used to carry out facies analysis are by observing sediment structure on the existing lithogy, sediment texture by cutting a thin sliver of rock from samples and carried out fossil trace observation on the lithology.

The results from analysis carried out on the research site shows 3 facies association and 2 ichnofacies. The data shows that there are 2 sedimentation environment: Tidal Flat, a sedimentation environment that is affected by tidal current and Shoreface, which is a sedimentation environment that is affected by waves.

Keywords: *Tanah Merah, Sediment Structure, Sedimentation Environment*

ABSTRAK

Lingkungan pengendapan adalah karakteristik dari suatu tatanan atau sistem geomorfik dengan proses fisik, kimia, dan biologi berlangsung akan menghasilkan suatu jenis endapan sedimen tertentu. Lingkungan pengendapan secara umum dibagi menjadi 3 macam yaitu lingkungan pengendapan darat, transisi dan laut. Penelitian ini dilakukan di daerah Tanah Merah kota Samarinda dan penelitian ini memiliki tujuan yaitu: menentukan litofasies, menentukan asosiasi fasies dan menentukan lingkungan pengendapan yang ada di daerah penelitian.

Fasies merupakan suatu tubuh batuan yang memiliki kombinasi karakteristik dilihat dari litologi, struktur sedimen dan biologi yang memperlihatkan aspek fasies yang berbeda dari tubuh batuan yang ada di bawah, atas dan di sekitarnya. Metode yang digunakan dalam melakukan analisis fasies dengan cara pengamatan struktur sedimen pada litologi yang ada, tekstur sedimen dengan melakukan sayatan tipis pada sampel batuan dan melakukan pengamatan kehadiran fosil jejak pada litologi.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada daerah penelitian di dapatkan 3 asosiasi fasies dan 2 ichnofasies, dari data tersebut didapatkan 2 lingkungan pengendapan yaitu dataran pasang surut (*tidal Flat*) merupakan lingkungan pengendapan yang dipengaruhi oleh arus pasang-surut (tidal) dan pantai (*Shoreface*) yang merupakan lingkungan pengendapan yang dipengaruhi oleh gelombang.

Kata Kunci: Tanah Merah, Struktur Sedimen, Lingkungan Pengendapan

baik, kemas terbuka, struktur sedimen berupa lapisan silang-siur sejajar (*planar cross bed*).

Litofasies Spb ditemukan di singkapan TM 2 (dua), berupa batupasir berwarna kuning kecoklatan, berukuran butir pasir sedang-pasir halus, derajat kebundaran membundar, sortasi baik, kemas terbuka, struktur sedimen berupa lapisan silang-siur sejajar (*planar crossbed*), berbioturbasi oleh *ophiomorpha*.

Litofasies Spc ditemukan di singkapan TM 1 (satu), berukuran butir pasir sedang-kerikil, struktur sedimen berupa lapisan silang-siur sejajar dengan foreset fragmen pecahan batubara berukuran kerikil. Litofasies Sp, Spb, Spc diendapkan dengan melibatkan arus traksi satu arah.

2. Litofasies Batupasir Laminasi Sejajar (Sh)

Litofasies Sh ditemukan di singkapan TM 3 (tiga), berupa batupasir berwarna abu-abu terang, berukuran butir pasir halus, derajat kebundaran membundar, sortasi baik, kemas terbuka, struktur sedimen berupa laminasi sejajar (*parallel laminae*) dengan tebal litofasies antara 10-15 cm. Litofasies ini diendapkan dengan melibatkan arus tinggi saat pengendapan.

3. Litofasies Batupasir Flaser (Sf), dan bebiortubasi (Sfb)

Litofasies Sf ditemukan di TM singkapan 1, 2 dan 3, berupa batupasir berwarna abu-abu terang, berukuran butir pasir halus, derajat kebundaran membundar, sortasi baik, kemas terbuka, struktur sedimen berupa flaser batulempung. Berbioturbasi oleh *ophiomorpha*, *sklitos*, *planolites*, *phaleophycus*, *thalasionoides*.

4. Litofasies Batupasir Wavy Laminasi (Sw) dan berbioturbasi (Swb)

Litofasies Sw ditemukan di singkapan TM 1 (satu), berupa batupasir berwarna abu-abu, berukuran butir pasir halus, derajat kebundaran membundar, sortasi baik, kemas terbuka, struktur sedimen berupa wavy batulanau-batulempung. Terbioturbasi oleh *ophiomorpha* dan *planolites*.

5. Litofasies Batupasir Masif (Sm)

Litofasies Sm ditemukan di singkapan TM 3 (tiga), berupa batupasir berwarna abu-abu gelap, berukuran butir pasir halus, derat kebundaran membundar, sortasi baik, kemas terbuka, struktur sedimen masif, semen silika.

6. Litofasies Batupasir Swaley (Ss)

Litofasies Ss ditemukan di singkapan TM 3 (tiga), berupa batupasir berwarna abu-abu terang, berukuran butir pasir halus, derajat kebundaran membundar, sortasi baik, kemas terbuka, struktur sedimen swaley dengan semen silika.

7. Litofasies Batulempung Lentikuler (Fl)

Litofasies Fl ditemukan di singkapan TM 3 (tiga), berupa batulempung berwarna abu-abu gelap, derajat kebundaran sangat membundar, sortasi baik, kemas tertutup, struktur sedimen berupa lentikuler batupasir.

8. Litofasies Batulempung Laminasi Sejajar (Fh)

Litofasies Fh ditemukan di singkapan TM 3 (tiga), berupa batulempung berwarna abu-abu gelap, derajat kebundaran sangat membundar, sortasi baik, kemas tertutup, struktur sedimen berupa laminasi sejajar.

9. Litofasies Batulempung Masif (Fm), berbioturbasi (Fmb) dan bersulfur (Fms)

Litologi Fm ditemukan di singkapan TM 1 (satu), berupa batulempung berwarna abu-abu, derajat kebundaran sangat membundar, sortasi baik, kemas tertutup, tidak dijumpai struktur sedimen, dengan tebal litofasies 1-2 m. Litofasies ini diendapkan secara suspensi pada lingkungan dengan arus tenang. Litofasies Fmb berbioturbasi oleh *planolites*.

10. Litofasies Batulanau Masif (Lm)

Litofasies Lh ditemukan di singkapan TM 3 (tiga), berupa batulanau berwarna abu-abu kecoklatan, derajat kebundaran sangat membundar, sortasi baik, kemas tertutup, struktur sedimen berupa masif, komposisi mineral lempung, semen silika.

11. Litofasies Batubara (C)

Litofasies C di temukan di singkapan TM 2 (dua), berupa batubara, berwarna hitam, cerat coklat, kilap lilin, pecahan *blocky*, dengan tebal litofasies 38 cm. Batubara merupakan hasil pengendapan pengumpulan material organik pada suatu lingkungan pengendapan tertutup yang basah/mengandung air tenang.

12. Litofasies Shalycoal (H)

Litofasies H ditemukan di singkapan TM 1,2, dan 3, berupa shalycoal, berwarna hitam, cerat coklat, sturuktur sedimen menyerpih, dengan komposisi karbon.

Asosiasi Fasies

Asosiasi Fasies TM 1

Asosiasi fasies *Supratidal marsh* dan *Intertidal flat* di lapangan di jumpai pada TM 1. Asosiasi fasies *Intertidal flat* pada TM 1 ini dengan ketebalan 0-3 m disusun oleh litofasies Swb: batupasir dengan struktur sedimen wavy laminasi, Sfb: batupasir dengan struktur sedimen flaser, Sp: batupasir dengan struktur sedimen silang siur, Spc batupasir dengan struktur sedimen silang siur.

Litofasies Swb memiliki ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir halus, struktur sedimen wavy laminasi, bentuk butir membundar, sortasi baik, dengan semen silika. Struktur sedimen wavy laminasi relatif bergelombang akibat aktivitas arus atau gelombang ataupun pasokan sedimen yang terjadi karena tingkat arus atau gelombang. Hal ini mencerminkan adanya perubahan energi secara regular pada bagian yang berbeda dari siklus pasang surut dan struktur wavy laminasi tersebut berkembang ketika kondisi energi rendah yang mengikuti terbentuknya *ripple* dimana lempung/lumpur akan terakumulasi sebagai endapan suspensi dalam lembah-lembah *ripple* tersebut.

Litofasies Sfb secara umum merupakan interkalasi antara batupasir dan batulempung yang menunjukkan pola *coarsenin upward* dan *thickening upward* dan didominasi oleh material pasir dengan ukuran butir halus. Struktur flaser menggambarkan pengendapan dalam kondisi fluktuasi hidrolik. Periode dari aktivitas arus, ketika transportasi traksi dan

pengendapan dari *rippled sand* terjadi, yang bergantian dengan periode yang tenang dan *gravity flow*, dimana *mud* terendapkan. Proses yang berulang dari aktivitas arus mengerosi endapan *ripple crest* sebelumnya, menyebabkan *rippled sand* baru terkubur dan preservasi lapisan *ripple* dengan *mud flaser*.

Hasil dari analisis sayatan petrografis pada litofasies Sfb menghasilkan jenis batuan *Lithic Wacke*, dengan komposisi mineral kuarsa 43%, calcite 8%, k-feldspar 5%, litik 7%, hornblende 5%, fe-oxide 2%, lempung 20%, dan mineral opak 10%.

Litofasies Sp dengan ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir sedang, struktur sedimen silang siur dengan terdapat sedikit *mud drape*, bentuk butir membundar, sortasi sedang, semen silika. Diatas litofasies Sp terendapkan litofasies Spc yang memiliki ciri yang sama dengan litofasies Sp namun pada litofasies Spc terdapat foreset fragmen pecahan batubara berukuran kerikil.

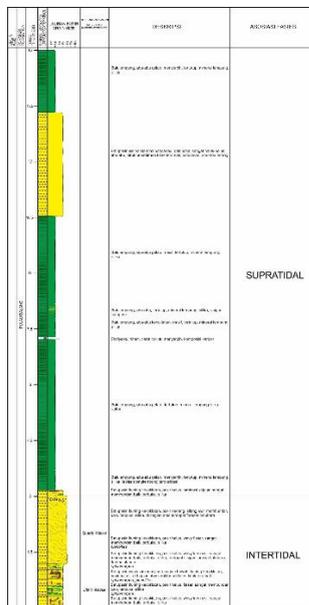
Hasil dari analisis sayatan petrografis pada litofasies Sp menghasilkan jenis batuan *Quartz Wacke* dengan komposisi mineral kuarsa 58%, hornblende 2%, pecahan batubara 10%, fe-oxide 5%, lempung 20%, dan mineral opak 5%.

Asosiasi fasies *supratidal marsh* pada TM 1 ini dengan ketebalan 0-12 m disusun oleh litofasies H: shalycoal dengan struktur sedimen menyerpih, Fm: batulempung dengan struktur sedimen masif, Sm: batupasir dengan struktur sedimen masif dengan sisipan lanau.

Litofasies Fm berupa batulempung memiliki ciri-ciri berwarna abu-abu gelap, berukuran butir lempung tidak dijumpai adanya struktur sedimen yang jelas (masif), bentuk butir sangat membundar, sortasi baik, dan semen silika. Litofasies ini mengindikasikan adanya penurunan energi selama pengendapan berenergi tinggi menjadi energi yang relative lebih tenang, dan pada asosiasi fasies ini juga terendapkan litofasies Sm dengan ciri berwarna abu-abu, berukuran butir pasir halus-sangat halus, dengan sisipan lanau dan semen silika.

Litofasies H memiliki ciri-ciri berwarna hitam, dengan cerat berwarna coklat, struktur sedimen menyerpih, dengan komposisi karbon.

Pada asosiasi fasies ini berasosiasi dengan fosil jejak berupa *Ophiomorpha* dan *planolites* dengan intensitas yang cukup tinggi terutama pada litofasies Sfb dan Swb. Akan tetapi pada beberapa lapisan tidak dijumpai adanya fosil jejak.



Gambar 3. Profil Stratigrafi TM 1

Asosiasi Fasies TM 2

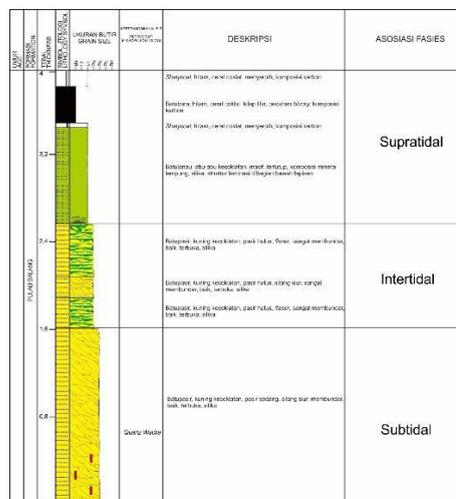
Asosiasi fasies *subtidal*, *intertidal*, dan *supratidal marsh* di lapangan di jumpai pada TM 2. Asosiasi fasies *subtidal* pada TM 2 ini memiliki ketebalan 0-1,6 m disusun oleh litofasies Spb, Sp: batupasir dengan struktur sedimen silang siur, litofasies Sf, Sfb: batupasir dengan struktur sedimen flaser, litofasies Lm: batulanau dengan struktur sedimen masif, litofasies C batubara, litofasies H: shalycoal dengan struktur sedimen menyerpoh.

Kehadiran litofasies Spb dengan ketebalan 1,6 m memiliki struktur sedimen silang siur mengindikasikan diendapkan pada arus yang cukup kuat. Litofasies Spb ini memiliki ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir sedang, struktur sedimen silang siur, bentuk butir membulat, sortasi sedang, semen silika. Berbioturbasi oleh *ophiomorpha*.

Hasil dari analisis sayatan petrografi pada litofasies Spb menghasilkan jenis batuan *Quartz Wacke*, dengan komposisi mineral kuarsa 60%, hornblende 5%, fe-oxide 5%, clay 20% dan mineral opak 10%.

Asosiasi fasies *intertidal* pada TM 2 ini dengan ketebalan 97 cm disusun oleh litofasies Sf: batupasir dengan struktur sedimen flaser dan Sp: batupasir dengan struktur sedimen silang siur. Kehadiran litofasies Sf dengan ketebalan 28-50 cm memiliki ciri-ciri berwarna kuning kecoklatan, ukuran butir pasir halus, bentuk butir membulat, sortasi baik, semen silika, struktur sedimen yang terlihat yaitu flaser yang mengindikasikan pengendapan litofasies ini didominasi oleh arus pasang surut. Flaser menggambarkan pengendapan dalam kondisi fluktuasi hidrolik. Periode dari aktivitas arus, ketika transportasi traksi dan pengendapan dari *rippled sand* terjadi, yang bergantian dengan periode yang tenang dan *gravity flow*, dimana *mud* terendapkan. Proses yang berulang dari aktivitas arus mengerosi endapan *ripple crest* sebelumnya, menyebabkan *rippled sand* baru terkubur dan preservasi lapisan *ripple* dengan *mud* flaser.

Litofasies Sp memiliki ciri yang sama dengan litofasies Spb hanya berbeda pada ukuran butir berupa pasir halus, dan tidak ditemukan adanya fosil jejak pada litofasies ini.



Gambar 4. Profil Stratigrafi TM 2

Asosiasi fasies *supratidal* pada TM 2 ini dengan ketebalan 1,4 m disusun oleh litofasies Lm: batulanau dengan struktur masif, H: shalycoal dengan struktur menyerpoh, C: batubara dengan pecahan blocky.

Litofasies Lm ini memiliki ketebalan 89 cm, berwarna abu-abu kecoklatan, dijumpai adanya struktur sedimen laminasi pada bagian bawah litofasies ini, ukuran butir lanau, sortasi baik, dengan semen silika dan komposisi mineral lempung. Diatas litofasies terendapkan

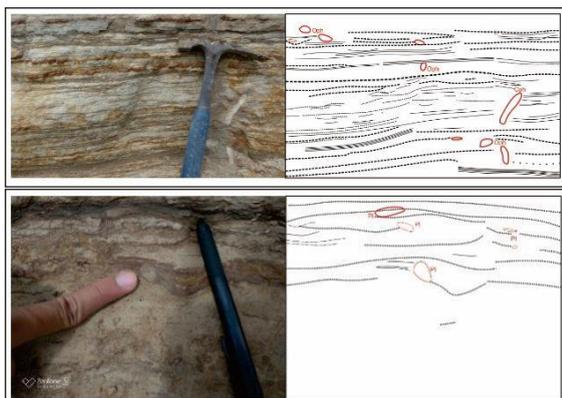
Iknofasies dan Mikropaleontologi

Berdasarkan kajian data lapangan, pada daerah penelitian dijumpai beberapa ichnogenera fosil jejak yaitu *Ophiomorpha*, *Skolitos*, *Planolites*, *Thalassinoides*, *Paleophycus*. Lokasi penelitian dapat dibagi menjadi 2 ichnofasies berdasarkan asosiasi spesies fosil jejak yaitu ichnofasies *Skolithos* dan *Skolithos-Cruziana*, selain fosil jejak ditemukan juga berupa fosil foraminifera bentonik yang terdiri dari 10 fosil.

Ichnofasies *Skolithos*

Ichnofasies ini dijumpai pada singkapan TM 1 dan TM 2. Ichnofasies ini terdiri dari asosiasi beberapa ichnofauna antara lain: *Ophiomorpha* dan *Planolites*. *Ophiomorpha* dan *Planolites* merupakan spesies yang memiliki intensitas kehadiran tinggi pada ichnofasies ini.

Intensitas kehadiran ichnofasies ini lebih banyak ditemukan pada singkapan TM 1 berupa fosil jejak *ophiomorpha* dan *planolites* terutama pada litofasies Sfb, dan Swb dibandingkan dengan singkapan TM 2 yang hanya ditemukan fosil jejak berupa *ophiomorpha* dengan intensitas kehadiran sedikit. Dilihat dari pola sedimen dan struktur sedimen pada singkapan TM 1 dan TM 2 yang menunjukkan dipengaruhi oleh energi pasang surut dan kehadiran fosil jejak berupa ichnofasies *skolithos* dapat diinterpretasikan bahwa lingkungan pengendapannya berada pada daerah *tidal flat*.

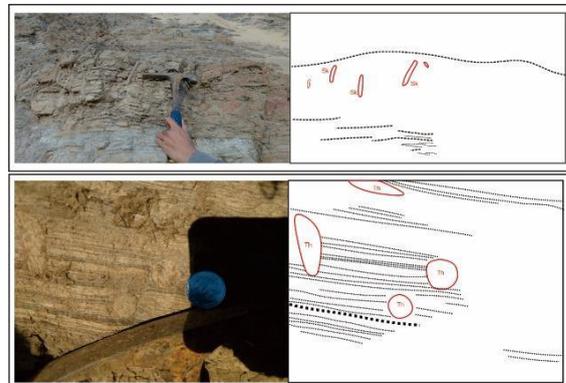


Gambar 6. *Ophiomorpha* dan *Planolites*

Ichnofasies *Skolithos-Cruziana*

Ichnofasies ini ditemukan pada singkapan TM 3. Ichnofasies ini terdiri dari asosiasi beberapa ichnofauna yaitu: *Skolithos*, *Thalassinoides*, *Paleophycus* dan *Planolites*. Intensitas kehadiran fosil jejak pada singkapan TM 3 banyak ditemukan terutama pada litofasies Shb dan litofasies Fm, sedangkan pada litofasies lain tidak ada ditemukannya kehadiran fosil jejak.

Dilihat dari pola sedimen dan struktur sedimen yang terlihat pada singkapan TM 3 dan kehadiran dari fosil jejak berupa ichnofasies *Skolithos-Cruziana* dapat diinterpretasikan bahwa singkapan TM3 di endapkan pada lingkungan *Shoreface*.



Gambar 7. *Skolithos* dan *Thalassinoides*

Mikropaleontologi

Berdasarkan dari hasil analisis mikropaleontologi yang dilakukan pada beberapa contoh sampel yang di ambil langsung pada lokasi pengamatan TM 1, TM 2 dan TM 3. Di dapatkan hasil berupa fosil Foraminifera Bentonik dengan jumlah 10 mikrofosil antara lain: *Nodosaria Lamellata*, *Vaginulinopsis Tricarinata*, *Lagena Costata*, *Vaginulina Striatissima*, *Bulimina Lappa*, *Planularia Auris*, *Quinqueloculina Seminulum*, *Nodasaria Radicula*, *Bolivina Punctata*, *Lahena Laevis*.

Dari data fosil yang telah didapatkan tidak bisa di gunakan untuk menentukan umur relatif pada daerah penelitian karena fosil yang didapatkan adalah foraminifera bentonik, maka dari itu penulis melakukan kesebandingan umur dengan peta geologi regional lembar Samarinda (Supriatna dkk, 1995) yaitu berumur Miosen Tengah. Berdasarkan data foraminifera bentonik yang ada dapat di intrepetasikan

bahwa daerah penelitian diendapkan pada lingkungan batimetri neritik hingga bathial.

Lingkungan Pengendapan

Berdasarkan asosiasi fasies yang ada pada singkapan TM 1 dan TM 2 yang mencirikan lingkungan *Tidal Flat* secara garis besar menunjukkan suksesi *fining upward* mencirikan lingkungan tenang, dimana awalnya energi pengendapan tinggi menunjukkan pola interkalasi pada litofasies Sf mengindikasikan perubahan muka air laut (pasang-surut) dan litofasies C sebagai bentuk respon dari menurunnya energi pengendapan. Pola pasang-surut merupakan ciri-ciri lingkungan *tidal flat* dilihat dari struktur sedimen yang berkembang dan ichnofasies yang dijumpai ialah ichnofasies *skolitos*.

Singkapan TM 3 memiliki asosiasi yang mencirikan lingkungan *shoreface*. Dominasi batupasir dan secara garis besar menunjukkan suksesi *coarsening upward*, dengan sisipan interkalasi pada litofasies Sfb. Kemunculan struktur swaley dan hummocky menjadi salah satu penciri dari pengaruh energi/kecepatan sedimentasi yang tinggi. Ichnofasies yang dijumpai ialah ichnofasies *Skolitos* dan *Cruziana*.

Interpretasi lingkungan pengendapan berdasarkan dari hasil korelasi data litofasies dan ichnofasies adalah *tidal flat* dan *shoreface*. Dimana lingkungan *tidal flat* merupakan lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang-surut (*tidal*) dan *shoreface* merupakan lingkungan yang dipengaruhi lingkungan gelombang

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan kajian data lapangan, pada daerah penelitian dijumpai 18 litofasies yang tersebar di 3 lokasi pengamatan yaitu: litofasies batupasir silang siur sejajar (Sp), Litofasies batupasir silang siur sejajar berbioturbasi (Spb), litofasies batupasir silang siur dengan foroset pecahan batubara (Spc), litofasies batupasir laminasi sejajar (Sh), litofasies batupasir flaser (Sf), litofasies batupasir flaser berbioturbasi (Sfb), litofasies batupasir wavy laminasi (Sw), litofasies batupasir wavy laminasi berbioturbasi (Swb), litofasies batupasir

masif (Sm), litofasies batupasir swaley (Ss), litofasies batulempung lentikuler (Fl), litofasies batulempung laminasi sejajar (Fh), litofaseis batulempung masif (Fm), litofasies batulempung masif berbioturbasi (Fmb), litofasies batulempung masif bersulfur (Fms), litofasies lanau masif (Lm), litofasies batubara (C), dan litofasies shalycoal (H).

2. Dari hasil pengelompokan litofasies dapat ditentukan asosiasi fasies yang ada di lokasi penelitian dapat dibagi menjadi 4 asosiasi yaitu : *Supratidal*, *Intertidal*, *Subtidal*, dan *Shoreface*. Asosiasi fasies pada TM 1 yaitu: *Intertidal* dan *Supratidal*, asosiasi fasies pada TM 2 yaitu: *Subtidal*, *Intertidal*, dan *Supratidal*, dan asosiasi fasies pada TM 3 yaitu: *shoreface*.
3. Lingkungan pengendapan berdasarkan hasil dari korelasi litofasies dan ichnofasies adalah *tidal flat* dan *shoreface*. Dimana lingkungan *tidal flat* merupakan lingkungan yang dipengaruhi oleh pasang-surut (*tidal*) dan *shoreface* merupakan lingkungan pengendapan yang dipengaruhi oleh gelombang

Saran

Sebaiknya untuk dilakukan penelitian lebih lanjut pada daerah penelitian seperti pengukuran arus purba dan membahas tentang sikuen stratigrafi agar dapat menghasilkan data yang lebih lengkap.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak yang membantu dalam penelitian secara langsung ataupun tidak langsung, tak lupa kepada dosen pembimbing bapak Muhammad Dahlan Balfas dan juga bapak Koeshadi Sasmito yang banyak memberi masukan hingga penelitian ini terselesaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.P. and Chambers. J. L.C, 1998, *Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta*, Indonesian Petroleum Association Proceeding, Jakarta, Indonesia.
- Bhattacharya, J.P., 2006. *Deltas*. University of Houston: Texas

- Boggs, Sam, Jr. 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. University of Oregon, Prentice Hall, Upper Saddle River. New Jersey.
- Butois, L.A., dan Mangano, M.G. 2011. *Ichnology, Organism-Substrate Interactions in Space and Time*. Cambridge University Press, New York
- Ferguson, A., McClay, K. 1997. *Structural Modeling within The Sanga Sanga PSC, Kutai Basin, Kalimantan: Its Application to Paleochannel Orientation Studies and Timming of Hydrocarbon Entrapment*. Indonesia Petroleum Association. Jakarta. Irfansyah, F., 2012. Analisis Perubahan Fasies dan Lingkungan Pengendapan di Blok A pada Formasi Meluhu, Cekungan Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara. Universitas Diponegoro: Semarang.
- James, N.P., dan Dalrymple, R.W. 2010. *Facies Models 4*. Geological Association of Canada.
- Josua, E.L., 2018. Analisis Litofasies, Asosisasi Litofasies dan Model Lingkungan Pengendapan Formasi Jatiluhur bagian atas Di Daerah Desa Sukamakmur dan Sekitarnya, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor, Jawa Barat. Universitas Trisakti: Jakarta.
- Knaust, D., dan Bromley, R. G. 2012. *Trace Fossils as Indicators of Sedimentary Environments*. Elsevier BV
- Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, 1996, Sandi Stratigrafi Indonesia, Jakarta: IAGI.
- Mesra, P. S. 2008. Analisis Fasies Pengendapan dan Sekuen Stratigrafi Singkapan "B" Loa Janan, Samarinda Sebrang dan Sumur Lapangan Hinata Kalimantan Timur. Institut Teknologi Bandung.
- Mora, S., Gardini, S., Kusumanegara, Y., dan Wiweko, A. 2000. *Modern, Ancient Deltaic Deposits and Petroleum System of Mahakam Area*. AAPG-IPA Field Trip Guide Book.
- Moss, S.J., Chambers, J.L.C., 1999, *Tertiary Facies Architecture in The Kutai Basin, Kalimantan, Indonesia*, Jurnal of Asians Earth Science, Volume 17, Halaman 157-181.
- Pamungkas, D., dkk., 2017. Analisis Fasies Sekuen Stratigrafi untuk Menentukan Lingkungan Pengendapan dari Formasi Penosogan Zona Serayu Selatan Jawa Tengah. Universitas Gajah Mada: Jawa Tengah.
- Seilacher, A. 1964. Biogenic Sedimentary Structures dalam Imbrie, J dan Newell, N., Eds, *Approaches to Paleocology*, New York, John Wiley. Halaman 295-316.
- Seilacher, A. 1967. *Bathymetry of Trace Fossils Marine Geology*, vol. 5. Halaman 413-428.
- Selley, R.C. 1988. *Applied Sedimentology*. Academy Press. San Diego.
- Supriatna S., Sukardi R., Rustandi E., 1995, *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan Timur*, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Surjono, S.S., Amijaya, D.H., 2017, *Sedimentologi*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Walker, R. G., dan James, N.P. 1992. *Facies Models: Response to Sea Level Change*, Canada: Love Printing Service Ltd.Stittsville, Ontario.
- Zaenal, M.M. 2019. *Geologi Daerah Tanah Merah dan Sekitarnya Kecamatan Samarinda Utara, Samarinda, Kalimantan Timur*. (Tidak di Publikasi)