

# Geologi dan Pemodelan Geometri Ketebalan Serta Sebaran Batubara Pada Daerah Purwajaya Kecamatan Loa Janan Kalimantan Timur

## *(Geology and Geometric Modeling of Thickness and Distribution Coal In Purwajaya Area Loa Janan District East Kalimantan)*

Resty Intan Putri, Yuliana Bulan Situntun\*, Puspa Indah Rindawati, Retno Anjarwati

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman,

*bulansituntun@gmail.com*

### Abstrak

Secara Administratif, lokasi penelitian berada di Desa Purwajaya, Kecamatan Loa Janan, Kalimantan Timur, dengan luas lokasi penelitian 16 km<sup>2</sup>. Tujuan dari penelitian ini yaitu Untuk mengetahui kondisi geologi dan identifikasi geometri (ketebalan, kemiringan dan kemenerusan) batubara pada daerah penelitian. Dari pengamatan satuan geomorfologi daerah penelitian diperoleh dua bentuk asal struktural Perbukitan Antiklin (S1), Perbukitan Sinklin (S2), dan satu Bentuk Asal Fluvial yaitu Dataran Banjir (F1), dengan pola pengaliran trellis, stadia sungai dewasa dengan lembah cenderung berubah menjadi "U". Daerah penelitian dibagi menjadi 3 satuan yaitu Satuan Batupasir Purwajaya, Satuan Batulempung Loa Duri, dan Endapan Lempung. Struktur geologi yang berkembang adalah kekar dan lipatan dengan orientasi relatif Timur Laut – Barat Daya. Korelasi dilakukan dengan dua metode yaitu *on strike* dan *cross strike*. Beberapa *seam* batubara yang ditemukan di daerah penelitian adalah *seam A*, *seam B*, *seam C*, *seam D*, *seam E* dan *seam F*. sehingga dilakukan penelitian untuk mengetahui geometri batubara daerah penelitian.

**Kata kunci:** *Measurement Section*, Korelasi, Pemodelan Batubara

### Abstract

*Administratively, the research location is in Purwajaya Village, Loa Janan District, East Kalimantan, with a research location area of 16 km<sup>2</sup>. The purpose of this study is to find out the geological conditions and identification of the geometry (thickness, slope and hardness) of coal in the research area. From the observation of the geomorphological unit of the research area obtained two forms of structural origin of The Antiklin Hills (S1), Sinklin Hills (S2), and one Form of Fluvial Origin, namely the Floodplain (F1), with trellis flow patterns, adult river stadia with valleys tend to turn into "U". The research area is divided into three units, namely the Purwajaya Sandstone Unit, the Loa Duri Claystone Unit, and the Clay Deposits. The geological structure that developed is joints and folds with a relative orientation of Northeast - Southwest. Correlation is done by two methods, namely on strike and cross strike. Some of the coal seams found in the research area are seam A, seam B, seam C, seam D, seam E and seam F. so research is carried out to find out the geometry of coal research areas.*

**Keywords:** *Measurement Section, Correlation, Coal Modeling*

## PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu sumber energi yang dimiliki oleh Indonesia sebagai bahan energi disamping minyak dan gas bumi. Batubara adalah batuan sedimen hasil dari sisa tumbuhan mati yang komposisi utamanya berasal dari senyawa organik yang kemudian mengalami proses pembatubaraan (*coalification*) yang dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi yang akan mengubah cellulosa menjadi lignit, sub-bituminus, bituminus dan antrasit (Sukandarrumidi, 1995).

Penyebaran endapan batubara di Indonesia cukup meluas baik di Indonesia bagian barat maupun Indonesia bagian timur. Kebanyakan terdapat di cekungan, seperti Cekungan Sumatera Selatan, Cekungan Kutai, Cekungan Barito dan sebagainya. Menurut Kuncoro 2000, dalam Meta 2014, geometri lapisan batubara merupakan aspek dimensi atau ukuran dari suatu lapisan batubara yang meliputi parameter ketebalan, kemiringan, kemenerusan, keteraturan, sebaran, bentuk, kondisi *roof* dan *floor*, *cleat*, serta pelapukan. Secara geometri, lapisan batubara hadir dengan ketebalan yang seragam, tetapi ada pula yang mengalami penebalan dan penipisan.

Secara regional, daerah penelitian masuk ke dalam bagian Cekungan Kutai. Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan di Indonesia yang menutupi daerah seluas ±60.000 km<sup>2</sup> dan mengandung endapan berumur Tersier dengan ketebalan mencapai 14 km. Cekungan ini merupakan cekungan yang paling luas dan paling dalam di Indonesia bagian Barat yang memiliki cadangan minyak, batubara, dan gas yang besar (Allen

dan chambers, 1998 dalam Rienno Ismail, 2008). Secara stratigrafi, daerah penelitian masuk ke dalam Formasi.

Petrologi batubara adalah cabang dari ilmu geologi yang mempelajari komponen organik dan anorganik pembentuk batu bara, yang meliputi asal-usul, sejarah geologi, dan sifat-sifatnya yang berkaitan dengan komposisi (Stach dkk., 1982; Bustin dkk., 1983; Diessel, 1992; Suárez-Ruiz dan Crelling, 2008; Pusat penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batu bara, 2009; dan *Geological Agency*, 2010). Pendekatan utama pada ilmu ini adalah cara melihat komponen organik dan anorganik secara mikroskopis—keilmuan ini disebut dengan petrografi batu bara—yang menekankan pada cara pemerian dan klasifikasi secara sistematis batu bara (Merritt, 1987; Stach dkk., 1982; dan Suárez-Ruiz dan Crelling, 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geologi pada daerah Purwajaya dan sekitarnya serta untuk membuat model geometri ketebalan dan sebaran dari lapisan batubara yang dijumpai pada daerah penelitian.

## METODE PENELITIAN (*METHODS*)

### Pengambilan Data Primer

Noor (2009) menjelaskan, stratigrafi adalah studi mengenai sejarah, komposisi dan umur relatif serta distribusi perlapisan batuan dan interpretasi lapisan-lapisan batuan untuk menjelaskan sejarah bumi. Dalam arti yang lebih luas, stratigrafi dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang aturan, hubungan, dan pembentukan (geneses) macam-macam batuan di alam dalam ruang dan waktu.

Balfas (2015) menjelaskan, korelasi adalah menghubungkan satuan batuan disuatu tempat dengan satuan ditempat yang lain berdasarkan pada sifat-sifat batuan (korelasi litostatigrafi/sebandingan) atau sifat kandungan fosilnya (korelasi biostratigrafi/paleontologi) yang pada dasarnya merupakan petunjuk kesamaan waktu kejadian pembentukannya.

Pembagian parameter geometri lapisan batubara (Jeremic, 1985 dalam Marcelino 2016) ini didasarkan pada hubungannya dengan terdapatnya lapisan batubara ditambang dan kestabilan lapisannya meliputi:

1. Ketebalan lapisan batubara :
  - a. Sangat tipis, apabila tebalnya kurang dari 0,5 m,
  - b. Tipis 0,5-1,5 m
  - c. Sedang 1,5-3,5 m
  - d. Tebal 3,5-25 m
  - e. Sangat tebal, apabila >25 m.
2. Kemiringan lapisan batubara:
  - a. Lapisan horisontal,
  - b. Lapisan landai, bila kemiringannya kurang dari  $25^{\circ}$ ,
  - c. Lapisan miring, kemiringannya berkisar  $25^{\circ}$ - $45^{\circ}$ ,
  - d. Lapisan miring curam, kemiringannya berkisar  $45^{\circ}$ - $75^{\circ}$
  - e. Vertikal.
3. Kemenerusan lapisan batubara:
  - a. Ratusan meter
  - b. Ribuan meter 5-10 km,
  - c. Menerus sampai lebih dari 200 km.

Pemetaan Geologi data yang dikumpulkan berdasarkan dari pengamatan lapangan dan pengambilan data di lapangan. Adapun data yang dikumpulkan berupa data kedudukan batuan, data litologi, data geomorfologi, data struktur geologi dan sampel batuan dilakukan pengambilan data MS (*Measuring Section*) pada daerah penelitian bertujuan untuk mengetahui lingkungan pengendapan pada daerah penelitian dan untuk dilakukannya korelasi pada setiap lapisan batuan yang memiliki ciri yang sama. Pengambilan data MS (*Measuring Section*) pada lokasi pengamatan didapatkan 6 lokasi pengamatan lapisan batubara.

- a. Pada lokasi pengamatan 22 dilakukan pengambilan data MS, dari hasil pengamatan dijumpai satu singkapan dengan empat litologi. Litologi pertama yaitu batulempung (1,8 m), memiliki struktur laminasi, litologi kedua yaitu batupasir (2,5 m) struktur masiv, litologi ketiga yaitu batulempung (1,2 m) memiliki struktur masiv, dan litologi keempat yaitu batubara (1,8 m) memiliki kilap lilin, gorescoklat, pecahan *blocky*.
- b. Pada lokasi pengamatan 27 dilakukan pengambilan data MS, dari hasil pengamatan dijumpai satu singkapan dengan tiga litologi. Litologi pertama yaitu batupasir (2,6 m), memiliki struktur masiv,

- litologi kedua yaitu batulempung (1,2 m) struktur laminasi, dan litologi ketiga yaitu batubara (1,7 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, pecahan *blocky*.
- c. Pada lokasi pengamatan 30 dilakukan pengambilan data MS, dari hasil pengamatan dijumpai satu singkapan dengan tiga litologi. Litologi pertama yaitu batupasir (2,7 m), memiliki struktur masiv, litologi kedua yaitu batubara (0,42 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, meyerpih. litologi ketiga yaitu batulempung (1,2 m) struktur masiv.
  - d. Pada lokasi pengamatan 32 dilakukan pengambilan data MS, dari hasil pengamatan dijumpai satu singkapan dengan tujuh belas litologi. Litologi pertama yaitu batupasir (2,2 m), memiliki struktur masiv, litologi kedua yaitu batulempung (0,8 m) memiliki struktur laminasi, litologi ketiga yaitu batupasir (1,6 m) struktur *flasher*, litologi keempat yaitu *coaly shale* (1,2 m), litolgi kelima yaitu batupasir (0,7 m) memiliki struktur masiv, litologi keenam yaitu batulempung (1,4 m) memiliki struktur lentikuler, litologi ketujuh yaitu batupasir (0,7 m) struktur *flasher*, litologi ke delapan yaitu batulempung (0,8 m) struktur lentikuler, litologi ke sembilan batubara (0,56 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, pecahan *blocky*, litologi ke sepuluh yaitu (0,72 m) struktur lentikuler, litologi ke sebelas yaitu (0,67 m) struktur laminasi, litologi ke dua belas yaitu (1,05 m) struktur masiv, litologi ke tiga belas yaitu (2,6 m) struktur *cross* laminasi, litologi ke empat belas yaitu batubara (1 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, meyerpih, litologi ke lima belas yaitu batulempung (0,8 m) struktur lentikuler, litologi ke enam belas yaitu batubara (1,2 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, pecahan *blocky*, dan litologi ke tujuh belas yaitu batulempung (2 m) struktur lentikuler.
  - e. Pada lokasi pengamatan 35 dilakukan pengambilan data MS, dari hasil pengamatan di jumpai satu singkapan dengan sepuluh litologi. Litologi pertama yaitu batupasir (1,8 m) struktur perlapisan, litologi kedua yaitu batulempung (2,3 m) struktur lentikuler, litologi ketiga yaitu batubar (1,3 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, pecahan *blocky*, litologi keempat yaitu batulempung (1,4 m) struktur lentikuler, litologi kelima yaitu batupasir (2,4 m) struktur masiv, litologi ke enam yaitu batulempung (1,3 m) struktur lentikuler, litologi ketujuh yaitu batubara (1,4 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, pecahan *blocky*, litologi ke delapan yaitu batulempung (1 m) struktur lentikuler, litologi kesembilan yaitu batupasir (1,5 m) struktur laminasi, litologi ke sepuluh yaitu batulempung (2,2 m) struktur lentikuler.
  - f. Pada lokasi pengamatan 37 dilakukan pengambilan data MS, dari hasil pengamatan dijumpai satu singkapan dengan lima litologi. Litologi pertama yaitu batupasir (1,2 m) struktur masiv, litologi kedua yaitu batulempung (0,52 m) struktur masiv, litologi ketiga yaitu batubara (0,4 m) memiliki kilap lilin, gores coklat, pecahan *blocky*, litologi ke empat yaitu batulempung (0,42 m) struktur laminasi, litologi ke lima yaitu batupasir (1 m) struktur masiv.

### **Pengambilan Data Skunder**

Peta Geologi Regional Samarinda diperlukan untuk mengetahui kondisi umum geologi Daerah Samarinda, khususnya pada daerah penelitian dan Peta Topografi diperlukan untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan tanah pada lokasi penelitian. Peta ini juga digunakan untuk *ploting* posisi lokasi pengamatan agar sesuai dengan kondisi sebenarnya.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Geomorfologi Daerah Penelitian**

Bentuk lahan pada lokasi penelitian:

- a. Bentuk Asal Struktural pada daerah penelitian yaitu Perbukitan Antiklin (S1) yang menempati luas sekitar  $\pm 40\%$  dari keseluruhan daerah penelitian dengan morfologi perbukitan dan morfometri 8 – 55%, dengan kenampakan kontur yang membentuk pola memanjang dan menunjukan kontur yang rapat, bentuk lahan ini terbentuk karena pengaruhi struktur geologi berupa lipatan dan patahan, adapun litologi penyusun satuan bentuk lahan ini yaitu batupasir, batu lempung dan batubara.
- b. Bentuk Asal Struktural pada daerah penelitian yaitu Perbukitan Sinklin yang menempati luas sekitar  $\pm 35\%$  dari keseluruhan pada daerah penelitian dengan morfologi perbukitan dan morfometri 8 – 55%, dengan menunjukan kontur yang rapat, bentuk lahan ini terbentuk karena pengaruhi struktur geologi berupa lipatan dan patahan, yang dimana proses eksogen telah merubah bentuk asli dari satuan ini yang awalnya lembah berubah menjadi bukit. Adapun litologi penyusun satuan bentuk lahan ini yaitu batupasir, batu lempung dan batubara.

- c. Bentuk Asal Fluvial pada daerah penelitian yaitu satuan bentuk lahan Dataran Banjir yang menempati luas sekitar  $\pm 15\%$  dari keseluruhan daerah dengan morfologi dataran dan morfometri 0 – 7%, bentuk lahan ini terbentuk akibat proses erosi dan pelapukan, yang didominasi oleh material lepas berukuran pasir sampai lempung

Tabel 1. Satuan Bentuk lahan

Bentuk Asal	Satuan Bentuk Lahan	Simbol	Pemerian/Aspek Geomorfologi			
			Morfologi	Morfogenesis	Morfokronologi	
Struktural	Perbukitan Antiklin	S1	Morfografi: Bukit	Morfostruktur aktif: Kekar	Merupakan bentangalam yang berbentuk bukit yang telah mengalami perlipatan membentuk struktur antiklin. Morfologi antiklin umumnya dijumpai di daerah cekungan sedimen yang telah mengalami pengangkatan dan perlipatan. Lembah antiklin terjadi karena proses eksogen telah merubah bentuk aslinya.	
			Morfometri: 8% - 55%	Morfostruktur pasif: Batupasir, Batubara, Batulempung		
	Perbukitan Sinklin	S2	Morfografi: Bukit	Morfostruktur aktif: Kekar		Merupakan bentang alam yang berbentuk bukit, tersusun atas batuan sedimen yang membentuk struktur sinklin yang diklasifikasikan kedalam morfologi geomorfik dewasa yang artinya proses eksogen telah merubah struktur aslinya yang awalnya lembah menjadi bukit.
			Morfometri: 8% - 55%	Morfostruktur pasif: Batupasir, Batubara, Batulempung		
				Morfodinamis: Pelapukan & erosi		
				Morfodinamis: Pelapukan & erosi		
Fluvial	Dataran Banjir	F1	Morfografi: Dataran	Morfostruktur aktif: -	Terbentuk akibat endapan material pasir - lempung yang sangat melimpah, hal ini terjadi karena akibat proses erosi dan pelapukan dari dataran yang lebih tinggi dan tertransportasi pada lingkungan satuan dataran aluvial.	
			Morfometri: 0% - 7%	Morfostruktur pasif: endapan aluvial berukuran lempung - pasir		
				Morfodinamis: proses erosi dan pengendapan		

**Pola Pengaliran Daerah Penelitian**

Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan serta keadaan di lapangan yang mendasar pada bentuk daerah aliran sungai serta kondisi geologi yang lainnya maka dapat ditentukan jenis pola pengaliran yang ada pada daerah penelitian yaitu pola pengaliran Trellis.

**Stadia Daerah Penelitian**

Bahwa stadia daerah penelitian termasuk dalam stadia dewasa yang dicirikan dengan mulai adanya dataran banjir kemudian membentuk meander dan bentuk lembah sudah mulai cenderung berubah “U”, pada tahap ini aliran sungai sudah memperlihatkan keseimbangan laju erosi vertikal dengan laju erosi lateral.

**Stratigrafi Daerah Penelitian**

Dilakukan penamaan satuan batuan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan kemudian di olah sehingga penulis membagi stratigrafi daerah penelitian menjadi dua satuan batuan dan endapan lempung.

UMUR		FORMASI	SATUAN	LITOLOGI	PEMERIAN	LINGKUNGAN PENGENDAPAN
ZAMAN	KALA					
KUJARIER	HOLOSEN	ALUMUM	ENDAPAN LEMPUNG		Merupakan endapan di wilayah darat yang merupakan hasil dari erosi dan pelapukan dari batuan yang kemudian tertransportasi menuju sungai dan rawa yang terdiri dari material lempung.	DARAT
TERSIER	MIOSEN TENGAH	BALIKPAPAN	BATULEMPUNG LOA DURI		Satuan batuan ini memiliki ciri umum litologi yang dominan dengan warna coklat keabu-abuan, berukuran lempung, sangat membundar, terpilah baik, kemas tertutup, fragmen batubara, semen silika. Dengan sisipan batupasir, dan batubara, struktur sedimen yang berkembang yaitu masif, laminasi, lentikuler, <i>flasher</i>	DELTA PLAIN
			BATUPASIR PURWAJAYA		Satuan batuan ini memiliki ciri umum litologi yang dominan dengan warna abu-abu kecoklatan hingga kekuningan, berukuran pasir kasar - sangat halus, membundar, terpilah baik, kemas terbuka, matriks mineral kuarsa hingga mineral lempung, dan semen silika. Dengan sisipan batulempung dan batubara. Dimana struktur sedimen yang berkembang yaitu masif, laminasi.	

Gambar 1. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan dan pemetaan di lapangan dengan menggunakan data permukaan maka dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian terdiri dari satuan batuan dari muda ke tua, yaitu :

Endapan Lempung menempati luas  $\pm 15\%$  pada daerah penelitian dimana endapan lempung ini terbentuk dari material lepas yang diakibatkan karena proses pelapukan dan erosi yang berukuran pasir hingga lempung dan biasa terbawa oleh angin atau aliran sungai dan sering dijumpai pada daerah yang rendah atau hilir. Penamaan endapan ini didasarkan pada endapan lempung yang merupakan endapan dominan pembentuk endapan ini. Endapan lempung ini merupakan satuan endapan termuda pada daerah penelitian yang dimana endapan ini terbentuk diatas Satuan Batupasir Purwajaya dan Satuan Batulempung Loa Duri, dengan umur dari endapan ini diperkirakan berumur holosen karena endapan ini masih dalam proses sedimentasi yang sedang berlangsung sampai sekarang.

Satuan Batulempung Loa Duri pada daerah penelitian ini menempati seluas  $\pm 40\%$  dari luas daerah penelitian. Pemerian penamaan pada satuan batuan ini berdasarkan litologi yang mendominasi pada daerah penelitian yaitu litologi batulempung dengan memperhatikan ciri fisik dari litologi tersebut yaitu berupa warna, tekstur dan struktur yang mendominasi pada litologi daerah penelitian, setelah didapatkan hasil dapat di simpulkan satuan batuan ini menunjukan ciri-ciri yang mirip dengan Formasi Balikpapan. Pada daerah penelitian satuan batulempung ini terendapkan diatas batupasir Purwajaya secara tidak selaras dan menyebar dari sisi barat daya ke timur laut pada peta. Untuk pengamatan secara petrografis, di satuan ini sampel yang diambil sebanyak 2 sampel yaitu, dengan kode sampel S/01/LP32 dan S/01/LP43. Pada satuan ini penulis tidak menemukan fosil baik makro maupun mikro saat melakukan kegiatan analisis fosil, sehingga tidak bisa ditentukan umur berdasarkan fosil. Namun penulis berupaya untuk menentukan umur satuan Batulempung dengan melihat kesamaan atau kesebandingan dengan daerah di sekitarnya berdasarkan regional, Maka satuan ini memiliki kesamaan dengan Formasi Balikpapan yang berumur Miosen Tengah. Pada penentuan lingkungan pengendapan ini mengacu pada pengendapan menurut Allen dan Chambers (1998), bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *delta plain-lower delta plain*. Hal ini karena didasarkan pada semen yang terkandung pada batuan di lokasi penelitian berupa silika dan oksida dan struktur sedimen yang dihasilkan berupa *flasher* dan *lenticular*.

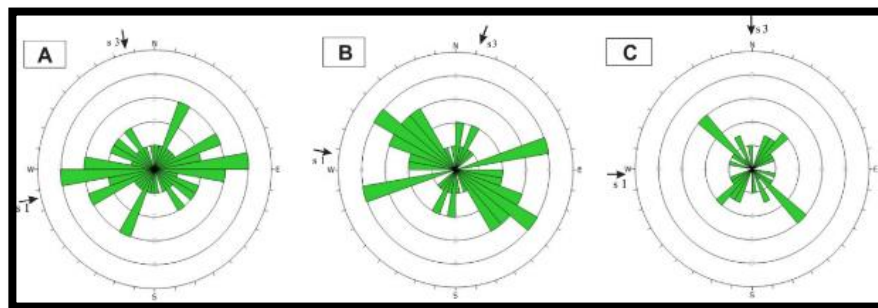
Satuan Batupasir Purwajaya pada daerah penelitian ini menempati seluas  $\pm 45\%$  dari luas daerah penelitian. Pemerian penamaan pada satuan batuan ini yaitu dengan melihat litologi yang mendominasi pada daerah penelitian yaitu litologi batupasir dengan memperhatikan ciri fisik dari litologi tersebut yaitu berupa

warna, tekstur dan struktur yang mendominasi pada litologi daerah penelitian, setelah didapatkan hasil maka dapat disimpulkan satuan batuan ini menunjukan ciri-ciri yang mirip dengan Formasi Balikpapan. Pada daerah penelitian satuan batupasir ini merupakan satuan batuan tertua dengan arah penyebaran yaitu menyebar dari sisi Timur Laut ke Barat Daya pada peta. Untuk pengamatan secara petrografis, di satuan ini sampel yang diambil sebanyak 2 sampel yaitu, dengan kode sampel S/01/LP26, S/01/LP14 dan S/01/LP05. Pada satuan ini penulis tidak menemukan fosil baik makro maupun mikro saat melakukan kegiatan analisis fosil, sehingga tidak bisa ditentukan umur berdasarkan fosil. Namun penulis berupaya untuk menentukan umur satuan Batulempung dengan melihat kesamaan atau kesebandingan dengan daerah di sekitarnya berdasarkan regional, Maka satuan ini memiliki kesamaan dengan Formasi Balikpapan yang berumur Miosen Tengah. Pada penentuan lingkungan pengendapan ini mengacu pada pengendapan menurut Allen dan Chambers (1998), bahwa satuan ini diendapkan pada lingkungan pengendapan *delta plain-lower delta plain*. Hal ini karena didasarkan pada semen yang terkandung pada batuan di lokasi penelitian berupa silika dan oksida dan struktur sedimen yang dihasilkan berupa *cross* laminasi dan laminasi.

### Struktur Geologi Daerah Penelitian

#### -Analisis Kekar

Dari pengamatan di lapangan didapatkan struktur geologi pada daerah penelitian berupa kekar. Terdapat tiga lokasi pengamatan kekar pada lokasi penelitian yaitu pada lokasi pengamatan 14, lokasi pengamatan 29, dan lokasi pengamatan 32. Jenis kekar pada lokasi pengamatan merupakan jenis kekar *Shear Joint* (kekar gerus) dengan ciri di lapangan yaitu dijumpai berpasangan dan memiliki bukaan kekar yang kecil, selain itu ditandai dengan bidang kekar yang rata. Berdasarkan analisis kekar dapat diketahui arah tegasan utama yang bekerja pada kekar *Shear Joint* (Kekar Gerus) pada diagram Rosset, pada lokasi pengamatan 14 memiliki arah tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) relatif berarah Barat – Timur dengan tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) relatif tegak lurus dari tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) yaitu Utara – Selatan. Pada lokasi pengamatan 29 memiliki arah tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) relatif berarah Timur– Barat- dengan tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) relatif tegak lurus tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) yaitu Utara – Selatan dan Pada Lokasipengamatan 32 memiliki arah tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) relatif berarah Timur– Barat dengan tegasan minimum ( $\sigma_3$ ) relatif tegak lurus tegasan maksimum ( $\sigma_1$ ) yaitu Utara– Selatan.



Gambar 2. Diagram Roset Kekar Lokasi Pengamatan 2 (A), Diagram Roset Kekar Lokasi Pengamatan 28 (B), Diagram Roset Kekar Lokasi Pengamatan 73 (C), Diagram Roset Kekar Lokasi Pengamatan 82 (D)

#### -Analisis Lipatan

Berdasarkan dari hasil pengamatan didapatkan struktur geologi yaitu lipatan siklin dan lipan antiklin yang secara umum lipatan yang ada pada daerah penelitian memiliki tegasan dengan arah gaya dominan yaitu Barat - Timur. Hal tersebut dapat diketahui dari arah kedudukan batuan yang berlawanan arah. Pada daerah penelitian dijumpai indikasi adanya sesar naik.

### Karakteristik Batubara

Dari hasil pengamatan di lapangan dilakukan pendeskripsian kenampakan fisik, kedudukan lapisan batubara, dan kondisi pelapukan batubara.

- a. Berdasarkan hasil pengamatan pada LP 22 memiliki karakteristik dengan mengamati pendeskripsian secara fisik. Dimana dijumpai endapan batubara dengan warna hitam, kilap lilin, bentuk pecahan *Blocky*, gores berwarna coklat, kekerasan cukup keras atau tidak mudah

- lapuk, memiliki ketebalan 0,40 meter dan kontak antarbatuan lainnya yaitu bergradasi (*Graduate*) roof batulempung, *floor* tidak dijumpai.
- b. Berdasarkan hasil pengamatan pada LP 27 memiliki karakteristik dengan mengamati pendeskripsian secara fisik. Dimana pada lokasi pengamatan ini dijumpai endapan batubara dengan warna hitam, kilap lilin, bentuk pecahan *Blocky*, gores berwarna coklat, kekerasan cukup keras atau tidak mudah lapuk, memiliki ketebalan 1,7 meter dan kontak antarbatuan lainnya yaitu bergradasi (*Graduate*) roof batulempung, *floor* tidak dijumpai
  - c. Berdasarkan hasil pengamatan pada LP 30 memiliki karakteristik dengan mengamati pendeskripsian secara fisik. Dimana pada lokasi pengamatan ini dijumpai endapan batubara dengan warna hitam, kilap lilin, bentuk pecahan *Blocky*, gores berwarna coklat, kekerasan lemah atau mudah lapuk, memiliki ketebalan 0,42 meter dan kontak antarbatuan lainnya yaitu bergradasi (*Graduate*) roof batupasir, *floor* batulempung.
  - d. Berdasarkan hasil pengamatan pada LP 32 memiliki karakteristik dengan mengamati pendeskripsian secara fisik. Pada lokasi pengamatan ini jumpai dua *seam* endapan batubara dengan karakteristik yang sama yaitu memiliki warna hitam, kilap lilin, bentuk pecahan *Blocky*, gores berwarna coklat, kekerasan cukup kuat atau tidak mudah lapuk, memiliki ketebalan 0,56 meter dan 1,2 meter, kontak antarbatuan lainnya yaitu bergradasi (*Graduate*) roof batulempung, *floor* batulempung.
  - e. Berdasarkan hasil pengamatan pada LP 35 memiliki karakteristik dengan mengamati pendeskripsian secara fisik. Pada lokasi pengamatan ini jumpai dua *seam* endapan batubara dengan karakteristik yang sama yaitu memiliki warna hitam, kilap lilin, bentuk pecahan *Blocky*, gores berwarna coklat, kekerasan cukup kuat atau tidak mudah lapuk, memiliki ketebalan 1,3 meter dan 1,4 meter, kontak antarbatuan lainnya yaitu bergradasi (*Graduate*) roof batulempung, *floor* batulempung.
  - f. Berdasarkan hasil pengamatan pada LP 37 memiliki karakteristik dengan mengamati pendeskripsian secara fisik. Dimana pada lokasi pengamatan ini di jumpai endapan batubara dengan warna hitam, kilap lilin, bentuk pecahan *Blocky*, gores berwarna coklat, kekerasan cukup keras atau tidak mudah lapuk, memiliki ketebalan 0,4 meter dan kontak antarbatuan lainnya yaitu bergradasi (*Graduate*) roof batulempung, *floor* batulempung.

### Aspek-aspek Geometri Lapisan Batubara

Berdasarkan dari hasil pengamatan lapisan batubara pada daerah penelitian maka didapatkan beberapa aspek dari geometri lapisan batubara yang mengacu pada parameter ketebalan, kemiringan, kemenerusan dan keteraturan.

Tabel 2. Aspek Geometri Lapisan Batubara *Seam A*

No	<i>Seam A</i>		
	Aspek Geometri Lapisan Batubara	Hasil	Keterangan
1	Ketebalan	0,40 meter	Ketebalan tipis
2	Kemiringan	30°	Kemiringan Miring
3	Kemenerusan	Arah Azimuth N 33° E	Diperkirakan menerus ratusan meter

Tabel 3. Aspek Geometri Lapisan Batubara *Seam B*

No	<i>Seam B</i>		
	Aspek Geometri Lapisan Batubara	Hasil	Keterangan
1	Ketebalan	1,2 meter	Ketebalan tipis
2	Kemiringan	84°	Kemiringan Vertikal
3	Kemenerusan	Arah Azimuth N 357° E	Diperkirakan menerus ratusan meter

Tabel 4. Aspek Geometri Lapisan Batubara *Seam C*

No	<i>Seam C</i>		
	Aspek Geometri Lapisan Batubara	Hasil	Keterangan
1	Ketebalan	1,4 meter	Ketebalan tipis
2	Kemiringan	82°	Kemiringan Vertikal
3	Kemenerusan	Arah Azimuth N 206° E	Diperkirakan menerus ratusan meter

Tabel 5. Aspek Geometri Lapisan Batubara *Seam D*

No	<i>Seam D</i>		
	Aspek Geometri Lapisan Batubara	Hasil	Keterangan
1	Ketebalan	0,42 meter	Ketebalan tipis
2	Kemiringan	78°	Kemiringan Vertikal
3	Kemenerusan	Arah Azimuth N 200° E	Diperkirakan menerus ratusan meter

Tabel 6. Aspek Geometri Lapisan Batubara *Seam E*

No	<i>Seam E</i>		
	Aspek Geometri Lapisan Batubara	Hasil	Keterangan
1	Ketebalan	1,7 meter	Ketebalan tipis
2	Kemiringan	23°	Kemiringan miring
3	Kemenerusan	Arah Azimuth N 49° E	Diperkirakan menerus ratusan meter

Tabel 7. Aspek Geometri Lapisan Batubara *Seam F*

No	<i>Seam E</i>		
	Aspek Geometri Lapisan Batubara	Hasil	Keterangan
1	Ketebalan	1,8 meter	Ketebalan tipis
2	Kemiringan	30°	Kemiringan miring
3	Kemenerusan	Arah Azimuth N 54° E	Diperkirakan menerus ratusan meter

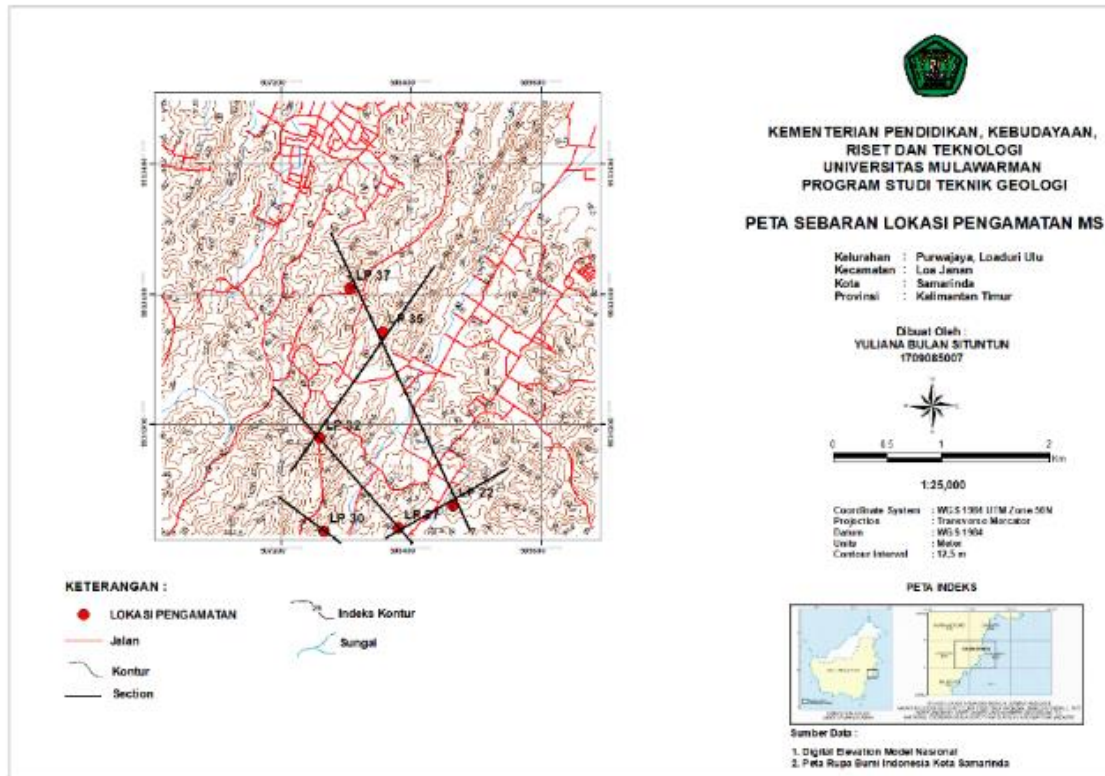
### Pemodelan Lapisan Batubara

Dalam pembuatan pemodelan lapisan batubara dilakukan dengan melakukan korelasi dari data yang telah diperoleh dengan memperhatikan karakteristik serta aspek lapisan batubara.

#### a. Titik Lokasi Pengamatan Lapisan Batubara

Dibuat sayatan pada setiap *section* dengan menghubungkan titik lokasi pengamatan satu dengan yang lainnya, Analisis *cross section* digunakan untuk mengetahui pola kemenerusan atau pola pelamparan batubara dengan cara mengkorelasi penampang stratigrafi terukur. Selanjutnya hasil yang akan didapat dari setiap sayatan yaitu berupa model lapisan endapan batubara. Model sayatan yang dibuat untuk geometri pemodelan lapisan batubara yaitu Barat Daya – Timur Laut atau searah *strike* dan Tenggara – Barat Laut atau searah *dip*.

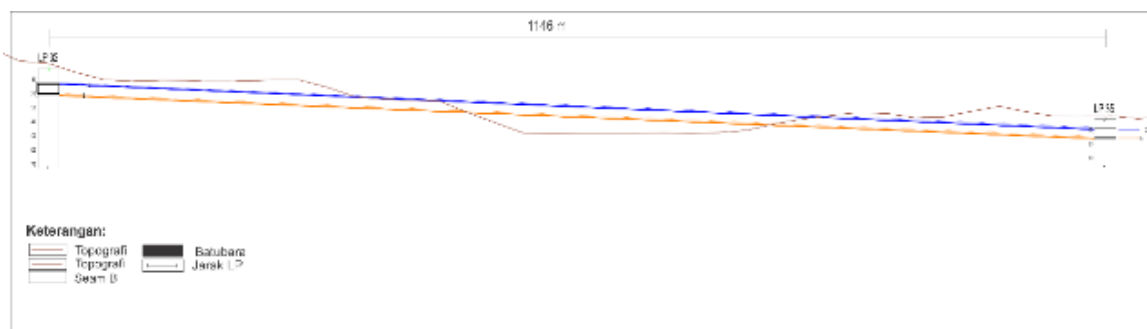




Gambar 1. Peta sebaran titik lokasi Pengamatan dan sayatan

b. Korelasi Batuan Searah Strike (*Section On Strike*)

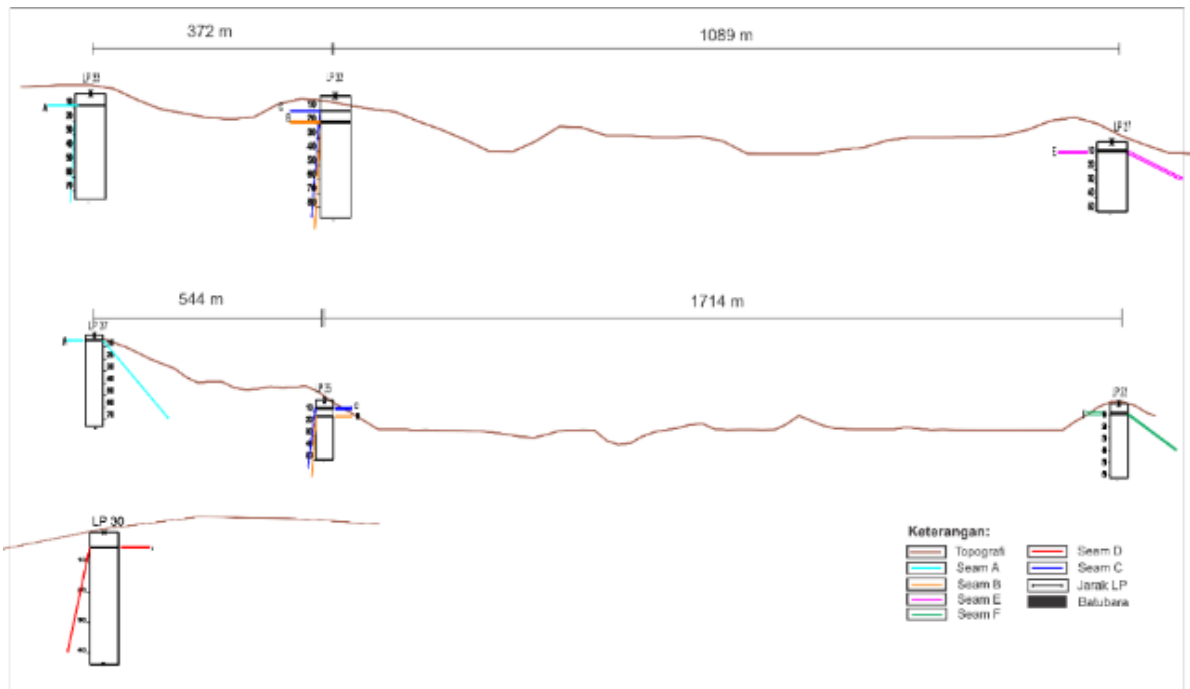
Pada korelasi litostratigrafi ini dilakukan dengan menghubungkan lapisan endapan batubara. Dimana korelasi dapat dilakukan dengan memperhatikan lapisan kunci (*key beds*) terlebih dahulu, setelah dijumpai lapisan kunci kemudian selanjutnya dihubungkan lapisan endapan batubara yang memiliki karakteristik yang sama. Berdasarkan pada lokasi pengamatan, korelasi dilakukan pada 2 (dua) lokasi pengamatan yang searah *strike*, dengan membuat dua *section*. Pada lokasi pengamatan 32 dan lokasi pengamatan 35 didapatkan dua *seam* batubara, dengan arah *section* yaitu Barat Daya - Timur Laut.



Gambar 3. Korelasi Endapan Batubara searah *Strike*

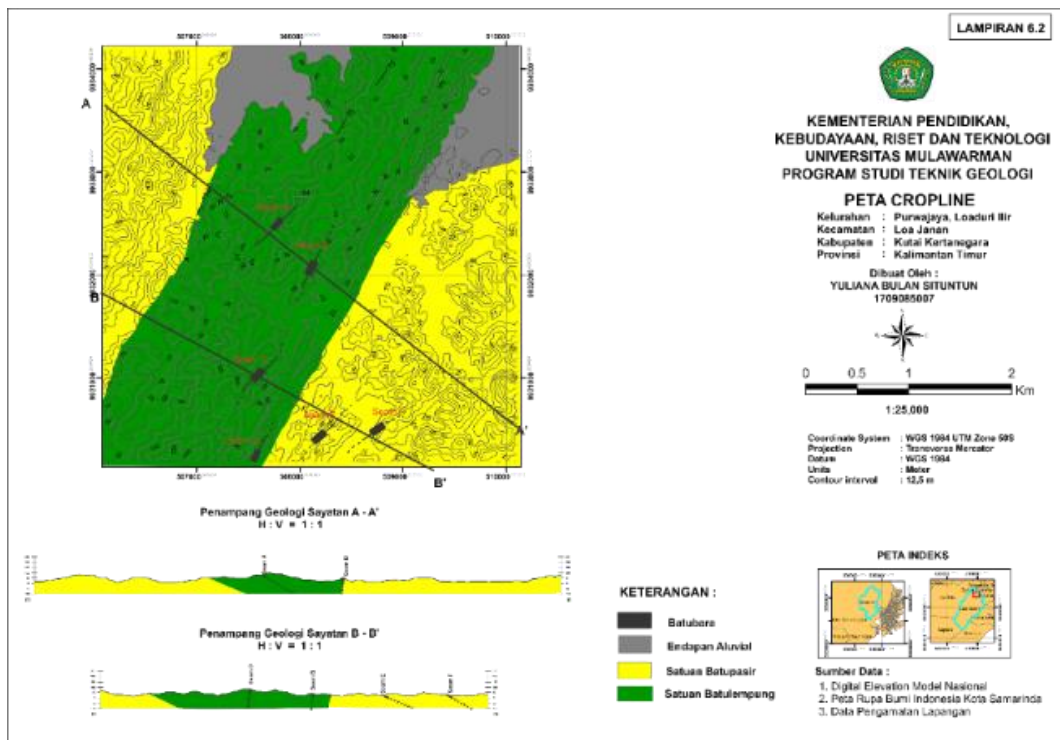
c. Korelasi Batuan Searah Dip (*Section Cross Strike*)

Pada korelasi litostratigrafi berikutnya dilakukan dengan memotong arah *strike* yaitu mengikuti arah *dip*. Dimana pada lokasi pengamatan korelasi dilakukan pada 7 (tujuh) lokasi pengamatan, dengan membuat tiga *section* dan didapatkan bahwa dari masing-masing *seam* batubara pada setiap lokasi pengamatan tidak ada *seam* yang terhubung karena setiap *seam* memiliki kemiringan yang miring sampai vertikal.



Gambar 4. Korelasi Endapan Batubara searah *Strike*

Pemodelan geometri lapisan batubara menunjukkan arah persebaran batubara yaitu searah *strike* dengan arah Barat Daya – Timur Laut. Dimana persebaran ini dapat dilihat menerus dan tidak terlihat adanya percabangan namun dipengaruhi oleh struktur geologi. Pemodelan endapan batubara memiliki arah dip yang saling berlawanan yang dimana kondisi ini menunjukkan adanya perlipatan antiklin yang dapat dilihat pada penampang sayatan A-A' pada (Gambar 6.10). Kemiringan lapisan batubara pada daerah penelitian menunjukkan kemiringan yang miring hingga vertikal, dip lapisan batubara pada daerah penelitian yaitu  $23^{\circ} - 85^{\circ}$ .



Gambar 5. Peta Cropline

## KESIMPULAN

- a. Berdasarkan dari hasil penelitian kondisi geologi daerah penelitian didapatkan tiga satuan batuan dari yang tertua hingga yang termuda yaitu Satuan Batupasir Purwajaya, Satuan Batulempung Loa duri dan Endapan Lempung, Dengan umur Miosen Tengah pada Batupasir Purwajaya, Miosen Tengah Bagian Atas pada Batulempung Loa Duri dan Holosen pada Endapan Lempung. Satuan geomorfologi yang terbagi menjadi dua bentuk asal diantaranya Bentuk Asal Struktural yaitu Perbukitan Antiklin (S1) dan Perbukitan Sinklin (S2), Bentuk Asal Fluvial yaitu Dataran Banjir (F1). Pola pengaliran pada daerah penelitian yaitu trellis dengan stadia dewasa yang ditandai dengan membentuk meander dan bentuk lembah sudah mulai cenderung berubah “U”. Dan struktur geologi yang berkembang pada daerah penelitian yaitu kekar dan perlipatan dengan arah perlipatan Timur - Barat.
- b. Pemodelan geometri setelah dilakukan korelasi maka didapatkan beberapa *seam* batubara pada daerah penelitian yaitu *seam A*, *seam B*, *seam C*, *seam D*, dan *seam E*. Pada *seam B* dan *seam C* yang didapatkan arah penyebarannya yaitu dari arah Barat Daya menyebar ke Timur Laut, dengan lapisan batubara yang menebal ke arah Timur Laut. Sedangkan untuk *seam A*, *seam D*, *seam E* dan *seam F* tidak diketahui arah penyebarannya karena pada saat di lapangan tidak dijumpai kemenurunan dari kedua *seam* tersebut. Lapisan batubara pada daerah penelitian memiliki kemiringan yang menujam ke arah Barat Laut dan Tenggara yang dimana kondisi ini menunjukkan adanya perlipatan antiklin yang menyebabkan arah dip dari lapisan batubara berlawanan dan tidak searah.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.p., Chambers, J.L.C., 1998. *Sedimentation In The Modern and Miocene Mahakam Delta*. Indonesian Petroleum Association.
- Arif, I., 2014. *Batubara Indonesia*, Gramedia. Indonesia.
- Arya, Bima dan Surjono S. 2017. Penentuan Properti Batuan dan Distribusi Fasies Berdasarkan Digital Outcrop Model; Studi Kasus Batupasir Fluvial Daerah Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur. *Proceeding, seminar Nasional Kebumihan Ke-10*. Graha Sabha Pramana.
- Balfas, Muhammad Dahlan. 2015. *Geologi Untuk Pertambangan Umum*, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Balfas, Muhammad Dahlan, dkk. 2021. Estimasi Sumberdaya Batubara Seam 1 Menggunakan Metode Circular 891 Usgs Daerah Tanah Merah, Kota Samarinda Provinsi Kalimantan Timur. Universitas Mulawarman.
- Biantoro. E., Muritno. B.P., dan Mamuya. J.M.B. 1992. Inversion Faults As The Major Structural Control In The Northern Part Of The Kutai Basin, East Kalimantan. IPA: Jakarta.
- Jati, Stev Nalendra. 2014. Tipe Pola Sebaran Dan Kemenerusan Lapisan Batubara Di Lokasi Penelitian, Sekitar Lokasi, Dan Regional Kasus Wilayah Sayap Barat Antiklin Palaran Yang Menunjam. Teknik Geologi Upn “Veteran” Yogyakarta.
- Howard, D.A. 1967. *Drainage Analysis in Geologic Interpretation A Summation*. California : Stanford Universitas.
- McClay Ken, Tim Dooley, Angus Ferguson and Joseph Poblet. 2000. *Tectonic Evolution Of The Sanga-Sanga Block Mahakam Delta Kalimantan Indonesia*. AAPG Bulletin, Volume 84.
- Moon, C. J., Michael K.G.W., Anthony, M.E., 2006. *Introduction to Mineral Exploration-Second Edition*, Blackwell Publishing, Carlton, Australia.
- Muchijin, 2006. *Pengendalian Mutu Dalam Industri Batubara*, Institut Teknologi, Bandung.
- Noor, Djauhari. 2010. *Geomorfologi*. Universitas Pakuan. Bogor.
- Pradipta E.V.C., 2018. Pengaruh Pemasangan Bronjong dengan Variasi Jarak Pada Belokan Sungai Bogowonto Menggunakan Uji Model Laboratorium. *Proyek Akhir*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sasmito, Koeshadi., Rindawati, Puspa Indah. 2020. Karakteristik Batubara Seam B Daerah Bangun Rejo, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Universitas Mulawarman. Samarinda.

- Satyana, A.H., Nugroho, D., Surantoko, I, 1999, Tectonic Controls on The Hydrocarbon Habitats of The Barito, Kutai and Tarakan Basin, Eastern Kalimantan, Indonesia; Major Dissimilarities, Journal of Asian Earth Sciences Special Issue Vol. 17, No. 1-2, Elsevier Science, Oxford 99-120
- Van de weerd, A. A., and R.A. Armin, 1992, Origin and evolution of the Tertiary hydrocarbon bearing basins in Kalimantan (Borneo), Indonesia: AAPG Bulletin, v.76,p.1778-1803
- Sukandarrumidi, 2014. *Batubara Dan Gambut*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Sukandarrumidi. 2004. *Batubara dan Gambut*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Supriatna, S., Sukardi., dan Rustandi. (1995). *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Tampubolon, Gindo. 2020. *Model Lingkungan Pengendapan Batubara Berdasarkan Data Penampang Stratigrafi Terukur di Desa Sinamar, Kabupaten Dharmasraya, Sumatera Barat*. Universitas Jambi. Jambi.
- Verstappen, H. Th., 1985. *Applied geomorphological survey and natural hazard zoning*, ITC syllabus. The Netherlands: 37 pp.
- Widiarso, Dian Widiarso, dkk. 2020. *Pembuatan Model Lapisan Batubara Di Blok Selatan Lapangan "Ej-Bp", Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan Untuk Perhitungan Sumberdaya Batubara*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Widodo, sri, dkk, 2016. *Pemodelan Endapan Batubara Kabupaten Bulungan Provinsi Kalimantan Utara*. Makassar.
- Yonas, Marcelino N. 2016. *Geologi dan Potensi Batubara di Daerah Bonggo dan Sekitarnya Kabupaten Jayapura, Propinsi Papua*. Universitas Cenderawasih. Papua.