

## ANALISIS TIPE DAN STRUKTUR BATUAN UNTUK MENENTUKAN METODE PENAMBANGAN YANG AKAN DIGUNAKAN

### *THE ANALYSIS OF ROCK TYPE AND STRUCTURE FOR DETERMINING APPLIED MINING METHOD*

Hadi<sup>1)</sup>, Sepriadi<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Alumni Program Studi Teknik Pertambangan Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

<sup>2)</sup>Program Studi Teknik Pertambangan Politeknik Akamigas Palembang, 30257, Indonesia

Corresponding Author E-mail: *rukminihadi25@gmail.com* dan *sepri@pap.ac.id*

**Abstract:** PT Ulima Nitra is a company engaged in contractor field in construction and mining service, PT Ulima Nitra cooperated with PT Banyan Koalindo Lestari located in Beringin Makmur II District, Musi Rawas Utara Regency, South Sumatera Province, and tectonically located in the western part of the South Sumatera Basin. In the partnership agreement with PT Banyan Koalindo Lestari, PT Ulima Nitra was tasked with conducting mining activities ranging from overburden removal to coal exploitation activities, however in the mining activities PT Ulima Nitra encountered several problems such as ineffective mining method, with the problem the researcher conducted a research about rock type and structures on determining the mining methods which would be applied, therefore several parameters were done i.e. literature study, geological identification of rock types and structures. Based on the interpretation of related previous study, the research field was in Muara Enim formation (TMPM) and lack of references. The result of geological identification in the research area was that it generally consisted of sedimentary rocks in the form of sandstone, siltstone, shalestone and claystone while the non-clastic sedimentary rocks contained coal which had a strike position between N300°E-N320°E and a dip between 30°-45°. Based on the primary structure of the research area, there were some structures of lamination, cross lamination and cross bedding. From the analysis result based on the geological identification, the mining method which could be properly applied was open pit method with the digging position following the rock structure and slope, and the mining direction following the coal spread.

Keywords: Geology, Sedimentary Rock, Mining Method

**Abstrak:** PT Ulima Nitra merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kontraktor dalam jasa konstruksi dan penambangan, PT Ulima Nitra bekerja sama dengan PT Banyan Koalindo Lestari yang terletak di Kecamatan Beringin Makmur II, Kabupaten Musirawas Utara, Propinsi Sumatera Selatan, dan secara tektonik terletak di bagian barat dari Cekungan Sumatera Selatan. Dalam kontrak kerja dengan PT Banyan Koalindo Lestari, PT Ulima Nitra bertugas melakukan kegiatan penambangan mulai dari pengupasan tanah penutup sampai dengan kegiatan eksploitasi batubara, tetapi dalam kegiatan penambangan PT Ulima Nitra mengalami beberapa kendala seperti metode penambangan yang masih belum efektif digunakan, dengan masalah tersebut penulis melakukan penelitian mengenai tipe dan struktur batuan terhadap penentuan metode penambangan yang akan digunakan, untuk mencapai hal tersebut dilakukan beberapa parameter yaitu studi pustaka, identifikasi geologi berupa tipe batuan dan struktur batuan. Berdasarkan interpretasi penelitian terdahulu bahwa daerah penelitian terletak di formasi Muaraenim (TMPM), kemudian minimnya ditemukan referensi pada daerah penelitian. Hasil identifikasi geologi pada daerah penelitian secara umum tersusun atas batuan sedimen berupa sandstone, siltstone, shalestone dan claystone sedangkan untuk batuan sedimen non-klastik terdapat batubara yang memiliki kedudukan strike antara N300°E-N320°E dan dip antar 30°-45°. Berdasarkan struktur primer daerah penelitian terdapat struktur berupa lamination, cross lamination, dan cross bedding. Dari hasil analisis berdasarkan identifikasi geologi didapatkan metode penambangan yang baik diterapkan berupa metode open pit, dengan posisi penggalian mengikuti struktur dan kemiringan batuan, serta arah penambangan yang mengikuti penyebaran batubara.

Kata kunci : Geologi, Batuan Sedimen, Metode Penambangan

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT Ulima Nitra merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang kontraktor penambangan. PT Ulima Nitra memiliki

kontrak kerja dengan beberapa perusahaan tambang, salah satunya dengan PT Banyan Koalindo Lestari. Lokasinya terletak di desa Beringin Teluk, Kecamatan Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Sumatera Selatan.

Dalam kontrak kerja dengan PT Banyan Koalindo Lestari, PT Ulina Nitra bertugas melakukan kegiatan penambangan mulai dari pengupasan tanah penutup sampai dengan eksploitasi batubara, dengan menggunakan sistem tambang terbuka atau *surface mining*.

Dalam kegiatan operasi penambangan yang dilakukan oleh PT Ulina Nitra mengalami beberapa kendala seperti metode penambangan yang masih belum efektif digunakan. Berdasarkan penelitian yang akan saya lakukan, tipe dan struktur batuan memiliki peranan penting dalam penentuan metode penambangan.

Dengan masalah tersebut Penulis melakukan penelitian mengenai “Analisis Tipe dan Struktur Batuan untuk Menentukan Metode Penambangan yang Akan Digunakan” yang nantinya dapat menentukan metode penambangan yang baik diterapkan berdasarkan tipe batuan dan struktur batuan pada daerah penelitian.

### 1.2 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Menganalisis tipe dan struktur batuan yang ada di PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo Lestari dengan metode *measuring section*.
2. Menentukan metode penambangan berdasarkan tipe dan struktur batuan.

### 1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam kegiatan penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi tipe dan struktur batuan yang terdapat pada *pit* utara PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo Lestari dengan metode *measuring section*.
2. Memahami metode penambangan yang akan digunakan berdasarkan tipe dan struktur batuan yang ada di *pit* utara PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo.

### 1.4. Manfaat Penulisan

Manfaat yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mahasiswa dapat mengidentifikasi tipe dan struktur batuan yang terdapat di PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo Lestari pada *pit* utara.

2. Mahasiswa dapat memahami metode penambangan yang digunakan berdasarkan tipe dan struktur batuan yang ada di *pit* utara PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo.

Sebagai referensi untuk mahasiswa dalam menambah ilmu pengetahuan mengenai kondisi geologi dan metode penambangan di PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo Lestari.

## 2. TEORI DASAR

### 2.1. Batuan Sedimen

Batuan sedimen adalah batuan yang terbentuk di permukaan bumi pada kondisi temperatur dan tekanan yang rendah. Batuan ini berasal dari batuan yang lebih dahulu terbentuk. Proses yang mempengaruhinya adalah erosi, dan kemudian lapukannya diangkut oleh air, udara, atau es, yang selanjutnya diendapkan dan berakumulasi didalam cekungan pengendapan, membentuk sedimen. Material-material sedimen itu kemudian terkompaksi, mengeras, mengalami litifikasi, dan terbentuklah batuan sedimen.

### 2.2 Klasifikasi Batuan Sedimen

Berdasarkan ada tidaknya proses transportasi dari batuan sedimen dapat dibedakan menjadi dua macam:

#### a. Batuan sedimen klastik

Merupakan batuan sedimen yang terbentuk dari hancuran batuan lain, kemudian tertransportasi dan terdeposisi dan selanjutnya akan mengalami diagenesa dan dikelompokkan berdasarkan butir materialnya. Untuk itu, diperlukan satu acuan butir komponen materialnya, dan telah dibuat oleh Wentworth, dikenal sebagai skala *Wentworth*.

#### b. Batuan sedimen non-klastik

Batuan sedimen non klastik merupakan batuan sedimen sebagai hasil dari aktifitas organisme / pengendapan sisa-sisa organisme, proses penguapan air laut, dan pengendapan unsur kimia tertentu. Contoh batuan sedimen non-klastik, yaitu:

#### 1. Batubara

Batubara disebut juga dengan *coal*, merupakan batuan sedimen non klastik yang terbentuk dari hasil kompaksi material organik seperti akar, batang atau daun tumbuhan.

Proses pembentukannya terjadi di daerah beriklim tropis dengan air yang mengandung sedikit oksigen seperti daerah rawa-rawa. Bagian-bagian tubuh tumbuhan yang jatuh ke rawa akan mengendap.

Semakin lama akan semakin banyak bagian tumbuhan yang mengendap dan terakumulasi. Setelah terkumpul, material-material tersebut akan terkubur oleh material lain sehingga tekanannya bertambah. Tekanan tersebut akan mengeluarkan air lalu mengalami kompaksi dan terbentuklah batubara. Pada umumnya batubara berwarna coklat kehitaman dengan tekstur *amorf*, tebal dan berlapis. Batu ini tersusun dari humus dan karbon dengan pecahan yang bersifat prismatic.

## 2. Batugamping

Batugamping atau batukapur (*limestone*) adalah batuan sedimen non klastik yang tersusun dari mineral utama berupa kalsit ( $\text{CaCO}_3$ ). Batu ini mempunyai berbagai variasi tekstur. Ada yang bertekstur rapat, *oolit* atau *kristalin*, *afanatis* hingga berbutir kasar. Pembentukan batugamping diakibatkan adanya proses organisme atau proses anorganik. Pembentukan batugamping kebanyakan terjadi di laut dangkal yang tenang dan hangat. Kondisi tersebut merupakan kondisi yang baik bagi organisme untuk membentuk *skeleton*.

## 2.3 Struktur Batuan

Struktur batuan merupakan bentuk dari perlapisan normal atau mengalami perubahan yang disebabkan aktifitas sedimentasi. Pada daerah penelitian secara umum tersusun atas batuan sedimen, pembentukannya dipengaruhi oleh proses pengendapan dan keadaan energi. Pembentukan dapat terjadi pada waktu pengendapan (primer) maupun setelah proses pengendapan (sekunder).

### 2.3.1 Struktur Primer

Struktur primer adalah struktur yang dibentuk bersamaan dengan terbentuknya batuan tersebut, antara lain:

1. Lapisan silang (*cross bedding*) adalah struktur primer yang membentuk struktur penyilangan suatu lapisan batuan terhadap lapisan batuan yang lainnya, atau lapisan

batuan yang lebih muda memotong lapisan batuan yang lebih tua.

2. Lapisan bersusun (*graded bedding*) adalah struktur perlapisan sedimen yang menunjukkan perbedaan fragmen atau ukuran butir sedimen yang membentuk suatu lapisan batuan.
3. Gelembur gelombang (*ripple mark*) adalah struktur primer perlapisan sedimen yang menunjukkan adanya permukaan seperti ombak atau begelombang yang disebabkan adanya pengikisan oleh kerja air, dan angin.

### 2.3.2 Struktur Sekunder

Struktur sekunder merupakan struktur yang terbentuk setelah proses sedimentasi dan sebelum atau saat diagenesa. Hal ini juga menggambarkan keadaan lingkungan pengendapannya atau struktur yang terjadi setelah batuan terbentuk, struktur ini bisa biasanya dihasilkan oleh interaksi batuan dengan proses tektonik. Interaksi batuan dengan tektonik (dalam hal ini pergerakan antar lempeng), akan menyebabkan suatu batuan tersebut terdeformasi menurut Pettijohn dan Potter, 1964; Koesoemadinata (1981). Struktur sekunder antara lain:

1. Kekar (*joint*)

Kekar adalah rekahan-rekahan dalam batuan yang terjadi karena tekanan atau tarikan yang disebabkan oleh gaya yang bekerja dalam kerak bumi atau pengurangan/hilangnya tekanan, dimana pergeseran dianggap sama sekali tidak ada.

2. Sesar (*fault*)

Sesar atau patahan adalah rekahan pada batuan yang mengalami pergeseran yang berarti dan suatu sesar dapat berupa bidang sesar atau rekahan tunggal tetapi sesar juga sering dijumpai sebagai semacam jalur yang terdiri dari beberapa sesar minor.

3. Lipatan (*fold*)

Lipatan adalah hasil perubahan bentuk atau volume dari suatu bahan yang ditunjukkan sebagai lengkungan atau kumpulan lengkungan yang dihasilkan oleh proses deformasi dari suatu permukaan batuan yang relatif datar.

## 2.4 Penampang Stratigrafi (*Measured Stratigraphic Section*)

Penampang stratigrafi terukur (*measured stratigraphic section*) adalah suatu penampang atau kolom yang menggambarkan kondisi stratigrafi suatu jalur, yang secara sengaja telah dipilih dan telah diukur untuk mewakili daerah tempat dilakukannya pengukuran tersebut. Jalur yang diukur tersebut dapat meliputi satu formasi batuan atau lebih. Definisi sebaliknya pengukuran dapat pula dilakukan hanya pada sebagian dari suatu formasi, sehingga hanya meliputi satu atau lebih satuan *lithostratigrafi* yang lebih kecil dari formasi, misalnya anggota atau bahkan hanya beberapa perlapisan saja. Tujuan pembuatan penampang stratigrafi antara lain:

1. Keterangan litologi terperinci yang menyangkut tentang jenis, macam, komponen penyusun, tekstur, kemas, kandungan fosil, struktur sedimen dan lain-lain sifat geologis dari setiap satuan yang terdapat pada jalur tersebut.
2. Kedudukan dan ketebalan dari setiap litologi yang dijumpai.
3. Urutan dari semua litologi yang ada serta jenis hubungan dari dua litologi yang berdampingan, apakah selaras, tidak selaras, menyisip, selang seling, bergradasi normal atau terbalik dan lain sebagainya.

Ada dua metode yang biasa dilakukan dalam usaha pengukuran jalur stratigrafi, metode tersebut adalah:

### 2.4.1 Metode Rentang Tali

Metode rentang tali atau yang dikenal juga sebagai metode *brunton and tape* (Compton, 1985; Fritz dan Moore, 1988) dilakukan dengan dasar perentangan tali atau meteran panjang. Semua jarak dan ketebalan diperoleh berdasar rentangan terbut. Pengukuran dengan metode ini akan langsung menghasilkan ketebalan sesungguhnya hanya apabila dipenuhi syarat sebagai berikut: Arah rentangan tali tegak lurus pada jalur perlapisan. Arah kelerengan dari tebing atau rentangan tali tegak lurus pada arah kemiringan. Diantara 2 ujung rentangan tali tidak ada perubahan jurus maupun kemiringan.

### 2.4.2 Metode Tongkat Jacob (*Jacob's staff method*)

Metode ini dilaksanakan dengan menggunakan tongkat Jacob yang panjangnya 1,5 m. Menurut Fritz dan Moore (1998), pada hakekatnya metode tongkat Jacob merupakan metode yang mengkompromikan ketepatan pengukuran (efektifitas) dan kecepatan waktu (efisiensi).

Pada metode tongkat Jacob, pengukuran ketebalan singkapan sesungguhnya dapat dilakukan secara langsung tanpa harus melakukan koreksi terhadap perubahan lereng. Hal ini dikarenakan telah dilengkapi dengan *klinometer*, sehingga koreksi kemiringan dapat dilakukan langsung di lapangan. Kelebihan metode tongkat Jacob dapat dilakukan oleh satu orang saja dan cocok untuk semua kondisi medan.

### 2.5 Metode Penambangan Batubara

Pengelompokan jenis-jenis tambang terbuka batubara didasarkan pada letak endapan, dan alat-alat mekanis yang dipergunakan. Teknik penambangan pada umumnya dipengaruhi oleh kondisi geologi berupa tipe batuan seperti jenis batuan, kedudukan batuan, serta karakteristik batuan dan struktur batuan seperti adanya lipatan, patahan, intrusi dan diskontinuitas, untuk faktor lainnya seperti topografi daerah yang akan ditambang. Jenis-jenis metode tambang terbuka batubara dibagi menjadi:

#### 2.5.1 Contour Mining

*Contour mining* cocok diterapkan untuk endapan batubara yang tersingkap di lereng pegunungan atau bukit. Cara penambangannya diawali dengan pengupasan tanah penutup (*overburden*) di daerah singkapan di sepanjang lereng mengikuti garis ketinggian (kontur), kemudian diikuti dengan penambangan endapan batubaranya. Penambangan dilanjutkan ke arah tebing sampai dicapai batas endapan yang masih ekonomis bila ditambang.

#### 2.4.2. Mountaintop Removal Method

Metode *mountaintop removal method* ini dikenal dan berkembang cepat, khususnya di Kentucky Timur (Amerika Serikat). Dengan metode ini lapisan tanah penutup dapat

terkupas seluruhnya, sehingga memungkinkan perolehan batubara 100%.

#### **2.4.3. Area Mining Method**

Metode ini diterapkan untuk menambang endapan batubara yang dekat permukaan pada daerah mendatar sampai agak landai. Penambangannya dimulai dari singkapan batubara yang mempunyai lapisan dan tanah penutup dangkal dilanjutkan ke yang lebih tebal sampai batas *pit*.

#### **2.4.4. Open Pit Method**

Metode ini digunakan untuk endapan batubara yang memiliki kemiringan (*dip*) yang besar dan curam. Endapan batubara harus tebal bila lapisan tanah penutupnya cukup tebal, dengan lapisan penutup mayoritas batupasir.

##### **1. Lapisan miring**

Cara ini dapat diterapkan pada lapisan batubara yang terdiri dari satu lapisan (*single seam*) atau lebih (*multiple seam*). Pada cara ini lapisan tanah penutup yang telah dapat ditimbun di kedua sisi pada masing-masing pengupasan.

##### **2. Lapisan tebal**

Pada cara ini penambangan dimulai dengan melakukan pengupasan tanah penutup dan penimbunan dilakukan pada daerah yang sudah ditambang. Sebelum dimulai, harus tersedia dahulu daerah singkapan yang cukup untuk dijadikan daerah penimbunan pada operasi berikutnya.

Pada cara ini, baik pada pengupasan tanah penutup maupun penggalian batubaranya, digunakan sistem jenjang (*benching system*).

#### **2.4.5. Strip Mining**

*Strip mining* merupakan pertambangan kupas atau pertambangan baris yang secara khusus merupakan sistem tambang terbuka atau tambang permukaan untuk batubara. Metode ini diterapkan pada keadaan bahan galian memiliki lapisan yang hampir horizontal atau memiliki *dip*  $0^{\circ}$ - $15^{\circ}$ , pada penambangan *strip mine* batuan penutup lebih banyak batupasir dan batulempung. Metode penambangan ini pada dasarnya terbagi dua, yaitu tambang area dan tambang kontur. Pertambangan kupas adalah merupakan operasi pengupasan tanah atau batuan penutup

lapisan batu bara dengan bentuk pengupasan baris-baris sejajar.

### **3. METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan pada adalah penelitian kuantitatif dengan proses penelitiannya langsung melakukan observasi ke lapangan.

#### **3.2 Lokasi Penelitian**

Tempat yang akan dijadikan lokasi dalam kegiatan penelitian ini di PT Ulma Nitra site Banyan Koalindo Lestari yang berlokasi di Jl. Beringin Makmur 3, Bingin Tik., Kec. Rawas Ilir, Kabupaten Musi Rawas, Sumatera Selatan 31655.

#### **3.3 Metode Pengambilan Data**

Metode pengambilan data penelitian yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini adalah:

##### **1. Studi literatur**

Studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mencari informasi serta teori yang berhubungan dengan analisis tipe batuan dan struktur batuan untuk menentukan metode penambangan, dan dibantu dengan referensi dari buku, jurnal, internet, dan laporan tugas akhir dari senior kami yang menjadi acuan dalam penulisan penelitian ini.

##### **2. Observasi lapangan**

Observasi lapangan dilakukan dengan menganalisis tipe batuan dan struktur batuan, spesifikasi alat gali muat dan alat angkut yang ada di PT Ulma Nitra Site Banyan Koalindo Lestari.

#### **3.4 Pengambilan Data**

Jenis data yang diambil pada penelitian penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

##### **a. Data primer**

Data primer adalah data yang diperoleh dari melakukan pengamatan langsung ke lapangan dan melakukan wawancara terhadap pegawai setempat, data tersebut diantaranya, yaitu:

1. Tipe batuan yang ada di *Pit Utara*,
2. Jenis batuan yang ada di *Pit Utara*,
3. *Strike and dip* batuan yang ada di pit utara, dan
4. Struktur batuan yang ada di *Pit Utara*.

b. Data sekunder

Data sekunder ialah data yang diperoleh peneliti dari sumber yang sudah ada, data tersebut diantaranya, yaitu:

1. Peta geologi regional,
2. Peta topografi detail,
3. Peta kesampaian daerah PT Ulma Nitra site Banyan Koalindo Lestari, dan
4. Peta administrasi Kabupaten Musi Rawas Utara.

### 3.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan secara manual terhadap data yang diperoleh dari pengamatan di lapangan maupun data perusahaan dengan panduan dari dasar teori yang sudah diperoleh dari bahan pustaka yang menunjang. Langkah pengolahan data yang dilakukan, yaitu:

1. Pengolahan data dari hasil *measuring section*

Pemetaan geologi merupakan suatu kegiatan pendataan informasi geologi permukaan dan menghasilkan suatu bentuk laporan berupa peta geologi yang dapat memberikan gambaran mengenai penyebaran dan susunan batuan (lapisan batuan), serta memuat informasi gejala struktur geologi yang mungkin mempengaruhi pola penyebaran batuan pada daerah tersebut. Data yang didapat dari kegiatan *measuring section* antara lain:

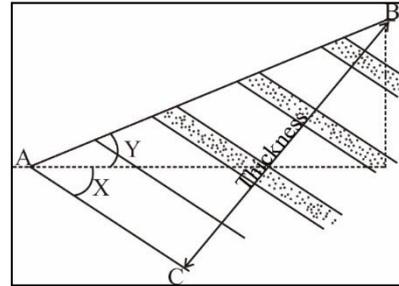
- a. Tipe batuan,
- b. Struktur batuan,
- c. *Strike* dan *dip* setiap perlapisan, dan
- d. Ketebalan perlapisan.

Untuk menghitung ketebalan perlapisan digunakan persamaan berikut:

$$BC = AB \sin (X + Y)$$

Dimana:

- AB = panjang pengukuran (m)  
 Y = kemiringan pengukuran (m)  
 X = *dip* perlapisan ( $^{\circ}$ )



**Gambar 2.1** Menentukan *Cross Section*

2. Penentuan metode penambangan yang baik diterapkan berdasarkan tipe dan struktur batuan yang ada di pit utara PT Ulma Nitra site Banyan Koalindo Lestari.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Identifikasi Tipe dan Struktur Batuan

Analisis tipe dan struktur batuan bertujuan untuk mendapatkan data berupa tipe dan struktur batuan yang terdapat di daerah penelitian, untuk mendapatkan tipe dan struktur batuan dalam penelitian melakukan kegiatan *measuring section*, kegiatan tersebut bertujuan untuk mendapatkan keterangan litologi seperti komponen penyusun, tekstur, struktur sedimen dan sifat geologi serta kedudukan tiap perlapisan batuan dan ketebalan dari setiap litologi, kegiatan *measuring section*.

### 4.2. Tipe Batuan di Daerah Penelitian

PT Ulma Nitra site Banyan Koalindo Lestari masuk ke dalam formasi Muaraenim yang berumur Pliosen-Miosen (Suwarna et.al., 1992), maka dari itu batuan yang ada di lokasi penelitian terdapat batuan klastik dan non-klastik, batuan klastik terdiri dari *claystone*, *siltstone*, *shalestone* dan *sandstone*, sedangkan non-klastik terdiri dari batubara.

#### 4.2.1. Sedimen Klastik

Merupakan batuan sedimen yang terbentuk berasal dari hancuran batuan lain. Kemudian tertransportasi dan terdeposisi dan selanjutnya akan mengalami diagenesa. Berikut merupakan contoh batuan sedimen klastik yang berada di lokasi penelitian.

##### 1. *Siltstone*

Berdasarkan identifikasi di lapangan *siltstone* merupakan batuan sedimen klastik yang memiliki ukuran butir halus 0,062 -

0,088 mm, pada Gambar 4.1 merupakan contoh siltstone di pit utara dengan koordinat x: 295593 dan y: 971368, dengan struktur laminasi, bersisipan *clay* dan *sandstone*, berwarna orange putih segar, dan didapatkan kedudukan  $N302^{\circ}E/30^{\circ}$ .



**Gambar 4.1** Perlapisan *Siltstone*

## 2. *Shalestone*

Berdasarkan identifikasi di lapangan *shalestone* merupakan batuan sedimen klastik.



**Gambar 4.2** Perlapisan *Shalestone*

*Shale* memiliki ukuran butir halus 0,002 - 0,252 mm, bersisipan dengan *carbonaceous*, berwarna coklat lapuk, dan didapatkan kedudukan  $N310^{\circ}E/35^{\circ}$ . Pada Gambar 4.2 didapatkan perlapisan *shalestone* di *Pit Utara* dengan koordinat x: 295302 dan y: 9713969.

## 3. *Sandstone*

Berdasarkan identifikasi di lapangan *sandstone*.



**Gambar 4.3** Perlapisan *Sandstone*

*Sandstone* merupakan batuan sedimen klastik yang memiliki ukuran butir kasar

0,125-0,250 mm dengan struktur laminasi, bersisipan dengan *clay*, berwarna coklat keputihan segar, dan didapatkan kedudukan  $N330^{\circ}E/35^{\circ}$ . Pada Gambar 4.3 didapatkan perlapisan *sandstone* di pit utara dengan koordinat x: 295726 dan y: 9713782.

## 4. *Claystone*

Berdasarkan identifikasi di lapangan *claystone* merupakan batuan sedimen klastik yang memiliki ukuran butir halus 0,063 mm, berwarna abu-abu segar, dan didapatkan kedudukan  $N315^{\circ}E/50^{\circ}$ , pada Gambar 4.4 didapatkan perlapisan *claystone* yang terdapat di *Pit Utara* dengan koordinat x: 295771 dan y: 9713801.



**Gambar 4.4** Perlapisan *Claystone*

## 4.2.2. Sedimen Non Klastik

Batuan sedimen non klastik merupakan batuan yang terbentuk sebagai hasil dari aktifitas organisme atau pengendapan sisa organisme, proses penguapan air laut, dan pengendapan unsur kimia tertentu. Di lokasi penelitian terdapat batu sedimen berupa batubara, dan berdasarkan identifikasi di lapangan didapatkan kedudukan batubara berupa *strike*  $N300^{\circ}E-N320^{\circ}E$  dan *dip*  $30^{\circ}-45^{\circ}$ , di lokasi penelitian terdapat beberapa *seam* batubara terdiri dari *seam* 30L, 40A, 40B, 40C, dan 60, dengan ketebalan rata-rata tiap *seam* 3 m-16 m.



**Gambar 4.5** Perlapisan *Seam* 30, 40A, 40B, 40C, dan 60

### 4.3. Struktur Batuan di Daerah Penelitian

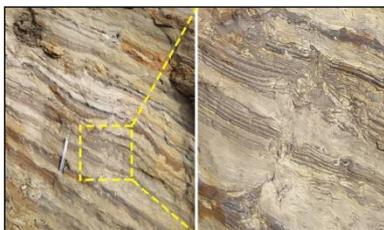
Struktur batuan merupakan bentuk dari perlapisan normal atau mengalami perubahan yang disebabkan oleh aktifitas sedimentasi menurut menurut Pettijohn dan Potter (1964), Koesoemadinata (1981), pada daerah penelitian terdapat struktur primer antara lain *lamination*, *cross lamination*, dan *cross bedding*.

#### 4.3.1. Struktur Primer

Struktur primer merupakan struktur yang terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan batuan (pada saat sedimentasi). Struktur yang terdapat di daerah penelitian antara lain:

##### 1. Struktur *lamination*

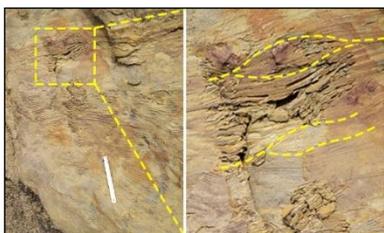
Struktur *lamination* merupakan struktur yang menunjukkan perlapisan batuan sedimen sejajar (horizontal), struktur tersebut terdapat pada lapisan *sandstone* bersisipan dengan *claystone*, pada Gambar 4.6 didapatkan struktur *lamination* yang terdapat di *Pit Utara* dengan koordinat x: 295546 dan y: 9713633.



Gambar 4.6 Struktur *Lamination*

##### 2. Struktur *cross lamination*

Struktur *cross lamination* merupakan struktur yang menunjukkan perlapisan batuan yang mengalami persilangan dan terlihat memotong lapisan sedimen lainnya.



Gambar 4.7 Struktur *Cross Lamination*

Struktur tersebut ditemukan pada batuan *siltstone*. Pada Gambar 4.7 didapatkan struktur *cross lamination* yang terdapat di *Pit Utara* dengan koordinat x: 295593 dan y: 9713689.

##### 3. Struktur *cross bedding*

*Cross bedding* merupakan bentuk perlapisan yang terpotong pada bagian atasnya oleh lapisan berikutnya yang berlainan sudutnya, lapisan ini terdapat pada *siltstone*.



Gambar 4.8 Struktur *Cross Bedding*

Pada Gambar 4.8 didapatkan struktur *cross bedding* yang terdapat di *Pit Utara* dengan koordinat x: 295286 dan y: 9713964.

### 4.4. Penentuan Metode Penambangan

Metode penambangan merupakan cara pengambilan bahan galian dari kondisi asli dengan memperhatikan aspek geologi berupa tipe batuan. Dengan menentukan metode penambangan yang baik dan benar sesuai dengan faktor yang telah ditentukan kita dapat meningkatkan produktivitas sesuai target yang telah ditetapkan. Berikut ini merupakan faktor yang menentukan pemilihan metode penambangan di lokasi penelitian.

#### 4.4.1. Tipe Batuan

Berdasarkan hasil pengamatan *Pit Utara* terdapat batuan dengan jenis sedimen klastik berupa *sandstone*, *siltstone*, *shalestone*, dan *claystone* serta sedimen non klastik berupa batubara.

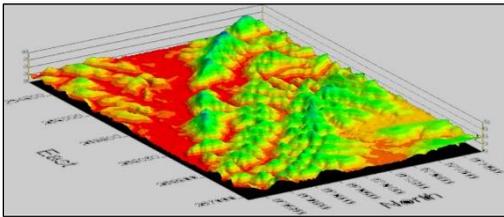


Gambar 4.9 Kemiringan Perlapisan Batubara

Dengan tiap perlapisan batuan memiliki *strike* N300°E-N305°E dan memiliki *dip* antara 30° - 40°, dari kedudukan *dip* setiap perlapisan memiliki kemiringan yang terjal seperti pada Gambar 4.9.

#### 4.4.2. Morfologi

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di lokasi penambangan *Pit* Utara terletak di antara perbukitan dan berada di elevasi 40 - 80 mdpl.



**Gambar 4.10** Kondisi Area Penambangan Terletak di Perbukitan

#### 4.4.3. Karakteristik Endapan

Berdasarkan pengamatan di lapangan batubara yang ada di *Pit* Utara memiliki kedalaman yang terletak berkisar antara 5 m - 10 m dari permukaan, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.11.



**Gambar 4.11** Letak Batubara

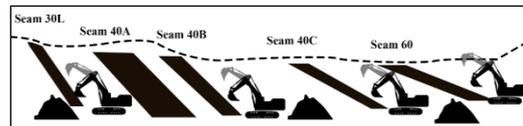
Dari analisis berdasarkan aspek geologi berupa tipe batuan, keadaan morfologi, dan karakteristik endapan dapat ditentukan metode penambangan yang digunakan di *Pit* Utara adalah metode penambangan *open pit*, metode tersebut merupakan penambangan yang dilakukan jika bahan galian tersebut cukup tebal dan memiliki *dip* atau kemiringan bahan galian yang cukup curam, serta keberadaan bahan galian yang terletak tidak terlalu dalam dari permukaan dengan lokasi penambangan terletak di antara perbukitan dengan lapisan penutup mayoritas batupasir,

akan tetapi penggunaan metode penambangan *open pit* memiliki keterbatasan, yaitu:

1. Dengan peralatan yang ada pada saat sekarang ini keterbatasan kedalaman lapisan batubara yang dapat ditambang.
2. Pertimbangan ekonomis antara biaya pembuangan batuan penutup dengan biaya pengambilan batubara.

#### 4.5. Posisi Penggalian

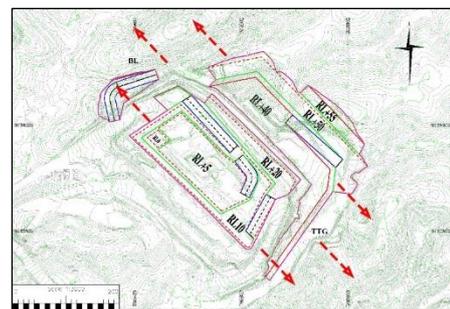
Berdasarkan struktur batuan yang ada di *Pit* Utara berupa lamination dan *graded bedding* dapat ditentukan posisi penggalian mengikuti kemiringan dari lapisan, dikarenakan berdasarkan proses terjadinya sedimentasi, lapisan di *Pit* Utara menghasilkan bentuk lapisan yang miring, sehingga untuk proses diging lebih efektif digunakan.



**Gambar 4.12** Posisi Penggalian dan Penumpukan Bahan Galian

#### 4.6. Arah Penambangan

Berdasarkan pengamatan di lapangan untuk arah penambangan di *Pit* Utara mengarah ke arah Baratlaut atau ke Tenggara, hal tersebut ditentukan berdasarkan letak kedudukan *strike* perlapisan bahan galian atau arah penyebaran batubara tersebut.



**Gambar 4.13** Arah Penambangan di *Pit* Utara

#### 4.7. Geometri Penambangan

Cadangan batubara yang akan ditambang dengan cara teknik tambang terbuka sangat dipengaruhi oleh beberapa aspek meliputi ukuran, bentuk, orientasi dan faktor kedalaman dari permukaan dari

cadangan batubara tersebut. Keadaan topografi mencakup daerah pegunungan sampai daerah dasar lembah. Oleh karena itu, terdapat beberapa pertimbangan geometri yang harus diperhatikan antara lain adalah geometri jenjang.

Berdasarkan pengamatan yang telah saya lakukan untuk tinggi single bench yang digunakan di *Pit* Utara sebesar 7 m. Hal tersebut ditentukan berdasarkan maximum digging height pada *excavator* sebesar 7,3 m, dengan kemiringan single bench sebesar 45°, kemiringan bench didapatkan dari hasil wawancara dengan geologist PT Ulina Nitra, untuk *bench width* sebesar 12,6 m. Hal ini ditentukan dari lebar jalan untuk 2 unit alat angkut berupa HD450-7. Pada *Pit* Utara untuk kegiatan penggalian dengan pola pemuatan *bottom loading*.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo Lestari memiliki tipe batuan klastik terdiri dari *sandstone*, *siltstone*, dan *claystone*, sedangkan tipe batuan non-klastik terdiri dari batubara, dengan ketebalan perlapisan berkisar antara 3 m-16 m, dengan kedudukan *strike* antara N300°E-N3015°E dan *dip* antara 30°-35°, dengan struktur batuan yang terdiri dari *lamination*, *cross bedding*, dan *cross lamination*,
2. Metode penambangan yang diterapkan di PT Ulina Nitra *site* Banyan Koalindo Lestari adalah metode *open pit*, hal tersebut ditentukan dari faktor tipe batuan, dan kondisi morfologi di lokasi penelitian, dengan posisi penggalian mengikuti struktur batuan.

### 4.8. Saran

Saran yang dapat disampaikan Penulis terhadap hasil penelitian yang dilakukan, bahwa untuk metode penambangan di *Pit* Utara dapat diterapkan juga di *Pit* Selatan dengan memperhatikan faktor keamanan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Boggs, Sam Jr. 1987. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Longman Higher Education.
- Fourie, G, A. 1992. *Open Pit Planing and Design, SME Mining Engineering Handbook*, 2nd Edition. New York : littlelon, Co.
- Fritz, Wiliam J., Moore, Johnnie N. 1988. *Basic of Physical Stratigraphy and Sedimentology*. New York : Wiley.
- Howard L, Hartman, 1987. *Introduction Mining Engineering*. Canada : A John Wiley dan Sons. Inc
- Koesoemadinata, R, P. 1981. *Klasifikasi Batuan Sedimen*. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi.
- Komatsu. 2006. *Spesification dan Aplication Handbook Komatsu Edition 27*. Komatsu Ltd.
- Nicholas, Gary. 2009. *Sedimentology and Stratigraphy*, Second Edition. Canada : A John Wiley dan Sons, Ltd., Publication.
- Noor, Djauhari. 2012. *Pengantar Geologi*. Edisi Kedua. Bogor : Universitas Pakuan.
- Noor, Djauhari. 2016. *Prinsip-prinsip Stratigrafi*. Bogor : Pakuan University Press.
- Pettijohn, F.J., Potter, Paul E. 1987. *Sand and Sandstone*. New York : Springer-Verlag New York.
- Pudjosumarto, Partanto, 1993. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Pudjosumarto, Partanto, 2002. *Tambang Terbuka*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Suwarna, N., Suharsono, Amin, T. C., Kusnama, Hermanto, B. 1992. Peta Geologi Lembar Muara Enim, Sumatra.

