

# Rancangan Teknis Penambangan Batukapur pada WIUP OP 412 Ha di PT Semen Padang

Sugiono<sup>1\*</sup> and Dedi Yulhendra<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*solisugiono07@gmail.com

\*\*dediyulhendra@ft.unp.ac.id

**Abstract.** Mining technical design is a design process that is technically very important to do before the start of mining activities. In Indonesia, the government policy on mining engineering is regulated in the Minister of Energy and Mineral Resources Decree No. 1827K/30/MEM/2018 concerning Good Code of Practice for Mining Engineering. In this study, the author discusses the technical design of limestone mining at PT Semen Padang. The purpose of this technical design of mining is to get an overview of the stages of work in the limestone mining process to achieve the production target. Work starts from the geological modeling process in the form of block models. Furthermore, the work continued to the stage of making the ultimate pit limit design. Production scheduling is only for 2019, with proposed mining of 10,839,515 tons. With the provisions of the mining production target per three months, then the push back design is carried out. Next is the calculation of tool productivity. With known production targets and mining equipment productivity, mine scheduling can be done last.

**Keywords:** Block model, ultimate pit limit, production scheduling, push back, and mine scheduling

## 1 Pendahuluan

PT Semen Padang merupakan sebuah perusahaan persemenan tertua di Indonesia yang berperan sebagai produsen sekaligus pedagang semen dengan produksi semen sebesar 7,5 juta ton/tahun. Dimana, status perusahaan adalah anak perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN). PT Semen Padang didirikan pada tanggal 18 Maret 1910 dan dinasionalisasi dari Pemerintah Belanda pada tanggal 5 Juli 1958 serta berbadan hukum Perseroan Terbatas pada tanggal 10 Februari 1973.

Penambangan batukapur di PT Semen Padang dilakukan dengan sistem tambang terbuka dengan metoda penambangan *quarry*. Dimana, metode penambangan *quarry* yang diterapkan adalah *side hill type quarry*. *Side hill type quarry* adalah sistem penambangan yang diterapkan untuk menambang batuan atau endapan mineral industri yang letaknya di lereng bukit atau endapannya berbentuk bukit. Dalam penerapannya, metode penambangan *quarry* yang diterapkan di PT Semen Padang dibuat dalam bentuk jenjang dengan tinggi jenjang (*bench height*) 30 m, lebar

jenjang (*bench width*) 10 m, dan kemiringan lereng untuk *single slope* 75°.

Pada penambangan batukapur, PT Semen Padang memiliki dua WIUP OP (Wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi) besar, yaitu WIUP OP dengan luas 206,96 Ha dan WIUP OP dengan luas 329,89 Ha. Dimana, WIUP OP 206,96 Ha berada di Bukit Karang Putih. Sedangkan, WIUP OP 329,89 Ha berada di Bukit Tajarang. Pada WIUP OP 206,96 Ha, terdapat dua blok penambangan, yaitu: Blok *Existing* dan Blok *Pit Limit*. Dimana, cadangan batukapur pada WIUP OP 206,96 Ha di Blok *Existing* diprediksi akan habis pada bulan September tahun 2019. Sedangkan, ketersediaan cadangan batukapur di Blok *Pit Limit* masih ada untuk penambangan beberapa tahun ke depan.

WIUP OP 329,89 Ha atau sering disebut dengan Area 412 Ha, dengan jenis izin SIPD adalah lokasi penambangan batukapur yang baru. Dimana, kegiatan penambangan batukapur pada area ini masih berada pada tahap *development*. Pada proses *development* berlangsung, juga diperoleh produksi batukapur. Namun, sayangnya sumberdaya batukapur yang ada di area ini tidak dapat dieksploitasi secara maksimal sesuai dengan luasan IUP OP. Hal ini dikarenakan batas IUP OP,

berbatasan langsung dengan kawasan hutan lindung. Batasan area penyelidikan mengacu pada Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan Lindung berdasarkan Keputusan Menteri P14 Tahun 2013 seluas area 242 Ha dengan penyediaan lokasi *Bufferzone* minimal sejauh 500 m terhadap kawasan HSAW seluas 125,5 Ha.

Sebagai area penambangan yang baru, WIUP OP 329,89 Ha atau sering disebut dengan Area 412 Ha, memerlukan rancangan desain batas akhir penambangan (*ultimate pit limit*) untuk memaksimalkan cadangan batubakar yang dapat dieksploitasi. Dalam pembuatan desain *ultimate pit limit*, diperlukan data topografi kemajuan tambang dan hasil pemodelan geologi dari batubakar beserta kajian geoteknik untuk menentukan dimensi bukaan tambang. Selain itu, yang sangat penting adalah batas WIUP OP. Dimana, topografi yang digunakan adalah topografi kemajuan tambang pada bulan Maret 2019. Data geologi yang digunakan adalah data hasil pemodelan geologi batubakar dalam bentuk *block model* yang diperoleh dari perusahaan. *Block model* dibuat dengan dimensi blok panjang 10 m, lebar 10 m, dan tinggi 10 m. Sedangkan, data geoteknik yang diperlukan adalah data hasil uji laboratorium dari sifat fisik dan sifat mekanik batuan untuk menentukan parameter desain tambang.

Pada proses pembuatan rancangan desain *ultimate pit limit*, digunakan data *block model* dari hasil estimasi penyebaran kadar batubakar menggunakan metode penaksiran IDS (*Inverse Distance Squared*). Kemudian, data *block model* yang sudah ada dibuat dalam bentuk *grade shells* (batas blok) berdasarkan nilai *cut off grade* batubakar menggunakan *Vulcan Mining Software*. Tujuannya adalah agar hasil dari desain lebih rapi dan meringankan kerja komputer.

Setelah desain batas akhir penambangan ditentukan, selanjutnya dilakukan estimasi terhadap jumlah cadangan tertambang dari batubakar. Estimasi jumlah cadangan dilakukan terhadap material yang berada di dalam desain batas akhir penambangan. Dengan diketahuinya jumlah cadangan tertambang dari batubakar yang dapat dieksploitasi, maka berdasarkan perencanaan target produksi lamanya umur tambang dapat dihitung. Oleh sebab itu, penjadwalan produksi (*production scheduling*) sangat penting dilakukan agar proses produksi menjadi lebih efektif dan efisien, sehingga target produksi penambangan dapat tercapai.

Setelah penjadwalan produksi dilakukan, pekerjaan selanjutnya yang perlu dilakukan adalah pembuatan rancangan desain pentahapan penambangan (*push back*). *Push back* adalah bentuk-bentuk desain penambangan (*mineable geometries*) yang menunjukkan bagaimana suatu *pit* akan ditambang dari titik masuk awal hingga ke bentuk akhir *pit* berdasarkan volume material yang digali sesuai perencanaan produksi. *Push back* dapat dijadikan tolok ukur sebagai patokan kemajuan tambang dalam suatu periode penambangan sesuai perencanaan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan pembuatan *push back*, untuk memudahkan proses penambangan.

Untuk mencapai target produksi penambangan batubakar sesuai perencanaan, salah satunya adalah dengan merencanakan penjadwalan peralatan

penambangan yang baik. Penjadwalan peralatan penambangan perlu mendapatkan perhatian khusus. Dalam proses produksi batubakar, PT Semen Padang memiliki beberapa unit alat gali-muat dan alat angkut. Dimana, terdapat tiga unit alat gali-muat berupa *excavator*, yaitu: *Hitachi EX 2500*, *Caterpillar 6030 FS*, dan *Komatsu PC 1.800*. Kemudian, terdapat tiga seri alat angkut, yaitu: *HDT Komatsu 785-7*, *HDT Caterpillar 777 C*, dan *HDT Caterpillar 777 D*. Dengan diketahuinya spesifikasi peralatan tambang yang ada, maka produktivitas peralatan tambang tersebut dapat dihitung. Setelah produktivitas peralatan diketahui, selanjutnya dapat dilakukan penjadwalan terhadap peralatan sesuai kebutuhan produksi. Sehingga, dengan adanya rencana target produksi yang telah dibuat dan produktivitas peralatan penambangan telah diketahui, maka perlu dilakukan penjadwalan penambangan (*mine scheduling*).

## 2 Kajian Pustaka

### 2.1 Lokasi Penelitian



Gambar 1. Area Tambang PT Semen Padang<sup>[1]</sup>

Secara administrasi, PT Semen Padang terletak di Kelurahan Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Secara geografis dapat dilihat pada Gambar 1, PT Semen Padang terletak pada koordinat 100°27'20" BT sampai 100°32'12" BT dan 00°57'47" LS sampai 01°00'48" LS. Sedangkan, untuk lokasi penambangan batubakarnya terletak di Bukit Karang Putih, yang secara geografis terletak pada koordinat 100°24'31" BT sampai 100°25'04" BT dan 00°57'47" LS sampai 01°00'48" LS. Dimana, membujur dari arah Utara ke Selatan dengan puncak perbukitan tertinggi 554 m dan puncak terendah 400 m di atas permukaan air laut.

Letak geografis Kota Padang berada pada koordinat 00°44'00" sampai 01°08'35" LS dan 100°05'05" BT yang mengarah ke Laut Hindia dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara berbatasan dengan Kabupaten Padang Pariaman.

- Sebelah Timur berbatasan dengan Kota Solok dan Kabupaten Solok.
- Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan.
- Sebelah Barat berbatasan dengan Lautan Hindia.

## 2.2 Kajian Teori

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang<sup>[2]</sup>. Penambangan adalah ekstraksi mineral berharga dari kerak bumi oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan dasarnya, seperti: perumahan, panas, cahaya, makanan, dalam masyarakat modern termasuk juga mobilitas dan komunikasi<sup>[3]</sup>. Proses ekstraksi mineral berharga tersebut dilakukan melalui tahapan-tahapan usaha pertambangan secara sistematis. Hal ini menjadikan proses untuk mendapatkan mineral berharga membutuhkan strategi khusus dalam praktiknya.

### 2.2.1 Perencanaan Tambang

Perencanaan merupakan proses pemilihan informasi dan pembuatan asumsi-asumsi mengenai keadaan dimasa yang akan datang untuk merumuskan kegiatan-kegiatan yang perlu dilakukan dalam rangka pencapaian tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya<sup>[4]</sup>. Perencanaan tambang merupakan suatu perencanaan yang secara sistematis dilakukan untuk mengoptimalkan target produksi penambangan yang telah direncanakan, dengan memanfaatkan sumberdaya yang ada dan biaya yang seminimal mungkin. Perencanaan tambang benar-benar tentang mencari solusi optimal untuk tiga masalah yang digabungkan, yaitu: pengurutan blok tambang, diskriminasi limbah bijih oleh nilai *cut off* dan menentukan tingkat produksi<sup>[5]</sup>. Berdasarkan sudut pandang jangkaun waktu pelaksanaannya, perencanaan tambang dibagi ke dalam tiga bagian, yaitu: perencanaan jangka pendek (< 1 tahun), perencanaan jangka menengah ( 1 tahun dan 5 tahun), dan perencanaan jangka panjang (> 5 tahun).

### 2.2.2 Metode Penambangan

Pemilihan sistem penambangan atau tambang terbuka biasa diterapkan untuk bahan galian yang keterdapatannya relatif dekat dengan permukaan bumi<sup>[6]</sup>. Terdapat beberapa faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan metode penambangan, meliputi: karakteristik spasial dari endapan, kondisi geologi dan hidrologi, sifat-sifat geoteknik (mekanika tanah dan batuan), pertimbangan ekonomi, faktor teknologi, dan perhatian lingkungan<sup>[7]</sup>.

Metode penambangan dengan cara *quarry* biasa digunakan untuk bahan-bahan galian industri<sup>[6]</sup>. Pada dasarnya, metode penambangan *quarry* sama dengan metode penambangan secara *open pit*. Dimana, yang

membedakannya adalah jenis bahan galian yang ditambang. Secara umum, metode penambangan *open pit* lebih banyak diterapkan pada penambangan mineral logam atau bijih (*ore*). Sedangkan, metode penambangan kuari lebih banyak diterapkan pada penambangan mineral non logam atau batuan. Berdasarkan kondisi geologi batuan yang akan ditambang, terdapat beberapa jenis bahan galian yang umum ditambang dengan metode penambangan *quarry*, seperti: endapan sekunder (batukapur), batuan metamorf (marmer), dan batuan beku (andesit).

Berdasarkan letak endapan bahan galian yang akan digali, metode penambangan *quarry* dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

#### 2.2.2.1 Side Hill Type

*Side hill type* merupakan bentuk penambangan untuk batuan atau bahan galian industri yang terletak dilereng-lereng bukit.

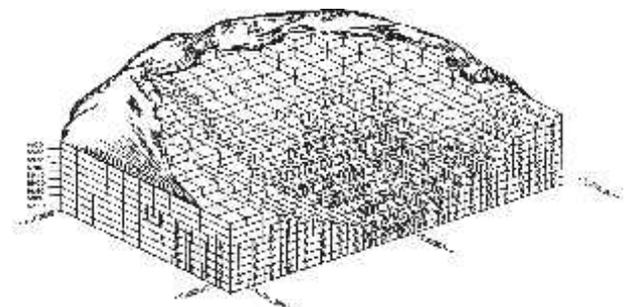
#### 2.2.2.2 Pit Type (Subsurface Type)

*Pit type* adalah sistem penambangan yang diterapkan untuk menambang mineral atau batuan yang terletak pada suatu daerah yang relatif datar. Permukaan kerja (*front*) digali ke arah bawah sehingga membentuk cekungan (*pit*).

### 2.2.3 Vulcan Mining Software

Saat ini, perusahaan tambang dapat menggunakan *software* terbaik di dunia, yaitu *Vulcan Mining Software* tanpa harus mengeluarkan biaya yang besar, hanya membeli modul yang sesuai dengan kebutuhan pekerjaan *project* di lapangan. *Vulcan Mining Software* adalah *mining software* yang *user friendly*, dapat digunakan untuk mengerjakan dua data hanya dengan satu *software* saja (*coal* dan *ore*), dan mempunyai *toolkit* utama untuk *mining engineer*, *geologist*, dan *surveyor* yang terintegrasi dengan tampilan 3D yang kuat untuk *resource modeling*, *mine planning*, dan *production*<sup>[8]</sup>.

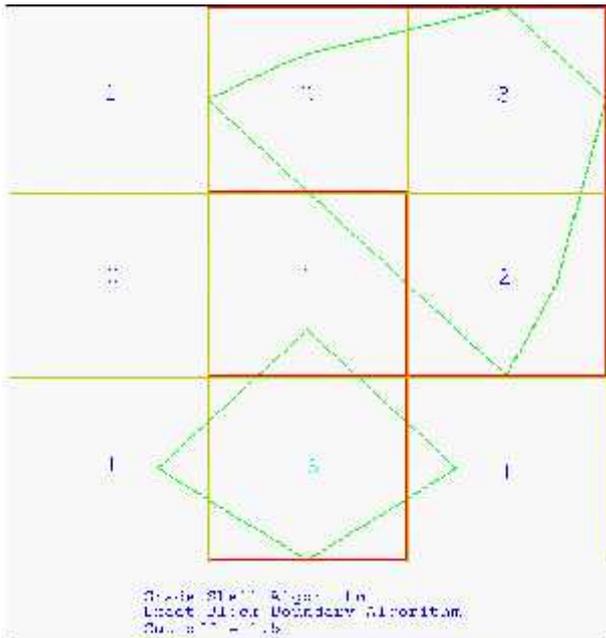
### 2.2.4 Block Modeling



**Gambar 2.** Tampilan Diagram dari Matriks Blok 3D yang Berisi Badan Bijih<sup>[9]</sup>

Dasar penerapan teknik komputer untuk estimasi kadar dan tonase adalah visualisasi deposit sebagai kumpulan

blok seperti terlihat pada **Gambar 2**. Sebagai aturan praktis, ukuran minimum sebuah blok tidak boleh kurang dari empat kali dari interval lubang bor rata-rata. Katakanlah, blok 50 ft untuk grid pengeboran 200 ft dan blok 200 ft untuk grid pengeboran 800 ft. Ketinggian blok sering kali disesuaikan dengan tinggi jenjang yang akan digunakan dalam penambangan. Selain itu, lokasi blok tergantung pada berbagai faktor. Misalkan, ketinggian, kontak bijih dengan batuan penutup, jenis mineralisasi (oksida dan sulfida), zona kelas tinggi dan kelas rendah, dan lain-lain<sup>[9]</sup>.



**Gambar 3.** Algoritma *Grade Shells*<sup>[10]</sup>

Setelah adanya hasil visualisasi deposit dalam bentuk *block model*, selanjutnya model visualisasi deposit tersebut dapat dibuat dalam bentuk *grade shells* (batas blok) dengan algoritma seperti terlihat pada **Gambar 3**. Model visualisasi *grade shells* digunakan untuk melihat area *block model* di atas nilai *cut off grade* tertentu.

## 2.2.5 Sumberdaya dan Cadangan

### 2.2.5.1 Pengertian Sumberdaya dan Cadangan

Definisi sumberdaya dan cadangan diambil dari SNI 4726:2011, yang memuat tentang Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Mineral. Sumberdaya mineral (*mineral resource*) adalah suatu konsentrasi atau keterdapatan dari material yang memiliki nilai ekonomi pada atau di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas, dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekkan yang beralasan yang pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis. Sedangkan, cadangan mineral (*mineral reserve*) adalah bagian dari sumberdaya mineral terukur atau tertunjuk sebagai suatu cebakan bahan galian yang telah diketahui ukuran, bentuk, sebaran, kualitas, dan kuantitasnya dan secara ekonomi, teknik, hukum, lingkungan, dan sosial dapat ditambang pada saat perhitungan dilakukan<sup>[11]</sup>.

### 2.2.5.2 Estimasi Sumberdaya dan Cadangan

Estimasi sumberdaya berperan penting dalam menentukan kuantitas dan kualitas dari suatu endapan<sup>[12]</sup>. Estimasi sumberdaya dan cadangan mineral dilakukan atas dasar klasifikasi berdasarkan SNI 4726:2011. Estimasi sumberdaya dan cadangan mineral bukanlah hasil kalkulasi yang presisi, tergantung pada interpretasi atas informasi yang terbatas mengenai lokasi, bentuk, dan kemenerusan dari keterdapatan mineral dan hasil analisa percontoh yang tersedia<sup>[13]</sup>.

### 2.2.6 Desain Tambang (Mine Design)

Desain tambang (*mine design*) adalah gambaran dimensi bukaan tambang berdasarkan pemodelan geologi bahan galian dari data hasil kegiatan eksplorasi dengan kriteria tertentu. Dimana, desain tambang tersebut menggambarkan metode penambangan yang digunakan untuk mengeksploitasi bahan galian yang ada. Desain tambang dibuat berdasarkan rekomendasi dari beberapa masukan data penting, seperti: topografi, pemodelan geologi (data bor) yang telah dibuat dalam bentuk *block model*, rekomendasi geoteknik (geometri lereng), ukuran peralatan tambang, dan beberapa masukan data lain yang dibutuhkan. Perancangan desain harus memperhatikan kemampuan dan ketersediaan alat dan lahan yang akan dilakukan pembongkaran<sup>[14]</sup>

Ada tiga faktor yang terlibat dalam pembuatan desain tambang<sup>[17]</sup>:

- Faktor alam dan geologi, yaitu: kondisi geologi, tipe bijih, kondisi hidrogeologi, topografi, dan karakteristik metalurgi.
- Faktor ekonomi, yaitu: kelas bijih, tonase bijih, *stripping ratio*, *cut off grade*, biaya operasional, biaya investasi, laba yang diinginkan, tingkat produksi, dan kondisi pasar.
- Faktor teknologi, yaitu: peralatan, lereng pit, tinggi jenjang, kemiringan jalan, properti, dan batas pit.

Proses desain terdiri dari empat langkah utama, sebagai berikut<sup>[15]</sup>:

- Menentukan *pit shell* pamungkas untuk menentukan penjadwalan semesta.
- Menemukan urutan ekstraksi blok yang menghasilkan nilai bersih sekarang (NPV) terbaik sambil memenuhi kendala kemiringan geoteknis.
- Merancang fase tambang praktis yang dapat ditambang (*pushback*) yang secara kasar didasarkan pada urutan blok optimal.
- Mengoptimalkan jadwal penambangan dan nilai *cut off grade* (CoG) dalam serangkaian kendala bisnis dan operasional. NPV dari jadwal optimal ini dianggap sebagai kriteria utama kelayakan ekonomis proyek.

Penentuan *ultimate pit limit* (batas akhir penambangan) adalah suatu bagian dari proses pembuatan desain tambang untuk mendapatkan gambaran bukaan tambang secara keseluruhan. Lubang yang ada pada akhir penambangan disebut lubang final atau *ultimate*<sup>[9]</sup>. Setelah batas *pit* ditentukan dengan aturan yang telah ditetapkan, dan juga pengklasifikasian

material dalam *pit* telah dilakukan, maka dapat dilakukan perhitungan terhadap cadangan bijih (tonase dan *grade*) yang dapat dieksploitasi secara ekonomis. Sehingga, dengan rencana target produksi yang telah ditetapkan, maka lamanya umur tambang dapat dihitung.

## 2.2.7 Jalan Angkut (Haul Road) Tambang

Perencanaan geometri jalan angkut sangatlah penting dilakukan sebelum kegiatan penambangan dilakukan. geometri jalan angkut yang harus diperhatikan sama seperti jalan raya pada umumnya, yaitu: lebar jalan angkut, jari-jari tikungan dan superelevasi, kemiringan jalan, dan *cross slope*<sup>[16]</sup>.

### 2.2.7.1 Lebar Jalan Angkut

#### 2.2.7.1.1 Lebar Jalan Angkut pada Jalan Lurus

Lebar jalan minimum pada jalan lurus dengan lajur ganda atau lebih, menurut AASTHO (*Amerian Association of State Transportation Highway Officials Manual Rural Highway Design*), harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan. Lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut<sup>[16]</sup>:

$$L_{min} = n \cdot Wt + (n + 1) (1/2 \cdot Wt) \quad (1)$$

Keterangan:

$L_{min}$  = Lebar jalan angkut minimum (m)

$n$  = Jumlah lajur

$Wt$  = Lebar alat angkut (m)

#### 2.2.7.1.2 Lebar Jalan Angkut pada Belokan

Perhitungan terhadap lebar jalan angkut pada tikungan atau belokan dapat menggunakan rumus<sup>[17]</sup>:

$$W = n (U + Fa + Fb + Z) + C \quad (2)$$

$$C = Z = 1/2 (U + Fa + Fb) \quad (3)$$

Keterangan:

$W$  = Lebar jalan angkut pada tikungan (m)

$n$  = Jumlah lajur

$U$  = Jarak jejak roda kendaraan (m)

$Fa$  = Selisih lebar jejak ban depan dan belakang saat tikungan dilihat dari depan (m) dikoreksi dengan sudut penyimpangan (°) x  $Ad$

$Fb$  = Selisih lebar jejak ban depan dan belakang saat tikungan dilihat dari belakang (m) dikoreksi dengan sudut penyimpangan (°) x  $Ab$

$Ad$  = Lebar jantai depan atau jarak as roda depan dengan bagian depan truk (m)

$Ab$  = Lebar jantai belakang atau jarak as roda belakang dengan bagian belakang truk (m)

= Sudut penyimpangan (belok) roda depan

$C$  = Jarak antara dua truk yang akan bersimpangan (m)

$Z$  = Jarak sisi luar truk ke tepi jalan (m)

## 2.2.7.2 Jari-Jari Tikungan dan Superelevasi

### 2.2.7.2.1 Jari-Jari Tikungan

Jari-jari tikungan jalan angkut berhubungan dengan konstruksi alat angkut yang digunakan, khususnya jarak horizontal antara poros roda depan dan belakang. Jari-jari belokan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut<sup>[16]</sup>:

$$R = W / (\sin \theta) \quad (4)$$

Keterangan:

$R$  = Jari-jari belokan jalan angkut (m)

$W$  = Jarak poros roda depan dan belakang (m)

$\theta$  = Sudut penyimpangan roda depan (°)

### 2.2.7.2.2 Superelevasi

Bagian tikungan jalan perlu diberi superelevasi, yaitu dengan cara meninggikan jalan pada sisi luar tikungan. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari atau mencegah kendaraan tergelincir keluar jalan atau terguling. Secara matematis, superelevasi dirumuskan sebagai berikut<sup>[17]</sup>:

$$e = V^2 / 127R \quad (5)$$

Keterangan:

$Tg \ e$  = Superelevasi

$V$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$R$  = Radius tikungan (m)

### 2.2.7.2.3 Kemiringan Jalan Angkut

Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%). Dalam pengertiannya, kemiringan (°) 1% berarti jalan tersebut naik atau turun (y) 1 m atau 1 ft untuk setiap jarak mendatar (x) sebesar 100 m atau 100 ft. Kemiringan (*grade*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut<sup>[17]</sup>:

$$Grade (\%) = (h / x) \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

$h$  = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

$x$  = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

### 2.2.7.2.4 Cross Slope

*Cross slope* adalah sudut yang dibentuk oleh dua sisi permukaan jalan terhadap bidang horizontal.

## 2.2.8 Penjadwalan Produksi (Production Scheduling)

Setelah diketahui berapa jumlah cadangan yang ada, maka dapat dilakukan penjadwalan produksi penambangan. Penentuan target produksi per bulan dilakukan berdasarkan jumlah unit yang berfungsi, serta keuntungan yang akan didapat<sup>[18]</sup>. Salah satu pendukung keberhasilan tambang adalah pencapaian target produksi<sup>[19]</sup>.

### 2.2.9 Pentahapan Penambangan (Push Back)

*Sequence* penambangan merupakan bentuk-bentuk penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu *pit* akan ditambang dari tahap awal hingga tahap akhir rancangan tambang (*pit limit*)<sup>[20]</sup>. *Sequencing* memiliki efek signifikan terhadap profitabilitas usaha pertambangan<sup>[21]</sup>. Rancangan *sequence* sebaiknya memenuhi kriteria-kriteria tertentu, diantaranya<sup>[4]</sup>:

- Harus cukup lebar agar peralatan tambang dapat bekerja dengan baik. Lebar *sequence* minimum 10-100 m.
- Memperhatikan sekurang-kurangnya memiliki satu jalan angkut untuk setiap *sequence* dengan memperhitungkan jumlah material yang terlibat dan memungkinkannya akses keluar. Jalan angkut ini harus menunjukkan pula akses ke seluruh permukaan kerja.
- Penambahan jalan pada suatu *sequence* akan mengurangi lebar daerah kerja.
- Tambang tidak akan pernah sama bentuknya dengan rancangan tahap-tahap penambangan, karena dalam kenyataannya beberapa *sequence* dapat saja dikerjakan secara bersamaan.

### 2.2.10 Penjadwalan Peralatan

Manajemen peralatan adalah salah satu tahapan penting dalam perencanaan<sup>[4]</sup>. Banyaknya jumlah alat angkut yang dibutuhkan setiap *fleet* penambangan dihitung berdasarkan waktu edar (*cycle time*)<sup>[22]</sup>. Manajemen peralatan diperlukan agar penggunaan peralatan dapat efektif dan efisien.

#### 2.2.10.1 Produktivitas Alat Gali-Muat Hydraulic Excavator

Secara umum, rumus produksi alat gali-muat *hydraulic excavator* adalah<sup>[23]</sup>:

$$Q = q \times 3600 / C_m \times E \quad (7)$$

Keterangan:

- $Q$  = Produksi perjam ( $m^3/\text{jam}$ )
- $q$  = Produksi persiklus ( $m^3$ )
- $C_m$  = Waktu siklus (detik)
- $E$  = Efisiensi kerja

#### 2.2.10.2 Produktivitas Alat Angkut

Secara umum, rumus produksi alat angkut *highway dump trucks* adalah<sup>[23]</sup>:

$$P = C \times 60 / C_{mt} \times E_t \quad (8)$$

Keterangan:

- $P$  = Produksi perjam ( $m^3/\text{jam}$ )
- $C$  = Produksi persiklus ( $m^3$ )
- $C_{mt}$  = Waktu siklus dari *dump truck* (menit)
- $E_t$  = Efisiensi kerja dari *dump truck*

## 3 Metode Penelitian

### 3.1 Jenis Penelitian

Penelitian adalah suatu cara dari sekian cara yang pernah ditempuh dilakukan dalam mencari kebenaran<sup>[24]</sup>. Jika dilihat dari sudut pandang pengukuran dan analisis data penelitian, maka jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian dengan pendekatan secara kuantitatif. Penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang datanya dinyatakan dalam angka dan dianalisis dengan teknik statistik<sup>[24]</sup>. Sedangkan, jika dilihat dari sudut pandang tujuan penggunaan hasil penelitian, maka jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian terapan. Penelitian terapan, yaitu penelitian yang hasilnya dipergunakan untuk keperluan praktis, seperti pembuatan kebijakan, dan lain-lain<sup>[24]</sup>. Sehingga, jika kedua sudut pandang tersebut digabungkan, maka dapat disimpulkan bahwa jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian kuantitatif terapan.

### 3.2 Jenis Data

Ada dua jenis data yang diperlukan dalam penelitian ini, antara lain:

- Data primer, yaitu data yang diperoleh dan disusun melalui kegiatan pengukuran secara langsung.
- Data sekunder, yaitu data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari sumber yang sudah ada.

### 3.3 Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Data

#### 3.3.1 Sumber Data

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Unit Perencanaan dan Pengawasan Tambang PT Semen Padang.

#### 3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data baik data primer maupun data sekunder dilakukan secara kolektif melalui Unit Perencanaan dan Pengawasan Tambang PT Semen Padang. Dalam pelaksanaannya, perusahaan memberikan izin pengambilan data dengan memberikan formulir pengambilan data penelitian. Formulir pengambilan data penelitian tersebut memuat: nama peneliti, NIM, judul penelitian, unit kerja penelitian, jenis data yang dibutuhkan, unit kerja, nama dan tanda tangan pejabat yang memberikan data, serta ditandatangani oleh mahasiswa sebagai peneliti dan diketahui oleh pembimbing lapangan.

### 3.4 Teknik Analisis Data

Data yang diperoleh, yaitu: data hasil pemodelan geologi dalam bentuk *block modeling*, data geoteknik (hasil pengujian sifat fisik dan mekanik batuan), spesifikasi peralatan tambang yang digunakan oleh perusahaan, dan data jam kerja alat. Data hasil pemodelan geologi dalam bentuk *block modeling* kemudian diubah ke dalam

bentuk *grade shells* sesuai nilai *cut off grade* litologi batuan penyusun menggunakan program komputer, yaitu *Vulcan Mining Software*. Tujuan pengolahan data tersebut adalah untuk membuat pemodelan geologi dari litologi batuan penyusun di sekitar daerah penelitian hingga ke tahap pembuatan desain tambang (*mine design*). Pemodelan geologi dibuat dalam bentuk *block model* 3D. Untuk estimasi kadar bahan galian, oleh perusahaan digunakan salah satu metode estimasi yang disebut dengan IDS (*Inverse Distance Squared*). Data geoteknik merupakan data yang sangat penting dalam pembuatan rencana desain tambang. Data geoteknik yang diperlukan di sini adalah nilai dari beberapa parameter geometri lereng tambang. Kemudian, data spesifikasi peralatan tambang sangat diperlukan dalam pembuatan desain jalan tambang, serta data jumlah jam kerja alat tidak kalah penting untuk menentukan penjadwalan alat pada proses produksi.

## 4 Hasil Penelitian dan Pembahasan

### 4.1 Metode Penambangan



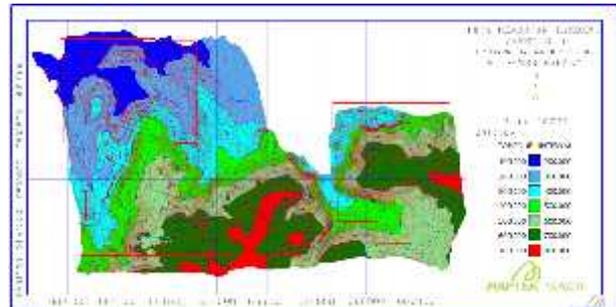
Gambar 4. Kondisi Lapangan<sup>[1]</sup>

Penambangan batukapur di PT Semen Padang dilakukan dengan sistem tambang terbuka menggunakan metoda penambangan *quarry* serta metoda penggalian pengeboran dan peledakan (*drilling and blasting*). Dimana, metode penambangan *quarry* yang diterapkan adalah *side hill type quarry* dengan jalan masuk ke blok penambangan berbentuk zig-zag seperti terlihat pada Gambar 4. Pada saat ini, kegiatan penambangan batukapur di PT Semen Padang sudah mulai memasuki area penambangan yang baru, tepatnya di IUP OP 329,89 Ha atau lebih dikenal dengan Area 412 Ha.

### 4.2 Kondisi Topografi

Kondisi topografi Bukit Karang Putih dan Bukit Tajarang serta daerah sekitarnya terdiri atas perbukitan bergelombang, dengan elevasi terendah 175 mdpl di bagian Utara sampai elevasi tertinggi 750 mdpl di bagian Selatan. Dimana, kemiringan lereng bukit berkisar 35° sampai 70° dan pada tempat tertentu sampai 85° hingga

90°. Pada Gambar 5, dapat dilihat gambaran topografi situasi kemajuan tambang PT Semen Padang akhir penambangan bulan Maret 2019. Dimana, peta topografi pada tersebut, dibuat menggunakan skala peta 1:5.000 dengan interval kontur 5 m dan indeks kontur 50 m. Dimana, untuk mempermudah memahami topografi situasi kemajuan tambang, perbedaan ketinggian pada peta diberikan perbedaan warna dengan interval ketinggian 100 m.



Gambar 5. Kondisi Lapangan

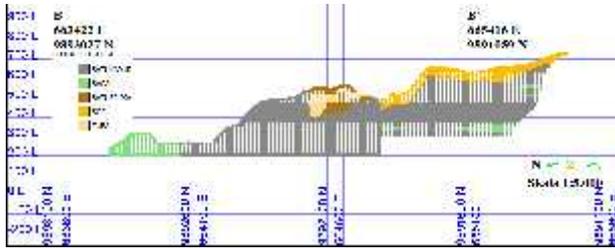
Dari ketiga blok penambangan yang ada, kemajuan tambang masing-masing blok berada pada elevasi yang berbeda. Kemajuan tambang pada Blok *Existing*, yaitu di bagian Utara sudah mencapai elevasi 185 mdpl, dapat dilihat pada peta dengan zona berwarna biru. Pada Blok *Pit Limit*, yaitu di bagian tengah kemajuan tambang sudah mencapai elevasi 470 mdpl, dapat dilihat pada peta dengan zona berwarna hijau muda. Sedangkan, kemajuan tambang pada Blok *Tजारang*, yaitu di bagian Selatan sudah mencapai elevasi 705 mdpl, dapat dilihat pada peta dengan zona berwarna hijau tua.

### 4.3 Jalan dan Sarana Pengangkutan

Situasi jalan tambang pada area penambangan batukapur PT Semen Padang dapat dilihat pada Gambar 6. Jalan masuk ke area tambang dapat melalui jalur Barat dan jalur Timur yang ada di bagian Utara IUP OP 206,96 Ha. Untuk jalan tambang atau jalan produksi pada proses pengangkutan setiap blok-blok penambangan dibuat dalam bentuk zig-zag, dikarenakan medan kerja yang ekstrim. Dimana, untuk kemiringan jalan tambang pada bagian-bagian yang ekstrim, rata-rata berada di atas 12%. Untuk jalan produksi, dibuat dua arah berdasarkan dimensi alat angkut terbesar yang digunakan pada proses pengangkutan. Pada proses pengangkutan material hasil penambangan, PT Semen Padang mempunyai sepuluh unit alat angkut. Kesepuluh unit alat angkut tersebut terdiri atas enam unit *HDT Komatsu 785-7*, dua unit *HDT Caterpillar 777 C*, dan dua unit *HDT Caterpillar 777 D*. Dimana, untuk *HDT Komatsu* diberi kode DK dan *HDT Caterpillar* diberi kode DC.

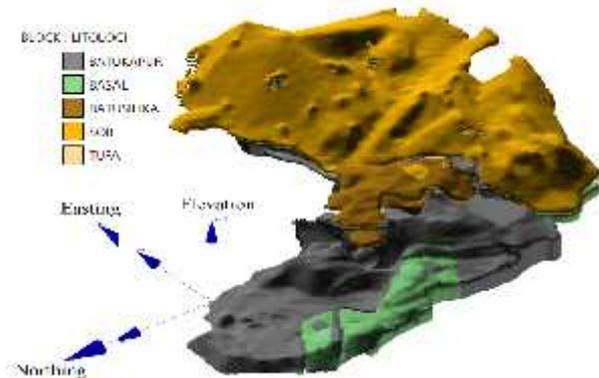


bahwa pada WIUP OP 206,96 Ha terdapat lapisan batasilika dan tufa pada rentang elevasi 400 mdpl sampai 550 mdpl. Sehingga, untuk dapat mengambil batukapur yang ada di bawah material tufa membutuhkan proses *development* yang cukup lama. Untuk lapisan batukapur pada WIUP OP 329,89 Ha, berada pada rentang elevasi 300 mdpl sampai 680 mdpl.



Gambar 9. Cross Section Vertikal B-B' dari Block Model

Dari hasil pemodelan geologi dalam bentuk *block model*, kemudian dilakukan pembuatan *grade shells*. Tujuan dibuatnya *grade shells* adalah untuk mempermudah pekerjaan pada tahap pembuatan rancangan desain batas akhir penambangan. *Grade shells* dibuat berdasarkan nilai *cut off grade* dari litologi batuan yang ada seperti terlihat pada Gambar 9. Pada pembuatan rancangan desain batas akhir penambangan, nantinya digunakan *grade shells* dari batukapur (48% CaO < 60%)



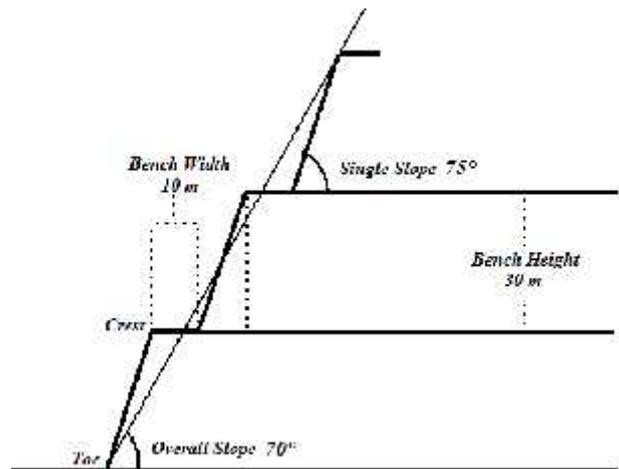
Gambar 10. Grade Shells (Batas Blok) Berdasarkan Cut off Grade

#### 4.5 Rencana Geoteknik

Pada Kepmen ESDM RI No. 1827 K/30/MEM/2018, dijelaskan bahwa “Kajian geoteknik adalah kegiatan penyelidikan di laboratorium dan atau di lapangan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik batuan dan atau tanah yang diperlukan dalam rangka perencanaan dan desain tambang”. Dari pengertian tersebut, artinya penyelidikan geoteknik perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan perilaku batuan yang ada. Oleh sebab itu, penyelidikan geoteknik sangat penting dilakukan untuk merencanakan kemantapan kestabilan lereng tambang.

Salah satu dari beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam penambangan terbuka adalah

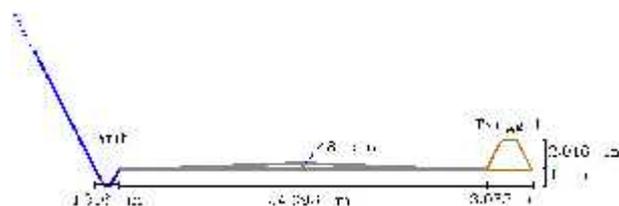
geoteknik pada litologi batuan di area penambangan<sup>[26]</sup>. Kestabilan lereng penambangan ditentukan oleh parameter geoteknik antara lain: sifat fisik dan mekanik batuan, tinggi muka air tanah, getaran peledakan atau gempa bumi, *ground pressure* alat-alat berat, struktur massa batuan, dan sebagainya<sup>[27]</sup>. Berdasarkan analisis kestabilan lereng tambang yang telah dilakukan oleh pihak perusahaan PT Semen Padang, rekomendasi geoteknik yang diberikan untuk parameter desain tambang dapat dilihat pada Gambar 11.



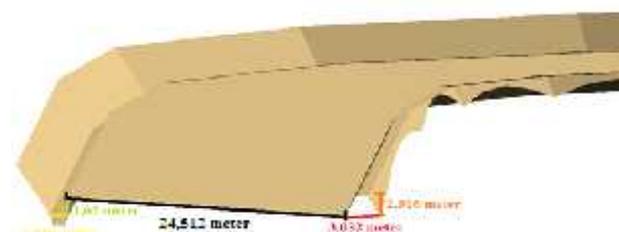
Gambar 11. Rekomendasi Geoteknik

#### 4.6 Rencana Geometri Jalan Tambang

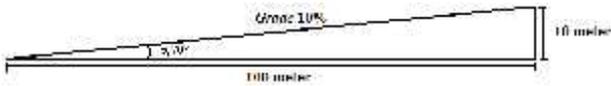
Dari hasil perhitungan geometri jalan tambang yang telah dilakukan, maka berdasarkan dimensi alat angkut terbesar yang melalui jalan tersebut, yaitu *HDT Komatsu 785-7* diperoleh lebar jalan angkut pada jalan lurus adalah 24,098 m, lebar jalan angkut pada belokan 24,512 m, kemiringan jalan 10%, dan *cross slope* 0,48 m. Untuk desain penampang jalan dapat dilihat pada Gambar 12, 13, dan 14.



Gambar 12. Penampang Melintang Desain Jalan Angkut pada Jalan Lurus



Gambar 13. Desain Jalan Angkut pada Belokan



Gambar 14. Kemiringan Jalan Angkut

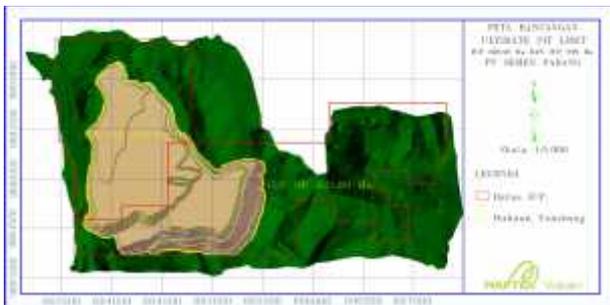
#### 4.7 Batas Akhir Penambangan (Ultimate Pit Limit)

Parameter rancangan desain batas akhir penambangan (*ultimate pit limit*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Rancangan Desain Batas Akhir Penambangan

Parameter Desain Tambang	Nilai
Elevasi minimum	180 mdpl
Elevasi maksimum	745 mdpl
Bench height	30 m
Bench Width	10 m
Single slope	75°
Overall slope	70°
Lebar bukaan jalan Angkut (Lebar jalan + Lebar tanggul + Lebar parit)	28,65 m
Lebar bukaan jalan perintis	10 m
Kemiringan jalan ( <i>grade</i> )	10%

Hasil rancangan batas akhir penambangan dapat dilihat pada Gambar 15, dengan jalan masuk ke area penambangan menggunakan jalan yang telah ada, yaitu terdapat di sisi sebelah Barat dan Timur WIUP OP 206,96 Ha bagian Utara. Berdasarkan hasil rancangan desain batas akhir penambangan yang dimulai dari elevasi terendah 180 mdpl sampai dengan elevasi tertinggi 745 mdpl, diperoleh jumlah jenjang keseluruhan sebanyak 19 jenjang. Pada IUP OP 206,96 Ha, batas akhir penambangan berada pada elevasi 180 mdpl dengan jumlah jenjang sebanyak 7 jenjang ke arah Selatan. Sedangkan, pada IUP OP 329,89 Ha, batas akhir penambangan berada pada elevasi 210 mdpl untuk pengambilan blok cadangan dari desain *block model* IUP OP 206,96 Ha. Namun, untuk pengambilan blok cadangan dari desain *block model* IUP OP 329,89 Ha batas akhir penambangannya sampai elevasi 300 mdpl, dengan jumlah jenjang sebanyak 15 jenjang ke arah Timur.



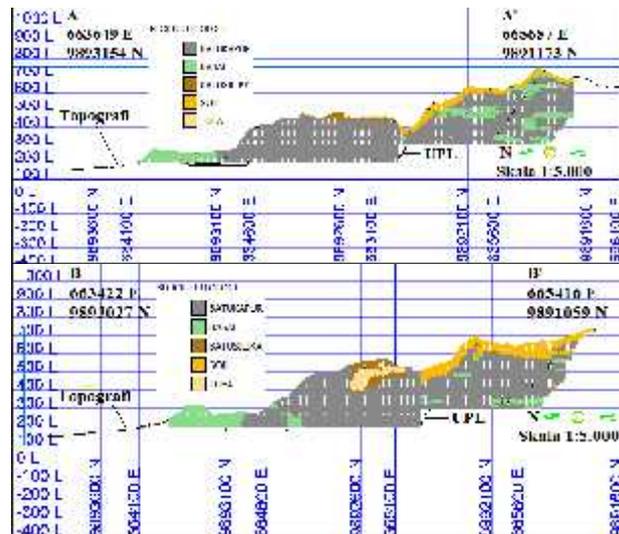
Gambar 15. Batas Akhir Penambangan

Pada Gambar 16, dapat dilihat topografi kemajuan bulan Maret 2019 dan *block model* dalam Tampilan 2D. Kemudian, pada Gambar 17 ditampilkan *cross section*

A-A' dan B-B' untuk melihat *section* vertikal dari desain batas akhir penambangan. *Section* A-A' dan B-B' dibuat melintang dari arah Barat Laut ke Tenggara. Dimana, koordinat titik A berada pada 663649 E dan 9893154 N, untuk titik A' berada pada koordinat 665657 E dan 9891173 N. Untuk *section* B-B', koordinat titik B berada pada 663422 E dan 9893027 N, untuk titik B' berada pada koordinat 665416 E dan 9891059 N.



Gambar 16. Topografi Kemajuan Bulan Maret 2019 dan *Block Model* dalam Tampilan 2D



Gambar 17. *Cross Section* Vertikal A-A' dan B-B' dari Desain Batas Akhir Penambangan

Dari hasil rancangan batas akhir penambangan, diperoleh bukaan tambang seluas 221,69 Ha dengan volume sebesar 386.844.569,59 m<sup>3</sup>. Perolehan cadangan tertambang berdasarkan desain batas akhir penambangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perolehan Cadangan Tertambang Berdasarkan Desain Batas Akhir Penambangan

Cadangan Tertambang IUP OP 206,96 Ha Sampai dengan Elevasi 180 mdpl				
Litologi	Densitas	Cadangan Tertambang		
		BCM	Tonase	RANGE KADAR
Batu kapur	2,65	135.381.080,65	358.759.863,76	48% ≤ CaO ≤ 60%
Basal	2,70	16.061.682,20	43.366.341,93	MgO > 1%
Barsilika	2,30	12.382.808,15	28.480.438,76	53% ≤ SiO2 ≤ 70%
Tanah	1,30	2.689.326,57	3.496.124,54	Al2O3 ≥ 12%
Tufa	2,30	3.862.722,69	8.881.262,18	SiO2 ≥ 70%
Cadangan Tertambang IUP 329,89 Ha Sampai dengan Elevasi 300 mdpl				
Litologi	Densitas	Cadangan Tertambang		
		BCM	Tonase	RANGE KADAR
Batu kapur	2,70	92.520.088,19	249.804.238,12	48% ≤ CaO ≤ 60%
Basal	2,75	18.933.308,71	52.311.884,03	MgO > 1%
Barsilika	2,30	1.254.480,19	2.839.304,43	53% ≤ SiO2 ≤ 70%
Tanah	2,00	6.389.212,37	12.778.424,75	Al2O3 ≥ 12%

#### 4.8 Penjadwalan Produksi (Production Scheduling)

Setelah jumlah cadangan tertambang dari bahan galian batukapur diketahui, selanjutnya dilakukan penjadwalan produksi penambangan. Penjadwalan produksi penambangan dilakukan berdasarkan perencanaan target produksi pada usulan penambangan batukapur tahun 2019. Dimana, rencana target produksi penambangan batukapur pada usulan penambangan tahun 2019 adalah 10,8 juta ton dengan rincian dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rencana Penjadwalan Produksi Penambangan Batukapur Tahun 2019

Periode Penambangan	Rencana Penjadwalan & Penjadwalan Penambangan Batukapur Tahun 2019				
	Blok Penambangan	Existing (ton)	Pit Limit (ton)	Tajarang (ton)	Total (ton)
Kuartal I	Januari	529.732	82.129	257.342	869.203
	Februari	677.839	88.893	300.634	1.067.366
	Maret	402.912	53.529	204.907	661.348
	Total	1.610.483	224.551	762.883	2.597.917
Kuartal II	April	388.856	61.791	241.323	691.970
	Mei	175.395	91.997	237.657	505.049
	Juni	117.547	88.368	286.657	492.572
Total	1.481.798	242.156	765.637	2.489.591	
Kuartal III	Agustus	306.539	10.087	331.131	647.767
	September	-	556.879	556.879	1.113.758
	Oktober	1.218.230	212.301	1.125.244	2.555.775
Kuartal IV	November	-	487.740	487.740	975.480
	Desember	-	323.382	323.382	646.764
	Total	-	811.122	811.122	1.622.304
<b>Total (12 bln)</b>	<b>4.361.685</b>	<b>2.698.834</b>	<b>4.059.186</b>	<b>11.119.705</b>	

#### 4.9 Rencana Kemajuan Tambang

Pentahapan penambangan (*push back*) dibuat per tiga bulan sampai akhir penambangan tahun 2019. *Push back* dibuat berdasarkan volume target produksi perkuarter. Selain itu, dalam pembuatan *push back* juga perlu memperhatikan topografi kemajuan tambang serta rancangan desain batas akhir penambangan. Pada Gambar 18, dapat dilihat situasi kemajuan tambang akhir penambangan bulan Maret 2019. Dimana, situasi kemajuan tambang tersebut merupakan data yang sangat penting sebagai data acuan yang digunakan pada proses pembuatan rancangan *push back*. Pada akhir penambangan bulan Maret 2019, kemajuan tambang pada Blok Existing mencapai elevasi 185 mdpl, Blok Pit

Limit mencapai elevasi 470 mdpl, dan pada Blok Tajarang mencapai elevasi 705 mdpl.



Gambar 18. Situasi Kemajuan Tambang Bulan Maret 2019

#### 3.9.1 Kemajuan Tambang Bulan April-Juni

Pada bulan April sampai Juni, perusahaan mempunyai target produksi penambangan batukapur sebesar 2.495.133 ton. Dimana, 1.497.080 ton pada Blok Existing, 249.513 ton pada Blok Pit Limit, dan 748.540 ton pada Blok Tajarang. Berdasarkan target produksi tersebut, maka didapatkan rancangan desain kemajuan tambang seperti terlihat pada Gambar 19. Perolehan cadangan tertambang batukapur berdasarkan rencana desain kemajuan tambang bulan April-Juni adalah 1.210.368,95 ton. Pada Blok Existing, arah penambangan dimulai dari Utara ke Selatan dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 185 mdpl. Pada Blok Pit Limit, arah penambangan dimulai dari Timur Laut ke Barat Daya dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 460 mdpl. Sedangkan, untuk Blok Tajarang arah penambangan dimulai dari Barat ke Timur dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 660 mdpl.



Gambar 19. Rencana Kemajuan Tambang Bulan April-Juni

### 3.9.2 Kemajuan Tambang Juli-September

Pada bulan Juli sampai September, perusahaan mempunyai target produksi penambangan batukapur sebesar 3.076.375 ton. Dimana, 1.238.530 ton pada Blok *Existing*, 712.501 ton pada Blok *Pit Limit*, dan 1.125.344 ton pada Blok Tajarang. Berdasarkan target produksi tersebut, maka didapatkan rancangan desain kemajuan tambang seperti terlihat pada **Gambar 20**. Perolehan cadangan tertambang batukapur berdasarkan rencana desain kemajuan tambang bulan April-Juni adalah 2.375.849,71 ton. Pada Blok *Existing*, arah penambangan dimulai dari Utara ke Selatan dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 180 mdpl. Pada Blok *Pit Limit*, arah penambangan dimulai dari Timur Laut ke Barat Daya dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 450 mdpl. Sedangkan, untuk Blok Tajarang arah penambangan dimulai dari Barat ke Timur dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 630 mdpl.



**Gambar 20.** Rencana Kemajuan Tambang Bulan Juli-September

### 3.9.3 Kemajuan Tambang Oktober-Desember

Pada bulan Oktober sampai Desember, perusahaan mempunyai target produksi penambangan batukapur sebesar 3.024.548 ton. Dimana, 1.512.274 ton pada Blok *Pit Limit* dan 1.512.274 ton pada Blok Tajarang. Berdasarkan target produksi tersebut, maka didapatkan rancangan desain kemajuan tambang seperti terlihat pada **Gambar 21**. Perolehan cadangan tertambang batukapur berdasarkan rencana desain kemajuan tambang bulan Oktober sampai Desember adalah 3.054.378,06 ton. Pada Blok *Pit Limit*, arah penambangan dimulai dari Timur Laut ke Barat Daya dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 430 mdpl. Sedangkan, untuk Blok Tajarang arah penambangan dimulai dari Barat ke Timur dengan kemajuan tambang mencapai elevasi 600 mdpl.



**Gambar 21.** Rencana Kemajuan Tambang Bulan Oktober-Desember

## 4.10 Rencana Mine Scheduling dan Plotting Kebutuhan Alat Tahun 2019

**Tabel 5.** Rencana *Mine Scheduling* dan *Plotting* Kebutuhan Alat Tahun 2019

Unit	Profil	Alat Berat	Tahun 2019												Total			
			Kuartir I			Kuartir II			Kuartir III			Kuartir IV						
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sept	Oktr	Nov	Des				
Existing	Batukapur	Produksi	383.442	458.404	551.328	634.191	806.539										4.081.885	
		Jumlah	11.948	19.177	21.135	21.275	27.211											
		Alat Gal-Muat	0	0	0	0	0											
		Alat Angkut	400	400	400	400	400											
		Mesin Factor	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95											
Pit Limit	Batukapur	Produksi	24.741	95.284	86.788	103.785	101.877	97.622	50.129	48.540	33.134	4.081.885						
		Jumlah	2.128	2.196	2.254	2.512	2.569	16.870	14.705	16.191	17.513							
		Alat Gal-Muat	22.011	22.011	22.011	22.011	22.011	22.011	22.011	22.011	22.011							
		Alat Angkut	628	628	628	628	628	628	628	628	628							
		Mesin Factor	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94							
Tajarang	Batukapur	Produksi	15.223	26.029	200.20	210.495	203.140	210.076	201.129	82.740	212.124	4.081.885						
		Jumlah	8.174	4.783	10.447	10.447	12.106	12.106	12.106	12.106	12.106							
		Alat Gal-Muat	28.08	28.08	28.08	28.08	28.08	28.08	28.08	28.08	28.08							
		Alat Angkut	606	606	606	606	606	606	606	606	606							
		Mesin Factor	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87							
Alat Pengalihan	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01	1.80.01								

### 4.11 Perbandingan antara Target Produksi Perusahaan, Desain, dan Kapasitas Alat

Produksi penambangan batukapur bulan April sampai Desember 2019, diperoleh dari dua parameter, yaitu rancangan desain dan kapasitas alat penambangan. Dalam hal ini, penulis membuat rancangan desain

berdasarkan besarnya target produksi penambangan yang direncanakan. Namun, penulis tidak mempunyai data yang lengkap dalam proses pemodelan geologi bahan galian. Sehingga, terdapat perbedaan yang signifikan antara target produksi dengan jumlah cadangan tertambang yang diperoleh dari hasil rancangan desain. Perbandingan antara target produksi, desain, dan kapasitas alat dapat dilihat pada **Tabel 6**.

**Tabel 6.** Perbandingan antara Target Produksi, Desain, dan Kapasitas Alat

No.	Bulan	Jumlah Jam Kerja	Perusahaan	Produksi (ton)	
				Desain	Alat
1	April-Juni	2.040	2.495.133	1.210.368,95	8.520.835,84
2	Juli-September	2.160	3.076.375	2.375.849,71	13.495.950,40
3	Oktober-Desember	2.160	3.024.548	3.054.378,06	7.513.236

## 4 Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

- Rancangan *ultimate pit limit* pada WIUP OP 412 Ha didesain dengan parameter desain tambang, meliputi: *bench height* 30 m, *single slope* 75°, *overall slope* 70, *bench width* 10 m, lebar bukaan jalan produksi 28,65 m, lebar bukaan jalan perintis 10 m, dan kemiringan jalan angkut produksi 10%. Dari rancangan *ultimate pit limit* hingga elevasi 300 mdpl, diperoleh cadangan tertambang batukapur (48% CaO < 60%) sebesar 249.804.238,12 ton.
- *Production scheduling* penambangan batukapur dibuat per tiga bulan. Dimana, *production scheduling* dilakukan dari bulan April sampai bulan Desember. Target produksi untuk tahun 2019 direncanakan pada bulan Januari-Maret 2.243.459 ton, bulan April-Juni 2.495.133 ton, bulan Juli-September 3.076.375 ton, dan bulan Oktober-Desember 3.024.548 ton. Sehingga, total target produksi penambangan batukapur tahun 2019 sebesar 10.839.515 ton. Dimana, 4.059.196 ton diperoleh dari blok penambangan Tajarang pada WIUP OP 412 Ha.
- Rancangan *push back* dibuat dengan parameter desain sama dengan parameter desain *ultimate pit limit*. Dimana, dari rancangan *push back* diperoleh gambaran situasi kemajuan tambang pada WIUP OP 412 di Blok Tajarang Januari-Maret berada pada elevasi 700 mdpl, April-Juni berada pada elevasi 660 mdpl, Juli-September berada pada elevasi 630 mdpl, dan kuartar Oktober-Desember berada pada elevasi 600 mdpl.
- Untuk *mine scheduling* dilakukan secara bergantian dari tiga blok penambangan, yaitu: *Existing*, *Pit Limit*, dan Tajarang. Dimana, nilai keserasian kerja alat muat dan alat angkut diperoleh < 1. Artinya, alat angkut bekerja penuh dan alat muat mempunyai waktu tunggu. Hal ini dikarenakan kemampuan produksi alat muat yang besar dan keterbatasan jumlah alat angkut serta target produksi per blok penambangan yang kecil. Sehingga, waktu tunggu yang dimiliki alat muat dapat digunakan untuk memperbaiki posisi *loading* dan menyiapkan material yang akan dimuat ke alat angkut serta proses *development*. Namun, berdasarkan jumlah jam kerja yang tersedia, target produksi diharapkan dapat tercapai.

### 4.2 Saran

- Pembuatan desain batas akhir penambangan pada WIUP OP 412 Ha, dapat didesain hingga elevasi 210 mdpl untuk pengambilan blok cadangan dari *block model* batukapur pada WIUP OP 206,96 Ha yang meluas ke Area 412 Ha.
- Berdasarkan perhitungan produktivitas alat gali-muat dan alat angkut, target produksi penambangan batukapur dapat ditingkatkan.
- Perlu dilakukan peurunan *grade* jalan angkut produksi, untuk meminimalisir resiko dan meningkatkan produktivitas alat angkut.

### Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2019). *Area Tambang PT Semen Padang*. Padang: PT Semen Padang.
- [2] Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*.
- [3] Drebenstedt, Carsten, and Raj Singhal, eds (2013). *Mine Planning and Equipment Selection: Proceedings of the 22nd MPES Conference, Dresden, Germany, 14th–19th October 2013*. Springer Science & Business Media.
- [4] Arif, Irwandy. (2012). *Manajemen Tambang*. Bandung: ITB.
- [5] Kumral, M. (2010). Robust Stochastic Mine Production Scheduling. *Engineering Optimization*, **42** (6), 567- 579.
- [6] Sudradjat, Nandang. (2010). *Teori dan Praktik Pertambangan Indonesia Menurut Hukum*. Pustaka Yustisia.
- [7] Hartman, H. L. (1987). *Introductory Mining Engineering*, John Wiley & Sons. New Jersey.
- [8] Indonesia, Globecon. (2013). *Maptek Vulcan Mining Software Conference in Jakarta on November 2013*. [Internet]. Jakarta: PT Globecon Indonesia.
- [9] Hustrulid, William A., Mark Kuchta, and Randall K. Martin. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design, Two Volume Set & CD-ROM Pack: V1: Fundamentals, V2: CSMine Software Package, CD-ROM: CS Mine Software*. CRC Press.
- [10] Maptek. (2014). *Vulcan Mining Software*.
- [11] RI, Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM/2018.
- [12] Mustika, R. (2015). Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit dengan Metode Inverse Distance Weighting (Idw) Pada PT. Vale Indonesia, Tbk. Kecamatan Nuha Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 1(1).
- [13] Nasional, B. S. (2011). Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Mineral. *SNI*, 4726.
- [14] Erysyad, F., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2018). Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Design Kemajuan Penambangan Quarry Batukapur pada Bulan April–Agustus 2017 di Front III B–IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang. *Bina Tambang*, **3**(3), 1185-1201.

- [15] Ramazan, S., & Dimitrakopoulos, R. (2018). Stochastic optimisation of long-term production scheduling for open pit mines with a new integer programming formulation. In *Advances in Applied Strategic Mine Planning* (pp. 139-153). Springer, Cham.
- [16] Suwandhi, A. (2004). Diklat Perencanaan Tambang Terbuka. *Universitas Islam Bandung*.
- [17] Indonesianto, Y. (2015). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta. Seri Tambang Umum.
- [18] Gusmaningsih, K., Murad, M., & Yulhendra, D. (2018). Desain Pit Tambang Air Laya Barat Untuk Memenuhi Target Produksi Tahun 2018 PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, **3(3)**, 963-973.
- [19] Anaperta, Y. M. (2016). Evaluasi Keserasian (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut Dengan Metode Control Chart (Peta Kendali) Pada Aktivitas Penambangan di Pit X PT Y. *Jurnal Teknologi Informasi dan Pendidikan*, **9(1)**, 73-85.
- [20] Kumral, M. (2012). Production Planning of Mines: Optimisation of Block Sequencing and Destination. *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, **26(2)**, 93-103.
- [21] Aryanda, D., Ramli, M., & Djamaluddin, H. (2016). Perancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan. *Jurnal Penelitian Geosains*, **10(2)**.
- [22] Putra, J., & Kasim, T. (2018). Optimasi Kesesuaian Alat Gali-Muat dengan Alat Angkut untuk Mengatur Fuel Ratio dalam Menghemat Pemakaian Fuel pada Pengupasan Overburden di Pit Jebak 1 PT. Nan Riang Kabupaten Batanghari Provinsi Jambi. *Bina Tambang*, **3(4)**, 1397-1408.
- [23] Komatsu, Eds. 30. (2009). *Specification and Application Handbook*. Japan: Komatsu.
- [24] Alfianika, Ninit. (2018). *Buku Ajar Metode Penelitian Pengajaran Bahasa Indonesia*. Deepublish.
- [25] Kwadratama, Bestindo. (2013). *Laporan Eksplorasi Pemboran Inti Wilayah Izin Usaha Pertambangan Eksploitasi Batukapur dan Silika PT Semen Padang, Indarung, Padang, Sumatera Barat*. Jakarta: PT Bestindo Kwadratama.
- [26] Rahim, A., Heriyadi, B., & Anaperta, Y. M. (2015). Analisis Kestabilan Lereng Untuk Menentukan Geometri Lereng Pada Area Penambangan Pit Muara Tiga Besar Selatan PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, **2(1)**, 271-284.
- [27] Azizi, M. A., & Handayani, R. H. E. (2011). Karakterisasi Parameter Masukan untuk Analisis Kestabilan Lereng Tunggal (*Studi Kasus di PT. Tambang Batubara Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan*).