



OPTIMALISASI CADANGAN BATUBARA SEAM P PADA DESAIN PIT PQRT PT BERAU COAL

OPTIMIZATION OF SEAM P COAL RESERVES IN THE DESIGN OF PIT PQRT PT BERAU COAL

H. Nashita¹, E. Ibrahim², M. Puspita³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

¹⁻³Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia

e-mail: pohanhasna@gmail.com, edyibrahim@ft.unsri.ac.id, megapuspita@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

Pit PQRT merupakan salah satu pit yang berada di Site Lati yang menjadi penyumbang terbesar dalam produksi batubara PT Berau Coal pada tahun 2022, yaitu mencapai 7.951.581 ton. Permintaan pasar terhadap batubara seam P juga meningkat seiring dengan peningkatan konsumsi batubara dunia. Pada kondisi aktual pit PQRT terdapat di sisi barat high wall pada elevasi -70 berpotensi untuk dilakukan optimalisasi batubara. Oleh karena itu diperlukan perencanaan kembali desain pit PQRT untuk mengoptimalkan volume cadangan batubara seam P, menghitung volume overburden dan batubara seam P sebelum dan setelah dilakukan optimalisasi serta nilai break even stripping ratio (BESR) dan stripping ratio (SR) ekonomis apabila dilakukan optimalisasi batubara. Perancangan desain optimalisasi batubara seam P pit PQRT dilakukan menggunakan software MineScape 5.7. Berdasarkan rekomendasi geoteknik PT Berau Coal direncanakan single slope 55°, overall slope 32°, tinggi lereng tunggal 10 meter, lebar jenjang 5 meter, dan lebar jalan angkut 35 meter. Desain pit optimalisasi menghasilkan request level (RL) tertinggi 80 dan RL terendah -90 dengan faktor keamanan (FK) 1,24 untuk overall slope dan FK 1,21 untuk single slope. Hasil perhitungan total cadangan untuk area optimalisasi batubara seam P pit PQRT sebesar 114.637 ton untuk batubara dan sebesar 527.039 BCM untuk overburden maka total cadangan pit PQRT tahun 2023 apabila ditambahkan dengan volume cadangan optimalisasi sebesar 8.066.218 ton batubara dan 124.841.039 BCM overburden. Nilai BESR dan SR Ekonomis untuk penambahan volume batubara dan overburden pada desain pit optimalisasi sebesar 47,8 dan 33,46.

Kata kunci: optimasi pit, cadangan batubara, stripping ratio

ABSTRACT

The PQRT pit is one of the pits in Site Lati which is the largest contributor to PT Berau Coal's coal production in 2022, reaching 7,951,581 tons. Market demand for P seam coal is also increasing along with the increase in world coal consumption. In actual conditions, the PQRT pit is located on the west side of the high wall at an elevation of -70, which has the potential for coal optimization. Therefore it is necessary to re-plan the PQRT pit design to optimize the volume of P seam coal reserves, calculate the volume of overburden and seam P coal before and after optimization and the economic break even stripping ratio (BESR) and stripping ratio (SR) values if coal optimization is carried out. The PQRT P pit seam coal optimization design was carried out using MineScape 5.7 software. Based on PT Berau Coal's geotechnical recommendations, the planned single slope is 55o, the overall slope is 32o, the single slope height is 10 meters, the step width is 5 meters, and the haul road width is 35 meters. The optimization pit design produces the highest request level (RL) 80 and the lowest RL -90 with a factor of safety (FK) 1.24 for the overall slope and FK 1.21 for a single slope. The results of the calculation of the total reserves for the PQRT seam coal optimization area is 114,637 tons for coal and 527,039 BCM for overburden, the total PQRT pit reserves in 2023 when added to the optimization reserve volume is 8,066,218 tons of coal and 124,841,039 BCM of overburden. Economic BESR and SR values for additional coal volume and overburden in the optimized pit design are 47.8 and 33.46.

Keywords : pit optimization, coal reserves, stripping ratio

PENDAHULUAN

Batubara dapat didefinisikan sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui yang dapat ditemukan secara geologi hanya pada lokasi tertentu dan terbatas. Indonesia ialah salah satu negara yang kaya akan sumber daya alam mineral dan batubara dengan kualitas maupun kuantitas tertentu. Maka dibutuhkan pemanfaatan yang optimal agar dapat berfungsi sebaik mungkin demi kesejahteraan dan kemakmuran rakyat.

Permintaan pasar menjadi suatu faktor penting dalam bisnis pertambangan. Kementerian ESDM mencatat pada tahun 2022, data jumlah ekspor batubara Indonesia memiliki kenaikan 14% dari tahun 2021 diikuti dengan penjualan domestik Indonesia memiliki kenaikan 14% dari tahun 2021. Dengan adanya kenaikan persaingan antar pasar industri batubara di Indonesia, maka pelaku bisnis batubara harus mengupayakan keuntungan yang maksimum yaitu dengan mendapatkan *recovery* tinggi dengan biaya minimum. Oleh karena itu, dibutuhkan perhitungan sumber daya yang detail serta penetapan batas penambangan yang optimum.

PT Berau Coal merupakan salah satu perusahaan pertambangan terbesar kelima di Indonesia yang didirikan pada tahun 1983 di Berau, Kalimantan Timur. *Site Lati* merupakan salah satu area penambangan terluas di PT Berau Coal. Luas wilayah IUP Eksplorasi PT Berau Coal *Site Lati* sebesar 24.238 hektar yang terletak di Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. *Site Lati* terdiri dari 3 *pit* aktif yaitu, *pit* PQRT, *pit* OS dan *pit* SE2.

Pit PQRT menjadi penyumbang terbesar dalam produksi batubara pada tahun 2022 yaitu mencapai 7.951.581 ton batubara. Pada kondisi aktual *pit* PQRT khususnya sisi barat *high wall* elevasi -70 meter berpotensi untuk dilakukan optimalisasi batubara dikarenakan permintaan pasar terhadap batubara *seam P* juga meningkat. Salah satu parameter yang digunakan dalam optimalisasi yaitu dengan mengurangi parameter lebar *bench* sehingga perlu adanya perancangan desain *pit* penambangan ulang agar dapat menentukan batas-batas penambangan yang layak serta menguntungkan dengan mempertimbangkan aspek ekonomis seperti BESR (*Break Even Stripping Ratio*) dan SR (*Stripping Ratio*) ekonomis.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 20 September 2022 sampai 15 Desember 2022 di lokasi pertambangan batubara PT Berau Coal tepatnya di *Site Lati* yang terletak di Kecamatan Gunung Tabur, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur.

Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilaksanakan melalui dua cara yaitu, secara primer dan

sekunder. Teknik pengumpulan data secara primer untuk kondisi aktual desain *pit*, mekanisme penambangan serta kondisi batubara di lapangan sedangkan teknik pengumpulan data secara sekunder untuk menetapkan rancangan desain *pit* aktual setelah optimalisasi, volume cadangan batubara dan *overburden* sebelum dan setelah optimalisasi serta nilai BESR (*Break Even Stripping Ratio*) dan SR (*Stripping Ratio*) ekonomis. Data primer berasal dari pengamatan langsung di lokasi tambang. Data sekunder diperoleh dari PT Berau Coal, data penelitian sebelumnya, jurnal serta literatur yang relevan.

Pengolahan Data

Teknik pengolahan data dilaksanakan dengan menggunakan perangkat lunak *Minescape 5.7*, *Rocscience Slide 6.0*, *AutoCAD 2014*, dan *Microsoft Excel 2021*. Adapun tahapan pengolahan yaitu :

1. Melakukan redesain *pit* optimalisasi batubara *seam P pit* PQRT *Site Lati* PT Berau Coal. Dengan melakukan pengurangan berm pada elevasi -70 meter. Selanjutnya dilakukan pengecekan kestabilan lereng menggunakan data parameter geoteknik material dalam kondisi jenuh dan penampang lereng rancangan menggunakan *software AutoCAD 2014* dan *Rocscience Slide 6.0*. Lereng rancangan dianggap aman bila nilai faktor keamanan (FK) >1.2.
2. Menghitung volume *overburden* dan batubara *seam P* pada desain optimalisasi batubara *seam P pit* PQRT dengan menginput desain *pit* sebelum optimalisasi, situasi akhir tambang, data *schema* dan data *quality*. Sehingga akan dihasilkan *output* volume batubara *seam P* dan *overburden* sebelum dan setelah dilakukan optimalisasi.
3. Menghitung nilai BESR dan SR ekonomis pada desain optimalisasi batubara *seam P pit* PQRT. Proses analisis keekonomian dilakukan dengan menganalisis data-data pendukung yang telah diperoleh dengan menginput AMP Optimum Margin dan hasil *reserving* desain *pit* yang sudah dioptimalisasi. Sehingga akan dihasilkan nilai BESR dan SR ekonomis.
BESR berfungsi untuk menetapkan maksimum jumlah ton *waste* yang dikupas untuk mendapatkan 1 ton batubara agar pada suatu tahapan penambangan masih menghasilkan keuntungan [1]. Sedangkan SR ekonomis berfungsi untuk menetapkan batas nilai ekonomis *stripping ratio* yang optimal pada area *pit* yang akan dilakukan proses penambangan [2]. Penentuan SR hanya dilakukan berdasarkan perhitungan matematis BESR dari besaran *profit* dan *balance*.

Menurut Undang-Undang No. 3 Tahun 2020 mengenai Pertambangan Mineral dan Batubara menyatakan bahwa batubara merupakan suatu endapan senyawa organik bersifat karbonan yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh-tumbuhan. Menurut Elliot yang merupakan seorang ahli geokimia batubara beranggapan bahwa

batubara adalah batuan sedimen yang secara fisika serta kimia ialah heterogen dengan komposisi unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen sebagai komponen unsur utama batubara sedangkan belerang dan nitrogen sebagai unsur tambahan batubara. Selain itu terdapat senyawa anorganik pembentuk *ash* (debu) yang dapat terbagi menjadi sebuah partikel zat mineral yang terpisah dalam seluruh senyawa batubara [3].

Batubara terdiri dari unsur-unsur utama yaitu hidrogen (H), karbon (C), oksigen (O) dan memiliki sifat fisik dan kimia yang kompleks. Jenis batubara dapat dibedakan berdasarkan jumlah kalori, total *moisture*, *volatile matter*, *ash content*, *fixed karbon* dan *total sulphur* [4].

Penentuan dan pemilihan optimalisasi *pit* adalah kegiatan menentukan dan memilih daerah potensial yang direncanakan untuk pembuatan *pit*. Hal ini merupakan langkah pertama yang dibutuhkan dalam menentukan dan mengevaluasi cadangan batubara. Beberapa parameter yang dapat mempengaruhi *pit limit* untuk menghitung cadangan tertambang (*mineable*) yaitu bentuk geometri lereng penambangan, nilai SR yang dapat berfungsi sebagai batasan dalam perhitungan cadangan tertambang, hasil penyelidikan geoteknik dan kondisi topografi pada daerah penelitian [5].

Perencanaan adalah persyaratan teknis untuk mencapai tujuan, serta urutan teknik implementasi yang dapat dilakukan untuk mencapai suatu tujuan. Perencanaan tambang sangat berpengaruh terhadap geometri tiga dimensi (3D) yang dapat selalu berubah dari waktu ke waktu dan akan menjadi inti dari proses perencanaan tambang. Oleh karena itu, dalam penyusunan suatu rencana tahapan penambangan perlu beberapa alternatif, dilanjutkan dengan tahap evaluasi serta penentuan tahapan penambangan yang dianggap paling optimal [6].

Tingkat rancangan penambangan terbagi menjadi dua yaitu, rancangan konsep dan rancangan rekayasa. Rancangan konsep berfungsi untuk perkiraan teknis serta penetapan rangkaian suatu kegiatan sampai dengan tahap studi kelayakan (*feasibility study*). Selain itu, rancangan rekayasa diperuntukkan sebagai pedoman berdasarkan penerapan kegiatan di lapangan yang terdiri dari tahapan penambangan, rancangan batas akhir tambang, penjadwalan produksi, serta material buangan (*waste*). Rancangan rekayasa tersebut dapat dirincikan menjadi rancangan bulanan, mingguan, serta harian [7].

Tahapan awal dalam perencanaan jangka panjang atau pendek adalah dengan menetapkan batas tambang. Batas tersebut menentukan jumlah volume batubara yang dapat ditambang dan jumlah volume *overburden* yang dapat dipindahkan selama berlangsungnya proses penambangan. Geometri, ukuran serta lokasi tambang utama sangat penting untuk perencanaan jalan masuk, desain *disposal*, *stockpile* dan semua fasilitas tambang lainnya. Suatu perencanaan tambang mengacu pada

beberapa pertimbangan yaitu pertimbangan teknis serta pertimbangan ekonomis [8].

Pertimbangan ekonomis dalam perencanaan desain *pit* berhubungan dengan anggaran. Data pertimbangan ekonomis meliputi nilai (*value*) dari endapan per ton batubara, biaya produksi (biaya yang dibutuhkan sampai mendapatkan bahan galian yang diharapkan di luar dari biaya pengupasan *overburden*), biaya pengupasan *overburden*, keuntungan yang akan dicapai melalui *stripping ratio* ekonomis serta kondisi pasar [8].

Stripping Ratio (SR) merupakan salah satu cara untuk dapat menentukan efisiensi geometri dalam kegiatan penambangan. Perbandingan antara volume tanah penutup yang harus dikupas untuk mendapatkan satu ton batubara pada area yang akan ditambang disebut *Stripping ratio* (SR). Nilai *Break Even Stripping Ratio* (BESR) dibutuhkan dalam penentuan perluasan suatu *pit*. BESR merupakan *ratio increment* tambang terakhir sepanjang *pit wall* [9].

Pertimbangan teknis dalam perencanaan desain *pit* berhubungan dengan penentuan *Ultimate Pit Slope* (UPS), batas dan ukuran maksimum dari kedalaman suatu tambang pada akhir operasi penambangan, dimensi jenjang atau *bench* seperti kaki lereng (*toe*), sudut muka jenjang (*face angle*), puncak lereng (*crest*), dan penentuan sistem penirisan, keadaan geometrik jalan meliputi beberapa parameter yaitu kemiringan jalan, jumlah jalur, super elevasi, *cross slope*, jari-jari belokan dan jarak terdekat yang dapat dilalui oleh alat angkut, lebar jalan, penentuan peralatan mekanis serta kondisi geografi dan geologi [10].

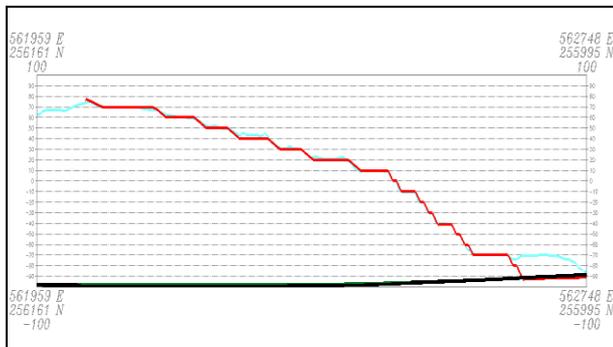
Dalam pemilihan cadangan tertambang hampir tidak akan didapatkan cadangan sebesar 100% dari cadangan insitu dikarenakan hal tersebut akan mengalami *dilution* sepanjang proses tahapan penambangan. Faktor utama dalam menentukan suatu nilai cadangan tertambang yaitu faktor pembatas cadangan dan faktor *losses* (faktor-faktor kehilangan cadangan akibat adanya tingkat keyakinan geologi maupun akibat tingkat teknis penambangan) [10].

HASIL DAN PEMBAHASAN

PT Berau Coal Site Lati memiliki *pit* penambangan yaitu *Pit PQRT* yang terletak di sebelah utara wilayah izin usaha pertambangan perusahaan, *Pit OS* yang terletak di sebelah barat wilayah izin usaha pertambangan perusahaan serta *Pit SE2* yang terletak di sebelah selatan wilayah izin usaha pertambangan perusahaan. Target pengupasan *overburden* dan batubara di *pit PQRT* pada tahun 2023 sebesar 124.314.000 BCM untuk *overburden* dan 7.951.581 ton untuk batubara. Oleh karena itu, dilakukan perencanaan *pit* baru yang akan dimulai pada awal tahun 2023 dengan mengoptimalkan batubara *seam P*.

Kondisi aktual *pit* PQRT sebelum dilakukan optimalisasi memiliki luas wilayah sebesar 24.238 ha dengan total cadangan batubara sebesar 39,43 juta ton. Perencanaan desain optimalisasi batubara *seam* P *pit* PQRT terdapat di sisi barat *high wall* elevasi -70 meter pada lebar *bench* 50 meter dengan batas kedalaman yang disesuaikan oleh perusahaan. Desain *pit* PQRT berfokus pada tiga (3) *seam* saja yaitu *seam* P, *seam* Q dan *seam* R. Batubara *seam* P memiliki ketebalan kurang lebih 2,4 m dengan memiliki total cadangan sebesar 11,38 juta ton.

Pemodelan *seam cross section* merupakan suatu langkah awal yang dilakukan dalam tahapan kegiatan perencanaan *pit* dengan tujuan mengetahui letak dan tebal batubara *seam* P yang berada di bawah lapisan batubara *seam* Q. *Cross Section* yang telah dikonstruksi pada sisi barat desain *pit* PQRT kemudian diinterpretasi menggunakan aplikasi *software* *Ventyx MineScape 5.7*. Aplikasi *software* *Ventyx MineScape 5.7* akan menginterpretasi *cross section* yang dibuat berdasarkan data-data geologi yang sudah dimodelkan oleh Departemen Geologi PT Berau Coal Site Lati. Hasil *cross section* pada desain *pit* PQRT sebelum dilakukan optimalisasi batubara *seam* P dapat dilihat pada (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil *Cross Section* desain *Pit* PQRT sebelum dilakukan optimalisasi batubara *Seam* P

Keterangan:

- Biru kehijauan : Topografi tambang terkini
- Merah : Desain *pit* sebelum optimalisasi
- Hitam : Batubara *seam* P

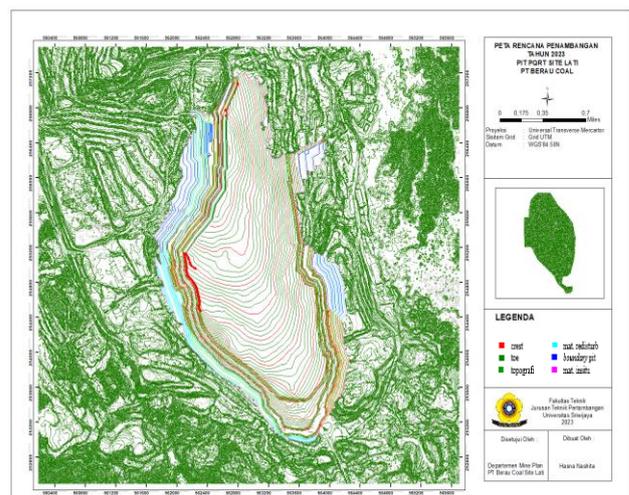
Hasil *cross section* desain *pit* PQRT sebelum dilakukan optimalisasi batubara *seam* P menunjukkan bahwa batubara *seam* P mengalami penerusan pada elevasi -90 meter. Oleh karena itu, terdapat potensi pengurangan lebar *bench* pada posisi *high wall* elevasi -70 meter untuk mendapatkan nilai keekonomisan yang optimal dalam kegiatan penambangan. Batubara *seam* P berbentuk tabular atau *bedding*. Tebal batubara *seam* P berkisar antara 1-2 meter dengan *Gross Calorific Value* (*arb*) sebesar 5.147 Kkal/Kg. *Overburden* terdiri dari material *siltstone*, *claystone*, dan *shale* dengan tebal *overburden* *seam* P sebesar 26 meter.

Pembuatan desain *pit* penambangan dapat dipengaruhi beberapa pertimbangan yaitu rekomendasi geoteknik yang dimiliki oleh PT Berau Coal. Luas area *pit* yang akan dioptimalisasi sebesar 7,42 hektar pada posisi barat *high wall* *pit* PQRT. Desain jenjang kerja yang diterapkan mengikuti standar geoteknik dari PT Berau Coal Site Lati dapat dilihat pada (Tabel 1).

Tabel 1. Data Rekomendasi Geoteknik Untuk Geometri Lereng *Site* Lati *Pit* PQRT

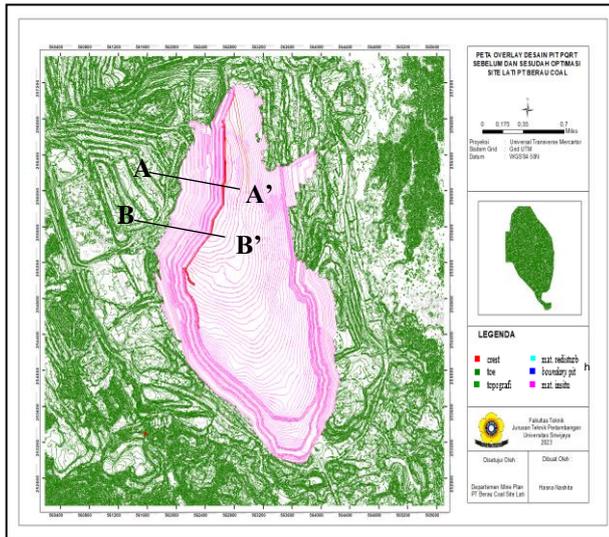
Deskripsi	Satuan	Nilai
<i>Single Slope</i>	o	55
<i>Overall slope</i>	o	32
Tinggi lereng tunggal	M	10
Lebar jenjang (<i>berm</i>)	M	5
Lebar jalan angkut	M	35

Elevasi terendah -90 m berdasarkan *floor* batubara *seam* P. Oleh karena itu, dari batas *boundary* kemudian akan dikonstruksi *crest* dan *toe* dari daerah optimalisasi menuju elevasi terendah. Penentuan *overall slope* (sudut lereng) diasumsikan sama dengan *overall slope* yang diaplikasikan di *pit* PQRT. Gambar 2 menunjukkan tampilan desain *pit* setelah dilakukan optimalisasi. *Pit* yang telah didesain kemudian dilakukan pemodelan *cross section* untuk mengetahui gambaran desain serta analisis geoteknik.



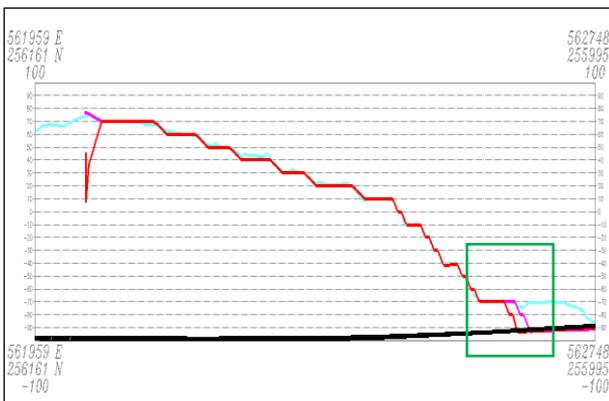
Gambar 2. Desain Optimalisasi Batubara *Seam* P *Pit* PQRT *Site* Lati PT Berau Coal

Tampilan pemodelan yang ditunjukkan dengan bantuan aplikasi *Ventyx MineScape 5.7* akan menginterpretasikan perbandingan desain *pit* sebelum dan sesudah dilakukan optimalisasi cadangan batubara *seam* P. Pada pembuatan *cross section* ini, dikonstruksi sebuah garis *cross section* pada areal sisi barat *pit* PQRT dapat dilihat pada (Gambar 3).



Gambar 3. Desain Optimalisasi Batubara Seam P Pit PQRT Site Lati PT Berau Coal

Kemudian hasil *section 2D* pada desain *overlay* antara desain *pit* sebelum dioptimalisasi dan desain *pit* setelah dioptimalisasi secara vertikal dapat dilihat pada (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil *Overlay* Antara Desain *Pit* Sebelum Optimalisasi Dan Desain *Pit* Setelah Optimalisasi Secara Vertikal

Keterangan:

- Biru kehijauan (cyan) : Topografi tambang terkini
- Merah (red) : Desain *pit* sebelum optimalisasi
- Merah muda keunguan (magenta) : Desain *pit* setelah optimalisasi
- Hitam (black) : Batubara seam P
- Hijau (green) : Lokasi optimalisasi batubara seam P

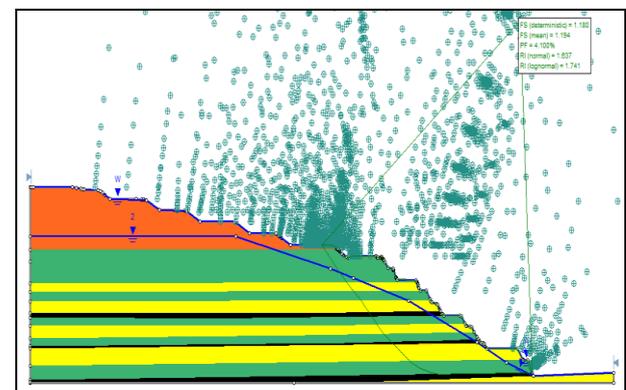
Pengujian faktor keamanan (FK) dilakukan untuk mengetahui kestabilan lereng (*overall slope* dan *single slope*) *high wall* area optimalisasi batubara seam P.

Parameter yang diperlukan pada perhitungan FK (Faktor Keamanan) sisi *high wall* pada *pit* PQRT dapat dilihat pada (Tabel 2).

Tabel 2. Parameter Perhitungan FK (Faktor Keamanan) Pada *Pit* PQRT

Jenis Material	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (kN/m ²)	Phi
Sandstone	22,7	119	31,7
Mudstone	20,9	113	24,7
Coal	13	130	35
Redistrubed	18	45	
Timbunan	16	65	15

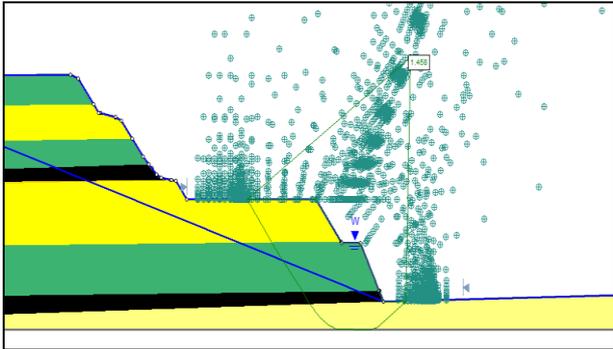
Pengujian nilai faktor keamanan (FK) desain *pit* dilakukan pada *cross section* desain *pit* (Gambar 5). Model lereng *cross section* dari aplikasi *Ventyx MineScape 5.7* dan data parameter geoteknik selanjutnya dimasukkan ke dalam aplikasi *roscience slide 5.0* metode *limit equilibrium*. Kondisi lereng sebelum dilakukan optimalisasi *pit* PQRT memiliki *overall slope* sebesar 27° dengan faktor keamanan (FK) 1,3.



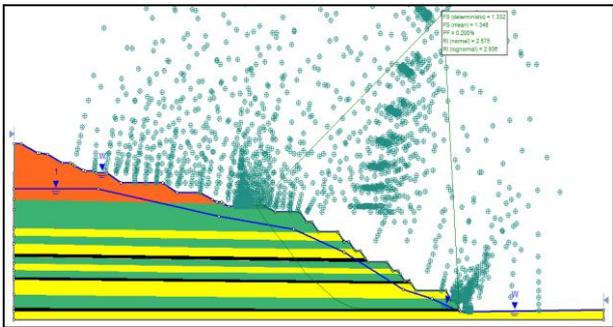
Gambar 5. Nilai FK *Overall Slope High Wall Area* Optimalisasi Batubara Seam P Pada *Cross Section A-A'*

Setelah dilakukan pengujian FK dalam kondisi jenuh maka dihasilkan nilai FK *overall slope high wall area* optimalisasi batubara seam P pada *cross section A-A'* sebesar 1,2 dapat dilihat pada (Gambar 5). Nilai FK *single slope high wall area* optimalisasi batubara seam P pada *cross section A-A'* sebesar 1,4 dapat dilihat pada (Gambar 6).

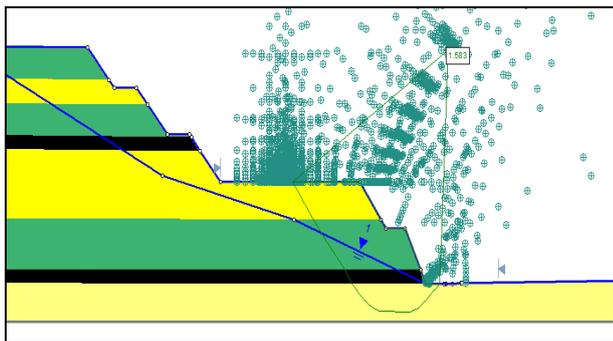
Nilai FK *overall slope high wall area* optimalisasi batubara seam P pada *cross section B-B'* sebesar 1,3 dapat dilihat pada (Gambar 7). Nilai FK *single slope high wall area* optimalisasi batubara seam P pada *cross section B-B'* sebesar 1,5 dapat dilihat pada (Gambar 8). Lereng rancangan dianggap aman bila nilai faktor keamanan (FK) >1,2. Oleh karena itu, lereng pada desain *pit* tergolong aman.



Gambar 6. Nilai FK *Single Slope High Wall Area* Optimalisasi Batubara Seam P Pada Cross Section A-A'



Gambar 7. Nilai FK *Overall Slope High Wall Area* Optimalisasi Batubara Seam P Pada Cross Section B-B'



Gambar 8. Nilai FK *Single Slope High Wall Area* Optimalisasi Batubara Seam P Pada Cross Section B-B'

Perhitungan total tonase batubara dan volume *overburden* dari desain *pit* dilakukan pada aplikasi *Ventyx MineScape 5.7* untuk menentukan nilai cadangan batubara dan volume *overburden* pada lokasi dengan luas daerah yang akan dioptimalisasi sebesar 7,42 hektar (Gambar 9).

Didapatkan nilai total cadangan untuk area optimalisasi batubara seam P *pit* PQRT sebesar 114.637 ton untuk batubara dan sebesar 527.039 BCM untuk *overburden*. Total target cadangan *pit* PQRT pada tahun 2023 apabila ditambahkan dengan volume cadangan optimalisasi adalah sebesar 8.066.218 ton untuk batubara dan sebesar

124.841.039 BCM untuk *overburden* dapat dilihat pada (Tabel 3).



Gambar 9. Lokasi *high wall area* optimalisasi batubara Seam P pada *Pit* PQRT

Tabel 3. Perbedaan volume *overburden* dan batubara Seam P sebelum dan setelah optimalisasi pada *Pit* PQRT

Desc	Target Cadangan <i>Pit</i> PQRT Tahun 2023		Total Penambahan Optimalisasi	%
	Sebelum Optimalisasi	Setelah Optimalisasi		
OB (BCM)	124.314.000	124.841.039	527.039	0,42
Coal (Ton)	7.951.581	8.066.218	114.637	1,44
SR	15,63	15,48	4,6	0,96

Parameter ekonomi (*economical parameter*) yang berpengaruh terhadap optimalisasi cadangan batubara yaitu perhitungan nilai BESR dan SR. Parameter ekonomi ini harus diperkirakan sehingga *pit* yang dirancang dan SR (*Stripping Ratio*) yang ditetapkan tidak berselisih jauh dengan parameter ekonomi yang berlaku pada masa yang akan datang. Parameter ekonomi yang digunakan untuk perhitungan SR ekonomis kemudian disederhanakan ke dalam beberapa komponen biaya. Komponen-komponen biaya tersebut antara lain adalah biaya pengupasan tanah penutup (*overburden operating expenditure*), biaya operasional batubara (*coal operating expenditure*), dan harga jual batubara.

Biaya pengupasan *overburden* merupakan biaya-biaya yang muncul selama proses atau kegiatan pengupasan *overburden* berlangsung. Biaya ini mencakup biaya pengeboran dan peledakan (*powder factor* 0,3 kg/ton), biaya penggalian dan pemuatan, biaya pengangkutan dan penimbunan (jarak angkut 4000-4500 meter), *supporting unit cost*, biaya perawatan alat (*maintenance cost*), dan gaji (*salary*) karyawan yang bekerja di lingkungan aktivitas pengupasan *overburden* atau disebut dengan *overburden rate* dapat dilihat pada (Tabel 4) [10].

Tabel 4. Prediksi Biaya Pengupasan *Overburden* PT Berau Coal Tahun 2023

Deskripsi	Unit	2023
<i>Overburden Rate</i>	USD / bcm	1,357
<i>Overburden Overdistance Unit Rate</i>	USD / bcm	0,11
<i>Overburden Fuel Cost</i>	USD per bcm	0,4
<i>Overburden Overdistance Fuel Cost</i>	USD per bcm	0,04
Overburden Cost Per BCM	USD per bcm	1,89

Biaya operasional batubara (*coal operational cost*) merupakan biaya-biaya yang muncul selama proses atau kegiatan penambangan batubara berlangsung. Biaya penambangan batubara (*coal mining cost*) ini mencakup biaya penggalian dan pemuatan (*digging and loading cost*), biaya pengangkutan dan penimbunan (*hauling and dumping cost*), biaya jasa alat pembantu (*supporting cost*), biaya perawatan alat (*maintenance cost*), dan beban gaji (*salary*) karyawan yang bekerja di lingkungan aktivitas penambangan batubara. Biaya pengolahan batubara (*coal processing plant cost*) merupakan biaya-biaya yang muncul selama kegiatan pengolahan batubara, seperti biaya peremukan (*crushing*), *conveying*, dan *coal blending*. Biaya lain (*other side cost*) mencakup royalti yang diberikan kepada pemerintah, *overhead*, dan lain-lain (Tabel 5).

Tabel 5. Prediksi biaya operasional batubara PT Berau Coal Tahun 2023

Deskripsi	Unit	2023
<i>Coal Getting</i>	USD per tonne	2,12
<i>Coal Processing</i>	USD per tonne	0,43
<i>Other Mining Costs</i>	USD per tonne	1,9
<i>Barging</i>	USD per tonne	1,15
<i>Transshipment</i>	USD per tonne	2,06
<i>Royalty</i>	USD per tonne	19,02
<i>Sales Commission</i>	USD per tonne	1,9
<i>General and Admin</i>	USD per tonne	3,9
<i>Coal Operational Cost Per BCM</i>	USD per tonne	32,4

Prediksi harga batubara *seam P* pada tahun 2023 dapat ditentukan berdasarkan Harga Batubara Acuan (HBA) yang telah diprediksi oleh *Indonesia Coal Price Index (ICI)* pada golongan ketiga yang sesuai dengan kualitas batubara *seam P* pada *pit* PQRT Site Lati PT Berau Coal (Tabel 6). Berdasarkan prediksi harga batubara tersebut didapatkan harga batubara hasil optimalisasi desain *pit* dengan kalori 5.147 Kkal/Kg pada tahun 2023 adalah sebesar 122,94 USD/ton. Harga tersebut dianggap konstan selama tahun 2023.

Tabel 6. Prediksi harga jual batubara PT Berau Coal Tahun 2023

Deskripsi	Unit	2023
<i>INDEX - Price Basis</i>	#	ICI3
<i>INDEX PRICE</i>	USD per tonne	121,80
<i>INDEX Gross Calorific Value (arb)</i>	kcal/kg	5000
<i>INDEX Total Moisture</i>	% arb	30,0
<i>INDEX Ash</i>	% arb	8,0
<i>INDEX Total Sulphur</i>	% arb	0,60
<i>CV Premium</i>	USD / t	3,59
Average Selling Price	USD/t	122,94

Dari parameter-parameter biaya yang diperoleh dari data sekunder PT Berau Coal kemudian dilakukan perhitungan besaran nilai *balance*, *profit*, BESR, dan SR ekonomis yang bertujuan untuk menentukan batas *pit* ekonomis. Maka keuntungan (*balance*) yang didapat per 1 tonnya adalah :

$$\begin{aligned} \text{Balance} &= \text{Harga Jual Batubara} - \text{Biaya Penambangan Batubara} \\ &= 122,9 \text{ USD/Ton} - 32,4 \text{ USD/Ton} \\ &= 90,5 \text{ USD/Ton} \end{aligned}$$

Selanjutnya untuk menghitung nilai BESR (*Break Even Stripping Ratio*), dapat dihitung dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{BESR} &= \text{Balance} / \text{Total Biaya Pengupasan OB} \\ &= 90,5 \text{ USD/Ton} / 1,89 \text{ USD/Bcm} \\ &= 47,8 \end{aligned}$$

Nilai BESR (*Break Even Stripping Ratio*) yang didapatkan ini kemudian akan dikurangi dengan 30% keuntungan yang diambil oleh pemilik saham PT Berau Coal. Dengan demikian, SR (*Stripping Ratio*) ekonomis yang didapatkan dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Profit} &= 30\% \times \text{Balance} \\ &= 30\% \times 90,5 \text{ USD/Ton} \\ &= 27,15 \text{ USD/Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SR Ekonomis} &= (\text{Balance} - \text{Profit } 30\%) / \text{Total Biaya Pengupasan Overburden} \\ &= (90,5 \text{ USD/Ton} - 27,15 \text{ USD/Ton}) / 1,89 \text{ USD/Bcm} \\ &= 33,51 \end{aligned}$$

Hasil SR ekonomis yang didapat sebesar 33,51 dengan BESR sebesar 47,8. Berdasarkan perhitungan SR ekonomis yang didapatkan, maka dapat dikatakan bahwa area *pit* PQRT sesudah dilakukan optimalisasi cadangan batubara *seam P* bernilai ekonomis dikarenakan nilai SR ekonomis yang lebih kecil dari nilai BESR. Maka dari itu, desain *pit* optimalisasi cadangan batubara *seam P* layak untuk dilaksanakan.



KESIMPULAN

Desain *pit* optimalisasi yang telah direncanakan dengan menggunakan *Ventyx MineScape 5.7* menghasilkan Request Level (RL) tertinggi 80 meter dan Request Level (RL) terendah -90 meter. *Pit* ini juga memiliki *overall slope* sebesar 32° dengan FK (Faktor Keamanan) 1,24 dan *single slope* sebesar 55° dengan FK 1,21. Target cadangan *pit* PQRT tahun 2023 sebelum dilakukan optimalisasi pada *pit* PQRT sebesar 7.951.581 ton untuk batubara dan sebesar 124.314.000 BCM untuk *overburden*. Penambahan volume cadangan untuk area optimalisasi batubara *seam P pit* PQRT sebesar 114.637 ton untuk batubara dan sebesar 527.039 BCM untuk *overburden*. Maka total target cadangan *pit* PQRT tahun 2023 apabila ditambahkan dengan volume cadangan optimalisasi sebesar 8.066.218 ton untuk batubara dan sebesar 124.841.039 BCM untuk *overburden*. Nilai BESR (*Break Even Stripping Ratio*) dan SR (*Stripping Ratio*) Ekonomis untuk penambahan volume batubara dan *overburden* pada desain *pit* optimalisasi sebesar 47,8 dan 33,51. Maka dari itu, desain *pit* penggalan batubara *seam P* layak untuk dioperasikan (*mineable*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kennedy, B. A., (1990). *Surface Mining : 2nd Edition*. Colorado : Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME).
- [2] Aswandi, D., dan Yulhendra, D. (2019). Redesain Rancangan Ultimate *Pit* Dengan Menggunakan Software *Minescape 4.118* Di *Pit S41* PT. Energi Batu Hitam Kecamatan Muara Lawa & Siluq Ngurai. *Jurnal Bina Tambang*, 4(1), 153-164.
- [3] Sukandarrumidi, (1995), *Batubara dan Gambut*. Gajah Mada University Press: Yogyakarta.
- [4] Rustian, R., Rianto, D. J., dan Rahmawati, D. (2021). Analisis Perubahan Kualitas Batubara Di Front Penambangan Terhadap Kualitas Batubara Di Stockpile, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi, *Jurnal Mine Magazine*, 2(1).
- [5] Febrian, D. T. (2014). *Rancangan Desain Pit Batubara Di PT Cakra Persada Mandiri Mining (PT CPMM) Desa Panaan, Kec. Bintan Ara Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah*. Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Islam Bandung.
- [6] Barber. J dan Hanna, P. (2000). The Mine Planning Process. *Proceedings of mining dan Energy Indonesia 2000 Conference "New Indonesian Era for Better Investment and National Prosperity"*, Jakarta.
- [7] Hartman, H.L. (1987). *Introductory Mining Engineering*. New York: A Wiley Interscience Publication.
- [8] Hustrulid, W. & Kuchta, M. (1995). *Open Pit Mine Planning and Design : Vol. 1-Fundamentals*. AA Balkema: Netherland.
- [9] Prinandi, A. R. (2015). Perancangan (Design) *Pit* EF Pada Penambangan Batubara Di PT Milagro Indonesia Mining Desa Sungai Merdeka, Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Teknik Pertambangan*, Bandung : Fakultas Teknik.
- [10] Rienaldy, A. (2016). *Perencanaan Pit "Bendili Prima South" Pada Basalt Seam "Pr" Tahun 2021-2022 Di Areal Pit Bendili Prima Divisi Bintang PT Kaltim Prima Coal, Sangatta, Kalimantan Timur*. Skripsi, Fakultas Teknik : Universitas Sriwijaya.