ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

RANCANGAN PIT PENAMBANGAN BATUBARA PADA PIT X PT. PROLINDO CIPTA NUSANTARA, SITE SIE LOBAN, KABUPATEN TANAH BUMBU, PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Eka Nurohman Hadi Prasetyono[1], Esthi Kusdarini[1], Yudho Dwi Galih C[1]

[1]Jurusan Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

e-mail : ekanurohmanhp17@gmail.com

ABSTRAK

PT. Prolindo Cipta Nusantara adalah perusahaan yang bergerak pada bidang Batubara. Perusahaan ini berada di Kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Luas area izin usaha pertambangan PT. Prolindo Cipta Nusantara sebesar 405 Ha yang berdiri diatas bekas perkebunan kelapa sawit. Untuk memulai suatu kegiatan penambangan dibutuhkan perencanaan tambang yang matang agar dapat memperoleh nilai tambang yang ekonomis. Salah satu perencanaan yang penting dilakukan ialah merancang sebuah pit penambangan dimana proses ini ialah merancang sebuah kontruksi pit dari data lubang bor, merancang geometri lereng yang aman dan memperoleh suatu cadangan batubara yang ekonomis Tujuan penelitian ialah merancang pit tambang untuk mendapatkan taksiran cadangan dan area bukaan tambang berbentuk tiga dimensi sebagai gambaran awal dimulainya penambangan. Metode pengolahan data dilakukan secara komputasi, dengan bantuan software microsoft excel, minescape dan, slide. Hasil Rancangan pit X pada PT. Prolindo cipta nusantara yang memiliki luas sebesar 108,5 Ha Rancangan pit dibentuk dengan mengacu pada faktor keamanan lereng menghasilkan cadangan batubara sebesar 14.527.433 m^3 atau 18.885.663 Ton dengan mengupas overburden sebesar 51.252.292 m^3. SR (Striping Ratio) yang didapat adalah 2,7 : 1 yang berarti rencana kegiatan penambangan ekonomis untuk dilakukan.

Kata Kunci : Rancangan Pit, Geometri Lereng, Cadangan

ABSTRACT

PT. Prolindo Cipta Nusantara is a company engaged in the field of coal. The company is located in Sungai Loban District, Tanah Bumbu Regency, South Kalimantan Province. The area of PT. Prolindo Cipta Nusantara of 405 Ha which stands on a former oil palm plantation. To start a mining activity requires careful mine planning in order to obtain economical mining value. One important planning is to design a mining pit where the process is to design a pit construction from drill hole data, design safe slope geometry and obtain an economical coal reserve The research objective is to design a mine pit to obtain estimated reserves and mine opening areas three-dimensional shape as an initial illustration of the start of mining. The data processing method is done computationally, with the help of Microsoft Excel, Minescape and Slide software. The results of the pit X design at PT. Nusantara Prolindo Cipta which has an area of 108.5 Ha The pit design was formed by referring to the safety factor of the slope to produce coal reserves of 14,527,433 m3 or 18,885,663 tons by peeling overburden of 51,252,292 m3. SR (Striping Ratio) obtained is 2,7 : 1 which means that the plan for economic mining activities to be carried out.

Keywords: Pit Design, Slope Geometry, Reserves

PENDAHULUAN

Batubara merupakan endapan batuan organik yang dapat terbakar dan terbentuk dari suatu endapan organik seperti sisa-sisa tumbuhan yang telah mengalami proses pembatubaraan. (Sukandarumidi, 1995) Batubara sering digunakan sebagai bahan bakar, utamanya untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU).

PT. Prolindo Cipta Nusantara, adalah salah satu perusahaan pertambangan batubara yang sudah mendapatkan izin usaha pertambangan dari pemerintah provinsi Kalimantan Selatan untuk melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi endapan batubara. PT. Prolindo Cipta Nusantara terletak di Kecamatan Sungai Loban, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan.

PT. Prolindo Cipta Nusantara, memiliki IUP seluas 405 Ha. Metode penambangan yang digunakan pada perusahaan ini ialah Metode tambang terbuka (*surface mining*).

Untuk memulai suatu kegiatan penambangan diperlukan permodelan sumberdaya dan cadangan, ini dilakukan untuk menghasilkan taksiran kuantitas (*tonase*) cadangan, membuat perkiraan bentuk tiga dimensi cadangan, menentukan umur tambang berdasarkan jumlah cadangan, dan menentukan desain pit sebagai batas-batas kegiatan penambangan berdasarkan taksiran cadangan.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tujuan penelitian ialah untuk merancang pit tambang untuk mendapatkan taksiran cadangan dan area bukaan tambang berbentuk tiga dimensi sebagai gambaran awal dimulainya penambangan, untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang Rancangan Pit Penambangan Batubara.

TINJAUAN PUSTAKA

Rancangan pit ialah sebuah desain bentuk dari tambang yang memiliki dimensi. Di dalamnya menyangkut geometri jenjang, Sudut lereng *Inter-ramp* dan *overall*. Untuk memudahkan dalam penanganan penambangan perlu dilakukannya perancangan *push back* atau *sequence* penambangan dimana seluruh volume yang ada dalam *overall* pit disederhanakan dalam bentuk unit pit yang lebih kecil. Teori yang digunakan ialah *blok and strip per level*. Unit penambangan dibagi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil,yaitu *blok dan strip* serta *level*. Pada blok masing-masing pit dibagi menjadi blok-blok melintang misalnya dari arah barat ke timur. Lebar blok umumnya 50m - 100m penamaan blok bisa berupa B1, B2, B3 dan seterusnya. Strip ialah pembagian strip-strip kecil dengan lebar 50m - 100m dengan memotong blok dari utara ke selatan. Penamaan strip biasanya berupa kode S1, S2, S3 dan seterusnya. Kemudian untuk menentukan wilayah bisa diambil dengan melihat perpotongan dari Blok dan Strip. Penamaan blok dan strip kemudian mencadi B1S1, B2S2, B3S3 dan seterusnya. (Sulistyana. B Waterman, 2010)

METODE PENELITIAN

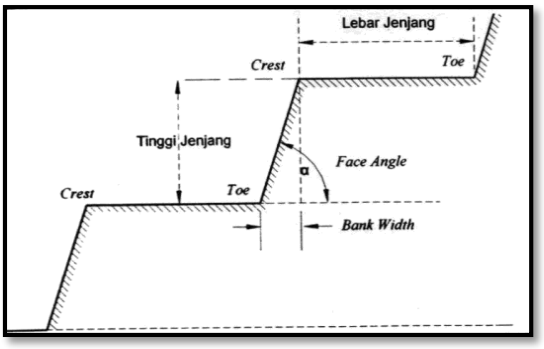
Batas Pit

Menentukan batas akhir dari kegiatan penambangan (*ultimate pit limit*) untuk suatu endapan. Ini berarti menentukan berapa besar cadangan batubara yang akan ditambang akan memaksimalkan nilai bersih total dari endapan tersebut. Dalam penentuan batas akhir dari pit, nilai waktu dari uang belum diperhitungkan.

Geometri Jenjang

Geometri jenjang terdiri dari tinggi jenjang, sudut lereng jenjang tunggal, dan lebar dari jenjang penangkap (*catch bench*). Rancangan geometri jenjang biasanya dinyatakan dalam bentuk parameter-parameter untuk ketiga aspek ini. Bagian-bagian jenjang dapat dilihat pada Gambar 1.

Dalam pelaksanaan penambangan, pengontrolan sudut lereng biasanya dilakukan dengan menandai lokasi pucuk jenjang (*crest*) yang diinginkan menggunakan bendera kecil. Operator shovel diperintahkan untuk menggali sampai mangkuknya berada dilokasi bendera tersebut.



Gambar 1 : Bagian-Bagian Pada Jenjang (Bench)

Tinggi Jenjang

Biasanya alat muat yang digunakan harus mampu mencapai pucuk atau bagian atas jenjang. Jika tingkat produksi atau faktor lain mengharuskan ketinggian jenjang tertentu, alat muat yang akan digunakan harus disesuaikan pula ukurannya. Pada pelaksanaannya pada tambang terbuka tinggi *bench* antara 10m-20m (Singh, 1997).

Lebar Jenjang

Berdasarkan pada analisis mekanika longsor (*analisys of rockfall mechanic*) yang dilakukan Hustrulid dan Kutcha, (2013), untuk menentukan lebar *bench* dari tinggi *bench* yakni 30 sampai 100 ft (9 sampai 30 m) lebar minimum *bench.*

Penentuan lebar jenjang pada perencanaan penambanganl tergantung dari kegiatan dan alat berat yang dipergunakan. Kegiatan-kegiatan diatas jenjang meliputi pembongkaran dan pemuatan ke atas *truck*. Lebar jenjang ditentukan berdasarkan jenjang yang akan digunakan sebagai jalan angkut dan tempat kerja alat gali muat (Hustrulid dan Kutcha, 2013).

Kemiringan Jenjang

Penggalian oleh alat gali-muat mekanis seperti *loader* atau *shovel* di permukaan jenjang pada umumnya akan menghasilkan sudut lereng antara 60-65 derajat. Sudut lereng yang lebih curam biasanya memerlukan peledakan *pre-splitting*. Umunya untuk batuan masif sudut lereng antara 55^0 – 80^0 sedangkan untuk batuan sedimen bervariasi antara 50^0 – 60^0 (Singh,1999).

Faktor Keamanan (FK) kestabilan lereng dapat diketahui menggunakan *software geoslope*. Metode ini diasumsikan terdapat bidang gelincir yang potensial, dimana kondisi gaya (*force*) dan *moment equilibrium* ditentukan berada pada kondisi statis. Analisis ini membutuhkan informasi tentang kekuatan material. *Resisting force* atau gaya penahan adalah gaya yang bekerja relatif berlawanan terhadap arah gaya penggerak umumnya dipengaruhi oleh jenis batuan dan

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

kekuatan batuan itu sendiri. Sedangkan *driving force* atau gaya penggerak ialah gaya yang bekerja berlawanan terhadap gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh diskontinuitas dari batuan, gaya gravitasi, kemiringan lereng, dan sebagainya (Hustrulid et al., 1995).

FK (Faktor Keamanan) Lereng

FK (faktor keamanan) dari sebuah lereng merupakan perbandingan antara gaya penahan dan gaya penggerak, kestabilan dari suatu lereng pada kegiatan penambangan dipengaruhi oleh kondisi geologi daerah setempat, bentuk keseluruhan lereng pada lokasi tersebut, kondisi air tanah setempat, faktor luar seperti getaran akibat peledakan ataupun alat mekanis yang beroperasi dan juga dari teknik penggalian yang digunakan dalam pembuatan lereng. Lereng dikatakan aman apabila FK>1, dikatakan kritis apabila FK=1 dan dikatakan tidak aman apabila FK<1. Pada analisa FK menggunakan *Rocsience Slide* dan untuk menghasilkan nilai FK dibantu dengan metode *Bishop Simplified* dengan analisa kesetimbangan batas. Data-data yang dibutuhkan yaitu sifat massa batuan secara umum yang terdiri dari berat jenis (*unit weight*)yang terdiri dari kohesi (*c*), dan berat satuan (γ) dan kuat geser dalam (Φ) batuan.

Selain data-data yang diperlukan dari metode analisa diatas untuk mendesain sebuah lereng memrlukan data tambahan lain seperti geometri lereng, yaitu tinggi lereng dan sudut kereng. Untuk melakukan desain geometri lereng menggunakan sistem *try and error*.

Sumberdaya dan Cadangan

Sumber daya batubara *(Coal Resources)* adalah bagian dari endapan batubara yang diharapkan dapat dimanfaatkan. Sumber daya batu bara ini dibagi dalam kelas-kelas sumber daya berdasarkan tingkat keyakinan geologi yang ditentukan secara kualitatif oleh kondisi geologi/tingkat kompleksitas dan secara kuantitatif oleh jarak titik informasi. Sumberdaya ini dapat meningkat menjadi cadangan apabila setelah dilakukan kajian kelayakan dinyatakan layak.

Cadangan batubara *(Coal Reserves)* adalah bagian dari sumber daya batubara yang telah diketahui dimensi, sebaran kuantitas, dan kualitasnya, yang pada saat pengkajian kelayakan dinyatakan layak untuk ditambang.

Klasifikasi sumberdaya dan cadangan menurut SNI 5015 (2015) dibagai menjadi berikut :

Sumberdaya Hipotetik

Sumbedaya Hipotetik adalah sumberdaya didaerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang jumlah kuantitas dan kualitas dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat – syarat yang ditetapkan untuk tahap penelitian survey tinjau.

Sumberdaya Tereka

Sumbedaya Tereka adalah sumberdaya didaerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang jumlah kuantitas dan kualitas dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat – syarat yang ditetapkan untuk tahap penelitian prospeksi.

Sumberdaya Tertunjuk

Sumbedaya Tertunjuk adalah sumberdaya didaerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang jumlah kuantitas dan kualitas dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat – syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi pendahuluan.

Sumberdaya Terukur

Sumbedaya Terukur adalah sumberdaya didaerah penyelidikan atau bagian dari daerah penyelidikan yang jumlah kuantitas dan kualitas dihitung berdasarkan data yang memenuhi syarat – syarat yang ditetapkan untuk tahap eksplorasi rinci.

Cadangan Terkira

Cadangan Terkira adalah sumberdaya tertunjuk dan sebagian sumberdaya terukur, tetapi berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga hasil kajian dinyatakan layak.

Cadangan Terukur

Cadangan Terukur adalah sumberdaya terukur yang berdasarkan kajian kelayakan semua faktor yang terkait telah terpenuhi sehingga hasil kajian dinyatakan layak.

Untuk memperoleh sumberdaya dan cadangan maka perlu dilakukan perhitungan. Ada dua metode perhitungan cadangan yang dapat digunakan, dan berikut ialah metode dan penerapan dalam perhitungan cadangan.

Metode Perhitungan Cadangan

Didalam menentukan metode perhitungan cadangan terlebih dahulu harus mengetahui karakteristik endapan, kemenerusan dan persebaran bahan galian. Parameter-parameter ini akan menjadi dasar pertimbangan dalam memilih metode apakah menggunakan metode konvensional atau menggunakan metode komputerisasi. Metode konvensional dimaksud penggunaan metode-metode secara manual diantaranya metode cross section, metode daerah pengaruh, metode pollygon dan lain sebagainya. Sedangkan metode komputerisasi merupakan salah satu metode yang menggunakan konsep model diantaranya konsep

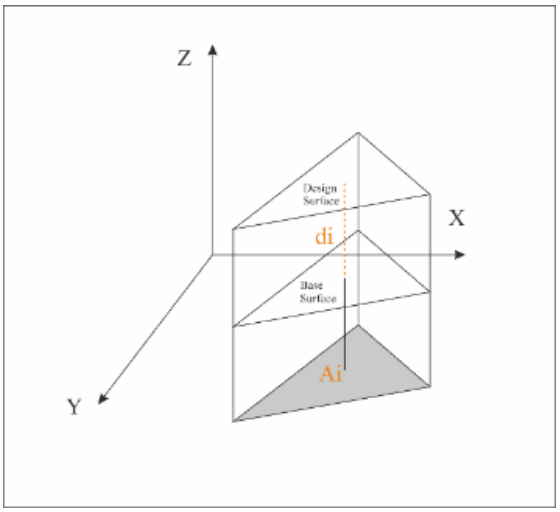
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

blok dan konsep gridde seam model. Pada penerapan konsep blok model terdapat beberapa metode perhitungan berdasarkan konsep masing-masing baik itu blok model maupun gridde seam model.

Penerapan Metode Penentuan Cadangan

Jumlah cadangan dapat ditentukan dengan konsep gridde seam model dengan metode yang digunakan adalah metode cut and fill. Menurut Ale (2008), prinsip perhitungan volume batubara menggunakan metode cut and fill adalah menghitung luasan dua penampang serta jarak antara penampang atas dan penampang bawah tersebut.

Dengan mengetahui data penampang atas dan penampang bawah, maka dapat dihitung luas masing - masing penampang. Perhitungan volume DTM dilakukan dengan terlebih dahulu mencari luasan pada DTM tersebut dalam bidang horisontal. DTM didefinisikan sebagai hasil penjumlahan volume dari prisma yang dibentuk masing-masing TIN. Visualisasi penghitungan volume dengan metode cut and fill dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 : Visualisasi perhitungan volume

Gambar 2 menunjukan TIN (triangular irregular network) yang dibentuk pada permukaan atas dan permukaan bawah dihubungkan sehingga membentuk prisma segitiga yang kemudian volume setiap prisma dijumlahkan untuk mengetahui volume cut and fill. Volume total dari suatu area dihitung dari penjumlahan volume semua prisma. Volume prisma dihitung dengan mengalikan permukaan proyeksi (Ai) dengan jarak antara pusat massa dari dua segitiga yaitu design surface dan base surface (di). Rumus penghitungan volume dengan prism method dapat dilihat pada rumus dibawah ini:

Vi = Ai.di ..... (1)

Keterangan :

Vi = Volume prisma
Ai = Luas bidang permukaan proyeksi
di = Jarak antara pusat massa dua segitiga surface desain dan base desain

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data penelitian dilakukan secara bertahap dari perancangan pit yang meliputi perhitungan sumber daya, perancangan geometri jenjang, perhitungan cadangan kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data untuk penjadwalan produksi yang meliputi sequance penambangan (urutan penambangan, kemajuan tambang, dan arah kemajuan tambang), target produksi, perhitungan alat dan jadwal produksi.

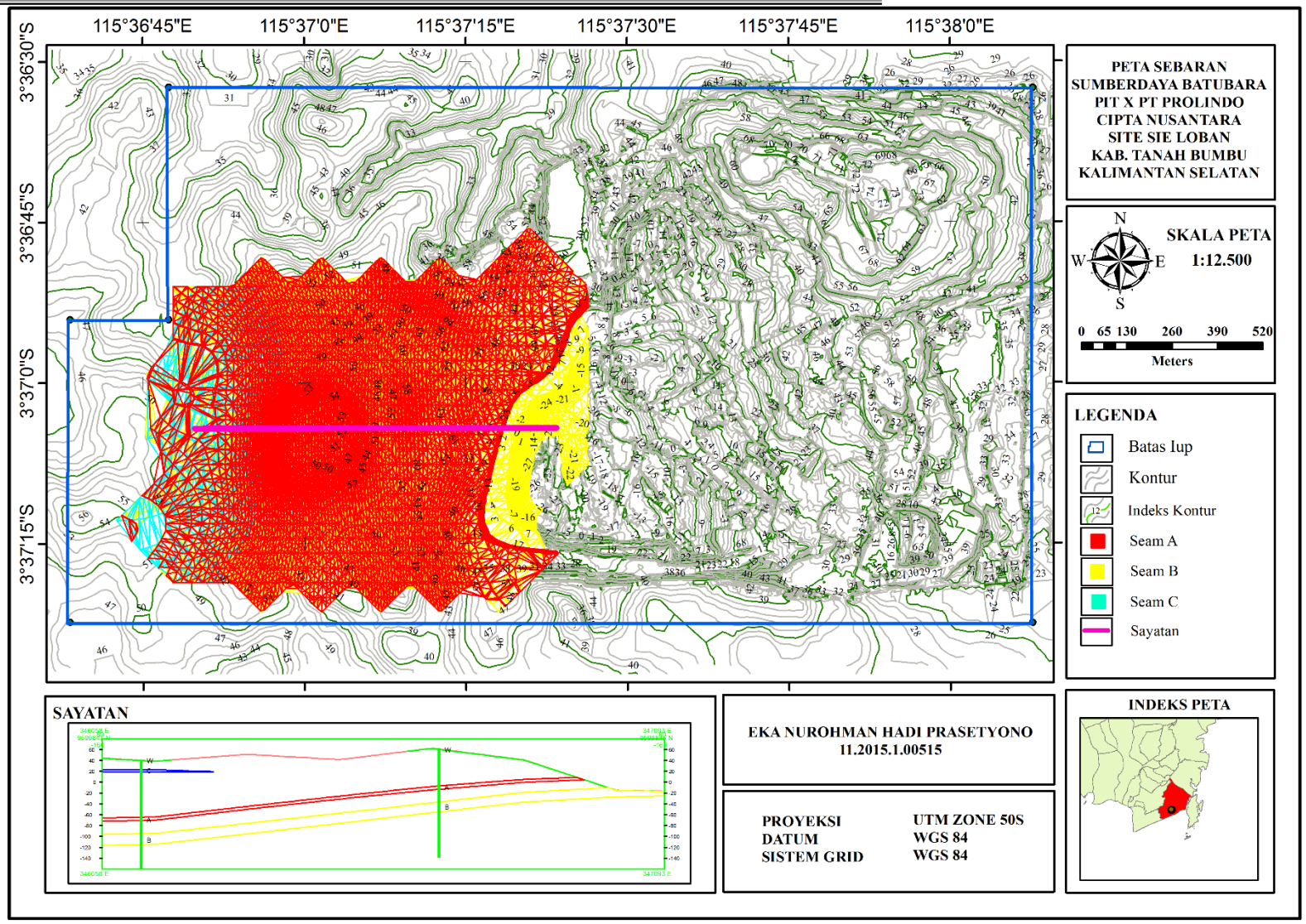
Pembuatan rancangan pit dilakukan dengan 3 tahapan yaitu yang pertama ialah perhitungan sumberdaya, yang kedua ialah desain geometri jenjang, dan yang ketiga ialah perhitungan cadangan.

Perhitungan sumberdaya

Perhitungan data sumberdaya, langkah ini membutuhkan data-data berupa data survey, topografi dan litologi pengeboran bawah tanah. Data ini diperoleh dari pihak engginering perusahaan PT. Prolindo Cipta Nusantara. Pengerjaan pengolahan data dilakukan menggunakan bantuan software minescape. Output dari tahan perhitungan sumberdaya ini ialah berupa blok model sebaran batubara (Gambar 3).

Dari permodelan sumberdaya batubara pada daerah penelitian, dapat diketahui bahwa terdapat 3 seam batubara diantaranya ialah seam A (warna merah) seam B (warna kuning) dan seam C (warna Cyan) . Pada seam A memiliki ketebalan rata-rata 6 meter dengan level terendah berada pada elevasi -78 mdpl dan level tertinggi pada elevasi 18 mdpl. Volume sumberdaya pada seam A sebesar 5.858.720 m^3. Pada seam B memiliki ketebalan rata-rata 18 meter dengan level terendah berada pada elevasi -104 mdpl dan level tertinggi pada elevasi -7 mdpl.Volume sumberdaya pada seam B sebesar 19.484.940 m^3. Pada seam C memiliki ketebalan rata-rata 5 meter dengan level terendah berada pada elevasi 15 mdpl dan level tertinggi pada elevasi 21 mdpl. Volume sumberdaya pada seam C sebesar 1.016.782 m^3. Sehingga total sumberdaya dari ketiga seam sebesar 26.360.442 m^3 batubara.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020



Gambar 3 : Peta sebaran sumberdaya.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Desain geometri jenjang

Pembuatan desain jenjang dilakukan dengan mempertimbangkan FK (faktor keamanan) dari jenis batuan di daerah penelitian dan juga spesifikasi alat yang digunakan. data yang diperlukan pada pembuatan geometri jenjang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1 : Dimensi Jenjang pada Perusahaan

No	Nama	Keterangan
1	*Bench Hight*	10 m
2	*Bench Width*	5 m
3	*Single Slope*	45 °

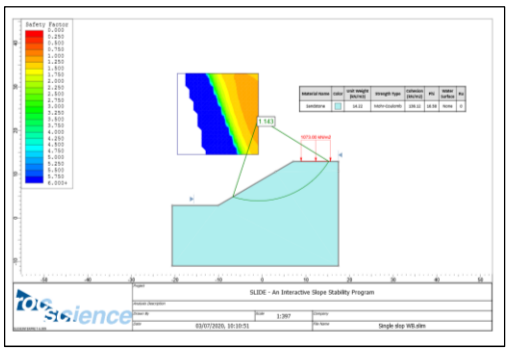
Tabel 2 : Data Geoteknik

No	Nama Batuan	Bobot Isi (γ)	Kohesi (c)	Sudut Geser Dalam(Φ)
1	Claystone	14.48	111.66	24.16
2	Sandstone	14.22	136.12	16.58
3	Siltstone	14.95	117.14	20.49
4	Coal	14.76	168.75	20.20

Dari hasil pengolahan data menggunakan bantuan software Slide didapatkan desain geometri jenjang seperti berikut:

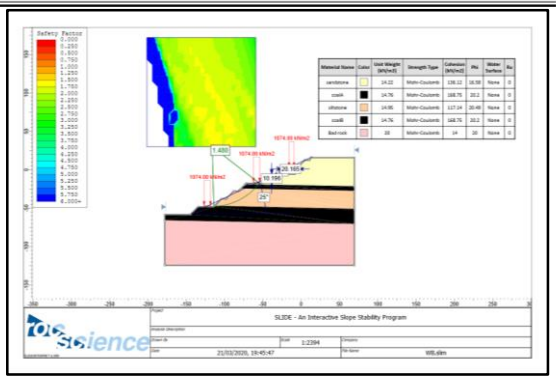
Jenjang kerja (Work bench)

Jenjang kerja (work bench) ialah jenjang yang akan selalu berubah-ubah dikarenakan pada jenjang ini proses penambangan dilakukan. *Work bench* dibuat dengan sedemikian rupa guna untuk menahan alat-alat yang bekerja pada jenjang tersebut. Berikut ialah layout dari jenjang kerja (*work bench*).



Gambar 4 : Geometri jenjang kerja (work bench) single slope

Dari hasil pengolahan data jenjang kerja *single slope* didapatkan geometri jenjang dengan ketinggian 10 meter, dengan lebar bench antara 5-6 meter dan sudut lereng sebesar 30˚-45˚, dan tambahan beban alat yang paling berat yaitu Komatsu PC 1800-6 sebesar 1073 kN/m^2. Nilai FK yang ditunjukan dari geometri tersebut sebesar 1,1 yang berarti jenjang tersebut dikategorikan aman.

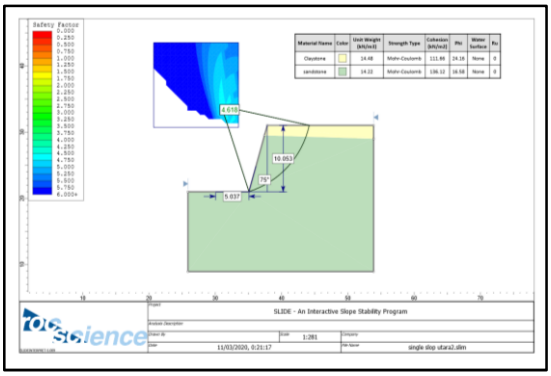


Gambar 5 : Geometri jenjang kerja (work bench) overal slope

Dari hasil pengolahan data jenjang kerja *overal slope* didapatkan geometri jenjang dengan ketinggian 10 meter, dengan lebar bench antara 6-20 meter dan sudut lereng sebesar 20˚-25˚, dan tambahan beban alat yang paling berat yaitu Komatsu PC 1800-6 sebesar 1073 kN/m^2. Nilai FK yang ditunjukan dari geometri tersebut sebesar 1,4 yang berarti jenjang tersebut dikategorikan aman.

Jenjang tetap (Permanent)

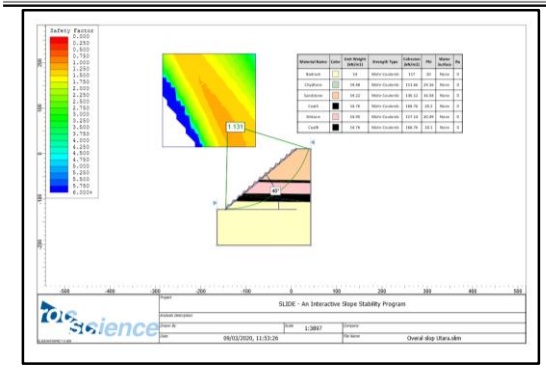
Jenjang tetap merupakan jenjang permanen yang dimana jenjang ini ialah hasil akhir pit. Pada jenjang ini tidak ada kegiatan yang dilakukan. Pemilihan sudut lereng seefektif munkin dilakukan untuk mendapatkan cadangan yang besar. Semakin curam lereng yang dibuat maka semakin besar cadangan yang akan diperoleh. Namun perlu diingat bahwa semakin curam lereng maka semakin kecil nilai FK yang didapatkan. Berikut ialah layout dari jenjang permanen.



Gambar 6 : Geometri jenjang permanen single slope

Dari hasil pengolahan data jenjang permanen *single slope* didapatkan geometri jenjang dengan ketinggian 10 meter, dengan lebar bench antara 5-6 meter dan sudut lereng sebesar 60˚-75˚. Nilai FK yang ditunjukan dari geometri tersebut sebesar 4,6 yang berarti jenjang tersebut dikategorikan aman.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020



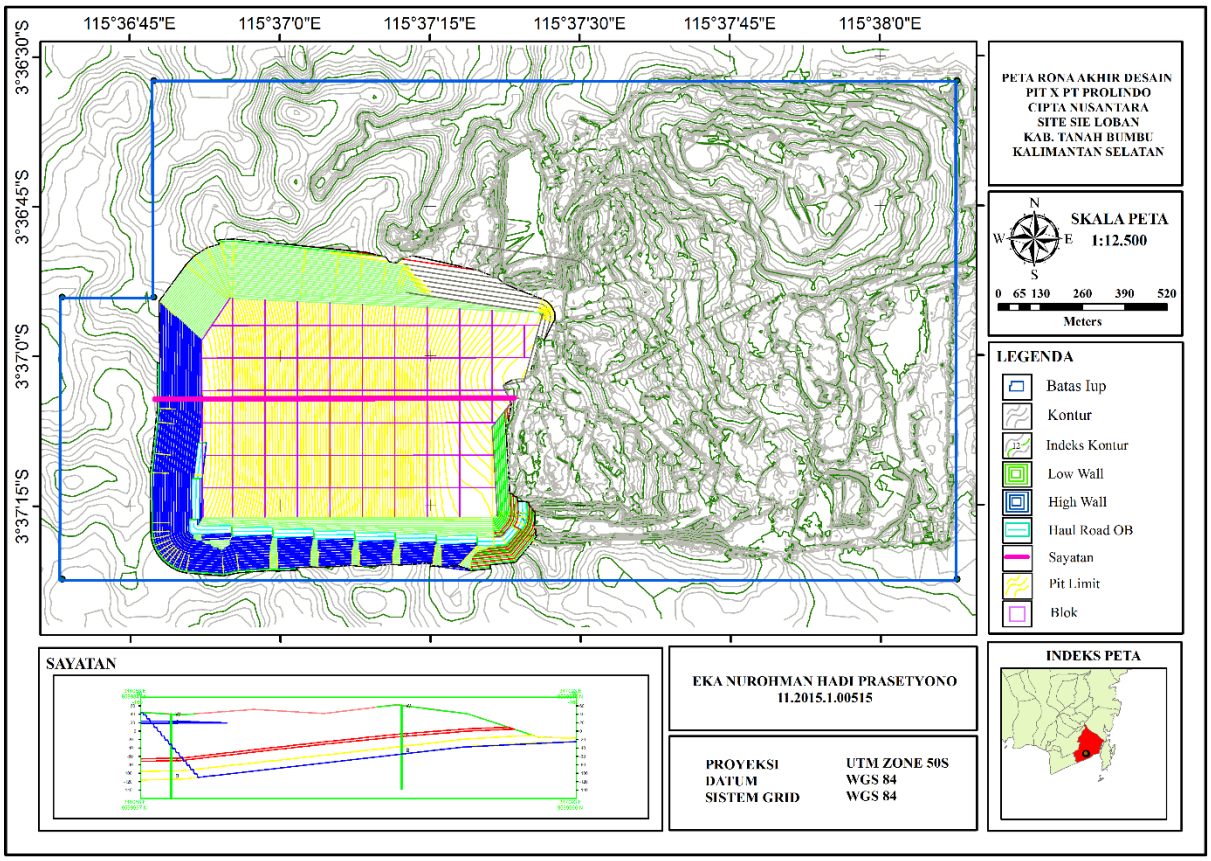
Gambar 7 : Geometri jenjang permanen overal slope

Dari hasil pengolahan data jenjang permanen *overal slope* didapatkan geometri jenjang dengan ketinggian 10 meter, dengan lebar bench antara 5-6 meter dan sudut lereng sebesar 60˚-75˚ dan overal sebesar 40˚. Nilai FK yang ditunjukan dari geometri tersebut sebesar 1,1 yang berarti jenjang tersebut dikategorikan aman.

Perhitungan cadangan

Cadangan merupakan bagian dari sumberdaya yang telah melalui uji kelayakan secara teknis yang memiliki dimensi, kuantitas dan kuwalitas serta dinyatakan layak untuk ditambang. Dalam perhitungan cadangan telah dilakukan kajian teknis berupa pembuatan jenjang yang aman guna mengetahui jumlah cadangan yang layak untuk ditambang. Selain itu daerah penambangan juga akan dibagi menjadi blok-blok yang lebih kecil guna memudahkan dala proses penambangan, Gambar 8 ialah hasil peta rencana pembuatan desain pit pada pit X PT. Prolindo Cipta Nusantara.

Dari hasil perhitungan dengan pit limit yang berada pada elevasi -104 mdpl didapatkan volume *overburden* sebesar 51.252.292 m^3 dan volume batubara sebesar 14.527.433 m^3 atau 18.885.663 Ton dengan hasil tersebut didapatkan SR (*Striping Ratio*) sebesar 2,7 : 1 yang berarti cadangan tersebut layak untuk ditambang.



Gambar 8 : Peta rona akhir rencana desain pit

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

KESIMPULAN

Rancangan pit X pada PT. Prolindo cipta nusantara yang memiliki luas sebesar 108,5 Ha diatas iup sebesar 405 Ha dengan elevasi awal topografi tertinggi diwilayah penelitian adalah 66mdpl. Berdasarkan letak dan kedudukan sebaran batubara dibentuk permodelan pit dengan kedalaman maksimal -104 mdpl. Rancangan pit dibentuk dengan mengacu pada faktor keamanan lereng menghasilkan cadangan batubara sebesar 14.527.433 m^3 atau 18.885.663 Ton dengan mengupas overburden sebesar 51.252.292 m^3. SR (Striping Ratio) yang didapat adalah 1:2,7 yang berarti ekonomis untuk dilakukan penambangan.

DAFTAR PUSTAKA

Diharlan B., Sastra. (2018).Skripsi Rancangan Tahapan Penambangan Produksi Andesit pada Radian Delta Wijaya di Desa Sadu Kecamatan Soreang Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.

Hustrulid, W., and Kutcha, M. (1995). *Open Pit Mine Planning and Design.* New York: Society of Mining Engineering.

Hustrulid, W., and Kutcha, M. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design*. London: Boca Raton.

Jone, Yohanes. (2016). Teknik Eksplorasi Endapan Bahan Galian. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Notosiswanto, Sudarto dkk. (2005). Diktat Metode Perhitunngan Cadangan. Bandung: Departemen Teknik Pertambangan ITB

Silalahi B.E, Saur Maruli. (2002).Kamus Pertambangan, Teknologi dan Pemanfaatan Batubara. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Negara Veteran Yogyakarta

Sukandarumidi. (1995). Batubara dan Gambut. Yogyakarta: Gadjah Mada University

Sulistyana B. Waterman. (2010). Perencanaan Tambang. Yogyakarta: Universitas Pembangunan Negara Veteran Yogya

Supratman, Odih. (2018). Modul 1 Tambang Terbuka. Bandung: Ristek Dikti

Tri Rahman J, Putra. (2020).Skripsi Rancangan Kuari Untuk Penjadwalan Produksi Batugamping Pada Pt. X Site Rembang Kabupaten Rembang Jawa Tengah. Surabaya : Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya