

Perancangan *Sequence* Penambangan Batubara pada PT XYZ Provinsi Sumatera Selatan

Fahrul Indrajaya, Ayu Lusi Natallia, Neny Sukmawatie*

Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

**fahrulindrajaya@mining.upr.ac.id*

SARI

Sequence penambangan merupakan tahapan penambangan yang menunjukkan suatu *pit* akan ditambang dari bukaan awal hingga bentuk akhir. Tujuan penelitian ini untuk membuat rancangan *sequence* penambangan batubara selama 3 bulan di PT. XYZ. Penelitian ini menggunakan rencana jangka pendek yaitu di bawah 1 tahun dengan menggunakan software *Minescape* v 5.7. Penelitian ini berada pada Formasi Air Benakat dengan 5 *seam* batubara. Dalam penelitian ini memerlukan beberapa data, yaitu; peta geologi regional perusahaan, peta topografi, *boundary* LOM, *design actual* 2018, data *cropline*, target produksi, dan nisbah pengupasan. Batubara PT. XYZ secara aktual memiliki ketebalan 35 m, *top soil* 1 - 1,5 m dan kalori 4000-4500 kkal dengan kelas batubara lignit. Perancangan desain *pit* 2019 pada *seam* S4 dan S3 dengan sebaran relatif seragam dan mempunyai kemiringan 10°-15°. Cadangan batubara sebesar 1.085.785 ton dan *overburden* sebesar 3.480.355 BCM dengan faktor pengembang 1 yang berada pada SR 3,2. Proses penggalian menggunakan metode *free digging*. Parameter geometri penambangan yaitu; 35° *high wall*, 16° *overall slope*, 15° *low wall*, lebar jenjang 10 m, dan tinggi jenjang 6 m. Target produksi bulanan pada tahun 2019 sebesar 90.500 ton batubara dengan *overburden* 290.000 BCM. Desain *pit* bulan pertama seluas 5 Ha memiliki cadangan 93.806 ton. Desain *pit* bulan kedua seluas 7 Ha memiliki cadangan 89.194 ton. Desain *pit* bulan ketiga seluas 11 Ha memiliki cadangan 91.899 ton. Disposasi tahun 2019 seluas 20 Ha dengan tinggi jenjang 5 m, *slope* 45°, berada pada elevasi 50 m – 85 m. Disposasi bulan pertama berkapasitas 291128 LCM. Disposasi bulan kedua berkapasitas 287.000 LCM. Disposasi bulan ketiga berkapasitas 296.292 LCM. Desain *pit* bulan pertama memiliki nisbah pengupasan 3.1, desain *pit* bulan kedua memiliki nisbah pengupasan 3.2, desain *pit* bulan ketiga memiliki nisbah pengupasan 3.2.

Kata kunci : *sequence*; geometri penambangan; nisbah pengupasan.

ABSTRACT

Mining sequences are mining stages that indicate a pit will be mined from the initial opening to the final shape.

How to Cite: Indrajaya, F., Natallia, A.L., Sukmawatie, N., 2019. Perancangan *Sequence* Penambangan Batubara pada PT X Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Geomine*, 7(3): 230-240.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit 10 Oktober 2019
Received in from 16 Oktober 2019
Accepted 31 Desember 2019

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



The purpose of this study was to make the 2019 pit annual design and 2019 disposal based on the production target and then design the coal mining sequence for 3 months. This study uses a short term plan that is under 1 year using Minescape v 5.7. This research is in the Air Benakat Formation with 5 coal seams. In this study, we need some secondary data, namely; regional geological map, topography map, boundary LOM, actual design 2018, cropline data, production targets, and Stripping Ratio. PT. XYZ actually has a thickness of 35 m, top soil 1 - 1.5 m and 4000-4500 kcal calories with lignite coal class. The design pit 2019 on the S4 and S3 seam with a relatively uniform distribution and has a slope of 10°-15°. Coal reserves of 1,085,785 tons and overburden of 3,480,355 BCM with a swell factor of 1,8 which was at SR 3.2. The digging process uses the free digging method. Mining geometry parameters, namely; 35° high wall, 16° overall slope, 15° low wall, width is 10 m, and high is 6 m. The monthly production target in 2019 is 90,500 tons of coal with an overburden of 290,000 BCM. The third month design pit has 91,899 tons, covering an area of 11 Ha. Disposal 2019 have covering an area of 20 Ha, 8 levels, high is 5 m, 45° slope, located at 50m-85m elevation. Disposal of the first month with a capacity of 291,128 LCM. Disposal of second month with a capacity of 287,000 LCM. Disposal of third month with a capacity of 296,292 LCM. The first month pit design has stripping ratio 3.1, the second month pit design has stripping ratio 3.2, the third month pit design has stripping ratio 3.2.

Keywords: *sequence; mining geometry; stripping ratio.*

PENDAHULUAN

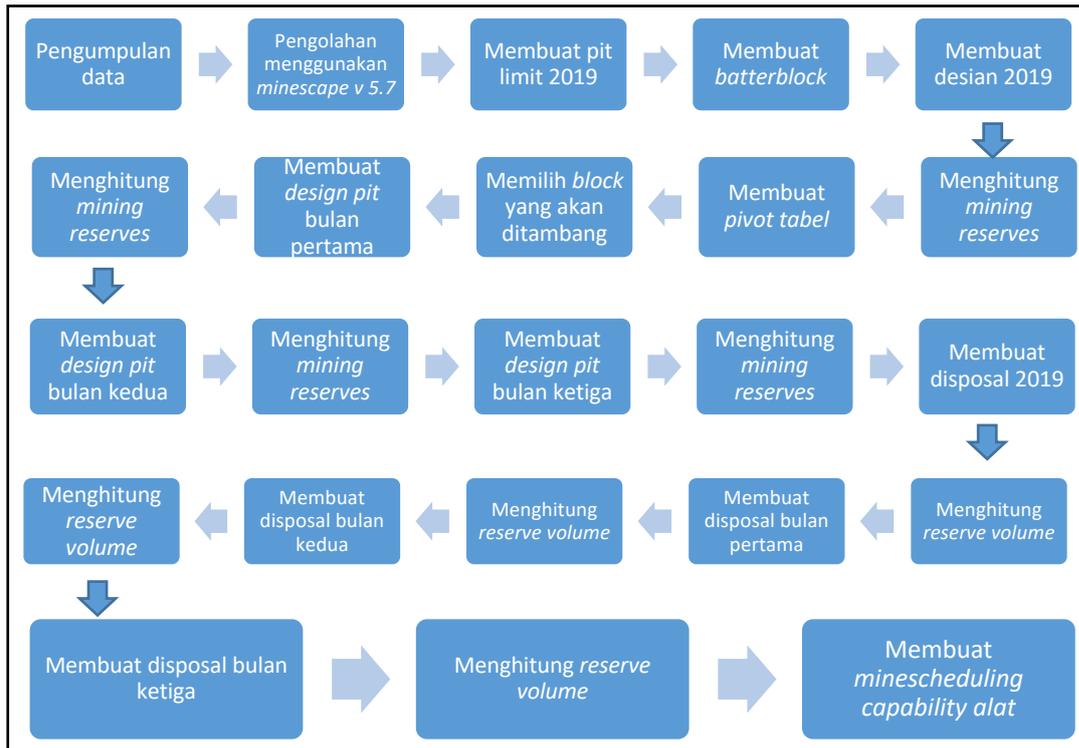
Pada usaha pertambangan diperlukan adanya perencanaan mulai dari kegiatan eksplorasi bahan galian hingga pascatambang guna mencegah kerugian yang berdampak. Perencanaan tambang adalah penentuan persyaratan teknik pencapaian sasaran kegiatan serta urutan teknik pelaksanaan penambangan dalam berbagai kegiatan yang harus dilakukan. Rancangan atau desain berperan sebagai penentuan persyaratan spesifikasi, dan kriteria teknik untuk mencapai sasaran serta urutan teknis pengerjaannya (Nasution, 2015). Selain itu, desain tambang berperan penting untuk memudahkan untuk pengambilan cadangan dari suatu endapan (Wandy dkk., 2016; Hidayat dkk., 2018). Adanya desain tambang, lebih mudah untuk memenuhi target produksi (Gusmaningsih dkk., 2018) dan sangat sesuai digunakan untuk bahan galian yang *ore bodies* berbentuk horizontal seperti batubara (Wijaya dkk., 2012; Fadli, 2015; Prinandi, 2015)

Salah satu hasil rancangan pada perencanaan tambang adalah *pit limit*. *Pit limit* yang dirancang selanjutnya akan dibagi menjadi unit-unit yang lebih kecil (*sequence*) yang mempertimbangkan nilai *stripping ratio* (Chen et al., 2001; Chatterjee et al., 2016; Haryono and Aprilianta, 2017). *Sequence* penambangan merupakan tahapan penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu *pit* akan ditambang mulai dari bukaan awal hingga bentuk akhir *pit* (Aryanda dkk., 2014; Prakoso dkk., 2019). Tujuan dari *sequence* penambangan untuk membagi seluruh volume yang ada dalam *pit limit* ke dalam unit-unit perencanaan yang lebih kecil sehingga lebih mudah ditangani (Mafruhi dkk., 2018). Rencana dan rancangan tambang perlu dibuat sebagai pedoman dalam pelaksanaan penambangan, mengurangi ketidakpastian serta digunakan sebagai pemilihan kemungkinan terbaik (Pratama dkk., 2019).

Dalam kegiatan penambangan proses penggalian sulit dilakukan apabila tidak melalui tahapan yang sederhana. Berdasarkan hal tersebut. Tujuan dari penelitian ini yaitu membuat desain tahunan pit 2019 dan disposal 2019 berdasarkan target produksi perusahaan, membuat rancangan *sequence* penambangan batubara selama 3 bulan pada perusahaan.

METODE PENELITIAN

Perancangan *sequence* untuk memenuhi target produksi membutuhkan yang rinci mengenai lokasi aktual dan arah persebaran batubara. Adapun data yang dibutuhkan dalam penelitian yaitu peta geologi regional perusahaan, peta IUP perusahaan, topografi, *boundary* LOM, *design actual* 2018, data *cropline*, target produksi, SR 2019. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah pengamatan langsung terhadap lokasi aktual di perusahaan dan ditunjang studi literatur. Dalam penelitian ini menggunakan *Minescape v 5.7*.



Gambar 1. langkah kerja

HASIL PENELITIAN

Pembuatan desain tahunan yang berkelanjutan perlu mengetahui lokasi penambangan tahun sebelumnya. Pada penelitian ini lokasi penambangan tahun 2018 memiliki elevasi terendah 25 mdpl yang terletak di bagian timur dan elevasi tertinggi 60 m dpl yang terletak di bagian barat dengan luasan sekitar 19 Ha.

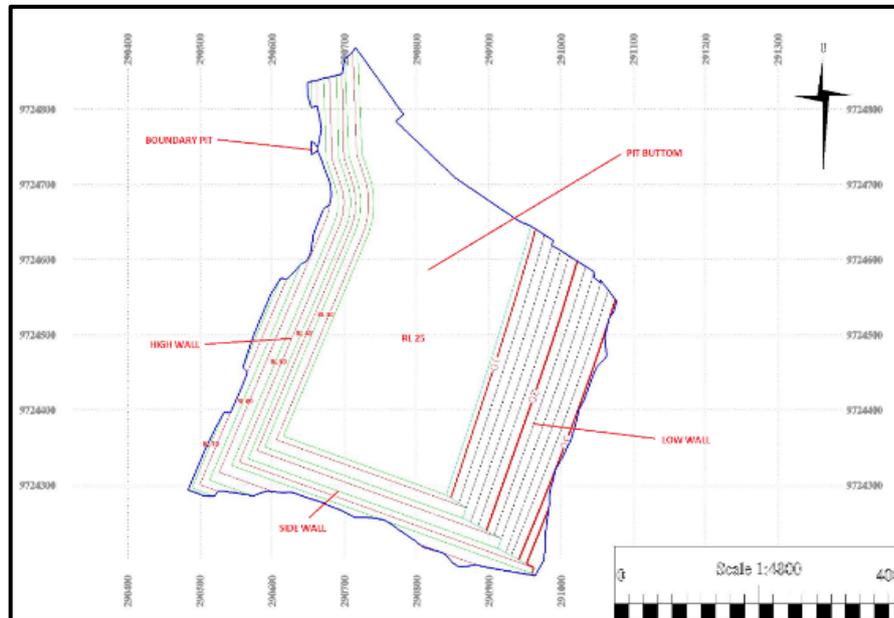
Tabel 1. Koordinat titik terendah dan titik tertinggi lokasi penambangan 2018

| Batas | Elevasi (mdpl) | Easting | Northing |
|-------------------|----------------|---------|----------|
| Elevasi Terendah | 25 | 290550 | 9724500 |
| Elevasi Tertinggi | 60 | 290550 | 9725200 |

Pada perancangan *pit* 2019 melanjutkan desain tahun 2018 dengan arah kemenerusan batubara ke arah selatan dengan dip 10° - 15° dan SR 3,2. Lokasi penambangan yang akan ditambang pada tahun 2019 berada pada elevasi terendah 25 mdpl yang terletak di bagian timur dan elevasi tertinggi 70 mdpl yang terletak di bagian barat dengan luasan sekitar 22 Ha. Blok penambangan yang berada pada *pit limit* 2019 sebanyak 108 blok.

Lubang bukaan dari daerah penambangan berbentuk *open pit* sehingga perlu dibuat lereng. Desain *pit* 2019 memiliki 6 jenjang (*bench*) dengan slope 35° . Adapun parameter

geometri penambangan yang direkomendasikan perusahaan yaitu; 35° *high wall*, 16° *overall slope*, dan 15° *low wall* dengan lebar jenjang 10 m dan tinggi jenjang 6 m. Desain *pit* tahun 2019 menghasilkan cadangan sebesar 1.085.785 ton (Gambar 2).

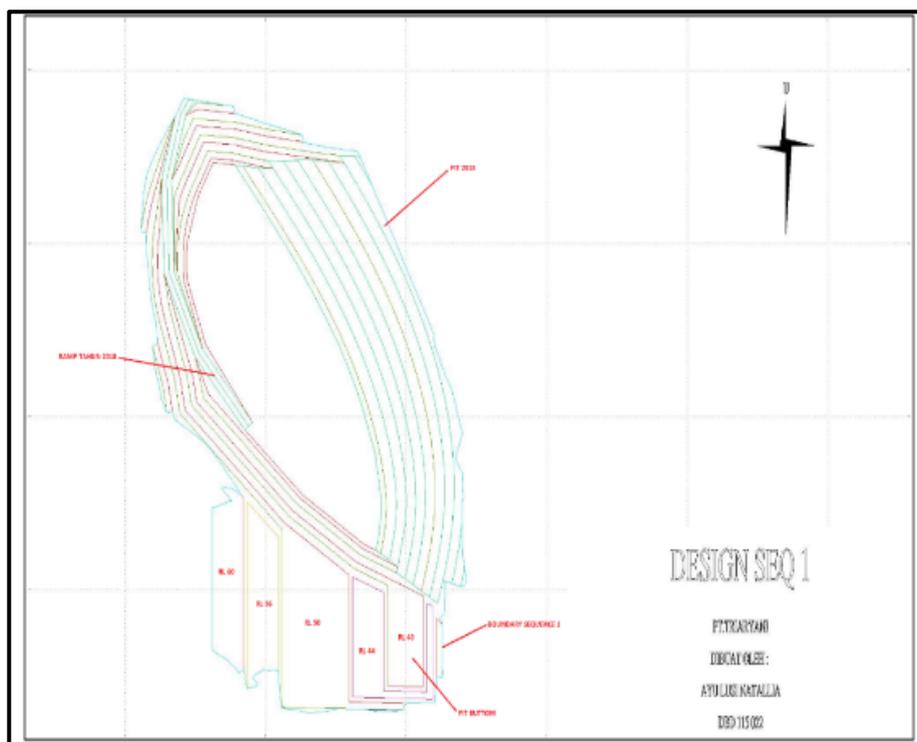


Gambar 2. Desain tahun 2019

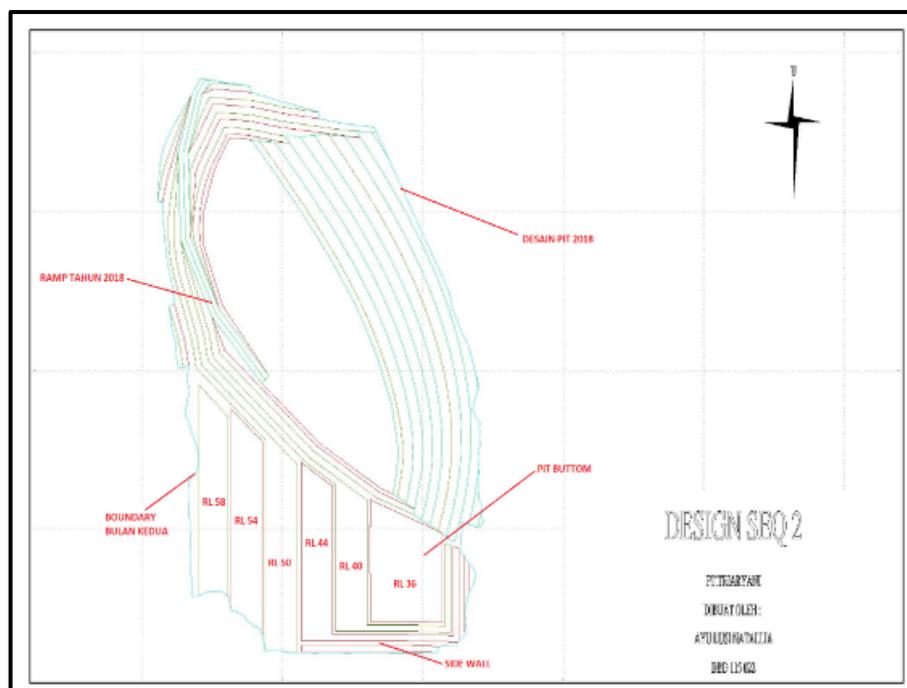
Berdasarkan target produksi tahun 2019 maka setiap bulan akan menghasilkan 90.500 ton batubara dengan SR 3,2. Dalam penentuan penjadwalan penelitian ini menggunakan tahapan *pivot table*. Pada desain bulan pertama berada pada elevasi terendah 40 mdpl dan elevasi tertinggi 60 mdpl dengan slope 35° . Luas bukaan tambang desain bulan pertama sekitar 5 Ha. Desain *pit* bulan pertama menghasilkan cadangan sebesar 93.806 ton (Gambar 3)..

Desain *pit* bulan kedua merupakan desain lanjutan dari bulan pertama. Pada desain bulan kedua mengalami penggalian lebih dalam hingga elevasi 36 mdpl dan elevasi tertinggi 58 mdpl. *Pit bottom* bulan kedua mengalami penurunan hingga 4 meter. Pada desain bulan kedua mengalami penambahan jenjang sebanyak 1 jenjang sebelah barat. Luas bukaan tambang desain *pit* bulan kedua sekitar 7 Ha. Pada desain *pit* bulan kedua tidak memenuhi target produksi bulanan karena pada bulan sebelumnya sudah mengalami kelebihan dari batas rencana target produksi bulanan yang mengakibatkan bulan kedua menghasilkan cadangan sebesar 89.194 ton (Gambar 4).

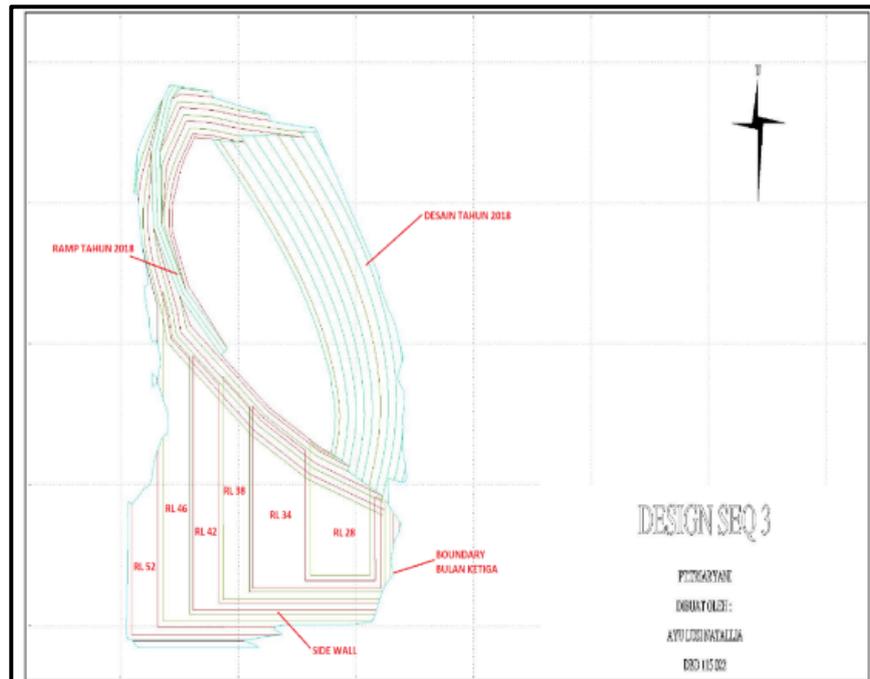
Desain *pit* bulan ketiga merupakan lanjutan dari desain bulan sebelumnya. Pada desain bulan ketiga mengalami penggalian lebih dalam hingga elevasi 28 mdpl dan elevasi tertinggi 52 mdpl dengan slope 35° . *Pit bottom* bulan ketiga mengalami penurunan hingga 8 meter. Pada bulan ketiga dilakukan penggalian lebih dalam agar mengefisiensi waktu dan tidak dilakukannya pengerjaan berulang. Luas bukaan tambang desain bulan ketiga sekitar 11 Ha. Hasil perhitungan cadangan dari desain bulan ketiga melebihi target bulanan yaitu 91.899 ton dengan alasan karena pada saat penggalian akan ada daerah yang sedikit terbongkar pada sisi *side wall* dari *pit* dan mengejar ketertinggalan *overburden* pada bulan sebelumnya (Gambar 5).



Gambar 3. Desain *pit* bulan pertama tahun 2019



Gambar 4. Desain *pit* bulan kedua tahun 2019



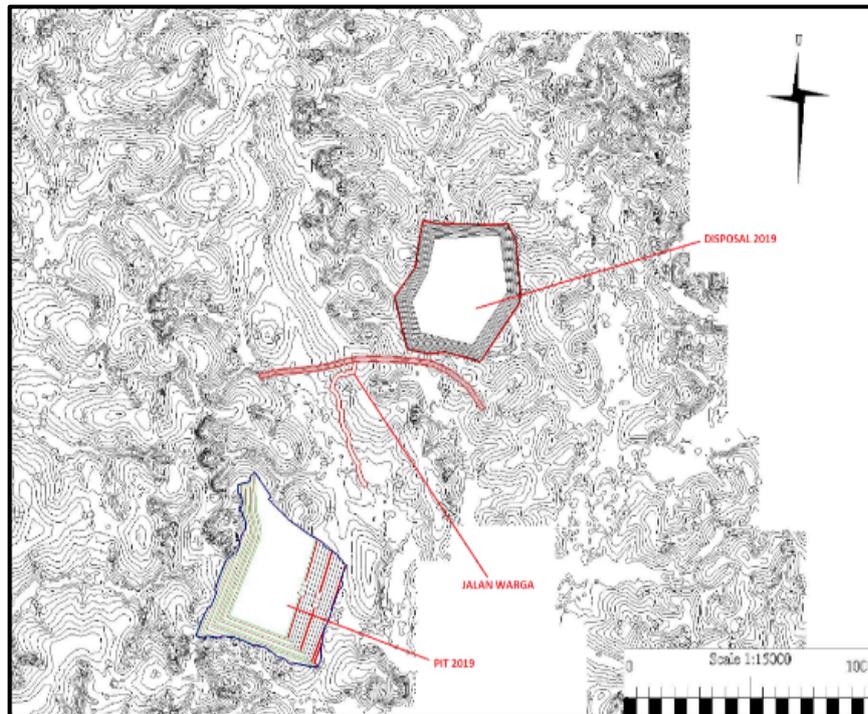
Gambar 5. Desain *pit* bulan ketiga tahun 2019

Lokasi terbaik dalam penempatan disposal terletak pada daerah lembah sehingga tidak terjadi penumpukan terlalu tinggi yang mengakibatkan longsor. Penempatan disposal tahun 2019 berada di sebelah timur laut dari desain *pit* tahun 2019. Penempatan disposal tidak boleh searah dengan arah kemajuan tambang. Pemilihan lokasi disposal tergantung oleh beberapa faktor yaitu lokasi dan ukuran *pit* sebagai fungsi waktu, topografi, volume disposal sebagai fungsi waktu, batas konsensi pertambangan, jalur penirisan yang ada, persyaratan reklamasi, kondisi fondasi, peralatan penanganan material yang tersedia

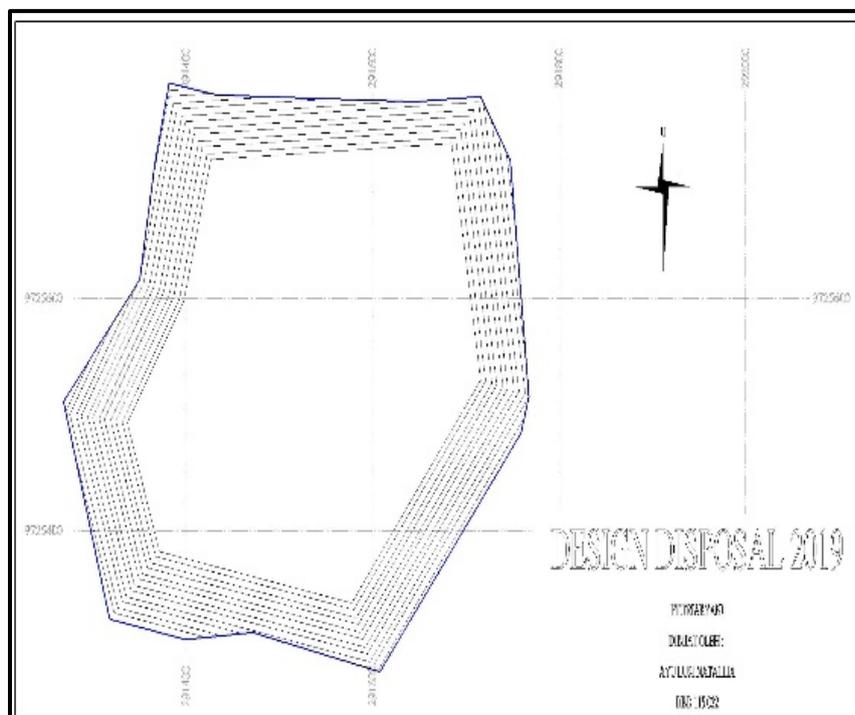
Dalam mencapai lokasi disposal tahun 2019 tersebut menggunakan jalan warga karena perusahaan belum memiliki jalan angkut sendiri (Gambar 6). Disposal tahun 2019 dirancang pada elevasi terendah 50 mdpl dan elevasi tertinggi 80 mdpl dengan kenaikan elevasi per 5 meter dan 45°. Luas rancangan disposal sekitar 20 Ha dengan jumlah jenjang adalah 8.

Dalam pembuatan desain disposal jenjang dibuat ke arah atas, berbanding terbalik dengan pembuatan design *pit*. Hal tersebut karena disposal untuk kegiatan penimbunan. Desain disposal tahun 2019 memiliki kapasitas 3.480.355 BCM dengan faktor pengembangan 1 untuk jenis material tanah liat (*clay*) (Gambar 7).

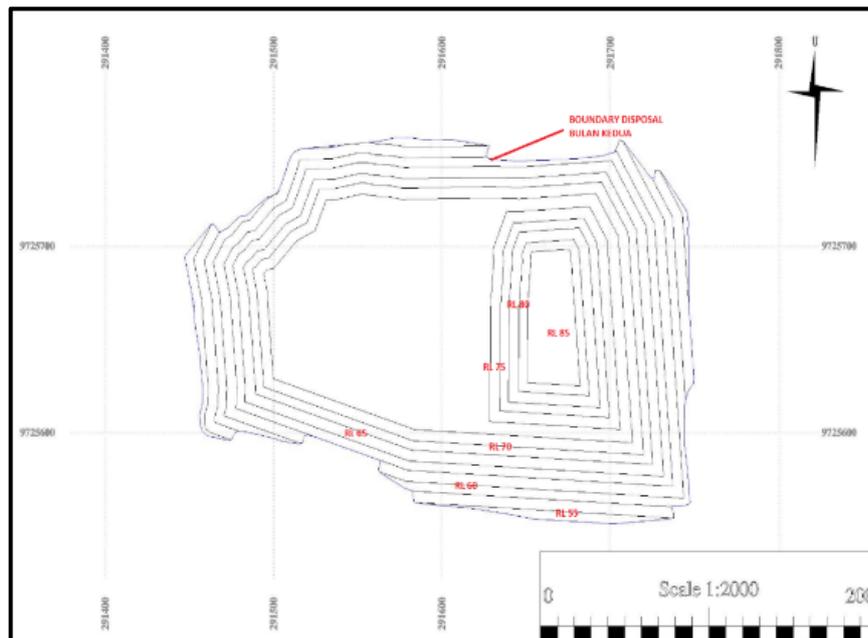
Disposal bulan pertama dirancang berada pada elevasi terendah 55 mdpl dan elevasi tertinggi 85 mdpl mengikuti muka kontur dari topografi aktual dengan kenaikan elevasi per 5 meter (Gambar 8). Disposal bulan pertama berada pada lokasi perbukitan sehingga terjadi perbedaan elevasi dataran. Namun lokasi tersebut dominan berada pada lembah dengan daerah terendah berada pada elevasi 50 mdpl. Dalam perancangan disposal bulan pertama memiliki 7 jenjang dengan slope 45°. Luas disposal bulan pertama sekitar 2 Ha. Lebar puncak dari disposal memperhitungkan kemampuan alat untuk *manuver*. Jumlah kapasitas volume disposal bulan pertama sebesar 291.128 LCM dimana sedikit melebihi target bulanan dengan alasan mengejar ekspor batubara.



Gambar 6. Sketsa lokasi desain disposal tahun 2019

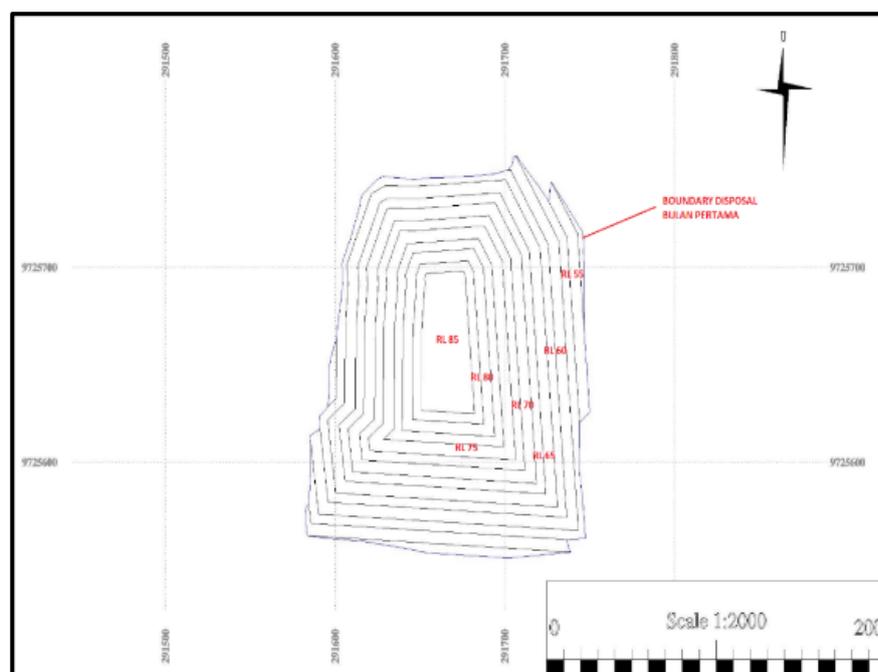


Gambar 7. Desain disposal tahun 2019



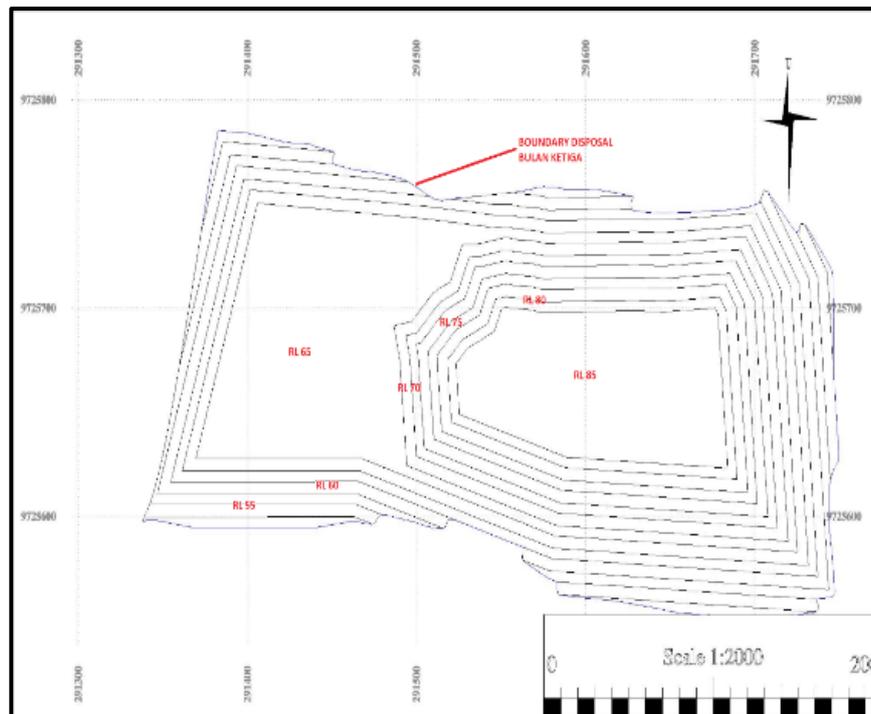
Gambar 8. Desain disposal bulan pertama tahun 2019

Disposal bulan kedua berada pada elevasi terendah 55 mdpl dan elevasi tertinggi 85 mdpl dengan slope 45°. Pada bulan kedua disposal dirancang dengan melakukan pelebaran dari disposal bulan pertama pada elevasi 55 mdpl hingga elevasi 70 mdpl. Desain disposal bulan kedua memiliki 7 jenjang. Luas disposal bulan kedua sekitar 5 Ha. Jumlah kapasitas volume disposal bulan kedua sebesar 287.000 LCM dimana sedikit tidak mencapai target bulanan (Gambar 9).



Gambar 9. Desain disposal bulan kedua tahun 2019

Disposal bulan ketiga dirancang berada pada elevasi terendah 55 mdpl dan elevasi tertinggi 85 mdpl dengan kenaikan elevasi per 5 meter. Pada desain disposal bulan ketiga mengalami pelebaran area di elevasi 55 mdpl hingga elevasi 65 mdpl. Luasan disposal bulan ketiga sekitar 7 Ha. Jumlah kapasitas volume bulan ketiga sebesar 296.292 LCM dimana sedikit melebihi target bulanan guna menutupi hutang *overburden* bulan sebelumnya (Gambar 10).



Gambar 10. Desain disposal bulan ketiga tahun 2019

Dari hasil rancangan *sequence* penambangan tersebut bermanfaat untuk menentukan penjadwalan alat gali-muat yang membantu kegiatan penambangan. Dalam membuat desain *pit*, *spesifikasi* alat harus disesuaikan dengan alat yang bekerja di lapangan, apabila dimensi alat terlalu besar tetapi desain yang dibuat sempit maka penambangan menjadi tidak optimal.

Perhitungan produktivitas alat, dibuat dengan prinsip *conceptual design* sehingga bukanlah produktivitas yang dihitung secara langsung pada saat penelitian ini dikerjakan. Produktivitas alat dihitung berdasarkan rekapitulasi produksi tahun 2018. Perhitungan ini dibuat untuk simulasi dalam menentukan jumlah alat yang harus bekerja agar mencapai target setiap bulannya. Produktivitas perbulan disesuaikan dengan jumlah jam kerja efektif, *physical avability (PA)*, dan *use of avability (UA)*.

Untuk tahap awal, dilakukan perhitungan jumlah jam kerja selama 1 bulan. Pada bulan Januari 2019 dengan jumlah 30 hari x 24 jam maka total waktu bekerja adalah 720 jam. Waktu jam kerja tersebut akan berkurang karena pengaruh-pengaruh operasional kerja sehingga *effective working hour (EFFWH)* akan menjadi 379 jam setelah dijumlahkan dengan faktor pengali PA dan UA. Dengan produktivitas alat sebesar 370 LCM/hour maka untuk produksi selama sebulan adalah 140.393 LCM, jumlah ini akan dikalikan dengan total *shift* kerja alat.

Pada bulan pertama dalam kegiatan gali-muat batubara menggunakan PC 300 sebanyak 2 alat dan PC 125 untuk gali-muat *overburden* sebanyak 2 alat yang bekerja 1 *shift*. Pada bulan kedua menggunakan PC 300 sebanyak 2 alat dan PC 125 untuk gali-muat

overburden sebanyak 3 alat yang bekerja 1 *shift*. Pada bulan ketiga menggunakan alat PC 300 sebanyak 2 alat dan PC 125 sebanyak 2 alat yang bekerja 1 *shift*.

| Estimasi Hours per Month | | | | | | |
|--------------------------|-------|------------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|
| | | | | Jan | Feb | Mar |
| | | CALENDER DAYS | days | 31 | 28 | 31 |
| | | Compulsory Holidays | days | 1 | 1 | 1 |
| | | AVAILABLE DAYS | days | 30 | 27 | 30 |
| | | Calender Hours | hours | 720 | 648 | 720 |
| | | WORK HOURS | hours | 240 | 216 | 240 |
| | | Shift per day | hours | 8 | 8 | 8 |
| | | OPERATIONAL DELAYS | hours | 43 | 39 | 44 |
| | | | min | 2600 | 2360 | 2630 |
| | | RAIN DELAYS | hours | 14 | 14 | 21 |
| 0,095833333 | | | min | 810 | 834 | 1232 |
| 23 | | Durasi hujan tahun lalu | hours | 26 | 28,5 | 39,5 |
| | | Rain (min/day) | | 9 | 9 | 13 |
| | | Slippery (50% dari Rain) min/day | | 4,5 | 4,5 | 7,5 |
| | | TOTAL DELAYS | hours | 23 | 53 | 65 |
| Use of availability | 0,62 | Effectivity Working Hours after UA | hours | 217 | 163 | 175 |
| Performance Availability | 0,85 | Effectivity Working Hours after PA | hours | 184 | 139 | 149 |
| PA x UA | 0,527 | | | 379 | 341 | 379 |
| | | PRODUCTION CAPACITY - FLEET 1 (OB) | Productivity (Bcm/hrs) | | 1 SHIFT | |
| | | PC 1250 | 370,00 | 140.393 | 126.354 | 140.393 |
| | | Jumlah | | 2 | 3 | 2 |
| | | PRODUCTION CAPACITY - FLEET 1 (CO) | Productivity (Bcm/hrs) | | | |
| | | PC 300 | 150,00 | 56.916 | 51.224 | 56.916 |
| | | Jumlah | | 2 | 2 | 2 |
| | | target produksi | | | | |
| | | Coal | 90500 ton | 93806 | 89194 | 91899 |
| | | OB | 290.000 bcm | 291128 | 287000 | 296292 |

Gambar 11. *Minescheduling capability* alat gali-muat

KESIMPULAN

Desain *pit* bulan pertama berada pada elevasi terendah 40 mdpl dan elevasi tertinggi 60 mdpl dengan slope 35°. Luas desain bulan pertama ± 5 Ha. Hasil pemilihan *block strip* pada *pivot tabel* melebihi target bulanan yaitu 93.806 ton. Jumlah kapasitas volume disposal bulan pertama 291.128 LCM sedikit melebihi target volume bulanan. Sedangkan, desain bulan kedua mengalami penggalian lebih dalam hingga elevasi 36 mdpl dan elevasi tertinggi 58 mdpl dengan slope 35°. Pada bulan kedua disposal dirancang dengan melakukan pelebaran dari disposal bulan pertama pada elevasi 55 m hingga elevasi 70 m. Jumlah kapasitas volume disposal bulan kedua 287.000 LCM sedikit tidak mencapai target volume bulanan.

Adapun desain bulan ketiga mengalami penggalian lebih dalam hingga elevasi 28 mdpl dan elevasi tertinggi 52 mdpl dengan slope 35°. Pada bulan ketiga disposal mengalami pelebaran dari disposal bulan kedua pada elevasi 55 m hingga elevasi 65 m. Jumlah kapasitas volume disposal bulan kedua 296.292 LCM menunjukkan sedikit melebihi target volume bulanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nasution, M.A., 2015. *Rencana Rancangan Tahapan Penambangan Batubara Untuk Menentukan Jadwal Produksi PT Cipta Kridatama, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh* (Doctoral dissertation, Fakultas Teknik (UNISBA)).
- Aryanda, D., Ramli, M. and Djamaluddin, H., 2016. Perancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan. *Jurnal Penelitian Geosains*, 10(2).
- Pratama, R.A., Saismana, U., Riswan, R. and Irawan, H., 2019. Perencanaan Sequence Bulanan Tambang Batubara di PT Batubara Kalimantan. *Jurnal Himasapta*, 3(01).
- Saragih, Rizky. 2018. *Perancangan Tambang dan Mine Scheduling Untuk Blok Penambangan Baru Selama 3 Tahun di Pit Wara Pada PT. Adaro Indonesia Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangkaraya. Palangkaraya.
- Wandy, M., Saismana, U., Riswan, R., Hakim, R.N. and Gusfrimanuel, G., 2016. Perhitungan Cadangan Batubara dan Perancangan Pit PT Anugrah Karya Raya, Desa Penain, Kec. Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. *Jurnal GEOSAPTA*, 1(01).
- Hidayat, T., Hidayat, T., Djamaluddin, D., Nawir, A. and Nawir, A., 2018. Desain Pit Compartment pada Hill Konde South Menggunakan Manual Pit dan Automation Pit Desain di PT. Vale Indonesia Tbk. *Jurnal Geomine*, 6(3), pp.150-156.
- Gusmaningsih, K., Murad, M. and 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), pp.963-973.
- Fadli, F., 2015. Desain Pit Penambangan Batubara Blok C pada PT. Intibuana Indah Selaras Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Geomine*, 1(1).
- 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.
- Wijaya, K.G., Idrus, A., Sasongko, W. and Sasongko, W., 2012. Analisis Break Even Stripping Ratio dan Desain PIT Tambang Batubara PT. X.
- Prakoso, R.A.A., Yuliadi, Y. and Zaenal, Z., 2019. Perancangan (Design) Pit dan Pentahapan (Sequence) pada Penambangan Batu Andesit di PT Tarabatuh Manunggal, Desa Cipinang, Kecamatan Rumpin Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat.
- Mafruhi, M.A., Toha, M.T. and Bochori, B., 2018. *Perencanaan Sequence Pengupasan dan Penimbunan Overburden di PIT 3 PT Baturona Adimulya* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Haryono, A.F. and Aprilianta, I.P.E.D., 2017. Perencanaan Sequence Penambangan Batubara pada Seam 16 Phase 2 di PT. KTC Coal Mining & Energy, Kec. Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur. *ReTII*.
- Chen, J., Li, J., Luo, Z. and Guo, D., 2001. Development and application of optimum open-pit limits software for the combined mining of surface and underground. In *Proceedings of CAMI Symposium* (pp. 303-306).
- Chatterjee, S., Sethi, M.R. and Asad, M.W.A., 2016. Production phase and ultimate pit limit design under commodity price uncertainty. *European Journal of Operational Research*, 248(2), pp.658-667.