

KAJIAN TEKNIS PENGGUNAAN MATERIAL *SUPPORT* PADA *LAYERING FRONT* PENAMBANGAN DI PT MANDALA KARYA PRIMA *JOB SITE* PT MANDIRI INTIPERKASA KALIMANTAN UTARA

Ivo Lidya Sihombing^{1a}, Franto¹, Edwin Harsiga¹

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu UBB, Desa Balun Ijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka,
Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^(a) email korespondensi: ivolidyashb@gmail.com

ABSTRAK

PT Mandala Karya Prima adalah perusahaan kontraktor pertambangan batubara yang beroperasi di wilayah dengan morfologi berbukit dan vegetasi rawa. Salah satu teknik yang digunakan oleh perusahaan untuk mengangkut material rawa di area *front loading* dengan daya dukung tanah rendah adalah teknik *layering*, yaitu memanfaatkan material *overburden* sebagai pijakan alat berat. Penelitian dilakukan akibat permasalahan volume material *support* yang digunakan pada area rawa. Pada SOP perusahaan, ketebalan standar *layering* adalah 1,5 meter. Pada Bulan November 2024, luas area material rawa yang dikerjakan mencapai 48.373 m² dengan volume realisasi material *support* 168.484 BCM. Jika ketebalan *layering* sesuai standar (SOP), maka volume material *support* yang digunakan sebesar 71.560,724 BCM. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan merekomendasi volume material *support* serta ketebalan *layering* dengan menganalisis kondisi geomorfologi, ketebalan aktual *layering*, serta efektivitas *layering* berdasarkan *ground pressure* alat Komatsu PC2000-8 dan Komatsu HD785-7. Penentuan ketebalan *layering* dianalisis dengan metode perhitungan daya dukung tanah Button. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, luas material rawa yang telah dikerjakan pada Bulan Desember 2024 adalah 41.835,56 m², dengan volume material *support* aktual yang digunakan 224.784 BCM. Berdasarkan perhitungan daya dukung tanah (metode Button), pada ketebalan 1,5 meter, nilai daya dukung 1,81 Kgf/cm² dan 1,89 Kgf/cm² masih lebih rendah dari *ground pressure* alat. Namun, pada ketebalan aktual 2,87 meter, daya dukung meningkat menjadi 2,27 dan 2,904 Kgf/cm². Ketebalan *layering* yang efektif ditetapkan 2 meter, dengan daya dukung masing-masing 2,021 dan 2,4003 Kgf/cm². Material *support* yang dibutuhkan sebesar 83.671,12 BCM.

Kata kunci: Daya dukung tanah, *ground pressure*, *layering*, material rawa, *overburden*

PENDAHULUAN

PT Mandala Karya Prima secara geologis terletak di Cekungan Tarakan, dengan morfologi berbukit serta berelevasi rendah yang didominasi oleh rawa. Material rawa memiliki karakteristik pada cenderung lunak dan berair serta mengandung mineral-mineral lempung dengan kadar air yang tinggi menyebabkan kuat geser yang rendah (Prasetya, 2020). Penanganannya, diperlukan perlakuan khusus dengan *metode cut-and-fill* (penggalian dan penimbunan). Teknik ini digunakan agar proses penggalian dan pemindahan material rawa dapat berjalan dengan baik dan juga untuk meningkatkan daya dukung tanah yang digunakan sebagaiudukan alat mekanis (Putranto et al, 2022).

Penelitian ini dilakukan pada Pit B Rawa Selatan PT Mandala Karya Prima yang dimana, pada Bulan November luas area material rawa yang telah digali mencapai 48.373,816 m² dengan realisasi material *support* berdasarkan data *truck count* sebesar 168.484 BCM. Apabila ketebalan *layering* sesuai dengan SOP perusahaan yaitu 1,5 meter, maka volume rencana material *support* yang seharusnya digunakan adalah

71.560,724 BCM. Secara aktual di lapangan hal ini terjadi karena ketebalan *layering* aktual yang dilakukan berkisar antara 2 hingga 4 meter. Dengan ketebalan *layering* tersebut, volume material *support* yang digunakan tentu akan meningkat. Diperlukan kajian mengenai *layering front* penambangan material rawa dengan mempertimbangkan ketebalan *layering* yang efektif berdasarkan nilai daya dukung ijin tanah yang dapat digunakan sebagaiudukan unit Komatsu PC2000-8 dan Komatsu HD785-7.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi geohidrologi area penambangan material rawa di PT Mandala Karya Prima, menganalisis kedalaman penggalian material rawa serta ketebalan *layering* pada *front* penambangan di area pelebaran Pit B Rawa Selatan, dan menganalisis ketebalan *layering* yang efektif guna memperoleh volume material *support* yang optimal. Analisis ini dilakukan dengan mempertimbangkan tekanan tanah (*ground pressure*) dari alat berat yang digunakan, yaitu *Excavator*

Komatsu PC2000-8 dan *Highway Dump Truck* Komatsu HD785-7.

Menurut Terzaghi (1943) dan Das (2002) dalam Hidayat (2019), pada unit alat berat kondisi roda maupun *crawler track* bersentuhan langsung pada permukaan tanah sehingga dianggap sama seperti skema pembebanan pada pondasi lajur. pada kondisi tersebut diasumsikan $\gamma = 0$ (*weighless soil*) dan $q = 0$ (*zero surcharge*), maka persamaan dapat disederhanakan menjadi:

$$qu = cNc (1+0,3(B/L)) \tag{1}$$

Keterangan:

- C = Kohesi (kN/m³)
- Nc = Faktor kapasitas daya dukung tanah
- B = Lebar *embankment*
- L = Panjang *embankment*

Menurut Button (1953) dalam Andriani (2018), kondisi kedua bila tanah terdiri dari lapisan lebih keras di bagian atas dan tanah lunak dibagian bawah, analisis harus memperhatikan keruntukkan penetrasi di tepi pondasi dan faktor kapasitas dukung dinyatakan oleh persamaan:

$$qu = c1.Ncm' + \gamma.Df \tag{2}$$

$$Ncm' = Nc.lincreas.Frect \tag{3}$$

$$Frect = 1 + 0,2 \times (2b) \tag{4}$$

Keterangan:

- Nc = Faktor kapasitas dukung
- lincreas* = Faktor peningkatan *bearing capacity*
- Frect* = Faktor bentuk pijakan (*square footing*)
- C1 = Kohesi tanah atas (kN/m³)
- C2 = Kohesi tanah bawah (kN/m³)
- 2b = Lebar pijakan (meter)
- L = Panjang pijakan (meter)
- d = Tebal lapisan (meter)
- γ = *Unit weight* (meter)
- Df = Kedalaman pondasi (meter)

Dalam menentukan daya dukung ijin tanah, nilai daya dukung batas tanah direduksi berdasarkan faktor keamanan yang digunakan untuk material kohesif sebesar 2-3, sehingga untuk mendapatkan nilai daya

dukung ijin tanah dinyatakan oleh persamaan berikut (Hardiyatmo, 2003):

$$q = \frac{qu}{f} \tag{5}$$

Keterangan:

- q = Daya dukung ijin tanah (Kg/cm²)
- qu = Daya dukung *ultimate* tanah (Kg/cm²)
- F = Faktor keamanan 2,5 (Bowles, 1984)

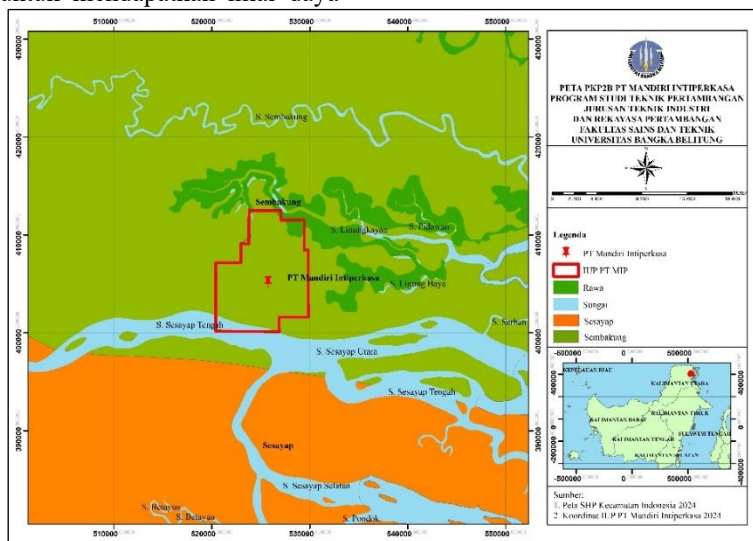
Nilai *ground pressure* alat berat Komatsu PC2000-8 dan Komatsu HD785-7, digunakan sebagai parameter untuk menentukan nilai daya dukung ijin tanah yang akan dihitung. Nilai tersebut dapat dilihat pada tabel berikut (Turupadang et al, 2019):

Tabel 1. *Ground Pressure* Alat Gali Muat Dan Alat Angkut

Type	Product	GP (Kgf/cm ²)	GP (kN/m ²)
Alat Gali Muat			
PC 2000-8	Komatsu	1,94	190
Alat Angkut			
HD 785-7	Komatsu	2,39	234,37

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT Mandala Karya Prima *job site* PT Mandiri Intiperkasa yang secara administratif terletak di Desa Sesayap, Kecamatan Sembakung, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Secara geografis, wilayah Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) PT Mandiri Intiperkasa terletak pada sistem koordinat UTM *zone* 50N. Alat yang digunakan dalam penelitian adalah alat tulis kertas, laptop, pipa 1,2 meter, *Time Motion Studies*, *Laser Radiation*, *software ArcGis 10.4*, *software MineScape 5.7*, *software Trigonometri*, *software AutoCAD* dan Alat Pelindung Diri (APD).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Pengambilan data dilakukan langsung di

lokasi penelitian selama 8 minggu. Data yang diambil adalah data primer dan data sekunder. Data primer

berupa data waktu edar alat angkut Komatsu HD785-7 dan alat gali muat Komatsu PC2000-8 pada material *support*, jarak miring dan sudut kedalaman penggalian material rawa dan tinggi jenjang material rawa. Data sekunder didapatkan dari perusahaan langsung yaitu data koordinat titik bor, data bor, peta geologi lokal, rekapitulasi curah hujan, spesifikasi alat gali muat Komatsu PC 2000-8 dan Komatsu HD 785-7, data *swell factor*, *fill factor*, waktu hambatan, *boundry progrest*, topografi EOM, topografi *clay* dan *wet clay*, volume material rawa dan material *support* berdasarkan data *truck count* Bulan Desember 2024, *properties* material rawa dan *layering* serta SOP *layering* perusahaan.

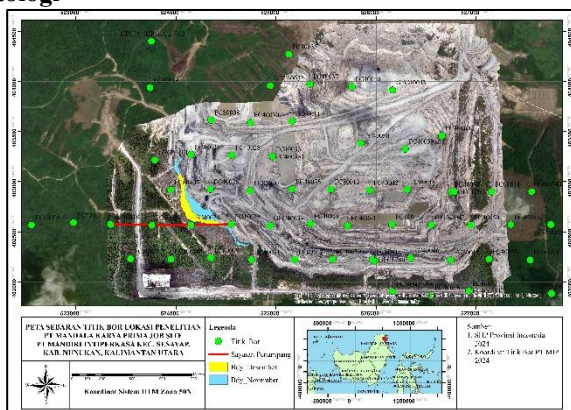
Hasil pengolahan data primer dan sekunder akan dianalisis untuk menentukan volume material *support* (*layering*) yang optimal serta daya dukung ijin tanah yang diijinkan berdasarkan ketebalan *layering*. Selanjutnya, dapat ditentukan rencana volume kebutuhan material *support* (*layering*) pada Bulan Desember (saat penelitian) dan rekomendasi ketebalan *layering* yang digunakan sebagai dudukan alat mekanis Komatsu PC 2000-8 dan Komatsu HD 785-7.

Daerah penelitian merupakan area dengan Formasi Tabul (Tmt) dan Formasi Endapan Aluvium (Qa). Pada formasi tersebut berdasarkan keadaan geologinya, Formasi Tabul berumur Tersier pada kala Miosen Akhir hingga Pliosen dijumpai litologi batupasir dengan sisipan batulempung dan batubara (Tmbp). Selain batupasir, pada formasi ini juga dijumpai batulempung dengan sisipan batupasir dan batubara (Tmbl) berumur Tersier pada kala Miosen Awal hingga Miosen Akhir. Sedangkan pada Endapan Aluvium berumur Kuarter pada kala Pliosen dijumpai endapan berupa lumpur, lanau, pasir, kerikil dan koral yang merupakan endapan pantai, sungai dan rawa (Qa).

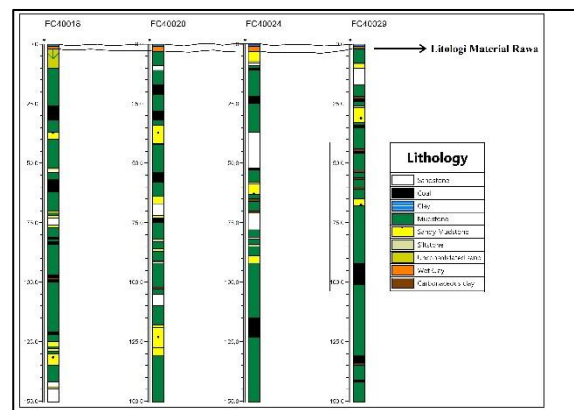
Berdasarkan hasil pemboran, pada daerah penelitian dijumpai beberapa litologi endapan dan batuan. Lapisan paling atas berdasarkan data bor dijumpai endapan lumpur atau lempung (*clay*), *mudstone*, *sandy mudstone*, *sandstone*, *siltstone* dan batubara. Dijumpai juga litologi berupa *carbonaceous clay* dan *unconsolidated sand*. Dari data pemboran tersebut setiap jenis litologi yang dijumpai memiliki karakteristik yang berbeda-beda di kedalaman yang berbeda juga. Sehingga pada satu litologi batuan tidak memiliki karakteristik yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Litologi



(a)



(b)

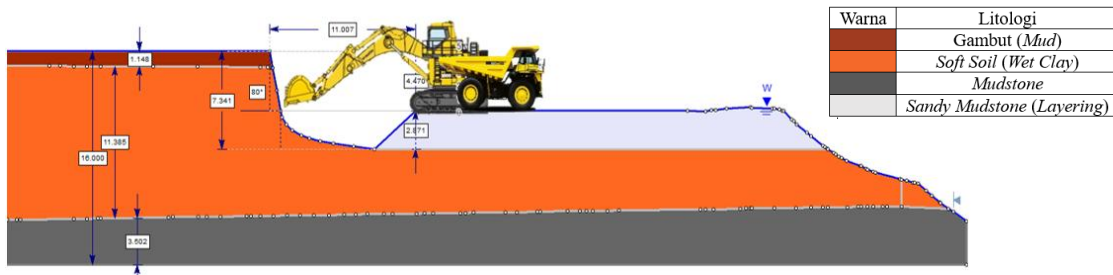
Gambar 2. (a) Peta Sebaran Titik Bor (b) Profil Lubang Bor

Analisis *Layering* Aktual Pada *Front* Penambangan Material Rawa

Pada Bulan November volume material rawa yang telah dipindahkan dari area *front loading* dengan luas area yang telah dikerjakan 48.396,1 m² berdasarkan data *truck count* adalah sebesar 211.176 BCM. Sedangkan, pada Bulan Desember volume material rawa yang telah dipindahkan dari area *front loading* dengan luas area yang telah dikerjakan 41.834,1 m² berdasarkan data *truck count* adalah sebesar 371.427 BCM. Dengan jumlah volume tersebut, maka dibutuhkan kajian penggunaan material *support* agar dapat merencanakan volume material *overburden* yang digunakan berdasarkan luas area material rawa yang akan digali dan kedalaman *layering*.

Tabel 2. Volume Material Rawa

Material Rawa	Ritase	Volume (BCM)	Luas (m ²)
November Tahun 2024			
Mud Ori	5100	125.748	
Liquid Mud Ori	2658	42.528	48.396,1
Wet Clay Ori	1756	42.900	
Total		211.176	
Desember Tahun 2024			
Mud Ori	12567	293.283	41.834,1
Wet Clay Ori	1912	78.144	1
Total		371.427	



Gambar 3. Sketsa Penambangan Material Rawa

Pada keadaan aktual pada saat penelitian, ketebalan *layering* yang jumpai di lapangan berbeda-beda tebalnya. Berdasarkan pengukuran ketebalan/kedalaman penggalian didapatkan ketebalan

aktual *layering* berdasarkan pengambilan 25 titik sampel di lokasi penelitian yaitu sebesar 1,8 meter hingga 4,4 meter.

Tabel 3. Kedalaman Penggalian/Ketebalan *Layering*

No	Blok	Strip	Kedalaman (Meter)	No	Blok	Strip	Kedalaman (Meter)
1	56	88	2,025	14	57	87	3,211
2	55	87	4,31	15	53	88	2,193
3	61	84	3,639	16	54	88	2,84
4	61	84	1,851	17	53	89	2,842
5	55	87	1,981	18	58	87	1,93
6	60	84	2,37	19	57	87	2,48
7	55	87	3,143	20	54	88	2,048
8	56	87	2,945	21	57	88	4,051
9	61	83	1,93	22	56	87	3,896
10	61	83	1,891	23	58	87	4,353
11	53	88	2,736	24	57	88	3,084
12	54	88	2,957	25	57	88	4,417
13	54	88	2,71	Rata-rata			2,87332

Analisis daya dukung Tanah

Analisis daya dukung tanah membutuhkan data berupa *properties* material dari data geoteknik area

penelitian dan *ground pressure* alat berat yang digunakan sebagai parameter nilai daya dukung ijin tanah.

Tabel 4. *Properties* Material Rawa Dan Material *Support*

<i>Properties</i> Material Hasil Uji Sifat Mekanik					
No	Jenis Material	Unit Weight (kN/m ³)	Cohesion (Kpa)	Internal Friction Angle (°)	Warna Interpretasi
1	Clay (soil)	15	12	4,8	
2	Wet Clay (Soft Soil)	16,5	24	9,7	
3	Material <i>Layering</i> (SMS)	21,94	71	23,03	

Analisis Layering Berdasarkan Standar Perusahaan Dan Aktual

Tabel 5. Nilai Daya Dukung Ijin Tanah Pada Ketebalan Layering 1,5 Meter

Unit	Type	Ground Pressure (Kgf/cm ²)	Nilai Daya Dukung Ijin Tanah (Kgf/cm ²)
Komatsu	PC2000-8	1,94	1,81
Komatsu	HD785-7	2,39	1,896

Perhitungan daya dukung ijin tanah (Q) dilakukan setelah diperoleh nilai daya dukung tanah (Qu), dengan material overburden digunakan sebagai layering. Berdasarkan tabel di atas, diperoleh nilai daya dukung ijin tanah sebesar 1,81 Kgf/cm² berdasarkan Komatsu PC2000-8 dan 1,896 Kgf/cm² berdasarkan Komatsu HD785-7. Dalam *handbook* Komatsu, *ground pressure* untuk Komatsu PC2000-8 adalah 1,91 Kgf/cm² dan *ground pressure* HD 785-7 adalah 2,39 Kgf/cm². Oleh karena itu, *layering* dengan ketebalan 1,5 meter dapat menyebabkan terjadi ambles pada *front* penambangan, karena daya dukungnya lebih kecil dibandingkan dengan *ground pressure* dari unit tersebut.

Tabel 6. Nilai Daya Dukung Ijin Tanah Pada Ketebalan Layering 2,87 Meter

Unit	Type	Ground Pressure (Kgf/cm ²)	Nilai Daya Dukung Ijin Tanah (Kgf/cm ²)
Komatsu	PC2000-8	1,94	2,279
Komatsu	HD785-7	2,39	2,904

Perhitungan daya dukung ijin tanah (Q) dilakukan setelah diperoleh nilai daya dukung tanah (Qu), dengan material overburden digunakan sebagai layering. Berdasarkan tabel di atas, diperoleh nilai daya dukung ijin tanah sebesar 2,279 Kgf/cm² berdasarkan Komatsu PC2000-8 dan 2,904 Kgf/cm² berdasarkan Komatsu HD785-7. Dalam *handbook* Komatsu, *ground pressure* untuk Komatsu PC2000-8 adalah 1,91 Kgf/cm² dan *ground pressure* HD 785-7 adalah 2,39 Kgf/cm². Oleh karena itu, *layering* dengan ketebalan 2,87 meter mampu menahan tekanan yang dihasilkan oleh unit, sehingga tidak menyebabkan ambles pada *front* penambangan, karena daya dukungnya lebih besar dibandingkan dengan *ground pressure* dari unit tersebut.

Analisis Rekomendasi Kebutuhan Material Support

Tabel 7. Nilai Daya Dukung Ijin Tanah Pada Ketebalan Layering 2 Meter

Unit	Type	Ground Pressure (Kgf/cm ²)	Nilai Daya Dukung Ijin Tanah (Kgf/cm ²)
Komatsu	PC2000-8	1,94	2,021

Komatsu	HD785-7	2,39	2,4007
---------	---------	------	--------

Perhitungan daya dukung ijin tanah (Q) dilakukan setelah diperoleh nilai daya dukung tanah (Qu), dengan material overburden digunakan sebagai layering. Berdasarkan tabel di atas, diperoleh nilai daya dukung ijin tanah sebesar 2,021 Kgf/cm² berdasarkan Komatsu PC2000-8 dan 2,4007 Kgf/cm² berdasarkan Komatsu HD785-7. Dalam *handbook* Komatsu, *ground pressure* untuk Komatsu PC2000-8 adalah 1,91 Kgf/cm² dan *ground pressure* HD 785-7 adalah 2,39 Kgf/cm². Oleh karena itu, *layering* dengan ketebalan 2 meter mampu menahan tekanan yang dihasilkan oleh unit, sehingga tidak menyebabkan ambles pada *front* penambangan, karena daya dukungnya lebih besar dibandingkan dengan *ground pressure* dari unit tersebut.

Tabel 8. Perbandingan Volume Penggunaan Material Support Aktual Dan Rekomendasi

Perbandingan Volume Material Support Aktual Dan Rekomendasi		
Layering	Ketebalan (Meter)	Vol. Material Support (BCM)
Aktual	2,87	120.063,86
Rekomendasi	2	83.671,12
Selisih		36.392,74

Tabel di atas menunjukkan selisih penggunaan material *support* dengan ketebalan *layering* aktual dan rekomendasi adalah sebesar 36.392,74 BCM. Dengan ketebalan *layering* 2 meter tersebut perusahaan dapat merencanakan jumlah volume material *support* yang akan digunakan pada *front* penambangan material rawa setiap bulannya.

KESIMPULAN

Tanah lempung (*clay*) pada area penelitian memiliki karakteristik berwarna abu-abu gelap dan kuning kecoklatan/abu-abu terang (*wet clay*) dengan ukuran butir sangat halus dan mineral penyusun illit, sedangkan porositasnya tinggi dengan permeabilitas yang rendah. Serta berdasarkan nilai kohesi dari uji sifat mekanik yang rendah mengakibatkan lempung mudah menyerap air dan sulit untuk melepaskannya menyebabkan tanah mudah mengembang dan mengakibatkan daya dukung tanah yang rendah. Berdasarkan *ground prassure* Komatsu PC2000-8 (1,94 Kgf/cm²) dan HD785-7 (2,39 Kgf/cm²), *layering* dengan ketebalan 1,5 meter daya dukung ijin tanahnya lebih kecil dari *ground pressure* unit yang beroperasi sehingga dapat mengakibatkan unit ambles. Sedangkan, secara aktual penggalian/*layering* 2,87 meter memiliki daya dukung ijin tanah 2,27 Kgf/cm² dan 2,9044 Kgf/cm² dimana lebih besar dari *ground pressure* unit yang beroperasi. Namun, ketebalan *layering* 2 meter dianggap paling efektif karena nilai daya dukung ijin tanahnya lebih besar dari *ground pressure* alat yaitu 2,021 Kgf/cm² dan 2,4003 Kgf/cm², serta volume material *support* yang dibutuhkan sebesar

83.671,12 BCM. Jika dibandingkan dengan ketebalan *layering* secara aktual (2,87 meter), material *support* yang digunakan mencapai 120.063,86 BCM.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Mandala Karya Prima yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian ini. Terimakasih juga kepada kepada orang tua, Dosen Pembimbing, serta Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung dan teman-teman yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, T., Zakaria, Z., Muslim, D. & Oscar, A. W. (2019). Daya Dukung Tanah Untuk Disposasi Di Tambang Batubara Daerah Purwajaya, Kecamatan Loa Janan Kabupaten Kutai Kartanegara. *Padjadjaran Geoscience Journal*. Vol.02, No. 02, April 2018: 118-122.
- Anwar, D., Prasojo, M., A., Lukman, H., Ichsan, S. & Maurys, I. (2022). Penimbunan Material Lunak Dengan Metode Saluran (*Channel Dump*) Pada Area Penambangan Pit PQRT Site Lati Mine Operation PT. Berau Coal. *PROSIDING TPT XXXI PERHAPI*.
- Das, B. M. (2002). *Principle Of Geotechnical Engineering*. PWS Publishing Pacific Group.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hidayat, I. (2019). *Kajian Teknis Penggalian Material Lunak Dengan Menggunakan Unit Excavator Pc 2000 Pada Penambangan Blok 7 Binungan Mine Operation Area 2 PT Berau Coal, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur*. Padang: Universitas Negeri Padang.
- Indonesianto, Y. (2018). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Prasetya, M. Y. (2020). *Analisis Metode Loading Terhadap Rasio In Pit Dump Untuk Perbaikan Front Loading Pada Area Poor Material Pit X Wara PT. Adaro Services Jobsite ADMO*. Padang: Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang.
- Putranto, A. R., Sanuasi, D. A., Sebastian, I., Bharata, A. & Hakim, L. (2022). Optimalisasi Tambang Pit C2HU Dengan Metode Secant Pile Pada Area Rawa Di Site Sambarata, PT Berau Coal. *PROSIDING TPT XXXI PERHAPI*.
- Turupadang, W., Sebastian, I. K. N. A., Rachmad, B. & Yogatama, K. (2019). Analisis Metode Penggalian Pada Material Lunak Dengan Menggunakan PC 2000 Hingga PC 4000 Di Tambang Lati, PT Berau Coal. *Prosiding TPT XXVIII PERHAPI*.