

## ANALISIS METODE PENGGALIAN PADA MATERIAL LUNAK DENGAN MENGGUNAKAN PC 2000 HINGGA PC 4000 DI TAMBANG LATI, PT BERAU COAL

Welly Turupadang, Ichsan Sebastian, Nur Alim K, Bagus Rachmad<sup>1)</sup>, Komang Yogatama<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Departemen Geoteknik & Hidrologi – Mine Planning & Technical Services, PT Berau Coal

<sup>2)</sup>Departemen Lati Mining Operation – Mine Operation & Support, PT Berau Coal

### ABSTRAK

Tambang Lati merupakan bukaan pit terbesar yang dioperasikan oleh PT Berau Coal (PT BC) dengan target produksi batubara pada tahun 2019 sebesar 14,2 juta Metrik Ton (M/T) dan Stripping Ratio (SR) 12,5. Untuk memenuhi target produksi tersebut, maka diperlukan pengembangan lokasi baru dengan total luas bukaan sekitar 187 ha. Distribusi luasan tersebut meliputi 61% atau sekitar 114 ha merupakan area pengembangan pit berupa material lunak / rawa dengan estimasi volume yang harus dipindahkan sekitar 14 juta Bank Cubic Meter (BCM), sedangkan sisanya merupakan morfologi area perbukitan gelombang rendah – sedang, hal ini dicirikan adanya dataran luas dengan perbukitan di sekitarnya. Ketersediaan alat gali dan muat yang besar (PC 2000 – PC 4000) di Lati mengakibatkan jumlah material untuk kebutuhan timbunan perlapisan jalan maupun front loading di area rawa (*layering*) yang digunakan menjadi lebih besar dari perencanaan awal. Hal ini mempengaruhi *Stripping Ratio* (SR) yang sangat signifikan dan tingkat keekonomisan Tambang Lati PT Berau Coal. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan data material insitu (tanah lunak / rawa) yang diperoleh dari hasil pemboran *Standard Penetration Test* (SPT). Penampang atau profil material lunak/ rawa dapat dikelompokkan berdasarkan data hasil pemboran ini, sehingga diperoleh distribusi penyebarannya dan dapat ditentukan secara vertikal maupun horizontal. Distribusi data penampang atau profil material lunak/rawa digunakan pada analisis geoteknik yang dikombinasikan terhadap aspek keselamatan dan operasional dari unit yang digunakan serta dilakukan percobaan langsung di lapangan selama 2 bulan pada lokasi yang acak. Penelitian ini mengevaluasi tingkat kestabilan lereng material lunak/endapan rawa, optimalisasi metode penggalian serta *layering* sehingga dapat mengakomodasi berbagai kepentingan, khususnya aspek keselamatan dan keekonomisan tambang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *loading* material lunak / rawa yang mengkombinasikan hasil kajian geoteknik dan aspek operasional dapat bersinergi sehingga operasional penambangan dapat dilakukan secara aman, efisien dan ekonomis dengan menggunakan alat besar (PC2000 – PC4000) yang tersedia di Lati Mine Operation.

Kata kunci : Tambang Lati, Tanah Lunak, Rawa, PT Berau Coal, *Stripping Ratio*, *Standard Penetration Test*, *Loading* rawa, PC 2000, PC 2500, PC 3600 dan PC 4000.

### ABSTRACT

*Lati Mine Operation is the largest open-pit mining operated by PT Berau Coal (PT BC) with a coal production target in 2019 of 14.2 million Metric Tons (M / T) and Stripping Ratio (SR) 12.5. To meet the production target, it is necessary to develop a new location with a total open-pit area of around 187 ha. 61% or around 114 ha of the area are development zones consisting of 14 million Bank Cubic Meters (BCM) of soft materials, while the rest is the morphology of low-moderate hills, this is characterized by a vast plain surrounded by hills. The availability of large excavator and hauler equipment (PC 2000 - PC 4000) to move the overburden materials causes the amount of material for layering needs exceeds the initial plan. This condition will affect Stripping Ratio (SR), which has a significant effect on the economic level of Lati Mine. An evaluation is carried out using insitu data (soft materials) obtained from the results of the Standard Penetration Test (SPT) drilling. Cross section of the soft materials can be grouped by drilling data, so that distribution is obtained and can be vertically or horizontally determined at the Lati mine site. Cross-sectional or*

soft materials profiles data distribution are then used in the geotechnical analysis combined with the safety and operational aspects of the used-units which had field trial for 1 month at many random locations. This study evaluated the stability of soft materials and the optimization of digging and layering methods so that it can accommodate various interests, especially the mining safety and economic aspects. The results show that soft materials loading which combines the results of geotechnical studies and operational aspects can synergize so that mining operations can be carried out safely, efficiently and economically by large equipment available in Lati Mine Operation.

**Keywords :** Lati Mine Operation, Soft Material, PT Berau Coal, Stripping Ratio, Standard Penetration Test, Soft Material Loading, PC 2000, PC 2500, PC 3600 and PC 4000.

**A. PENDAHULUAN**

PT Berau Coal merupakan perusahaan tambang batubara yang terletak di Tanjung Redeb, Kalimantan Timur. Pada tahun 2019 PT Berau Coal melakukan penambangan dengan target produksi sebesar 33 juta ton batubara, penambangan dilakukan pada tiga area tambang yaitu *Lati Mine Operation*, *Sambarata Mine Operation* dan *Binungan Mine Operation*. Salah satu kegiatan dalam aktivitas penambangan pada tambang terbuka yang dilakukan PT Berau Coal adalah melakukan kegiatan *loading* material lunak. Kegiatan *loading* material lunak merupakan proses pengangkutan material lunak, dimana dibutuhkan timbunan per lapisan jalan maupun *front loading* di area rawa (material *layering*) dari sisa *blasting* sebagai tambahan kekuatan daya dukung untuk menopang unit yang bekerja di atasnya.



Gambar 1. Peta Konsesi PT. Berau Coal

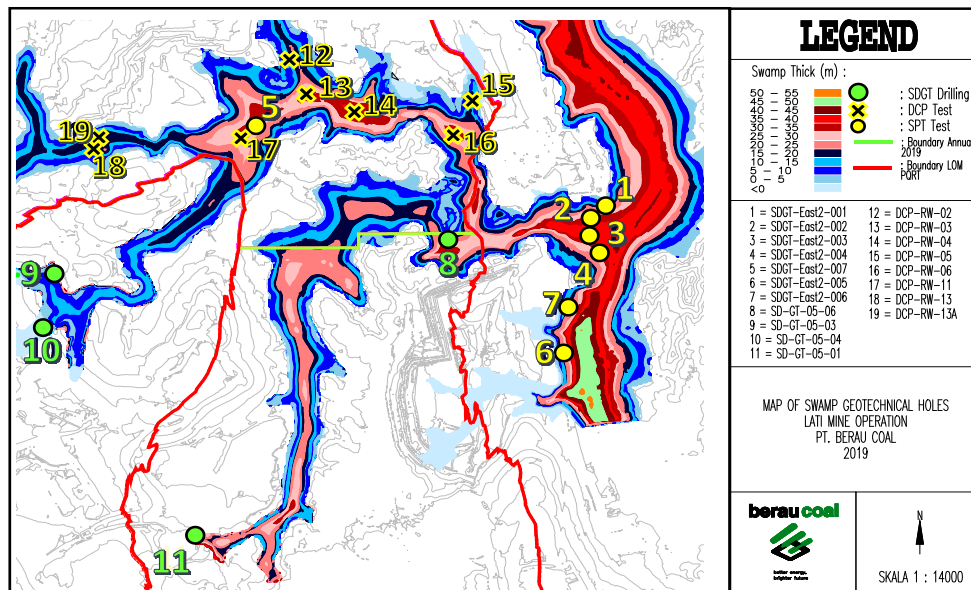
Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kestabilan lereng material lunak/endapan rawa, optimalisasi metode penggalian serta layering sehingga dapat mengakomodasi berbagai kepentingan, khususnya aspek keselamatan dan keekonomisan tambang.

Penelitian ini dilakukan pada area tambang Lati dengan luas wilayah bukaan tahun 2019 sebesar 187 ha, dimana diantaranya ±114 ha merupakan wilayah pengembangan yang terdiri dari material lunak, dengan nilai *Stripping Ratio* 12.5. Keekonomisan tambang ini sangat berpengaruh terhadap metode penambangan material lunak, dimana 61 % dari wilayah bukaan tambang merupakan material lunak, dengan estimasi *volume* material lunak instu yang akan di *loading* pada tahun 2019 sebesar 17.000.000 BCM.

Metode penggalian rawa yang ada sebelumnya (menggunakan *excavator* sekelas PC 1250), mengakomodir beda tinggi dinding galian maksimum 3–5 m dan layering dengan ketebalan 1,5-2 m untuk mendapatkan perbandingan *loading* terhadap layering yaitu 1 : 0,5. Sedangkan unit yang beroperasi di Lati saat ini didominasi oleh PC 2000, PC 2500, PC 3600 dan PC 4000. Sehingga metode ini tidak lagi sesuai dengan kondisi bukaan tambang di Lati dan berpotensi menambah *cost handling* material lunak akibat dari peningkatan tebal *layering* dan pembatasan tinggi dinding galian. Diperlukan penambahan data pengeboran geoteknik serta re-analisis kestabilan lereng untuk menjelaskan kondisi material lunak secara terperinci sehingga dapat mengakomodir besaran spesifikasi unit yang dapat bekerja serta mengevaluasi geometri lereng yang mungkin terbentuk berdasarkan *soil properties* aktual.

**B. METODOLOGI PENELITIAN**

Kondisi area *development* tambang Lati sebagian besar merupakan material lunak dan *ex-disposal (redisturb)* bekas penambangan sebelumnya. Dilakukan penambahan pengambilan data lapangan berupa pengeboran Standard Penetration Test (SPT) sebanyak 11 titik dan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* sebanyak 7 titik di area material lunak yang masuk dalam rencana penambangan Lati. Data hasil pemboran digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis geoteknik terhadap beban unit yang akan bekerja, berdasarkan *ground pressure* yang dihasilkan oleh masing-masing alat gali muat (PC 2000, PC 3600 dan PC 4000) dan beda tinggi maksimum galian yang dapat dibentuk dengan mempertimbangkan maksimal tinggi kabin unit yang beroperasi.



Gambar 2. Peta Lokasi Pemboran SPT dan DCP

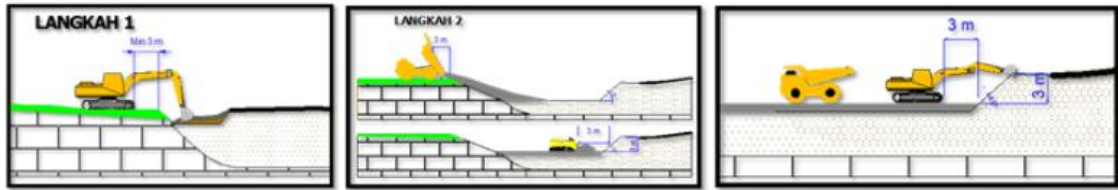
**C. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**C.1. Metode Lama, Loading Rawa Menggunakan PC 1250**

Metode penggalian material lunak sebelumnya mengatur teknis penggalian rawa sebagai berikut :

- Posisi alat *loading* berada pada elevasi atas pada material insitu dan berjarak 3m atau lebih dari crest lereng bukan material tanah lunak
- Layering dilakukan dengan material keras (*fresh blast*) dengan ketebalan 1,5 hingga 2 meter. Beda tinggi antara *track* alat angkut ke *crest* lereng tidak lebih dari 3m.

Setelah layering dilakukan, proses berikutnya yaitu melakukan loading kembali



Gambar 3. Metode *Loading Rawa* menggunakan PC 1250 di PT. BC

Metode loading rawa menggunakan PC 1250 tidak aplikatif untuk diterapkan pada kondisi penambangan site Lati saat ini, hal ini dikarenakan pada tahun 2019 alat gali muat yang beroperasi di area Lati sebagian besar merupakan PC 2000, PC 2500, PC 3600 dan PC 4000 yang membutuhkan *layering* yang lebih besar dibanding PC 1250. Jika operasional tetap dilakukan dengan metode lama maka volume *layering* yang diharapkan memiliki ratio 1 : 0,5 tidak dapat terpenuhi, oleh karenanya perlu dilakukan analisis geoteknik guna mengetahui ketebalan minimum *layering* yang harus dibentuk untuk masing-masing alat gali muat yang bekerja pada area tersebut. Hasil analisis dapat menjadi acuan perhitungan tebal material *layering* yang dibutuhkan untuk luasan rawa tertentu dan menghindari terjadinya ambblas untuk alat yang bekerja di area *Lati Mine Operation*.

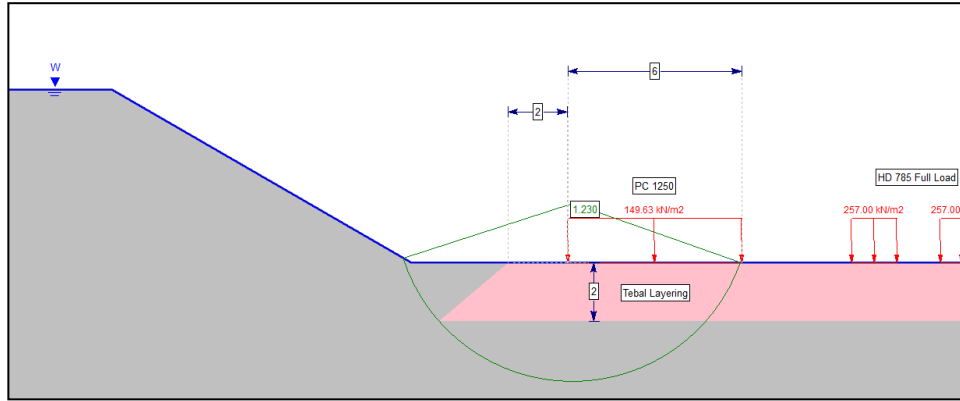
Tabel 1. Analisis *ground pressure* alat gali dan muat

Type	Product	roda / track		Σ GP ( kg/cm <sup>2</sup> )	Σ GP ( kN/m <sup>2</sup> )
		lebar (cm)	panjang (cm)		
<b>Alat Gali</b>					
PC 4000	Komatsu	120.00	670.00	2.45	240.34
EX 3600	Caterpillar	127.00	666.00	2.12	208.12
EX 2500	Caterpillar	100.00	612.00	2.03	199.50
PC 2000	Komatsu	81.00	578.00	2.18	190.00
PC 1250	Komatsu	70.00	499.50	1.53	149.63

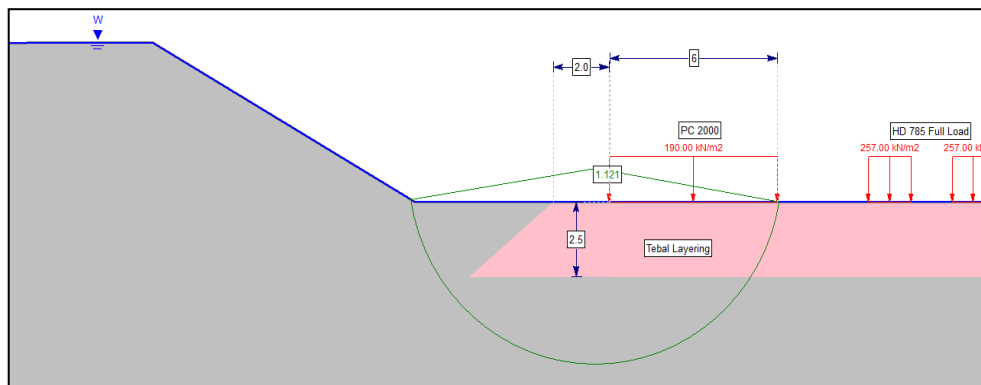
Tabel 2. Hasil analisis tebal *layering* alat gali muat di Lati menggunakan program *Slide Rocscience 2018*

Unit	Tebal Layering Minimum (m)	Faktor Keamanan
PC 4000	4	1.112
EX 3600	3 - 3.5	1.156
EX 2500	2.5 - 3	1.200
PC 2000	2.5	1.125
PC 1250	1.5 - 2	1.230

Analisa dilakukan dengan pemodelan berdasarkan masing-masing *ground pressure* tiap unit yang bekerja dengan jarak minimum terhadap *crest layering* yaitu 2 meter dengan menggunakan program *Slide Rocscience 2018*.

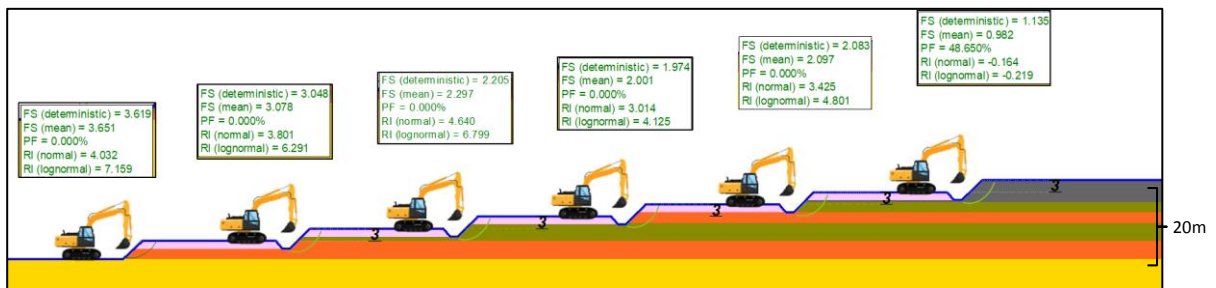


Gambar 4. Contoh Analisis Tebal layering PC 1250



Gambar 5. Contoh Analisis Tebal layering PC 2000

Apabila diasumsikan terdapat material rawa dengan ketebalan 20 meter maka untuk metode lama dengan menggunakan PC 1250 diperlukan 6 tahapan loading dengan 5 diantaranya memerlukan layering, seperti gambar berikut



Gambar 6. Tahapan loading material lunak dengan metode lama (menggunakan PC 1250) dan ketebalan rawa 20 meter

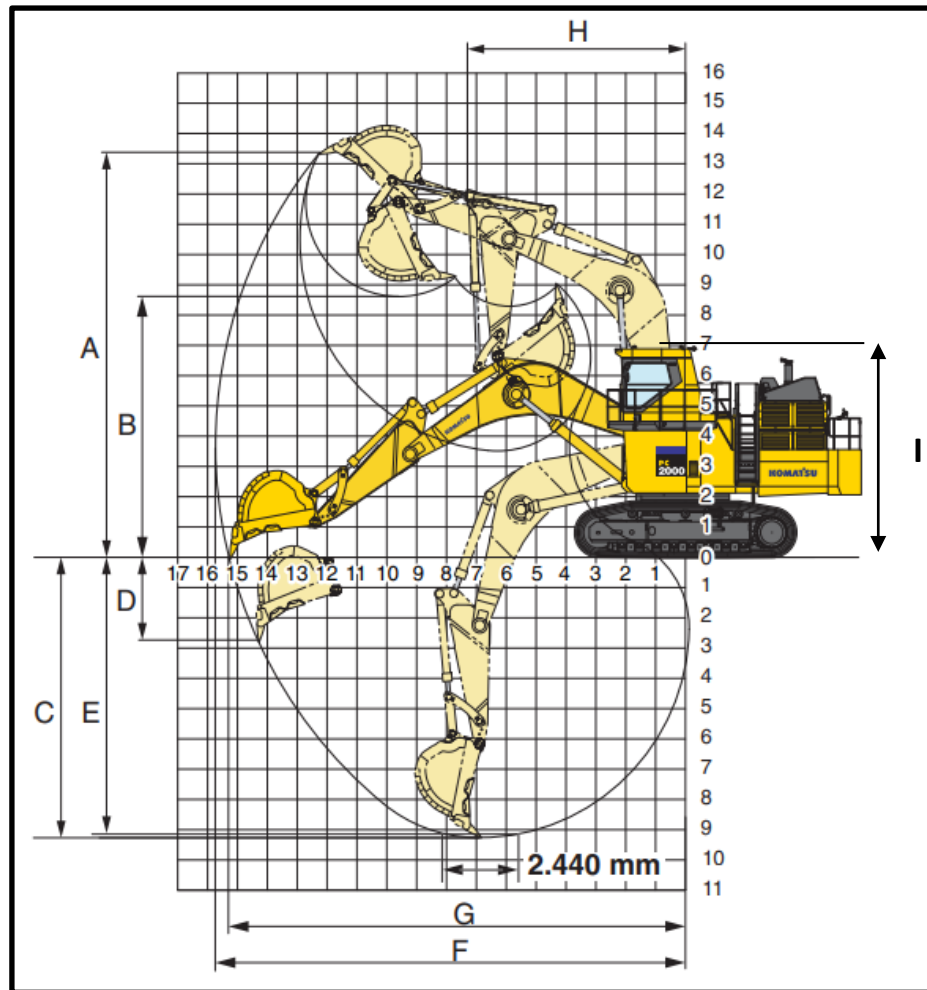
### C.2 Spesifikasi Alat Muat dan Gali Komatsu

Selain memiliki beban alat yang berbeda, PC 1250 dan PC2000 – PC 4000 memiliki Perbandingan Working Range dan tinggi kabin unit yang berbeda, sehingga memiliki tingkat keamanan terhadap potensial local failure yang berbeda ( PC 2000 memiliki tingkat keamanan yang lebih baik terhadap potensi terjadinya longsor yang bersifat lokal dibanding dengan PC 1250).

Table 3, spesifikasi alat Komatsu type backhoe

Working Ranges				
	ITEM	SATUAN	PC 1250SP-8	PC 2000-8
A	Max. Digging height	mm	13.000	13.410
B	Max. Dumping height	mm	8.450	8.650
C	Max. Digging depth	mm	7.900	9.235
D	Max. Vertical wall digging depth	mm	5.025	2.710
E	Max digging depth of cut 2.440 mm level	mm	7.745	9.115
F	Max. Digging reach	mm	14.070	15.780
G	Max. Reach at ground level	mm	13.670	15.305





Gambar 7. Spesifikasi alat Komatsu type backhoe

### C.3 Hasil Korelasi *Standard Penetration Test* (SPT)

Hasil korelasi data *Standard Penetration Test* (SPT) di Lati untuk plan tahun 2019 dapat dibagi menjadi 5 bagian yaitu dari *top* ke *bottom*: *very soft* (15 kPa), *soft-firm* (25 kPa), *firm-stiff* (50 kPa), *soft-firm* (25 kPa) dan *firm-stiff* (50 kPa) seperti pada gambar 8

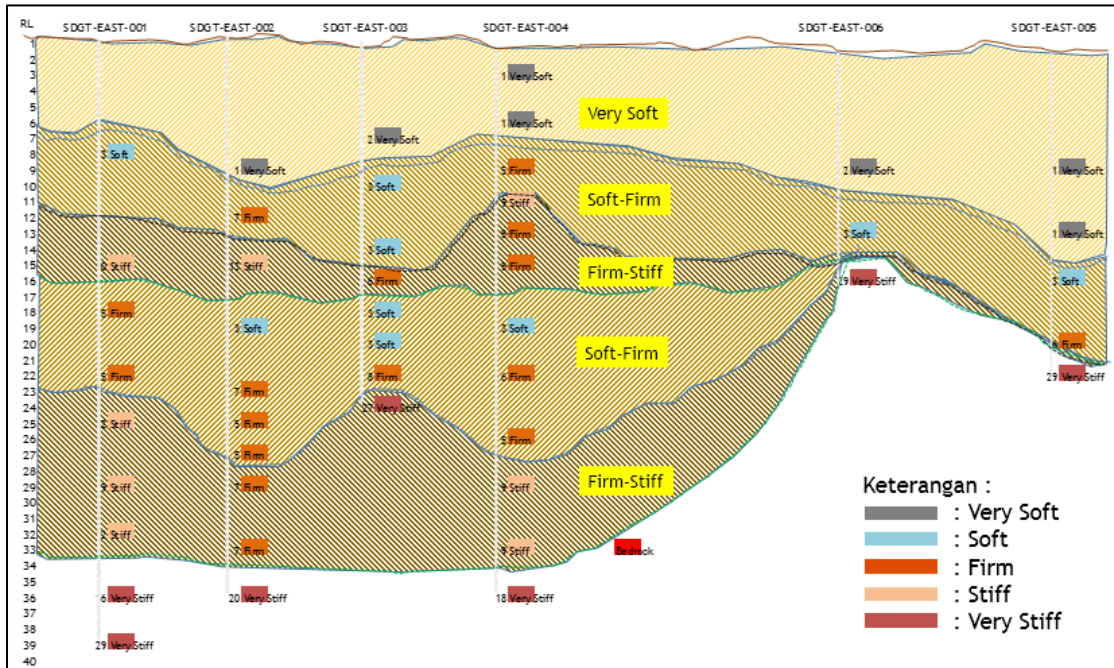
### C.4 Metode Baru, Loading Rawa Menggunakan PC 2000, 2500, 3600 dan PC 4000

Berdasarkan hasil pemoran SPT, spesifikasi alat yang digunakan dan analisis kebutuhan *layering* yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dapat dilakukan re-analisis pemodelan *loading* material lunak dengan cara yang optimal, yaitu dengan membagi 3 *stage* pekerjaan : *stage 1* (*loading* awal), *stage 2* (*layer* ke 2 dan selanjutnya) dan *stage 3* (*layer* terakhir).

#### - *Stage 1*

Merupakan *loading* awal material lunak yang berada di elevasi teratas (*layer* pertama material lunak). Berdasarkan hasil pemoran SPT profil material teratas memiliki *properties*

material yang rendah, dicirikan dengan tekstur sangat lunak dan berair di lapangan. *Unit excavator* yang direkomendasikan untuk stage ini adalah sekelas PC 2000 dan PC 2500 dengan tebal material layering 2.5 – 3 meter. Geometri yang harus dibentuk pada stage ini adalah dengan beda tinggi maksimal  $\leq 6m$  (8.5m termasuk layering) dan pembentukan slope dari track unit terhadap crest lereng dengan sudut  $50^0$  (secara alami akan terbentuk, akibat soil properties yang rendah)



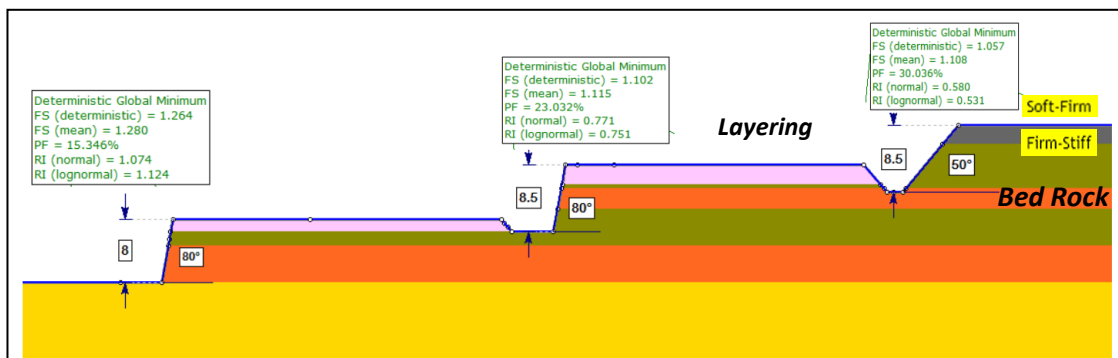
Gambar 8. Korelasi data SPT

- Stage 2

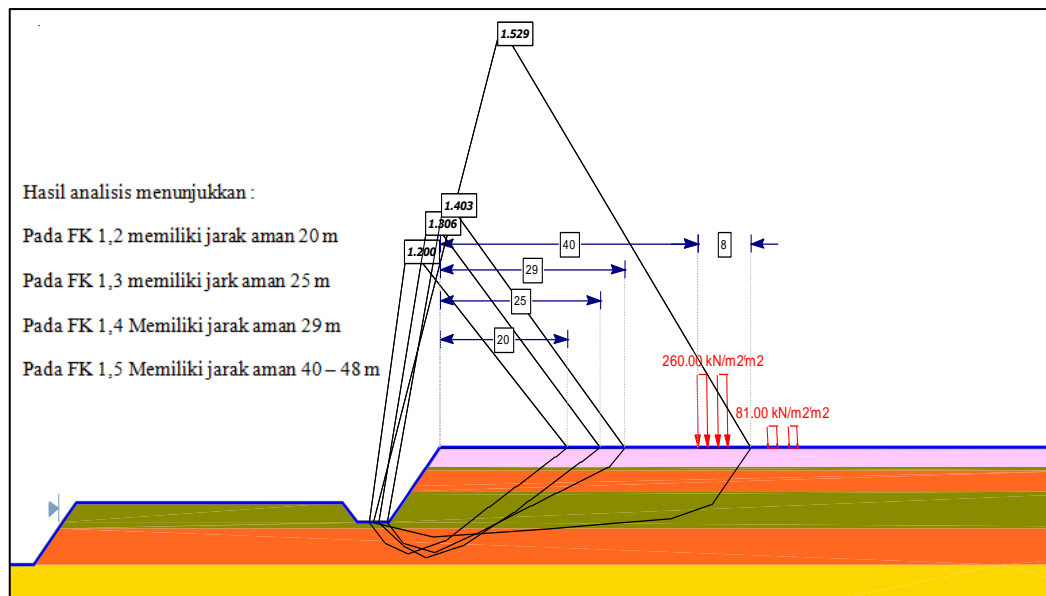
Pada stage ini merupakan layer kedua material lunak dimana memiliki strength material yang lebih tinggi dan lebih liat dibanding layer pertama. *Unit excavator* yang direkomendasikan untuk stage ini adalah sekelas PC 2000 dan PC 2500 dengan tebal material layering 2.5 – 3 meter. Beda tinggi maksimal yang diperbolehkan yaitu  $\leq 6m$  (8.5m termasuk layering) dan pembentukan slope dari track unit terhadap crest lereng dengan sudut  $80^0$ .

- Stage 3

Tahapan ini merupakan layer terakhir dari material lunak, yaitu kontak langsung dengan batuan insitu. *Unit excavator* yang direkomendasikan untuk stage ini adalah sekelas PC 3600 hingga PC 4000 dikarenakan tidak membutuhkan layering dan sudah berada pada batuan insitu. Sehingga beda tinggi maksimal yang diperbolehkan yaitu  $\leq 8m$  dengan sudut  $80^0$ .



Gambar 9, Analisis geoteknik terhadap beda tinggi dan geometri *loading* material lunak



Gambar 10, Analisis Geotechnic jarak aman antara *front loading* rawa terhadap jalan dan/atau *front loading* yang berada di atasnya

Dari analisis geoteknik yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa masih memungkinkan terjadi longsor dengan skala kecil (*local failure*) oleh karenanya perlu dilakukan kontrol resiko terhadap loading material lunak ini yaitu :

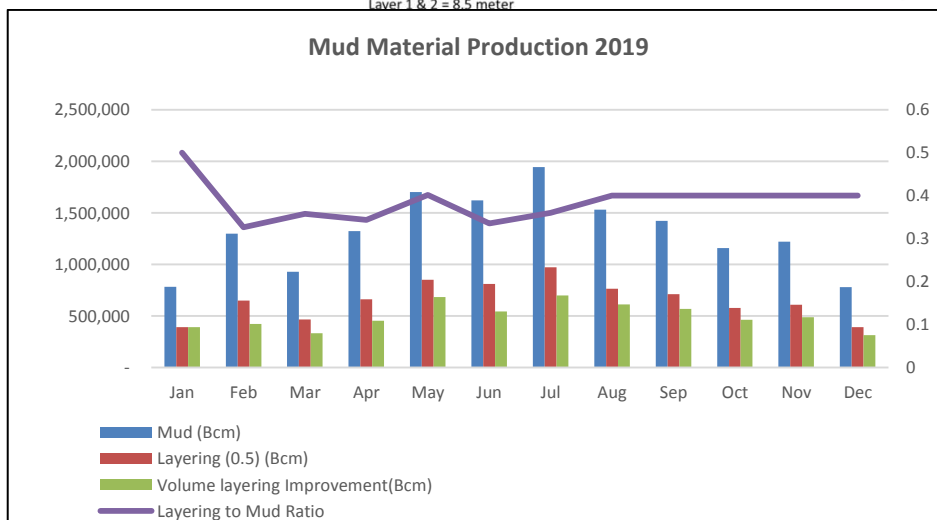
1. Memberi jarak 2.5-3m terhadap *toe* lereng agar terbetuk cekungan sebagai area steril jatuhnya material
2. Menerapkan jarak aman 15 meter dari crest lereng rencana penggalian sebagai area steril kegiatan manusia
3. Menerapkan jarak aman antara *front loading* material lunak terhadap jalan dan/atau *front loading* lain yang berada di atasnya
4. Terdapat penanda batas kedalaman galian pada lengan unit *excavator* sebagai kontrol agar *loader* dapat mengukur kedalaman *bucket* pada saat menggali





Gambar 11. Rencana penggalian dan kontrol resiko yang dilakukan *Trial* metode baru *loading* material lunak dilakukan selama 2 bulan (Februari-Maret 2019) dan secara resmi telah diterapkan hingga saat ini di *Lati Main Operation*, beberapa hal yang menjadi catatan yaitu: *skill operator*, kondisi berair pada front loading material lunak serta dibutuhkan tambahan data pada area rawa yang belum dilakukan pemboran untuk mengakomodir *plan* jangka panjang

Pada metode lama (menggunakan PC 1250) loading material lunak untuk kedalaman rawa 20m dibutuhkan layering sebanyak 5x di masing-masing beda elevasi, sedangkan metode baru hanya membutuhkan 2x. Hal ini mampu menurunkan rasio *loading* material lunak terhadap *layering* hingga 1:0.4 dan berdampak pada pengurangan kebutuhan *volume layering* secara langsung sehingga memiliki *impact* pada penggunaan *fuel* yang lebih efisien. Jika dibandingkan dengan rencana tahunan 2019 akan diperoleh penghematan *volume layering* sebanyak 1.400.000 BCM dan *ber-impact* pada penghematan *fuel* mencapai 1.447.179 liter.



Gambar 12. Perbandingan volume material lunak terhadap tebal layering (data hingga bulan Juli 2019)

#### D. KESIMPULAN

Perubahan metode loading material lunak dilakukan sesuai dengan kondisi penambangan yang sedang berlangsung terutama di site Lati. Penambahan data berupa pemboran *Standart Penetration Test* (SPT) dan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) perlu dilakukan untuk mengetahui karakteristik material lunak di area Lati terhadap rencana penambangan jangka panjang (LOM). Hasil pemboran dapat dikategorikan menjadi beberapa karakteristik material lunak dari *very soft* hingga *firm-stiff*. Berdasarkan hasil pemboran tersebut, didapatkan 3 stage untuk loading material lunak dengan geometri masing-masing sesuai karakteristik material dan unit yang akan bekerja. Beberapa kontrol resiko dilakukan sebagai bentuk pengendalian diantaranya yaitu jarak terhadap *toe* lereng, jarak aman manusia, *buffer* terhadap jalan di sisi atas penggalian serta penanda pada lengan unit *excavator* perlu menjadi perhatian khusus untuk keselamatan operasional pertambangan. Dengan metode baru loading material lunak ini dapat menurunkan rasio loading terhadap layering hingga 1 : 0.4. Penurunan rasio volume material lunak terhadap layering ini ber-*impact* kepada *striping ratio*, efisiensi *fuel*, dan percepatan pit *development* tahun 2019

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterimakasih yang sebesar-besarnya atas dukungan semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini yaitu PT. Berau Coal pada umumnya, Bapak Feri Indrayana selaku KTT PT Berau Coal dan mentor MMDP (Middle Management Program), Bapak Yan Adriansyah, Bapak Bobby Rianto dan Bapak Arintoko serta keluarga besar tim G&H Department, tim Lati Mine Operation dan PT Buma.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009, *Specifications & Application Handbook. Edition 30*. Komatsu Inc
- Been, K. and Sills, G.C., 1981. *Self-weighted consolidation of soft soils: an experimental and theoretical study. Geotechnique*, Vol. 31 (4), 519-535.
- Dankers, P.J.T., 2006. *On the hindered settling of suspensions of mud and mud-sand mixtures*.
- DAS, Braja M. 1983. *Advanced Soil Mechanics*. Mc Graw Hill
- DAS, Braja M. 2006. *Principles Geotechnical Engineering*. Stamford Cengage Learning
- G&H Dept. 2018. *Geotechnical Assessment Tebal layering proses loading material rawa Tambang Lati, PT.Berau Coal*
- G&H Dept. 2019. *Geotechnical Assessment Acuan beda tinggi loading material rawa Tambang Lati, PT.Berau Coal*
- Hoek, Evert and Bray, John, 1981, *Rock Slope Engineering*, Revised Third Edition, The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- Kiven, W. Chuck, 1985, Peta Geologi Regional Berau, PT Berau Coal.