

TUGAS AKHIR

**KAJIAN TEKNIS PENGGALIAN MATERIAL LUNAK DENGAN
MENGUNAKAN UNIT *EXCAVATOR* PC 2000 PADA PENAMBANGAN
BLOK 7 BINUNGAN *MINE OPERATION* AREA 2 PT BERAU COAL,
KABUPATEN BERAU, PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**



OLEH ;

ISWARDI HIDAYAT

NIM. 15137014

PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK PERTAMBANGAN

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : 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.

Nama : Iswardi Hidayat

NIM/TM : 15137014/2015

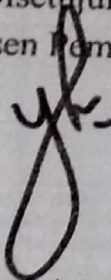
Program Studi : SI Teknik Pertambangan

Jurusan : Teknik Pertambangan

Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2019

Disetujui Oleh,
Dosen Pembimbing



Yoszi Mingsi Anaperta, S.T, M.T.
NIP 19790304 2008 01 2 010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, M.T
NIP.19580313 198303 1 001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Iswardi Hidayat

NIM/TM : 15137014/2015

Dinyatakan Lulus Mempertahankan Tugas Akhir di depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan judul

**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, Agustus 2019

Tim Penguji

Tanda Tangan

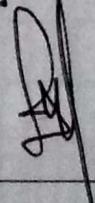
1. Ketua : Yoszi Mingsi Anaperta, S.T, M.T

1. 

2. Anggota : Drs. Bambang Heriyadi, M.T

2. 

3. Anggota : Dr. Fadhillah, S.Pd, M.Si

3. 

LEMBAR PENGESAHAN PENELITIAN TUGAS AKHIR

(Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat dalam menyelesaikan Program S1-Teknik
Pertambangan)

berau coal



Oleh :

Nama : Iswardi Hidayat

NIM : 15137014/2015

Jurusan : Teknik Pertambangan

Prodi : S1-Teknik Pertambangan

Tempat Penelitian : Tambang Terbuka Batubara Blok 7, Binungan
Mine Operation Area 2 PT Berau Coal, Kabupaten
Berau, Provinsi Kalimantan Timur

Tanggal Pelaksanaan : 21 Maret 2019- 15 Mei 2019

Judul Tugas Akhir : *Kajian Teknis Penggalian Material Lunak dengan
Menggunakan Unit Excavator PC 2000 Pada
Perambangan Blok 7 Binungan Mine Operation Area 2*

Diketahui Oleh :

Pembimbing Lapangan

Mine Superintendent Blok 7

(Ade Manjalo)
NIK.11000960

(Salahuddin Al Rasyid)
NIK.11000468



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ISWARDI HIDAYAT
NIM/TM : 15137014 / 2015
Program Studi : SI - Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/~~Proyek Akhir~~ saya dengan Judul :

” 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

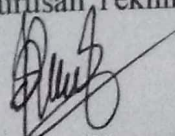
Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 15 Agustus 2019

yang membuat pernyataan,


Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan


Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

METERAI
TEMPEL

578EFADC327312541

3000
TIGA RIBU RUPIAH


ISWARDI HIDAYAT



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9125046466

BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : Iswardi Hidayat
NIM : 15137014
Tempat Tanggal Lahir : Pariaman, 10 Desember 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Ayah : Mawardi
Nama Ibu : Wildayati
Jumlah Bersaudara : 3
Alamat : Lubuk Sejahtera Lestari Graniti no 26 Lubuk Buaya, Kota Padang
Telepon/Email : 085263312600/ iswardih@gmail.com

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 27 Anak Air
Sekolah Lanjutan Pertama : SMPN 13 Padang
Sekolah Lanjutan Atas : SMAN 7 Padang
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Data Tugas Akhir

Tempat Tugas Akhir : PT Berau Coal, Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur
Tanggal Penelitian : 20 Maret 2019 -15 Mei 2019
Judul Tugas Akhir :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.

Tanggal Sidang Tugas Akhir: 13 Agustus 2019

Padang, 13 Agustus 2019

Iswardi Hidayat
2015/15137014

**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.**
(Iswardi Hidayat¹, Yoszi Mingsi Anaperta², 15137014, 145 Halaman, 2019)

Abstrak

PT Berau Coal merupakan perusahaan yang bergerak dibidang tambang batubara. Metoda penambangan yang diterapkan di PT Berau Coal adalah metoda tambang terbuka (*open pit*). Pada konsesi penambangan di PT Berau Coal ditemui material lunak berupa material lumpur rawa. Pada proses penggalian dan pengangkutan material lunak (material rawa) diperlukan proses pelapisan (*layering*) material bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah yang digunakan sebagai pijakan unit *excavator*. Blok 7 Binungan *Mine Operation* Area 2 merupakan salah satu area penambangan PT Berau Coal yang memiliki endapan material lunak dengan volume 7.380.568 BCM hingga umur akhir tambang.

Produktifitas aktual penggalian material lunak unit *excavator* PC 2000 yaitu 569,57 BCM/Jam jauh lebih sedikit dari *excavator* sejenis yang *loading* pada *overburden blasting* yaitu 779 BCM/Jam. *Ratio* penggalian material lunak aktual dengan material *layering* 1:0,55 dengan jangka waktu penggalian 571,86 jam. Pada penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000 *dozer* yang efektif dan efisien pada *spreading* dan *compacting* material *layering* adalah *dozer* D-155 dengan produktifitas 312,08 BCM/Jam. Nilai daya dukung tanah dengan *layering* 3 meter 1,964 Kg/cm² lebih besar dari 1,94 Kg/cm² *groundpressure* unit *excavator* PC 2000

Direkomendasikan geometri penggalian material lunak dengan tinggi galian 7 meter, ketebalan *layering* 3 meter, jarak aman unit *excavator* dengan *crest* galian 3 meter, diameter penggalian 8 meter, posisi unit *heavy dumptruck loading* lumpur rawa disebelah kiri *excavator* dengan jarak dari *crest* galian 4 meter serta unit *heavydumptruck dumping* material *layering* disebelah kanan. Setelah dilakukan implementasi aktual geometri dan posisi rekomendasi dapat meningkatkan produktifitas penggalian material lunak dari semula 569,57 BCM/Jam sebelum improvisasi metoda dan teknis kerja menjadi 649,32 BCM/Jam setelah improvisasi metoda dan teknis kerja. Dan dapat mempercepat jangka waktu penggalian yang semula diselesaikan dengan jangka waktu 571,86 jam lebih cepat menjadi 405,88 jam untuk ketebalan rawa 20 meter dengan luas area rawa 10.000 m², serta mengurangi *ratio layering* dari *plan* 1:0,5 sehingga menjadi 1:0,3 sehingga dapat memperkecil kebutuhan material pelapis (*layering*) dari 100.000 BCM menjadi 60.000 BCM.

Kata Kunci : Material Lunak, Loading, Layering, Daya Dukung Tanah, Produktifitas

Technical Study of Soft Material Excavation Using PC 2000 Excavator Unit in Block 7 Binungan Mine Operation Area 2, PT Berau Coal, Berau Regency, East Kalimantan Province.

(Iswardi Hidayat¹, Yoszi Mingsi Anaperta², 15137014, 145 Pages, 2019)

Abstract

PT Berau Coal is a coal mining company. The mining method applied at PT Berau Coal is an open pit method. In mining concessions at PT Berau Coal, soft material is found in the form of swamp mud material. In the process of loading and unloading soft material (swamp material) a material layering process is needed to increase the bearing capacity of the soil used as an excavator unit footing. Block 7 The Binungan 2 Mining Operation Area is one of the mining areas of PT Berau Coal which has sediment soft material (swamp material) with a volume of 7,380,568 BCM until the final age of mining.

Actual productivity of excavating PC 2000 excavator units is 569.57 BCM/Hour far less than more excavators which contain overburden blasting which is 779 BCM / Hour. The ratio of excavating the actual soft material with layering material 1: 0.55 with an excavation period of 571.86 hours. In excavating soft materials using PC 2000 dozer excavator units that are effective and efficient on the spreading and compacting of the material layer are D-155 dozers with productivity of 312.08 BCM/Hour. The value of bearing capacity of the soil with a layering of 3 meters 1.964 Kg /cm² greater than 1.94 Kg / cm² groundpressure PC 2000 excavator units

Geometry of excavation material is recommended, with 7 meter excavation height, 3 meter layering thickness, excavator unit safe distance with 3 meter crest excavation, 8 meter excavation diameter, heavy dumptruck unit position load swamp mud on the excavator left with distance from 4 meter crest with unit and heavy dumptruck dumping layering material on the right. After the actual implementation, geometry and placement, increased productivity, excavation, material, materials, initially, 569.57 BCM/hour before improvised methods and technical work to 649.32 BCM/hour after improvised methods and technical work. And can extend the excavation period which was initially completed with a period of 571,86 hours faster to 405.88 hours for a thickness of 20 meters swamp with a swamp area of 10,000 m², and reduce the layering ratio of the plan 1: 0.5 so that it becomes 1: 0.3 so as to minimize the need for layering material from 100,000 BCM to 60,000 BCM.

Keywords: Soft Materials, Loading, Layering, Soil Bearing Capacity, Produktivity

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Kajian Teknis Penggalan 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”**.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan syarat dalam menyelesaikan Program studi S1-Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang. Dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa Ayah (Mawardi) dan Ibu (Wildayati), Adik (Nadya Fitra dan Amelia Fauzana) serta seluruh keluarga besar, mamak (Aris Munandar, Syamsul Fajri, Syamsurizal, Taufik, Mulyadi, Rahmad Hidayat dan Rizki Hidayat) dan mandeh (Ika Rahmawati, Rosmalidiawati dan Annisa Muthmainah) serta Ayang (Aziar) yang telah memberikan dukungan moril maupun materil yang tidak sedikit sehingga tugas akhir dan perkuliahan selama S1 Teknik Pertambangan Penulis dapat terselesaikan.
2. Dosen Pembimbing Tugas Akhir Ibu Yoszi Mingsi Anaperta, S.T, M.T yang telah mau direpotkan didatangi tiap hari untuk bimbingan tugas akhir ini, Dosen Penguji Bapak Drs.Bambang Heriyadi,M.T dan Ibu Dr.Fadhillah,M.si,

Dosen Pembimbing Akademik Bapak Drs Raimon Kopa,M.T dan Seluruh Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

3. Bapak Ade Manjalo dan Bapak Ardyan Febrianto selaku Pembimbing Lapangan di PT Berau Coal yang telah banyak sekali membantu dan memberikan arahan dalam penulisan tugas akhir ini.
4. Bapak Andi Muhammad Fajrin dan Bapak Setiady Maruli Ikhsani yang telah membantu sehingga bisa mendapatkan tempat dan rekomendasi untuk kerja praktek dan tugas akhir.
5. Bapak Maurys Irwan, Bang Okky Warman, Bang Ferdi, Bang Karre, Bapak Salahuddin, Bapak Bagus Perdana, Bang Davi Tantra, Bapak Rusdi, Bang Faisal, Bapak Eksan, Bapak Donny, Bapak Otnia, Bapak Odes, Bapak Bambang, Bapak Steven, Bapak Putut, Bapak Agum, Bapak Imam dan Seluruh elemen PT Berau Coal yang telah banyak membantu, memberikan dukungan dan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Rumah Kedua di Berau yang menjadikan Bumi Batiwakkal terasa di Ranah Minang Ibu May,Uni Uul, Pak Dede, Ibu Wilda, Bang Doddy, Bang Beto, Pak Menrizal, Kak Eka,Pak Rudi , Bang Okky, Pak Ardilla, Bang Ferdy, Pak Dino, Pak Don Serta seluruh Keluarga Ikatan Keluarga Minang-Kabupaten Berau (IKM-KB).
7. Bapak-bapak pengawas produksi PT BUMA (Pak Rizaldi, Pak Tarmuji,Pak Sugeng, Pak Ganool, Pak Piator, Pak Hamka, Pak Gugus, Pak Ari, Pak Barry, Pak Ikhsan, dan seluruh Foreman dan Supervisor serta Operator PT BUMA *jobsite* Binsua) yang telah membantu di lapangan untuk pengambilan data.

8. Serta teman-teman seperjuangan Kerja Praktek dan Tugas Akhir di PT Berau Coal (Yandi, Putri, Naufal, Dovan, Cita, Elwi, Miranda, Azzam, dan Agung)
9. Teman-teman Teknik Pertambangan 2015 (Diky, Alvi, Syarif, Reno, Ari, Josep, Adit, Riski, Bagas, Rido, Kak Della, Natasha, Bang Soli, Dita, Ade, Alvin, Denny, Intan, Jevindo, Wawan, Bang Dian, Rika, Zanil, Rahadiyan, Fajri, Akbar, Siska, Adinda, Resi, Nando, Teguh, Aiv, Luthfy, Micko, Iit, Aldo, Aan, Andryan, Asep, Ersila, Rugbia, Arif, Nadia, Naya, Najmi, Loli, Wafa, Ilal, Tunaiki, Mardhatillah, Ikhwan, Ichsan, Ryan, Billy, Rinad, Seluruh Keluarga Teknik Pertambangan 2015, dan seluruh Senior Junior Teknik Pertambangan UNP yang telah banyak membantu.
10. Keluarga HMTP FT UNP
11. Sahabat Seperjuangan dari kecil (Halif, Iwan, Ghazi, Bang II, Thariq, Yazid, Geno, Salam)
12. Fellya yang selalu memberikan semangat dan *support*.

Semoga Allah SWT memberikan berkat dan karunia kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan perkuliahan selama 4 tahun ini. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini jauh kesempurnaan karena itu penulis mengharap masukan dan saran yang dapat membangun untuk tugas akhir ini. Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir bermanfaat bagi kita semua.

Padang, Agustus 2019

Iswardi Hidayat

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PERUSAHAAN	iv
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	v
BIODATA	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah	7
D. Rumusan Masalah	7
E. Tujuan Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian	10

BAB II KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Perusahaan	12
B. Lokasi Kesampaian Daerah.....	13
C. Geologi Regional, Geomorfologi dan Stratigrafi	16
D. Tinjauan Pustaka	20
1. Tanah Lunak (Material Rawa).....	20
2. Terminologi Penggalian Material Lunak.....	20
3. Penggalian Material Lunak <i>SOP</i> PT Berau Coal	21
4. Peralatan Penggalian dan Produktifitas	25
5. Analisis Kestabilan Lereng (<i>Slope</i>)	36
6. Analisis Daya Dukung Tanah.....	46
7. Analisis Tegangan Tanah	53
E. Penelitian Yang Relevan	56
F. Kerangka Konseptual	63

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Peneliitian	66
B. Jenis Penelitian.....	66
C. Teknik dan Pengumpulan Data	67
D. Pengolahan dan Analisis Penelitian	68
E. Diagram Alir Penelitian	73

BAB IV PEMBAHASAN

A. Data Kondisi Aktual Penggalian Material Lunak	74
1. Kondisi Umum	74

2. Metoda <i>Loading</i>	76
3. Kondisi <i>Front Loading</i>	77
4. Produktifitas Aktual <i>Excavator</i>	79
5. Produktifitas Aktual <i>Dozer</i>	82
6. Analisis Geometri Penggalian Material Lunak Aktual	85
7. <i>Ratio</i> Penggalian Material Lunak dan <i>Layering</i> Aktual.....	93
B. Analisis Metoda <i>Loading</i> untuk Meningkatkan Produktifitas	96
C. Analisis Penggunaan <i>Dozer</i>	100
D. Analisis <i>Ratio</i> Geometri Penggalian Efektif	101
E. Analisis Posisi Unit Pada Penggalian Material Lunak.....	112
F. Analisis Geometri Penggalian.....	114
G. Analisis Metoda dan Teknis Kerja yang Efisien dan Efisien.....	124
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	142
B. Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA	146

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Persebaran Material Tanah Lunak di PT Berau Coal	2
Gambar 2. Insiden Pada <i>Loading</i> Material Lunak Binungan <i>Mine Operation</i>	2
Gambar 3. Proses <i>Layering</i> dan Penggalian tanah lunak pijakan <i>layering</i>	3
Gambar 4. <i>Fleet</i> Penggalian Material Lunak dengan PC <i>Excavator</i> 2000.	4
Gambar 5. Ilustrasi Penggalian Material Lunak Aktual Dengan PC 2000 sesuai PT Berau Coal	4
Gambar 6. Produktifitas <i>Excavator</i> PC 2000 dalam berbagai kondisi	5
Gambar 7. Letak Geografis PT Berau Coal	14
Gambar 8. Konsesi Area PT Berau Coal.....	15
Gambar 9. Peta Geologi PT Berau Coal	20
Gambar 10. Pelaksanaan <i>Loading</i> Awal	23
Gambar 11. Proses <i>Layering</i> Material	23
Gambar 12. Proses <i>Loading</i> Pijakan Material <i>Layering</i>	24
Gambar 13. Pemuatan Material dengan <i>Bottom Loading</i> dan <i>Top Loading</i> ...	26
Gambar 14. Pemuatan Material Dengan Cara <i>Single Back Up</i> , <i>Double Back Up</i> Dan <i>Triple Back Up</i>	27
Gambar 15. Pemuatan Material Dengan Cara <i>Frontal Cut</i> , <i>Drive By Cut</i> dan <i>Parallel Cut</i>	28
Gambar 16. Spesifikasi Unit <i>Excavator</i> PC 2000.....	29
Gambar 17. <i>Dozer</i>	30
Gambar 18. <i>Diagram</i> untuk menentukan M.....	41

Gambar 19. Kontur Faktor Aman	41
Gambar 20. Gaya yang Bekerja Pada Irisan	42
Gambar 21. Lingkaran Mohr dan Kurva Intrinsik Tegangan Geser	46
Gambar 22. Skema Daya Dukung Tanah <i>Ultimate</i>	47
Gambar 23. Faktor Penentuan Daya Dukung Tanah Terzaghi	50
Gambar 24. Faktor Kapasitas Dukung Untuk Tanah Berlapis.....	51
Gambar 25. Grafik Faktor Pengaruh Tegangan Pembebanan Persegi Panjang	55
Gambar 26. Kerangka Penelitian Tugas Akhir	73
Gambar 27. <i>Fleet</i> Penggalan Material Lunak	76
Gambar 28. Material <i>Layering</i>	76
Gambar 29. <i>Bottom Loading</i> dengan <i>Loading</i> Balik	77
Gambar 30. <i>Front Crowded</i> dikarenakan Banyaknya Unit <i>Heavy Dumptruck</i> yang Berada Pada <i>Front Loading</i>	78
Gambar 31. Terhentinya <i>Loading Excavator</i> dikarenakan Proses <i>Dumping</i> Material <i>Layering</i>	78
Gambar 32. <i>Dozer Spreading</i> dan <i>Compacting</i> Material <i>Layering</i>	84
Gambar 33. <i>Slope Stability</i> analisis <i>Cut 1</i>	87
Gambar 34. <i>Slope Satbility</i> Analisis <i>Cut 2</i>	87
Gambar 35. Jatuhnya <i>Slope</i> Galian	88
Gambar36. Grafik <i>Nc</i> Berdasarkan Button (1953) Dengan Ketebalan <i>Layering</i> 3,7 meter	91
Gambar 37. Ilustrasi <i>Step On Step Cut</i> Penggalan Material Lunak Aktual ...	94
Gambar 38. Posisi <i>Heavy Dumptruck</i> di Sebelah Kiri.....	97

Gambar 39. <i>Loading Balik Blind spot</i>	98
Gambar 40. Faktor Keamanan <i>Spotting Heavy Dumptruck</i> menunjang <i>Swing</i> < 90°.....	99
Gambar 41. Ilustrasi Geometri Penggalian Kondisi Galian Setinggi Atap Kabin dan <i>Layering</i> 3 Meter.....	102
Gambar 42. Ilustrasi Geometri Penggalian Tinggi Galian 1 Meter diatas kabin	105
Gambar 43. Ilustrasi Penggalian setinggi Atap Kabin dengan <i>Layering</i> 2,5 meter	108
Gambar 44. Grafik Penentuan Nilai Nc ketebalan 2,5 meter.....	110
Gambar 45. Analisis Faktor Keaman Unit dengan Jarak 3 meter dari <i>Crest</i>	113
Gambar 46. Analisis faktor Keamanan Unit dengan Jarak 2 Meter dari <i>Crest</i>	113
Gambar 47. <i>Slope</i> Galian Aktual	114
Gambar 48. <i>Slope</i> Galian Dengan Sudut 45°	115
Gambar 49. <i>Slope</i> Setelah Terjadi <i>Local Failure</i>	116
Gambar 50. Potensi <i>Hazard</i> Tertimpanya <i>Dozer</i> Saat Proses <i>Layering</i>	116
Gambar 51. <i>Dozer Spreading</i> dan <i>Compacting</i> Saat <i>Slope</i> Galian Setelah Terjadi <i>Local Failure</i>	117
Gambar 52. Kemampuan Unit <i>Excavator</i> PC 2000 Penggalian 3 Meter.....	118
Gambar 53. Grafik Penentuan Nilai Nc Ketebalan <i>Layering</i> 3 meter	119

Gambar54. Grafik Hasil Analisis Daya Dukung Ijin Tanah <i>Layering</i> Terhadap Pembebanan dengan <i>Excavator</i> PC 2000.....	121
Gambar 55. Grafik Hasil Analisis Daya Dukung Ijin Tanah <i>Layering</i> Terhadap Pembebanan dengan <i>Excavator</i> PC 2000.....	123
Gambar 56. Jangka Waktu Penggalian Berdasarkan Geometri Penggalian Material Lunak	125
Gambar 57. Ilustrasi Penggalian Material Lunak Rekomendasi.....	126
Gambar 58. Rekomendasi posisi Unit <i>Excavator</i> serta Posisi <i>Dumptruck</i> <i>Loading</i> dan <i>Layering</i>	127
Gambar 59. Implementasi Sudut <i>Swing</i> <90° dan Searah Kabin Produktifitas dan Geometri Penggalian Rekomendasi.....	132
Gambar 60. Implementasi <i>Layering</i> Sebelah Kanan dan <i>Swing</i> Sebelah Kiri dengan Geometri Penggalian Rekomendasi	132
Gambar 61. Data <i>Plan</i> dan Hasil Implementasi Hasil Rekomendasi Metoda dan Teknis Kerja.....	133

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Produk Batubara PT. Berau Coal.....	13
Tabel 2. Stratigrafi Regional Anak Cekungan Berau.....	18
Tabel 3. Penggolongan Tanah	20
Tabel 4. Data Spesifikasi Unit <i>Excavator</i> PC 2000	30
Tabel 5. <i>Bucket Fill Factor</i>	31
Tabel 6. Efisiensi Kerja <i>Excavator</i>	34
Tabel 7. Nilai Faktor Kapasitas Daya Dukung Tanah	50
Tabel 8. Nilai Faktor Peningkatan <i>Bearing Capacity</i>	53
Tabel 9. Waktu dan Kegiatan Penelitian.....	66
Tabel 10. <i>Cycle Time</i> Aktual <i>Excavator Loading</i> Material Lunak	80
Tabel 11. Data Variabel Produktivitas <i>Excavator</i> Pada Penggalian Material Lunak Blok 7.....	82
Tabel 12. Data Jumlah <i>Heavy Dumptruck Dumping Layering</i> Material	83
Tabel 13. Data Aktual <i>Cycle Time Dozer Spreading</i> dan <i>Compacting</i>	84
Tabel 14. Data Aktual <i>Dozer Spreading dan Compacting</i> Material <i>Layering</i> Lumpur Rawa.....	85
Tabel.15. Properties Material Yang digunakan Pada penggalian Material Lunak	86
Tabel 16. Faktor Kemanan Tiap Cut Penggalian.....	86
Tabel 18. Data Geometri Aktual Penggalian Material Lunak.....	95
Tabel 19. <i>Swing Time</i> dan <i>Produktifity Loading</i> Aktual.....	98

Tabel 20. <i>Swing Time</i> dan <i>Produktifity</i> teoritis Sudut <i>Swing</i> <90°	98
Tabel 21. <i>Swing Time</i> dan <i>Produktifity</i> aktual Sudut <i>Swing</i> <90°	99
Tabel 22. Analisis Produktifitas <i>Dozer</i> Blok 7 BMO2 PT Berau Coal	101
Tabel 23. Geometri Penggalian Atap Kabin	102
Tabel 24. Produktifitas, Volume Galian dan Simulasi Jangka Waktu Penggalian Setinggi Atap Kabin dengan <i>Layering</i> 3 meter	103
Tabel 25. Geometri Penggalian 1 meter dari atap kabin	104
Tabel.26. Produktifitas, Volume Galian, dan Jangka Waktu Penggalian Setinggi 1 meter diatas kabin dengan <i>Layering</i> 3 meter	106
Tabel 27. Geometri Penggalian Setinggi Atap Kabin dan <i>Layering</i> 2,5 Meter	107
Tabel 28. Produktifitas, Volume Galian dan Simulasi Jangka Waktu Penggalian Setinggi Atap Kabin dengan <i>Layering</i> 2,5 meter	109
Tabel 29. Tabel Faktor Keamanan Jarak <i>Track</i> dengan <i>Crest</i>	113
Tabel 30. Nilai Faktor Keamanan Sudut 45°	115
Tabel 31. Geometri Rekomendasi Penggalian Material Lunak	126
Tabel 32. <i>Cycle Time</i> Penggalian Material Lunak Setelah Implementasi Rekomendasi Metoda dan Teknis Kerja Penggalian	129
Tabel 33. Produktifitas dan Jangka Waktu Penggalian Berdasarkan Rekomendasi dan Implementasi yang Dilakukan	133

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Data <i>Layering</i> Material Lunak Aktual.....	148
Lampiran B. Data Tinggi <i>Slope</i> Galian Aktual.....	150
Lampiran C. Data Hambatan Penggalian Material Lunak Implementasi dan Tanpa Implementasi.....	151
Lampiran D. Data Hambatan Kerja Aktual Penggalian Material Lunak (Loading Lumpur rawa).....	152
Lampiran E. Data Aktual <i>Payload</i> dan Jumlah <i>Passing</i> Pada penggalian material Lunak.	153
Lampiran F. Data Aktual Produktifitas Penggalian Material Lunak	154
Lampiran G. Data Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Ketebalan <i>Layering</i> Pada Blok 7 BMO 2	155
Lampiran H. Data <i>Groundpressure</i> Unit Blok 7 BMO 2.....	156
Lampiran I. Data Uji Lab Pada Material Lumpur Rawa <i>Site</i> Binungan	156
Lampiran J. Volume Lumpur Rawa <i>LOM</i>	157
Lampiran K. Rekap FK Penggalian Material Lunak Geometri <i>Slope</i> <i>Temporary</i>	157
Lampiran L. Rekap <i>Cycle Time Excavator</i> Berbagai Kondisi Penggalian ...	157
Lampiran M. Rekap Efisiensi Kerja Penggalian Material Lunak Berbagai Kondisi Penggalian	158
Lampiran N. <i>Swell Factor</i> dan <i>Bucket Fill Factor</i> Material Lunak.....	158
Lampiran O. Peta Geologi PT Berau Coal.....	159

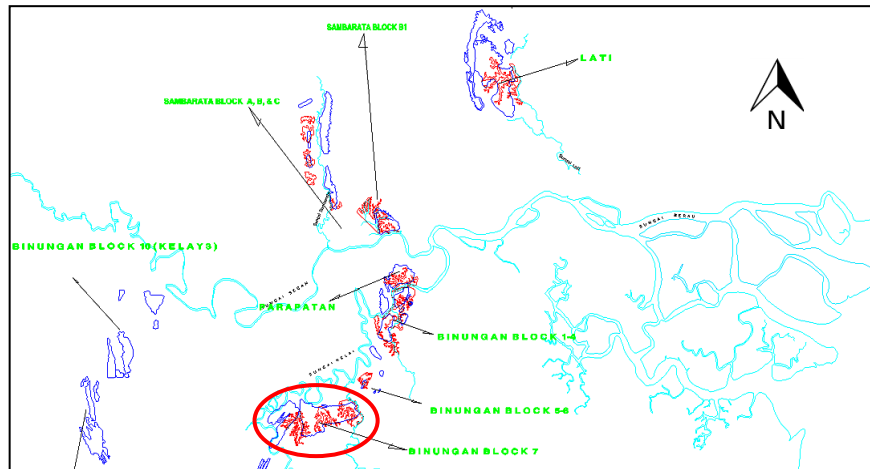
Lampiran P. Nilai I Analisis Tegangan Pembebanan <i>Excavator</i> PC-2000 Dengan Ketebalan <i>Layering</i> 3,7 meter (Berdasarkan Grafik Fadum 1948).....	160
Lampiran Q. Nilai I Analisis Tegangan Pembebanan <i>Excavator</i> PC-2000 Dengan Ketebalan <i>Layering</i> 3 meter (Berdasarkan Grafik Fadum 1948).....	161
Lampiran R. SOP Penggalian Material Lunak dan Pembentukan Desain Area Rawa PT Berau Coal (2018).....	162
Lampiran S. <i>Cheklis Loading</i> Material Lunak PT Berau Coal (2011)	176
Lampiran T. Simulasi <i>Ratio Layering</i> Dengan Berbagai Ketebalan endapan Rawa	178

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

PT Berau Coal merupakan perusahaan yang bergerak dibidang tambang batubara. Metoda penambangan yang diterapkan di PT Berau Coal adalah metoda tambang terbuka (*open pit*). Pada konsesi penambangan di PT Berau Coal banyak ditemukan lapisan penutup berupa material lunak (material lumpur rawa) dikarenakan wilayah penambangan PT Berau Coal terletak pada cekungan tarakan yang memiliki topografi berbukit dengan didominasi oleh endapan rawa yang memiliki karakteristik lunak dan mengandung air.

Loading material lunak atau disebut juga dengan *loading* lumpur rawa adalah kegiatan gali dan muat material endapan rawa yang terbentuk secara alami ditemui dalam kondisi jenuh basah (*saturated*) dengan kondisi fisik menyerupai tanah. Material lunak berupa endapan material rawa dengan kondisi jenuh, kadar air yang tinggi dan memiliki sifat yang lunak ditandai dengan mudah tembus ditekan dan diremas dengan tangan. Blok 7 Binungan *Mine Operation Area 2* merupakan salah satu area penambangan PT Berau Coal yang memiliki endapan material lunak, berdasarkan informasi yang diberikan *Mine Plan Blok 7 Binungan Mine Operation Area 2* PT Berau Coal memiliki endapan rawa volume 7.380.568 BCM hingga umur akhir tambang.



Sumber: Hifzun, 2013

Gambar 1. Persebaran Material Tanah Lunak di PT Berau Coal

Area kerja penggalian material lunak merupakan area kerja *critical* karena adanya potensi insiden pada penggalian endapan material lunak diantaranya amblesnya unit *excavator*, tertimpanya *excavator* disebabkan jatuhnya galian dan berbagai potensi *hazard* lainnya pada pekerjaan penggalian material lunak.

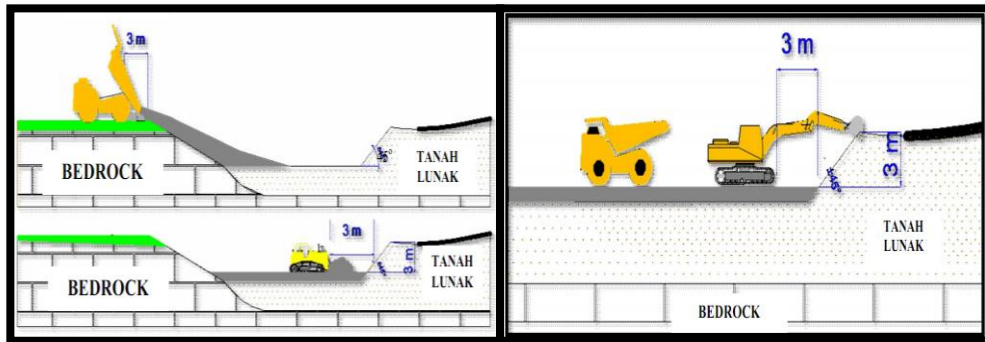


Sumber : Anonim, 2019

Gambar 2. Insiden Pada *Loading* Material Lunak Binungan *Mine Operation*

Pada proses penggalian dan pengangkutan material lunak (material rawa) diperlukan proses pelapisan (*layering*) material bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah yang digunakan sebagai pijakan unit

excavator. Material yang digunakan sebagai material *layering* adalah material *overburden* dari hasil pemberaian material kegiatan peledakan.



Sumber : Anonim, 2018

Gambar 3. Proses *Layering* dan Penggalan Tanah Lunak dengan Pijakan Material *Layering*.

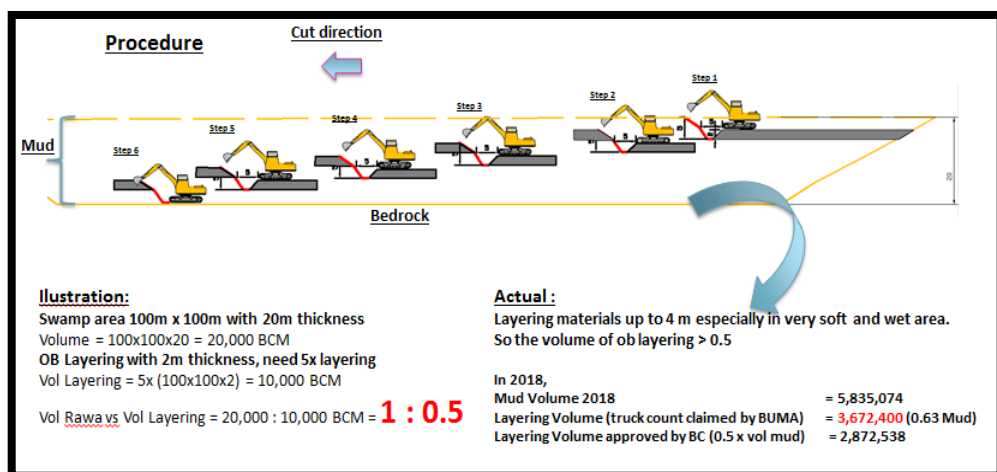
Merujuk pada SOP PT Berau Coal P-GNH-Prosedur Penggalan dan Pembentukan Desain Endapan Tanah Lunak di Area Rawa PT Berau Coal (2018) unit yang cocok digunakan yaitu *excavator* PC 1250, akan tetapi pada area penambangan Blok 7 Binungan *Mine Operation Area 2* unit yang digunakan pada penggalan material lunak *excavator* yaitu PC 2000.



Gambar 4. *Fleet* Penggalan Material Lunak dengan *Excavator* PC 2000

Pada proses penggalan material lunak, material *layering* yang telah *didumping* akan *diloaded* kembali secara *continue*, dan pemanfaatan

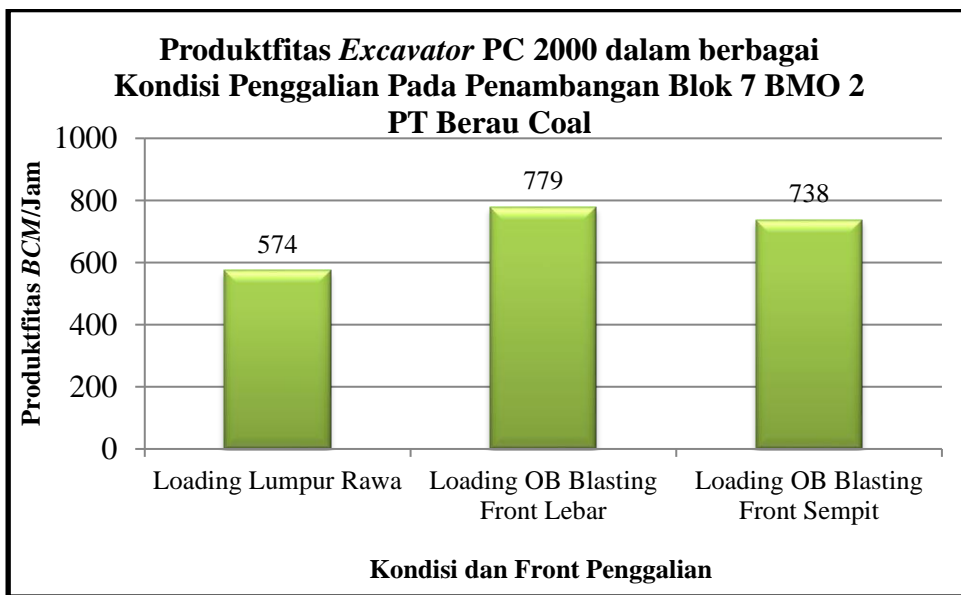
material *overburden* sebagai material pelapis menyebabkan bertambahnya volume material rawa. Maka pada penggalian material lunak perlu di kontrol *volume* material *layering*. Material *layering* memiliki *cost* tersendiri untuk setiap *BCM*nya, semakin besar volume material *layering* semakin besar biaya yang dikeluarkan. Sehingga diperlukan volume material pelapis (*layering*) yang optimum *Ratio plan layering* material berdasarkan SOP PT Berau Coal P-GNH-Prosedur Penggalian dan Pembentukan Desain Endapan Tanah Lunak yaitu 1 : 0,5 sedangkan kondisi aktual *ratio layering* material seringkali melebihi *ratio* 1:0,5 seperti yang terlihat pada gambar no.5. Dengan bertambah besarnya *ratio layering* tersebut penggalian material lunak akan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam proses penggalian dan menambah besar *cost* yang akan dikeluarkan.



Gambar 5. Ilustrasi Penggalian Material Lunak Aktual Dengan PC 2000 sesuai *P-GNH- Prosedur Penggalian dan Pembentukan Desain Endapan Tanah Lunak di Area Rawa PT Berau Coal*.

Pada penambangan blok 7 Binungan *Mine Operation 2* PT Berau Coal unit *excavator* PC 2000 yang *running* pada penggalian material lunak memiliki produktifitas yang lebih rendah dibandingkan unit *excavator*

PC 2000 yang *loading* pada material *overburden blasting* baik *front* lebar maupun *front* sempit. Adapun *plan* produktifitas penggalian material lunak (*loading* lumpur rawa) yaitu 574 BCM/Jam sedangkan penggalian *overburden blasting front lebar* yaitu 779 BCM/Jam dan *front* sempit 738 BCM/Jam.



Sumber : Anonim, 2019(Data Perusahaan)

Gambar 6. Produktifitas Excavator PC 2000 dalam Berbagai Kondisi Penggalian Pada Penambangan Blok7 Binungan Mine Operation Area 2 PT Berau Coal.

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan maka oleh sebab itu perlu dilakukan analisis dan kajian untuk menciptakan kondisi penggalian material lunak yang aman, memiliki *ratio layering* yang kecil dan memiliki produktifitas unit penggalian yang besar. Kemudian akan dituangkan kedalam Instruksi Kerja penggalian material lunak dengan unit *excavator* PC 2000. Sehingga terciptanya penggalian material lunak yang efektif dan efisien akan dapat mempercepat *sequence* penggalian, memperkecil *cost* dan meningkatkan produktifitas unit maka dilakukanlah

upaya untuk dengan meningkatkan efisiensi dan efektifitas pada penggalian endapan material lunak dengan tidak meninggalkan standar *safety* dan *Golden Rules* yang berlaku. Oleh sebab itu penulis mengangkat judul “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 ”

B. Identifikasi Masalah

1. Keterdapatannya endapan material lunak berupa endapan rawa
2. Adanya potensi insiden pada penggalian endapan material lunak
3. Belum dievaluasinya *plan ratio volume layering* dan penggalian material lunak dengan menggunakan *excavator* PC 2000 dikarenakan adanya *cost* tersendiri terhadap *layering* material pada penggalian material lunak dan bertambahnya volume rawa yang digali dikarenakan proses *layering*.
4. Rendahnya produktifitas unit *excavator* Komatsu PC 2000 yang *loading* material lunak yaitu 574 BCM/Jam dibandingkan dengan unit *excavator* sejenis yang *loading* pada material *overburden blasting* yaitu 779 BCM/Jam
5. Belum adanya rekomendasi metoda dan teknis kerja ideal pada penggalian material lunak dan *layering* material yang efektif dan efisien dalam bentuk Instruksi Kerja penggalian material lunak dengan unit *excavator* PC 2000.

C. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan memberikan batasan-batasan masalah yang akan diteliti, adapun yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Blok 7 Binungan *Mine Operation 2* PT Berau Coal
2. Penelitian difokuskan pada *loading* material lunak dan *layering* dengan unit *excavator* Komatsu PC 2000
3. Penelitian tidak menghitung *cost* pada penggalian endapan material lunak tetapi hanya menghitung *ratio* antara material lunak yang *diloading* dengan material *layering* yang *didumping*.
4. Material *properties* yang digunakan berdasarkan data sekunder geoteknik Blok 7 Binungan *Mine Operation 2* PT Berau Coal.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dibuat agar mengetahui fokus pada penelitian untuk mencari jawaban dari pertanyaan yang dimunculkan dengan maksud sebagai batasan dari kegiatan penelitian agar kegiatan di lapangan lebih terorganisir dan efisien.

Adapun pertanyaan-pertanyaan yang dimunculkan sebagai batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi aktual penggalian material lunak dan *layering* material pada penambangan Blok 7, Binungan *Mine Operation Area 2* PT Berau Coal?

2. Bagaimana analisis metoda *loading* dalam upaya peningkatan produktifitas penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000?
3. Bagaimana penggunaan *dozer* yang efektif dan efisien dalam *spreading* dan *compacting layering* material pada penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000?
4. Bagaimana Analisis *ratio layering* material efektif dan efisien dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000?
5. Bagaimana analisis posisi unit pada penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000?
6. Bagaimana geometri penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000 yang aman dan efektif guna mencegah terjadinya insiden?
7. Bagaimana metoda dan teknis kerja pada penggalian material lunak dan proses *layering* efektif dan efisien yang akan menjadi acuan dalam Instruksi Kerja Penggalian Material Lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000?

E. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan data aktual penggalian material lunak dan *layering* material pada penambangan Blok 7, Binungan *Mine Operation Area 2* PT Berau Coal.
2. Memberikan rekomendasi metoda *loading* untuk meningkatkan produktifitas *loading* material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000.
3. Memberikan rekomendasi penggunaan *dozer* yang efektif dan efisien dalam *spreading* dan *compacting layering* material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000.
4. Memberikan rekomendasi *ratio layering* yang efektif dan efisien pada penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000.
5. Memberikan rekomendasi posisi unit yang aman serta efektif untuk mencegah terjadinya insiden pada *loading* material lunak dan *dumping* material *layering* dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000.
6. Memberikan rekomendasi geometri penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000 yang efektif dan efisien serta aman untuk mencegah terjadinya insiden.
7. Memberikan rekomendasi standar metode dan teknis kerja pada penggalian material lunak dan *layering* material untuk menciptakan efektifitas dan efisiensi penggalian material lunak dengan meningkatkan produktifitas, mengurangi jangka waktu penggalian dan efektifnya *ratio*

volume *layering*, dengan tidak mengesampingkan *standard safety* dan *golden rules* yang akan menjadi acuan dalam Instruksi Kerja Penggalian Material Lunak dengan *excavator* PC 2000.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memberikan manfaat untuk:

1. Memberikan Sumbangan pemikiran konseptual melalui pemahaman dan penalaran serta pengalaman terhadap pengembangan ilmu pengetahuan khususnya ilmu pertambangan serta dapat menjadi alternatif pemikiran dan pertimbangan bagi dunia pendidikan.
2. Bagi Perusahaan :
 - a. Penelitian ini dapat menjadi rekomendasi standar metode dan teknis kerja pada penggalian material lunak dan *layering* yang efektif dan efisien dengan unit *excavator* Komatsu PC 2000 pada penambangan Blok 7, Binungan *Mine Operation 2* PT Berau Coal.
 - b. Membantu Perusahaan untuk mengoptimalkan kegiatan penggalian material lunak.
 - c. Hasil analisis kajian ini dapat menjadi acuan pada Instruksi Kerja Penggalian Material Lunak dengan unit *excavator* PC 2000.
3. Bagi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang untuk menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.
4. Bagi Penulis :
 - a. Dapat mengaplikasikan teori-teori yang telah dipelajari selama perkuliahan

- b. Menambah ilmu dan wawasan akan kegiatan penambangan terkhususnya penggalian material lunak berupa lumpur rawa.
- c. Sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana teknik (S1) di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan analisis kajian teknis penggalian material lunak dengan unit *excavator* PC 2000 untuk menciptakan efektif penggalian material lunak dengan upaya meningkatkan produktifitas dan mengurangi *ratio layering* didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data aktual dan analisis yang dilakukan didapatkan :
 - a. Metoda *loading* yang diterapkan *bottom loading* dengan *swing loading* balik dengan sudut *swing* lebih dari 90°
 - b. Produktifitas aktual pengalihan material lunak dengan unit *excavator* PC 2000 569,57 BCM/Jam lebih rendah dari *excavator* sejenis yang *loading* pada *overburden blasting*.
 - c. Produktifitas *dozer spreading* dan *compacting* material *layering* 312,08 BCM/Jam.
 - d. Geometri Penggalian aktual ketinggian *slope* galian 5,3 meter dan sudut 80° dengan faktor keamanan yang kritis <1,3.
 - e. Daya dukung tanah setelah *layering* dengan ketebalan 3,7 meter 2,062 Kg/cm² lebih besar dari 1,94 Kg/cm² *groundpressure* unit *excavator* PC 2000.
 - f. *Ratio* aktual penggalian material lunak dengan material *layering* 1:0,55 dengan jangka waktu penggalian 578,61 jam.

2. Dengan memperkecil sudut *swing* $<90^\circ$ dapat meningkatkan produktifitas penggalian menjadi 667,18 BCM/Jam dan faktor keamanan *spotting heavy dumptruck* jarak 4 meter untuk berada pada sisi kiri *excavator* guna menunjang *swing* $<90^\circ$ dengan nilai FK 2,06.
3. Pada penggalian material lunak dengan menggunakan unit *excavator* PC 2000 *dozer* yang efektif dan efisien pada *spreading* dan *compacting* material *layering* adalah *dozer* Komatsu D-155 dengan produktifitas 312,08 BCM/Jam
4. Geometri penggalian efektif, efisien dan *safety* sesuai *golden rules* dengan tinggi galian 7 meter, ketebalan *layering* 3 meter jarak aman unit dengan *crest* galian 3 meter dan diameter lubang galian 8 meter. Dengan *ratio* penggalian material lunak dan *layering* 1:0,3 dengan simulasi jangka waktu penggalian 499,87 Jam lebih kecil dari geometri lainnya.
5. Posisi unit *excavator* direkomendasikan dengan jarak 3 meter dari *crest* galian dan 11 meter dari *slope* galian.
6. Adapun rekomendasi geometri penggalian sebagai berikut:
 - a. Penggalian dengan ketinggian 7 meter diharapkan sebelum *excavator moving slope* galian dengan kemiringan minimal 45° atau *slope* penggalian telah jatuh agar *dozer spreading* dan *compacting* tidak berpotensi tertimbun *slope* galian yang jatuh.
 - b. Kedalam penggalian dan *layering* 3 meter agar memiliki produktifitas yang baik dan penggalian yang efektif dan efisien.

- c. Nilai daya dukung tanah dengan *layering* 3 meter 1,964 Kg/cm² lebih besar dari 1,94 Kg/cm² *groundpressure* unit *excavator* PC 2000.
7. Direkomendasikan penggalian tinggi galian 7 meter, *layering* 3 meter, jarak aman unit dengan *crest* galian 3 meter, diameter penggalian 8 meter dan posisi unit *heavydumprtruck loading* lumpur rawa disebelah kiri serta unit *heavydumprtruck dumping* material *layering* disebelah kanan akan meningkatkan produktifitas dan memperkecil waktu hambatan sehingga penggalian lebih efektif dan efisien. Setelah dilakukan implementasi aktual dapat meningkatkan produktifitas aktual penggalian material lunak dari semula 569,57 BCM/Jam sebelum improvisasi metoda dan teknis kerja menjadi 649,32 BCM/Jam setelah improvisasi metoda dan teknis kerja. Dan dapat mempercepat jangka waktu penggalian yang semula diselesaikan dengan jangka waktu 578,61 jam menjadi lebih cepat menjadi 405,88 jam untuk ketebalan rawa 20 meter denga luas area rawa 10.000 m².. Serta mengurang *ratio layering* dengan plan 1:0,5 sehingga menjadi 1:0,3 setelah dilakukan improvisasi, sehingga dapat memperkecil kebutuhan material pelapis (*layering*) dari 100.000 BCM menjadi 60.000 BCM untuk ketebalan rawa 20 meter denga luas 10.000 m².

B. Saran

1. Pada Penggalian material lunak dengan menggunakan *excavator* PC 2000 di Blok 7 Binungan *Mine Operation Area 2* PT Berau Coal, penulis menyarankan sebuah Instruksi Kerja yang akan membantu operator *excavator* PC 2000 sebagai pedoman operator sebagai

pedoman dapat membantu operator dalam melakukan *loading* material lunak sehingga menciptakan penggalian yang efektif dan efisien dengan tidak meninggalkan standar *safety* dan *Golden Rules* yang berlaku.

2. Setelah dilakukan analisis metoda dan teknis penggalian material lunak, penulis merekomendasikan hal-hal yang dapat dilakukan untuk meningkatkan *safety* penggalian material lunak sebagai berikut:
 - a) Patok dan pita jarak aman batas manusia bertujuan untuk meningkatkan pengamanan terhadap manusia baik pengawas dan operator pada penggalian material lunak
 - b) Batas gali sesuai ketebalan *layering* pada *arm excavator* bertujuan sebagai pedoman operator untuk menentukan kedalaman galian dan *layering* yang akan dilakukan.
 - c) Terdapat tanggul (*bundwall*) minimal $\frac{1}{2}$ dari ketinggian ban *heavy dumptruck* pada *crest* galian tempat *heavy dumptruck dumping* material *layering* bertujuan untuk mencegah unit terperosok kedalam lubang galian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim .2009. *Specification & Application Handbook Edition 30* . Jepang: Komatsu, Ltd
- Anonim . 2013 . *Rocscience Slide User Guide's*. Toronto USA : Rocscience Inc.
- Anonim.2018. *Standar Operation Procedur (SOP) P-GNH-Prosedur Penggalian material Lunak dan Proses layering*.Berau: PT Berau Coal
- Anonim. 2019. *Arsip Perusahaan*. Berau : PT Berau Coal
- Bishop W.1960. *Stabilityv Coeficient for Earth Slope*.London:The Institution of Civil Engineering.
- Bowles, J.E. 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soil, Second Edition*. McGraw Hill.Inc
- Button S.S. 1953. *The Bearing Capacity Of Footings On Two Layer Cohesive Sub-Soil*. Proc 3rd ICO SMFE, 1, 332-335
- Darwis. 2018. *Dasar-dasar Mekanika Tanah*. Yogyakarta: Pena Indis
- Das Braja M.2002. *Principle Of Geotechnical Engineering*. PWS Publishing Pacific Grup
- Dian, Febrianti. 2018. *Analisis Produktivitas dan Waktu Penggunaan Alat Berat Excavator Pada Pekerjaan Galian Tanah*. Jurnal Semnas Pakar No 1 Tahun 2018.
- Fadum, Ralph, E. 1948. *Influences Value for Estimating Streses In Elastic Foundations*. Soil Mechanics Purdue Univrsity
- Hary Christady. 2010. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hifzun.2013. *Kajian Untuk Prosedur Penggalian dan Pembentukan Desain Endapan Tanah Lunak di PT Berau Coal* . Jogjakarta : Prosiding TPT Perhapi XXII 2013
- Hoek E. And Bray. 1981. *Rock Slope Engineering*. London:Institue Of Mining and Metalurgy.