

SKRIPSI

**ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN**



REFORMA GUSTONI
03021281621049

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN *MINE PLAN DESIGN* BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana pada Jurusan Teknik Pertambangan**



REFORMA GUSTONI

03021281621049

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

REFORMA GUSTONI
03021281621049

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS.
NIP. 196211221991021001

Indralaya, Mei 2020
Pembimbing II



Bochori, ST., MT.
NIP. 197410252002121003



HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : REFORMA GUSTONI
NIM : 030211281621049
Judul : ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Mei 2020



**REFORMA GUSTONI
NIM. 030211281621049**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : REFORMA GUSTONI
NIM : 03021281621049
Judul : ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Mei 2020



REFORMA GUSTONI
NIM. 03021281621049

HALAMAN PERSEMBAHAN

TERIRING SYUKURKU KEPADA ALLAH SWT DAN SHALAWAT ATAS RASULULLAH SAW

Telah memberikanku kesempatan untuk bisa sampai di pengujung awal
perjuanganku.

SEMOGA INI MENJADI LANGKAH AWAL BAGIKU UNTUK MERAIH CITA-CITA KU.

SEMUA KUPERSEMBAHKAN KEPADA ORANG YANG SANGAT KUSAYANGI.

YUSMIDAR (BAPAK), RUNIDAH (IBU), FEBRIANSYAH & M. FADHIL ZHAFRAN (SAUDARAKU)

RIWAYAT PENULIS



Reforma Gustoni yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan suami istri bapak Yusmidar dan ibu Runidah. Lahir di Lebak Budi, Kab Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Memiliki satu kakak laki-laki yang bernama Febriansyah dan satu adik laki-laki yang bernama Muhammad Fadhil Zhafran. Mengawali pendidikan di bangku sekolah dasar di SD Negeri 6 Muara Enim, Kabupaten Muara Enim pada tahun 2004.

Pada tahun 2010 melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Muara Enim, Kabupaten Muara Enim. Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Muara Enim, Kabupaten Muara Enim. Pada tahun 2016 melanjutkan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis merupakan salah satu penerima beasiswa Marubeni. Penulis aktif menjadi anggota organisasi Persatuan Mahasiswa Pertambangan (PERMATA) periode 2017/2018. Penulis juga aktif sebagai asisten Laboratorium Fisika Dasar Universitas Sriwijaya, asisten Laboratorium Pengeboran dan Peledakan. Selain itu, penulis juga merupakan koordinator asisten Laboratorium Perancangan dan Optimasi Tambang

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dan disusun dengan judul “Analisis Realisasi Penambangan Berdasarkan *Mine Plan Design* Bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan” yang dilaksanakan pada tanggal 25 September 2019 sampai 12 November 2019. Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS. dan Bochori, ST., MT. selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT. dan Bochori, ST.,MT. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Alek Alhadi ST., MT. selaku Pembimbing Akademik.
5. Dosen-dosen dan karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan membantu selama proses penelitian Tugas Akhir.

Penyelesaian skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan nantinya. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Mei 2020

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, Mei 2020

Reforma Gustoni; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS. dan Bochori, ST., MT.

Analisis Realisasi Penambangan Berdasarkan *Mine Plan Design* Bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan

xvii + 42 halaman, 12 lampiran, 12 gambar, 15 tabel

RINGKASAN

PT. Satria Bahana Sarana merupakan perusahaan *mining contractor* yang dikontrak oleh PT. Bukit Asam, Tbk yang berada di Kecamatan Lawang Kidul, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Penambangan yang diterapkan adalah tambang terbuka dengan metode penambangan *open pit*. Realisasi produksi penambangan baik pengupasan overburden maupun penggalian batubara di PT. Satria Bahana Sarana sering mengalami ketidaksesuaian dengan *mine plan design*. Jika tidak diidentifikasi segera, ketidaksesuaian ini dapat terjadi berulang kali dan berlanjut setiap bulan dan akan berpotensi menyebabkan kerugian terhadap perusahaan. Ketidaksesuaian tersebut dapat dilihat dengan ketidaktercapaian produksi pada bulan September 2019. Ketercapaian produksi pada bulan September 2019 sebesar 95,05% dari 1.160.000 BCM yaitu 1.102.590,03 BCM untuk pengupasan *overburden* dan 111,30% dari 430.000 ton yaitu 478.602,78 ton untuk penggalian batubara. Untuk itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui mengapa dan dimana saja ketidaksesuaian itu terjadi agar produksi pengupasan *overburden* dan penggalian batubara sesuai dengan rencana. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis realisasi penambangan baik pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design*, faktor-faktor, dampak serta upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara. Metode penelitian yang digunakan yaitu melakukan pencocokan antara data aktual di lapangan dengan *mine plan design* sehingga akan didapatkan penyebab dan solusi dalam penyelesaian masalah tersebut. Hasil data menunjukkan ketercapaian penambangan di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019 adalah pengupasan *overburden* sebesar 89,15% dari 940.000 BCM yaitu 838.041,50 BCM terdiri dari *in of plan* sebesar 477.448,40 BCM, *overcut* 182.407,60 BCM, dan *undercut* 178.185,50 BCM serta penggalian batubara sebesar 117,96% dari 377.000 ton yaitu 444.712,75 ton terdiri dari *in of plan* sebesar 210.174,74 ton, *overcut* 185.103,69 ton, dan *undercut* 49.434,32 ton. Dari hasil

pengamatan, penyebab adanya ketidaksesuaian tersebut adalah jumlah dan penempatan *fleet* yang tidak sesuai rencana, rendahnya produktivitas alat gali muat, *used of availability* alat gali muat yang rendah, dan pengawasan yang kurang optimal. Ketidaksesuaian tersebut berdampak terhadap peningkatan rencana produksi pengupasan *overburden* pada bulan November 2019 dikarenakan adanya sisa galian pengupasan *overburden* sehingga terjadi peningkatan nilai *stripping ratio* pada bulan tersebut. Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian tersebut yaitu meningkatkan waktu kerja efektif alat gali muat dengan meminimalisir waktu hambatan yang dapat dihindari, meningkatkan pengawasan terhadap kinerja operator, dan penambahan patok penambangan.

Kata kunci : Ketidaksesuaian, *Mine Plan Design*, Produksi.

Kepustakaan : 18 (1996-2017)

SUMMARY

REALIZATION MINING ANALYSIS BASED ON MINE PLAN DESIGN OCTOBER 2019 IN PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SOUTH SUMATERA

Scientific writing in the form of Final Assignment, May 2020

Reforma Gustoni; Supervised by Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS. and Bochori, ST., MT.

Realization Mining Analysis Based On Mine Plan Design October 2019 In Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim South Sumatera
xvii + 42 pages, 12 attachments, 12 images, 15 tables

SUMMARY

PT. Satria Bahana Sarana is a mining contractor company contracted by PT. Bukit Asam, Tbk, located in the District of Lawang Kidul, Tanjung Enim, South Sumatra. Mining that is applied is open pit mining with open pit mining method. Realization of mining production both stripping overburden and coal getting at PT. Satria Bahana Sarana often experiences discrepancies with mine plan design. If not identified immediately, this discrepancy can occur repeatedly and continue every month and will potentially cause harm to the company. The discrepancy can be seen with the non-achievement of production in September 2019. The achievement of production in September 2019 amounted to 95.05% of 1,160,000 BCM namely 1,102,590.03 BCM for stripping overburden and 111.30% of 430,000 tons, 478,602.78 tons for coal getting. For this reason, an analysis is needed to find out why and where the discrepancies occur so that stripping overburden production and coal getting are in accordance with the plan. The purpose of this study is to analyze the realization of mining both stripping overburden and coal getting based on mine plan design, factors, impacts and efforts that can be made to minimize the mismatch of stripping overburden and coal coal getting. The research method used is matching the actual data in the field with mine plan design so that it will get the causes and solutions in solving the problem. The results of the data show that mining achievement in Pit 1 Utara Banko Barat in October 2019 was stripping overburden of 89.15% of 940,000 BCM namely 838,041.50 BCM consisting of in of plan of 477,448.40 BCM, overcut 182.407.60 BCM, and undercut 178.185 BCM , 50 BCM and 117.96% coal getting from 377,000 tons, namely 444,712.75 tons consisting of in-plan of 210,174.74 tons, overcut 185,103.69 tons, and undercut 49,434.32 tons. From the results of observations, the causes of the discrepancy are the number and placement of fleets that are not according to plan, the low productivity of loading and unloading equipment, low use of availability of loading and unloading equipment, and less optimal supervision. The mismatch has an impact on the increase in stripping overburden production plans in November 2019

due to the remaining excavation of stripping overburden resulting in an increase in the value of stripping ratio in that month. Therefore, efforts that can be made to minimize these non-conformities are to increase the effective working time of the loading and unloading tool by minimizing the time constraints that can be avoided, increasing supervision of operator performance, and adding mining bench-marks.

Keywords: *Discrepancy, Mine plan design, Production.*
Literature: 18 (1996-2017)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul.....	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Persetujuan Publikasi.....	v
Halaman Persembahan	vi
Halaman Riwayat Hidup	vii
Kata Pengantar	viii
Ringkasan.....	ix
Summary	xi
Daftar Isi.....	xiii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perencanaan, Rekonsiliasi Penambangan dan Software <i>Minescape</i>	4
2.1.1 Perencanaan Tambang	4
2.1.2 Rekonsiliasi Rencana Penambangan	5
2.1.3 Sofware <i>Minescape</i>	6
2.2 Produktivitas Alat Gali Muat.....	7
2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat	7
2.3.1 Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	8
2.3.2 Jenis Material dan Perubahan Volume	9
2.3.3 Faktor Koreksi	11
2.3.4 Keadaan Cuaca	15
2.3.5 Faktor Pengawasan	15
2.4 Penelitian Terdahulu.....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.1.1 Lokasi Penelitian	18
3.1.2 Waktu Penelitian.....	18
3.2 Metode Penelitian	19

3.2.1 Studi Literatur.....	19
3.2.2 Penelitian di Lapangan	19
3.2.3 Pengolahan Data	21
3.2.4 Analisis Data.....	22
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Ketercapaian Penambangan Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i> di Pit 1 Utara Banko Barat.....	24
4.1.1 Rencana Penambangan bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat	24
4.1.2 Realisasi Penambangan bulan Oktober 2019 di Pit Utara Banko Barat	26
4.2 Faktor Penyebab Ketidaksesuaian Pengupasan <i>Overburden</i> dan Penggalian Batubara Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i>	30
4.2.1 Jumlah dan Penempatan <i>Fleet</i>	30
4.2.2 Produktivitas Alat Gali Muat.....	31
4.2.3 <i>Use of Availability</i>	36
4.2.4 Kurangnya Pengawasan.....	37
4.3 Dampak Akibat Ketidaksesuaian Pengupasan <i>Overburden</i> dan Penggalian Batubara Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i>	37
4.4 Upaya Yang Dilakukan Untuk Meminimalisir Ketidaksesuaian Pengupasan <i>Overburden</i> dan Penggalian Batubara Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i> di Bulan Berikutnya.....	38
4.4.1 Meningkatkan Waktu Kerja Efektif.....	38
4.4.2 Meningkatkan Pengawasan	39
4.4.3 Penambahan Patok Penambangan	40
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rekonsiliasi penambangan antara rencana penambangan dengan realisasi di lapangan.....	5
2.2 Keadaan material	10
3.1 Peta kesampaian lokasi daerah penelitian.....	17
3.2 Foto satelit area penambangan PT Bukit Asam, Tbk	18
3.3 Bagan alir penelitian.....	23
4.1 <i>Mine plan design</i> di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019	25
4.2 Hasil <i>overlay</i> antara <i>mine plan design</i> dan kemajuan tambang di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019	26
4.3 Hasil <i>line section A-A'</i> , <i>B-B'</i> dan <i>C-C'</i>	28
4.4 Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas pengupasan <i>overburden</i>	33
4.5 Kondisi aktual <i>fleet overburden</i>	33
4.6 Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas penggalian batubara.....	35
4.7 Patok penambangan	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. <i>Bucket fill factor Backhoe</i>	11
2.2. Efisiensi kerja berdasarkan kondisi operasional alat.....	12
3.1. Jadwal kegiatan penelitian	19
3.2. Metode penelitian	22
4.1. Rencana produksi berdasarkan <i>mine plan design</i> bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara	25
4.2. Ketercapaian produksi batubara dan <i>overburden</i> berdasarkan MineScape	27
4.3. Ketercapaian <i>mine plan design</i> di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019	29
4.4. <i>Fleet overburden</i>	30
4.5. <i>Fleet</i> batubara	31
4.6. Produktivitas alat gali muat pengupasan <i>overburden</i>	32
4.7. Produktivitas alat gali muat penggalian batubara.....	34
4.8. Nilai <i>used of availability</i> alat gali muat untuk pengupasan <i>overburden</i>	36
4.9. Nilai <i>used of availability</i> alat gali muat untuk pengupasan batubara	36
4.10. Ketercapaian pengupasan <i>overburden</i> setelah perbaikan.....	39
4.11. Ketercapaian penggalian batubara setelah perbaikan.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Spesifikasi alat gali muat yang digunakan.....	45
B. <i>Swell factor</i> material	54
C. Data curah hujan bulan Oktober 2019	55
D. Waktu edar (<i>cycle time</i>) <i>Excavator Backhoe</i> yang digunakan	56
E. Jam kerja dan ketersediaan alat	71
F. Rekapitulasi <i>loss time production</i>	73
G. Produktivitas alat gali muat untuk <i>overburden</i>	75
H. Produktivitas alat gali muat untuk batubara	81
I. Jam kerja dan ketersediaan alat setelah perbaikan	91
J. Produktivitas alat gali muat untuk <i>overburden</i> setelah perbaikan....	93
K. Produktivitas alat gali muat untuk batubara setelah perbaikan	98
L. Perhitungan <i>stripping ratio</i>	103

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Satria Bahana Sarana merupakan perusahaan kontraktor tambang yang dikontrak oleh PT. Bukit Asam, Tbk. PT. Satria Bahana Sarana memulai operasi kegiatan penambangan pada bulan Maret 2015 di Banko Barat dengan izin usaha penambangan seluas 4.500 Ha.

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Satria Bahana Sarana adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining* yakni metode penambangan secara terbuka dan dilakukan dengan membuang lapisan *overburden* sehingga lapisan batubaranya tersingkap dan selanjutnya siap untuk diambil dimana melibatkan banyak alat berat dengan berbagai fungsi, ukuran, dan tipe. Metode ini dilakukan dengan cara menggali permukaan tanah yang dilakukan secara berjenjang dengan menggunakan sistem penambangan konvensional dengan alat muat dan alat angkut.

Kegiatan penambangan bulanan yang dilakukan PT. Satria Bahana Sarana dirancang dalam suatu perencanaan penambangan yang dituangkan dalam peta perencanaan tambang (*mine plan design*). Peta perencanaan tambang yang dikeluarkan merupakan hasil analisis dan kesepakatan bersama tiap unit satuan kerja. Penentuan tercapai atau tidaknya target produksi baik pengupasan *overburden* maupun penggalian batubara didasarkan atas peta perencanaan. Kenyataannya di lapangan seringkali ditemukan adanya ketidaksesuaian antara rencana penambangan dan kondisi aktual. Ketidaksesuaian ini biasanya diketahui setelah dilakukan rekonsiliasi di akhir bulan.

Ketidaksesuaian tersebut dapat dilihat dengan ketidaktercapaian produksi pada bulan September 2019. Ketercapaian produksi pada bulan September 2019 sebesar 95,05% dari 1.160.000 BCM yaitu 1.102.590,03 BCM untuk pengupasan *overburden* dan 111,30% dari 430.000 ton yaitu 478.602,78 ton untuk penggalian batubara. Hal ini mengindikasikan bahwa pada bulan September 2019 ada ketidaksesuaian realisasi penambangan di lapangan berdasarkan *mine plan design*.

Tanah penutup yang tidak terealisasi akan terakumulasi pada bulan selanjutnya. Hal ini bertentangan dengan kaidah *good mining practices* dimana aktivitas penambangan harus direncanakan dengan seksama dan diterapkan di lapangan untuk mendapatkan bahan galian yang optimal.

Oleh karena itu, penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk menganalisis realisasi penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana guna menganalisis ketidaksesuaian rencana penambangan dan mencari faktor-faktor apa saja yang menyebabkan tidak terealisasinya *mine plan design* dan menentukan solusi yang tepat untuk mengatasi ketidaksesuaian rencana penambangan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ketercapaian penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019?
2. Bagaimana faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019?
3. Bagaimana dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terhadap rencana penambangan bulan berikutnya?
4. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* untuk bulan berikutnya?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada realisasi penambangan berdasarkan *mine plan design*, ketersediaan alat (*availability*) dan produktivitas alat gali muat yang digunakan di Pit 1 Utara PT Satria Bahana Sarana, tidak termasuk keadaan jalan angkut dan biaya produksi. Dampak yang ditimbulkan hanya menganalisis terhadap *stripping ratio*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Menganalisis ketercapaian penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019
2. Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan adanya ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019
3. Menganalisis dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terhadap rencana penambangan bulan berikutnya
4. Menentukan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* untuk bulan berikutnya

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meminimalisir faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian penambangan berdasarkan *mine plan design* sehingga pelaksanaan kegiatan penambangan dapat dilakukan sesuai rencana.
2. Memberikan solusi bagi perusahaan khususnya mengenai upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perencanaan, Rekonsiliasi Rencana Penambangan dan *Software Minescape*

2.1.1. Perencanaan Tambang

Perencanaan tambang merupakan salah satu hal penting dilakukan di dalam kegiatan pertambangan. Perencanaan sebagai penentuan persyaratan secara teknis, sasaran beserta urutan kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (Prodjosumarto, 2004). Perencanaan tambang meliputi perencanaan lokasi penambangan hingga perencanaan alat utama dan alat penunjang yang digunakan sehingga perlu mempertimbangkan seberapa besar produksi alat-alat yang digunakan. Salah satu alat tambang utama yang sering digunakan adalah alat gali muat. Perencanaan tambang dikenal juga dengan istilah perancangan tambang atau *mine plan design* (MPD). *Mine plan design* adalah bagian dari suatu proses perencanaan tambang yang berhubungan dengan geometrik (Arif, 2007).

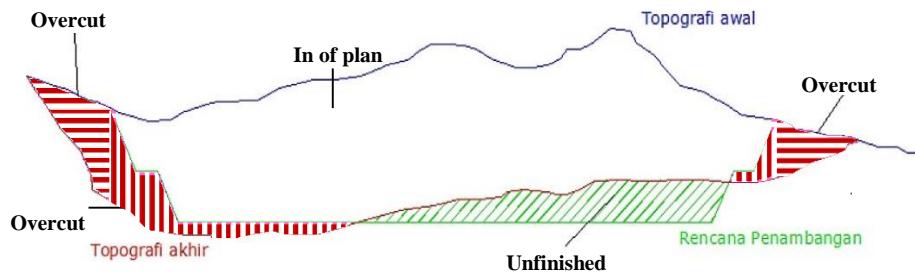
Mine plan design menjelaskan tahapan-tahapan penambangan dengan tujuan merancang bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) untuk memproduksi bahan galian. Perancangan penambangan terbagi menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. Hal ini akan meminimalisir masalah perancangan tambang tiga dimensi yang kompleks menjadi lebih sederhana (Alpiana, 2011).

Perencanaan tambang apabila dilakukan dengan baik dan didampingi dengan sistem manajemen yang baik maka akan berdampak pada operasional kerja yang bagus dan memenuhi standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Beberapa hal yang harus diketahui dalam perencanaan tambang khususnya tambang terbuka diantaranya adalah bahan galian yang ditambang, besar target produksi yang ditetapkan, keberadaan bahan galian tersebut, bentuk dan penyebaran bahan galian, posisi bahan galian terhadap permukaan topografi, sarana dan prasarana yang telah ada di sekitar daerah keberadaan bahan galian, keadaan lingkungan dan sosial masyarakat sekitar dan lain sebagainya (Indonesianto dkk, 2007).

2.1.2. Rekonsiliasi Rencana Penambangan

Kenyataan di lapangan, sering kali ditemukan adanya ketidaksesuaian antara perencanaan tambang dan kondisi aktual di lapangan (Musmualim dkk, 2015). Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh berbagai macam faktor. Ketidaksesuaian ini tentu saja berdampak pada rencana penambangan selanjutnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode praktis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi realisasi penambangan di lapangan tersebut terhadap rencana penambangan. Rekonsiliasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi perencanaan tambang tersebut (Simaremare, 2013).

Rekonsiliasi adalah pencocokan dua hal yang mempunyai hubungan satu dengan yang lain. Rekonsiliasi penambangan merupakan pencocokan antara *mine plan design* dalam perencanaan tambang terhadap realisasi di lapangan (Syahputra, 2012). Proses rekonsiliasi antara *mine plan design* dengan realisasi di lapangan dapat dibantu dengan menggunakan *software*, misalnya MineScape (Simaremare, 2012). Rekonsiliasi menggambarkan perbandingan antara *mine plan design* dengan realisasi di lapangan dimana terdapat beberapa istilah dalam rekonsiliasi penambangan yaitu antara lain *in of plan*, *overcut*, *unfinished plan (undercut)* dan *overstripping*. *In of plan* merupakan penggalian yang sesuai dengan rencana penambangan. *Overcut* merupakan kelebihan penggalian secara vertikal (melebihi *request level*). *Overstripping* merupakan kelebihan penggalian secara horizontal (melebihi batas). *Unfinished plan (undercut)* merupakan kekurangan penggalian secara vertikal atau penggalian yang tidak terselesaikan (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Rekonsiliasi penambangan antara rencana penambangan dengan realisasi di lapangan (Chabibi, 2013)

Garis biru adalah kondisi atau topografi awal bulan, garis hijau menunjukkan batas rencana penambangan, dan garis coklat menunjukkan kondisi atau topografi akhir bulan atau batas realisasi penambangan. Daerah yang berada diantara batas *mine plan design* dan realisasi penambangan disebut *unfinished plan (undercut)*. Sedangkan daerah yang sudah ditambang namun berada diluar batas *mine plan design* disebut *overcut*.

Proses identifikasi daerah *in of plan*, *overcut*, dan *undercut (unfinished plan)* terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut (Simaremare, 2013):

1. Membuat perpotongan antara *mine plan design* awal periode (awal bulan) dengan realisasi kemajuan tambang akhir periode (akhir bulan).
2. Daerah perpotongan antara kemajuan tambang dan *mine plan design* yang berada diluar batas *mine plan design* merupakan daerah *overstripping/ overboundary*.
3. Daerah yang telah dilakukan penggalian dan berada di dalam batas *mine plan design* merupakan daerah *in of plan*.
4. Daerah yang berada di luar batas kemajuan tambang namun masih dalam lingkup *mine plan design* merupakan daerah *unfinished plan/undercut*.

2.1.3. Software MineScape

MineScape terdiri dari beberapa produk yang integrasi di dalam sebuah perangkat lunak yang terdiri atas *core MineScape*, *block model*, *geological database* (GDB), *stratmodel*, *open cut*, dan lain sebagainya (Mincom MineScape, 2012). *Core MineScape* adalah dasar bagi penggunaan perangkat lunak tersebut. *Core MineScape* dapat digunakan untuk membuka dan *editing file* dalam ekstensi AutoCAD (.dat), menghitung volume cadangan dan pembuatan laporan. Terdapat dua produk yang sering digunakan dalam perancangan tambang menggunakan minescape yaitu *stratmodel* dan *open cut*. *Stratmodel* merupakan unit yang dapat digunakan untuk melakukan pemodelan geologi secara tiga dimensi. Produk *stratmodel* digunakan dalam memanipulasi model 3D dari data geologi yang berbentuk lapisan, juga dapat menghitung besar cadangan dari model tersebut. *Open cut* merupakan unit yang dapat digunakan untuk melakukan perancangan tambang tiga dimensi baik jangka panjang maupun jangka pendek serta dapat digunakan untuk menghitung cadangan. *Open cut* dapat digunakan dalam

perencanaan jangka pendek termasuk mendesain pit dan perencanaan jangka panjang dalam studi kelayakan tambang (Mincom MineScape, 2012).

2.2. Produktivitas Alat Gali Muat

Produksi dari alat gali muat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu jenis/tipe dan kondisi alat muat (termasuk kapasitasnya), jenis/macam material yang dikerjakan, kapasitas dari alat angkut (*hauling equipment*), pola muat dan *skill* daripada operatornya (Indonesianto, 2005). Produktivitas alat gali muat adalah banyaknya material yang dapat digali dan dimuat dibagi dengan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat tersebut (Persamaan 2.1).

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m^3/jam)

KB = Kapasitas *bucket* (m^3)

BF = Bucket fill factor

CT = Waktu edar (de)

Produktivitas alat mekanis (termasuk *excavator*) dipengaruhi oleh waktu edar (*cycle time*), material dan faktor efisiensi atau faktor koreksi (Nabar, 1998). Waktu edar sangat berpengaruh terhadap produksi kerja alat gali muat karena waktu edar adalah faktor penentu dalam menghitung jumlah trip atau rit yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja (Nabar, 1998). Tanah atau material yang digali akan mengalami perubahan karena sifat yang ada pada tanah tersebut. Semakin keras tanah maka semakin sulit penggalian yang dilakukan. Sedangkan besarnya nilai faktor koreksi total dipengaruhi oleh *skill operator*, *machine availability* dan efisiensi kerja (Tenriajeng, 2003). Faktor efisiensi akan berpengaruh terhadap kinerja alat, operator maupun waktu yang dipakai dalam melakukan penggalian. Faktor efisiensi kerja harus diperhitungkan dalam setiap membuat perhitungan produksi kerja alat gali muat (Nabar, 1998).

2.3.1. Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar merupakan waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus pekerjaan (Ilahi, 2014). Setiap alat memiliki komponen waktu edar yang berlainan. Besar kecilnya waktu edar tergantung pada jumlah komponen yang ada dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing komponen tersebut.

Secara garis besar waktu edar alat mekanis dibagi menjadi waktu tetap (*fixed time*) dan waktu tidak tetap (*variable time*) (Nabar, 1998). Waktu tetap adalah waktu yang diperlukan untuk gerakan yang bersifat tetap. Waktu tetap ditentukan oleh pabrik pembuat alat mekanis tersebut dan secara umum berlaku untuk setiap kondisi kerja. Waktu tetap *excavator* adalah pada saat mengayun (*swing*) dalam keadaan berisi bahan galian ataupun tidak sedangkan waktu tetap pada *dump truck* adalah waktu saat *dump truck* mengeluarkan material dari baknya (waktu *dumping*). Waktu variabel adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan yang bersifat tidak tetap dan tergantung daripada kondisi pekerjaan. Waktu variabel *excavator* adalah pada saat penggalian (*digging*) karena sifat material seperti kekerasannya akan berpengaruh pada waktu penggaliannya.

Waktu edar alat gali muat yaitu waktu yang diperlukan alat gali muat dalam melakukan pemuatan material ke dalam alat angkut dalam satu siklus yang terdiri dari waktu menggali (*digging*), waktu mengayun isi (*swing loaded*), waktu menumpahkan material (*dumping*), dan waktu mengayun kosong atau *swing empty* (Komatsu, 2009). Waktu edar alat gali muat diperoleh dengan cara menjumlahkan total waktu tetap dan total waktu variabel alat mekanis tersebut (Persamaan 2.2). :

$$CT\ Loading = T_{excavate} + T_{swing\ loaded} + T_{dumping} + T_{swing\ empty} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

$T_{excavate}$	= waktu edar alat gali muat (detik)
$T_{swing\ loaded}$	= waktu mengayun material (detik)
$T_{dumping}$	= waktu putar dengan <i>bucket</i> terisi/ <i>swing loaded</i> (detik)
$T_{swing\ empty}$	= waktu menumpahkan muatan (detik)
	= waktu putar dengan <i>bucket</i> kosong/ <i>swing empty</i> (detik)

2.3.2. Jenis Material dan Perubahan Volume

1. Jenis-jenis material

Material yang meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar, dan alang-alang) dimana semuanya mempunyai sifat dan karakteristik masing-masing yang mempunyai pengaruh yang besar terhadap alat berat termasuk alat gali muat (Tenriajeng, 2003). Khusus mengenai *digging* material, harus diketahui mudah atau tidaknya material tersebut digali dan ditangani(Indonesianto, 2005). Jenis material mempengaruhi produktivitas alat. Semakin sukar material digali maka semakin rendah produktivitas alat. Penggolongan material berdasarkan atas kemudahannya digali ada empat macam:

- a. *Soft or easy digging*, misalnya top soil, pasir.
- b. *Medium hard digging*, misalnya lempung (*clay*).
- c. *Hard digging*, misalnya batu sabak, konglomerat, breksi.
- d. *Very hard digging*, memerlukan pemboran dan peledakan sebelum dapat digali, misalnya andesit, batu gamping.

2. Faktor pengembangan (*Swell factor*)

Pengembangan material (*swell factor*) merupakan perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material dari bentuk aslinya (Tenriajeng, 2003). Bentuk material dibagi menjadi tiga keadaan, yaitu:

a. Keadaan asli (*Bank condition*)

Keadaan material yang belum mengalami gangguan teknologi. Dalam keadaan butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran volume material demikian dinyatakan dalam ukuran alam atau *bank measure*, yaitu *Bank Cubic Meter* (BCM).

b. Keadaan gembur (*Loose condition*)

Keadaan material setelah dilakukan penggerjaan. Material biasanya terdapat di depan *dozer blade*, di atas *truck*, di dalam *bucket*, dan sebagainya. Material yang digali dari tempat asalnya telah mengalami perubahan volume (mengembang) yang disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran material. Ukuran volume material demikian dinyatakan dalam *loose*

measure, yaitu *Loose Cubic Meter* (LCM) yang besarnya sama dengan BCM dibagi dengan *swell factor*.

c. Keadaan padat (*Compact condition*)

Keadaan material setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemasatan. Volume tanah setelah dilakukan pemasatan mungkin lebih besar atau lebih kecil dari keadaan *bank*. Ukuran volume material demikian dinyatakan dalam *compact measure*, yaitu *Compact Cubic Meter* (CCM).

Apabila material digali dari tempat aslinya maka akan terjadi *swell* (pengembangan) volume. Untuk menyatakan berapa besarnya pengembangan volume itu dikenal dua istilah yaitu faktor pengembangan (*swell factor* atau SF) dan persen pengembangan (*percent swell*). Nilai *swell factor* dapat dihitung dengan membagi *bank volume* dan *loose volume* (Persamaan 2.3)

$$SF = \frac{\text{Bank Volume}}{\text{Loose Volume}} \dots \dots \dots \quad (2.3)$$

Pengembangan material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada saat penggalian selalu didasarkan pada kondisi material sebelum digali yang dinyatakan dalam *bank volume* atau volume insitu. Sedangkan material yang ditangani (dimuat untuk diangkut) didasarkan pada material yang telah mengembang atau *loose volume* (Gambar 2.2)



Gambar 2.2. Keadaan material (Tenriajeng, 2003)

3. Bucket fill factor (Faktor pengisian bucket)

Bucket fill factor merupakan perbandingan antara volume aktual material yang dapat ditampung oleh *bucket* terhadap kemampuan tampung *bucket* secara teoritis. Semakin lunak material, *bucket fill factor* semakin tinggi dan membentuk kondisi munjung pada *bucket*. Sedangkan material keras mengakibatkan banyak rongga serta kurangnya isi material pada *bucket*. Nilai *bucket fill factor* tergantung kepada sifat alami dari material yang digali (Komatsu, 2009). Nilai *bucket fill factor* dapat ditentukan berdasarkan kondisi material (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 *Bucket fill factor Backhoe* (Komatsu, 2009)

PC 2000	<i>Excavating Condition</i>	<i>Bucket Fill Factor</i>
<i>Easy</i>	<i>Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil</i>	1.1-1.2
<i>Average</i>	<i>Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil</i>	1.0-1.1
<i>Rather Difficult</i>	<i>Excavating natural ground of sandy soil with gravel</i>	0.8-0.9
<i>Difficult</i>	<i>Loading blasted rock</i>	0.7-0.8

Namun nilai *bucket fill factor* aktual dapat dicari dengan membagi jumlah aktual material dalam *bucket* dan jumlah *heaped material* secara teoritis (Persamaan 2.4)

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} \dots \dots \dots \quad (2.4)$$

2.3.3. Faktor Koreksi

Besarnya nilai faktor koreksi (total) dalam perhitungan produktivitas alat gali muat diantaranya adalah *skill operator*, efisiensi kerja, dan *machine availability* (Tenrijeng, 2003).

1. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia (Kadir, 2008). Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-

benar digunakan untuk operator bersama alat yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi (Pramana dkk, 2015). Besarnya waktu yang tersedia ini dalam kenyataannya belum dapat digunakan seluruhnya untuk produksi (kurang dari 100%). Hal ini disebabkan karena adanya hambatan-hambatan yang terjadi selama alat mekanis tersebut berproduksi diantaranya adalah keadaan alat (*mechanical condition*), keadaan medan kerja (*operating condition*) dan sifat-sifat manusianya sendiri sebagai operator (Indonesianto, 2005). Besarnya nilai efisiensi kerja sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional peralatan (Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Efisiensi kerja berdasarkan kondisi operasional alat (Tenriajeng, 2003)

Kondisi Operasi	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Normal – Sedang	0,75
Kurang Baik	0,67
Buruk	0,58

2. Faktor ketersediaan alat (*Machine Availability*)

Faktor ketersediaan alat mekanis merupakan faktor yang menunjukkan kondisi dan kinerja alat mekanis dengan memperhitungkan waktu yang hilang pada saat melakukan kerja (Zega, 2016). Misalnya dalam melakukan penjadwalan terhadap *excavator* maka bila sudah diketahui bahwa *excavator* tersebut mempunyai *availability factor* sebesar 85% maka dalam melakukan penjadwalan setiap 100 *shift* yang 85 *shift* untuk produksi (*available for production*) dan yang 15 *shift* adalah waktu yang hilang untuk perbaikan. Cara mengetahui besarnya faktor ketersediaan alat dapat menggunakan persamaan (Indonesianto, 2005) :

a. Ketersediaan mekanis (*Mechanical Availability, MA*)

Mechanical availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (Indonesianto, 2005). Secara matematis *mechanical availability*

merupakan perbandingan antara *working hours* dan penjumlahan *working hours* serta *repairs hours* yang ada (Persamaan 2.5)

Keterangan:

MA = Ketersediaan mekanis (%)

W = *Working hours* atau jumlah jam kerja (jam)

R = *Repairs hours* atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

Working hours atau *operation hours* dimulai dari operator berada di satu alat dan alat tersebut berada dalam kondisi *operable* (mesin dan bagian-bagian lain siap dipakai untuk melaksanakan operasi). *Working hours* dapat diketahui dari pencatatan pada *operator time card* atau *hour meter* alat. *Working hours* termasuk *delay time* (Indonesianto, 2005). *Delay time* atau waktu tunda sendiri meliputi:

- 1) Kehilangan waktu saat dari dan menuju tempat kerja
 - 2) *Moving time*
 - 3) Waktu untuk lubrikasi, pengisian bensin dan pemeliharaan alat
 - 4) Kehilangan waktu disebabkan kondisi cuaca
 - 5) Waktu untuk *safety meeting*
 - 6) Dan lain sebagainya

b. Ketersediaan fisik (*Physical availability*, PA)

Physical availability (*Operational availability*) adalah faktor yang menunjukkan kesediaan suatu alat untuk melakukan pekerjaan dengan menghilangkan waktu yang hilang karena berbagai sebab (Partanto, 1996). Secara matematis, *physical availability* yaitu perbandingan antara penjumlahan *working hours* dan *repairs hours* dengan waktu total yang ada (Persamaan 2.6).

Keterangan:

PA = Ketersediaan fisik

W = *Working hours* atau jumlah jam kerja (jam)

S = *Standby hours* atau kehilangan waktu pada saat alat tidak dioperasikan padahal dalam kondisi baik (jam)

T = *Scheduled time* atau total jam kerja (jam)

c. Ketersediaan penggunaan alat (*Use of availability*, UA)

Use of availability adalah persentase waktu yang digunakan alat untuk beroperasi pada saat alat digunakan (Partanto, 1996). Nilai dari UA dapat dihitung yaitu membagi *working hours* dengan penjumlahan *working* dan *standby hours* (Persamaan 2.7).

Keterangan:

W = *Working hours* atau jumlah jam kerja(jam)

S = Standby hours atau kehilangan waktu pada saat alat tidak dioperasikan padahal dalam kondisi baik (jam)

d. Penggunaan efektif (*Effective utilization*, EU)

Penggunaan efektif atau efektifitas kerja adalah angka persentase penggunaan keseluruhan dari suatu alat (Partanto, 1996) berdasarkan perbandingan waktu kerja dan waktu tersedia (Persamaan 2.8). *Effective utilization* sangat mirip dengan *used of availability* dan berbeda hanya dalam hubungan *hours worked* dengan total *hours* dibandingkan dengan *availability hours*. Faktor ini menunjukkan pendayagunaan alat dalam waktu tersedia untuk kegiatan produksi. (Indonesianto, 2005)

Keterangan:

EU = Penggunaan efektif

W = Working hours atau jumlah jam kerja (jam)

T = *Scheduled time* atau total jam kerja (jam)

2.3.5. Keadaan Cuaca

Keadaan cuaca juga akan berpengaruh pada produktivitas alat mekanis yang digunakan, seperti di Indonesia yang menghambat pekerjaan adalah musim hujan sehingga hari kerja menjadi pendek (Indonesianto, Y, 2005). Hujan yang sangat lebat juga akan menyebabkan rusaknya jalan produksi yang akan menimbulkan *slippery* sehingga menyebabkan alat - alat tidak dapat bekerja dengan baik dan perlu pengeringan (*drainase*) dan perawatan yang baik. Sebaliknya pada musim kemarau, akan timbul banyak debu yang dapat mengganggu kegiatan produksi. Selain itu panas atau dingin yang berlebihan juga akan mengurangi effisiensi mesin-mesin yang digunakan.

2.3.6. Faktor Pengawasan

Pengawasan terhadap kinerja operator juga dapat berpengaruh terhadap produktivitas dari alat mekanis yang digunakan, karena alat-alat yang mendapat pengawasan pada saat melakukan aktivitas penambangan cenderung memiliki tingkat produktivitas yang lebih besar dibandingkan alat-alat yang tidak mendapat pengawasan. Oleh karena itu, dibutuhkan keberadaan pengawas lapangan (*field supervisor*) yang mengerti mengenai aktivitas penambangan yang benar sehingga dapat membuat alat yang digunakan memiliki tingkat produktivitas yang diinginkan.

2.4. Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu yang merupakan referensi bagi peneliti untuk melakukan penelitian ini meliputi:

1. Skripsi karya Musmualim yang dibuat tahun 2014 yang berjudul “Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Bulanan dengan Realisasi Bulanan di Tambang Swakelola B2 Mine di PT Bukit Asam Tbk”. Hasil penelitiannya adalah ketidaksesuaian yang sering terjadi mencakup *overcut* (kelebihan penggalian berdasarkan elevasi), *undercut* (kekurangan penggalian), *overstripping* (pengupasan melebihi target posisi yang ditentukan). Faktor penyebab ketidaksesuaian antara rencana penambangan dengan realisasi disebabkan oleh faktor kinerja alat gali muat (*overburden*) yang digunakan tidak optimal karena banyaknya waktu efektif yang hilang dan faktor pengawasan akibat sering hilangnya patok-patok elevasi. Ketidaktercapaian rencana

penambangan berdampak pada *stripping ratio* sisa penggalian tahun 2014. Hal ini dikarenakan material yang tidak selesai penggaliannya terakumulasi pada bulan selanjutnya. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketercapaian rencana penambangan dengan penjadwalan ulang penggunaan alat gali muat (*excavator backhoe*) dan meningkatkan pengawasan.

2. Skripsi karya Risnal Affandi Zega tahun 2016 yang berjudul “Analisis Ketercapaian Perencanaan Tambang Berbasis Rekonsiliasi Blok Penambangan untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 1.800.000 Ton per tahun pada Kuari Pusar di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk”. Hasil penelitiannya adalah adanya ketidaksesuaian yang diketahui setelah dilakukan rekonsiliasi perencanaan tambang awal periode dengan kemajuan tambang di akhir periode. Faktor yang mempengaruhi ketercapaian adalah aktivitas peledakan yang baik dan produktivitas alat gali muat yang memuaskan sedangkan ketidaksesuaian penggalian disebabkan target produksi bulan sebelumnya tidak tercapai. Kondisi ini menyebabkan batu kapur yang harusnya digali terakumulasi pada bulan April 2016. Upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan ketercapaian tersebut antara lain penjadwalan ulang penggunaan alat gali muat serta penambahan patok *level/blok* penambangan.

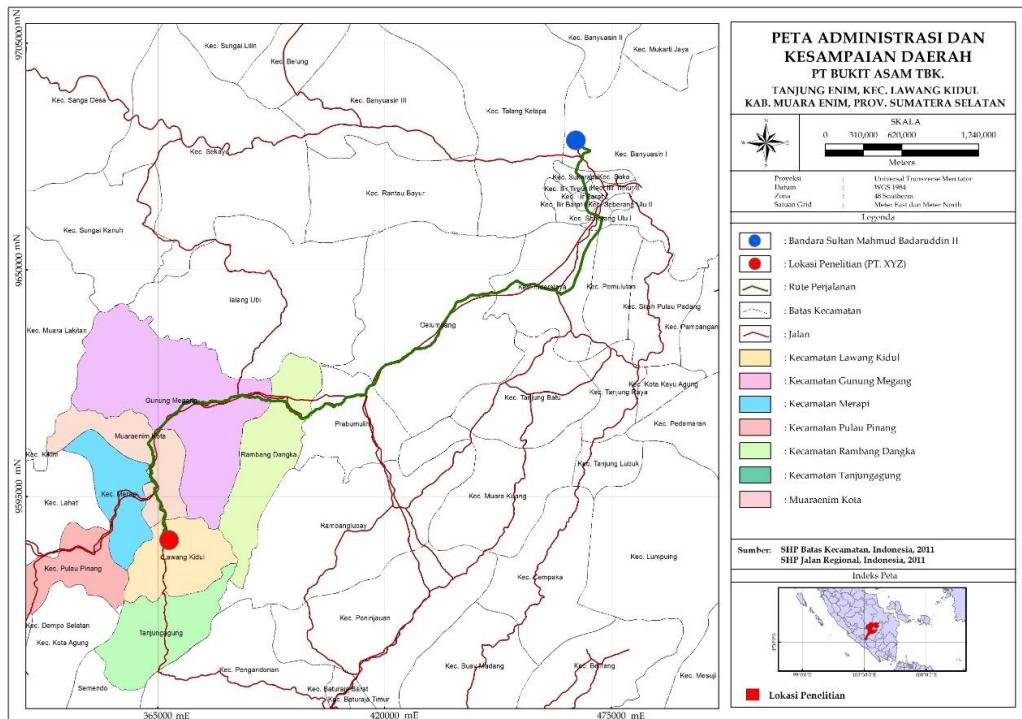
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana yang terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 3.1).



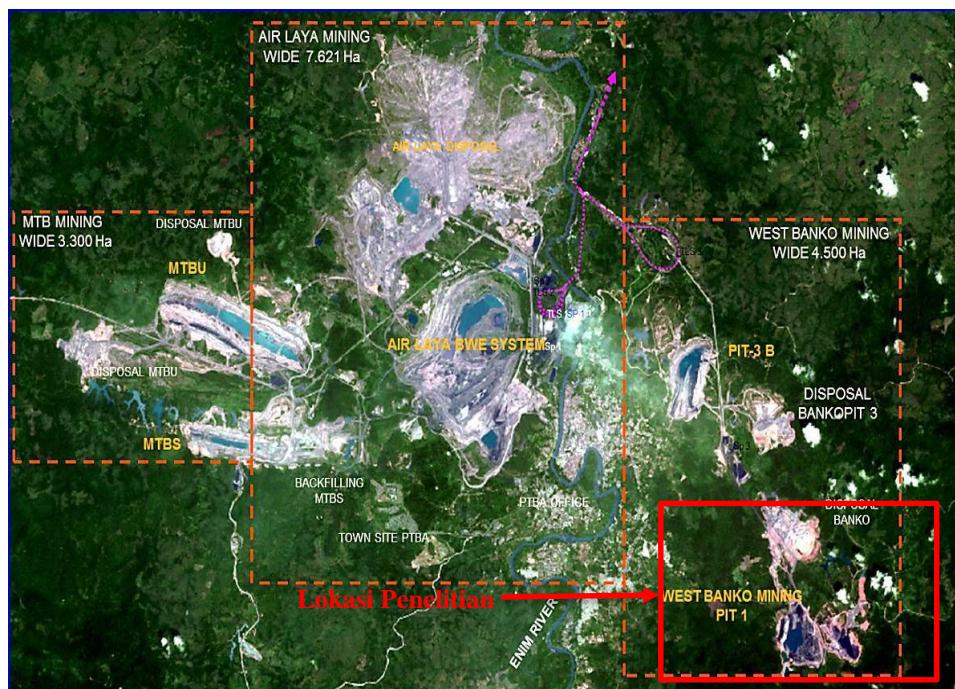
Gambar 3.1. Peta kesampaian lokasi daerah penelitian

Jalan untuk menuju lokasi penambangan Banko Barat dapat melalui tiga jalan alternatif yang dapat digunakan yaitu:

- Dari Selatan dapat melalui daerah Desa Darmo.
- Dari Timur melalui daerah Desa Lingga.

c. Dari Utara dapat melalui daerah Suban Jeriji.

PT. Satria Bahana Sarana merupakan perusahaan kontraktor tambang yang dikontrak oleh PT. Bukit Asam, Tbk. Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Bukit Asam, Tbk terletak pada posisi $103^{\circ}45' BT - 103^{\circ}50' BT$ dan $3^{\circ}42'30'' LS - 4^{\circ}47'30'' LS$. Daerah Penambangan PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim seluas ukuran lebih kurang 15.500 Ha yang terdiri dari IUP Tambang Air Laya seluas 7.700 Ha, IUP Tambang Muara Tiga Besar seluas 3.300 Ha dan IUP Tambang Banko Barat seluas 4.500 Ha yang merupakan lokasi penelitian (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. Foto satelit area penambangan PT. Bukit Asam, Tbk

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 25 September 2019 sampai dengan 12 November 2019. Kegiatan penelitian dilakukan selama 8 minggu. Kegiatan dimulai dengan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan observasi lapangan dan pengambilan data, dilanjutkan dengan pengolahan data sekaligus penyusunan laporan (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian.

No	Uraian Kegiatan	Minggu							
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur								
2	Observasi lapangan								
3	Pengambilan data								
4	Pengolahan data								
5	Penyusunan laporan								

3.2. Metode Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur dan data-data lapangan yang berkaitan dengan penelitian sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Urutan pekerjaan penelitian sebagai berikut:

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan referensi berupa teori dan rumusan yang berkaitan dengan *mine plan design*, pemindahan tanah mekanis, dan ketersediaan alat gali muat. Bahan referensi yang digunakan adalah buku, jurnal ilmiah, *handbook*, dan arsip dari PT. Satria Bahana Sarana, serta arsip dari Perpustakaan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

3.2.2. Penelitian di Lapangan

Pelaksanaan penelitian di lapangan akan dilakukan beberapa tahap. Pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan data sekunder. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

a. Data primer

a. Data *cycle time* alat gali yang digunakan

Data primer merupakan data yang diambil dari pengamatan lapangan, yaitu : *cycle time* alat gali muat. Data *cycle time* alat gali muat diambil dengan menggunakan alat bantu yaitu *stopwatch* dengan cara mengamati kegiatan penggalian di *front* penambangan. Jumlah sampel yang diambil yaitu 30 data untuk masing-masing jenis alat. Komponen *cycle time* yang diambil adalah waktu penggalian yang dimulai ketika *bucket* menyentuh permukaan tanah sampai sesaat ketika *bucket* diangkat naik (*digging*), waktu *swing* isi

yang dimulai ketika selesai proses penggalian (*digging*) sampai sesaat ketika hendak *dumping*. Komponen waktu berikutnya adalah *dumping time* yang dimulai ketika material mulai jatuh ke *vessel* alat angkut sampai *bucket* benar-benar dalam keadaan kosong (*dumping*). Komponen waktu yang terakhir adalah *swing* kosong yang dimulai sejak *bucket* kosong hingga *bucket* kembali menyentuh tanah untuk proses *digging*.

b. Data jumlah *fleet* yang tersedia

Data jumlah *fleet* diambil dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan atau melalui informasi yang diberikan oleh pengawas lapangan.

2. Data Sekunder

Data yang berasal dari literatur dan data perusahaan yang menunjang dalam penelitian, meliputi:

a. *Mine plan design* bulan Oktober 2019

Mine plan design untuk bulan Oktober 2019 diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Satria Bahana Sarana.

b. *Design* kemajuan tambang bulan Oktober 2019

Design kemajuan tambang untuk bulan Oktober 2019. *Design* ini berfungsi sebagai acuan untuk mengetahui ketercapaian produksi dan bentuk ketidaksesuaian antara *mine plan design* dan kondisi aktual dengan cara melakukan *overlay* kedua *design* tersebut.

c. Data rencana kerja dan target produksi di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019

Data ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah hasil pengamatan dan pengolahan data sesuai dengan rencana yang telah dibuat atau tidak. Data rencana kerja dan target produksi diperoleh dari Departemen *Engineering* PT. Satria Bahana Sarana.

d. Data ketersediaan (*availability*) alat pada bulan Oktober 2019

Data ketersediaan alat diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Satria Bahana Sarana (Lampiran E). Data ini berfungsi sebagai faktor koreksi dalam perhitungan produktivitas dengan menggunakan persamaan 2.1.

e. Data gambaran umum perusahaan

Data gambaran umum perusahaan berisi profil singkat perusahaan, satuan kerja yang ada di perusahaan tersebut, dan sebagainya.

f. Data spesifikasi alat berat

Data ini diperoleh dari *handbook* alat berat. Data spesifikasi alat berat memberikan informasi mengenai adalah kapasitas alat, mesin yang digunakan, bobot alat, dan lain sebagainya yang digunakan dalam perhitungan produktivitas.

g. Data curah hujan bulan Oktober 2019

Data curah hujan diperlukan untuk mengetahui hambatan karena kondisi cuaca saat operasi penambangan dilakukan.

h. Data jam kerja alat

Data jam kerja dibutuhkan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dipakai oleh alat gali muat untuk beroperasi selama satu bulan. Dari data ini dapat diketahui waktu *working hours, standby, repairs* dan waktu kerja efektif dari alat gali muat tersebut. Data jam kerja alat diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Satria Bahana Sarana.

i. Data *swell factor*

Data *swell factor* dari material diperoleh dari literatur (Lampiran B). Data ini digunakan untuk mengetahui kondisi material setelah material tersebut dipindahkan dari lokasi aslinya sehingga data untuk perhitungan produktivitas alat gali muat baik untuk penggalian batubara maupun pengupasan *overburden*.

3.2.3. Pengolahan Data

Data dari pengamatan di lapangan diolah melalui dasar teori yang sudah diperoleh dari bahan-bahan pustaka yang menunjang. Langkah mengolah data-data lapangan sebagai berikut :

1. Dilakukan proses pengolahan data dengan menganalisis data-data tersebut menggunakan *software* (*MineScape 5.7*) sehingga didapat hasil berupa *overlay* kemudian menggunakan menu *triangle* dan *reserve* sehingga dapat menentukan dan menghitung volume daerah *in of plan, undercut* dan *overcut*.

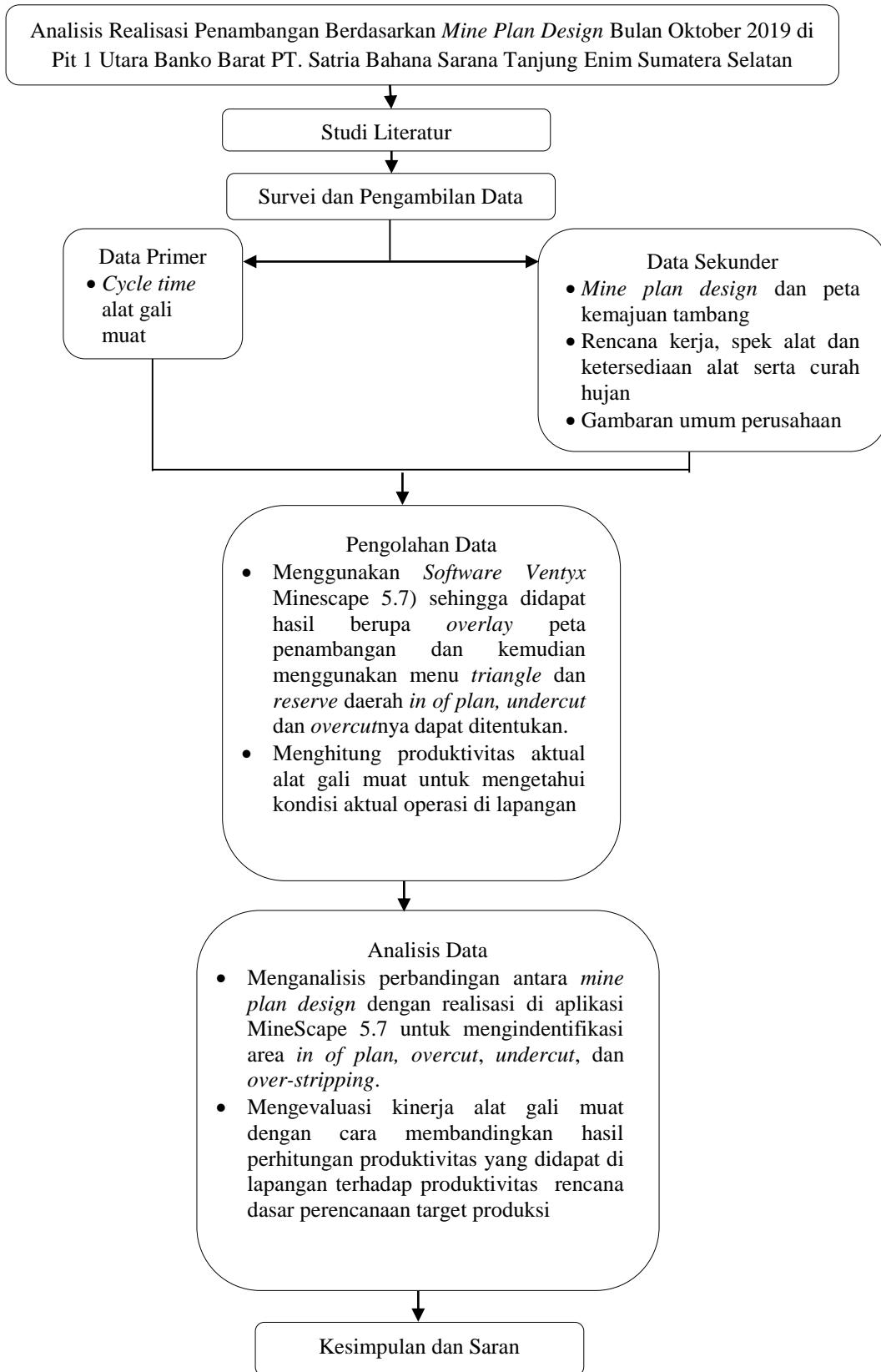
2. Menghitung produktivitas aktual alat gali muat untuk mengetahui kondisi aktual operasi penambangan di lapangan.

3.2.4. Analisis Data

1. Menganalisis perbandingan antara *mine plan design* bulan Oktober 2019 dengan realisasi di *software* MineScape 5.7 untuk mengidentifikasi volume *in of plan*, *overcut*, *undercut*, dan *overstripping*.
2. Mengevaluasi kinerja alat gali muat dengan cara membandingkan hasil perhitungan produktivitas aktual yang didapat di lapangan terhadap produktivitas rencana target produksi.

Tabel 3.2. Metode penelitian

No	Rumusan Masalah	Metode Penelitian
1.	Bagaimana ketercapaian penambangan berdasarkan <i>mine plan design</i> pada bulan Oktober 2019?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data <i>mine plan design</i> bulan Oktober, data peta kemajuan tambang bulan Oktober 2019 serta data <i>schema</i> dan <i>quality</i> di <i>software</i> Minescape 5.7 2. Melakukan <i>overlay</i> keduanya yaitu antara <i>mine plan design</i> dan peta kemajuan tambang 3. Mengidentifikasi volume daerah kemajuan tambang sesuai rencana (<i>in of plan</i>), tidak sesuai rencana (<i>overcut</i>, <i>undercut</i>, dan <i>overstripping</i>)
2.	Bagaimana faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pengupasan <i>overburden</i> dan penggalian batubara berdasarkan <i>mine plan design</i> pada bulan Oktober 2019?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghitungnproduktivitas alatngali muat aktual (termasuk waktu dan efisiensi kerja). 2. Mengetahui perubahan rencana kerja pada realisasi di lapangan seperti jumlah <i>fleet</i>, waktu kerja alat gali muat 3. Menganalisis tingkat pengawasan dan kedisiplinan di lapangan.
3.	Bagaimana dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan <i>overburden</i> dan penggalian batubara berdasarkan <i>mine plan design</i> terhadap rencana penambangan bulan berikutnya?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data ketercapaian produksi 2. Menghitung <i>stripping ratio</i>. 3. Membandingkan <i>stripping ratio</i> sebelum dan sesudah, kemudian sisa galian diakumulasi pada bulan berikutnya.
4.	Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan <i>overburden</i> dan penggalian batubara berdasarkan <i>mine plan design</i> untuk bulan berikutnya?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data jumlah alat, efisiensi kerja dan produktivitas alat muat 2. Melakukan perbaikan waktu kerja efektif alat gali muat dengan mengurangi hambatan yang dapat diperbaiki 3. Menghitung produktivitas alat gali muat dengan waktu kerja efektif yang telah diperbaiki 4. Merekomendasikan pemasangan patok yang hilang dan peningkatan pengawasan.



Gambar 3.3. Bagan alir penelitian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

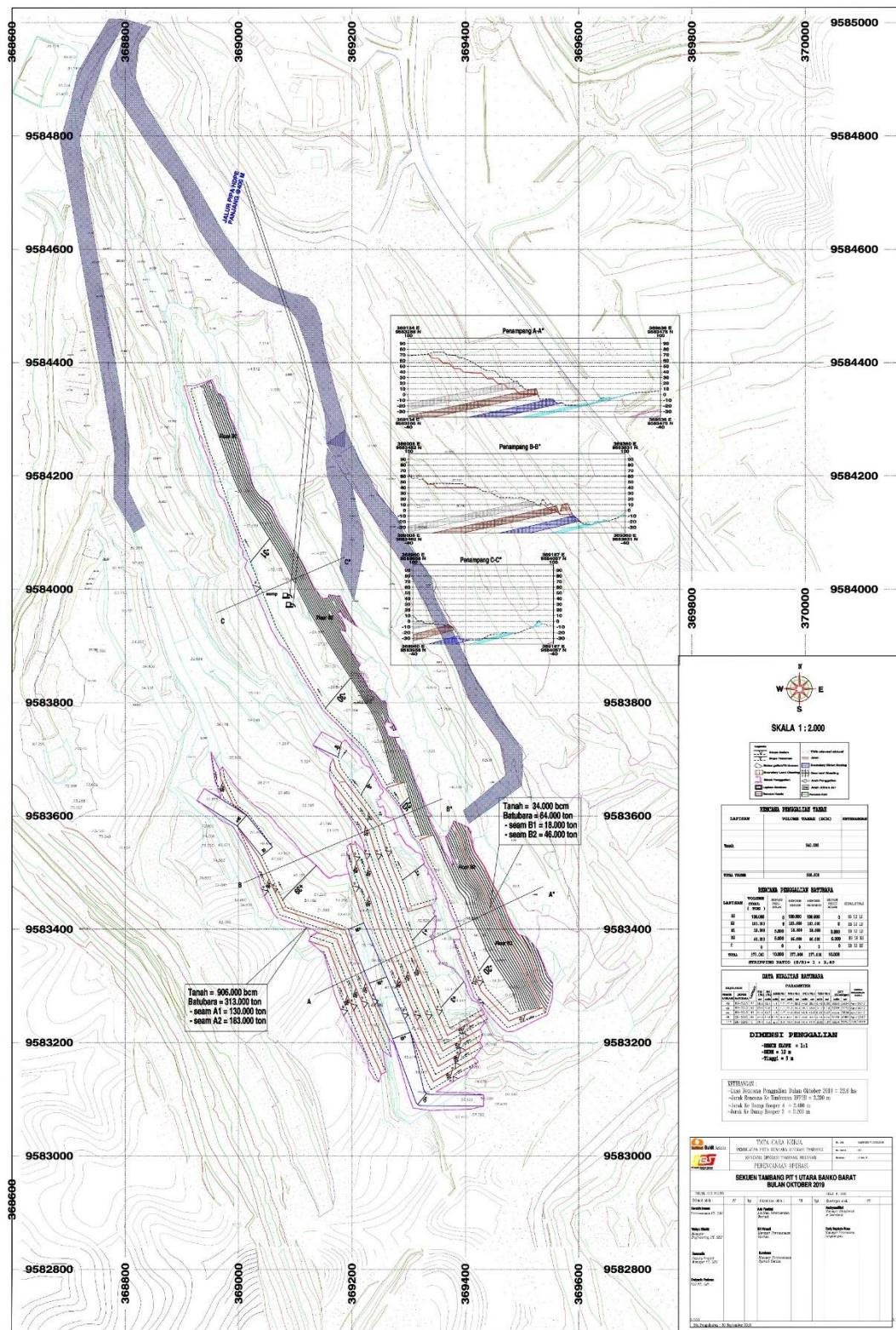
4.1. Ketercapaian Penambangan berdasarkan *Mine Plan Design* pada bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat

4.1.1. Rencana Penambangan bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara

Rencana penambangan (*mine plan design*) memberikan informasi mengenai arah penambangan, elevasi penambangan, prioritas kegiatan penambangan, dan informasi penting lainnya (Gambar 4.1). *Mine plan design* PT Satria Bahana Sarana untuk setiap bulan disusun dan direncanakan oleh Departemen *Engineering*. Penyusunan *mine plan design* penggalian batubara dan pengupasan *overburden* digambarkan dalam satu peta bulanan. PT Satria Bahana Sarana pada bulan Oktober 2019 merencanakan penambangan sebesar 377.000 ton batubara dan 940.000 BCM *overburden* dengan *Stripping Ratio* 1:2,49. Terdapat empat *seam* batubara yang mewakili kualitas dari produk batubara yaitu lapisan *Seam A1*, *Seam A2*, *Seam B1*, dan *Seam B2*. Hasil pengupasan *overburden* diangkut menuju *disposal* dengan jarak 3.200 m sedangkan untuk penggalian batubara diangkut menuju ke *Dump hopper* 4 dengan jarak 2.400 m. Rekomendasi dari satuan kerja Geoteknik untuk dimensi penggalian yaitu *bench slope* 1:1 dengan *berm* 10 m serta tinggi 9 m. Rencana produksi pengupasan *overburden* dan penggalian batubara yang akan ditambang berdasarkan material (Tabel 4.1.)

Tabel 4.1. Rencana produksi berdasarkan *mine plan design* bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat

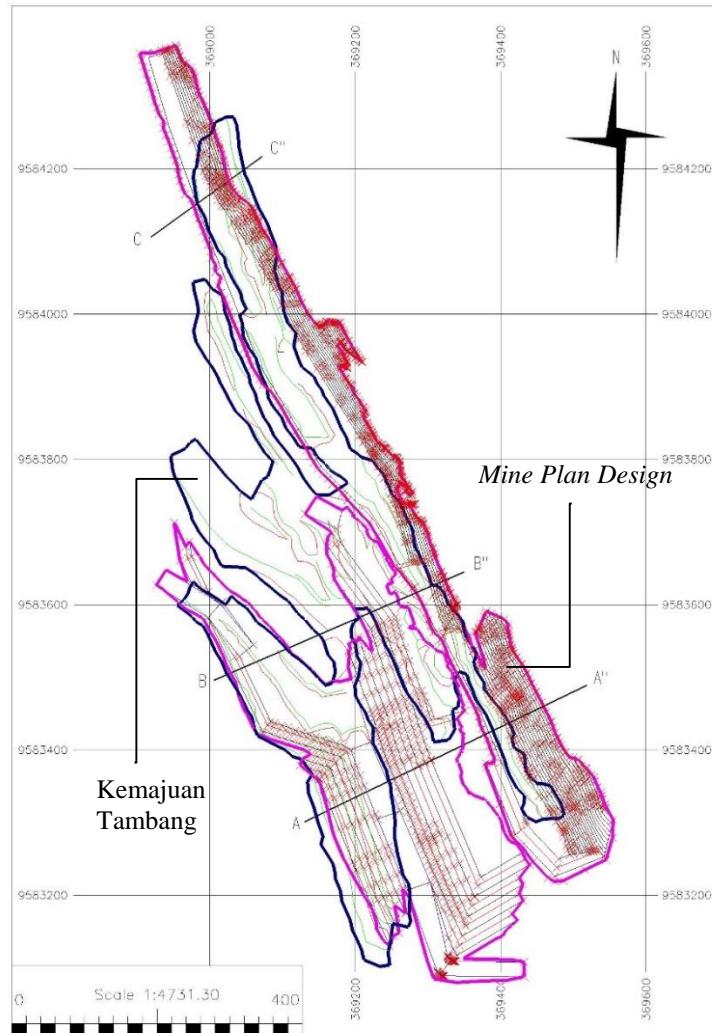
Material	Volume (m ³)	Massa (ton)
<i>Overburden</i>	940.000	-
Batubara <i>Seam A1</i>	-	220.000
Batubara <i>Seam A2</i>	-	125.000
Batubara <i>Seam B1</i>	-	30.000
Batubara <i>Seam B2</i>	-	20.000
Total	940.000	377.000



Gambar 4.1. *Mine plan design* bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara

4.1.2. Realisasi Penambangan di Pit 1 Utara Banko Barat

Mengetahui apakah penggalian yang dilakukan pada bulan Oktober 2019 sesuai dengan batas penambangan atau tidak, maka diperlukan *overlay* antara *boundary mine plan design* dengan *boundary* kemajuan tambang bulan Oktober 2019. Proses *overlay* dilakukan dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) Minescape 5.7. Hasil *overlay* antara *mine plan design* dan kemajuan tambang menunjukkan adanya daerah yang penambangan yang tidak sesuai rencana/ diluar *boundary* tambang (Gambar 4.2.).



Gambar 4.2. Hasil *overlay* antara *mine plan design* dan kemajuan tambang bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara

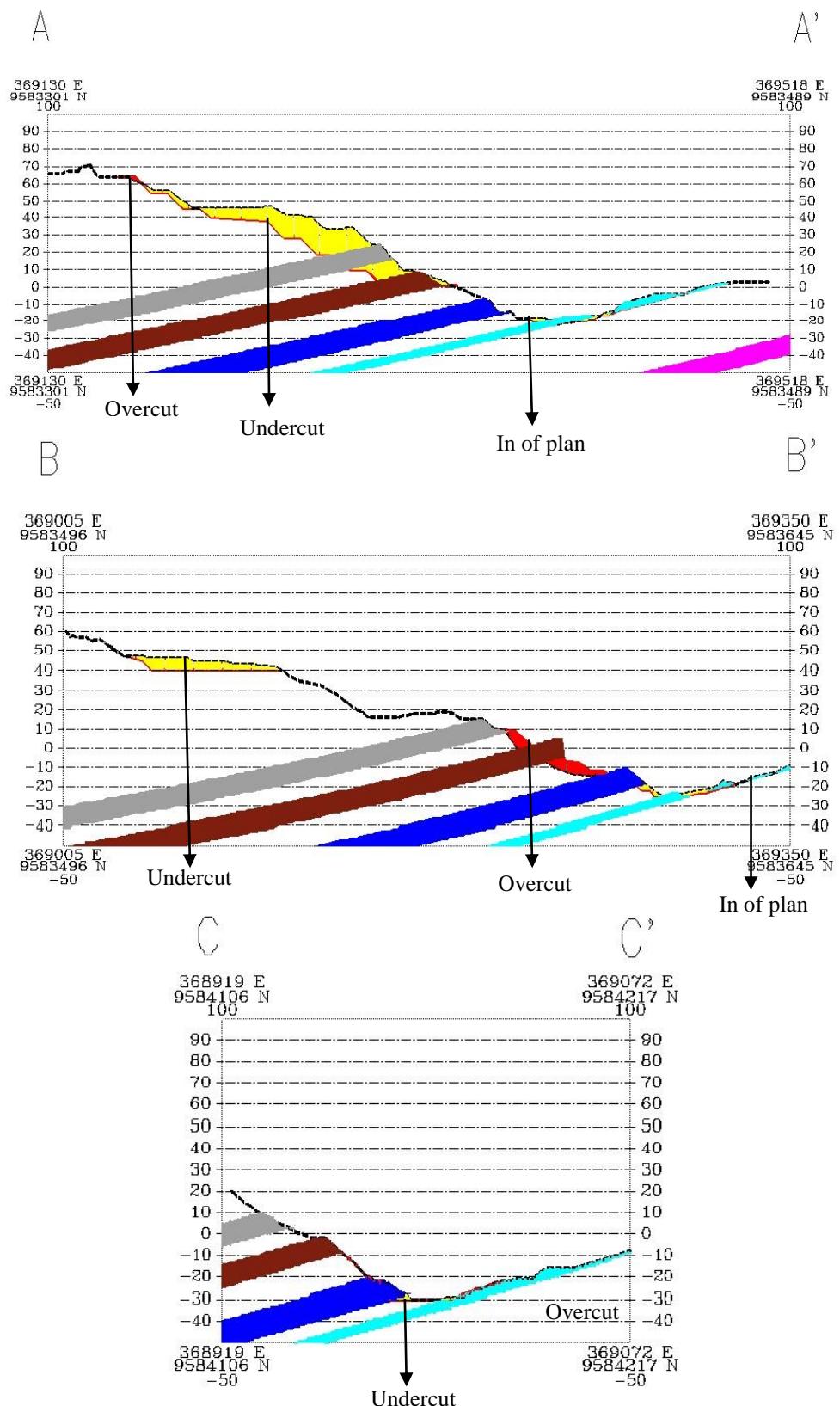
Daerah yang dibatasi dengan warna merah muda merupakan *boundary mine plan design* bulan Oktober 2019 sedangkan garis yang berwarna biru merupakan *boundary* (batas) dari kemajuan tambang. Beberapa daerah yang melewati batas penggalian atau melebihi *boundary mine plan design* penambangan yang telah direncanakan disebut *overstripping* atau *overcut horizontal*.

Berdasarkan perhitungan MineScape 5.7 didapat ketercapaian produksi sebesar 89,15% dari 940.000 BCM yaitu 838.041,50 BCM untuk pengupasan *overburden* dan 117,96% dari 377.000 ton yaitu 444.712,75 ton untuk penggalian batubara. Ketercapaian jumlah produksi *overburden* dan batubara berdasarkan lapisannya dihitung menggunakan *software* MineScape 5.7 (Tabel 4.2).

Tabel 4.2. Ketercapaian produksi batubara dan *overburden* berdasarkan MineScape

<i>Seam</i>	<i>Burden</i>	<i>Total Volume (m³)</i>	<i>Mass (ton)</i>
A1	<i>Overburden</i>	487.307,32	-
A1	<i>Resource</i>	76.676,98	96.612,99
A2	A1	128.429,98	-
A2	<i>Resource</i>	117.586,45	148.158,92
B1	A2	84.369,13	-
B1	<i>Resource</i>	83.419,44	105.108,50
B2	B1	131.530,30	-
B2	<i>Resource</i>	75.263,76	94.832,34
C	B2	6404,76	-

Selain adanya *overstripping*, untuk melihat apakah realisasi penggalian sesuai dengan *level* yang telah direncanakan atau tidak, dapat dilihat dengan menggunakan *line section* lokasi penambangan tersebut. *Line section* dibuat untuk mengetahui daerah yang penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) dan penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) serta penggalian yang sesuai dengan rencana elevasi (*in of plan*) (Gambar 4.3). Pembuatan *line section* ini menggunakan *software* perencanaan tambang yaitu MineScape 5.7.



Gambar 4.3. Hasil *line section* (a) A-A" (b) B-B" (c) C-C"

Hasil perhitungan volume berdasarkan *software* Minescape 5.7 yaitu pengupasan *overburden* sebesar 838.041,50 BCM atau 89,15% yang terdiri dari pengupasan yang masih di area tertambang (*in of plan*) sebesar 477.448,40 BCM, pengupasan yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 182.407,60 BCM dan pengupasan yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 178.185,50 BCM. Sedangkan untuk penggalian batubara sebesar 444.712,75 ton atau 117,96% yang terdiri dari penggalian yang masih di area tertambang (*in of plan*) sebesar 210.174,74 ton, penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 185.103,69 ton dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 49.434,32 ton (Tabel 4.3)

Tabel 4.3. Ketercapaian *mine plan design* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019

Volume	Material			
	<i>Overburden</i> (BCM)	%	Batubara (ton)	%
1. Rencana	940.000	-	377.000	-
2. Realisasi ketercapaian	838.041,50	89,15	444.712,75	117,96
3. Ketidaksesuaian MPD				
a. <i>Overcut</i>	182.407,60	21,77	185.103,69	41,62
b. <i>Undercut</i>	178.185,50	21,26	49.434,32	11,12
c. <i>Over-stripping</i>	106,37	0,01	29,90	0,01
4. <i>In of Plan Design</i>	477.448,40	56,97	210.174,74	47,26

Kesesuaian realisasi berdasarkan *mine plan design* untuk pengupasan *overburden* sebesar 477.448,40 BCM atau 56,97% dan dikategorikan cukup sedangkan penggalian batubara sebesar 210.174,74 ton atau 47,26% dan dikategorikan cukup. Sedangkan ketidaksesuaian realisasi berdasarkan *mine plan design* untuk pengupasan *overburden* terdiri dari penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 182.407,60 BCM atau 21,77% dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 178.185,50 atau 41,62 BCM. Ketidaksesuaian realisasi untuk pengupasan *overburden* berdasarkan *mine plan design* terdiri dari penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 182.407,60 BCM atau 21,77% dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi

(*undercut*) sebesar 178.185,50 atau 21,26%. Ketidaksesuaian realisasi untuk penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terdiri dari penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 185.103,69 ton atau 41,62% dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 49.434,32 ton atau 11,12%.

4.2. Faktor-Faktor Penyebab Ketidaksesuaian Pengupasan *Overburden* dan Penggalian Batubara Berdasarkan *Mine Plan Design*

4.2.1. Jumlah dan Penempatan *Fleet*

1. Fleet overburden

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) menggunakan lima *fleet* yang terdiri atas 2 *fleet* Komatsu PC2000 (Ex-2001 dan Ex-2002), 2 *fleet* Komatsu PC1250 (Ex-1003 dan Ex-1005) dan 1 *fleet* CAT390FL (Ex-1009). Kenyataan di lapangan, realisasi pengupasan *overburden* tidak selalu 5 *fleet*. Hal ini dikarenakan kadangkala alat mengalami breakdown seperti Komatsu PC1250 (Ex1005) dan digantikan oleh Hitachi ZX870, sehingga dalam waktu sebulan jumlah *fleet* *overburden* tidak sesuai dengan rencana (Tabel 4.5). Hal ini dikarenakan seringkali alat berpindah-pindah dan digantikan alat lain, misalnya Cat 390FL (Ex1009) yang merupakan alat gali muat pengupasan *overburden* ke penggalian batubara maka digantikan dengan Cat340D (Ex4007).

Tabel 4.4. *Fleet* pengupasan *overburden*

Kegiatan	Jumlah <i>fleet</i>	Keterangan alat yang digunakan
Rencana	5	2 Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) 2 Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005) 1 Cat 390FL (Ex1009)
Realisasi	4	2 Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) 2 Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005) 1 Cat 390FL (Ex1009) 1 Hitachi ZX870 (Ex08-005) 1 Cat 340D (Ex4007)

2. Fleet batubara

Penggalian batubara terdiri atas 4 *fleet* dengan rincian yaitu 1 *fleet* Komatsu PC400, 1 *fleet* Cat 340D dan 2 *fleet* Volvo EC480D. Kenyataan di lapangan, realisasi tidak selalu empat *fleet* (Tabel 4.5). Hal ini dikarenakan beberapa alasan yaitu alat mengalami *break down* seperti Komatsu PC400 dan pada pertengahan bulan adanya permintaan penambahan produksi batubara dari PT. Bukit Asam, Tbk sehingga untuk memenuhi permintaan ini terjadi perpindahan alat dari pengupasan *overburden* ke penggalian batubara. Misalnya alat gali muat PC1250 (Ex1003) dan PC2000 (Ex2001) yang merupakan alat gali muat *overburden* dipindahkan dari pengupasan *overburden* ke penggalian batubara sehingga jumlah *fleet* batubara tidak sesuai dengan rencana.

Tabel 4.5. *Fleet* penggalian batubara

Kegiatan	Jumlah <i>fleet</i>	Keterangan alat yang digunakan
Rencana	5	1 Cat 340D (Ex4005) 2 Volvo EC480D (Au03, Au04) 1 Komatsu PC400 (Ex401) 1 Hitachi ZX350H (Ex2054)
Realisasi	6	2 Cat 340D (Ex4005, Ex4007) 2 Volvo EC480D (Au03, Au04) 1 Hitachi ZX350H (Ex2054) 2 Komatsu PC400 (Ex3034, Ex401) 1 Cat 390FL (Ex1009) 1 Sany SY500H (01) 1 Komatsu PC2000 (Ex2001) 1 Komatsu PC1250 (Ex1003)

4.2.2. Produktivitas Alat Gali Muat

1. Produktivitas pengupasan *overburden*

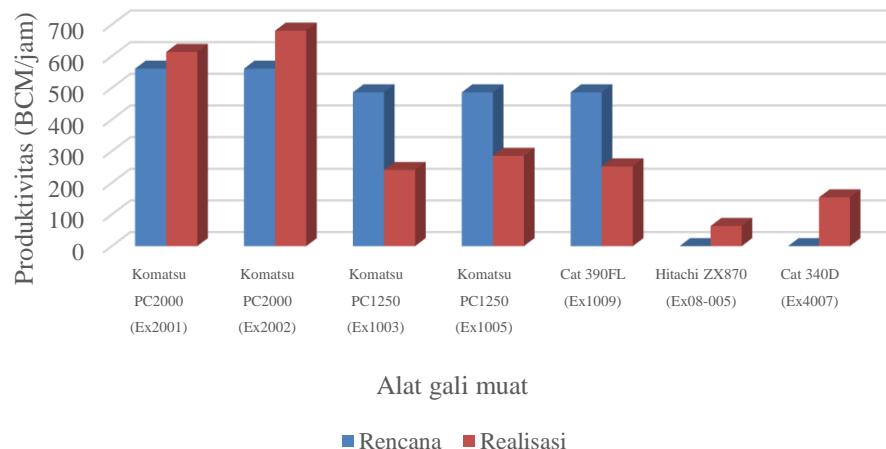
Produktivitas alat gali muat untuk *overburden* di Pit 1 Utara Banko Barat menunjukkan perbedaan antara rencana dan realisasi (Tabel 4.7). Alat gali muat pengupasan *overburden* seperti Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) melebihi dari target rencana. Hal ini dipengaruhi oleh faktor efisiensi kerja yang baik (Lampiran E). Selain itu, dipengaruhi juga dengan waktu edar gali muat yang baik (Lampiran D) dan *bucket fill factor* yang cukup baik (Lampiran G). Namun, ada beberapa alat

gali muat pengupasan *overburden* yang kurang dari target rencana seperti Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005). Ketidaksesuaian ini secara umum dapat disebabkan waktu edar alat gali muat (Lampiran D) yang cukup besar dan efisiensi kerja yang kecil (Lampiran E).

Tabel 4.6. Produktivitas alat gali muat pengupasan *overburden*

No	Alat	Rencana		Realisasi	
		Prod'ty (BCM/jam)	Produksi (BCM/bulan)	Prod'ty (BCM/jam)	Produksi (BCM/bulan)
1	Komatsu PC2000 (Ex2001)	561	243.000	613,69	282.908,93
2	Komatsu PC2000 (Ex2002)	561	243.000	681,00	357.523,58
3	Komatsu PC1250 (Ex1003)	486	138.000	240,48	50.500,99
4	Komatsu PC1250 (Ex1005)	486	105.000	285,48	47.389,59
5	Cat 390FL (Ex1009)	486	211.000	251,91	81.115,81
6	Hitachi ZX870 (Ex08-005)	-	-	63,75	7.905,59
7	Cat 340D (Ex4007)	-	-	154,09	8.783,27
Total		2.580	940.000	2.290,4	836.127,76

Produktivitas alat gali muat pengupasan *overburden* seperti Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) melebihi dari rencana. Hal ini dapat terjadi dikarenakan efisiensi kerja pada alat gali muat tersebut cukup tinggi dibandingkan dengan alat gali muat yang lain (Lampiran E). Sehingga dalam perhitungan, produktivitas alat gali muat tersebut menunjukkan angka yang tinggi pula. Tingginya nilai efisiensi kerja ini disebabkan pemanfaatan waktu kerja yang baik, serta dikarenakan waktu *standby* dan *repair hours* yang rendah. Produktivitas alat gali muat pengupasan *overburden* seperti Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) cukup tinggi dibanding rencana sedangkan alat gali muat lain seperti Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005) menunjukkan angka yang lebih rendah dibandingkan dengan rencana (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas pengupasan *overburden*

Selain itu, terdapat pula produktivitas alat gali muat yang lebih kecil dari rencana seperti Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah efisiensi kerja yang cukup rendah (Lampiran E). Faktor lain yang mempengaruhi adalah besarnya waktu edar alat gali muat (Lampiran D). Besarnya waktu edar alat gali muat pengupasan *overburden* disebabkan kondisi aktual *fleet* dimana kadangkala penempatan alat gali muat hampir sejajar dengan alat angkut yang menyebabkan waktu *swing* alat gali muat bertambah besar (Gambar 4.5).



Gambar 4.5. Kondisi aktual *fleet* pengupasan *overburden*

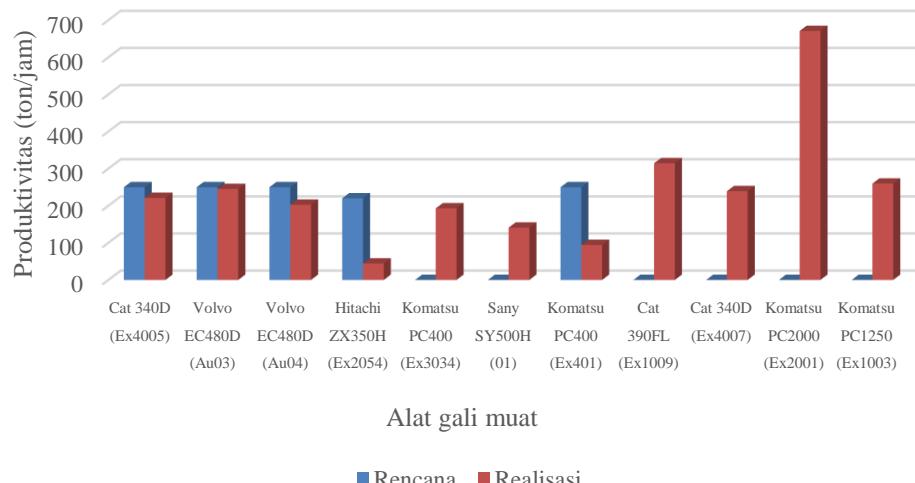
2. Produktivitas alat gali muat batubara

Produktivitas alat gali muat untuk penggalian batubara di Pit 1 Utara telah direncanakan di dalam rencana kerja untuk penentuan produksi tiap alat per bulannya. Namun realisasinya, nilai produktivitas beberapa alat gali muat untuk penggalian batubara tidak sesuai dengan rencana (Tabel 4.8.). Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah *bucket fill factor* yang kecil, waktu edar (*cycle time*) yang cukup besar dan efisiensi kerja yang kecil.

Tabel 4.7. Produktivitas alat gali muat penggalian batubara

No	Alat	Rencana		Realisasi	
		Prod'ty (ton/jam)	Produksi (ton/bulan)	Prod'ty (ton/jam)	Produksi (ton/bulan)
1	Cat 340D (Ex4005)	250	97.000	221,16	84.926,65
2	Volvo EC480D (Au03)	250	31.000	245,20	95.382,84
3	Volvo EC480D (Au04)	250	97.000	202,59	71.512,52
4	Hitachi ZX350 (Ex2054)	220	55.000	44,34	4.389,48
5	Sany SY500H (01)	-	-	193,14	63.544,59
6	Komatsu PC400 (Ex3034)	-	-	140,93	22.267,43
7	Komatsu PC400 (Ex401)	250	97.000	94,36	18.023,70
8	Cat 390FL (Ex1009)	-	-	314,68	32.097,57
9	Cat 340D (Ex4007)	-	-	239,13	25.586,73
10	Komatsu PC2000 (Ex2001)	-	-	670,98	17.445,41
11	Komatsu PC1250 (Ex1003)	-	-	259,76	5.195,18
Total		1.220	377.000	2.626,27	440.372,1

Terjadi cukup banyak perbedaan pada rencana dan realisasi produktivitas alat gali muat batubara terutama banyaknya penambahan alat gali muat penggalian batubara (Gambar 4.6). Banyaknya alat gali muat tambahan ini disebabkan untuk mengejar target produksi di akhir bulan. Terjadinya perbedaan antara rencana dan realisasi di lapangan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang secara langsung berpengaruh terhadap produktivitas adalah nilai *cycle time* alat gali muat yang besar (Lampiran D). Besarnya *cycle time* alat gali muat ini disebabkan beberapa faktor yaitu proses *loading* yang dilakukan dan kinerja alat penunjang tambang yang kurang maksimal.



Gambar 4.6. Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas penggalian batubara

Tingginya *cycle time* dipengaruhi oleh posisi alat gali muat terhadap lapisan batubara. Seringnya alat gali muat ditempatkan hampir sejajar dengan alat angkut sehingga alat gali muat melakukan sudut putar (*swing*) yang lebih besar dan membutukan waktu yang lebih lama saat dilakukan *loading* ke alat muat. Besarnya sudut putar (*swing*) alat gali muat menyebabkan *cycle time* pada alat gali muat tersebut akan semakin besar pula.

Selain itu, *bucket fill factor* juga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas alat gali muat. *Bucket fill factor* merupakan nilai perbandingan antara banyaknya material yang diambil dengan kapasitas maksimal (*heaped*) dari *bucket* alat gali muat. Nilai aktual dari *bucket fill factor* menunjukkan perbedaan dengan nilai secarateori (Lampiran D). Faktor lain yaitu faktor efisiensi kerja alat gali muat yang mempengaruhi produktivitas. Hal ini dikarenakan secara teori nilai efisiensi kerja yang baik adalah 0,83 sedangkan dalam kondisi aktual ternyata nilainya tidaklah demikian.

4.2.3. Used of Availability

Used of availability (UA) merupakan nilai apakah suatu penggunaan alat untuk melakukan kegiatan produksi berjalan dengan efektif atau tidak. Beberapa nilai *used of availability* alat gali muat yang beroperasi di Pit 1 Utara Banko Barat

menunjukkan nilai yang rendah (Tabel 4.8 dan Tabel 4.9). Rendahnya nilai UA ini disebabkan karena waktu *standby* alat gali muat yang cukup besar sehingga waktu *loss production* juga besar (Lampiran G). Besarnya waktu *standby* alat gali muat dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti kedisiplinan operator saat pergantian *shift*, tidak adanya operator, dan lain sebagainya. Rendahnya nilai *used of availability* juga menjelaskan bahwa kinerja pengawas di lapangan kurang maksimal di dalam mengelola waktu kerja dan waktu *standby* alat gali muat sehingga produksinya pun menjadi kurang maksimal.

Tabel 4.8. Nilai *used of availability* alat gali muat untuk pengupasan *overburden*

Alat	UA
Komatsu PC2000 (Ex2001)	69,27%
Komatsu PC2000 (Ex2002)	73,72%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	51,80%
Komatsu PC1250 (Ex1005)	64,87%
Cat 390FL (Ex1009)	64,86%
Hitachi ZX870 (Ex08-005)	32,39%
Komatsu PC400 (Ex3034)	43,99%
Komatsu PC400 (Ex401)	61,79%
Cat 340D (Ex4007)	63,92%

Tabel 4.9. Nilai *used of availability* alat gali muat untuk penggalian batubara

Alat	UA
Cat 340D (Ex4005)	61,89%
Volvo EC480D (Au03)	58,03%
Volvo EC480D (Au04)	55,73%
Hitachi ZX350 (Ex2054)	20,72%
Sany SY500H (01)	63,00%
Komatsu PC400 (Ex3034)	43,99%
Komatsu PC400 (Ex401)	61,79%
Cat 390FL (Ex1009)	64,86%
Cat 340D (Ex4007)	63,92%
Komatsu PC2000 (Ex2001)	73,72%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	51,80%

4.2.4. Kurangnya Pengawasan

Pengawasan di lapangan dilakukan memastikan kegiatan penambangan dilakukan dengan baik dan sesuai dengan rencana yang telah dibuat. Penggalian yang melewati rencana sering kali terjadi pada malam hari. Pengawas lapangan pada malam hari lebih sering mengawasi operator dari anjungan atau *office* daripada di lapangan, sehingga pengarahan ke operator tidak optimal yang menyebabkan penggalian yang dilakukan oleh operator melebihi elevasi yang telah direncanakan. Rendahnya pengawasan juga menyebabkan operator tidak bekerja secara efektif.

Kurangnya pengawasan di lapangan menyebabkan terjadinya kelebihan penggalian yaitu ketika adanya penambahan alat serta pengaturan peletakan alat tersebut tidak pada elevasi yang direncanakan sehingga apabila dilakukan penggalian di daerah tersebut potensi terjadinya kelebihan penggalian akan semakin besar sedangkan terjadinya kekurangan penggalian disebabkan penempatan alat gali muat yang tidak sesuai rencana sehingga daerah yang seharusnya dilakukan penggalian namun realisasinya tidak dilakukan.

Selain itu, kurang optimalnya penempatan batas (*boundary*) penambangan. Batas penambangan ditandai dengan adanya patok. Kadangkala, di beberapa lokasi ditemukan tidak adanya batas (*boundary*) sehingga memicu terjadinya ketidaksesuaian penggalian dengan *mine plan design* yang telah dibuat.

4.3. Dampak Akibat Ketidaksesuaian Pengupasan Overburden dan Penggalian Batubara berdasarkan *Mine Plan Design*

Ketidaksesuaian antara realisasi penambangan berdasarkan *mine plan design* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019 menyebabkan *stripping ratio* bulan selanjutnya lebih besar. Peningkatan angka *stripping ratio* bulan selanjutnya terjadi sebagai akibat dari target pengupasan *overburden* pada bulan sebelumnya tidak tercapai sehingga terakumulasi pada bulan selanjutnya. Rencana *stripping ratio* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019 berdasarkan rencana kerja adalah 1:2,49 dengan rincian target pengupasan *overburden* sebesar 940.000 BCM dan target penggalian batubara sebesar 377.000 ton.

Ketercapaian produksi berdasarkan *mine plan design* di bulan Oktober 2019 didapatkan pengupasan *overburden* sebesar 838.041,50 BCM dan penggalian

batubara sebesar 444.712,75 ton dengan *stripping ratio* 1:1,88. Terjadi penurunan *stripping ratio* dari target yang telah direncanakan. Hal ini terjadi karena terdapat kelebihan penggalian batubara yang melebihi target dan kekurangan pengupasan *overburden* dari target.

Akan tetapi dengan kekurangan pengupasan *overburden* sebesar 101.958,50 BCM berdampak pada proses penggalian batubara pada bulan selanjutnya karena jumlah *overburden* yang digali untuk mendapatkan batubara semakin besar. Kekurangan pengupasan *overburden* ini berdampak pada akumulasi target pengupasan *overburden* bulan selanjutnya. Hal ini dapat dilihat pada bulan November 2019 dimana target pengupasan *overburden* sebesar 1.074.000 BCM dan target penggalian batubara sebesar 449.000 ton. Apabila sisa galian *overburden* bulan sebelumnya diakumulasikan ke bulan November 2019, maka target pengupasan *overburden* sebesar 1.175.958,50 BCM sehingga *stripping ratio* pada bulan November 2019 sebesar 1:2,62 (Lampiran L).

4.4. Upaya yang dapat dilakukan untuk Meminimalisir Ketidaksesuaian Pengupasan Overburden dan Penggalian Batubara berdasarkan Mine Plan Design untuk Bulan Berikutnya

4.4.1. Meningkatkan Waktu Kerja Efektif (EWH)

Mengacu pada rencana kerja pada bulan Oktober 2019 maka dapat diketahui bahwa alat gali muat untuk pengupasan *overburden* yang beroperasi sesuai rencana adalah Komatsu PC2000 (Ex2001 dan Ex2002), Komatsu PC1250 (Ex1003 dan Ex1005) dan Cat 390FL (Ex1009) sedangkan untuk penggalian batubara yang beroperasi sesuai rencana adalah Caterpillar CAT340D (Ex04005), Volvo EC480D (Au03 dan Au04), Hitachi ZX350 (Ex2054) dan Komatsu PC400 (Ex401).

Alat-alat yang beroperasi pada Pit 1 Utara di bulan Oktober 2019 tidak seluruhnya diperuntukkan kepada lokasi Pit 1 Utara saja sehingga tidak semua alat tersebut dapat digunakan untuk penambangan di bulan November 2019. Selain itu, apabila alat-alat dari pit lain dipindahkan ke Pit 1 Utara tentu akan memakan waktu dan biaya terlebih lagi jika adanya penambahan alat. Oleh karena itu, untuk merealisasikan target penggalian untuk bulan November 2019 yang paling memungkinkan dilakukan adalah dengan melakukan perbaikan waktu kerja efektif.

Waktu kerja efektif alat gali muat harus diperhitungkan dengan baik terutama dalam mempertimbangkan jumlah waktu yang digunakan untuk perbaikan alat gali muat (*repairs hours*) dan minimalisir waktu hambatan kerja. Perbaikan waktu kerja efektif untuk meningkatkan produksi di bulan selanjutnya dapat dilakukan dengan mengalokasikan waktu hambatan kerja (*loss time production*) terutama *wait for other unit*, tidak adanya operator, dan *standby no job* ke EWH (Lampiran I) sehingga target produksi bulan November 2019 dapat tercapai (Lampiran J dan Lampiran K) dengan ketercapaian pengupasan *overburden* sebesar 1.085.384,37 BCM atau 101,06% dari rencana (Tabel 4.10) dan penggalian batubara sebesar 449.823,97 ton atau 100,18% dari rencana (Tabel 4.11).

Tabel 4.10. Ketercapaian pengupasan *overburden* setelah perbaikan

<i>Fleet</i>	Sebelum			Setelah		
	Produktivitas (BCM/jam)	EWH (jam)	Produksi (BCM)	Produktivitas (BCM/jam)	EWH (jam)	Produksi (BCM)
Komatsu PC2000	613,69	461	282.908,93	674,55	509	343.548,22
Komatsu PC2000	681,00	525	357.523,58	681,00	525	357.523,58
Komatsu PC1250	240,48	210	50.500,99	450,12	411	184.773,25
Komatsu PC1250	285,48	166	47.389,59	347,53	219	75.934,73
Cat 390FL	251,91	322	81.115,81	302,88	408	123.604,59

Tabel 4.11. Ketercapaian penggalian batubara setelah perbaikan

<i>Fleet</i>	Sebelum			Setelah		
	Produktivitas (ton/jam)	EWH (jam)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/jam)	EWH (jam)	Produksi (ton)
Cat 340D	221,16	384	84.926,65	229,56	400	91.799,34
Volvo EC480D	245,20	389	95.382,84	302,43	487	147.224,37
Volvo EC480D	202,59	353	71.512,52	258,66	452	116.915,85
Hitachi ZX350	44,34	99	4.389,48	173,07	412	71.304,62
Komatsu PC400	94,36	191	18.023,70	105,17	215	22.579,79

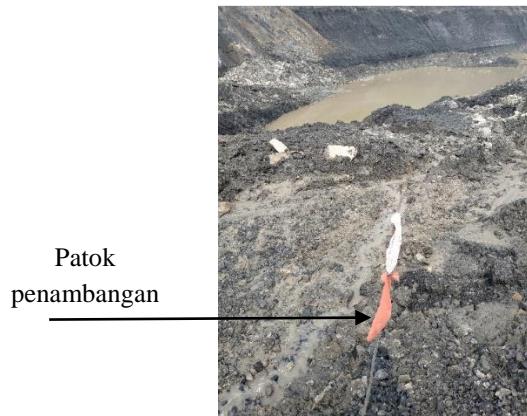
4.4.2. Meningkatkan Pengawasan

Penggalian yang melewati batas penggalian dari rencana mengindikasikan bahwa kurangnya pengawasan terhadap operator, terutama pada malam hari. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kelebihan penggalian pada bulan selanjutnya, pengawasan terhadap operator harus ditingkatkan. Upaya yang juga

dapat dilakukan adalah meningkatkan managemen alat gali muat dengan meminimalisir waktu-waktu hambatan kerja yang sebenarnya dapat dihindari. Misalnya meningkatkan kedisiplinan operator dengan cara memberi sanksi bila ada operator yang terlambat bekerja atau terlalu cepat berhenti bekerja dari jadwal kerja. Upaya yang dilakukan tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektifitas penggunaan alat gali muat.

4.4.3. Penambahan Patok Penambangan

Diperlukan penambahan patok penambangan pada daerah penambangan agar terjadi kesesuaian antara *mine plan design* dan realisasi di lapangan. Patok penambangan digunakan pada saat realisasi penggalian telah sesuai dengan rencana sehingga akan mengontrol kegiatan penggalian serta meminimalisir terjadinya kelebihan maupun kekurangan penggalian (Gambar 4.7).



Gambar 4.7. Patok Penambangan

Setelah dilakukan penambahan patok penambangan, perlu dilakukan pengecekan rutin setiap hari terhadap patok tersebut juga harus dilakukan agar patok yang bergeser, hilang ataupun hal lainnya yang membuat operator tidak melihat patok tersebut. Pengecekan dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi penggalian sudah sesuai dengan rencana. Pengecekan patok harus dilakukan secara teratur dan berkala sehingga semua patok ada pada posisinya dan sesuai dengan rencana. Hal ini akan berindikasi pada kegiatan penambangan yang terkontrol dan dapat mempermudah ketercapaian *mine plan design*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan yang ada, maka kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Ketercapaian penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019 adalah pengupasan *overburden* sebesar 89,15% dari 940.000 BCM yaitu 838.041,50 BCM terdiri dari *in of plan* sebesar 477.448,40 BCM, *overcut* 182.407,60 BCM, dan *undercut* 178.185,50 BCM serta penggalian batubara sebesar 117,96% dari 377.000 ton yaitu 444.712,75 ton terdiri dari *in of plan* sebesar 210.174,74 ton, *overcut* 185.103,69 ton, dan *undercut* 49.434,32 ton.
2. Beberapa faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* antara lain jumlah dan penempatan *fleet* tidak sesuai rencana, produktivitas yang lebih kecil dibanding rencana, *used of availability* (UA) alat gali muat yang rendah dan kurangnya pengawasan.
3. Dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terhadap rencana penambangan bulan selanjutnya adalah adanya sisa galian pengupasan *overburden* yang mengakibatkan bertambahnya beban penggalian batubara sehingga meningkatkan *stripping ratio* di bulan berikutnya.
4. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* untuk bulan berikutnya adalah:
 - a. Perbaikan waktu kerja efektif, yaitu dengan meningkatkan waktu kerja efektif alat gali muat tersebut dengan mengalokasikan waktu hambatan yang dapat diperbaiki seperti *wait for other unit*, tidak adanya operator dan *standby no job* ke EWH. Setelah dilakukan perbaikan waktu kerja efektif alat gali muat, didapatkan ketercapaian produksi pengupasan *overburden* sebesar 1.085.384,37 BCM (101,06 % dari 1.074.000 BCM)

sedangkan ketercapaian produksi penggalian batubara sebesar 449.823,97 ton (100,18% dari 449.000 ton).

- b. Peningkatan pengawasan terutama terhadap operator agar operasi penambangan dapat sesuai dengan *mine plan design* yang telah direncanakan.
- c. Penambahan patok penambangan yang hilang atau rusak sehingga perlu dilakukan pengecekan patok secara teratur dan berkala agar semua patok berada di posisinya dan sesuai dengan rencana penambangan

5.2. Saran

- 1. Diperlukan peningkatan pengawasan terhadap waktu *standby* seperti waktu tunggu operator dan sebagainya agar waktu kerja efektif dapat dimaksimalkan dengan baik sehingga produktivitas dari alat gali muat dapat terealisasi sesuai dengan rencana.
- 2. Pengaturan peletakan alat gali muat pada *front* pengupasan *overburden* maupun penggalian batubara disesuaikan berdasarkan rencana yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpiana. 2011. "Rancangan Desain Tambang PT. Bumi Bara Kencana di Desa Masaha Kec. Kapuas Hulu Kab. Kapuas Kalimantan Tengah". *Jurnal Media Bina Ilmiah Mataram*, 5(8) : 23-28.
- Arif, I. 2007. "Perencanaan Tambang". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Chabibi, F. dan Risono.2013."Rekonsiliasi Penambangan Antara Perencanaan Tambang Jangka Pendek dengan Realisasi Berdasarkan Block Model dan Peta Topografi Periode Semester 12013 di Site Tanjung Buli UPB Nikel Maluku Utara, PT. ANTAM (Persero) Tbk." *Prosiding TPT XXII Perhapi 2013*. Yogyakarta: PERHAPI.
- Ilahi, R.R., Ibrahim, E., dan Swardi, F.R., 2014. "Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat (*Excavator*) dan Alat Angkut (*Dump Truck*) pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 di Pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE". *Jurnal Ilmu Teknik*, 2 (3): 51-59
- Indonesianto, Y., 2005. "Pemindahan Tanah Mekanis". Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
- Indonesianto, Y., Rauf A., Kresno. 2017. "Perencanaan Tambang Terbuka". Modul disajikan dalam Pelatihan Perencanaan Tambang Terbuka, Hotel Melia Purosani, Yogyakarta, 19-20 Desember 2017.
- Kadir, E. 2008. "Pemindahan Tanah Mekanis". Palembang: Universitas Sriwijaya
- Komatsu Ltd. 2009. "Spesification and Application Handbook, 30th Edition". Komatsu, Ltd.
- Mincom. 2012. "Mincom MineScape". Brisbane: Mincom.
- Musmualim, Eddy I., dan Swardi, F.R., 2015. "Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Bulanan dengan Realisasi di Tambang Swakelola B2 PT. Bukit Asam (Persero), Tbk." *Jurnal Ilmu Teknik*, 3 (1): 32-41.
- Nabar, D. 1998. "Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat". Palembang: Universitas Sriwijaya
- Partanto. 1996. "Pemindahan Tanah Mekanis". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Pramana, G.D., Sudiyanto, A., Setyowati, I., dan Titisariwati, I., 2015. "Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT. Citra Tobindo

- Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi.” *Jurnal Teknologi Pertambangan, 1* (2): 61-68
- Prodjosumarto, P. 2004. “Pengantar Perencanaan Tambang”. Modul disajikan dalam Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung, Bandung, 30 Agustus-7 September 2004
- Simaremare, M. 2013. “Rekonsiliasi Bulanan Sebagai Metode Praktis untuk Mengetahui Ketidaksesuaian Antara Rencana Penambangan dan Kondisi Aktual, Studi Kasus Pit 4-7 Senakin Mine Site, PT. Arutmin Indonesia.” *Prosiding TPT XXII Perhapi 2013*. Yogyakarta: PERHAPI.
- Syahputra. 2012. Rekonsiliasi *Sequence* Penambangan Perencanaan Jangka Panjang dengan Kondisi Aktual Studi Kasus Pit Selatan Tambang Senakin PT. Arutmin Indonesia Periode Q4 2010 – Q3 201. *Prosiding TPT Perhapi 2012*. Jakarta: PERHAPI.
- Tenriajeng, A.T. 2003. “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jakarta: Penerbit Gunadarma
- Zega, R.A. 2016. ”Analisis Ketercapaian Perencanaan Tambang Berbasis Rekonsiliasi Blok Penambangan Untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 1.800.000 Ton Per Tahun Pada Kuari Pusar di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk”. Palembang: Universitas Sriwijaya.

Lampiran A. Daftar spesifikasi alat gali muat yang digunakan

1. Spesifikasi *Excavator Backhoe* Komatsu PC2000



Gambar A.1 Komatsu PC2000

Berat	: 200.000 kg
<i>Horsepower</i> (SAE J1995 Gross)	: 514 Kw
Kapasitas bucket	: 13,7 m ³ (<i>heaped</i>)
<i>Swing speed</i>	: 4,8 RPM
<i>Max travel speed</i>	: 3,2 km/jam (High)
Model mesin	: KOMATSU SAA6D170E-5
Kapasitas tangki bahan bakar	: 1.360 liter

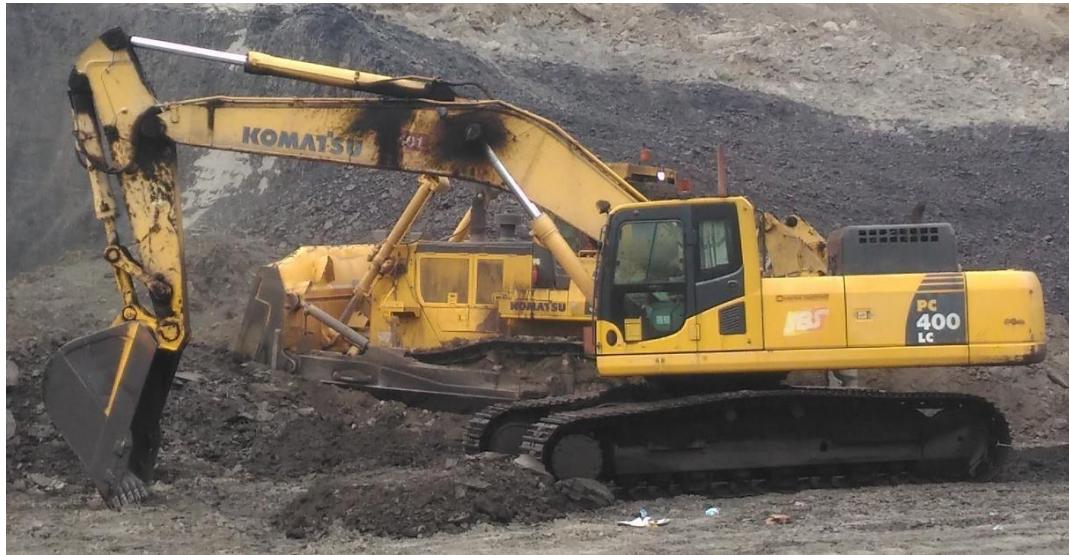
2. Spesifikasi *Excavator Backhoe* Komatsu PC1250



Gambar A.2 Komatsu PC1250

Berat	: 106.500 – 110.700 kg
<i>Heaped bucket capacity</i>	: 6,7 m ³ (SAE)
<i>Horsepower</i>	: 514 kW (Gross), 502 kW (Net)
<i>Max. bucket digging force</i>	: 479 kN
Model mesin	: Komatsu SAA6D170E-5
Tipe mesin	: 4-cycle, water cooled, direct injection
<i>Gradeability</i>	: 70%
<i>Maximum travel speed</i>	: 3,2 km/h (high)
Tangki bahan bakar	: 1.360 liter

3. Spesifikasi *Excavator Backhoe* Komatsu PC400



Gambar A.3 Komatsu PC400

Berat	: 44.190 kg
<i>Horsepower</i> (SAE J1995 Gross)	: 246 Kw
Kapasitas bucket (SAE)	: 3,2 m ³
Kecepatan swing	: 9,3 RPM
<i>Maximum travel speed</i>	: 5,5 km/jam (Hi)
Model mesin	: Komatsu SAA6D125E-3
<i>No. of cylinders</i>	: 6-125 x 150
<i>Hydraulic system</i>	: 2 x Variable piston
Kapasitas tangki bahan bakar	: 605 liter

4. Spesifikasi Excavator Backhoe Caterpillar CAT390F



Gambar A.4 Caterpillar CAT390F

Model	: Cat C18 ACERT
Berat	: 86.840 kg
Daya <i>Engine</i>	: 405 kW
Kapasitas <i>bucket</i> (SAE)	: 4,6 m ³
Kecepatan <i>swing</i>	: 6,2 RPM
<i>Maximum travel speed</i>	: 4,5 km/jam
Kapasitas tangki bahan bakar	: 1240 liter

5. Spesifikasi Excavator Backhoe Volvo EC480D



Gambar A.5 Volvo EC480D

Berat	: 48.600 kg
Kapasitas bucket	: 3,3 m ³
Mesin	: Volvo D13F
<i>Maximum drawbar pull</i>	: 13,3 m
<i>Maximum travel speed</i>	: 3,1 km/jam
Jangkauan maksimal (horizontal)	: 13,3 m
<i>Track width</i>	: 600 mm
<i>Transport length</i>	: 11,63 m
<i>Transport width</i>	: 3,44 m
<i>Transport height</i>	: 3,26 m
Tangki bahan bakar	: 685 liter

6. Spesifikasi Excavator Backhoe Caterpillar CAT340D



Gambar A.6 Caterpillar CAT340D

Berat	: 41.200 kg
Kapasitas bucket (<i>heaped</i>)	: 2,69 m ³
Model mesin	: C9 ACERT
Tenaga mesin (ISO 14396)	: 209 kW
<i>Rated engine</i>	: 1800 rpm
<i>Maximum travel speed</i>	: 4,85 km/jam
<i>Maximum drawbar pull</i>	: 300 kN
<i>Fuel tank capacity</i>	: 620 L

7. Spesifikasi Excavator Backhoe Hitachi ZX870



Gambar A.7 Hitachi ZX870

Model	: ZX870LC-5
Berat	: 80.800 kg
Daya <i>Engine</i>	: 397Kw (532HP)
Kapasitas <i>bucket</i> (SAE)	: 4,96 m ³
<i>Maximum travel speed</i>	: 4,7 km/jam
<i>Maximum drawbar pull</i>	: 57.240 kg
<i>Fuel tank capacity</i>	: 1110 L

8. Spesifikasi Excavator Backhoe Hitachi ZX350H



Gambar A.8 Hitachi ZX350H

Model	: ZX350LC-5
Berat	: 35.200 kg
Daya <i>Engine</i>	: 202 kW
Kapasitas <i>bucket</i> (SAE)	: 2,30 m ³
<i>Maximum travel speed</i>	: 5,0 km/jam
<i>Maximum drawbar pull</i>	: 29.200 kg
<i>Fuel tank capacity</i>	: 630 L

9. Spesifikasi Excavator Backhoe Sany SY500H



Gambar A.9 Sany SY500H

Model	: MTU OM470LA.E4-2
Berat	: 50.100 kg
Daya <i>Engine</i>	: 300 kW
Diameter	: 145mm
Kapasitas <i>bucket</i> (SAE)	: 2,20 m ³
<i>Transport length</i>	: 12,1 m
<i>Transport width</i>	: 3,5 m
<i>Transport height</i>	: 3,8 m

Lampiran B. *Swell factor* material

Tabel B.1. *Swell factor* berbagai mineral (*Earthworks Engineering Research Center*, 2010)

Material	<i>Swell factor</i>
Andesit	0,60
Basalt	0,61
Feldspar	0,60
Gabbro	0,60
Batuan beku	0,62
Batuan metamorf	0,70
Batuan sedimen	0,65
<i>Broken taprock</i>	0,67
Batubara (Bituminus)	0,74
<i>Dry gravel</i>	0,89
<i>Wet gravel</i>	0,88
<i>Dry sand</i>	0,79
<i>Wet sand</i>	0,84
Batu pasir	0,62
<i>Dry clay</i>	0,81
<i>Wet clay</i>	0,80
<i>Limestone</i>	0,61
<i>Gravel</i>	0,89
Pirit	0,85

Lampiran C. Data curah hujan bulan Oktober 2019 di Banko Barat

Tabel C.1. Perkiraan curah hujan Banko Barat tahun 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

Bulan	Banko Barat			
	Curah hujan (mm)	Jam hujan	Hari hujan	Frek. hujan
Januari	408.5	65.7	19	37
Februari	431.6	69.4	20	44
Maret	366.6	58.9	18	33
April	337.3	54.2	18	29
Mei	193.4	31.1	14	23
Juni	84.7	13.6	9	10
Juli	107.6	17.3	8	15
Agustus	75.6	12.2	8	12
September	144.3	23.2	9	15
Oktober	216.6	34.8	13	23
November	335.7	54.0	18	29
Desember	416.8	67.0	19	33
	3,118.6	501.5	172	304

Tabel C.2. Realisasi curah hujan Banko Barat bulan Oktober 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

Oktober	Banko Barat		
	Curah hujan (mm)	Jam hujan	Frek. hujan
Total	54.70	6.05	12.00

Lampiran D. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* yang digunakan di Pit 1 Utara

Tabel D.1. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC2000 (Ex-2001) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	10,92	13,85	6,35	2,17	33,29	0,55
2	9,68	9,25	5,36	3,88	28,17	0,47
3	17,15	9,35	3,51	6,34	36,35	0,61
4	10,55	10,25	4,14	4,70	29,64	0,49
5	14,48	11,04	3,75	5,93	35,20	0,59
6	13,82	8,33	4,27	5,40	31,82	0,53
7	11,82	9,65	5,68	4,63	31,78	0,53
8	10,99	10,47	4,21	6,60	32,27	0,54
9	8,90	7,97	4,07	4,72	25,66	0,43
10	10,46	7,57	4,95	5,50	28,48	0,47
11	12,01	10,27	4,26	9,75	36,29	0,60
12	15,85	7,08	4,69	7,28	34,90	0,58
13	10,65	7,31	5,79	6,20	29,95	0,50
14	12,94	7,55	5,48	4,46	30,43	0,51
15	12,68	7,10	4,63	7,72	32,13	0,54
16	13,95	7,97	6,55	4,20	32,67	0,54
17	10,05	10,18	5,40	7,19	32,82	0,55
18	8,71	10,67	4,70	9,43	33,51	0,56
19	16,48	8,92	3,77	8,79	37,96	0,63
20	11,71	10,83	4,61	6,61	33,76	0,56
21	10,99	8,65	3,98	6,25	29,87	0,50
22	10,70	9,57	6,29	6,65	33,21	0,55
23	13,50	10,11	4,68	9,08	37,37	0,62
24	14,92	8,85	4,56	9,38	37,71	0,63
25	11,55	9,57	4,78	6,62	32,52	0,54
26	10,63	8,15	4,72	4,92	28,42	0,47
27	7,37	8,17	4,20	5,40	25,14	0,42
28	9,49	9,35	4,09	5,36	28,29	0,47
29	12,48	7,97	4,48	7,07	32,00	0,53
30	9,90	9,35	4,57	5,95	29,77	0,50
Total					961,38	
Rata-rata					32,79	

Tabel D.2. Waktu Edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC2000 (Ex-2002) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	13,47	9,70	4,29	4,80	32,26	0,54
2	12,93	9,79	4,31	5,87	32,90	0,55
3	13,02	8,50	4,01	4,27	29,80	0,50
4	12,52	8,10	3,94	6,40	30,96	0,52

Lanjutan Tabel D.2.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
5	13,98	9,66	4,58	8,95	37,17	0,62
6	11,95	10,82	4,54	6,93	34,24	0,57
7	9,63	8,77	4,04	4,81	27,25	0,45
8	10,90	7,59	5,72	6,46	30,67	0,51
9	12,10	7,68	3,35	5,05	28,18	0,47
10	11,04	7,65	5,18	6,47	30,34	0,51
11	14,52	9,21	5,17	5,12	34,02	0,57
12	13,23	9,44	3,92	4,71	31,30	0,52
13	16,39	9,86	3,67	4,64	34,56	0,58
14	10,13	10,84	3,27	4,60	28,84	0,48
15	7,91	8,34	3,43	4,24	23,92	0,40
16	10,81	7,55	5,12	5,01	28,49	0,47
17	12,61	10,85	5,01	8,84	37,31	0,62
18	13,82	8,38	4,17	5,60	31,97	0,53
19	10,70	9,28	4,59	4,49	29,06	0,48
20	8,39	11,52	4,78	6,95	31,64	0,53
21	10,20	9,34	3,60	5,33	28,47	0,47
22	12,99	9,85	4,05	4,72	31,61	0,53
23	13,81	9,87	4,30	4,80	32,78	0,55
24	10,45	9,86	4,66	7,38	32,35	0,54
25	15,95	10,02	5,90	3,95	35,82	0,60
26	12,20	9,58	4,75	8,39	34,92	0,58
27	14,38	10,91	5,00	7,74	38,03	0,63
28	14,01	9,12	5,64	3,46	32,23	0,54
29	9,47	10,28	4,77	3,49	28,01	0,47
30	10,82	7,90	3,49	5,33	27,54	0,46
Total					946,64	
Rata-rata					32,34	

Tabel D.3. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Komatsu PC1250 (Ex1003) untuk overburden

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,97	6,66	2,53	4,49	23,65	0,39
2	10,25	5,93	2,65	5,48	24,31	0,41
3	12,89	5,82	2,63	4,08	25,42	0,42
4	11,08	2,55	2,63	3,12	19,38	0,32
5	7,31	5,21	3,01	3,57	19,10	0,32
6	8,67	5,47	2,20	5,90	22,24	0,37
7	8,25	4,81	2,27	4,92	20,25	0,34
8	9,35	5,03	2,59	3,70	20,67	0,34
9	8,20	5,75	3,35	5,43	22,73	0,38
10	7,85	4,90	3,11	5,88	21,74	0,36
11	8,38	6,51	3,14	4,87	22,90	0,38
12	9,05	8,08	2,90	4,70	24,73	0,41
13	9,93	7,26	2,98	4,94	25,11	0,42
14	8,48	7,85	2,88	3,59	22,80	0,38

Lanjutan Tabel D.3.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
15	8,23	7,55	2,68	4,54	23,00	0,38
16	9,37	4,15	3,83	3,93	21,28	0,35
17	9,95	6,22	2,71	4,12	23,00	0,38
18	10,58	5,24	3,19	5,44	22,67	0,38
19	10,65	6,88	3,23	4,39	25,15	0,42
20	12,08	7,17	2,47	6,91	19,72	0,33
21	10,97	5,82	2,38	3,59	24,45	0,41
22	8,22	5,15	3,80	6,84	19,13	0,32
23	8,42	7,47	2,63	4,15	24,01	0,40
24	8,31	6,40	4,90	6,67	26,28	0,44
25	8,05	3,84	3,64	3,60	19,13	0,32
26	8,27	6,73	3,22	4,15	22,37	0,37
27	9,25	6,17	4,31	5,60	25,33	0,42
28	8,26	5,92	2,37	4,14	22,76	0,38
29	7,68	5,31	2,83	3,90	20,69	0,34
30	10,82	5,20	2,84	5,48	24,34	0,41
Total					678,34	
Rata-rata					23,40	

Tabel D.4. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC1250 (Ex1005) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	13,12	6,32	3,39	3,79	26,62	0,44
2	8,48	7,80	2,62	3,68	22,58	0,38
3	12,50	7,28	2,59	3,15	25,52	0,43
4	10,46	6,57	2,54	4,75	24,32	0,41
5	6,18	5,01	2,83	3,38	17,40	0,29
6	8,42	6,07	3,00	4,25	21,74	0,36
7	6,98	5,94	2,15	6,40	21,47	0,36
8	8,15	5,14	3,12	3,86	20,27	0,34
9	11,48	4,83	3,32	3,75	23,38	0,39
10	6,45	5,66	2,15	4,56	18,82	0,31
11	6,79	5,77	2,90	3,49	18,95	0,32
12	7,48	7,16	2,48	2,96	20,08	0,33
13	9,93	7,26	2,98	4,94	25,11	0,42
14	8,48	7,85	2,88	3,59	22,80	0,38
15	8,23	7,55	2,68	4,54	23,00	0,38
16	9,37	4,15	3,83	3,93	21,28	0,35
17	9,95	6,22	2,71	4,12	23,00	0,38
18	8,42	7,47	2,63	4,15	22,67	0,38
19	10,65	6,88	3,23	4,39	25,15	0,42
20	7,55	6,76	3,24	5,47	23,02	0,38
21	10,58	5,24	3,19	5,44	24,45	0,41
22	8,07	4,90	3,03	5,75	21,75	0,36
23	8,22	5,15	3,80	6,84	24,01	0,40
24	8,31	6,40	4,90	6,67	26,28	0,44

Lanjutan Tabel D.4.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
25	9,08	7,17	2,47	6,91	25,63	0,43
26	7,16	6,54	2,51	6,06	22,27	0,37
27	8,51	7,46	2,11	5,95	24,03	0,40
28	10,97	5,82	2,38	3,59	22,76	0,38
29	8,26	5,92	2,37	4,14	20,69	0,34
30	9,11	6,23	2,43	4,70	22,47	0,37
Total					681,52	
Rata-rata					22,91	

Tabel D.5. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* CAT 390F (EX-1009) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	10,40	6,94	2,72	3,72	23,78	0,40
2	7,74	6,81	3,44	7,73	25,72	0,43
3	10,78	3,29	2,85	6,90	23,82	0,40
4	7,25	7,70	2,91	5,46	23,32	0,39
5	10,59	5,67	2,85	5,75	24,86	0,41
6	10,56	5,59	2,85	3,74	22,74	0,38
7	13,40	4,18	3,17	4,67	25,42	0,42
8	10,57	6,10	3,73	4,82	25,22	0,42
9	10,81	5,44	3,43	5,09	24,77	0,41
10	8,67	7,34	3,06	4,45	23,52	0,39
11	9,97	6,60	2,80	4,80	24,17	0,40
12	10,82	6,86	3,07	4,29	25,04	0,42
13	7,65	7,95	2,80	4,65	23,05	0,38
14	10,88	6,10	3,15	4,61	24,74	0,41
15	10,66	5,28	2,79	4,47	23,20	0,39
16	9,48	6,93	3,47	5,47	25,35	0,42
17	8,41	5,49	3,50	5,90	23,30	0,39
18	10,35	6,17	3,83	4,77	25,12	0,42
19	10,32	5,12	3,65	6,30	25,39	0,42
20	6,97	4,96	3,27	3,06	18,26	0,30
21	10,29	7,17	4,36	3,72	25,54	0,43
22	9,65	6,25	3,15	6,02	25,07	0,42
23	9,63	6,88	3,24	5,65	25,40	0,42
24	9,15	5,90	3,60	7,48	26,13	0,44
25	9,18	6,65	4,67	5,35	25,85	0,43
26	9,58	6,90	3,85	5,60	25,93	0,43
27	10,22	6,25	3,20	5,17	24,84	0,41
28	11,27	5,86	2,82	5,77	25,72	0,43
29	11,20	6,07	2,93	5,62	25,82	0,43
30	9,41	7,99	3,67	4,75	25,82	0,43
Total					736,91	
Rata-rata					22,97	

Tabel D.6. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Hitachi ZX870 (Ex08-005) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	7,68	7,30	2,60	4,15	21,73	0,36
2	11,92	6,75	2,67	4,61	25,95	0,43
3	10,27	6,74	2,68	4,79	24,48	0,41
4	9,68	7,02	4,10	5,66	26,46	0,44
5	9,19	6,75	3,73	5,44	25,11	0,42
6	9,48	6,12	4,06	5,44	25,10	0,42
7	8,38	6,69	4,53	4,00	23,60	0,39
8	11,82	6,86	2,92	4,97	26,57	0,44
9	11,36	6,71	3,11	3,00	24,18	0,40
10	11,44	5,35	2,73	4,85	24,37	0,41
11	9,70	5,04	3,14	5,24	23,12	0,39
12	7,00	5,34	3,24	4,07	19,65	0,33
13	7,87	6,90	4,67	6,10	25,54	0,43
14	7,78	7,49	4,18	3,82	23,27	0,39
15	11,19	5,40	2,91	5,79	25,29	0,42
16	8,95	6,57	3,81	6,24	25,57	0,43
17	10,41	6,54	4,69	4,51	26,15	0,44
18	8,40	6,40	3,32	5,48	23,60	0,39
19	7,88	6,20	3,42	6,49	23,99	0,40
20	10,55	6,55	4,60	4,60	26,30	0,44
21	9,28	6,57	2,99	6,91	25,75	0,43
22	11,13	4,80	4,07	4,24	24,24	0,40
23	9,53	5,58	2,55	6,15	23,81	0,40
24	9,63	5,67	3,35	5,79	24,44	0,41
25	8,06	5,09	5,00	5,90	24,05	0,40
26	9,40	5,00	3,27	5,75	23,42	0,39
27	8,52	6,01	4,65	5,67	24,85	0,41
28	9,81	6,06	3,81	5,92	25,60	0,43
29	9,23	6,67	3,89	5,21	25,00	0,42
30	9,08	5,24	3,99	4,20	22,51	0,38
Total					733,70	
Rata-rata					23,79	

Tabel D.7. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe CAT 340D (Ex4007) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,55	5,32	4,01	4,63	23,51	0,39
2	11,02	5,12	3,58	3,01	22,73	0,38
3	9,21	6,39	2,58	4,94	23,12	0,39
4	8,41	6,32	2,84	5,02	22,59	0,38
5	9,12	4,04	3,53	5,12	21,81	0,36
6	9,41	5,21	3,88	4,78	23,28	0,39
7	8,02	4,45	4,21	4,53	21,21	0,35
8	9,04	5,21	5,04	3,53	22,82	0,38
9	8,41	4,62	3,89	3,01	19,93	0,33

Lanjutan Tabel D.7.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
10	7,54	7,17	4,12	3,50	22,33	0,37
11	9,02	5,98	3,04	4,76	22,80	0,38
12	9,64	4,65	4,18	3,52	21,99	0,37
13	9,21	6,67	3,90	4,12	23,90	0,40
14	10,02	5,32	3,76	4,21	23,31	0,39
15	9,42	5,89	2,76	4,71	22,78	0,38
16	8,52	6,53	2,92	5,12	23,09	0,38
17	9,41	5,75	2,63	5,65	23,44	0,39
18	9,01	6,02	2,64	5,87	23,54	0,39
19	7,03	4,12	3,48	3,21	17,84	0,30
20	9,54	6,12	4,78	3,52	23,96	0,40
21	10,32	4,12	4,51	4,10	23,05	0,38
22	10,35	6,21	2,67	3,87	23,10	0,39
23	9,78	4,55	3,65	3,21	21,19	0,35
24	7,46	8,12	3,33	4,02	22,93	0,38
25	7,98	5,12	4,65	5,21	22,96	0,38
26	9,53	5,95	3,02	4,70	23,20	0,39
27	10,58	5,25	3,54	3,84	23,21	0,39
28	8,42	5,98	3,63	4,44	22,47	0,37
29	11,54	4,56	3,01	4,52	23,63	0,39
30	8,21	5,35	3,65	5,82	23,03	0,38
Total					678,75	
Rata-rata					21,51	

Tabel D.8. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe CAT 340D (Ex4005) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	7,54	5,17	2,48	5,62	20,81	0,35
2	8,87	5,35	3,37	5,68	23,27	0,39
3	7,25	6,00	2,57	4,58	20,40	0,34
4	9,45	4,04	4,66	4,06	22,21	0,37
5	7,54	7,39	3,50	5,63	24,06	0,40
6	7,40	7,17	2,92	5,43	22,92	0,38
7	8,05	4,80	3,94	4,85	21,64	0,36
8	9,23	5,02	4,51	4,51	23,27	0,39
9	9,55	8,28	0,48	5,32	23,63	0,39
10	10,65	6,94	3,21	3,15	23,95	0,40
11	10,56	5,25	3,98	3,55	23,34	0,39
12	8,82	6,03	3,37	4,70	22,92	0,38
13	9,60	4,87	4,88	4,08	23,43	0,39
14	9,50	6,34	3,31	3,88	23,03	0,38
15	7,67	6,47	4,15	5,19	23,48	0,39
16	8,78	5,65	4,72	4,34	23,49	0,39
17	8,31	6,80	5,04	3,33	23,48	0,39
18	10,52	4,06	2,84	5,82	23,24	0,39

Lanjutan Tabel D.8.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
19	6,17	4,12	3,00	3,95	17,24	0,29
20	8,45	6,93	2,76	5,53	23,67	0,39
21	9,86	4,55	2,32	4,32	21,05	0,35
22	9,01	4,56	4,81	3,56	21,94	0,37
23	9,38	5,91	3,32	5,07	23,68	0,39
24	9,36	4,45	2,73	5,85	22,39	0,37
25	11,86	4,02	2,56	5,31	23,75	0,40
26	9,05	6,95	4,00	3,80	23,80	0,40
27	7,60	6,02	3,25	5,75	22,62	0,38
28	8,63	6,54	2,37	3,53	21,07	0,35
29	9,23	5,87	2,54	4,11	21,75	0,36
30	9,57	5,25	2,90	4,48	22,20	0,37
Total					677,73	
Rata-rata					21,32	

Tabel D.9. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Volvo EC480D (Au03) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,35	4,97	2,30	3,38	20,00	0,33
2	9,59	4,71	2,04	3,25	19,59	0,33
3	7,49	5,19	2,10	2,69	17,47	0,29
4	5,63	4,80	2,75	2,96	16,14	0,27
5	7,18	5,03	4,14	3,10	19,45	0,32
6	5,50	3,55	3,15	4,18	16,38	0,27
7	7,36	6,72	2,95	2,69	19,72	0,33
8	8,50	4,17	3,04	2,77	18,48	0,31
9	7,12	6,25	2,36	3,28	19,01	0,32
10	6,30	5,39	2,90	2,50	17,09	0,28
11	7,26	5,43	2,97	3,09	18,75	0,31
12	6,20	4,08	3,05	2,91	16,24	0,27
13	7,02	5,56	4,70	3,69	20,97	0,35
14	7,20	4,29	4,76	3,20	19,45	0,32
15	6,85	5,10	2,71	2,63	17,29	0,29
16	5,95	4,87	2,68	4,11	17,61	0,29
17	6,37	4,76	2,43	2,98	16,54	0,28
18	7,00	5,92	4,38	4,00	21,30	0,36
19	7,79	3,51	4,62	3,90	19,82	0,33
20	8,36	5,28	2,28	2,47	18,39	0,31
21	7,19	3,59	2,64	3,04	16,46	0,27
22	6,44	4,13	2,75	2,83	16,15	0,27
23	6,45	4,54	2,90	3,89	17,78	0,30
24	9,53	5,48	2,48	2,67	20,16	0,34
25	6,03	4,19	3,50	2,95	16,67	0,28
26	5,71	3,64	3,37	3,39	16,11	0,27
27	6,17	4,93	1,92	3,33	16,35	0,27
28	8,82	4,74	1,86	4,02	19,44	0,32

Lanjutan Tabel D.9.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
29	7,18	5,12	3,17	3,50	18,97	0,32
30	7,95	5,05	2,10	4,23	19,33	0,32
			Total		547,11	
			Rata-rata		19,23	

Tabel D.10. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Volvo EC480D (Au04) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,90	2,93	3,62	2,64	19,09	0,32
2	10,62	2,27	4,43	2,53	19,85	0,33
3	9,15	3,25	3,67	3,43	19,50	0,33
4	7,73	3,96	3,79	3,06	18,54	0,31
5	7,70	3,68	4,14	3,33	18,85	0,31
6	6,39	3,53	5,41	2,01	17,34	0,29
7	6,58	3,95	3,28	2,96	16,77	0,28
8	10,95	3,84	3,18	2,47	20,44	0,34
9	8,72	4,08	2,88	2,84	18,52	0,31
10	9,02	5,19	4,14	3,75	22,10	0,37
11	5,55	4,18	5,39	1,90	17,02	0,28
12	6,23	3,70	3,38	4,52	17,83	0,30
13	6,21	3,89	2,97	3,08	16,15	0,27
14	8,21	3,52	3,34	2,81	17,88	0,30
15	8,09	3,77	2,28	2,89	17,03	0,28
16	8,39	3,93	3,47	2,62	18,41	0,31
17	8,09	4,47	3,86	3,01	19,43	0,32
18	9,07	3,95	3,17	4,58	20,77	0,35
19	7,48	3,69	4,51	3,98	19,66	0,33
20	9,63	3,77	4,00	2,56	19,96	0,33
21	9,84	4,36	4,62	2,77	21,59	0,36
22	7,32	4,58	3,60	3,62	19,12	0,32
23	11,60	3,97	2,76	3,48	21,81	0,36
24	8,86	3,58	3,25	2,63	18,32	0,31
25	8,77	3,00	3,35	2,20	17,32	0,29
26	7,50	3,20	3,53	2,62	16,85	0,28
27	7,32	3,53	3,18	2,17	16,20	0,27
28	7,63	3,75	3,97	2,03	17,38	0,29
29	8,30	3,93	3,34	3,75	19,32	0,32
30	7,25	3,22	3,07	3,76	17,30	0,29
			Total		560,35	
			Rata-rata		19,72	

Tabel D.11. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Hitachi ZX350H (Ex-2054) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	7,54	5,17	2,48	5,62	20,81	0,35
2	8,87	5,35	3,37	5,68	23,27	0,39
3	7,25	6,00	2,57	4,58	20,40	0,34
4	10,45	4,04	4,66	4,06	23,21	0,39
5	7,54	7,39	3,50	5,58	24,01	0,40
6	7,40	7,17	2,92	5,43	22,92	0,38
7	8,05	4,80	3,94	4,85	21,64	0,36
8	10,23	4,02	4,51	3,51	22,27	0,37
9	9,55	8,28	0,48	5,32	23,63	0,39
10	10,65	6,94	3,21	3,15	23,95	0,40
11	10,56	5,25	3,98	3,55	23,34	0,39
12	8,82	4,03	3,37	3,70	19,92	0,33
13	10,60	4,87	4,88	3,08	23,43	0,39
14	9,50	6,34	3,31	3,88	23,03	0,38
15	7,67	6,47	4,15	5,19	23,48	0,39
16	9,78	5,65	3,72	4,34	23,49	0,39
17	9,31	6,80	4,04	3,33	23,48	0,39
18	9,52	4,06	2,84	3,82	20,24	0,34
19	6,17	4,12	2,00	4,95	17,24	0,29
20	8,45	6,93	2,76	5,53	23,67	0,39
21	12,86	4,55	2,32	4,32	24,05	0,40
22	10,01	4,56	4,81	3,56	22,94	0,38
23	9,38	5,91	3,32	4,07	22,68	0,38
24	10,36	4,45	2,73	3,85	21,39	0,36
25	11,86	4,02	2,56	5,31	23,75	0,40
26	9,05	6,95	4,00	3,80	23,80	0,40
27	7,60	4,02	3,25	3,75	18,62	0,31
28	9,63	6,54	2,37	3,53	22,07	0,37
29	9,23	5,87	2,54	4,11	21,75	0,36
30	9,57	5,25	2,90	4,48	22,20	0,37
Total					670,68	
Rata-rata					21,32	

Tabel D.12. Waktu Edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Sany 500H (01) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	6,29	5,76	2,97	3,73	18,75	0,31
2	5,60	5,28	2,77	3,20	16,85	0,28
3	5,57	5,52	3,76	4,08	18,93	0,32
4	9,95	6,16	3,23	4,10	23,44	0,39
5	8,32	7,83	2,40	4,93	23,48	0,39
6	8,76	5,70	3,19	3,80	21,45	0,36
7	7,92	6,17	4,13	5,97	24,19	0,40
8	6,10	4,43	2,50	5,58	18,61	0,31
9	6,83	6,61	3,93	6,49	23,86	0,40

Lanjutan Tabel D.12.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
10	7,91	7,56	3,39	5,26	24,12	0,40
11	6,62	6,03	4,48	4,26	21,39	0,36
12	8,85	6,86	3,43	5,87	25,01	0,42
13	8,10	6,46	3,89	6,09	24,54	0,41
14	5,53	4,95	2,86	3,53	16,87	0,28
15	6,09	5,78	2,91	3,88	18,66	0,31
16	5,14	4,79	3,17	2,83	15,93	0,27
17	5,63	5,50	2,63	3,49	17,25	0,29
18	7,65	4,60	4,41	3,13	19,79	0,33
19	6,21	4,29	3,37	3,10	16,97	0,28
20	4,76	4,00	3,24	3,55	15,55	0,26
21	4,98	3,36	3,74	3,70	15,78	0,26
22	6,18	4,93	2,61	3,43	17,15	0,29
23	7,20	6,30	2,87	5,90	22,27	0,37
24	7,13	4,73	3,03	4,95	19,84	0,33
25	9,64	5,96	4,39	4,97	24,96	0,42
26	7,46	6,05	3,11	6,05	22,67	0,38
27	8,30	6,49	3,21	6,34	24,34	0,41
28	7,13	5,98	3,42	5,41	21,94	0,37
29	7,41	4,31	3,54	4,31	19,57	0,33
30	8,04	4,24	3,24	4,25	19,77	0,33
Total					613,93	
Rata-rata					21,20	

Tabel D.13. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC400 (Ex3034) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	6,3	5,96	4,17	4,2	20,63	0,34
2	6,99	6,1	2,7	3,67	19,46	0,32
3	7,89	5,35	3,45	3,46	20,15	0,34
4	8,18	4,94	4,44	3,42	20,98	0,35
5	10,67	4,09	3,96	3,28	22,00	0,37
6	9,4	5,64	3,13	2,71	20,88	0,35
7	9,44	5,2	2,57	3,8	21,01	0,35
8	8,77	5,34	3,16	3,53	20,80	0,35
9	8,98	5,69	3,21	4,58	22,46	0,37
10	7,89	4,92	3,98	4,1	20,89	0,35
11	8,39	4,25	4,33	3,63	20,60	0,34
12	8,08	6,66	3,21	3,24	21,19	0,35
13	8,4	6,89	3,94	3,4	22,63	0,38
14	10,66	6,67	2,79	2,65	22,77	0,38
15	9,2	5,06	2,56	2,42	19,24	0,32
16	10,09	5,13	3,55	3,3	22,07	0,37
17	10,88	5,04	3,55	3,76	23,23	0,39
18	9,03	5,57	4,83	3,75	23,18	0,39
19	9,32	4,91	3,52	3,91	21,66	0,36

Lanjutan Tabel D.13.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
20	11,55	4,33	2,69	3,17	21,74	0,36
21	9,9	5,89	2,65	3,17	21,61	0,36
22	7,03	4,06	3,9	4,36	19,35	0,32
23	8,4	6,89	3,94	3,3	22,53	0,38
24	8,2	5,06	2,56	2,42	18,24	0,30
25	10,03	6,03	2,83	4,14	23,03	0,38
26	8,32	5,91	3,52	3,91	21,66	0,36
27	9,81	5,12	3,47	4,11	22,51	0,38
28	9,9	5,89	2,65	3,13	21,57	0,36
29	10,02	5,86	2,97	2,75	21,60	0,36
30	7,65	5,96	3,24	4,62	21,47	0,36
Total					641,14	
Rata-rata					21,24	

Tabel D.14. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Komatsu PC400 (Ex401) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	6,9	4,64	2,64	3,22	17,40	0,29
2	7,02	4,94	3,65	3,25	18,86	0,31
3	7,53	5,21	3,96	3,2	19,90	0,33
4	9,32	5,34	3,65	5,63	23,94	0,40
5	10,64	5,21	2,64	3,28	21,77	0,36
6	9,54	4,33	2,96	3,5	20,33	0,34
7	10,54	5,21	3,65	2,53	21,93	0,37
8	10,64	6,41	3,94	3,17	24,16	0,40
9	8,42	5,04	3,76	3,3	20,52	0,34
10	8,53	5,63	3,32	3,63	21,11	0,35
11	9,24	5,42	4,65	3,54	22,85	0,38
12	10,03	5,91	2,56	2,65	21,15	0,35
13	10,53	5,06	3,64	3,05	22,28	0,37
14	7,53	4,65	3,33	3,91	19,42	0,32
15	8,76	5,57	5,52	3,62	23,47	0,39
16	9,35	6,66	2,56	4,16	22,73	0,38
17	7,65	5,64	3,06	4,12	20,47	0,34
18	8,76	5,67	3,55	3,01	20,99	0,35
19	9,43	4,21	4,64	4,65	22,93	0,38
20	10,02	6,41	3,45	3,13	23,01	0,38
21	10,54	5,12	3,52	4,53	23,71	0,40
22	8,21	6,3	2,57	3,53	20,61	0,34
23	9,53	5,21	4,76	3,75	23,25	0,39
24	8,41	6,01	3,24	3,79	21,45	0,36
25	7,64	4,92	2,65	4,6	19,81	0,33
26	9,42	6,89	3,94	3,46	23,71	0,40
27	9,81	4,65	3,52	2,42	20,40	0,34
28	9,42	6,69	4,33	3,97	24,41	0,41
29	10,34	6,67	2,65	4,65	24,31	0,41

Lanjutan Tabel D.14.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
30	10,65	5,89	3,47	3,4	23,41	0,39
				Total	654,29	
				Rata-rata	21,60	

Tabel D.15. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe CAT 390F (EX-1009) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,36	5,12	3,98	5,67	24,13	0,40
2	10,42	5,39	3,37	4,53	23,71	0,40
3	9,23	4,62	3,57	4,76	22,18	0,37
4	8,87	6,32	3,76	4,12	23,07	0,38
5	9,50	5,35	3,21	5,12	23,18	0,39
6	9,45	4,04	4,66	5,87	24,02	0,40
7	7,54	7,17	4,88	4,94	24,53	0,41
8	9,86	5,21	5,04	4,71	24,82	0,41
9	9,05	8,12	0,48	5,21	22,86	0,38
10	7,60	6,47	4,15	4,01	22,23	0,37
11	9,57	5,12	3,31	3,52	21,52	0,36
12	8,65	6,53	4,81	4,64	24,63	0,41
13	10,23	4,65	3,94	4,52	23,34	0,39
14	10,38	6,32	3,50	3,87	24,07	0,40
15	10,31	6,75	2,37	5,02	24,45	0,41
16	7,67	6,02	3,92	4,44	22,05	0,37
17	10,52	6,98	2,73	3,53	23,76	0,40
18	8,45	4,12	3,21	5,82	21,60	0,36
19	8,17	6,12	3,48	4,21	21,98	0,37
20	9,78	5,21	4,72	5,02	24,73	0,41
21	10,65	4,55	4,51	4,53	24,24	0,40
22	10,56	4,56	3,32	3,52	21,96	0,37
23	9,01	6,67	3,37	4,65	23,70	0,40
24	8,40	4,45	3,12	5,65	21,62	0,36
25	8,54	4,12	4,00	5,12	21,78	0,36
26	10,82	6,95	2,54	3,84	24,15	0,40
27	10,41	4,98	3,32	4,85	23,56	0,39
28	7,25	6,21	3,84	4,50	21,80	0,36
29	10,60	5,89	2,90	4,10	23,49	0,39
30	8,05	5,25	3,56	5,21	22,07	0,37
				Total	695,23	
				Rata-rata	23,51	

Tabel D.16. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* CAT 340D (Ex4007) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,42	5,21	3,46	4,53	22,62	0,38
2	11,02	5,12	3,58	3,01	22,73	0,38
3	9,21	6,39	2,58	4,94	23,12	0,39
4	8,41	6,32	2,84	5,02	22,59	0,38
5	9,12	4,04	3,53	5,12	21,81	0,36
6	9,56	5,75	3,32	4,28	22,91	0,38
7	9,02	5,45	3,21	3,30	20,98	0,35
8	10,04	5,21	3,04	4,53	22,82	0,38
9	8,41	3,62	3,89	3,01	18,93	0,32
10	7,54	7,17	4,12	3,50	22,33	0,37
11	9,02	5,98	3,04	4,76	22,80	0,38
12	10,64	4,65	4,18	3,52	22,99	0,38
13	9,21	5,67	3,90	4,12	22,90	0,38
14	9,02	6,32	3,76	4,21	23,31	0,39
15	9,42	5,89	2,76	4,71	22,78	0,38
16	8,52	6,53	2,92	5,12	23,09	0,38
17	9,41	6,75	2,63	4,65	23,44	0,39
18	9,01	6,02	2,64	5,87	23,54	0,39
19	7,64	4,12	3,08	6,74	21,58	0,36
20	9,54	5,12	4,78	3,52	22,96	0,38
21	10,32	4,12	4,51	4,10	23,05	0,38
22	10,35	6,21	2,67	3,87	23,10	0,39
23	11,78	4,55	3,65	3,21	23,19	0,39
24	7,46	6,12	3,33	5,02	21,93	0,37
25	7,98	5,12	4,65	5,21	22,96	0,38
26	9,53	5,95	3,02	4,70	23,20	0,39
27	10,58	5,25	3,54	3,84	23,21	0,39
28	8,42	5,98	3,63	4,44	22,47	0,37
29	9,54	5,56	3,01	4,52	22,63	0,38
30	8,21	5,35	3,65	5,82	23,03	0,38
Total					679,00	
Rata-rata					21,70	

Tabel D.17. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC2000 (Ex-2001) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	13,47	9,70	4,29	4,80	32,26	0,54
2	12,93	9,79	4,31	5,87	32,90	0,55
3	13,02	8,50	4,01	5,27	30,80	0,51
4	12,52	8,10	3,94	6,40	30,96	0,52
5	12,98	8,66	4,53	6,95	33,12	0,55
6	11,95	10,82	4,54	6,93	34,24	0,57
7	10,63	8,77	4,04	7,81	31,25	0,52
8	10,90	7,59	5,72	6,46	30,67	0,51

Lanjutan Tabel D.17.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
9	12,10	7,68	4,35	7,05	31,18	0,52
10	11,04	7,65	5,18	6,47	30,34	0,51
11	14,52	9,21	5,17	5,12	34,02	0,57
12	13,23	9,44	3,92	4,71	31,30	0,52
13	16,39	9,86	4,67	4,64	35,56	0,59
14	10,13	10,84	4,27	4,60	29,84	0,50
15	10,91	8,34	3,43	7,24	29,92	0,50
16	10,81	7,55	5,12	5,01	28,49	0,47
17	14,61	9,85	5,01	8,84	38,31	0,64
18	13,82	8,38	4,17	5,60	31,97	0,53
19	10,70	9,28	4,59	4,49	29,06	0,48
20	11,39	11,52	4,78	6,95	34,64	0,58
21	10,20	9,34	4,60	5,33	29,47	0,49
22	12,99	9,85	4,05	5,72	32,61	0,54
23	13,81	9,87	4,30	6,80	34,78	0,58
24	10,45	9,86	4,66	7,38	32,35	0,54
25	15,95	10,02	5,90	7,95	39,82	0,66
26	12,20	9,58	4,75	8,39	34,92	0,58
27	14,38	8,91	5,00	7,74	36,03	0,60
28	14,01	9,12	5,64	6,46	35,23	0,59
29	11,47	10,28	4,77	7,49	34,01	0,57
30	10,82	7,90	4,49	6,33	29,54	0,49
Total					979,59	
Rata-rata					35,26	

Tabel D.18. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC1250 (Ex1003) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	10,12	6,32	3,39	3,79	23,62	0,39
2	8,48	7,80	2,62	3,68	22,58	0,38
3	10,50	4,28	3,59	3,15	21,52	0,36
4	10,46	6,57	2,54	4,75	24,32	0,41
5	8,18	5,01	3,83	4,38	21,40	0,36
6	8,42	6,07	3,00	4,25	21,74	0,36
7	6,98	5,94	2,15	6,40	21,47	0,36
8	9,15	6,14	3,12	5,86	24,27	0,40
9	11,48	4,83	3,32	3,75	23,38	0,39
10	8,45	6,66	3,15	5,56	23,82	0,40
11	8,79	5,77	3,90	4,49	22,95	0,38
12	8,48	7,16	2,48	4,96	23,08	0,38
13	9,93	6,26	2,98	4,94	24,11	0,40
14	8,48	7,85	2,88	3,59	22,80	0,38
15	8,23	7,55	2,68	4,54	23,00	0,38
16	9,37	4,15	3,83	3,93	21,28	0,35
17	9,95	6,22	2,71	4,12	23,00	0,38
18	8,42	7,47	2,63	4,15	22,67	0,38

Lanjutan Tabel D.18.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
19	9,65	6,88	3,23	4,39	24,15	0,40
20	7,55	6,76	3,24	5,47	23,02	0,38
21	10,58	5,24	3,19	5,44	24,45	0,41
22	8,07	4,90	3,03	5,75	21,75	0,36
23	8,22	5,15	3,80	6,84	24,01	0,40
24	8,31	6,40	3,90	5,67	24,28	0,40
25	9,08	6,17	2,47	5,91	23,63	0,39
26	11,16	7,54	3,51	6,06	28,27	0,47
27	8,51	7,46	2,11	5,95	24,03	0,40
28	10,97	5,82	2,38	3,59	22,76	0,38
29	9,26	5,92	2,37	4,14	21,69	0,36
30	9,11	6,23	2,43	4,70	22,47	0,37
Total					695,52	
Rata-rata					25,47	

Lampiran E. Jam kerja dan ketersediaan (*availability*) alat gali muat di Pit 1 Utara pada bulan Oktober 2019

Tabel E.1. Jam kerja alat gali muat *overburden* (Departemen *Engineering* PT SBS, 2019)

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Komatsu PC2000 (Ex2001)	487	461	216	41
Komatsu PC2000 (Ex2002)	533	525	190	21
Komatsu PC1250 (Ex1003)	230	210	308	180
Komatsu PC1250 (Ex1005)	277	166	150	317
Cat 390FL (Ex1009)	429	322	233	82
Hitachi ZX870 (Ex08-005)	127	126	263	354
Cat 340D (Ex4007)	163	57	92	8

Data pada Tabel E.1 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden* (Tabel E.2) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization- EU*).

Tabel E.2. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden*

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA	PA	UA	EU
Komatsu PC2000 (Ex2001)	92.23%	94.49%	69.27%	65.46%
Komatsu PC2000 (Ex2002)	96.21%	97.18%	73.72%	71.64%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	56.10%	74.93%	42.75%	32.03%
Komatsu PC1250 (Ex1005)	46.63%	57.39%	64.87%	37.23%
Cat 390FL (Ex1009)	83.95%	88.98%	64.80%	57.66%
Hitachi ZX870 (Ex08-005)	26.40%	52.42%	32.56%	17.07%
Cat 340D (Ex4007)	95.32%	96.96%	63.92%	61.98%

Tabel E.3. Jam kerja alat gali muat batubara (Departemen *Engineering* PT SBS, 2019)

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Cat 340D (Ex4005)	419	384	258	67
Volvo EC480D (Au03)	419	389	303	22

Lanjutan Tabel E.3.

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Volvo EC480D (Au04)	355	353	282	107
Hitachi ZX350 (Ex2054)	108	99	417	219
Sany SY500H (01)	332	329	195	1
Komatsu PC400 (Ex3034)	304	158	387	53
Komatsu PC400 (Ex401)	207	191	128	409
Cat 390FL (Ex1009)	429	102	233	82
Cat 340D (Ex4007)	163	107	92	8
Komatsu PC2000 (Ex2001)	487	26	216	41
Komatsu PC1250 (Ex1003)	230	20	308	180

Data pada Tabel E.3 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara (Tabel E.4) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization-EU*).

Tabel E.4. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA	PA	UA	EU
Cat 340D (Ex4005)	86.21%	90.99%	61.89%	56.32%
Volvo EC480D (Au03)	95.01%	97.04%	58.03%	56.32%
Volvo EC480D (Au04)	76.84%	85.62%	55.73%	47.72%
Hitachi ZX350 (Ex2054)	33.03%	70.56%	20.57%	14.52%
Sany SY500H (01)	99.70%	99.81%	63.00%	62.88%
Komatsu PC400 (Ex3034)	85.15%	92.88%	43.99%	40.86%
Komatsu PC400 (Ex401)	33.60%	45.03%	61.79%	27.82%
Cat 390FL (Ex1009)	83.95%	88.98%	64.80%	57.66%
Cat 340D (Ex4007)	95.32%	96.96%	63.92%	61.98%
Komatsu PC2000 (Ex2001)	92.23%	94.49%	69.27%	65.46%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	56.10%	74.93%	42.75%	32.03%

Lampiran F. Rekapitulasi *loss time production* alat gali muat di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019

Tabel F.1. *Loss time production* alat gali muat batubara dan *overburden* di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019 (Departemen *Engineering* PT SBS, 2019)

<i>Equipment</i>		<i>Loss Production</i>										
No.	Type	CGSH	AWAU	SLIP	NOFL	WOPR	NOPR	OWRQ	SAFT	FOMA	NOLC	SDMH
Ex2001	PC2000	23.2	59.3	19.1	-	2.9	-	-	1.5	-	-	-
Ex2002	PC2000	23.7	30.0	24.4	-	0.7	-	-	1.5	-	-	-
Ex1003	PC1250	12.0	81.5	20.4	-	0.7	24.0	-	1.5	-	-	-
Ex1005	PC1250	12.9	53.1	7.7	-	1.5	-	-	0.5	0.2	-	-
Ex3034	PC400	4.2	104.7	1.7	-	60.8	3.8	3.2	-	0.5	3.8	6.7
Ex401	PC400	11.6	37.5	8.5	-	4.2	12.8	-	0.5	-	0.7	0.5
Ex-1009	CAT390F	19.1	91.8	11.0	-	1.3	5.3	-	1.1	-	-	-
Ex04-005	CAT 340D	23.5	102.5	10.4	-	3.5	-	-	1.0	-	-	6.1
Ex04-007	CAT 340D	9.7	36.4	6.6	-	-	-	-	0.5	-	1.2	1.5
Ex08-005	H ZX870	5.3	58.0	9.5	-	19.1	24.0	-	1.0	-	-	-
Ex-2054	H ZX350R	2.0	68.0	0.4	-	9.7	13.0	-	-	-	-	1.2
AU03	VOLVOEC480D	-	95.3	11.4	-	71.8	13.5	0.3	-	-	-	8.2
AU04	VOLVOEC480D	0.3	100.9	13.6	-	63.8	9.1	-	-	-	1.1	7.8
01	SANY 500H	6.1	44.8	3.9	-	34.2	5.8	10.0	-	-	-	12.7

Tabel F.2. Lanjutan *Loss time production* alat gali muat batubara dan *overburden* di Pit 1 Utara pada bulan Oktober 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

<i>Equipment</i>		<i>Loss Production</i>							
No.	Type	FOGG	DUST	RFUL	PRAY	RAIN	WABL	REML	NOJA
Ex2001	PC2000	-	2.7	1.2	21.7	21.7	-	62.9	-
Ex2002	PC2000	-	2.7	1.3	23.9	18.6	-	63.1	-
Ex1003	PC1250	-	3.2	-	10.6	19.0	-	28.9	106.0
Ex1005	PC1250	-	1.2	1.5	12.3	11.7	-	37.0	10.4
Ex3034	PC400	-	3.3	0.8	6.8	4.4	-	51.0	131.1
Ex401	PC400	-	-	0.4	4.9	15.7	-	19.4	10.9
Ex-1009	CAT390F	-	-	1.8	19.2	14.1	-	67.8	-
Ex04-005	CAT 340D	-	2.8	3.7	15.7	14.7	-	58.4	15.9
Ex04-007	CAT 340D	-	-	0.4	4.7	12.8	-	18.6	-
Ex08-005	H ZX870	-	-	0.1	5.0	3.9	-	19.0	117.8
Ex-2054	H ZX350R	-	-	0.6	2.8	2.2	-	17.4	300.0
AU03	VOLVOEC480D	-	2.2	0.5	12.2	18.8	-	68.5	-
AU04	VOLVOEC480D	-	2.2	-	7.3	18.3	-	57.4	-
01	SANY 500H	-	6.7	0.6	9.7	6.7	-	47.3	6.7

Keterangan :

CGSH: *Change Shift*

NOPR: *No Operator*

SDMH: *Stuck Dumphopper*

RAIN: *Hujan*

AWAU: *Wait Other Unit*

OWRQ: *Owner Request*

FOGG: *Kabut*

WABL: *Wait Blasting*

SLIP: *Slippery*

SAFT: *Safety Talk*

DUST: *Debu*

REML: *Rest & Meal*

NOFL: *No Fuel*

FOMA: *Force Majeur*

RFUL: *Refueling*

NOJA: *Stb No Job*

WOPR: *Wait Operator*

NOLC: *No Location*

PRAY: *Pray*

Lampiran G. Produktivitas alat gali muat untuk *overburden* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019

- Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2001) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 13,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 32,79 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 65,46 % (Lampiran E)
Jam kerja sebulan	= 461 jam (Lampiran E)

Komatsu PC2000 (Ex2001) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{4} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{Jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,79} \times 0,81 \times 65,46\%$$

$$Q = 613,69 \text{ BCM/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 613,69 \text{ BCM/jam} \times 461 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 282.908,93 \text{ BCM}$$

- Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2002) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 13,7 m ³ (Lampiran A)
---------------	------------------------------------

CT	= 32,34 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 71,64 % (Lampiran E)
Jam kerja sebulan	= 525 jam (Lampiran E)

Komatsu PC2000 (Ex2002) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{4} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2002) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,34} \times 0,81 \times 71,64\%$$

$$Q = 681,00 \text{ BCM/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 681,00 \text{ BCM/jam} \times 525 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 357.523,58 \text{ BCM}$$

3. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1003) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 6,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 23,40 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 36,86 % (Lampiran E)
Jam kerja sebulan	= 210 jam (Lampiran E)

Komatsu PC1250 (Ex1003) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1003) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 6,7 \text{ m}^3 \times 0,70 \times \frac{3600}{23,40} \times 0,81 \times 36,86\%$$

$$Q = 240,48 \text{ BCM/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 240,48 \text{ BCM/jam} \times 210 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 50.500,99 \text{ BCM}$$

4. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1005) bulan Oktober 2019

$$KB (\text{teoritis}) = 6,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)}$$

$$CT = 22,91 \text{ detik (Lampiran D)}$$

$$SF = 0,81 \text{ (Lampiran B)}$$

$$Eff = 37,23 \% \text{ (Lampiran E)}$$

$$\text{Jam kerja sebulan} = 166 \text{ jam (Lampiran E)}$$

Komatsu PC1250 (Ex1005) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{aktual} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 6,7 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{22,91} \times 0,81 \times 37,23\%$$

$$Q = 285,48 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 331,46 BCM/jam x 166 jam

Produksi per bulan = 47.389,59 BCM

5. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT390F (Ex1009) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 4,60 m³ (Lampiran A)

CT = 22,97 detik (Lampiran D)

SF = 0,81 (Lampiran B)

Eff = 57,66 % (Lampiran E)

Jam kerja sebulan = 322 jam (Lampiran E)

Caterpillar CAT390F (Ex1009) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{aktual} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{7} = 3,44 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,44}{4,6} = 0,75$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT390F (Ex1009) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,6 \text{ m}^3 \times 0,75 \times \frac{3600}{22,97} \times 0,81 \times 57,66\%$$

$$Q = 251,91 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 251,91 BCM/jam x 322 jam

Produksi per bulan = 81.115,81 BCM

6. Produktivitas aktual alat gali muat Hitachi ZX870 (Ex08-005) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 4,96 m³ (Lampiran A)

CT = 23,51 detik (Lampiran D)

SF = 0,81 (Lampiran B)

Eff = 17,07 % (Lampiran E)

Jam kerja sebulan = 126 jam (Lampiran E)

Hitachi ZX870 (Ex08-005) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{7} = 3,44 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,44}{4,96} = 0,69$$

Besar produktivitas Hitachi ZX870 (Ex08-005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,96 \text{ m}^3 \times 0,69 \times \frac{3600}{23,51} \times 0,81 \times 17,07\%$$

$$Q = 72,68 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times$ jam kerja

Produksi per bulan = 331,46 BCM/jam \times 2126 jam

Produksi per bulan = 9.180,68 BCM

7. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar 340D (Ex4007) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 2,69 m³ (Lampiran A)

CT = 21,51 detik (Lampiran D)

SF = 0,81 (Lampiran B)

Eff = 61,98 % (Lampiran E)

Jam kerja sebulan = 57 jam (Lampiran E)

Caterpillar 340D (Ex4007) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 11 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{11} = 2,19 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,19}{2,69} = 0,81$$

Besar produktivitas Caterpillar 340D (Ex4007) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,81 \times \frac{3600}{21,51} \times 0,81 \times 61,98\%$$

$$Q = 154,09 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times$ jam kerja

Produksi per bulan = 154,09 BCM/jam \times 257 jam

Produksi per bulan = 8.783,27 BCM

Lampiran H. Produktivitas alat gali muat untuk batubara di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019

1. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT340D (Ex4005) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 2,69 m ³ (Lampiran A)
CT	= 21,32 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 56,32 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 384 jam (Lampiran E)

Caterpillar CAT340D (Ex4005) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{2,78} = 0,90$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT340D (Ex4005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 56,32\%$$

$$Q = 221,16 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 221,16 \text{ ton/jam} \times 384 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 84.926,65 \text{ ton}$$

2. Produktivitas aktual alat gali muat Volvo EC480D (Au03) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,23 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 56,32 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 389 jam (Lampiran E)

Volvo EC480D (Au03) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,5} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au03) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,23} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 56,32\%$$

$$Q = 245,20 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 245,21 \text{ ton/jam} \times 389 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 95.382,84 \text{ ton}$$

3. Produktivitas aktual alat gali muat Volvo EC480D (Au04) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,72 detik (Lampiran D)

SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 47,72 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 353 jam (Lampiran E)

Volvo EC480D (Au04) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,5} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au04) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,72} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 54,84\%$$

$$Q = 202,59 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 505,08 \text{ ton/jam} \times 353 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 71.512,52 \text{ ton}$$

4. Produktivitas aktual alat gali muat Hitachi ZX350H (Ex2054) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 2,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 21,32 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 14,52 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 99 jam (Lampiran E)

Hitachi ZX350H (Ex2054) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 9 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{10} = 2,2 \text{ ton} = 1,88 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{1,88}{2,09} = 0,82$$

Besar produktivitas Hitachi ZX350H (Ex2054) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,30 \text{ m}^3 \times 0,82 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 14,52\%$$

$$Q = 44,34 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 44,34 ton/jam x 99 jam

Produksi per bulan = 4.389,48 ton

5. Produktivitas aktual alat gali muat Sany SY500H (01) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 2,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,20 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 62,88 % (Lampiran E)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 329 jam (Lampiran E)

Sany SY500H (01) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 9 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{9} = 2,44 \text{ ton} = 1,88 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{1,88}{2,20} = 0,85$$

Besar produktivitas Sany SY500H (01) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,20 \text{ m}^3 \times 0,85 \times \frac{3600}{21,20} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 62,88\%$$

$$Q = 193,14 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 193,14 ton/jam x 329 jam

Produksi per bulan = 63.544,59 ton

6. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC400 (Ex3034) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 3,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,24 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 40,86 % (Lampiran E)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 158 jam (Lampiran E)

Komatsu PC400 (Ex3034) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 8 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{8} = 2,75 \text{ ton} = 2,12 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,12}{3,20} = 0,66$$

Besar produktivitas Komatsu PC400 (Ex3034) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,20 \text{ m}^3 \times 0,66 \times \frac{3600}{21,24} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 40,86\%$$

$$Q = 140,93 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 140,93 ton/jam x 158 jam

Produksi per bulan = 22.267,43 ton

7. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC400 (Ex401) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 3,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,60 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 27,82 % (Lampiran E)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 191 jam (Lampiran E)

Komatsu PC400 (Ex401) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 8 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{8} = 2,75 \text{ ton} = 2,12 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,12}{3,20} = 0,66$$

Besar produktivitas Komatsu PC400 (Ex401) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,20 \text{ m}^3 \times 0,66 \times \frac{3600}{21,60} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 27,82\%$$

$$Q = 94,36 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 94,36 ton/jam x 191 jam

Produksi per bulan = 18.023,70 ton

8. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT390F (Ex1009) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 4,60 m³ (Lampiran A)

CT = 23,51 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 57,66 % (Lampiran E)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 102 jam (Lampiran E)

Caterpillar CAT390F (Ex1009) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 5 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{5} = 4,40 \text{ ton} = 3,38 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,38}{3,20} = 0,81$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT390F (Ex1009) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,60 \text{ m}^3 \times 0,81 \times \frac{3600}{23,51} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 57,66\%$$

$$Q = 314,68 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times \text{jam kerja}$

Produksi per bulan = $314,68 \text{ ton/jam} \times 102 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $32.097,57 \text{ ton}$

9. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT340D (Ex4007) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= $2,69 \text{ m}^3$ (Lampiran A)
CT	= $21,70 \text{ detik}$ (Lampiran D)
SF	= $0,74$ (Lampiran B)
Eff	= $61,98\%$ (Lampiran E)
Densitas batubara	= $1,3 \text{ ton/m}^3$
Jam kerja sebulan	= 107 jam (Lampiran E)

Caterpillar CAT340D (Ex4007) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{2,78} = 0,90$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT340D (Ex4007) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{21,70} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 61,98\%$$

$$Q = 239,13 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times \text{jam kerja}$

Produksi per bulan = $239,13 \text{ ton/jam} \times 107 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $25.586,73 \text{ ton}$

10. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2001) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 13,70 m ³ (Lampiran A)
CT	= 35,26 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 65,46 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 26 jam (Lampiran E)

Komatsu PC2000 (Ex2001) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 49,58 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{49,58}{4} = 12,40 \text{ ton} = 9,53 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{9,53}{13,70} = 0,70$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 13,70 \text{ m}^3 \times 0,70 \times \frac{3600}{35,26} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 64,46\%$$

$$Q = 670,98 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 670,98 \text{ ton/jam} \times 26 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 17.445,41 \text{ ton}$$

11. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1003) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 6,70 m ³ (Lampiran A)
CT	= 25,47 detik (Lampiran D)

SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 36,86 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 20 jam (Lampiran E)

Komatsu PC1250 (Ex1003) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 49,58 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{49,58}{7} = 7,08 \text{ ton} = 5,45 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{5,45}{6,70} = 0,81$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1003) adalah sebagai berikut:

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 6,70 \text{ m}^3 \times 0,81 \times \frac{3600}{25,47} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 36,86\%$$

$$Q = 298,89 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 298,89 \text{ ton/jam} \times 20 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 5.977,79 \text{ ton}$$

Lampiran I. Jam kerja dan ketersediaan (*availability*) alat gali muat di Pit 1 Utara setelah dilakukan perbaikan

Tabel I.1. Jam kerja alat gali muat *overburden*

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Komatsu PC2000 (Ex2001)	535	509	168	41
Komatsu PC2000 (Ex2002)	533	525	190	21
Komatsu PC1250 (Ex1003)	431	411	108	180
Komatsu PC1250 (Ex1005)	330	219	98	300
Caterpillar CAT390F (Ex10-009)	515	408	147	81

Data pada Tabel I.1 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden* (Tabel I.2) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization- EU*).

Tabel I.2. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden*

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
Komatsu PC2000 (Ex2001)	92.89%	94.49%	76.15%	71.95%
Komatsu PC2000 (Ex2002)	96.21%	97.18%	73.72%	71.64%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	70.52%	74.93%	80.02%	59.96%
Komatsu PC1250 (Ex1005)	52.34%	58.73%	77.17%	45.32%
Caterpillar CAT390F (Ex10-009)	86.41%	89.10%	77.81%	69.33%

Tabel I.3. Jam kerja alat gali muat batubara

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Caterpillar CAT340 (Ex04-005)	435	400	242	67
Volvo EC480D (Au03)	517	487	205	22
Volvo EC480D (Au04)	454	452	184	107
Hitachi ZX350H (Ex2054)	421	412	104	218
Komatsu PC400 (Ex401)	231	215	104	409

Data pada Tabel I.3 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara (Tabel I.4) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization-EU*).

Tabel I.4. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
Caterpillar CAT340 (Ex04-005)	86.65%	90.99%	64.24%	58.45%
Volvo EC480D (Au03)	95.92%	97.04%	71.58%	69.46%
Volvo EC480D (Au04)	80.93%	85.64%	71.14%	60.92%
Hitachi ZX350H (Ex2054)	65.88%	70.66%	80.19%	56.66%
Komatsu PC400 (Ex401)	36.06%	45.03%	68.87%	31.01%

Lampiran J. Produktivitas alat gali muat untuk *overburden* di Pit 1 Utara Banko Barat setelah dilakukan perbaikan

1. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2001)

KB (teoritis)	= 13,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 32,79 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 71,95% (Lampiran I)
Jam kerja sebulan	= 509 jam (Lampiran I)

Komatsu PC2000 (Ex2001) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{4} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{Jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,79} \times 0,81 \times 71,95\%$$

$$Q = 674,55 \text{ BCM/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 674,55 \text{ BCM/jam} \times 509 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 343.548,22 \text{ BCM}$$

2. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2002)

KB (teoritis)	= 13,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 32,34 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)

$$\begin{aligned} \text{Eff} &= 71,64\% \text{ (Lampiran I)} \\ \text{Jam kerja sebulan} &= 525 \text{ jam (Lampiran I)} \end{aligned}$$

Komatsu PC2000 (Ex2002) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{5} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2002) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,34} \times 0,81 \times 71,64\% \end{aligned}$$

$$Q = 681,00 \text{ BCM/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 681,00 \text{ BCM/jam} \times 525 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 357.523,58 \text{ BCM}$$

3. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1003)

$$\begin{aligned} \text{KB (teoritis)} &= 6,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)} \\ \text{CT} &= 23,40 \text{ detik (Lampiran D)} \\ \text{SF} &= 0,81 \text{ (Lampiran B)} \\ \text{Eff} &= 59,96\% \text{ (Lampiran I)} \\ \text{Jam kerja sebulan} &= 411 \text{ jam (Lampiran I)} \end{aligned}$$

Komatsu PC1250 (Ex1003) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah

pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1003) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 6,7 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{23,40} \times 0,81 \times 59,96\%$$

$$Q = 450,12 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 450,12 BCM/jam x 411 jam

Produksi per bulan = 184.773,25 BCM

4. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1005)

$$KB (\text{teoritis}) = 6,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)}$$

$$CT = 22,91 \text{ detik (Lampiran D)}$$

$$SF = 0,81 \text{ (Lampiran B)}$$

$$Eff = 45,32\% \text{ (Lampiran I)}$$

$$\text{Jam kerja sebulan} = 219 \text{ jam (Lampiran I)}$$

Komatsu PC1250 (Ex1005) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 6,7 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{22,91} \times 0,81 \times 45,32\%$$

$$Q = 347,53 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 347,53 BCM/jam x 219 jam

Produksi per bulan = 75.934,73 BCM

5. Produktivitas dan produksi alat gali muat Caterpillar CAT390F (Ex1009)

KB (teoritis) = 4,6 m³ (Lampiran A)

CT = 22,97 detik (Lampiran D)

SF = 0,81 (Lampiran B)

Eff = 69,33% (Lampiran I)

Jam kerja sebulan = 408 jam (Lampiran I)

Caterpillar CAT390F (Ex1009) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{7} = 3,44 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,44}{4,6} = 0,75$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT390F (Ex1009) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,6 \text{ m}^3 \times 0,75 \times \frac{3600}{22,97} \times 0,81 \times 69,33\%$$

$$Q = 302,88 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 302,88 BCM/jam x 408 jam

Produksi per bulan = 123.604,59 BCM

Lampiran K. Produktivitas alat gali muat untuk batubara di Pit 1 Utara Banko Barat setelah dilakukan perbaikan

1. Produktivitas dan produksi alat gali muat Caterpillar CAT340D (Ex4005)

KB (teoritis)	= 2,69 m ³ (Lampiran A)
CT	= 21,32 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 58,45% (Lampiran I)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 400 jam (Lampiran I)

Caterpillar CAT340D (Ex4005) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{2,69} = 0,90$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT340D (Ex4005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 58,45\%$$

$$Q = 229,56 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 229,56 ton/jam x 400 jam

Produksi per bulan = 91.799,34 ton

2. Produktivitas dan produksi alat gali muat Volvo EC480D (Au03)

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,28 detik (Lampiran D)

SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 69,46% (Lampiran I)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 487 jam (Lampiran I)

Volvo EC480D (Au03) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,30} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au03) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,23} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 69,46\%$$

$$Q = 302,43 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 302,43 \text{ ton/jam} \times 487 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 147.224,37 \text{ ton}$$

3. Produktivitas dan produksi alat gali muat Volvo EC480D (Au04)

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,72 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 60,92% (Lampiran I)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 452 jam (Lampiran I)

Volvo EC480D (Au04) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,3} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au04) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,72} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 60,92\%$$

$$Q = 258,66 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 258,66 ton/jam x 452 jam

Produksi per bulan = 116.915,85 ton

4. Produktivitas dan produksi alat gali muat Hitachi ZX350H (Ex2054)

KB (teoritis) = 2,30 m³ (Lampiran A)

CT = 21,32 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 56,66% (Lampiran I)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 412 jam (Lampiran I)

Hitachi ZX350H (Ex2054) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 9 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{9} = 2,44 \text{ ton} = 1,88 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{1,88}{2,30} = 0,82$$

Besar produktivitas Hitachi ZX350H (Ex2054) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,30 \text{ m}^3 \times 0,82 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 56,66\%$$

$$Q = 173,07 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 173,07 ton/jam x 412 jam

Produksi per bulan = 71.304,62 ton

5. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC400 (Ex401)

KB (teoritis) = 3,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,60 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 31,01% (Lampiran I)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 215 jam (Lampiran I)

Komatsu PC400 (Ex401) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 8 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{8} = 2,75 \text{ ton} = 2,12 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,12}{3,20} = 0,66$$

Besar produktivitas Komatsu PC400 (Ex401) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,20 \text{ m}^3 \times 0,66 \times \frac{3600}{21,6} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 31,01\%$$

$$Q = 105,17 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 105,17 ton/jam x 215 jam

Produksi per bulan = 22.579,79 ton

Lampiran L. Perhitungan *Stripping Ratio*

Target penggalian batubara pada bulan Oktober 2019 berdasarkan rencana kerja adalah sebesar 377.000 ton (densitas batubara adalah 1,3 ton/m³) dan target pengupasan *overburden* adalah sebesar 940.000 BCM. Besarnya *stripping ratio* adalah sebagai berikut:

$$SR = \frac{\text{Banyaknya } OB \text{ yang dikupas}}{\text{Banyaknya } BB \text{ yang digali}} = \frac{940.000 \text{ BCM}}{377.000 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 2,49$$

Setelah dilakukan kegiatan penambangan, maka didapat banyaknya batubara yang digali adalah sebesar 444.712,75 ton. Sedangkan *overburden* yang dikupas adalah sebesar 838.041,50 BCM sehingga besarnya nilai *stripping ratio* adalah sebagai berikut.

$$SR = \frac{\text{Banyaknya } OB \text{ yang dikupas}}{\text{Banyaknya } BB \text{ yang digali}} = \frac{838.041,50 \text{ BCM}}{444.712,75 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 1,88$$

Bulan November 2019 target penggalian batubara berdasarkan rencana kerja adalah sebesar 449.000 ton sedangkan target pengupasan *overburden* adalah sebesar 1.074.000 BCM sehingga besarnya nilai *stripping ratio* adalah sebagai berikut

$$SR = \frac{\text{Banyaknya } OB \text{ yang dikupas}}{\text{Banyaknya } BB \text{ yang digali}} = \frac{1.074.000 \text{ BCM}}{449.000 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 2,39$$

Dikarenakan adanya sisa galian *overburden* di bulan Oktober 2019 sebanyak 101.958,50 BCM, maka besarnya *stripping ratio* untuk bulan November 2019 dapat meningkat sebagaimana berikut:

$$SR = \frac{\text{Banyaknya } OB \text{ yang dikupas}}{\text{Banyaknya } BB \text{ yang digali}} = \frac{1.175.958,50 \text{ BCM}}{449.000 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 2,62$$

Analisis Realisasi Penambangan Berdasarkan Mine Plan Design Bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan

by 03021281621049 Reforma Gustoni

Submission date: 05-Jun-2020 09:39AM (UTC+0700)

Submission ID: 1338045637

File name: Skripsi_Lengkap_-_Reforma_Gustoni.pdf (3.93M)

Word count: 26656

Character count: 133315

SKRIPSI

**ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN**



REFORMA GUSTONI
03021281621049

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

SKRIPSI

**ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana pada Jurusan Teknik Pertambangan**



REFORMA GUSTONI

03021281621049

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN *MINE PLAN DESIGN* BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

REFORMA GUSTONI
03021281621049

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS.
NIP. 196211221991021001

Indralaya, Mei 2020
Pembimbing II

Bochori, S.T., M.T.
NIP. 197410252002121003

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan**

Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko H, S.T., M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : REFORMA GUSTONI
NIM : 030211281621049
Judul : ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Mei 2020



REFORMA GUSTONI
NIM. 030211281621049

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : REFORMA GUSTONI
NIM : 03021281621049
Judul : ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN
MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1
UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA
TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Mei 2020



REFORMA GUSTONI
NIM. 03021281621049

HALAMAN PERSEMPAHAN

TERIRING SYUKURKU KEPADA ALLAH SWT DAN SHALAWAT ATAS RASULULLAH SAW

Telah memberikanku kesempatan untuk bisa sampai di pengujung awal
perjuanganku.

SEMOGA INI MENJADI LANGKAH AWAL BAGIKU UNTUK MERAIH CITA-CITA KU.

SEMUA KUPERSEMPAHKAN KEPADA ORANG YANG SANGAT KUSAYANGI.

YUSMIDAR (BAPAK), RUNIDAH (IBU), FEBRIANSYAH & M. FADHIL ZHAFRAN (SAUDARAKU)

RIWAYAT PENULIS



Reforma Gustoni yang merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan suami istri bapak Yusmidar dan ibu Runidah. Lahir di Lebak Budi, Kab Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Memiliki satu kakak laki-laki yang bernama Febriansyah dan satu adik laki-laki yang bernama Muhammad Fadhil Zhafran. Mengawali pendidikan di bangku sekolah dasar di SD Negeri 6 Muara Enim, Kabupaten Muara Enim pada tahun 2004.

Pada tahun 2010 melanjutkan pendidikan tingkat pertama di SMP Negeri 1 Muara Enim, Kabupaten Muara Enim. Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan tingkat atas di SMA Negeri 1 Muara Enim, Kabupaten Muara Enim. Pada tahun 2016 melanjutkan pendidikan di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan melalui Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa di Universitas Sriwijaya, penulis merupakan salah satu penerima beasiswa Marubeni. Penulis aktif menjadi anggota organisasi Persatuan Mahasiswa Pertambangan (PERMATA) periode 2017/2018. Penulis juga aktif sebagai asisten Laboratorium Fisika Dasar Universitas Sriwijaya, asisten Laboratorium Pengeboran dan Peledakan. Selain itu, penulis juga merupakan koordinator asisten Laboratorium Perancangan dan Optimasi Tambang

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjangkan atas kehadirat Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dan disusun dengan judul “Analisis Realisasi Penambangan Berdasarkan *Mine Plan Design* Bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan” yang dilaksanakan pada tanggal 25 September 2019 sampai 12 November 2019. Laporan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

1

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS. dan Bochori, ST., MT. selaku pembimbing pertama dan pembimbing kedua yang telah banyak membimbing dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini. Terimakasih juga kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan Tugas Akhir dan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, ST., MT. dan Bochori, ST..MT. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Alek Alhadi ST., MT. selaku Pembimbing Akademik.
5. Dosen-dosen dan karyawan administrasi Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang telah memberikan banyak ilmu pengetahuan dan membantu selama proses penelitian Tugas Akhir.

Penyelesaian skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan guna perbaikan nantinya. Semoga hasil penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi semua pihak, khususnya bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Indralaya, Mei 2020

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS REALISASI PENAMBANGAN BERDASARKAN MINE PLAN DESIGN BULAN OKTOBER 2019 DI PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, Mei 2020

Reforma Gustoni; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS. dan Bochori, ST., MT.

Analisis Realisasi Penambangan Berdasarkan *Mine Plan Design* Bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan

xvii + 42 halaman, 12 lampiran, 12 gambar, 15 tabel

RINGKASAN

PT. Satria Bahana Sarana merupakan perusahaan *mining contractor* yang dikontrak oleh PT. Bukit Asam, Tbk yang berada di Kecamatan Lawang Kidul, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Penambangan yang diterapkan adalah tambang terbuka dengan metode penambangan *open pit*. Realisasi produksi penambangan baik pengupasan overburden maupun penggalian batubara di PT. Satria Bahana Sarana sering mengalami ketidaksesuaian dengan *mine plan design*. Jika tidak diidentifikasi segera, ketidaksesuaian ini dapat terjadi berulang kali dan berlanjut setiap bulan dan akan berpotensi menyebabkan kerugian terhadap perusahaan. Ketidaksesuaian tersebut dapat dilihat dengan ketidaktercapaian produksi pada bulan September 2019. Ketercapaian produksi pada bulan September 2019 sebesar 95,05% dari 1.160.000 BCM yaitu 1.102.590,03 BCM untuk pengupasan overburden dan 111,30% dari 430.000 ton yaitu 278.602,78 ton untuk penggalian batubara. Untuk itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui mengapa dan dimana saja ketidaksesuaian itu terjadi agar produksi pengupasan overburden dan penggalian batubara sesuai dengan rencana. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis realisasi penambangan baik pengupasan overburden dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design*, faktor-faktor, dampak serta upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian pengupasan overburden dan penggalian batubara. Metode penelitian yang digunakan yaitu melakukan pencocokan antara data aktual di lapangan dengan *mine plan design* sehingga akan didapatkan penyebab dan solusi dalam penyelesaian masalah tersebut. Hasil data menunjukkan ketercapaian penambangan di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019 adalah pengupasan overburden sebesar 89,15% dari 940.000 BCM yaitu 838.041,50 BCM terdiri dari *in of plan* sebesar 477.448,40 BCM, *overcut* 182.407,60 BCM, dan *undercut* 178.185,50 BCM serta penggalian batubara sebesar 117,96% dari 377.000 ton yaitu 444.712,75 ton terdiri dari *in of plan* sebesar 210.174,74 ton, *overcut* 185.103,69 ton, dan *undercut* 49.434,32 ton. Dari hasil

pengamatan, penyebab adanya ketidaksesuaian tersebut adalah jumlah dan penempatan *fleet* yang tidak sesuai rencana, rendahnya produktivitas alat gali muat, *used of availability* alat gali muat yang rendah, dan pengawasan yang kurang optimal. Ketidaksesuaian tersebut berdampak terhadap peningkatan rencana produksi pengupasan *overburden* pada bulan November 2019 dikarenakan adanya sisa galian pengupasan *overburden* sehingga terjadi peningkatan nilai *stripping ratio* pada bulan tersebut. Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian tersebut yaitu meningkatkan waktu kerja efektif alat gali muat dengan meminimalisir waktu hambatan yang dapat dihindari, meningkatkan pengawasan terhadap kinerja operator, dan penambahan patok penambangan.

Kata kunci : Ketidaksesuaian, *Mine Plan Design*, Produksi.

Kepustakaan : 18 (1996-2017)

SUMMARY

REALIZATION MINING ANALYSIS BASED ON MINE PLAN DESIGN OCTOBER 2019 IN PIT 1 UTARA BANKO BARAT PT. SATRIA BAHANA SARANA TANJUNG ENIM SOUTH SUMATERA

Scientific writing in the form of Final Assignment, May 2020

Reforma Gustoni; Supervised by Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, MS. and Bochori, ST., MT.

Realization Mining Analysis Based On Mine Plan Design October 2019 In Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana Tanjung Enim South Sumatera
xvii + 42 pages, 12 attachments, 12 images, 15 tables

SUMMARY

PT. Satria Bahana Sarana is a mining contractor company contracted by PT. Bukit Asam, Tbk, located in the District of Lawang Kidul, Tanjung Enim, South Sumatra. Mining that is applied is open pit mining with open pit mining method. Realization of mining production both stripping overburden and coal getting at PT. Satria Bahana Sarana often experiences discrepancies with mine plan design. If not identified immediately, this discrepancy can occur repeatedly and continue every month and will potentially cause harm to the company. The discrepancy can be seen with the non-achievement of production in September 2019. The achievement of production in September 2019 amounted to 95.05% of 1,160,000 BCM namely 1,102,590.03 BCM for stripping overburden and 111.30% of 430,000 tons, 478,602.78 tons for coal getting. For this reason, an analysis is needed to find out why and where the discrepancies occur so that stripping overburden production and coal getting are in accordance with the plan. The purpose of this study is to analyze the realization of mining both stripping overburden and coal getting based on mine plan design, factors, impacts and efforts that can be made to minimize the mismatch of stripping overburden and coal coal getting. The research method used is matching the actual data in the field with mine plan design so that it will get the causes and solutions in solving the problem. The results of the data show that mining achievement in Pit 1 Utara Banko Barat in October 2019 was stripping overburden of 89.15% of 940,000 BCM namely 838,041.50 BCM consisting of in-plan of 477,448.40 BCM, overcut 182,407.60 BCM, and undercut 178,185 BCM, 50 BCM and 117.96% coal getting from 377,000 tons, namely 444,712.75 tons consisting of in-plan of 210,174.74 tons, overcut 185,103.69 tons, and undercut 49,434.32 tons. From the results of observations, the causes of the discrepancy are the number and placement of fleets that are not according to plan, the low productivity of loading and unloading equipment, low use of availability of loading and unloading equipment, and less optimal supervision. The mismatch has an impact on the increase in stripping overburden production plans in November 2019

due to the remaining excavation of stripping overburden resulting in an increase in the value of stripping ratio in that month. Therefore, efforts that can be made to minimize these non-conformities are to increase the effective working time of the loading and unloading tool by minimizing the time constraints that can be avoided, increasing supervision of operator performance, and adding mining bench-marks.

Keywords: *Discrepancy, Mine plan design, Production.*

Literature: 18 (1996-2017)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Sampul	i
Halaman Judul	ii
Halaman Pengesahan	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Persetujuan Publikasi	v
Halaman Persembahan	vi
Halaman Riwayat Hidup	vii
Kata Pengantar	viii
Ringkasan	ix
Summary	xi
Daftar Isi	xiii
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Perencanaan, Rekonsiliasi Penambangan dan Software <i>Minescape</i>	4
2.1.1 Perencanaan Tambang	4
2.1.2 Rekonsiliasi Rencana Penambangan	5
2.1.3 Sofware <i>Minescape</i>	6
2.2 Produktivitas Alat Gali Muat	7
2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat	7
2.3.1 Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	8
2.3.2 Jenis Material dan Perubahan Volume	9
2.3.3 Faktor Koreksi	11
2.3.4 Keadaan Cuaca	15
2.3.5 Faktor Pengawasan	15
2.4 Penelitian Terdahulu	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	17
3.1.1 Lokasi Penelitian	18
3.1.2 Waktu Penelitian	18
3.2 Metode Penelitian	19

3.2.1 Studi Literatur	19
3.2.2 Penelitian di Lapangan	19
3.2.3 Pengolahan Data	21
3.2.4 Analisis Data	22
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Ketercapaian Penambangan Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i> di Pit 1 Utara Banko Barat.....	24
4.1.1 Rencana Penambangan bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat	24
4.1.2 Realisasi Penambangan bulan Oktober 2019 di Pit Utara Banko Barat	26
4.2 Faktor Penyebab Ketidaksesuaian Pengupasan <i>Overburden</i> dan Penggalian Batubara Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i>	30
4.2.1 Jumlah dan Penempatan <i>Fleet</i>	30
4.2.2 Produktivitas Alat Gali Muat.....	31
4.2.3 <i>Use of Availability</i>	36
4.2.4 Kurangnya Pengawasan	37
4.3 Dampak Akibat Ketidaksesuaian Pengupasan <i>Overburden</i> dan Penggalian Batubara Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i>	37
4.4 Upaya Yang Dilakukan Untuk Meminimalisir Ketidaksesuaian Pengupasan <i>Overburden</i> dan Penggalian Batubara Berdasarkan <i>Mine Plan Design</i> di Bulan Berikutnya.....	38
4.4.1 Meningkatkan Waktu Kerja Efektif.....	38
4.4.2 Meningkatkan Pengawasan	39
4.4.3 Penambahan Patok Penambangan	40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	41
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Rekonsiliasi penambangan antara rencana penambangan dengan realisasi di lapangan.....	5
2.2 Keadaan material	10
3.1 Peta kesampaian lokasi daerah penelitian.....	17
3.2 Foto satelit area penambangan PT Bukit Asam, Tbk	18
3.3 Bagan alir penelitian	23
11 Mine plan design di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019	25
4.2 Hasil overlay antara mine plan design dan kemajuan tambang 1 di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019	26
4.3 Hasil line section A-A', B-B' dan C-C'	28
4.4 Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas pengupasan overburden	33
4.5 Kondisi aktual fleet overburden.....	33
4.6 Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas penggalian batubara.....	35
4.7 Patok penambangan	40

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. <i>Bucket fill factor Backhoe</i>	11
2.2. Efisiensi kerja berdasarkan kondisi operasional alat.....	12
3.1. Jadwal kegiatan penelitian	19
3.2. Metode penelitian 1	22
4.1. Rencana produksi berdasarkan <i>mine plan design</i> bulan Oktober 1019 di Pit 1 Utara	25
4.2. Ketercapaian produksi batubara dan <i>overburden</i> berdasarkan MineScape	1 27
4.3. Ketercapaian <i>mine plan design</i> di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019	29
4.4. <i>Fleet overburden</i>	30
4.5. <i>Fleet</i> batubara	31
4.6. Produktivitas alat gali muat pengupasan <i>overburden</i>	32
4.7. Produktivitas alat gali muat penggalian batubara.....	34
4.8. Nilai <i>used of availability</i> alat gali muat untuk pengupasan <i>overburden</i>	36
4.9. Nilai <i>used of availability</i> alat gali muat untuk pengupasan batubara	36
4.10. Ketercapaian pengupasan <i>overburden</i> setelah perbaikan.....	39
4.11. Ketercapaian penggalian batubara setelah perbaikan.....	39

1
DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Spesifikasi alat gali muat yang digunakan.....	45
B. <i>level factor material</i>	54
C. Data curah hujan bulan Oktober 2019	55
D. Waktu edar (<i>cycle time</i>) <i>Excavator Backhoe</i> yang digunakan	56
E. Jam kerja dan ketersediaan alat	71
F. <i>Ekapitulasi loss time production</i>	73
G. Produktivitas alat gali muat untuk <i>overburden</i>	75
H. Produktivitas alat gali muat untuk batubara	81
I. Jam kerja dan ketersediaan alat setelah perbaikan	91
J. Produktivitas alat gali muat untuk <i>overburden</i> setelah perbaikan	93
K. Produktivitas alat gali muat untuk batubara setelah perbaikan	98
L. Perhitungan <i>stripping ratio</i>	103

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Satria Bahana Sarana merupakan perusahaan kontraktor tambang yang dikontrak oleh PT. Bukit Asam, Tbk. PT. Satria Bahana Sarana memulai operasi kegiatan penambangan pada bulan Maret 2015 di Banko Barat dengan izin usaha penambangan seluas 4.500 Ha.

Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Satria Bahana Sarana adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining* yakni metode penambangan secara terbuka dan dilakukan dengan membuang lapisan *overburden* sehingga lapisan batubaranya tersingkap dan selanjutnya siap untuk diambil dimana melibatkan banyak alat berat dengan berbagai fungsi, ukuran, dan tipe. Metode ini dilakukan dengan cara menggali permukaan tanah yang dilakukan secara berjenjang dengan menggunakan sistem penambangan konvensional dengan alat muat dan alat angkut.

Kegiatan penambangan bulanan yang dilakukan PT. Satria Bahana Sarana dirancang dalam suatu perencanaan penambangan yang dituangkan dalam peta perencanaan tambang (*mine plan design*). Peta perencanaan tambang yang dikeluarkan merupakan hasil analisis dan kesepakatan bersama tiap unit satuan kerja. Penentuan tercapai atau tidaknya target produksi baik pengupasan *overburden* maupun penggalian batubara didasarkan atas peta perencanaan.² Kenyataannya di lapangan seringkali ditemukan adanya ketidaksesuaian antara rencana penambangan dan kondisi aktual. Ketidaksesuaian ini biasanya diketahui setelah dilakukan rekonsiliasi di akhir bulan.

Ketidaksesuaian tersebut dapat dilihat dengan ketidaktercapaian produksi pada bulan September 2019. Ketercapaian produksi pada bulan September 2019 sebesar 95,05% dari 1.160.000 BCM yaitu 1.102.590,03 BCM untuk pengupasan *overburden* dan 111,30% dari 430.000 ton yaitu 478.602,78 ton untuk penggalian batubara. Hal ini mengindikasikan bahwa pada bulan September 2019 ada ketidaksesuaian realisasi penambangan di lapangan berdasarkan *mine plan design*.

Tanah penutup yang tidak terealisasi akan terakumulasi pada bulan selanjutnya. Hal ini bertentangan dengan kaidah *good mining practices* dimana aktivitas penambangan harus direncanakan dengan seksama dan diterapkan di lapangan untuk mendapatkan bahan galian yang optimal.

Oleh karena itu, penelitian tugas akhir ini dilakukan untuk menganalisis realisasi penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana guna menganalisis ketidaksesuaian rencana penambangan dan mencari faktor-faktor apa saja yang menyebabkan tidak terealisasinya *mine plan design* dan menentukan solusi yang tepat untuk mengatasi ketidaksesuaian rencana penambangan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana ketercapaian penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019?
2. Bagaimana faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019?
3. Bagaimana dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terhadap rencana penambangan bulan berikutnya?
4. Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* untuk bulan berikutnya?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian dibatasi pada realisasi penambangan berdasarkan *mine plan design*, ketersediaan alat (*availability*) dan produktivitas alat gali muat yang digunakan di Pit 1 Utara PT Satria Bahana Sarana, tidak termasuk keadaan jalan angkut dan biaya produksi. Dampak yang ditimbulkan hanya menganalisis terhadap *stripping ratio*.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk:

1. Menganalisis ketercapaian penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019
2. Menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan adanya ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019
3. Menganalisis dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terhadap rencana penambangan bulan berikutnya
4. Menentukan upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* untuk bulan berikutnya

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Meminimalisir faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian penambangan berdasarkan *mine plan design* sehingga pelaksanaan kegiatan penambangan dapat dilakukan sesuai rencana.
2. Memberikan solusi bagi perusahaan khususnya mengenai upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perencanaan, Rekonsiliasi Rencana Penambangan dan *Software Minescape*

2.1.1. Perencanaan Tambang

Perencanaan tambang merupakan salah satu hal penting dilakukan di dalam kegiatan pertambangan. Perencanaan sebagai penentuan persyaratan secara teknis, sasaran beserta urutan kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (Prodjosumarto, 2004). Perencanaan tambang meliputi perencanaan lokasi penambangan hingga perencanaan alat utama dan alat penunjang yang digunakan sehingga perlu mempertimbangkan seberapa besar produksi alat-alat yang digunakan. Salah satu alat tambang utama yang sering digunakan adalah alat *gali muat*. Perencanaan tambang dikenal juga dengan istilah perancangan *tambang* atau *mine plan design* (MPD). *Mine plan design* adalah bagian dari suatu proses perencanaan tambang yang berhubungan dengan geometrik (Arif, 2007).

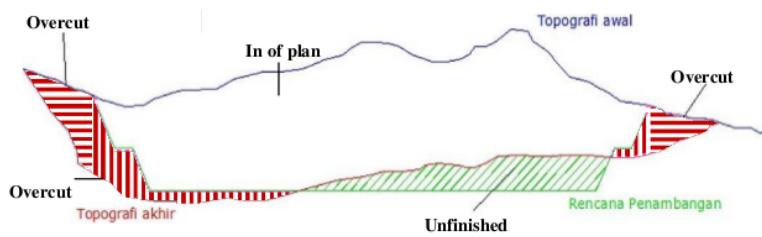
Mine plan design menjelaskan tahapan-tahapan penambangan dengan tujuan merancang bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) untuk memproduksi bahan galian. Perancangan penambangan terbagi menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. Hal ini akan meminimalisir masalah perancangan tambang tiga dimensi yang kompleks menjadi lebih sederhana (Alpiana, 2011).

Perencanaan tambang apabila dilakukan dengan baik dan didampingi dengan sistem manajemen yang baik maka akan berdampak pada operasional kerja yang bagus dan memenuhi standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Beberapa hal yang harus diketahui dalam perencanaan tambang khususnya tambang terbuka diantaranya adalah bahan galian yang ditambang, besar target produksi yang ditetapkan, keberadaan bahan galian tersebut, bentuk dan penyebaran bahan galian, posisi bahan galian terhadap permukaan topografi, sarana dan prasarana yang telah ada di sekitar daerah keberadaan bahan galian, keadaan lingkungan dan sosial masyarakat sekitar dan lain sebagainya (Indonesianto dkk, 2007).

2.1.2. Rekonsiliasi Rencana Penambangan

Kenyataan di lapangan, sering kali ditemukan adanya ketidaksesuaian antara perencanaan tambang dan kondisi aktual di lapangan (Musmualim dkk, 2015). Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh berbagai macam faktor. Ketidaksesuaian ini tentu saja berdampak pada rencana penambangan selanjutnya. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode praktis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi realisasi penambangan di lapangan tersebut terhadap rencana penambangan. Rekonsiliasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi perencanaan tambang tersebut (Simaremare, 2013).

Rekonsiliasi adalah pencocokan dua hal yang mempunyai hubungan satu dengan yang lain. Rekonsiliasi penambangan merupakan pencocokan antara *mine plan design* dalam perencanaan tambang terhadap realisasi di lapangan (Syahputra, 2012). Proses rekonsiliasi antara *mine plan design* dengan realisasi di lapangan dapat dibantu dengan menggunakan *software*, misalnya MineScape (Simaremare, 2012). Rekonsiliasi menggambarkan perbandingan antara *mine plan design* dengan realisasi di lapangan dimana terdapat beberapa istilah dalam rekonsiliasi penambangan yaitu antara lain *in of plan*, *overcut*, *unfinished plan (undercut)* dan *overstripping*. *In of plan* merupakan penggalian yang sesuai dengan rencana penambangan. *Overcut* merupakan kelebihan penggalian secara vertikal (melebihi *request level*). *Overstripping* merupakan kelebihan penggalian secara horizontal (melebihi batas). *Unfinished plan (undercut)* merupakan kekurangan penggalian secara vertikal atau penggalian yang tidak terselesaikan (Gambar 2.1).



Gambar 2.1. Rekonsiliasi penambangan antara rencana penambangan dengan realisasi di lapangan (Chabibi, 2013)

Garis biru adalah kondisi atau topografi awal bulan, garis hijau menunjukkan batas rencana penambangan, dan garis coklat menunjukkan kondisi atau topografi akhir bulan atau batas realisasi penambangan. Daerah yang berada diantara batas *mine plan design* dan realisasi penambangan disebut *unfinished plan (undercut)*. Sedangkan daerah yang sudah ditambang namun berada diluar batas *mine plan design* disebut *overcut*.

Proses identifikasi daerah *in of plan*, *overcut*, dan *undercut (unfinished plan)* terdiri dari beberapa tahapan sebagai berikut (Simaremare, 2013):

1. Membuat perpotongan antara *mine plan design* awal periode (awal bulan) dengan realisasi kemajuan tambang akhir periode (akhir bulan).
2. Daerah perpotongan antara kemajuan tambang dan *mine plan design* yang berada diluar batas *mine plan design* merupakan daerah *overstripping/ overboundary*.
3. Daerah yang telah dilakukan penggalian dan berada di dalam batas *mine plan design* merupakan daerah *in of plan*.
4. Daerah yang berada di luar batas kemajuan tambang namun masih dalam lingkup *mine plan design* merupakan daerah *unfinished plan/undercut*.

2.1.3. Software MineScape

1

MineScape terdiri dari beberapa produk yang integrasi di dalam sebuah perangkat lunak yang terdiri atas *core MineScape*, *block model*, *geological database (GDB)*, *stratmodel*, *open cut*, dan lain sebagainya (Mincom MineScape, 2012). *Core MineScape* adalah dasar bagi penggunaan perangkat lunak tersebut. *Core MineScape* dapat digunakan untuk membuka dan *editing file* dalam ekstensi AutoCAD (.dat), menghitung volume cadangan dan pembuatan laporan. Terdapat dua produk yang sering digunakan dalam perancangan tambang menggunakan minescape yaitu *stratmodel* dan *open cut*. *Stratmodel* merupakan unit yang dapat digunakan untuk melakukan pemodelan geologi secara tiga dimensi. Produk *stratmodel* digunakan dalam memanipulasi model 3D dari data geologi yang berbentuk lapisan, juga dapat menghitung besar cadangan dari model tersebut. *Open cut* merupakan unit yang dapat digunakan untuk melakukan perancangan tambang tiga dimensi baik jangka panjang maupun jangka pendek serta dapat digunakan untuk menghitung cadangan. *Open cut* dapat digunakan dalam

perencanaan jangka pendek termasuk mendesain pit dan perencanaan jangka panjang dalam studi kelayakan tambang (Mincom MineScape, 2012).

2.2. Produktivitas Alat Gali Muat

Produksi dari alat gali muat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu jenis/tipe dan kondisi alat muat (termasuk kapasitasnya), jenis/macam material yang dikerjakan, kapasitas dari alat angkut (*hauling equipment*), pola muat dan *skill* daripada operatornya (Indonesianto, 2005). Produktivitas alat gali muat adalah banyaknya material yang dapat digali dan dimuat dibagi dengan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat tersebut (Persamaan 2.1).

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{C_t} \times FK \quad \dots \quad (2.1)$$

Keterangan:

Q = Produksi per jam (m^3/jam)

KB = Kapasitas *bucket* (m^3)

BF = Bucket fill factor

CT = Waktu edar (de)

2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat Gali Muat

2.3. Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali muat

Produktivitas alat mekanis (termasuk *excavator*) dipengaruhi oleh waktu edar (*cycle time*), material dan faktor efisiensi atau faktor koreksi (Nabar, 1998). Waktu edar sangat berpengaruh terhadap produksi kerja alat gali muat karena waktu edar adalah faktor penentu dalam menghitung jumlah trip atau rit yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja (Nabar, 1998). Tanah atau material yang digali akan mengalami perubahan karena sifat yang ada pada tanah tersebut. Semakin keras tanah maka semakin sulit penggalian yang dilakukan. Sedangkan besarnya nilai faktor koreksi total dipengaruhi oleh *skill operator*, *machine availability* dan efisiensi kerja (Tenriajeng, 2003). Faktor efisiensi akan berpengaruh terhadap kinerja alat, operator maupun waktu yang dipakai dalam melakukan penggalian. Faktor efisiensi kerja harus diperhitungkan dalam setiap membuat perhitungan produksi kerja alat gali muat (Nabar, 1998).

2.3.1. Waktu Edar (Cycle Time)

Waktu edar merupakan waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus pekerjaan (Ilahi, 2014). Setiap alat memiliki komponen waktu edar yang berlainan. Besar kecilnya waktu edar tergantung pada jumlah komponen yang ada dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing komponen tersebut.

Secara garis besar waktu edar alat mekanis dibagi menjadi waktu tetap (*fixed time*) dan waktu tidak tetap (*variable time*) (Nabar, 1998). Waktu tetap adalah waktu yang diperlukan untuk gerakan yang bersifat tetap. Waktu tetap ditentukan oleh pabrik pembuat alat mekanis tersebut dan secara umum berlaku untuk setiap kondisi kerja. Waktu tetap *excavator* adalah pada saat mengayun (*swing*) dalam keadaan berisi bahan galian ataupun tidak sedangkan waktu tetap pada *dump truck* adalah waktu saat *dump truck* mengeluarkan material dari baknya (waktu *dumping*). Waktu variabel adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan yang bersifat tidak tetap dan tergantung daripada kondisi pekerjaan. Waktu variabel *excavator* adalah pada saat penggalian (*digging*) karena sifat material seperti kekerasannya akan berpengaruh pada waktu penggaliannya.

Waktu edar alat gali muat yaitu waktu yang diperlukan alat gali muat dalam melakukan pemuatan material ke dalam alat angkut dalam satu siklus yang terdiri dari waktu menggali (*digging*), waktu mengayun isi (*swing loaded*), waktu menumpahkan material (*dumping*), dan waktu mengayun kosong atau *swing empty* (Komatsu, 2009). Waktu edar alat gali muat diperoleh dengan cara menjumlahkan total waktu tetap dan total waktu variabel alat mekanis tersebut (Persamaan 2.2). :

$$\text{CT Loading} = T_{\text{excavate}} + T_{\text{swing loaded}} + T_{\text{dumping}} + T_{\text{swing empty}} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

CT Loading

= waktu edar alat gali muat (detik)

Texcavate

= waktu menggali material (detik)

Tswing loaded

= waktu putar dengan *bucket* terisi/*swing loaded* (detik)

Tdumping

= waktu menumpahkan muatan (detik)

Tswing empty

= waktu putar dengan *bucket* kosong/*swing empty* (detik)

2.3.2. Jenis Material dan Perubahan Volume

1. Jenis-jenis material

Material yang meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar, dan alang-alang) dimana semuanya mempunyai sifat dan karakteristik masing-masing yang mempunyai pengaruh yang besar terhadap alat berat ¹ termasuk alat gali muat (Tenrijeng, 2003). Khusus mengenai *digging* material, harus diketahui mudah atau tidaknya material tersebut digali dan ditangani(Indonesianto, 2005).

Jenis material mempengaruhi produktivitas alat. Semakin sukar material digali maka semakin rendah produktivitas alat. Penggolongan material berdasarkan atas kemudahannya digali ada empat macam:

- a. *Soft or easy digging*, misalnya top soil, pasir.
- b. *Medium hard digging*, misalnya lempung (*clay*).
- c. *Hard digging*, misalnya batu sabak, konglomerat, breksi.
- d. *Very hard digging*, memerlukan pemboran dan peledakan sebelum dapat digali, misalnya andesit, batu gamping.

2. Faktor pengembangan (*Swell factor*) ²

Pengembangan material (*swell factor*) merupakan perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material dari bentuk aslinya (Tenrijeng, 2003). Bentuk material dibagi menjadi tiga keadaan, yaitu:

a. Keadaan asli (*Bank condition*)

Keadaan material yang belum mengalami gangguan teknologi. Dalam keadaan butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran volume material demikian dinyatakan dalam ukuran alam atau *bank measure*, yaitu *Bank Cubic Meter (BCM)*.

b. Keadaan gembur (*Loose condition*)

Keadaan material setelah dilakukan penggerjaan. Material biasanya terdapat di depan *dozer blade*, di atas *truck*, di dalam *bucket*, dan sebagainya. Material yang digali dari tempat asalnya telah mengalami perubahan volume (mengembang) yang disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran material. Ukuran volume material demikian dinyatakan dalam *loose*

measure, yaitu *Loose Cubic Meter* (LCM) yang besarnya sama dengan BCM dibagi dengan *swell factor*.

c. Keadaan padat (*Compact condition*)

Keadaan material setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemasukan. Volume tanah setelah dilakukan pemasukan mungkin lebih besar atau lebih kecil dari keadaan *bank*. Ukuran volume material demikian dinyatakan dalam *compact measure*, yaitu *Compact Cubic Meter* (CCM).

1 Apabila material digali dari tempat aslinya maka akan terjadi *swell* (pengembangan) volume. Untuk menyatakan berapa besarnya pengembangan volume itu dikenal dua istilah yaitu faktor pengembangan (*swell factor* atau SF) dan persen pengembangan (*percent swell*). Nilai *swell factor* dapat dihitung dengan membagi *bank volume* dan *loose volume* (Persamaan 2.3)

$$SF = \frac{\text{Bank Volume}}{\text{Loose Volume}} \dots \quad (2.3)$$

1 Pengembangan material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada saat penggalian selalu didasarkan pada kondisi material sebelum digali yang dinyatakan dalam *bank volume* atau *volume insitu*. Sedangkan material yang ditangani (dimuat untuk diangkut) didasarkan pada material yang telah mengembang atau *loose volume* (Gambar 2.2)



Gambar 2.2. Keadaan material (Tenriajeng, 2003)

3. Bucket fill factor (Faktor pengisian bucket)

Bucket fill factor merupakan perbandingan antara volume aktual material yang dapat ditampung oleh *bucket* terhadap kemampuan tampung *bucket* secara teoritis. Semakin lunak material, *bucket fill factor* semakin tinggi dan membentuk kondisi munjung pada *bucket*. Sedangkan material keras mengakibatkan banyak rongga serta kurangnya isi material pada *bucket*. Nilai *bucket fill factor* tergantung kepada sifat alami dari material yang digali (Komatsu, 2009). Nilai *bucket fill factor* dapat ditentukan berdasarkan kondisi material (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 *Bucket fill factor Backhoe* (Komatsu, 2009)

PC 2000	<i>Excavating Condition</i>	<i>Bucket Fill Factor</i>
<i>Easy</i>	<i>Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil</i>	1.1-1.2
<i>Average</i>	<i>Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil</i>	1.0-1.1
<i>Rather Difficult</i>	<i>Excavating natural ground of sandy soil with gravel</i>	0.8-0.9
<i>Difficult</i>	<i>Loading blasted rock</i>	0.7-0.8

Namun nilai *bucket fill factor* aktual dapat dicari dengan membagi jumlah aktual material dalam *bucket* dan jumlah *heaped material* secara teoritis (Persamaan 2.4)

2.3.3. Faktor Koreksi

Besarnya nilai faktor koreksi (total) dalam perhitungan produktivitas alat gali muat diantaranya adalah *skill* operator, efisiensi kerja, dan *machine availability* (Tenriajeng, 2003).

1. Efisiensi kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu produktif dengan waktu kerja yang tersedia (Kadir, 2008). Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-

benar digunakan untuk operator bersama alat yang digunakan untuk melakukan kegiatan produksi (Pramana dkk, 2015). Besarnya waktu yang tersedia ini dalam kenyataannya belum dapat digunakan seluruhnya untuk produksi (kurang dari 100%). Hal ini disebabkan karena adanya hambatan-hambatan yang terjadi selama alat mekanis tersebut berproduksi diantaranya adalah keadaan alat (*mechanical condition*), keadaan medan kerja (*operating condition*) dan sifat-sifat manusianya sendiri sebagai operator (Indonesianto, 2005). Besarnya nilai efisiensi kerja sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional peralatan (Tabel 2.2).

Tabel 2.2. Efisiensi kerja berdasarkan kondisi operasional alat (Tenriajeng, 2003)

Kondisi Operasi	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Normal – Sedang	0,75
Kurang Baik	0,67
Buruk	0,58

2. Faktor ketersediaan alat (*Machine Availability*)

Faktor ketersediaan alat mekanis merupakan faktor yang menunjukkan kondisi dan kinerja alat mekanis dengan memperhitungkan waktu yang hilang pada saat melakukan kerja (Zega, 2016). Misalnya dalam melakukan penjadwalan terhadap *excavator* maka bila sudah diketahui bahwa *excavator* tersebut mempunyai *availability factor* sebesar 85% maka dalam melakukan penjadwalan setiap 100 *shift* yang 85 *shift* untuk produksi (*available for production*) dan yang 15 *shift* adalah waktu yang hilang untuk perbaikan. Cara mengetahui besarnya faktor ketersediaan alat dapat menggunakan persamaan (Indonesianto, 2005) :

a. Ketersediaan mekanis (*Mechanical Availability, MA*)

Mechanical availability adalah faktor *availability* yang menunjukkan kesiapan (*available*) suatu alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat (Indonesianto, 2005). Secara matematis *mechanical availability*

merupakan perbandingan antara $working\ hours$ dan penjumlahan $working\ hours$
 1 serta $repairs\ hours$ yang ada (Persamaan 2.5)

Keterangan:

MA = Ketersediaan mekanis (%)

W = *Working hours* atau jumlah jam kerja (jam)

R = Repairs hours atau jumlah jam untuk perbaikan (jam)

Working hours atau operation hours dimulai dari operator berada di satu alat dan alat tersebut berada dalam kondisi operable (mesin dan bagian-bagian lain siap dipakai untuk melaksanakan operasi). Working hours dapat diketahui dari pencatatan pada operator time card atau hour meter alat. Working hours termasuk delay time (Indonesianto, 2005). Delay time atau waktu tunda sendiri meliputi:

- 1) Kehilangan waktu saat dari dan menuju tempat kerja
 - 2) *Moving time*
 - 3) Waktu untuk lubrikasi, pengisian bensin dan pemeliharaan alat
 - 4) Kehilangan waktu disebabkan kondisi cuaca
 - 5) Waktu untuk *safety meeting*
 - 6) Dan lain sebagainya

b. Ketersediaan fisik (*Physical availability*, PA)

Physical availability (*Operational availability*) adalah faktor yang menunjukkan kesediaan suatu alat untuk melakukan pekerjaan dengan menghilangkan waktu yang hilang karena berbagai sebab (Partanto, 1996). Secara matematis, *physical availability* yaitu perbandingan antara penjumlahan *working hours* dan *repairs hours* dengan waktu total yang ada (Persamaan 2.6).

$$PA = \frac{W+S}{T} \times 100\% \dots \quad (2.6)$$

Keterangan:

PA = Ketersediaan fisik

W = *Working hours* atau jumlah jam kerja (jam)

S = Standby hours atau kehilangan waktu pada saat alat tidak dioperasikan padahal dalam kondisi baik (jam)

T = *Scheduled time* atau total jam kerja(jam)

c. Ketersediaan penggunaan alat (*Use of availability*, UA)

Use of availability adalah persentase waktu yang digunakan alat untuk beroperasi pada saat alat digunakan (Partanto, 1996). Nilai dari UA dapat dihitung yaitu membagi *working hours* dengan penjumlahan *working* dan *standby hours* (Persamaan 2.7).

Keterangan:

W = *Working hours* atau jumlah jam kerja(jam)

S = Standby hours atau kehilangan waktu pada saat alat tidak dioperasikan padahal dalam kondisi baik (jam)

d. Penggunaan efektif (*Effective utilization*, EU)

Penggunaan efektif atau efektifitas kerja adalah angka persentase penggunaan keseluruhan dari suatu alat (Partanto, 1996) berdasarkan perbandingan waktu kerja dan waktu tersedia (Persamaan 2.8). *Effective utilization* sangat mirip dengan *used of availability* dan berbeda hanya dalam hubungan *hours worked* dengan total *hours* dibandingkan dengan *availability hours*. Faktor ini menunjukkan pendayagunaan alat dalam waktu tersedia untuk kegiatan produksi. (Indonesianto, 2005)

Keterangan:

EU = Penggunaan efektif

W = Working hours atau jumlah jam kerja (jam)

T = *Scheduled time* atau total jam kerja (jam)

2.3.5. Keadaan Cuaca

Keadaan cuaca juga akan berpengaruh pada produktivitas alat mekanis yang digunakan, seperti di Indonesia yang menghambat pekerjaan adalah musim hujan sehingga hari kerja menjadi pendek (Indonesianto, Y, 2005). Hujan yang sangat lebat juga akan menyebabkan rusaknya jalan produksi yang akan menimbulkan *slippery* sehingga menyebabkan alat-alat tidak dapat bekerja dengan baik dan perlu pengeringan (*drainase*) dan perawatan yang baik. Sebaliknya pada musim kemarau, akan timbul banyak debu yang dapat mengganggu kegiatan produksi. Selain itu panas atau dingin yang berlebihan juga akan mengurangi effisiensi mesin-mesin yang digunakan.

2.3.6. Faktor Pengawasan

Pengawasan terhadap kinerja operator juga dapat berpengaruh terhadap produktivitas dari alat mekanis yang digunakan, karena alat-alat yang mendapat pengawasan pada saat melakukan aktivitas penambangan cenderung memiliki tingkat produktivitas yang lebih besar dibandingkan alat-alat yang tidak mendapat pengawasan. Oleh karena itu, dibutuhkan keberadaan pengawas lapangan (*field supervisor*) yang mengerti mengenai aktivitas penambangan yang benar sehingga dapat membuat alat yang digunakan memiliki tingkat produktivitas yang diinginkan.

2.4. Penelitian Terdahulu

Hasil penelitian terdahulu yang merupakan referensi bagi peneliti untuk melakukan penelitian ini meliputi:

1. Skripsi karya Musmualim yang dibuat tahun 2014 yang berjudul “Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Bulanan dengan Realisasi Bulanan di Tambang Swakelola B2 Mine di PT Bukit Asam Tbk”. Hasil penelitiannya adalah ketidaksesuaian yang sering terjadi mencakup *overcut* (kelebihan penggalian berdasarkan elevasi), *undercut* (kekurangan penggalian), *overstripping* (pengupasan melebihi target posisi yang ditentukan). Faktor penyebab ketidaksesuaian antara rencana penambangan dengan realisasi disebabkan oleh faktor kinerja alat gali muat (*overburden*) yang digunakan tidak optimal karena banyaknya waktu efektif yang hilang dan faktor pengawasan akibat sering hilangnya patok-patok elevasi. Ketidaktercapaian rencana

penambangan berdampak pada *stripping ratio* sisa penggalian tahun 2014. Hal ini dikarenakan material yang tidak selesai penggaliannya terakumulasi pada bulan selanjutnya. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan ketercapaian rencana penambangan dengan penjadwalan ulang penggunaan alat gali muat (*excavator backhoe*) dan meningkatkan pengawasan.

2. Skripsi karya Risnal Affandi Zega tahun 2016 yang berjudul “Analisis Ketercapaian Perencanaan Tambang Berbasis Rekonsiliasi Blok Penambangan untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 1.800.000 Ton per tahun pada Kuari Pusar di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk”. Hasil penelitiannya adalah adanya ketidaksesuaian yang diketahui setelah dilakukan rekonsiliasi perencanaan tambang awal periode dengan kemajuan tambang di akhir periode. Faktor yang mempengaruhi ketercapaian adalah aktivitas peledakan yang baik dan produktivitas alat gali muat yang memuaskan sedangkan ketidaksesuaian penggalian disebabkan target produksi bulan sebelumnya tidak tercapai. Kondisi ini menyebabkan batu kapur yang harusnya digali terakumulasi pada bulan April 2016. Upaya yang dapat dilakukan dalam meningkatkan ketercapaian tersebut antara lain penjadwalan ulang penggunaan alat gali muat serta penambahan patok *level/blok* penambangan.

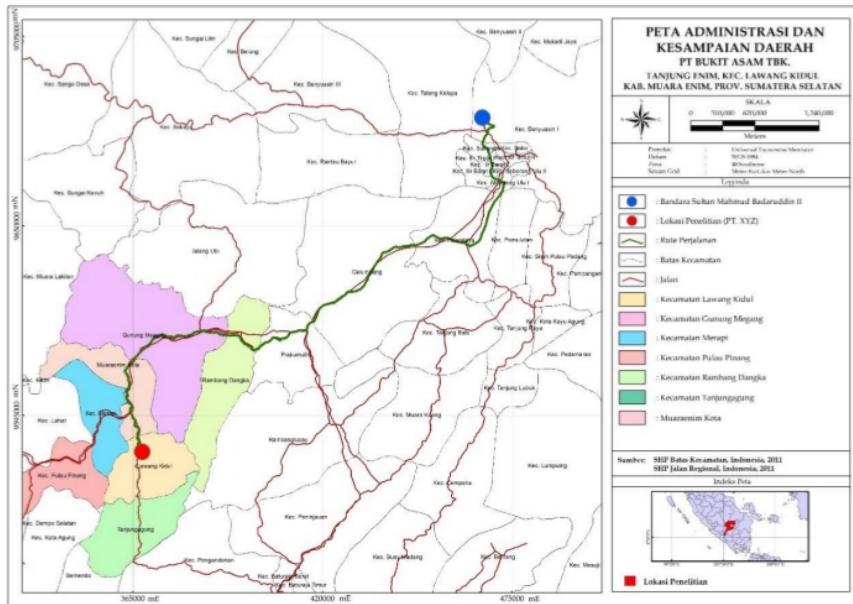
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Satria Bahana Sarana yang terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 3.1).



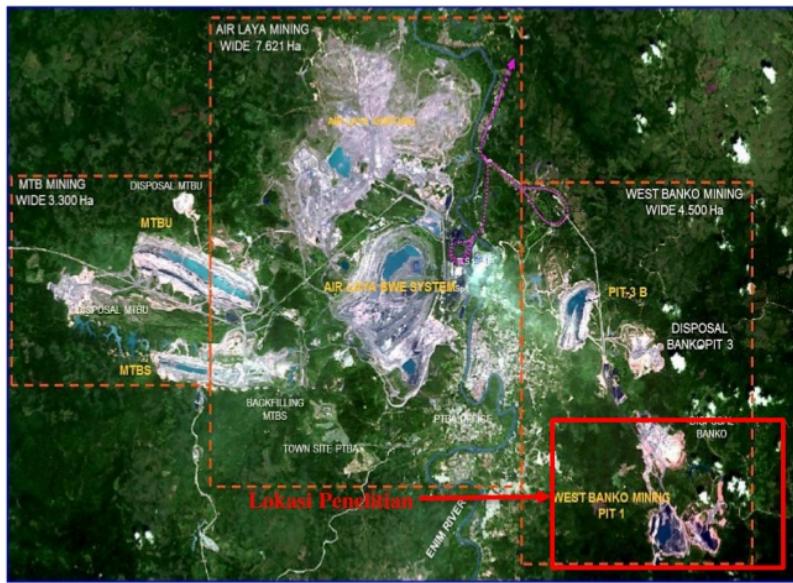
Gambar 3.1. Peta kesampaian lokasi daerah penelitian

Jalan untuk menuju lokasi penambangan Banko Barat dapat melalui tiga jalan alternatif yang dapat digunakan yaitu:

- Dari Selatan dapat melalui daerah Desa Darmo.
- Dari Timur melalui daerah Desa Lingga.

c. Dari Utara dapat melalui daerah Suban Jeriji.

PT. Satria Bahana Sarana merupakan perusahaan kontraktor tambang yang dikontrak oleh PT. Bukit Asam, Tbk. Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Bukit Asam,Tbk terletak pada posisi $103^{\circ}45' BT - 103^{\circ}50' BT$ dan $3^{\circ}42'30'' LS - 4^{\circ}47'30'' LS$. Daerah Penambangan PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim seluas ukuran lebih kurang 15.500 Ha yang terdiri dari IUP Tambang Air Laya seluas 7.700 Ha, IUP Tambang Muara Tiga Besar seluas 3.300 Ha dan IUP Tambang Banko Barat seluas 4.500 Ha yang merupakan lokasi penelitian (Gambar 3.2).



Gambar 3.2. Foto satelit area penambangan PT. Bukit Asam, Tbk

1

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tanggal 25 September 2019 sampai dengan 12 November 2019. Kegiatan penelitian dilakukan selama 8 minggu. Kegiatan dimulai dengan studi literatur, kemudian dilanjutkan dengan observasi lapangan dan pengambilan data, dilanjutkan dengan pengolahan data sekaligus penyusunan laporan (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Jadwal kegiatan penelitian.

No	Uraian Kegiatan	Minggu							
		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi literatur								
2	Observasi lapangan								
3	Pengambilan data								
4	Pengolahan data								
5	Penyusunan laporan								

3.2. Metode Penelitian

1 Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan literatur dan data-data lapangan yang berkaitan dengan penelitian sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Urutan pekerjaan penelitian sebagai berikut:

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan referensi berupa teori dan rumusan yang berkaitan dengan *mine plan design*, pemindahan tanah mekanis, dan ketersediaan alat gali muat. Bahan referensi yang digunakan adalah buku, jurnal ilmiah, *handbook*, dan arsip dari PT. Satria Bahana Sarana, serta arsip dari Perpustakaan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

1 3.2.2. Penelitian di Lapangan

1 Pelaksanaan penelitian di lapangan akan dilakukan beberapa tahap. Pengambilan data yang dilakukan berupa data primer dan data sekunder. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

a. Data primer

a. Data *cycle time* alat gali yang digunakan

Data primer merupakan data yang diambil dari pengamatan lapangan, yaitu : *cycle time* alat gali muat. Data *cycle time* alat gali muat diambil dengan menggunakan alat bantu yaitu *stopwatch* dengan cara mengamati kegiatan penggalian di *front* penambangan. Jumlah sampel yang diambil yaitu 30 data untuk masing-masing jenis alat. Komponen *cycle time* yang diambil adalah waktu penggalian yang dimulai ketika *bucket* menyentuh permukaan tanah sampai sesaat ketika *bucket* diangkat naik (*digging*), waktu *swing* isi

yang dimulai ketika selesai proses penggalian (*digging*) sampai sesaat ketika hendak *dumping*. Komponen waktu berikutnya adalah *dumping time* yang dimulai ketika material mulai jatuh ke *vessel* alat angkut sampai *bucket* benar-benar dalam keadaan kosong (*dumping*). Komponen waktu yang terakhir adalah *swing* kosong yang dimulai sejak *bucket* kosong hingga *bucket* kembali menyentuh tanah untuk proses *digging*.

b. Data jumlah *fleet* yang tersedia

Data jumlah *fleet* diambil dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan atau melalui informasi yang diberikan oleh pengawas lapangan.

2. Data Sekunder

Data yang berasal dari literatur dan data perusahaan yang menunjang dalam penelitian, meliputi:

a. *Mine plan design* bulan Oktober 2019

Mine plan design untuk bulan Oktober 2019 diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Satria Bahana Sarana.

b. *Design* kemajuan tambang bulan Oktober 2019

Design kemajuan tambang untuk bulan Oktober 2019. *Design* ini berfungsi sebagai acuan untuk mengetahui ketercapaian produksi dan bentuk ketidaksesuaian antara *mine plan design* dan kondisi aktual dengan cara melakukan *overlay* kedua *design* tersebut.

c. Data rencana kerja dan target produksi di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019

Data ini digunakan sebagai acuan untuk mengetahui apakah hasil pengamatan dan pengolahan data sesuai dengan rencana yang telah dibuat atau tidak. Data rencana kerja dan target produksi diperoleh dari Departemen *Engineering* PT. Satria Bahana Sarana.

d. Data ketersediaan (*availability*) alat pada bulan Oktober 2019

Data ketersediaan alat diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Satria Bahana Sarana (Lampiran E). Data ini berfungsi sebagai faktor koreksi dalam perhitungan produktivitas dengan menggunakan persamaan 2.1.

e. Data gambaran umum perusahaan

Data gambaran umum perusahaan berisi profil singkat perusahaan, satuan kerja yang ada di perusahaan tersebut, dan sebagainya.

f. Data spesifikasi alat berat

Data ini diperoleh dari *handbook* alat berat. Data spesifikasi alat berat memberikan informasi mengenai adalah kapasitas alat, mesin yang digunakan, bobot alat, dan lain sebagainya yang digunakan dalam perhitungan produktivitas.

g. Data curah hujan bulan Oktober 2019

Data curah hujan diperlukan untuk mengetahui hambatan karena kondisi cuaca saat operasi penambangan dilakukan.

h. Data jam kerja alat

Data jam kerja dibutuhkan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dipakai oleh alat gali muat untuk beroperasi selama satu bulan. Dari data ini dapat diketahui waktu *working hours, standby, repairs* dan waktu kerja efektif dari alat gali muat tersebut. Data jam kerja alat diperoleh dari Departemen *Engineering* PT Satria Bahana Sarana.

i. Data *swell factor*

Data *swell factor* dari material diperoleh dari literatur (Lampiran B). Data ini digunakan untuk mengetahui kondisi material setelah material tersebut dipindahkan dari lokasi aslinya sehingga data untuk perhitungan produktivitas alat gali muat baik untuk penggalian batubara maupun pengupasan *overburden*.

3.2.3. Pengolahan Data

Data dari pengamatan di lapangan diolah melalui dasar teori yang sudah diperoleh dari bahan-bahan pustaka yang menunjang. Langkah mengolah data-data lapangan sebagai berikut :

1. Dilakukan proses pengolahan data dengan menganalisis data-data tersebut menggunakan *software* (*MineScape 5.7*) sehingga didapat hasil berupa *overlay* kemudian menggunakan menu *triangle* dan *reserve* sehingga dapat menentukan dan menghitung volume daerah *in of plan, undercut* dan *overcut*.

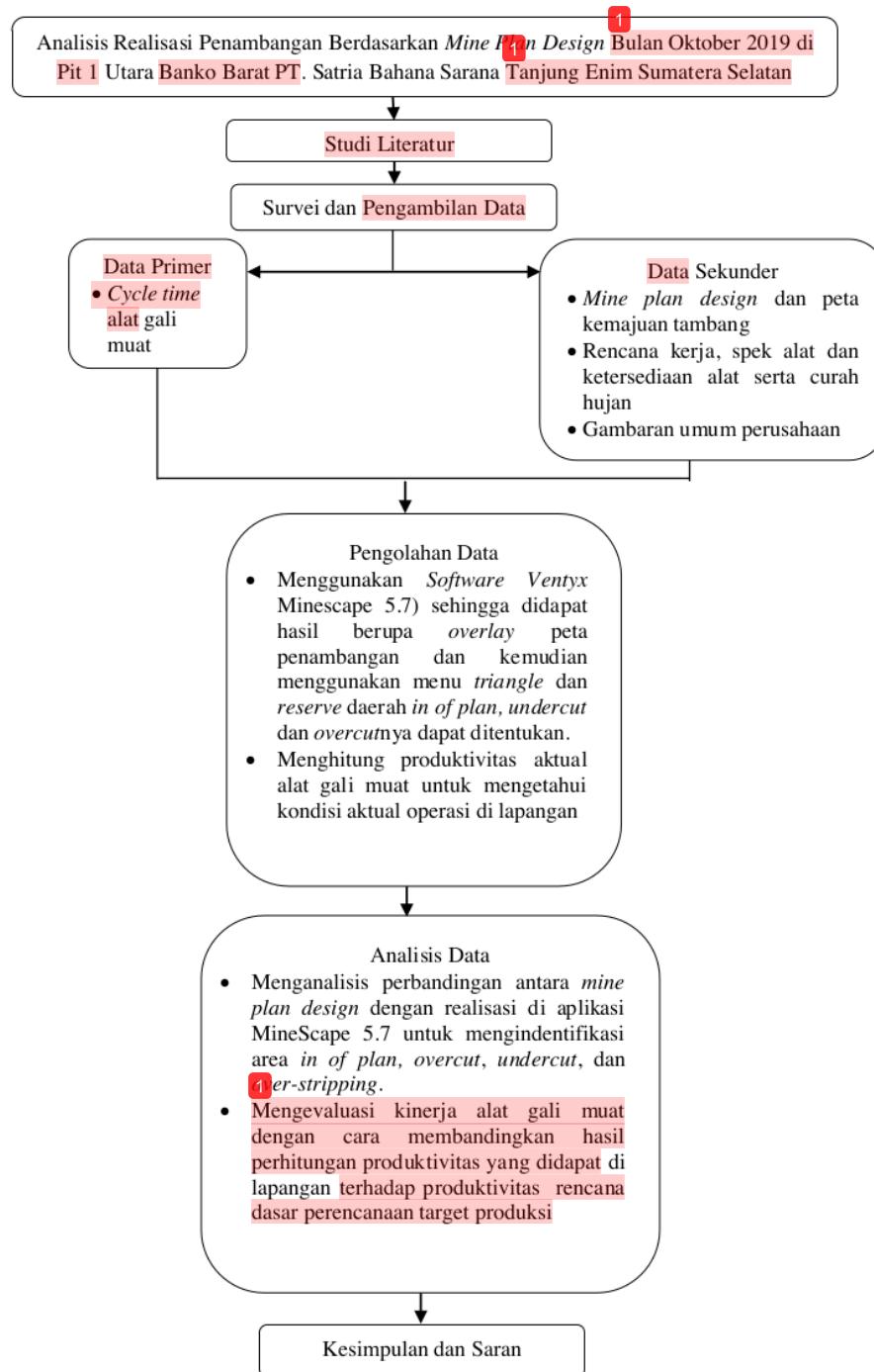
2. Menghitung produktivitas aktual alat gali muat untuk mengetahui kondisi aktual operasi penambangan di lapangan.

3.2.4. Analisis Data

1. Menganalisis perbandingan antara *mine plan design* bulan Oktober 2019 dengan realisasi di *software MineScape 5.7* untuk mengidentifikasi volume *in of plan*, *overcut*, *undercut*, dan *overstripping*.
2. Menevaluasi kinerja alat gali muat dengan cara membandingkan hasil perhitungan produktivitas aktual yang didapat di lapangan terhadap produktivitas rencana target produksi.

Tabel 3.2. Metode penelitian

No	Rumusan Masalah	Metode Penelitian
1.	Bagaimana ketercapaian penambangan berdasarkan <i>mine plan design</i> pada bulan Oktober 2019?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data <i>mine plan design bulan Oktober</i>, data peta kemajuan tambang bulan Oktober 2019 serta data <i>schema</i> dan <i>quality</i> di <i>software Minescape 5.7</i> 2. Melakukan <i>overlay</i> keduanya yaitu antara <i>mine plan design</i> dan peta kemajuan tambang 3. Mengidentifikasi volume daerah kemajuan tambang sesuai rencana (<i>in of plan</i>), tidak sesuai rencana (<i>overcut</i>, <i>undercut</i>, dan <i>overstripping</i>)
2.	Bagaimana faktor yang menyebabkan ketidaksesuaian pengupasan <i>overburden</i> dan penggalian batubara berdasarkan <i>mine plan design</i> pada bulan Oktober 2019?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menghitungnproduktivitas alatngali muat aktual (termasuk waktu dan efisiensi kerja). 2. Mengetahui perubahan rencana kerja pada realisasi di lapangan seperti jumlah <i>fleet</i>, waktu kerja alat gali muat 3. Menganalisis tingkat pengawasan dan kedisiplinan di lapangan.
3.	Bagaimana dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan <i>overburden</i> dan penggalian batubara berdasarkan <i>mine plan design</i> terhadap rencana penambangan bulan berikutnya?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data ketercapaian produksi 2. Menghitung <i>stripping ratio</i>. 3. Membandingkan <i>stripping ratio</i> sebelum dan sesudah, kemudian sisa galian diakumulasi pada bulan berikutnya.
4.	Bagaimana upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan <i>overburden</i> dan penggalian batubara berdasarkan <i>mine plan design</i> untuk bulan berikutnya?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan data jumlah alat, efisiensi kerja dan produktivitas alat muat 2. Melakukan perbaikan waktu kerja efektif alat gali muat dengan mengurangi hambatan yang 1pat diperbaiki 3. Menghitung produktivitas alat gali muat dengan waktu kerja efektif yang telah diperbaiki 4. Merekomendasikan pemasangan patok yang hilang dan peningkatan pengawasan.



Gambar 3.3. Bagan alir penelitian

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

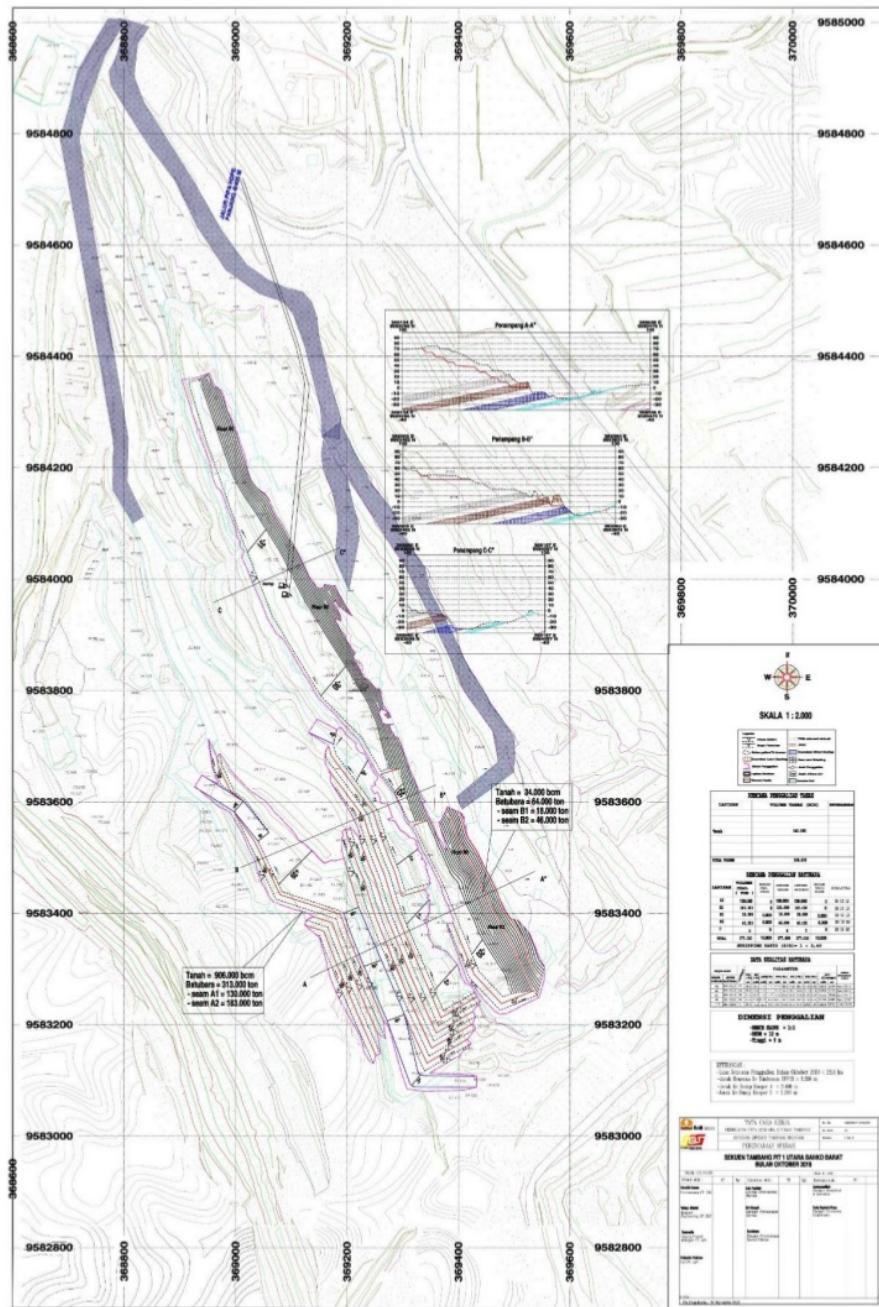
4.1. Ketercapaian Penambangan berdasarkan *Mine Plan Design* pada bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat

4.1.1. Rencana Penambangan bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara

Rencana penambangan (*mine plan design*) memberikan informasi mengenai arah penambangan, elevasi penambangan, prioritas kegiatan penambangan, dan informasi penting lainnya (Gambar 4.1). *Mine plan design* PT Satria Bahana Sarana untuk setiap bulan disusun dan direncanakan oleh Departemen *Engineering*. Penyusunan *mine plan design* penggalian batubara dan pengupasan *overburden* digambarkan dalam satu peta bulanan. PT Satria Bahana Sarana pada bulan Oktober 2019 merencanakan penambangan sebesar 377.000 ton batubara dan 940.000 BCM *overburden* dengan *Stripping Ratio* 1:2,49. Terdapat empat *seam* batubara yang mewakili kualitas dari produk batubara yaitu lapisan *Seam A1*, *Seam A2*, *Seam B1*, dan *Seam B2*. Hasil pengupasan *overburden* diangkut menuju *disposal* dengan jarak 3.200 m sedangkan untuk penggalian batubara diangkut menuju ke *Dump hopper* 4 dengan jarak 2.400 m. Rekomendasi dari satuan kerja Geoteknik untuk dimensi penggalian yaitu *bench slope* 1:1 dengan *berm* 10 m serta tinggi 9 m. Rencana produksi pengupasan *overburden* dan penggalian batubara yang akan ditambang berdasarkan material (Tabel 4.1.)

Tabel 4.1. Rencana produksi berdasarkan *mine plan design* bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat

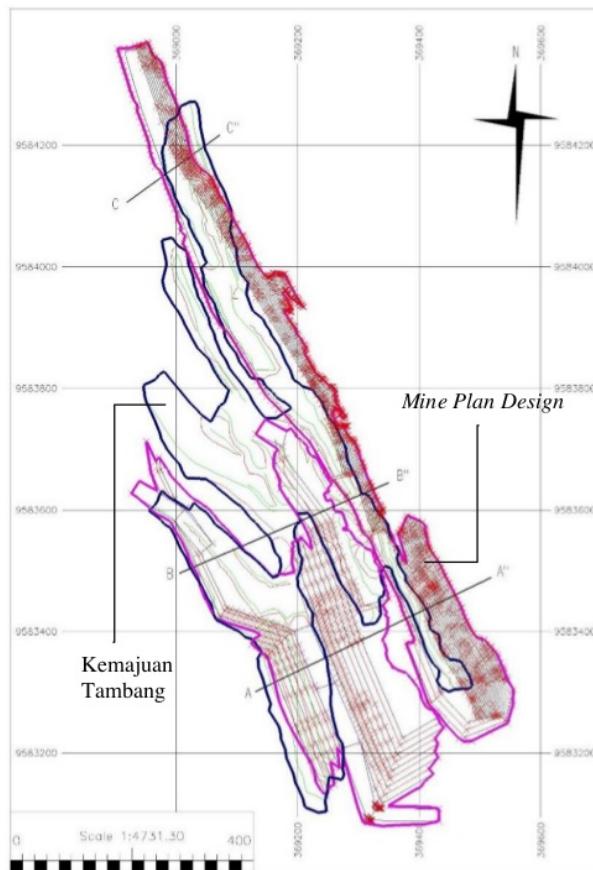
Material	Volume (m ³)	Massa (ton)
Overburden	940.000	-
Batubara <i>Seam A1</i>	-	220.000
Batubara <i>Seam A2</i>	-	125.000
Batubara <i>Seam B1</i>	-	30.000
Batubara <i>Seam B2</i>	-	20.000
Total	940.000	377.000



Gambar 4.1. *Mine plan design* bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara

4.1.2. Realisasi Penambangan di Pit 1 Utara Banko Barat

Mengetahui apakah penggalian yang dilakukan pada bulan Oktober 2019 sesuai dengan batas penambangan atau tidak, maka diperlukan *overlay* antara *boundary mine plan design* dengan *boundary* kemajuan tambang bulan Oktober 2019. Proses *overlay* dilakukan dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak (*software*) Minescape 5.7. Hasil *overlay* antara *mine plan design* dan kemajuan tambang menunjukkan adanya daerah yang penambangan yang tidak sesuai rencana/ diluar *boundary* tambang (Gambar 4.2.).



Gambar 4.2. Hasil *overlay* antara *mine plan design* dan kemajuan tambang bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara

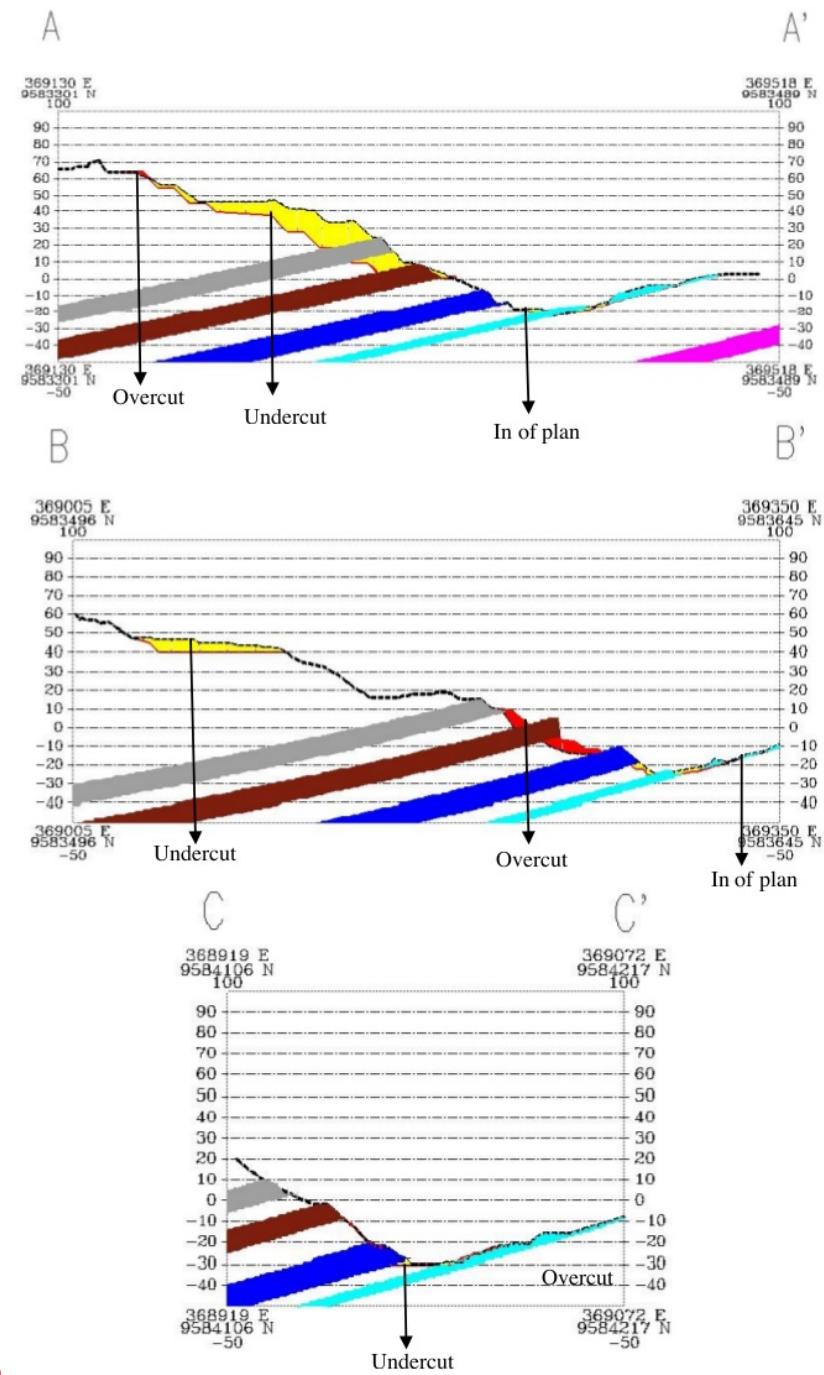
Daerah yang dibatasi dengan warna merah muda merupakan *boundary mine plan design* bulan Oktober 2019 sedangkan garis yang berwarna biru merupakan *boundary* (batas) dari kemajuan tambang. Beberapa daerah yang melewati batas penggalian atau melebihi *boundary mine plan design* penambangan yang telah direncanakan disebut *overstripping* atau *overcut horizontal*.

Berdasarkan perhitungan MineScape 5.7 didapat ketercapaian produksi sebesar 89,15% dari 940.000 BCM yaitu 838.041,50 BCM untuk pengupasan *overburden* dan 117,96% dari 377.000 ton yaitu 444.712,75 ton untuk penggalian batubara. Ketercapaian jumlah produksi *overburden* dan batubara berdasarkan lapisannya dihitung menggunakan *software* MineScape 5.7 (Tabel 4.2).

Tabel 4.2. Ketercapaian produksi batubara dan *overburden* berdasarkan MineScape

<i>Seam</i>	<i>Burden</i>	<i>Total Volume (m³)</i>	<i>Mass (ton)</i>
A1	<i>Overburden</i>	487.307,32	-
A1	<i>Resource</i>	76.676,98	96.612,99
A2	A1	128.429,98	-
A2	<i>Resource</i>	117.586,45	148.158,92
B1	A2	84.369,13	-
B1	<i>Resource</i>	83.419,44	105.108,50
B2	B1	131.530,30	-
B2	<i>Resource</i>	75.263,76	94.832,34
C	B2	6404,76	-

Selain adanya *overstripping*, untuk melihat apakah realisasi penggalian sesuai dengan *level* yang telah direncanakan atau tidak, dapat dilihat dengan menggunakan *line section* lokasi penambangan tersebut. *Line section* dibuat untuk mengetahui daerah yang penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) dan penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) serta penggalian yang sesuai dengan rencana elevasi (*in of plan*) (Gambar 4.3). Pembuatan *line section* ini menggunakan *software* perencanaan tambang yaitu *MineScape 5.7*.
1



1

Gambar 4.3. Hasil *line section* (a) A-A'' (b) B-B'' (c) C-C''

Hasil perhitungan volume berdasarkan *software* Minescape 5.7 yaitu pengupasan *overburden* sebesar 838.041,50 BCM atau 89,15% yang terdiri dari pengupasan yang masih di area tertambang (*in of plan*) sebesar 477.448,40 BCM, pengupasan yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 182.407,60 BCM dan pengupasan yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 178.185,50 BCM. Sedangkan untuk penggalian batubara sebesar 444.712,75 ton atau 117,96% yang terdiri dari penggalian yang masih di area tertambang (*in of plan*) sebesar 210.174,74 ton, penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 185.103,69 ton dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 49.434,32 ton (Tabel 4.3)

Tabel 4.3. Ketercapaian *mine plan design* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019

Volume	Material			
	<i>Overburden</i> (BCM)	%	Batubara (ton)	%
1. Rencana	940.000	-	377.000	-
2. Realisasi ketercapaian	838.041,50	89,15	444.712,75	117,96
3. Ketidaksesuaian MPD				
a. <i>Overcut</i>	182.407,60	21,77	185.103,69	41,62
b. <i>Undercut</i>	178.185,50	21,26	49.434,32	11,12
c. <i>Over-stripping</i>	106,37	0,01	29,90	0,01
4. <i>In of Plan Design</i>	477.448,40	56,97	210.174,74	47,26

Kesesuaian realisasi berdasarkan *mine plan design* untuk pengupasan *overburden* sebesar 477.448,40 BCM atau 56,97% dan dikategorikan cukup sedangkan penggalian batubara sebesar 210.174,74 ton atau 47,26% dan dikategorikan cukup. Sedangkan ketidaksesuaian realisasi berdasarkan *mine plan design* untuk pengupasan *overburden* terdiri dari penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 182.407,60 BCM atau 21,77% dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 178.185,50 atau 41,62 BCM. Ketidaksesuaian realisasi untuk pengupasan *overburden* berdasarkan *mine plan design* terdiri dari penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 182.407,60 BCM atau 21,77% dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi

(*undercut*) sebesar 178.185,50 atau 21,26%. Ketidaksesuaian realisasi untuk penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terdiri dari penggalian yang melebihi rencana elevasi (*overcut*) sebesar 185.103,69 ton atau 41,62% dan penggalian yang kurang dari rencana elevasi (*undercut*) sebesar 49.434,32 ton atau 11,12%.

4.2. Faktor-Faktor Penyebab Ketidaksesuaian Pengupasan *Overburden* dan Penggalian Batubara Berdasarkan *Mine Plan Design*

4.2.1. Jumlah dan Penempatan *Fleet*

1. Fleet overburden

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) menggunakan lima *fleet* yang terdiri atas 2 *fleet* Komatsu PC2000 (Ex-2001 dan Ex-2002), 2 *fleet* Komatsu PC1250 (Ex-1003 dan Ex-1005) dan 1 *fleet* CAT390FL (Ex-1009). Kenyataan di lapangan, realisasi pengupasan *overburden* tidak selalu 5 *fleet*. Hal ini dikarenakan kadangkala alat mengalami breakdown seperti Komatsu PC1250 (Ex1005) dan digantikan oleh Hitachi ZX870, sehingga dalam waktu sebulan jumlah *fleet* *overburden* tidak sesuai dengan rencana (Tabel 4.5). Hal ini dikarenakan seringkali alat berpindah-pindah dan digantikan alat lain, misalnya Cat 390FL (Ex1009) yang merupakan alat gali muat pengupasan *overburden* ke penggalian batubara maka digantikan dengan Cat340D (Ex4007).

Tabel 4.4. *Fleet* pengupasan *overburden*

Kegiatan	Jumlah <i>fleet</i>	Keterangan alat yang digunakan
Rencana	5	2 Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) 2 Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005) 1 Cat 390FL (Ex1009)
Realisasi	4	2 Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) 2 Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005) 1 Cat 390FL (Ex1009) 1 Hitachi ZX870 (Ex08-005) 1 Cat 340D (Ex4007)

2. Fleet batubara

Penggalian batubara terdiri atas 4 *fleet* dengan rincian yaitu 1 *fleet* Komatsu PC400, 1 *fleet* Cat 340D dan 2 *fleet* Volvo EC480D. Kenyataan di lapangan, realisasi tidak selalu empat *fleet* (Tabel 4.5). Hal ini dikarenakan beberapa alasan yaitu alat mengalami *break down* seperti Komatsu PC400 dan pada pertengahan bulan adanya permintaan penambahan produksi batubara dari PT. Bukit Asam, Tbk sehingga untuk memenuhi permintaan ini terjadi perpindahan alat dari pengupasan *overburden* ke penggalian batubara. Misalnya alat gali muat PC1250 (Ex1003) dan PC2000 (Ex2001) yang merupakan alat gali muat *overburden* dipindahkan dari pengupasan *overburden* ke penggalian batubara sehingga jumlah *fleet* batubara tidak sesuai dengan rencana.

Tabel 4.5. *Fleet* penggalian batubara

Kegiatan	Jumlah <i>fleet</i>	Keterangan alat yang digunakan
Rencana	5	1 Cat 340D (Ex4005) 2 Volvo EC480D (Au03, Au04) 1 Komatsu PC400 (Ex401) 1 Hitachi ZX350H (Ex2054)
Realisasi	6	2 Cat 340D (Ex4005, Ex4007) 2 Volvo EC480D (Au03, Au04) 1 Hitachi ZX350H (Ex2054) 2 Komatsu PC400 (Ex3034, Ex401) 1 Cat 390FL (Ex1009) 1 Sany SY500H (01) 1 Komatsu PC2000 (Ex2001) 1 Komatsu PC1250 (Ex1003)

1

4.2.2. Produktivitas Alat Gali Muat

1. Produktivitas pengupasan *overburden*

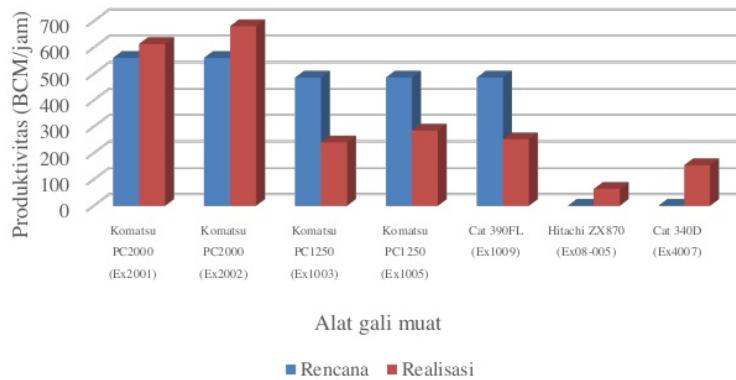
Produktivitas alat gali muat untuk *overburden* di Pit 1 Utara Banko Barat menunjukkan perbedaan antara rencana dan realisasi (Tabel 4.7). Alat gali muat pengupasan *overburden* seperti Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) melebihi dari target rencana. Hal ini dipengaruhi oleh faktor efisiensi kerja yang baik (Lampiran E). Selain itu, dipengaruhi juga dengan waktu edar gali muat yang baik (Lampiran D) dan *bucket fill factor* yang cukup baik (Lampiran G). Namun, ada beberapa alat

gali muat pengupasan *overburden* yang kurang dari target rencana seperti Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005). Ketidaksesuaian ini secara umum dapat disebabkan waktu edar alat gali muat (Lampiran D) yang cukup besar dan efisiensi kerja yang kecil (Lampiran E).

¹
Tabel 4.6. Produktivitas alat gali muat pengupasan *overburden*

No	Alat	Rencana		Realisasi	
		Prod'ty (BCM/jam)	Produksi (BCM/bulan)	Prod'ty (BCM/jam)	Produksi (BCM/bulan)
1	Komatsu PC2000 (Ex2001)	561	243.000	613,69	282.908,93
2	Komatsu PC2000 (Ex2002)	561	243.000	681,00	357.523,58
3	Komatsu PC1250 (Ex1003)	486	138.000	240,48	50.500,99
4	Komatsu PC1250 (Ex1005)	486	105.000	285,48	47.389,59
5	Cat 390FL (Ex1009)	486	211.000	251,91	81.115,81
6	Hitachi ZX870 (Ex08-005)	-	-	63,75	7.905,59
7	Cat 340D (Ex4007)	-	-	154,09	8.783,27
	Total	2.580	940.000	2.290,4	836.127,76

Produktivitas alat gali muat pengupasan *overburden* seperti Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) melebihi dari rencana. Hal ini dapat terjadi dikarenakan efisiensi kerja pada alat gali muat tersebut cukup tinggi dibandingkan dengan alat gali muat yang lain (Lampiran E). Sehingga dalam perhitungan, produktivitas alat gali muat tersebut menunjukkan angka yang tinggi pula. Tingginya nilai efisiensi kerja ini disebabkan pemanfaatan waktu kerja yang baik, serta dikarenakan waktu *standby* dan *repair hours* yang rendah. Produktivitas alat gali muat pengupasan *overburden* seperti Komatsu PC2000 (Ex2001, Ex2002) cukup tinggi dibanding rencana sedangkan alat gali muat lain seperti Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005) menunjukkan angka yang lebih rendah dibandingkan dengan rencana (Gambar 4.4).



Gambar 4.4. Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas pengupasan *overburden*

Selain itu, terdapat pula produktivitas alat gali muat yang lebih kecil dari rencana seperti Komatsu PC1250 (Ex1003, Ex1005). Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang berpengaruh adalah efisiensi kerja yang cukup rendah (Lampiran E). Faktor lain yang mempengaruhi adalah besarnya waktu edar alat gali muat (Lampiran D). Besarnya waktu edar alat gali muat pengupasan *overburden* disebabkan kondisi aktual *fleet* dimana kadangkala penempatan alat gali muat hampir sejajar dengan alat angkut yang menyebabkan waktu *swing* alat gali muat bertambah besar (Gambar 4.5).



Gambar 4.5. Kondisi aktual *fleet* pengupasan *overburden*

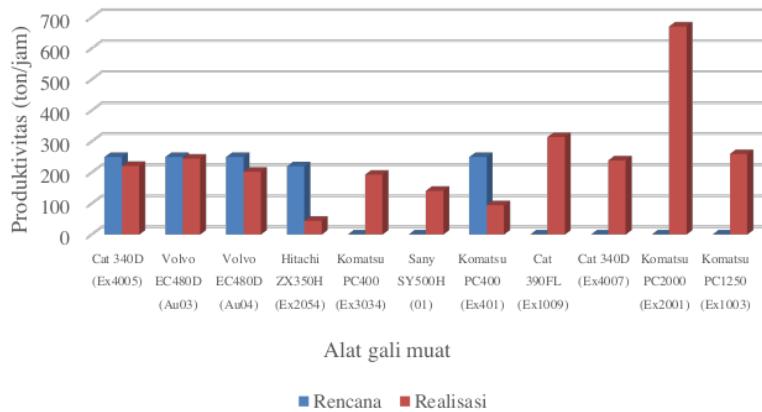
1
2. Produktivitas alat gali muat batubara

Produktivitas alat gali muat untuk penggalian batubara di Pit 1 Utara telah direncanakan di dalam rencana kerja untuk penentuan produksi tiap alat per bulannya. Namun realisasinya, nilai produktivitas beberapa alat gali muat untuk penggalian batubara tidak sesuai dengan rencana (Tabel 4.8.). Ketidaksesuaian ini disebabkan oleh beberapa hal diantaranya adalah *bucket fill factor* yang kecil, waktu edar (*cycle time*) yang cukup besar dan efisiensi kerja yang kecil.

Tabel 4.7. Produktivitas alat gali muat penggalian batubara

No	Alat	Rencana		Realisasi	
		Prod'ty (ton/jam)	Produksi (ton/bulan)	Prod'ty (ton/jam)	Produksi (ton/bulan)
1	Cat 340D (Ex4005)	250	97.000	221,16	84.926,65
2	Volvo EC480D (Au03)	250	31.000	245,20	95.382,84
3	Volvo EC480D (Au04)	250	97.000	202,59	71.512,52
4	Hitachi ZX350 (Ex2054)	220	55.000	44,34	4.389,48
5	Sany SY500H (01)	-	-	193,14	63.544,59
6	Komatsu PC400 (Ex3034)	-	-	140,93	22.267,43
7	Komatsu PC400 (Ex401)	250	97.000	94,36	18.023,70
8	Cat 390FL (Ex1009)	-	-	314,68	32.097,57
9	Cat 340D (Ex4007)	-	-	239,13	25.586,73
10	Komatsu PC2000 (Ex2001)	-	-	670,98	17.445,41
11	Komatsu PC1250 (Ex1003)	-	-	259,76	5.195,18
Total		1.220	377.000	2.626,27	440.372,1

Terjadi cukup banyak perbedaan pada rencana dan realisasi produktivitas alat gali muat batubara terutama banyaknya penambahan alat gali muat penggalian batubara (Gambar 4.6). Banyaknya alat gali muat tambahan ini disebabkan untuk mengejar target produksi di akhir bulan. Terjadinya perbedaan antara rencana dan realisasi di lapangan dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor yang secara langsung berpengaruh terhadap produktivitas adalah nilai *cycle time* alat gali muat yang besar (Lampiran D). Besarnya *cycle time* alat gali muat ini disebabkan beberapa faktor yaitu proses *loading* yang dilakukan dan kinerja alat penunjang tambang yang kurang maksimal.



Gambar 4.6. Grafik perbandingan rencana dan realisasi produktivitas penggalian batubara

1

Tingginya *cycle time* dipengaruhi oleh posisi alat gali muat terhadap lapisan batubara. Seringnya alat gali muat ditempatkan hampir sejajar dengan alat angkut sehingga alat gali muat melakukan sudut putar (*swing*) yang lebih besar dan membutukan waktu yang lebih lama saat dilakukan *loading* ke alat muat. Besarnya sudut putar (*swing*) alat gali muat menyebabkan *cycle time* pada alat gali muat tersebut akan semakin besar pula.

Selain itu, *bucket fill factor* juga menjadi faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas alat gali muat. *Bucket fill factor* merupakan nilai perbandingan antara banyaknya material yang diambil dengan kapasitas maksimal (*heaped*) dari *bucket* alat gali muat. Nilai aktual dari *bucket fill factor* menunjukkan perbedaan dengan nilai secara teori (Lampiran D). Faktor lain yaitu faktor efisiensi kerja alat gali muat yang mempengaruhi produktivitas. Hal ini dikarenakan secara teori nilai efisiensi kerja yang baik adalah 0,83 sedangkan dalam kondisi aktual ternyata nilainya tidaklah demikian.

4.2.3. Used of Availability

Used of availability (UA) merupakan nilai apakah suatu penggunaan alat untuk melakukan kegiatan produksi berjalan dengan efektif atau tidak. Beberapa nilai *used of availability* alat gali muat yang beroperasi di Pit 1 Utara Banko Barat

menunjukkan nilai yang rendah (Tabel 4.8 dan Tabel 4.9). Rendahnya nilai UA ini disebabkan karena waktu *standby* alat gali muat yang cukup besar sehingga waktu *loss production* juga besar (Lampiran G). Besarnya waktu *standby* alat gali muat dapat disebabkan oleh beberapa hal seperti kedisiplinan operator saat pergantian shift, tidak adanya operator, dan lain sebagainya. Rendahnya nilai *used of availability* juga menjelaskan bahwa kinerja pengawas di lapangan kurang maksimal di dalam mengelola waktu kerja dan waktu *standby* alat gali muat sehingga produksinya pun menjadi kurang maksimal.

Tabel 4.8. Nilai *used of availability* alat gali muat untuk pengupasan *overburden*

Alat	UA
Komatsu PC2000 (Ex2001)	69,27%
Komatsu PC2000 (Ex2002)	73,72%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	51,80%
Komatsu PC1250 (Ex1005)	64,87%
Cat 390FL (Ex1009)	64,86%
Hitachi ZX870 (Ex08-005)	32,39%
Komatsu PC400 (Ex3034)	43,99%
Komatsu PC400 (Ex401)	61,79%
Cat 340D (Ex4007)	63,92%

Tabel 4.9. Nilai *used of availability* alat gali muat untuk penggalian batubara

Alat	UA
Cat 340D (Ex4005)	61,89%
Volvo EC480D (Au03)	58,03%
Volvo EC480D (Au04)	55,73%
Hitachi ZX350 (Ex2054)	20,72%
Sany SY500H (01)	63,00%
Komatsu PC400 (Ex3034)	43,99%
Komatsu PC400 (Ex401)	61,79%
Cat 390FL (Ex1009)	64,86%
Cat 340D (Ex4007)	63,92%
Komatsu PC2000 (Ex2001)	73,72%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	51,80%

4.2.4. Kurangnya Pengawasan

Pengawasan di lapangan dilakukan memastikan kegiatan penambangan dilakukan dengan baik dan sesuai dengan rencana yang telah dibuat.¹ Penggalian yang melewati rencana sering kali terjadi pada malam hari. Pengawas lapangan pada malam hari lebih sering mengawasi operator dari anjungan atau *office* daripada di lapangan, sehingga pengarahan ke operator tidak optimal yang menyebabkan penggalian yang dilakukan oleh operator melebihi elevasi yang telah direncanakan. Rendahnya pengawasan juga menyebabkan operator tidak bekerja secara efektif.

Kurangnya pengawasan di lapangan menyebabkan terjadinya kelebihan penggalian yaitu ketika adanya penambahan alat serta pengaturan peletakan alat tersebut tidak pada elevasi yang direncanakan sehingga apabila dilakukan penggalian di daerah tersebut potensi terjadinya kelebihan penggalian akan semakin besar sedangkan terjadinya kekurangan penggalian disebabkan penempatan alat gali muat yang tidak sesuai rencana sehingga daerah yang seharusnya dilakukan penggalian namun realisasinya tidak dilakukan.

Selain itu, kurang optimalnya penempatan batas (*boundary*) penambangan. Batas penambangan ditandai dengan adanya patok. Kadangkala, di beberapa lokasi ditemukan tidak adanya batas (*boundary*) sehingga memicu terjadinya ketidaksesuaian penggalian dengan *mine plan design* yang telah dibuat.

4.3. Dampak Akibat Ketidaksesuaian Pengupasan Overburden dan Penggalian Batubara berdasarkan *Mine Plan Design*

¹ Ketidaksesuaian antara realisasi penambangan berdasarkan *mine plan design* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019 menyebabkan *stripping ratio* bulan selanjutnya lebih besar. Peningkatan angka *stripping ratio* bulan selanjutnya terjadi sebagai akibat dari target pengupasan *overburden* pada bulan sebelumnya tidak tercapai sehingga terakumulasi pada bulan selanjutnya. Rencana *stripping ratio* di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019 berdasarkan rencana kerja adalah 1:2,49 dengan rincian target pengupasan *overburden* sebesar 940.000 BCM dan target penggalian batubara sebesar 377.000 ton.

Ketercapaian produksi berdasarkan *mine plan design* di bulan Oktober 2019 didapatkan pengupasan *overburden* sebesar 838.041,50 BCM dan penggalian

batubara sebesar 444.712,75 ton dengan *stripping ratio* 1:1,88. Terjadi penurunan ¹ *stripping ratio* dari target yang telah direncanakan. Hal ini terjadi karena terdapat kelebihan penggalian batubara yang melebihi target dan kekurangan pengupasan *overburden* dari target.

Akan tetapi dengan kekurangan pengupasan *overburden* sebesar 101.958,50 ¹ BCM berdampak pada proses penggalian batubara pada bulan selanjutnya karena jumlah *overburden* yang digali untuk mendapatkan batubara semakin besar. Kekurangan pengupasan *overburden* ini berdampak pada akumulasi target pengupasan *overburden* bulan selanjutnya. Hal ini dapat dilihat pada bulan November 2019 dimana target pengupasan *overburden* sebesar 1.074.000 BCM dan target penggalian batubara sebesar 449.000 ton. Apabila sisa galian *overburden* bulan sebelumnya diakumulasikan ke bulan November 2019, maka target pengupasan *overburden* sebesar 1.175.958,50 BCM sehingga *stripping ratio* pada bulan November 2019 sebesar 1:2,62 (Lampiran L).

4.4. Upaya yang dapat dilakukan untuk Meminimalisir Ketidaksesuaian Pengupasan Overburden dan Penggalian Batubara berdasarkan Mine Plan Design untuk Bulan Berikutnya

4.4.1. Meningkatkan Waktu Kerja Efektif (EWH)

Mengacu pada rencana kerja pada bulan Oktober 2019 maka dapat diketahui bahwa alat gali muat untuk pengupasan *overburden* yang beroperasi sesuai rencana adalah Komatsu PC2000 (Ex2001 dan Ex2002), Komatsu PC1250 (Ex1003 dan Ex1005) dan Cat 390FL (Ex1009) sedangkan untuk penggalian batubara yang beroperasi sesuai rencana adalah Caterpillar CAT340D (Ex04005), Volvo EC480D (Au03 dan Au04), Hitachi ZX350 (Ex2054) dan Komatsu PC400 (Ex401). ¹

Alat-alat yang beroperasi pada Pit 1 Utara di bulan Oktober 2019 tidak seluruhnya diperuntukkan kepada lokasi Pit 1 Utara saja sehingga tidak semua alat tersebut dapat digunakan untuk penambangan di bulan November 2019. Selain itu, apabila alat-alat dari pit lain dipindahkan ke Pit 1 Utara akan memakan waktu dan biaya terlebih lagi jika adanya penambahan alat. Oleh karena itu, untuk merealisasikan target penggalian untuk bulan November 2019 yang paling memungkinkan dilakukan adalah dengan melakukan perbaikan waktu kerja efektif.

Waktu kerja efektif alat gali muat harus diperhitungkan dengan baik terutama dalam mempertimbangkan jumlah waktu yang digunakan untuk perbaikan alat gali muat (*repairs hours*) dan minimalisir waktu hambatan kerja. Perbaikan waktu kerja efektif untuk meningkatkan produksi di bulan selanjutnya dapat dilakukan dengan mengalokasikan waktu hambatan kerja (*loss time production*) terutama *wait for other unit*, tidak adanya operator, dan *standby no job* ke EWH (Lampiran I) sehingga target produksi bulan November 2019 dapat tercapai (Lampiran J dan Lampiran K) dengan ketercapaian pengupasan *overburden* sebesar 1.085.384,37 BCM atau 101,06% dari rencana (Tabel 4.10) dan penggalian batubara sebesar 449.823,97 ton atau 100,18% dari rencana (Tabel 4.11).

Tabel 4.10. Ketercapaian pengupasan *overburden* setelah perbaikan

<i>Fleet</i>	Sebelum			Setelah		
	Produktivitas (BCM/jam)	EWH (jam)	Produksi (BCM)	Produktivitas (BCM/jam)	EWH (jam)	Produksi (BCM)
Komatsu PC2000	613,69	461	282.908,93	674,55	509	343.548,22
Komatsu PC2000	681,00	525	357.523,58	681,00	525	357.523,58
Komatsu PC1250	240,48	210	50.500,99	450,12	411	184.773,25
Komatsu PC1250	285,48	166	47.389,59	347,53	219	75.934,73
Cat 390FL	251,91	322	81.115,81	302,88	408	123.604,59

Tabel 4.11. Ketercapaian penggalian batubara setelah perbaikan

<i>Fleet</i>	Sebelum			Setelah		
	Produktivitas (ton/jam)	EWH (jam)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/jam)	EWH (jam)	Produksi (ton)
Cat 340D	221,16	384	84.926,65	229,56	400	91.799,34
Volvo EC480D	245,20	389	95.382,84	302,43	487	147.224,37
Volvo EC480D	202,59	353	71.512,52	258,66	452	116.915,85
Hitachi ZX350	44,34	99	4.389,48	173,07	412	71.304,62
Komatsu PC400	94,36	191	18.023,70	105,17	215	22.579,79

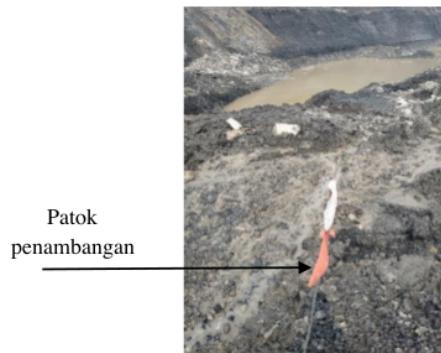
4.4.2. Meningkatkan Pengawasan

Penggalian yang melewati batas penggalian dari rencana mengindikasikan bahwa kurangnya pengawasan terhadap operator, terutama pada malam hari. Oleh karena itu, untuk mencegah terjadinya kelebihan penggalian pada bulan selanjutnya, pengawasan terhadap operator harus ditingkatkan. Upaya yang juga

dapat dilakukan adalah meningkatkan managemen alat gali muat dengan meminimalisir waktu-waktu hambatan kerja yang sebenarnya dapat dihindari. Misalnya meningkatkan kedisiplinan operator dengan cara memberi sanksi bila ada operator yang terlambat bekerja atau terlalu cepat berhenti bekerja dari jadwal kerja. Upaya yang dilakukan tersebut diharapkan mampu meningkatkan efektifitas penggunaan alat gali muat.

4.4.3. Penambahan Patok Penambangan

Diperlukan penambahan patok penambangan pada daerah penambangan agar terjadi kesesuaian antara *mine plan design* dan realisasi di lapangan. Patok penambangan digunakan pada saat realisasi penggalian telah sesuai dengan rencana sehingga akan mengontrol kegiatan penggalian serta meminimalisir terjadinya kelebihan maupun kekurangan penggalian (Gambar 4.7).



Gambar 4.7. Patok Penambangan

Setelah dilakukan penambahan patok penambangan, perlu dilakukan pengecekan rutin setiap hari terhadap patok tersebut juga harus dilakukan agar patok yang bergeser, hilang ataupun hal lainnya yang membuat operator tidak melihat patok tersebut. Pengecekan dilakukan untuk memastikan bahwa kondisi penggalian sudah sesuai dengan rencana. Pengecekan patok harus dilakukan secara teratur dan berkala sehingga semua patok ada pada posisinya dan sesuai dengan rencana. Hal ini akan berindikasi pada kegiatan penambangan yang terkontrol dan dapat mempermudah ketercapaian *mine plan design*.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari pembahasan yang ada, maka kesimpulan yang dapat diambil antara lain:

1. Ketercapaian penambangan berdasarkan *mine plan design* pada bulan Oktober 2019 adalah pengupasan *overburden* sebesar 89,15% dari 940.000 BCM yaitu 838.041,50 BCM terdiri dari *in of plan* sebesar 477.448,40 BCM, *overcut* 182.407,60 BCM, dan *undercut* 178.185,50 BCM serta penggalian batubara sebesar 117,96% dari 377.000 ton yaitu 444.712,75 ton terdiri dari *in of plan* sebesar 210.174,74 ton, *overcut* 185.103,69 ton, dan *undercut* 49.434,32 ton.
2. Beberapa faktor penyebab terjadinya ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* antara lain jumlah dan penempatan *fleet* tidak sesuai rencana, produktivitas yang lebih kecil dibanding rencana, *used of availability* (UA) alat gali muat yang rendah dan kurangnya pengawasan.
3. Dampak akibat ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* terhadap rencana penambangan bulan selanjutnya adalah adanya sisa galian pengupasan *overburden* yang mengakibatkan bertambahnya beban penggalian batubara sehingga meningkatkan *stripping ratio* di bulan berikutnya.
4. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimalisir dampak ketidaksesuaian pengupasan *overburden* dan penggalian batubara berdasarkan *mine plan design* untuk bulan berikutnya adalah:
 - a. Perbaikan waktu kerja efektif, yaitu dengan meningkatkan waktu kerja efektif alat gali muat tersebut dengan mengalokasikan waktu hambatan yang dapat diperbaiki seperti *wait for other unit*, tidak adanya operator dan *standby no job* ke EWH. Setelah dilakukan perbaikan waktu kerja efektif alat gali muat, didapatkan ketercapaian produksi pengupasan *overburden* sebesar 1.085.384,37 BCM (101,06 % dari 1.074.000 BCM)

sedangkan ketercapaian produksi penggalian batubara sebesar 449.823,97 ton (100,18% dari 449.000 ton).

- b. Peningkatan pengawasan terutama terhadap operator agar operasi penambangan dapat sesuai dengan *mine plan design* yang telah direncanakan.
- c. Penambahan patok penambangan yang hilang atau rusak sehingga perlu dilakukan pengecekan patok secara teratur dan berkala agar semua patok berada di posisinya dan sesuai dengan rencana penambangan

5.2. Saran

- 1. Diperlukan peningkatan pengawasan terhadap waktu *standby* seperti waktu tunggu operator dan sebagainya agar waktu kerja efektif dapat dimaksimalkan dengan baik sehingga produktivitas dari alat gali muat dapat terealisasi sesuai dengan rencana.
- 2. Pengaturan peletakan alat gali muat pada *front* pengupasan *overburden* maupun penggalian batubara disesuaikan berdasarkan rencana yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alpiana. 2011. "Rancangan Desain Tambang PT. Bumi Bara Kencana di Desa Masaha Kec. Kapuas Hulu Kab. Kapuas Kalimantan Tengah". *Jurnal Media Bina Ilmiah Mataram*, 5(8) : 23-28.
- Arif, I. 2007. "Perencanaan Tambang". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- ¹ Chabibi, F. dan Risono.2013."Rekonsiliasi Penambangan Antara Perencanaan Tambang Jangka Pendek dengan Realisasi Berdasarkan Block Model dan Peta Topografi Periode Semester 12013 di Site Tanjung Buli UPB Nikel Maluku Utara, PT. ANTAM (Persero) Tbk." *Prosiding TPT XXII Perhapi 2013*. Yogyakarta: PERHAPI.
- ¹ Ilahi, R.R., Ibrahim, E., dan Swardi, F.R., 2014. "Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali-Muat (*Excavator*) dan Alat Angkut (*Dump Truck*) pada Pengupasan Tanah Penutup Bulan September 2013 di Pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk UPTE". *Jurnal Ilmu Teknik*, 2 (3): 51-59
- Indonesianto, Y., 2005. "Pemindahan Tanah Mekanis". Yogyakarta: Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
- Indonesianto, Y., Rauf A., Kresno. 2017. "Perencanaan Tambang Terbuka". Modul disajikan dalam Pelatihan Perencanaan Tambang Terbuka, Hotel Melia Purosani, Yogyakarta, 19-20 Desember 2017.
- Kadir, E. 2008. "Pemindahan Tanah Mekanis". Palembang: Universitas Sriwijaya
- Komatsu Ltd. 2009. "Spesification and Application Handbook, 30th Edition". Komatsu, Ltd.
- Mincom. 2012. "Mincom MineScape". Brisbane: Mincom.
- Musmualim, Eddy I., dan Swardi, F.R., 2015. "Rekonsiliasi Penambangan Antara Rencana Penambangan Bulanan dengan Realisasi di Tambang Swakelola B2 PT. Bukit Asam (Persero), Tbk." *Jurnal Ilmu Teknik*, 3 (1): 32-41.
- Nabar, D. 1998. "Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat". Palembang: Universitas Sriwijaya
- Partanto. 1996. "Pemindahan Tanah Mekanis". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- ¹ Pramana, G.D., Sudiyanto, A., Setyowati, I., dan Titisariwati, I., 2015. "Kajian Teknis Produksi Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Untuk Memenuhi Target Produksi Pengupasan Overburden Penambangan Batubara PT. Citra Tobindo

Sukses Perkasa Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi.” *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1 (2): 61-68

Prodjosumarto, P. 2004. “Pengantar Perencanaan Tambang”. Modul disajikan dalam Diklat Perencanaan Tambang Terbuka, Universitas Islam Bandung, Bandung, 30 Agustus-7 September 2004

2

Simaremare, M. 2013. “Rekonsiliasi Bulanan Sebagai Metode Praktis untuk Mengetahui Ketidaksesuaian Antara Rencana Penambangan dan Kondisi Aktual, Studi Kasus Pit 4-7 Senakin Mine Site, PT. Arutmin Indonesia.” *Prosiding TPT XXII Perhapi 2013*. Yogyakarta: PERHAPI.

Syahputra. 2012. Rekonsiliasi *Sequence* Penambangan Perencanaan Jangka Panjang dengan Kondisi Aktual Studi Kasus Pit Selatan Tambang Senakin PT. Arutmin Indonesia Periode Q4 2010 – Q3 2011. *Prosiding TPT Perhapi 2012*. Jakarta: PERHAPI.

1

Tenriajeng, A.T. 2003. “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jakarta: Penerbit Gunadarma

Zega, R.A. 2016. ”Analisis Ketercapaian Perencanaan Tambang Berbasis Rekonsiliasi Blok Penambangan Untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Sebesar 1.800.000 Ton Per Tahun Pada Kuari Pusar di PT. Semen Baturaja (Persero), Tbk”. Palembang: Universitas Sriwijaya.

Lampiran A. Daftar spesifikasi alat gali muat yang digunakan

1. Spesifikasi *Excavator Backhoe* Komatsu PC2000



Gambar A.1 Komatsu PC2000

Berat	: 200.000 kg
<i>Horsepower</i> (SAE J1995 Gross)	: 514 Kw
Kapasitas bucket	: 13,7 m ³ (<i>heaped</i>)
<i>Swing speed</i>	: 4,8 RPM
<i>Max travel speed</i>	: 3,2 km/jam (High)
Model mesin	: KOMATSU SAA6D170E-5
Kapasitas tangki bahan bakar	: 1.360 liter

2. Spesifikasi *Excavator Backhoe* Komatsu PC1250



Gambar A.2 Komatsu PC1250

Berat	: 106.500 – 110.700 kg
<i>Heaped bucket capacity</i>	: 6,7 m ³ (SAE)
<i>Horsepower</i>	: 514 kW (<i>Gross</i>), 502 kW (<i>Net</i>)
<i>Max. bucket digging force</i>	: 479 kN
Model mesin	: Komatsu SAA6D170E-5
Tipe mesin	: 4-cycle, water cooled, direct injection
<i>Gradeability</i>	: 70%
<i>Maximum travel speed</i>	: 3,2 km/h (high)
Tangki bahan bakar	: 1.360 liter

3. Spesifikasi *Excavator Backhoe* Komatsu PC400



Gambar A.3 Komatsu PC400

Berat	: 44.190 kg
<i>Horsepower</i> (SAE J1995 Gross)	: 246 Kw
Kapasitas bucket (SAE)	: 3,2 m ³
Kecepatan swing	: 9,3 RPM
<i>Maximum travel speed</i>	: 5,5 km/jam (Hi)
Model mesin	: Komatsu SAA6D125E-3
<i>No. of cylinders</i>	: 6-125 x 150
<i>Hydraulic system</i>	: 2 x Variable piston
Kapasitas tangki bahan bakar	: 605 liter

4. Spesifikasi Excavator Backhoe Caterpillar CAT390F



Gambar A.4 Caterpillar CAT390F

Model : Cat C18 ACERT

Berat : 86.840 kg

Daya *Engine* : 405 kW

Kapasitas *bucket* (SAE) : 4,6 m³

Kecepatan *swing* : 6,2 RPM

Maximum travel speed : 4,5 km/jam

Kapasitas tangki bahan bakar : 1240 liter

5. Spesifikasi Excavator Backhoe Volvo EC480D



Gambar A.5 Volvo EC480D

Berat	: 48.600 kg
Kapasitas <i>bucket</i>	: 3,3 m ³
Mesin	: Volvo D13F
<i>Maximum drawbar pull</i>	: 13,3 m
<i>Maximum travel speed</i>	: 3,1 km/jam
Jangkauan maksimal (horizontal)	: 13,3 m
<i>Track width</i>	: 600 mm
<i>Transport length</i>	: 11,63 m
<i>Transport width</i>	: 3,44 m
<i>Transport height</i>	: 3,26 m
Tangki bahan bakar	: 685 liter

6. Spesifikasi Excavator Backhoe Caterpillar CAT340D



Gambar A.6 Caterpillar CAT340D

Berat	: 41.200 kg
Kapasitas bucket (<i>heaped</i>)	: 2,69 m ³
Model mesin	: C9 ACERT
Tenaga mesin (ISO 14396)	: 209 kW
<i>Rated engine</i>	: 1800 rpm
<i>Maximum travel speed</i>	: 4,85 km/jam
<i>Maximum drawbar pull</i>	: 300 kN
<i>Fuel tank capacity</i>	: 620 L

7. Spesifikasi Excavator Backhoe Hitachi ZX870



Gambar A.7 Hitachi ZX870

Model	: ZX870LC-5
Berat	: 80.800 kg
Daya Engine	: 397Kw (532HP)
Kapasitas bucket (SAE)	: 4,96 m ³
Maximum travel speed	: 4,7 km/jam
Maximum drawbar pull	: 57.240 kg
Fuel tank capacity	: 1110 L

8. Spesifikasi Excavator Backhoe Hitachi ZX350H



Gambar A.8 Hitachi ZX350H

Model	: ZX350LC-5
Berat	: 35.200 kg
Daya Engine	: 202 kW
Kapasitas bucket (SAE)	: 2,30 m ³
Maximum travel speed	: 5,0 km/jam
Maximum drawbar pull	: 29.200 kg
Fuel tank capacity	: 630 L

9. Spesifikasi Excavator Backhoe Sany SY500H



Gambar A.9 Sany SY500H

Model	: MTU OM470LA.E4-2
Berat	: 50.100 kg
Daya <i>Engine</i>	: 300 kW
Diameter	: 145mm
Kapasitas <i>bucket</i> (SAE)	: 2,20 m ³
<i>Transport length</i>	: 12,1 m
<i>Transport width</i>	: 3,5 m
<i>Transport height</i>	: 3,8 m

Lampiran B. *Swell factor* material

Tabel B.1. *Swell factor* berbagai mineral (*Earthworks Engineering Research Center*,2010)

Material	<i>Swell factor</i>
Andesit	0,60
Basalt	0,61
Feldspar	0,60
Gabbro	0,60
Batuan beku	0,62
Batuan metamorf	0,70
Batuan sedimen	0,65
<i>Broken taprock</i>	0,67
Batubara (Bituminus)	0,74
<i>Dry gravel</i>	0,89
<i>Wet gravel</i>	0,88
<i>Dry sand</i>	0,79
<i>Wet sand</i>	0,84
Batu pasir	0,62
<i>Dry clay</i>	0,81
<i>Wet clay</i>	0,80
<i>Limestone</i>	0,61
<i>Gravel</i>	0,89
Pirit	0,85

1

Lampiran C. Data curah hujan bulan Oktober 2019 di Banko Barat

Tabel C.1. Perkiraan curah hujan Banko Barat tahun 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

Bulan	Banko Barat			
	Curah hujan (mm)	Jam hujan	Hari hujan	Frek. hujan
Januari	408.5	65.7	19	37
Februari	431.6	69.4	20	44
Maret	366.6	58.9	18	33
April	337.3	54.2	18	29
Mei	193.4	31.1	14	23
Juni	84.7	13.6	9	10
Juli	107.6	17.3	8	15
Agustus	75.6	12.2	8	12
September	144.3	23.2	9	15
Oktober	216.6	34.8	13	23
November	335.7	54.0	18	29
Desember	416.8	67.0	19	33
	3,118.6	501.5	172	304

1

Tabel C.2. Realisasi curah hujan Banko Barat bulan Oktober 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

Oktober	Banko Barat		
	Curah hujan (mm)	Jam hujan	Frek. hujan
Total	54.70	6.05	12.00

Lampiran D. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe yang digunakan di Pit 1 Utara

Tabel D.1. Waktu ¹edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Komatsu PC2000 (Ex-2001) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	10,92	13,85	6,35	2,17	33,29	0,55
2	9,68	9,25	5,36	3,88	28,17	0,47
3	17,15	9,35	3,51	6,34	36,35	0,61
4	10,55	10,25	4,14	4,70	29,64	0,49
5	14,48	11,04	3,75	5,93	35,20	0,59
6	13,82	8,33	4,27	5,40	31,82	0,53
7	11,82	9,65	5,68	4,63	31,78	0,53
8	10,99	10,47	4,21	6,60	32,27	0,54
9	8,90	7,97	4,07	4,72	25,66	0,43
10	10,46	7,57	4,95	5,50	28,48	0,47
11	12,01	10,27	4,26	9,75	36,29	0,60
12	15,85	7,08	4,69	7,28	34,90	0,58
13	10,65	7,31	5,79	6,20	29,95	0,50
14	12,94	7,55	5,48	4,46	30,43	0,51
15	12,68	7,10	4,63	7,72	32,13	0,54
16	13,95	7,97	6,55	4,20	32,67	0,54
17	10,05	10,18	5,40	7,19	32,82	0,55
18	8,71	10,67	4,70	9,43	33,51	0,56
19	16,48	8,92	3,77	8,79	37,96	0,63
20	11,71	10,83	4,61	6,61	33,76	0,56
21	10,99	8,65	3,98	6,25	29,87	0,50
22	10,70	9,57	6,29	6,65	33,21	0,55
23	13,50	10,11	4,68	9,08	37,37	0,62
24	14,92	8,85	4,56	9,38	37,71	0,63
25	11,55	9,57	4,78	6,62	32,52	0,54
26	10,63	8,15	4,72	4,92	28,42	0,47
27	7,37	8,17	4,20	5,40	25,14	0,42
28	9,49	9,35	4,09	5,36	28,29	0,47
29	12,48	7,97	4,48	7,07	32,00	0,53
30	9,90	9,35	4,57	5,95	29,77	0,50
Total					961,38	
Rata-rata					32,79	

Tabel D.2. Waktu ¹Edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Komatsu PC2000 (Ex-2002) untuk *overburden*

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	13,47	9,70	4,29	4,80	32,26	0,54
2	12,93	9,79	4,31	5,87	32,90	0,55
3	13,02	8,50	4,01	4,27	29,80	0,50
4	12,52	8,10	3,94	6,40	30,96	0,52

Lanjutan Tabel D.2.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
5	13,98	9,66	4,58	8,95	37,17	0,62
6	11,95	10,82	4,54	6,93	34,24	0,57
7	9,63	8,77	4,04	4,81	27,25	0,45
8	10,90	7,59	5,72	6,46	30,67	0,51
9	12,10	7,68	3,35	5,05	28,18	0,47
10	11,04	7,65	5,18	6,47	30,34	0,51
11	14,52	9,21	5,17	5,12	34,02	0,57
12	13,23	9,44	3,92	4,71	31,30	0,52
13	16,39	9,86	3,67	4,64	34,56	0,58
14	10,13	10,84	3,27	4,60	28,84	0,48
15	7,91	8,34	3,43	4,24	23,92	0,40
16	10,81	7,55	5,12	5,01	28,49	0,47
17	12,61	10,85	5,01	8,84	37,31	0,62
18	13,82	8,38	4,17	5,60	31,97	0,53
19	10,70	9,28	4,59	4,49	29,06	0,48
20	8,39	11,52	4,78	6,95	31,64	0,53
21	10,20	9,34	3,60	5,33	28,47	0,47
22	12,99	9,85	4,05	4,72	31,61	0,53
23	13,81	9,87	4,30	4,80	32,78	0,55
24	10,45	9,86	4,66	7,38	32,35	0,54
25	15,95	10,02	5,90	3,95	35,82	0,60
26	12,20	9,58	4,75	8,39	34,92	0,58
27	14,38	10,91	5,00	7,74	38,03	0,63
28	14,01	9,12	5,64	3,46	32,23	0,54
29	9,47	10,28	4,77	3,49	28,01	0,47
30	10,82	7,90	3,49	5,33	27,54	0,46
Total					946,64	
Rata-rata					32,34	

Tabel D.3. Waktu ~~e~~ir (cycle time) Excavator Backhoe Komatsu PC1250 (Ex1003) untuk overburden

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,97	6,66	2,53	4,49	23,65	0,39
2	10,25	5,93	2,65	5,48	24,31	0,41
3	12,89	5,82	2,63	4,08	25,42	0,42
4	11,08	2,55	2,63	3,12	19,38	0,32
5	7,31	5,21	3,01	3,57	19,10	0,32
6	8,67	5,47	2,20	5,90	22,24	0,37
7	8,25	4,81	2,27	4,92	20,25	0,34
8	9,35	5,03	2,59	3,70	20,67	0,34
9	8,20	5,75	3,35	5,43	22,73	0,38
10	7,85	4,90	3,11	5,88	21,74	0,36
11	8,38	6,51	3,14	4,87	22,90	0,38
12	9,05	8,08	2,90	4,70	24,73	0,41
13	9,93	7,26	2,98	4,94	25,11	0,42
14	8,48	7,85	2,88	3,59	22,80	0,38

Lanjutan Tabel D.3.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
15	8,23	7,55	2,68	4,54	23,00	0,38
16	9,37	4,15	3,83	3,93	21,28	0,35
17	9,95	6,22	2,71	4,12	23,00	0,38
18	10,58	5,24	3,19	5,44	22,67	0,38
19	10,65	6,88	3,23	4,39	25,15	0,42
20	12,08	7,17	2,47	6,91	19,72	0,33
21	10,97	5,82	2,38	3,59	24,45	0,41
22	8,22	5,15	3,80	6,84	19,13	0,32
23	8,42	7,47	2,63	4,15	24,01	0,40
24	8,31	6,40	4,90	6,67	26,28	0,44
25	8,05	3,84	3,64	3,60	19,13	0,32
26	8,27	6,73	3,22	4,15	22,37	0,37
27	9,25	6,17	4,31	5,60	25,33	0,42
28	8,26	5,92	2,37	4,14	22,76	0,38
29	7,68	5,31	2,83	3,90	20,69	0,34
30	10,82	5,20	2,84	5,48	24,34	0,41
Total					678,34	
Rata-rata					23,40	

Tabel D.4. Waktu ~~e_{nt}~~ir (*cycle time*) Excavator Backhoe Komatsu PC1250 (Ex1005) untuk overburden

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	13,12	6,32	3,39	3,79	26,62	0,44
2	8,48	7,80	2,62	3,68	22,58	0,38
3	12,50	7,28	2,59	3,15	25,52	0,43
4	10,46	6,57	2,54	4,75	24,32	0,41
5	6,18	5,01	2,83	3,38	17,40	0,29
6	8,42	6,07	3,00	4,25	21,74	0,36
7	6,98	5,94	2,15	6,40	21,47	0,36
8	8,15	5,14	3,12	3,86	20,27	0,34
9	11,48	4,83	3,32	3,75	23,38	0,39
10	6,45	5,66	2,15	4,56	18,82	0,31
11	6,79	5,77	2,90	3,49	18,95	0,32
12	7,48	7,16	2,48	2,96	20,08	0,33
13	9,93	7,26	2,98	4,94	25,11	0,42
14	8,48	7,85	2,88	3,59	22,80	0,38
15	8,23	7,55	2,68	4,54	23,00	0,38
16	9,37	4,15	3,83	3,93	21,28	0,35
17	9,95	6,22	2,71	4,12	23,00	0,38
18	8,42	7,47	2,63	4,15	22,67	0,38
19	10,65	6,88	3,23	4,39	25,15	0,42
20	7,55	6,76	3,24	5,47	23,02	0,38
21	10,58	5,24	3,19	5,44	24,45	0,41
22	8,07	4,90	3,03	5,75	21,75	0,36
23	8,22	5,15	3,80	6,84	24,01	0,40
24	8,31	6,40	4,90	6,67	26,28	0,44

Lanjutan Tabel D.4.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
25	9,08	7,17	2,47	6,91	25,63	0,43
26	7,16	6,54	2,51	6,06	22,27	0,37
27	8,51	7,46	2,11	5,95	24,03	0,40
28	10,97	5,82	2,38	3,59	22,76	0,38
29	8,26	5,92	2,37	4,14	20,69	0,34
30	9,11	6,23	2,43	4,70	22,47	0,37
					Total	681,52
					Rata-rata	22,91

Tabel D.5. Waktu edar (cycle time) Excavator Backhoe CAT 390F (EX-1009) untuk overburden

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	10,40	6,94	2,72	3,72	23,78	0,40
2	7,74	6,81	3,44	7,73	25,72	0,43
3	10,78	3,29	2,85	6,90	23,82	0,40
4	7,25	7,70	2,91	5,46	23,32	0,39
5	10,59	5,67	2,85	5,75	24,86	0,41
6	10,56	5,59	2,85	3,74	22,74	0,38
7	13,40	4,18	3,17	4,67	25,42	0,42
8	10,57	6,10	3,73	4,82	25,22	0,42
9	10,81	5,44	3,43	5,09	24,77	0,41
10	8,67	7,34	3,06	4,45	23,52	0,39
11	9,97	6,60	2,80	4,80	24,17	0,40
12	10,82	6,86	3,07	4,29	25,04	0,42
13	7,65	7,95	2,80	4,65	23,05	0,38
14	10,88	6,10	3,15	4,61	24,74	0,41
15	10,66	5,28	2,79	4,47	23,20	0,39
16	9,48	6,93	3,47	5,47	25,35	0,42
17	8,41	5,49	3,50	5,90	23,30	0,39
18	10,35	6,17	3,83	4,77	25,12	0,42
19	10,32	5,12	3,65	6,30	25,39	0,42
20	6,97	4,96	3,27	3,06	18,26	0,30
21	10,29	7,17	4,36	3,72	25,54	0,43
22	9,65	6,25	3,15	6,02	25,07	0,42
23	9,63	6,88	3,24	5,65	25,40	0,42
24	9,15	5,90	3,60	7,48	26,13	0,44
25	9,18	6,65	4,67	5,35	25,85	0,43
26	9,58	6,90	3,85	5,60	25,93	0,43
27	10,22	6,25	3,20	5,17	24,84	0,41
28	11,27	5,86	2,82	5,77	25,72	0,43
29	11,20	6,07	2,93	5,62	25,82	0,43
30	9,41	7,99	3,67	4,75	25,82	0,43
					Total	736,91
					Rata-rata	22,97

1
Tabel D.6. **1** Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Hitachi ZX870 (Ex08-005) untuk overburden

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	7,68	7,30	2,60	4,15	21,73	0,36
2	11,92	6,75	2,67	4,61	25,95	0,43
3	10,27	6,74	2,68	4,79	24,48	0,41
4	9,68	7,02	4,10	5,66	26,46	0,44
5	9,19	6,75	3,73	5,44	25,11	0,42
6	9,48	6,12	4,06	5,44	25,10	0,42
7	8,38	6,69	4,53	4,00	23,60	0,39
8	11,82	6,86	2,92	4,97	26,57	0,44
9	11,36	6,71	3,11	3,00	24,18	0,40
10	11,44	5,35	2,73	4,85	24,37	0,41
11	9,70	5,04	3,14	5,24	23,12	0,39
12	7,00	5,34	3,24	4,07	19,65	0,33
13	7,87	6,90	4,67	6,10	25,54	0,43
14	7,78	7,49	4,18	3,82	23,27	0,39
15	11,19	5,40	2,91	5,79	25,29	0,42
16	8,95	6,57	3,81	6,24	25,57	0,43
17	10,41	6,54	4,69	4,51	26,15	0,44
18	8,40	6,40	3,32	5,48	23,60	0,39
19	7,88	6,20	3,42	6,49	23,99	0,40
20	10,55	6,55	4,60	4,60	26,30	0,44
21	9,28	6,57	2,99	6,91	25,75	0,43
22	11,13	4,80	4,07	4,24	24,24	0,40
23	9,53	5,58	2,55	6,15	23,81	0,40
24	9,63	5,67	3,35	5,79	24,44	0,41
25	8,06	5,09	5,00	5,90	24,05	0,40
26	9,40	5,00	3,27	5,75	23,42	0,39
27	8,52	6,01	4,65	5,67	24,85	0,41
28	9,81	6,06	3,81	5,92	25,60	0,43
29	9,23	6,67	3,89	5,21	25,00	0,42
30	9,08	5,24	3,99	4,20	22,51	0,38
Total					733,70	
Rata-rata					23,79	

1
Tabel D.7. **1** Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe CAT 340D (Ex4007) untuk overburden

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,55	5,32	4,01	4,63	23,51	0,39
2	11,02	5,12	3,58	3,01	22,73	0,38
3	9,21	6,39	2,58	4,94	23,12	0,39
4	8,41	6,32	2,84	5,02	22,59	0,38
5	9,12	4,04	3,53	5,12	21,81	0,36
6	9,41	5,21	3,88	4,78	23,28	0,39
7	8,02	4,45	4,21	4,53	21,21	0,35
8	9,04	5,21	5,04	3,53	22,82	0,38
9	8,41	4,62	3,89	3,01	19,93	0,33

Lanjutan Tabel D.7.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
10	7,54	7,17	4,12	3,50	22,33	0,37
11	9,02	5,98	3,04	4,76	22,80	0,38
12	9,64	4,65	4,18	3,52	21,99	0,37
13	9,21	6,67	3,90	4,12	23,90	0,40
14	10,02	5,32	3,76	4,21	23,31	0,39
15	9,42	5,89	2,76	4,71	22,78	0,38
16	8,52	6,53	2,92	5,12	23,09	0,38
17	9,41	5,75	2,63	5,65	23,44	0,39
18	9,01	6,02	2,64	5,87	23,54	0,39
19	7,03	4,12	3,48	3,21	17,84	0,30
20	9,54	6,12	4,78	3,52	23,96	0,40
21	10,32	4,12	4,51	4,10	23,05	0,38
22	10,35	6,21	2,67	3,87	23,10	0,39
23	9,78	4,55	3,65	3,21	21,19	0,35
24	7,46	8,12	3,33	4,02	22,93	0,38
25	7,98	5,12	4,65	5,21	22,96	0,38
26	9,53	5,95	3,02	4,70	23,20	0,39
27	10,58	5,25	3,54	3,84	23,21	0,39
28	8,42	5,98	3,63	4,44	22,47	0,37
29	11,54	4,56	3,01	4,52	23,63	0,39
30	8,21	5,35	3,65	5,82	23,03	0,38
Total					678,75	
Rata-rata					21,51	

1
Tabel D.8. Waktu edar (cycle time) Excavator Backhoe CAT 340D (Ex4005) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	7,54	5,17	2,48	5,62	20,81	0,35
2	8,87	5,35	3,37	5,68	23,27	0,39
3	7,25	6,00	2,57	4,58	20,40	0,34
4	9,45	4,04	4,66	4,06	22,21	0,37
5	7,54	7,39	3,50	5,63	24,06	0,40
6	7,40	7,17	2,92	5,43	22,92	0,38
7	8,05	4,80	3,94	4,85	21,64	0,36
8	9,23	5,02	4,51	4,51	23,27	0,39
9	9,55	8,28	0,48	5,32	23,63	0,39
10	10,65	6,94	3,21	3,15	23,95	0,40
11	10,56	5,25	3,98	3,55	23,34	0,39
12	8,82	6,03	3,37	4,70	22,92	0,38
13	9,60	4,87	4,88	4,08	23,43	0,39
14	9,50	6,34	3,31	3,88	23,03	0,38
15	7,67	6,47	4,15	5,19	23,48	0,39
16	8,78	5,65	4,72	4,34	23,49	0,39
17	8,31	6,80	5,04	3,33	23,48	0,39
18	10,52	4,06	2,84	5,82	23,24	0,39

Lanjutan Tabel D.8.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
19	6,17	4,12	3,00	3,95	17,24	0,29
20	8,45	6,93	2,76	5,53	23,67	0,39
21	9,86	4,55	2,32	4,32	21,05	0,35
22	9,01	4,56	4,81	3,56	21,94	0,37
23	9,38	5,91	3,32	5,07	23,68	0,39
24	9,36	4,45	2,73	5,85	22,39	0,37
25	11,86	4,02	2,56	5,31	23,75	0,40
26	9,05	6,95	4,00	3,80	23,80	0,40
27	7,60	6,02	3,25	5,75	22,62	0,38
28	8,63	6,54	2,37	3,53	21,07	0,35
29	9,23	5,87	2,54	4,11	21,75	0,36
30	9,57	5,25	2,90	4,48	22,20	0,37
Total					677,73	
Rata-rata					21,32	

1
Tabel D.9. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Volvo EC480D (Au03) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,35	4,97	2,30	3,38	20,00	0,33
2	9,59	4,71	2,04	3,25	19,59	0,33
3	7,49	5,19	2,10	2,69	17,47	0,29
4	5,63	4,80	2,75	2,96	16,14	0,27
5	7,18	5,03	4,14	3,10	19,45	0,32
6	5,50	3,55	3,15	4,18	16,38	0,27
7	7,36	6,72	2,95	2,69	19,72	0,33
8	8,50	4,17	3,04	2,77	18,48	0,31
9	7,12	6,25	2,36	3,28	19,01	0,32
10	6,30	5,39	2,90	2,50	17,09	0,28
11	7,26	5,43	2,97	3,09	18,75	0,31
12	6,20	4,08	3,05	2,91	16,24	0,27
13	7,02	5,56	4,70	3,69	20,97	0,35
14	7,20	4,29	4,76	3,20	19,45	0,32
15	6,85	5,10	2,71	2,63	17,29	0,29
16	5,95	4,87	2,68	4,11	17,61	0,29
17	6,37	4,76	2,43	2,98	16,54	0,28
18	7,00	5,92	4,38	4,00	21,30	0,36
19	7,79	3,51	4,62	3,90	19,82	0,33
20	8,36	5,28	2,28	2,47	18,39	0,31
21	7,19	3,59	2,64	3,04	16,46	0,27
22	6,44	4,13	2,75	2,83	16,15	0,27
23	6,45	4,54	2,90	3,89	17,78	0,30
24	9,53	5,48	2,48	2,67	20,16	0,34
25	6,03	4,19	3,50	2,95	16,67	0,28
26	5,71	3,64	3,37	3,39	16,11	0,27
27	6,17	4,93	1,92	3,33	16,35	0,27
28	8,82	4,74	1,86	4,02	19,44	0,32

Lanjutan Tabel D.9.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
29	7,18	5,12	3,17	3,50	18,97	0,32
30	7,95	5,05	2,10	4,23	19,33	0,32
			Total	547,11		
			Rata-rata	19,23		

1

Tabel D.10. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Volvo EC480D (Au04) untuk batubara

1

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,90	2,93	3,62	2,64	19,09	0,32
2	10,62	2,27	4,43	2,53	19,85	0,33
3	9,15	3,25	3,67	3,43	19,50	0,33
4	7,73	3,96	3,79	3,06	18,54	0,31
5	7,70	3,68	4,14	3,33	18,85	0,31
6	6,39	3,53	5,41	2,01	17,34	0,29
7	6,58	3,95	3,28	2,96	16,77	0,28
8	10,95	3,84	3,18	2,47	20,44	0,34
9	8,72	4,08	2,88	2,84	18,52	0,31
10	9,02	5,19	4,14	3,75	22,10	0,37
11	5,55	4,18	5,39	1,90	17,02	0,28
12	6,23	3,70	3,38	4,52	17,83	0,30
13	6,21	3,89	2,97	3,08	16,15	0,27
14	8,21	3,52	3,34	2,81	17,88	0,30
15	8,09	3,77	2,28	2,89	17,03	0,28
16	8,39	3,93	3,47	2,62	18,41	0,31
17	8,09	4,47	3,86	3,01	19,43	0,32
18	9,07	3,95	3,17	4,58	20,77	0,35
19	7,48	3,69	4,51	3,98	19,66	0,33
20	9,63	3,77	4,00	2,56	19,96	0,33
21	9,84	4,36	4,62	2,77	21,59	0,36
22	7,32	4,58	3,60	3,62	19,12	0,32
23	11,60	3,97	2,76	3,48	21,81	0,36
24	8,86	3,58	3,25	2,63	18,32	0,31
25	8,77	3,00	3,35	2,20	17,32	0,29
26	7,50	3,20	3,53	2,62	16,85	0,28
27	7,32	3,53	3,18	2,17	16,20	0,27
28	7,63	3,75	3,97	2,03	17,38	0,29
29	8,30	3,93	3,34	3,75	19,32	0,32
30	7,25	3,22	3,07	3,76	17,30	0,29
			Total	560,35		
			Rata-rata	19,72		

1
Tabel D.11. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Hitachi ZX350H (Ex-2054) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	7,54	5,17	2,48	5,62	20,81	0,35
2	8,87	5,35	3,37	5,68	23,27	0,39
3	7,25	6,00	2,57	4,58	20,40	0,34
4	10,45	4,04	4,66	4,06	23,21	0,39
5	7,54	7,39	3,50	5,58	24,01	0,40
6	7,40	7,17	2,92	5,43	22,92	0,38
7	8,05	4,80	3,94	4,85	21,64	0,36
8	10,23	4,02	4,51	3,51	22,27	0,37
9	9,55	8,28	0,48	5,32	23,63	0,39
10	10,65	6,94	3,21	3,15	23,95	0,40
11	10,56	5,25	3,98	3,55	23,34	0,39
12	8,82	4,03	3,37	3,70	19,92	0,33
13	10,60	4,87	4,88	3,08	23,43	0,39
14	9,50	6,34	3,31	3,88	23,03	0,38
15	7,67	6,47	4,15	5,19	23,48	0,39
16	9,78	5,65	3,72	4,34	23,49	0,39
17	9,31	6,80	4,04	3,33	23,48	0,39
18	9,52	4,06	2,84	3,82	20,24	0,34
19	6,17	4,12	2,00	4,95	17,24	0,29
20	8,45	6,93	2,76	5,53	23,67	0,39
21	12,86	4,55	2,32	4,32	24,05	0,40
22	10,01	4,56	4,81	3,56	22,94	0,38
23	9,38	5,91	3,32	4,07	22,68	0,38
24	10,36	4,45	2,73	3,85	21,39	0,36
25	11,86	4,02	2,56	5,31	23,75	0,40
26	9,05	6,95	4,00	3,80	23,80	0,40
27	7,60	4,02	3,25	3,75	18,62	0,31
28	9,63	6,54	2,37	3,53	22,07	0,37
29	9,23	5,87	2,54	4,11	21,75	0,36
30	9,57	5,25	2,90	4,48	22,20	0,37
Total					670,68	
Rata-rata					21,32	

1
Tabel D.12. Waktu Edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Sany 500H (01) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	6,29	5,76	2,97	3,73	18,75	0,31
2	5,60	5,28	2,77	3,20	16,85	0,28
3	5,57	5,52	3,76	4,08	18,93	0,32
4	9,95	6,16	3,23	4,10	23,44	0,39
5	8,32	7,83	2,40	4,93	23,48	0,39
6	8,76	5,70	3,19	3,80	21,45	0,36
7	7,92	6,17	4,13	5,97	24,19	0,40
8	6,10	4,43	2,50	5,58	18,61	0,31
9	6,83	6,61	3,93	6,49	23,86	0,40

Lanjutan Tabel D.12.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
10	7,91	7,56	3,39	5,26	24,12	0,40
11	6,62	6,03	4,48	4,26	21,39	0,36
12	8,85	6,86	3,43	5,87	25,01	0,42
13	8,10	6,46	3,89	6,09	24,54	0,41
14	5,53	4,95	2,86	3,53	16,87	0,28
15	6,09	5,78	2,91	3,88	18,66	0,31
16	5,14	4,79	3,17	2,83	15,93	0,27
17	5,63	5,50	2,63	3,49	17,25	0,29
18	7,65	4,60	4,41	3,13	19,79	0,33
19	6,21	4,29	3,37	3,10	16,97	0,28
20	4,76	4,00	3,24	3,55	15,55	0,26
21	4,98	3,36	3,74	3,70	15,78	0,26
22	6,18	4,93	2,61	3,43	17,15	0,29
23	7,20	6,30	2,87	5,90	22,27	0,37
24	7,13	4,73	3,03	4,95	19,84	0,33
25	9,64	5,96	4,39	4,97	24,96	0,42
26	7,46	6,05	3,11	6,05	22,67	0,38
27	8,30	6,49	3,21	6,34	24,34	0,41
28	7,13	5,98	3,42	5,41	21,94	0,37
29	7,41	4,31	3,54	4,31	19,57	0,33
30	8,04	4,24	3,24	4,25	19,77	0,33
Total					613,93	
Rata-rata					21,20	

Tabel D.13. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC400 (Ex3034) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	6,3	5,96	4,17	4,2	20,63	0,34
2	6,99	6,1	2,7	3,67	19,46	0,32
3	7,89	5,35	3,45	3,46	20,15	0,34
4	8,18	4,94	4,44	3,42	20,98	0,35
5	10,67	4,09	3,96	3,28	22,00	0,37
6	9,4	5,64	3,13	2,71	20,88	0,35
7	9,44	5,2	2,57	3,8	21,01	0,35
8	8,77	5,34	3,16	3,53	20,80	0,35
9	8,98	5,69	3,21	4,58	22,46	0,37
10	7,89	4,92	3,98	4,1	20,89	0,35
11	8,39	4,25	4,33	3,63	20,60	0,34
12	8,08	6,66	3,21	3,24	21,19	0,35
13	8,4	6,89	3,94	3,4	22,63	0,38
14	10,66	6,67	2,79	2,65	22,77	0,38
15	9,2	5,06	2,56	2,42	19,24	0,32
16	10,09	5,13	3,55	3,3	22,07	0,37
17	10,88	5,04	3,55	3,76	23,23	0,39
18	9,03	5,57	4,83	3,75	23,18	0,39
19	9,32	4,91	3,52	3,91	21,66	0,36

Lanjutan Tabel D.13.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
20	11,55	4,33	2,69	3,17	21,74	0,36
21	9,9	5,89	2,65	3,17	21,61	0,36
22	7,03	4,06	3,9	4,36	19,35	0,32
23	8,4	6,89	3,94	3,3	22,53	0,38
24	8,2	5,06	2,56	2,42	18,24	0,30
25	10,03	6,03	2,83	4,14	23,03	0,38
26	8,32	5,91	3,52	3,91	21,66	0,36
27	9,81	5,12	3,47	4,11	22,51	0,38
28	9,9	5,89	2,65	3,13	21,57	0,36
29	10,02	5,86	2,97	2,75	21,60	0,36
30	7,65	5,96	3,24	4,62	21,47	0,36
Total					641,14	
Rata-rata					21,24	

Tabel D.14. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe Komatsu PC400 (Ex401) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	6,9	4,64	2,64	3,22	17,40	0,29
2	7,02	4,94	3,65	3,25	18,86	0,31
3	7,53	5,21	3,96	3,2	19,90	0,33
4	9,32	5,34	3,65	5,63	23,94	0,40
5	10,64	5,21	2,64	3,28	21,77	0,36
6	9,54	4,33	2,96	3,5	20,33	0,34
7	10,54	5,21	3,65	2,53	21,93	0,37
8	10,64	6,41	3,94	3,17	24,16	0,40
9	8,42	5,04	3,76	3,3	20,52	0,34
10	8,53	5,63	3,32	3,63	21,11	0,35
11	9,24	5,42	4,65	3,54	22,85	0,38
12	10,03	5,91	2,56	2,65	21,15	0,35
13	10,53	5,06	3,64	3,05	22,28	0,37
14	7,53	4,65	3,33	3,91	19,42	0,32
15	8,76	5,57	5,52	3,62	23,47	0,39
16	9,35	6,66	2,56	4,16	22,73	0,38
17	7,65	5,64	3,06	4,12	20,47	0,34
18	8,76	5,67	3,55	3,01	20,99	0,35
19	9,43	4,21	4,64	4,65	22,93	0,38
20	10,02	6,41	3,45	3,13	23,01	0,38
21	10,54	5,12	3,52	4,53	23,71	0,40
22	8,21	6,3	2,57	3,53	20,61	0,34
23	9,53	5,21	4,76	3,75	23,25	0,39
24	8,41	6,01	3,24	3,79	21,45	0,36
25	7,64	4,92	2,65	4,6	19,81	0,33
26	9,42	6,89	3,94	3,46	23,71	0,40
27	9,81	4,65	3,52	2,42	20,40	0,34
28	9,42	6,69	4,33	3,97	24,41	0,41
29	10,34	6,67	2,65	4,65	24,31	0,41

Lanjutan Tabel D.14.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
30	10,65	5,89	3,47	3,4	23,41	0,39
				Total	654,29	
				Rata-rata	21,60	

Tabel D.15. Waktu edar (*cycle time*) Excavator Backhoe CAT 390F (EX-1009) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,36	5,12	3,98	5,67	24,13	0,40
2	10,42	5,39	3,37	4,53	23,71	0,40
3	9,23	4,62	3,57	4,76	22,18	0,37
4	8,87	6,32	3,76	4,12	23,07	0,38
5	9,50	5,35	3,21	5,12	23,18	0,39
6	9,45	4,04	4,66	5,87	24,02	0,40
7	7,54	7,17	4,88	4,94	24,53	0,41
8	9,86	5,21	5,04	4,71	24,82	0,41
9	9,05	8,12	0,48	5,21	22,86	0,38
10	7,60	6,47	4,15	4,01	22,23	0,37
11	9,57	5,12	3,31	3,52	21,52	0,36
12	8,65	6,53	4,81	4,64	24,63	0,41
13	10,23	4,65	3,94	4,52	23,34	0,39
14	10,38	6,32	3,50	3,87	24,07	0,40
15	10,31	6,75	2,37	5,02	24,45	0,41
16	7,67	6,02	3,92	4,44	22,05	0,37
17	10,52	6,98	2,73	3,53	23,76	0,40
18	8,45	4,12	3,21	5,82	21,60	0,36
19	8,17	6,12	3,48	4,21	21,98	0,37
20	9,78	5,21	4,72	5,02	24,73	0,41
21	10,65	4,55	4,51	4,53	24,24	0,40
22	10,56	4,56	3,32	3,52	21,96	0,37
23	9,01	6,67	3,37	4,65	23,70	0,40
24	8,40	4,45	3,12	5,65	21,62	0,36
25	8,54	4,12	4,00	5,12	21,78	0,36
26	10,82	6,95	2,54	3,84	24,15	0,40
27	10,41	4,98	3,32	4,85	23,56	0,39
28	7,25	6,21	3,84	4,50	21,80	0,36
29	10,60	5,89	2,90	4,10	23,49	0,39
30	8,05	5,25	3,56	5,21	22,07	0,37
				Total	695,23	
				Rata-rata	23,51	

1

Tabel D.16. Waktu edar (cycle time) *Excavator Backhoe* CAT 340D (Ex4007) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	9,42	5,21	3,46	4,53	22,62	0,38
2	11,02	5,12	3,58	3,01	22,73	0,38
3	9,21	6,39	2,58	4,94	23,12	0,39
4	8,41	6,32	2,84	5,02	22,59	0,38
5	9,12	4,04	3,53	5,12	21,81	0,36
6	9,56	5,75	3,32	4,28	22,91	0,38
7	9,02	5,45	3,21	3,30	20,98	0,35
8	10,04	5,21	3,04	4,53	22,82	0,38
9	8,41	3,62	3,89	3,01	18,93	0,32
10	7,54	7,17	4,12	3,50	22,33	0,37
11	9,02	5,98	3,04	4,76	22,80	0,38
12	10,64	4,65	4,18	3,52	22,99	0,38
13	9,21	5,67	3,90	4,12	22,90	0,38
14	9,02	6,32	3,76	4,21	23,31	0,39
15	9,42	5,89	2,76	4,71	22,78	0,38
16	8,52	6,53	2,92	5,12	23,09	0,38
17	9,41	6,75	2,63	4,65	23,44	0,39
18	9,01	6,02	2,64	5,87	23,54	0,39
19	7,64	4,12	3,08	6,74	21,58	0,36
20	9,54	5,12	4,78	3,52	22,96	0,38
21	10,32	4,12	4,51	4,10	23,05	0,38
22	10,35	6,21	2,67	3,87	23,10	0,39
23	11,78	4,55	3,65	3,21	23,19	0,39
24	7,46	6,12	3,33	5,02	21,93	0,37
25	7,98	5,12	4,65	5,21	22,96	0,38
26	9,53	5,95	3,02	4,70	23,20	0,39
27	10,58	5,25	3,54	3,84	23,21	0,39
28	8,42	5,98	3,63	4,44	22,47	0,37
29	9,54	5,56	3,01	4,52	22,63	0,38
30	8,21	5,35	3,65	5,82	23,03	0,38
Total					679,00	
Rata-rata					21,70	

Tabel D.17. Waktu edar (cycle time) *Excavator Backhoe* Komatsu PC2000 (Ex-2001) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	13,47	9,70	4,29	4,80	32,26	0,54
2	12,93	9,79	4,31	5,87	32,90	0,55
3	13,02	8,50	4,01	5,27	30,80	0,51
4	12,52	8,10	3,94	6,40	30,96	0,52
5	12,98	8,66	4,53	6,95	33,12	0,55
6	11,95	10,82	4,54	6,93	34,24	0,57
7	10,63	8,77	4,04	7,81	31,25	0,52
8	10,90	7,59	5,72	6,46	30,67	0,51

Lanjutan Tabel D.17.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
9	12,10	7,68	4,35	7,05	31,18	0,52
10	11,04	7,65	5,18	6,47	30,34	0,51
11	14,52	9,21	5,17	5,12	34,02	0,57
12	13,23	9,44	3,92	4,71	31,30	0,52
13	16,39	9,86	4,67	4,64	35,56	0,59
14	10,13	10,84	4,27	4,60	29,84	0,50
15	10,91	8,34	3,43	7,24	29,92	0,50
16	10,81	7,55	5,12	5,01	28,49	0,47
17	14,61	9,85	5,01	8,84	38,31	0,64
18	13,82	8,38	4,17	5,60	31,97	0,53
19	10,70	9,28	4,59	4,49	29,06	0,48
20	11,39	11,52	4,78	6,95	34,64	0,58
21	10,20	9,34	4,60	5,33	29,47	0,49
22	12,99	9,85	4,05	5,72	32,61	0,54
23	13,81	9,87	4,30	6,80	34,78	0,58
24	10,45	9,86	4,66	7,38	32,35	0,54
25	15,95	10,02	5,90	7,95	39,82	0,66
26	12,20	9,58	4,75	8,39	34,92	0,58
27	14,38	8,91	5,00	7,74	36,03	0,60
28	14,01	9,12	5,64	6,46	35,23	0,59
29	11,47	10,28	4,77	7,49	34,01	0,57
30	10,82	7,90	4,49	6,33	29,54	0,49
Total					979,59	
Rata-rata					35,26	

Tabel D.18. Waktu edar (*cycle time*) *Excavator Backhoe* Komatsu PC1250 (Ex1003) untuk batubara

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
1	10,12	6,32	3,39	3,79	23,62	0,39
2	8,48	7,80	2,62	3,68	22,58	0,38
3	10,50	4,28	3,59	3,15	21,52	0,36
4	10,46	6,57	2,54	4,75	24,32	0,41
5	8,18	5,01	3,83	4,38	21,40	0,36
6	8,42	6,07	3,00	4,25	21,74	0,36
7	6,98	5,94	2,15	6,40	21,47	0,36
8	9,15	6,14	3,12	5,86	24,27	0,40
9	11,48	4,83	3,32	3,75	23,38	0,39
10	8,45	6,66	3,15	5,56	23,82	0,40
11	8,79	5,77	3,90	4,49	22,95	0,38
12	8,48	7,16	2,48	4,96	23,08	0,38
13	9,93	6,26	2,98	4,94	24,11	0,40
14	8,48	7,85	2,88	3,59	22,80	0,38
15	8,23	7,55	2,68	4,54	23,00	0,38
16	9,37	4,15	3,83	3,93	21,28	0,35
17	9,95	6,22	2,71	4,12	23,00	0,38
18	8,42	7,47	2,63	4,15	22,67	0,38

Lanjutan Tabel D.18.

No	Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Total (detik)	Total (menit)
19	9,65	6,88	3,23	4,39	24,15	0,40
20	7,55	6,76	3,24	5,47	23,02	0,38
21	10,58	5,24	3,19	5,44	24,45	0,41
22	8,07	4,90	3,03	5,75	21,75	0,36
23	8,22	5,15	3,80	6,84	24,01	0,40
24	8,31	6,40	3,90	5,67	24,28	0,40
25	9,08	6,17	2,47	5,91	23,63	0,39
26	11,16	7,54	3,51	6,06	28,27	0,47
27	8,51	7,46	2,11	5,95	24,03	0,40
28	10,97	5,82	2,38	3,59	22,76	0,38
29	9,26	5,92	2,37	4,14	21,69	0,36
30	9,11	6,23	2,43	4,70	22,47	0,37
Total					695,52	
Rata-rata					25,47	

Lampiran E. Jam kerja dan ketersediaan (*availability*) alat gali muat di Pit 1 Utara pada bulan Oktober 2019

Tabel E.1. Jam kerja alat gali muat *overburden* (Departemen *Engineering* PT SBS, 2019)

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Komatsu PC2000 (Ex2001)	487	461	216	41
Komatsu PC2000 (Ex2002)	533	525	190	21
Komatsu PC1250 (Ex1003)	230	210	308	180
Komatsu PC1250 (Ex1005)	277	166	150	317
Cat 390FL (Ex1009)	429	322	233	82
Hitachi ZX870 (Ex08-005)	127	126	263	354
Cat 340D (Ex4007)	163	57	92	8

Data pada Tabel E.1 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden* (Tabel E.2) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization- EU*).

Tabel E.2. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden*

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA	PA	UA	EU
Komatsu PC2000 (Ex2001)	92.23%	94.49%	69.27%	65.46%
Komatsu PC2000 (Ex2002)	96.21%	97.18%	73.72%	71.64%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	56.10%	74.93%	42.75%	32.03%
Komatsu PC1250 (Ex1005)	46.63%	57.39%	64.87%	37.23%
Cat 390FL (Ex1009)	83.95%	88.98%	64.80%	57.66%
Hitachi ZX870 (Ex08-005)	26.40%	52.42%	32.56%	17.07%
Cat 340D (Ex4007)	95.32%	96.96%	63.92%	61.98%

Tabel E.3. Jam kerja alat gali muat batubara (Departemen *Engineering* PT SBS, 2019)

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Cat 340D (Ex4005)	419	384	258	67
Volvo EC480D (Au03)	419	389	303	22

Lanjutan Tabel E.3.

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Volvo EC480D (Au04)	355	353	282	107
Hitachi ZX350 (Ex2054)	108	99	417	219
Sany SY500H (01)	332	329	195	1
Komatsu PC400 (Ex3034)	304	158	387	53
Komatsu PC400 (Ex401)	207	191	128	409
Cat 390FL (Ex1009)	429	102	233	82
Cat 340D (Ex4007)	163	107	92	8
Komatsu PC2000 (Ex2001)	487	26	216	41
Komatsu PC1250 (Ex1003)	230	20	308	180

Data pada Tabel E.3 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara (Tabel E.4) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization-EU*).

Tabel E.4. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA	PA	UA	EU
Cat 340D (Ex4005)	86.21%	90.99%	61.89%	56.32%
Volvo EC480D (Au03)	95.01%	97.04%	58.03%	56.32%
Volvo EC480D (Au04)	76.84%	85.62%	55.73%	47.72%
Hitachi ZX350 (Ex2054)	33.03%	70.56%	20.57%	14.52%
Sany SY500H (01)	99.70%	99.81%	63.00%	62.88%
Komatsu PC400 (Ex3034)	85.15%	92.88%	43.99%	40.86%
Komatsu PC400 (Ex401)	33.60%	45.03%	61.79%	27.82%
Cat 390FL (Ex1009)	83.95%	88.98%	64.80%	57.66%
Cat 340D (Ex4007)	95.32%	96.96%	63.92%	61.98%
Komatsu PC2000 (Ex2001)	92.23%	94.49%	69.27%	65.46%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	56.10%	74.93%	42.75%	32.03%

Lampiran F. Rekapitulasi *loss time production* alat gali muat di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019

1
Tabel F.1. *Loss time production* alat gali muat batubara dan *overburden* di Pit 1 Utara bulan Oktober 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

No.	Type	CGSH	AWAU	SLIP	NOFL	WOPR	NOPR	OWRQ	SAFT	<i>Loss Production</i>		
										FOMA	NOLC	SDMH
Ex2001	PC2000	23,2	59,3	19,1	-	2,9	-	-	-	1,5	-	-
Ex2002	PC2000	23,7	30,0	24,4	-	0,7	-	-	-	1,5	-	-
Ex1003	PC1250	12,0	81,5	20,4	-	0,7	24,0	-	-	1,5	-	-
Ex1005	PC1250	12,9	53,1	7,7	-	1,5	-	-	0,5	0,2	-	-
Ex3034	PC400	4,2	104,7	1,7	-	60,8	3,8	3,2	-	0,5	3,8	6,7
Ex401	PC400	11,6	37,5	8,5	-	4,2	12,8	-	0,5	-	0,7	0,5
Ex-1009	CAT390F	19,1	91,8	11,0	-	1,3	5,3	-	1,1	-	-	-
Ex04-005	CAT 340D	23,5	102,5	10,4	-	3,5	-	-	1,0	-	-	6,1
Ex04-007	CAT 340D	9,7	36,4	6,6	-	-	-	-	0,5	-	1,2	1,5
Ex08-005	H ZX870	5,3	58,0	9,5	-	19,1	24,0	-	1,0	-	-	-
Ex-2054	H ZX350R	2,0	68,0	0,4	-	9,7	13,0	-	-	-	-	1,2
AU03	VOLVOEC480D	-	95,3	11,4	-	71,8	13,5	0,3	-	-	-	8,2
AU04	VOLVOEC480D	0,3	100,9	13,6	-	63,8	9,1	-	-	1,1	7,8	
01	SANY 500H	6,1	44,8	3,9	-	34,2	5,8	10,0	-	-	-	12,7

Tabel F.2. Lanjutan Loss time production alat gali muat batubara dan overburden di Pit 1 Utara pada bulan Oktober 2019 (Departemen Engineering PT SBS, 2019)

No.	Equipment	Type	FOGG	DUST	Loss Production				
					RFUL	PRAY	RAIN	WABL	REML
Ex2001	PC2000	-	2.7	1.2	21.7	-	-	62.9	-
Ex2002	PC2000	-	2.7	1.3	23.9	18.6	-	63.1	-
Ex1003	PC1250	-	3.2	-	10.6	19.0	-	28.9	106.0
Ex1005	PC1250	-	1.2	1.5	12.3	11.7	-	37.0	10.4
Ex3034	PC400	-	3.3	0.8	6.8	4.4	-	51.0	131.1
Ex401	PC400	-	-	0.4	4.9	15.7	-	19.4	10.9
Ex-1009	CAT390F	-	-	1.8	19.2	14.1	-	67.8	-
Ex04-005	CAT 340D	-	2.8	3.7	15.7	14.7	-	58.4	15.9
Ex04-007	CAT 340D	-	-	0.4	4.7	12.8	-	18.6	-
Ex08-005	H ZX870	-	-	0.1	5.0	3.9	-	19.0	117.8
Ex-2054	H ZX350R	-	-	0.6	2.8	2.2	-	17.4	300.0
AU03	VOLVOEC480D	-	2.2	0.5	12.2	18.8	-	68.5	-
AU04	VOLVOEC480D	-	2.2	-	7.3	18.3	-	57.4	-
01	SANY 500H	-	6.7	0.6	9.7	6.7	-	47.3	6.7

Keterangan :

CGSH: Change Shift
 NOPR: No Operator
 SDMH: Stuck Dumphopper
 RAIN: Hujan
 AWAU: Wait Other Unit
 OWRQ: Owner Request
 WABL: Wait Blasting
 SLIP: Slippery
 SAFT: Safety Talk
 DUST: Debu
 REML: Rest & Meal
 NOFL: No Fuel
 FOMA: Force Majeur
 RFUL: Refueling
 NOJA: Sit No Job

WOPR: Wait Operator
 NOLC: No Location
 PRAY: Pray

Lampiran G. Produktivitas alat gali muat untuk ¹ overburden di Pit 1 Utara Banko Barat bulan Oktober 2019

1. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2001) bulan Oktober 2019

$$\begin{aligned} \text{KB (teoritis)} &= 13,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)} \\ \text{CT} &= 32,79 \text{ detik (Lampiran D)} \\ \text{SF} &= 0,81 \text{ (Lampiran B)} \\ \text{Eff} &= 65,46 \% \text{ (Lampiran E)} \\ \text{Jam kerja sebulan} &= 461 \text{ jam (Lampiran E)} \end{aligned}$$

Komatsu PC2000 (Ex2001) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$\text{KB}_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{4} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{Jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2001) ¹ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,79} \times 0,81 \times 65,46\% \\ Q &= 613,69 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 613,69 \text{ BCM/jam} \times 461 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 282.908,93 \text{ BCM}$$

2. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2002) bulan Oktober 2019

$$\text{KB (teoritis)} = 13,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)}$$

CT	= 32,34 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 71,64 % (Lampiran E)
Jam kerja sebulan	= 525 jam (Lampiran E)

Komatsu PC2000 (Ex2002) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{4} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2002) 1 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,34} \times 0,81 \times 71,64\% \\ Q &= 681,00 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

Produksi per bulan = Q 1 jam kerja

Produksi per bulan = 681,00 BCM/jam x 525 jam

Produksi per bulan = 357.523,58 BCM

3. 1 Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1003) 1 bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 6,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 23,40 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 36,86 % (Lampiran E)
Jam kerja sebulan	= 210 jam (Lampiran E)

Komatsu PC1250 (Ex1003) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1003) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 6,7 \text{ m}^3 \times 0,70 \times \frac{3600}{23,40} \times 0,81 \times 36,86\% \\ Q &= 240,48 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

Produksi per bulan = $Q \times \text{jam kerja}$

Produksi per bulan = 240,48 BCM/jam \times 210 jam

Produksi per bulan = 50.500,99 BCM

4. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1005) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 6,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 22,91 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 37,23 % (Lampiran E)
Jam kerja sebulan	= 166 jam (Lampiran E)

Komatsu PC1250 (Ex1005) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1005) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 6,7 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{22,91} \times 0,81 \times 37,23\% \\ Q &= 285,48 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 331,46 \text{ BCM/jam} \times 166 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 47.389,59 \text{ BCM}$$

5. **1** Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT390F (Ex1009) bulan Oktober 2019
- | | |
|-------------------|------------------------------------|
| KB (teoritis) | = 4,60 m ³ (Lampiran A) |
| CT | = 22,97 detik (Lampiran D) |
| SF | = 0,81 (Lampiran B) |
| Eff | = 57,66 % (Lampiran E) |
| Jam kerja sebulan | = 322 jam (Lampiran E) |

Caterpillar CAT390F (Ex1009) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{7} = 3,44 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,44}{4,6} = 0,75$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT390F (Ex1009) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,6 \text{ m}^3 \times 0,75 \times \frac{3600}{22,97} \times 0,81 \times 57,66\%$$

$$Q = 251,91 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q × jam kerja

Produksi per bulan = 251,91 BCM/jam × 322 jam

Produksi per bulan = 81.115,81 BCM

6. Produktivitas aktual alat gali muat Hitachi ZX870 (Ex08-005) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 4,96 m³ (Lampiran A)

CT = 23,51 detik (Lampiran D)

SF = 0,81 (Lampiran B)

Eff = 17,07 % (Lampiran E)

Jam kerja sebulan = 126 jam (Lampiran E)

Hitachi ZX870 (Ex08-005) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{7} = 3,44 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,44}{4,96} = 0,69$$

Besar produktivitas Hitachi ZX870 (Ex08-005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,96 \text{ m}^3 \times 0,69 \times \frac{3600}{23,51} \times 0,81 \times 17,07\%$$

$$Q = 72,68 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times$ jam kerja

Produksi per bulan = $331,46 \text{ BCM}/\text{jam} \times 2126 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $9.180,68 \text{ BCM}$

- 1
7. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar 340D (Ex4007) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = $2,69 \text{ m}^3$ (Lampiran A)

CT = $21,51 \text{ detik}$ (Lampiran D)

SF = $0,81$ (Lampiran B)

Eff = $61,98 \%$ (Lampiran E)

Jam kerja sebulan = 57 jam (Lampiran E)

Caterpillar 340D (Ex4007) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah $24,09 \text{ BCM}$ dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 11 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$\text{KB}_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{11} = 2,19 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$\text{BF} = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,19}{2,69} = 0,81$$

Besar produktivitas Caterpillar 340D (Ex4007) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,81 \times \frac{3600}{21,51} \times 0,81 \times 61,98\%$$

$$Q = 154,09 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times$ jam kerja

Produksi per bulan = $154,09 \text{ BCM}/\text{jam} \times 257 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $8.783,27 \text{ BCM}$

1
Lampiran H. Produktivitas alat gali muat untuk batubara di Pit 1 Utara Banko Barat
bulan Oktober 2019

1. Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT340D (Ex4005) bulan Oktober 2019

$$\begin{aligned}
 KB \text{ (teoritis)} &= 2,69 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)} \\
 CT &= 21,32 \text{ detik (Lampiran D)} \\
 SF &= 0,74 \text{ (Lampiran B)} \\
 Eff &= 56,32 \% \text{ (Lampiran E)} \\
 \text{Densitas batubara} &= 1,3 \text{ ton/m}^3 \\
 \text{Jam kerja sebulan} &= 384 \text{ jam (Lampiran E)}
 \end{aligned}$$

Caterpillar CAT340D (Ex4005) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{2,78} = 0,90$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT340D (Ex4005) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\
 Q &= 2,69 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 56,32\%
 \end{aligned}$$

$$Q = 221,16 \text{ ton/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 221,16 \text{ ton/jam} \times 384 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 84.926,65 \text{ ton}$$

2. **1** Produktivitas aktual alat gali muat Volvo EC480D (Au03) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,23 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 56,32 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 389 jam (Lampiran E)

Volvo EC480D (Au03) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,5} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au03) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,23} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 56,32\%$$

$$Q = 245,20 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 245,20 \text{ ton/jam} \times 389 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 95.382,84 \text{ ton}$$

3. **1** Produktivitas aktual alat gali muat Volvo EC480D (Au04) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,72 detik (Lampiran D)

SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 47,72 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 353 jam (Lampiran E)

Volvo EC480D (Au04) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,5} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au04) ¹ adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,72} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 54,84\% \end{aligned}$$

$$Q = 202,59 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 505,08 ton/jam x 353 jam

Produksi per bulan = 71.512,52 ton

4. ¹ Produktivitas aktual alat gali muat Hitachi ZX350H (Ex2054) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 2,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 21,32 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 14,52 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 99 jam (Lampiran E)

Hitachi ZX350H (Ex2054) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 9 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{10} = 2,2 \text{ ton} = 1,88 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{1,88}{2,09} = 0,82$$

Besar produktivitas Hitachi ZX350H (Ex2054) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,30 \text{ m}^3 \times 0,82 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 14,52\%$$

$$Q = 44,34 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 44,34 ton/jam x 99 jam

Produksi per bulan = 4.389,48 ton

5. ¹ Produktivitas aktual alat gali muat Sany SY500H (01) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 2,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,20 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 62,88 % (Lampiran E)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 329 jam (Lampiran E)

Sany SY500H (01) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 9 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{9} = 2,44 \text{ ton} = 1,88 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{1,88}{2,20} = 0,85$$

Besar produktivitas Sany SY500H (01) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,20 \text{ m}^3 \times 0,85 \times \frac{3600}{21,20} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 62,88\%$$

$$Q = 193,14 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 193,14 ton/jam x 329 jam

Produksi per bulan = 63.544,59 ton

6. ¹ Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC400 (Ex3034) bulan Oktober 2019

$$KB (\text{teoritis}) = 3,20 \text{ m}^3 (\text{Lampiran A})$$

$$CT = 21,24 \text{ detik} (\text{Lampiran D})$$

$$SF = 0,74 (\text{Lampiran B})$$

$$Eff = 40,86 \% (\text{Lampiran E})$$

$$\text{Densitas batubara} = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Jam kerja sebulan} = 158 \text{ jam} (\text{Lampiran E})$$

Komatsu PC400 (Ex3034) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 8 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{8} = 2,75 \text{ ton} = 2,12 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,12}{3,20} = 0,66$$

Besar produktivitas Komatsu PC400 (Ex3034) ¹ adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,20 \text{ m}^3 \times 0,66 \times \frac{3600}{21,24} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 40,86\%$$

$$Q = 140,93 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 140,93 ton/jam x 158 jam

Produksi per bulan = 22.267,43 ton

7. ¹ Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC400 (Ex401) bulan Oktober 2019

KB (teoritis) = 3,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,60 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 27,82 % (Lampiran E)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 191 jam (Lampiran E)

Komatsu PC400 (Ex401) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 8 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{8} = 2,75 \text{ ton} = 2,12 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,12}{3,20} = 0,66$$

Besar produktivitas Komatsu PC400 (Ex401) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,20 \text{ m}^3 \times 0,66 \times \frac{3600}{21,60} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 27,82\%$$

$$Q = 94,36 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 94,36 ton/jam x 191 jam

Produksi per bulan = 18.023,70 ton

8. **1** Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT390F (Ex1009) bulan

Okttober 2019

$$\text{KB (teoritis)} = 4,60 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)}$$

$$\text{CT} = 23,51 \text{ detik (Lampiran D)}$$

$$\text{SF} = 0,74 \text{ (Lampiran B)}$$

$$\text{Eff} = 57,66 \% \text{ (Lampiran E)}$$

$$\text{Densitas batubara} = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Jam kerja sebulan} = 102 \text{ jam (Lampiran E)}$$

Caterpillar CAT390F (Ex1009) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 5 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{5} = 4,40 \text{ ton} = 3,38 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,38}{3,20} = 0,81$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT390F (Ex1009) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,60 \text{ m}^3 \times 0,81 \times \frac{3600}{23,51} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 57,66\%$$

$$Q = 314,68 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times \text{jam kerja}$

Produksi per bulan = $314,68 \text{ ton/jam} \times 102 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $32.097,57 \text{ ton}$

9. ¹ Produktivitas aktual alat gali muat Caterpillar CAT340D (Ex4007) ¹ bulan Oktober 2019

$$\text{KB (teoritis)} = 2,69 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)}$$

$$\text{CT} = 21,70 \text{ detik (Lampiran D)}$$

$$\text{SF} = 0,74 \text{ (Lampiran B)}$$

$$\text{Eff} = 61,98 \% \text{ (Lampiran E)}$$

$$\text{Densitas batubara} = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Jam kerja sebulan} = 107 \text{ jam (Lampiran E)}$$

Caterpillar CAT340D (Ex4007) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$\text{KB}_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{2,78} = 0,90$$

¹ Besar produktivitas Caterpillar CAT340D (Ex4007) ¹ adalah sebagai berikut :

$$Q = \text{KB} \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{21,70} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 61,98\%$$

$$Q = 239,13 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = $Q \times \text{jam kerja}$

Produksi per bulan = $239,13 \text{ ton/jam} \times 107 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $25.586,73 \text{ ton}$

- 1
10. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2001) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 13,70 m ³ (Lampiran A)
CT	= 35,26 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 65,46 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 26 jam (Lampiran E)

Komatsu PC2000 (Ex2001) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 49,58 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{49,58}{4} = 12,40 \text{ ton} = 9,53 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{9,53}{13,70} = 0,70$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 13,70 \text{ m}^3 \times 0,70 \times \frac{3600}{35,26} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 64,46\%$$

$$Q = 670,98 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 670,98 ton/jam x 26 jam

Produksi per bulan = 17.445,41 ton

- 1
11. Produktivitas aktual alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1003) bulan Oktober 2019

KB (teoritis)	= 6,70 m ³ (Lampiran A)
CT	= 25,47 detik (Lampiran D)

SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 36,86 % (Lampiran E)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 20 jam (Lampiran E)

Komatsu PC1250 (Ex1003) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 49,58 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{49,58}{7} = 7,08 \text{ ton} = 5,45 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{5,45}{6,70} = 0,81$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1003) ¹ adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 6,70 \text{ m}^3 \times 0,81 \times \frac{3600}{25,47} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 36,86\% \end{aligned}$$

$$Q = 298,89 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 298,89 ton/jam x 20 jam

Produksi per bulan = 5.977,79 ton

Lampiran I. Jam kerja dan ketersediaan (*availability*) alat gali muat di Pit 1 Utara setelah dilakukan perbaikan

Tabel I.1. Jam kerja alat gali muat *overburden*

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Komatsu PC2000 (Ex2001)	535	509	168	41
Komatsu PC2000 (Ex2002)	533	525	190	21
Komatsu PC1250 (Ex1003)	431	411	108	180
Komatsu PC1250 (Ex1005)	330	219	98	300
Caterpillar CAT390F (Ex10-009)	515	408	147	81

Data pada Tabel I.1 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden* (Tabel I.2) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization- EU*).

Tabel I.2. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat *overburden*

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
Komatsu PC2000 (Ex2001)	92.89%	94.49%	76.15%	71.95%
Komatsu PC2000 (Ex2002)	96.21%	97.18%	73.72%	71.64%
Komatsu PC1250 (Ex1003)	70.52%	74.93%	80.02%	59.96%
Komatsu PC1250 (Ex1005)	52.34%	58.73%	77.17%	45.32%
Caterpillar CAT390F (Ex10-009)	86.41%	89.10%	77.81%	69.33%

¹
Tabel I.3. Jam kerja alat gali muat batubara

Tipe Alat	Work (W)	EWH	Stand By (S)	Repair (R)
Caterpillar CAT340 (Ex04-005)	435	400	242	67
Volvo EC480D (Au03)	517	487	205	22
Volvo EC480D (Au04)	454	452	184	107
Hitachi ZX350H (Ex2054)	421	412	104	218
Komatsu PC400 (Ex401)	231	215	104	409

Data pada Tabel I.3 dapat digunakan untuk menghitung ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara (Tabel I.4) dengan menggunakan Persamaan 2.5 (*Mechanical Availability-MA*), Persamaan 2.6 (*Physical Availability-PA*), Persamaan 2.7 (*Used of Availability-UA*), dan Persamaan 2.8 (*Effective Utilization-EU*).

Tabel I.4. Ketersediaan (*availability*) alat gali muat batubara

Tipe Alat	Ketersediaan alat (<i>Availability</i>)			
	MA (%)	PA (%)	UA (%)	EU (%)
Caterpillar CAT340 (Ex04-005)	86.65%	90.99%	64.24%	58.45%
Volvo EC480D (Au03)	95.92%	97.04%	71.58%	69.46%
Volvo EC480D (Au04)	80.93%	85.64%	71.14%	60.92%
Hitachi ZX350H (Ex2054)	65.88%	70.66%	80.19%	56.66%
Komatsu PC400 (Ex401)	36.06%	45.03%	68.87%	31.01%

1
Lampiran J. Produktivitas alat gali muat untuk *overburden* di Pit 1 Utara Banko Barat setelah dilakukan perbaikan

1. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2001)

KB (teoritis)	= 13,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 32,79 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 71,95% (Lampiran I)
Jam kerja sebulan	= 509 jam (Lampiran I)

Komatsu PC2000 (Ex2001) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{4} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{Jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2001) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,79} \times 0,81 \times 71,95\%$$

$$Q = 674,55 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 674,55 BCM/jam x 509 jam

Produksi per bulan = 343.548,22 BCM

2. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC2000 (Ex2002)

KB (teoritis)	= 13,7 m ³ (Lampiran A)
CT	= 32,34 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)

$$\begin{array}{ll} \text{Eff} & = 71,64\% \text{ (Lampiran I)} \\ \text{Jam kerja sebulan} & = 525 \text{ jam (Lampiran I)} \end{array}$$

Komatsu PC2000 (Ex2002) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 4 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{5} = 10,54 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{10,54}{13,7} = 0,77$$

Besar produktivitas Komatsu PC2000 (Ex2002) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 13,7 \text{ m}^3 \times 0,77 \times \frac{3600}{32,34} \times 0,81 \times 71,64\% \end{aligned}$$

$$Q = 681,00 \text{ BCM/jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = Q \times \text{jam kerja}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 681,00 \text{ BCM/jam} \times 525 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 357.523,58 \text{ BCM}$$

3. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1003)

$$\begin{array}{ll} \text{KB (teoritis)} & = 6,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)} \\ \text{CT} & = 23,40 \text{ detik (Lampiran D)} \\ \text{SF} & = 0,81 \text{ (Lampiran B)} \\ \text{Eff} & = 59,96\% \text{ (Lampiran I)} \\ \text{Jam kerja sebulan} & = 411 \text{ jam (Lampiran I)} \end{array}$$

Komatsu PC1250 (Ex1003) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah

pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1003) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Q &= KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK \\ Q &= 6,7 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{23,40} \times 0,81 \times 59,96\% \\ Q &= 450,12 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

Produksi per bulan = $Q \times \text{jam kerja}$

Produksi per bulan = $450,12 \text{ BCM/jam} \times 411 \text{ jam}$

Produksi per bulan = $184.773,25 \text{ BCM}$

4. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC1250 (Ex1005)

$$\begin{aligned} KB \text{ (teoritis)} &= 6,7 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)} \\ CT &= 22,91 \text{ detik (Lampiran D)} \\ SF &= 0,81 \text{ (Lampiran B)} \\ Eff &= 45,32\% \text{ (Lampiran I)} \\ \text{Jam kerja sebulan} &= 219 \text{ jam (Lampiran I)} \end{aligned}$$

Komatsu PC1250 (Ex1005) dipasangkan dengan Komatsu HD785 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 42,17 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{42,17}{7} = 6,02 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{6,02}{6,7} = 0,90$$

Besar produktivitas Komatsu PC1250 (Ex1005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 6,7 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{22,91} \times 0,81 \times 45,32\%$$

$$Q = 347,53 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 347,53 \text{ BCM/jam} \times 219 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 75.934,73 \text{ BCM}$$

5. Produktivitas dan produksi alat gali muat Caterpillar CAT390F (Ex1009)

KB (teoritis)	= 4,6 m ³ (Lampiran A)
CT	= 22,97 detik (Lampiran D)
SF	= 0,81 (Lampiran B)
Eff	= 69,33% (Lampiran I)
Jam kerja sebulan	= 408 jam (Lampiran I)

Caterpillar CAT390F (Ex1009) dipasangkan dengan Komatsu HD465 dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 24,09 BCM dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{24,09}{7} = 3,44 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{3,44}{4,6} = 0,75$$

Besar produktivitas Caterpillar CAT390F (Ex1009) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 4,6 \text{ m}^3 \times 0,75 \times \frac{3600}{22,97} \times 0,81 \times 69,33\%$$

$$Q = 302,88 \text{ BCM/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 302,88 BCM/jam x 408 jam

Produksi per bulan = 123.604,59 BCM

1
Lampiran K. Produktivitas alat gali muat untuk batubara di Pit 1 Utara Banko Barat setelah dilakukan perbaikan

1. Produktivitas dan produksi alat gali muat Caterpillar CAT340D (Ex4005)

KB (teoritis)	= 2,69 m ³ (Lampiran A)
CT	= 21,32 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 58,45% (Lampiran I)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 400 jam (Lampiran I)

Caterpillar CAT340D (Ex4005) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{2,69} = 0,90$$

1
Besar produktivitas Caterpillar CAT340D (Ex4005) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,69 \text{ m}^3 \times 0,90 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 58,45\%$$

$$Q = 229,56 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 229,56 \text{ ton/jam} \times 400 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 91.799,34 \text{ ton}$$

2. Produktivitas dan produksi alat gali muat Volvo EC480D (Au03)

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,28 detik (Lampiran D)

SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 69,46% (Lampiran I)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 487 jam (Lampiran I)

Volvo EC480D (Au03) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,30} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au03) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,23} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 69,46\%$$

$$Q = 302,43 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 302,43 \text{ ton/jam} \times 487 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 147.224,37 \text{ ton}$$

3. Produktivitas dan produksi alat gali muat Volvo EC480D (Au04)

KB (teoritis)	= 3,30 m ³ (Lampiran A)
CT	= 19,72 detik (Lampiran D)
SF	= 0,74 (Lampiran B)
Eff	= 60,92% (Lampiran I)
Densitas batubara	= 1,3 ton/m ³
Jam kerja sebulan	= 452 jam (Lampiran I)

Volvo EC480D (Au04) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 7 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{7} = 3,14 \text{ ton} = 2,42 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,42}{3,3} = 0,73$$

Besar produktivitas Volvo EC480D (Au04) ¹ adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,3 \text{ m}^3 \times 0,73 \times \frac{3600}{19,72} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 60,92\%$$

$$Q = 258,66 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

$$\text{Produksi per bulan} = 258,66 \text{ ton/jam} \times 452 \text{ jam}$$

$$\text{Produksi per bulan} = 116.915,85 \text{ ton}$$

4. Produktivitas dan produksi alat gali muat Hitachi ZX350H (Ex2054)

$$KB (\text{teoritis}) = 2,30 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran A)}$$

$$CT = 21,32 \text{ detik (Lampiran D)}$$

$$SF = 0,74 \text{ (Lampiran B)}$$

$$Eff = 56,66\% \text{ (Lampiran I)}$$

$$\text{Densitas batubara} = 1,3 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Jam kerja sebulan} = 412 \text{ jam (Lampiran I)}$$

Hitachi ZX350H (Ex2054) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 9 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{9} = 2,44 \text{ ton} = 1,88 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{1,88}{2,30} = 0,82$$

Besar produktivitas Hitachi ZX350H (Ex2054) adalah sebagai berikut :

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 2,30 \text{ m}^3 \times 0,82 \times \frac{3600}{21,32} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 56,66\%$$

$$Q = 173,07 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 173,07 ton/jam x 412 jam

Produksi per bulan = 71.304,62 ton

5. Produktivitas dan produksi alat gali muat Komatsu PC400 (Ex401)

KB (teoritis) = 3,20 m³ (Lampiran A)

CT = 21,60 detik (Lampiran D)

SF = 0,74 (Lampiran B)

Eff = 31,01% (Lampiran I)

Densitas batubara = 1,3 ton/m³

Jam kerja sebulan = 215 jam (Lampiran I)

Komatsu PC400 (Ex401) dipasangkan dengan *dump truck* Hino FM500 dan Mitsubishi Fuso 220P dengan kapasitas rata-rata dalam sekali pengisian adalah 22 ton dan jumlah pengisian aktual di lapangan adalah 8 kali sehingga kapasitas aktual *bucket* adalah sebesar:

$$KB_{\text{aktual}} = \frac{\text{kapasitas vessel}}{\text{jumlah pengisian}} = \frac{22}{8} = 2,75 \text{ ton} = 2,12 \text{ m}^3$$

Besarnya *Bucket fill factor* dapat kita cari menggunakan Persamaan 2.4.

$$BF = \frac{\text{jumlah aktual material dalam bucket}}{\text{heaped material secara teoritis}} = \frac{2,12}{3,20} = 0,66$$

Besar produktivitas Komatsu PC400 (Ex401) adalah sebagai berikut : 1

$$Q = KB \times BF \times \frac{3600}{ct} \times FK$$

$$Q = 3,20 \text{ m}^3 \times 0,66 \times \frac{3600}{21,6} \times 0,74 \times 1,3 \text{ ton/m}^3 \times 31,01\%$$

$$Q = 105,17 \text{ ton/jam}$$

Produksi per bulan = Q x jam kerja

Produksi per bulan = 105,17 ton/jam x 215 jam

Produksi per bulan = 22.579,79 ton

Lampiran L. Perhitungan *Stripping Ratio*

Target penggalian batubara pada ¹ bulan Oktober 2019 berdasarkan rencana kerja adalah sebesar 377.000 ton (densitas batubara adalah 1,3 ton/m³) dan target pengupasan *overburden* adalah sebesar 940.000 BCM. Besarnya *stripping ratio* adalah sebagai berikut:

$$SR = \frac{\text{Banyaknya OB yang dikupas}}{\text{Banyaknya BB yang digali}} = \frac{940.000 \text{ BCM}}{377.000 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 2,49$$

Setelah dilakukan kegiatan penambangan, maka didapat banyaknya batubara yang digali adalah sebesar 444.712,75 ton. Sedangkan *overburden* yang dikupas adalah sebesar 838.041,50 BCM sehingga besarnya nilai *stripping ratio* adalah sebagai berikut.

$$SR = \frac{\text{Banyaknya OB yang dikupas}}{\text{Banyaknya BB yang digali}} = \frac{838.041,50 \text{ BCM}}{444.712,75 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 1,88$$

Bulan November 2019 target penggalian batubara berdasarkan rencana kerja ¹ adalah sebesar 449.000 ton sedangkan target pengupasan *overburden* adalah sebesar 1.074.000 BCM sehingga besarnya nilai *stripping ratio* adalah sebagai berikut

$$SR = \frac{\text{Banyaknya OB yang dikupas}}{\text{Banyaknya BB yang digali}} = \frac{1.074.000 \text{ BCM}}{449.000 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 2,39$$

Dikarenakan adanya sisa galian *overburden* di bulan Oktober 2019 sebanyak 101.958,50 BCM, maka besarnya *stripping ratio* untuk bulan November 2019 dapat meningkat sebagaimana berikut:

$$SR = \frac{\text{Banyaknya OB yang dikupas}}{\text{Banyaknya BB yang digali}} = \frac{1.175.958,50 \text{ BCM}}{449.000 \text{ ton} / 1,3 \text{ ton/m}^3} = 2,62$$

Analisis Realisasi Penambangan Berdasarkan Mine Plan Design Bulan Oktober 2019 di Pit 1 Utara Banko Barat PT Satria Bahana Sarana Tanjung Enim Sumatera Selatan

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	10%
2	jit.unsri.ac.id Internet Source	1%

Exclude quotes

On

Exclude matches

< 1%

Exclude bibliography

Off