Optimalisasi Produksi *Overburden* dengan Metode *Short-term Forecating Site* Kungkilan PT Budi Gema Gempita Sumatera Selatan

Optimization of Overburden Production using The Short-term Forecasting Method on PT Budi Gema Gempita Site Kungkilan South Sumatera

Ditha Dernauli Simanjuntak[1]*, Franto[2], Guskarnali[3]
[1-2]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung
[3]Jl. Kampus Peradaban No 1, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka. 33172. Telp 0812-8687-5975, Indonesia
e-mail: *[1]simanjuntakditha16@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian difokuskan pada kegiatan *stripping overburden* di PT Budi Gema Gempita *Pit Kungkilan*. Produksi overburden pada site Kungkilan secara aktual kurang dari target produksi dan ketidaksesuaian realisasi *fleet* pada bulan November 2023. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ketercapaian produksi, menganalisis faktor serta upaya perbaikan dan pengoptimalan *shortterm forecasting*. Metode yang digunakan berupa deskriptif kuantitatif dengan data primer seperti *cycle time* alat gali muat dan angkut, waktu hambatan, data uji petik dan *survey*. Sedangkan data sekunder berupa data target produksi, jumlah *fleet* realisasi, nilai Physical Availability (PA), Mechanical Availbaility (MA), Use of Availbaility (UA), Effective Utilization (EU), spesifikasi alat, dan data durasi hujan harian. Hasil dari penelitian ini didapatkan ketercapaian produksi pada bulan November 2023 sebesar 94,72 % dengan target 492.149,10 BCM untuk 5 *fleet*. Sedangkan produksi aktual 466.203,96 BCM dengan realisasi 6 *fleet*. Peningkatan produksi diusahakan dengan meningkatkan nilai *fill factor* menjadi 1,1 dengan kondisi penggalian sedang (material tanah berpasir dan tanah kering) dan pengoptimalan waktu tunggu untuk mengumpulkan dan menggamburkan *overburden* di sekitar area *loading* untuk memudahkan pemuatan kembali. Sehingga diperoleh *shortterm forecasting* produksi pada bulan Desember 2023 sebesar 690.470,90 m^3, pada bulan Januari 2024 sebesar 711.694,29 m^3, dan pada bulan Februari 2024 sebesar 721.613,27 m^3.

Kata-kata kunci*: optimalisasi, produktivitas, shortterm forecasting, pengupasan overburden*

ABSTRACT

Research was focused on overburden stripping at PT Budi Gema Gempita Pit Kungkilan. The overburden production at the Kungkilan site is actually lower than the production target, and there is a discrepancy in fleet realization in November 2023. This research aims to determine production achievements, analyze factors as well as efforts to improve and optimize short-term forecasting. Descriptive quantitative was used as method in this study, with primary data such as cycle time of loading and transport digging equipment, resistance time, picking test, and survey data. Secondary data are production target data, number of realized fleets, PA, MA, UA, EU values, equipment specifications, and daily rain duration data. The results of this research showed that production achievement in November 2023 was 94.72% with a target of 492,149.10 BCM for 5 fleets, while actual production was 466,203.96 BCM with realization of 6 fleets. The improvement was achieved by increasing the fill factor value to 1.1 with moderate excavation conditions (sandy soil and dry soil materials) and optimizing waiting time for collecting and scattering overburden around the loading area to facilitate re-loading. So that, short-term forecasting production is obtained in December 2023 of 690,470.90 m^3, in January 2024 of 711,694.29 m^3 and in In February 2024 it will be 721,613.27 m^3.

Keywords*: optimization, productivity, short-term forecasting, overburden stripping*

PENDAHULUAN

PT Budi Gema Gempita merupakan perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara, berlokasi di Desa Muara Lawai, Kecamatan Merapi, Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Sesuai dengan SK IUP Operasi Produksi Nomor 503/194/KEP/PERTAMBEN/2010 tentang Persetujuan Peningkatan Kuasa Pertambangan Eksplorasi Menjadi Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi dengan luas 1.524 Ha dan dibagi menjadi 4 (empat) *Pit*, yaitu *Pit* Lawai, Batu Tegak, Section 2 dan Kungkilan. Aktivitas penambangan menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode strip mining dengan kombinasi alat shovel and truck. Kegiatan penambangan PT Budi Gema Gempita bekerjasama dengan 4 (empat) kontraktor, salah satunya adalah PT Langgeng Daya Agrindo.

Kegiatan penambangan batubara dan pengupasan *overburden* pada PT Langgeng Daya Agrindo dirancang dalam suatu rencana kerja penambangan tahunan dan bulanan yang disusun untuk menentukan target produksi berdasarkan kemampuan alat gali muat dan angkut dengan memperhitungkan ketersediaan alat. PT Langgeng Daya Agrindo selaku kontraktor penambangan memiliki kewajiban memenuhi target produksi *overburden* dan batubara pada *Pit Kungkilan*. Target produksi *overburden* sebesar 492.149,10 BCM dan batubara sebesar 150.007,10 Ton untuk nilai *stripping ratio* (SR) 3.28 BCM/Ton dengan rencana *fleet* pada bulan November 2023 adalah 5 *fleet.* Perolehan produksi aktual dari perhitungan *truck count overburden* sebesar 467.530,20 BCM dan batubara mencapai 184.152,91 Ton dengan nilai *stripping ratio* (SR) 2,53 BCM/Ton dengan jumlah *fleet* aktual adalah 6 *fleet* pada *site* Kungkilan selama periode bulan November 2023. Adapun permasalahan yang terjadi saat ini adalah produksi *overburden* pada *site* Kungkilan secara aktual kurang dari target produksi dan ketidaksesuaian realisasi *fleet* bulan November 2023. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan optimalisasi

produksi *overburden* dengan metode *shortterm forecasting site* Kungkilan yang dilakukan untuk meningkatkan persentase ketercapaian produksi *overburden* pada bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Februari 2024 *site* Kungkilan.

Penelitian tentang optimalisasi produksi telah beberapa kali dilakukan. Menurut Manullang dan Horman (2020), upaya yang dilakukan untuk meminimalisir ketidaksesuaian produksi mengurangi *slippery time* dengan membentuk *all weather road* atau menambah material perkerasan jalan [1]. Amendara, dkk (2023), upaya yang dilakukan dengan meningkatkan waktu kerja efektif dari waktu hambatan dan penambahan 1 unit alat angkut *dumptruck* [2]. Indrawan, dkk (2021), faktor yang menjadi kendala genangan air di beberapa *front* penambangan yang menyebabkan penyempitan *front* kerja, sehingga gerak *manuver dumptruck* menjadi terbatas [3]. Yudha, dkk (2016), peningkatan kondisi jalan dengan memaksimalkan *rolling resistance,* lebar jalan angkut, lebar jalan lurus dan tikungan sehingga waktu edar semakin kecil [4]. Lieman, dkk (2018), faktor yang menjadi kendala aktivitas produksi, kondisi *front*, waktu kerja efektif, kemampuan operator dan material keras *nonblasting* [5].

METODOLOGI

Metode penelitian berupa deskriptif kuantiitatif. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan meliputi studi literatur, pengamatan di lapangan, pengambilan dan validasi data serta pengolahan dan analisis data.

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk memperkuat data-data yang akan diolah dan dianalisis pada saat penelitian. Bahan-bahan pustaka yang menunjang diperoleh dari instansi terkait, skripsi, jurnal, studi terdahulu dan buku hingga dapat dijadikan acuan dalam penelitian analisis investasi alat gali-muat dan angkut di PT Budi Gema Gempita *site* Kungkilan.

Forecast (peramalan) adalah suatu usaha untuk meramalkan keadaan di masa mendatang melalui pengujian keadaan di masa lalu. Peramalan biasanya diklasifikasikan berdasarkan horizontal waktu masa depan yang dicakupnya. Dalam penjadwalan berfokus pada perencanaan jangka pendek yang mana dari jangka panjang tersebut dapat menghasilkan suatu jadwal produksi dan kemudian menentukan kebutuhan peralatan untuk mengoperasikan jadwal tersebut (Alford dan Whittle, 1986) [6].

Faktor yang mempengaruhi poduktivitas alat gali muat dan angkut yaitu

1. Kondisi *Front*

Tempat kerja yang luas akan mempengaruhi waktu edar alat karena ada cukup tempat untuk berbagai kegiatan, seperti keleluasaan alat untuk berputar, mengambil posisi sebelum pemuatan maupun untuk tempat penimbunan sehingga kondisi tempat kerja dapat menentukan pola pemuatan yang akan ditetapkan.

2. Pola Pemuatan

Pola pemuatan dapat dilihat dari penempatan posisi alat angkut (*single back up*, *double back up* dan *triple back up*) dan dilihat dari keadaan alat gali muat berada diatas atau di bawah (Indonesianto, 2005) [7].

3. Sifat Material

Perbedaan kekerasan dari material yang akan digali, maka jenis material lunak, agak keras, sukar digali dan sangat sukar digali Tanriajeng (2003) [8].

4. Faktor Pengembangan

Menurut Partanto (1983), material yang digali dari keadaan aslinya akan mengalami pertambahan volume setelah dipindahkan. Material yang belum digali atau masih dalam keadaan asli disebut dengan kondisi bank condition dan untuk satuan volume material dengan keadaan asli dikenal dengan BCM (*Bank Cubik Meter*) sedangkan material yang sudah digali atau tidak dalam keadaan alaminya disebut dengan material gembur dan untuk satuan volume materialnya dinyatakan dalam LCM (*Loose Cubic Meter*) [9].

5. Faktor Pengisian

Faktor pengisian (*fill factor*) merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas baku alat tersebut yang dinyatakan dalam persen.

6. Waktu Edar

Penetuan banyaknya waktu siklus kerja yang dapat dilakukan oleh alat mekanis dalam satu jam kerja. *Cycle Time* alat gali-muat merupakan total waktu pada alat gali-muat yang dimulai dari pengisian *bucket* sampai dengan menumpahkan muatan ke dalam alat angkut dan kembali kosong. *Cycle Time* alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu mengambil posisi dan menunggu alat untuk dimuati, waktu mengatur posisi untuk dimuati, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping dan waktu kembali kosong (Peurifoy, 2006) [10].

7. Efisiensi Kerja Alat

Efisiensi kerja adalah perbandingann antara jam kerja efektif terhadap jam kerja tersedia. Jam kerja efektif adalah banyaknya jumlah jam kerja yang benar-benar digunakann untuk kegiatan produksi.

2. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan dilakukan dengan mengamati aktivitas *overburden removal* dan *coal getting*. Observasi ini dilakukan dengan mengunjungi lokasi yaitu PT Langgeng Daya Agrindo *jobsite* PT Budi Gema Gempita, Desa Muara Lawai, Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan untuk mendokumentasikan kondisi lapangan, *front* penambangan, jalan angkut dan area *disposal* dan ketersediaan alat gali muat dan angkut.

3. Pengambilan dan Validasi Data

Pengambilan data dilakukan di PT PT Budi Gema Gempita *site* Kungkilan dengan tujuan untuk mendapatkan keakurasian data merupakan tahapan untuk mengumpulkan data yang diperlukan dalam melakukan penelitian yaitu data primer dan sekunder.

a. Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung saat pengamatan dan pengukuran dilokasi penelitian sesuai dengan konteks permasalahan yang berkaitan dengan penelitian, adapun data primer yang dibutuhkan meliputi:

1. *Cycle time* alat gali muat (*digging, hauling* isi, *dumping, hauling* kosong) dan alat angkut (*manuver* kosong, *loading*, *hauling* isi, *manuver* isi, *dumping*, *hauling* kosong).
2. Waktu hambatan selama bulan November 2023.
3. Data uji petik muatan alat angkut *overburden* bulan November 2023.
4. Data *survey site* Kungkilan pada bulan Oktober dan bulan November 2023.

b. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data penunjang yang sudah tersedia, biasanya diperoleh dari *Department Engineering* PT Langgeng Daya Agrindo, meliputi:

1. Data target produksi bulan November 2023.
2. Data jumlah *fleet* realisasi bulan November 2023.
3. Data ketersediaan alat PA, MA, UA dan EU.
4. Spesifikasi alat gali muat dan angkut.
5. Data curah hujan harian selama bulan November 2023.

4. Pengolahan Data

Data yang telah terkumpul kemudian diolah dan dihitung. Tahapan proses ini meliputi:

a. Pengolahan data *survey* untuk menghitung volume *overburden* untuk dibandingkan dengan target produksi.
b. Menghitung *cycle time*, produktivitas, *match factor* alat gali muat dan angkut, MA, PA, UA dan EU dan produksi.
c. Menghitung *shortterm forecasting* produksi *overburden* pada bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Februari 2024.

5. Analisis Data

Analisis data dibagi dalam beberapa tahapan dengan rincian kegiatan dalam setiap tahapannya menyesuaikan dengan kebutuhan dan keperluan penelitian berdasarkan subjek yang diteliti. Tahapan analisis dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Menganalisis ketercapaian produksi *overburden* serta faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat selama aktivitas penambangan.
b. Menganalisis data yang telah dikumpulkan, baik data primer maupun data sekunder sehingga diperoleh *cycle time*, *fill factor* aktual, *swell factor*, efektivitas kerja, ketersediaan alat, kemudian didapatkan nilai produktivitas, *match factor* dan produksi yang akan dibandingkan dengan target produksi.
c. Mengidentifikasi upaya perbaikan dari faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas di lapangan yaitu perhitungan *fill factor* ideal yang akan diterapka untuk mencapai target produksi.
d. Tahapan penentuan keputusan, dari data-data yang telah dikumpulkan, ditabulasikan dan dideskripsikan kemudian tarik kesimpulan untuk mengetahui faktor serta upaya meminimalisir ketidakcapaian produksi serta optimalisasi *shortterm forecasting* produksi bulan Desember 2023 sampai dengan Februari 2024.

HASIL DAN DISKUSI

Daerah penelitian berada di Cekungan Sumatera Selatan dengan Formasi Muara Enim dengan jenis Batubara M2 dengan Seam Petai, Seam Suban, dan Seam Mangus (A). Batubara yang terdapat di lokasi pengamatan terdiri atas 2 lapisan Seam Mangus yakni A1 dan A2, kedua lapisan tersebut dibatasi oleh lapisan *parting* berupa batupasir tufaan. Lapisan Batubara A1 atau Mangus Atas, berupa lapisan batubara dengan sisipan batubara silikaan dan lapisan pengotor sedangkan Lapisan Batubara A2 atau disebut dengan Mangus Bawah dengan jenis sub-bituminus.

1. Realisasi Produksi *Overburden*

Target produksi pada bulan November 2023 untuk *overburden* sebesar 492.149,10 BCM dengan target produksi batubara sebesar 150.007,10 Ton dan nilai *stripping ratio* sebesar 3,28 BCM/Ton. Target produksi *overburden* perhari sebesar 17.576,75 BCM dan target per *shift* sebesar 8.788,38 BCM. Rencana *fleet* bulan November 2023 sebanyak 5 *fleet*. Perhitungan volume penggalian *overburden* dilakukan dengan cara membandingkan kondisi topografi original dengan kondisi topografi *update*.

Target produksi *overburden* bulan November 2023 tidak tercapai dengan realisasi produksi sebesar 466.203,96 m^3, aktual sebanyak 6 *fleet*. Produksi *overburden* pada bulan November 2023 berada dibawah target dengan perolehan selisih sebesar 25.945,14 m^3. Persentase ketercapaian sebesar 94,72%, dengan penambahan 1 *fleet* alat gali muat *excavator* PC500 H dan alat angkut ADT A40G sebanyak 4 unit pada minggu kedua bulan November 2023.

Ketidaksesuaian produksi disebabkan tingkat jam hujan yang tinggi (300 mm-500 mm) yang mengakibatkan waktu produksi berkurang, *human error* saat pengambilan dan pengolahan data *survey* juga berpengaruh untuk perolehan volume

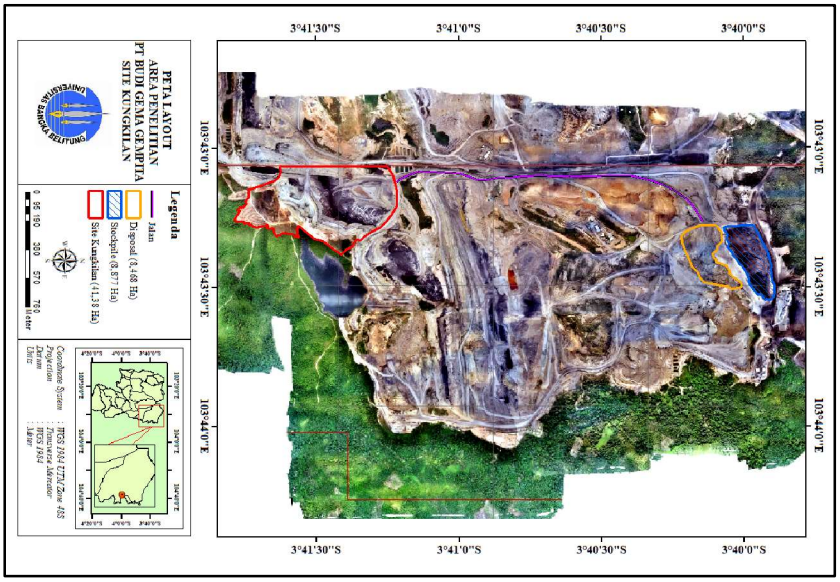
produksi *overburden*, seperti kendala proses penginputan data ditemukan adanya titik koordinat yang sama sedangkan elevasinya berbeda. Dari pengolahan data *survey* diperoleh bentuk topografi kemajuan tambang pada bulan November 2023.

Kombinasi alat gali muat dan alat angkut yang digunakan pada aktivitas penambangan *overburden Pit Kungkilan* adalah Hitachi ZX870 dengan ADT A40G atau ADTHM400, ADT ZX470 dengan ADT A35, dan Komatsu PC500 dengan ADT HM400. Konfigurasi fleet tercantum pada Tabel-1.

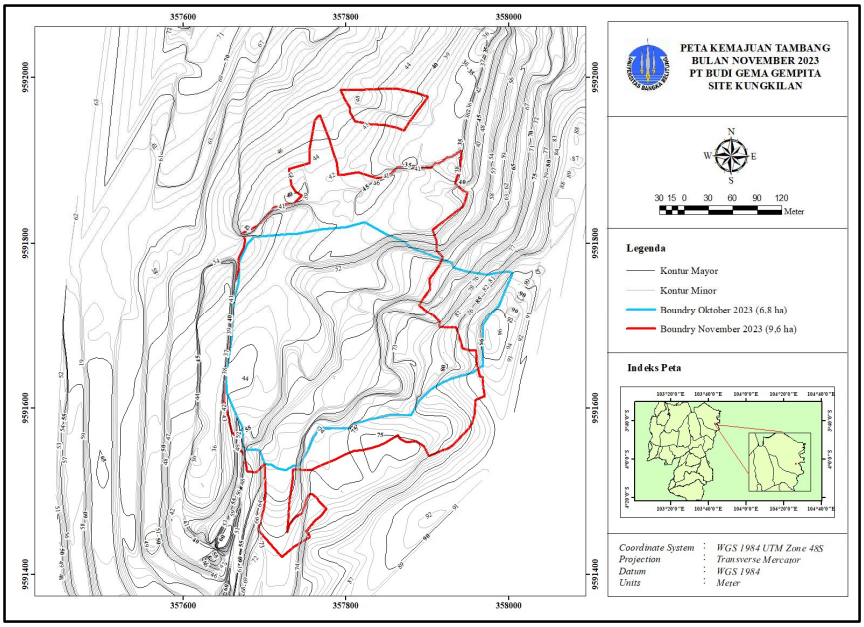
Tabel-1. Jumlah alat gali muat dan angkut

Fleet	Alat Gali Muat	Jumlah Alat Gali Muat	Alat Angkut	Jumlah Alat Angkut
1	Hitachi ZX870 LCH	1	ADT A40G	5
2	Hitachi ZX870 LCH	1	ADT HM400	5
3	Hitachi ZX850 H	1	ADT A40G	4
4	Hitachi ZX470 LC	1	ADT A35E	4
5	Komatsu PC500	1	ADT HM400	4

Layout area penelitian tempat operasi *overburden removal* dan *coal getting* dengan komponen *Pit Kungkilan*, jalan angkut, *disposal* dan *stockpile* dapat dilihat pada Gambar-1. Adapun peta kemajuan tambang bulan November 2023 diberikan pada Gambar-2.



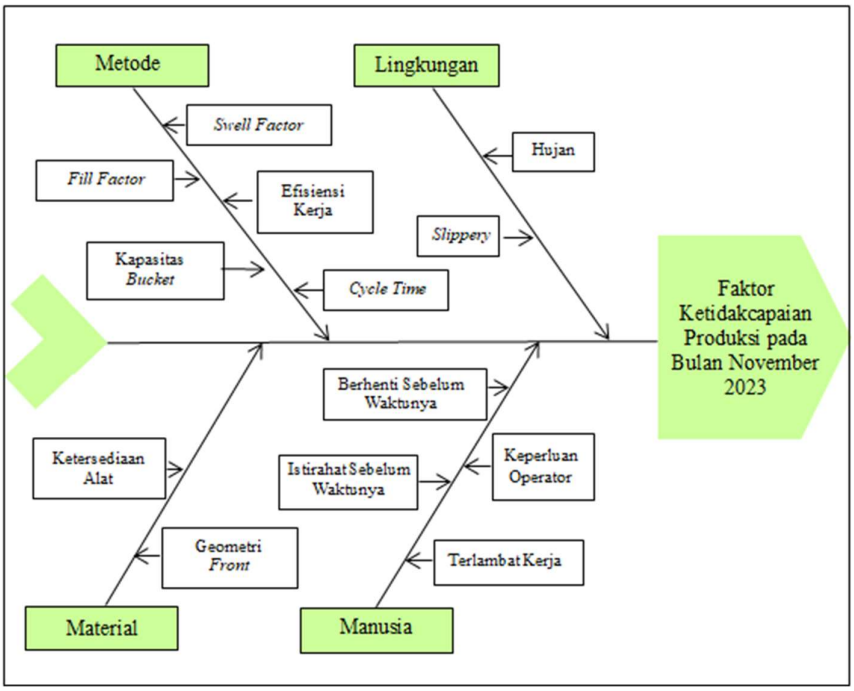
Gambar-1. Peta *layout* area penelitian



Gambar-1. Peta kemajuan tambang bulan November 2023

2. Faktor Penyebab dan Upaya Perbaikan

Dalam penggunaan alat gali muat untuk penggalian banyak terdapat faktor yang mempengaruhi kinerja alat tersebut. Faktor yang mempengaruhi proses penggalian *overburden* yang disusun dalam diagram *fishbone* (Gambar-3) yang menggambarkan hubungan sebab akibat dari faktor ketidakcapaian produksi *oveburden*.



Gambar-3. Diagram *fishbone*

Pada penelitian ini ada 4 faktor yang akan dibahas yaitu faktor metode yang meliputi *fill factor, swell factor,* kapasitas *bucket,* efisiensi kerja dan *cycle time*, dengan faktor lingkungan yaitu hujan dan *slippery*, faktor material yaitu ketersediaan alat dan geometri *front* dan faktor manusia meliputi terlambat karja, istirahat sebelum waktunya, keperluan operator dan berhenti sebelum waktunya.

2.1 Data

a. *Fill Factor*

Fill factor dihitung dengan pengolahan data uji petik muatan alat angkut secara aktual, sehingga diperoleh perhitungan kapasitas *vessel* alat angkut aktual dibagikan dengan kapasitas *vessel* secara teoritis. Kapasitas alat angkut aktual dibagikan dengan jumlah pengisian maka diperoleh kapasitas aktual *bucket* aktual alat gali muat.

Tabel-2. *Fill factor* aktual alat gali muat dan angkut (m^3)

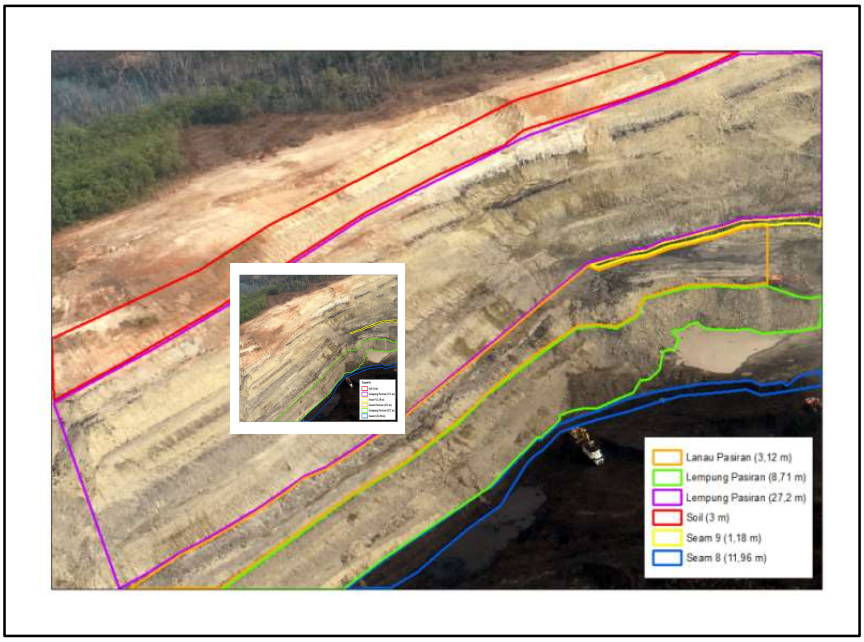
Unit	Kapasitas *Vessel* Aktual	Kapasitas *Vessel* Teoritis	*Fill Factor*	Jumlah *Bucket*	Kapasitas *Bucket* Aktual	Kapasitas *Vessel* Teoritis	*Fill* Faktor
ZX870	18,52	24	0,77	4	4,63	5	0,93
ZX870	17,85	24	0,74	4	4,46	5	0,89
ZX850	16,65	24	0,69	5	3,33	3,4	0,98
ZX470	15,63	20,5	0,76	7	2,23	2,6	0,86
PC500	17,05	24	0,71	6	2,84	2,7	1,05
PC500	16,39	24	0,68	6	2,73	2,7	1,01

Fill factor alat gali muat pada *Pit Kungkilan* pada rencana sebesar 1 dengan kategori penggalian sedang sampai dengan mudah dengan kondisi penggalian tanah berlempung, berpasir dan tanah kering dapat dilihat pada Tabel 4.9 dengan nilai *fill factor* aktual yang diperoleh pada *fleet* ZX87 sebesar 0,93, *fleet* ZX870 sebesar 0,89, *fleet* ZX850 sebesar 0,98, *fleet* ZX470 sebesar 0,86, *fleet* PC500 sebesar 1,05 dan *fleet* PC500 sebesar 1,01 dengan kategori penggalian sedang dengan kondisi penggalian tanah berpasir dan kering. Nilai *fill factor* tersebut menunjukkan bahwa *bucket* alat gali muat tidak terisi penuh, melainkan hanya terisi sebagian dari kapasitas yang tersedia.

Ketidakcapaian *fill factor* aktual terhadap rencana dapat disebabkan oleh karakteristik material *overburden* yang sulit diisi secara merata, pengisian *bucket* yang tidak optimal oleh operator, serta kondisi (kuku *bucket*) yang kurang optimal (tumpul). *Fill factor* yang rendah akan berdampak pada produktivitas alat gali muat, dimana jumlah ritase pengangkutan material per unit waktu akan bertambah sedangkan produksi *overburden* mengalami penurunan.

b. *Swell Factor*

Dari pengamatan di lapangan pada *Pit Kungkilan* material *overburden* yang digali adalah lempung kering untuk digali.



Gambar-4. Singkapan Daerah Penelitian

Faktor pengembangan material menggambarkan peningkatan volume material setelah digali. Lapisan tanah pada area penambangan memiliki jenis material dominan lempung yang bercampur dengan pasir dan terdapat lanau. Jenis tanah lempung yang bercampur dengan pasir dan lanau memilikii nilai *swell factor* 0,85. Nilai *swell factor* yang digunakan secara teoritis dan direkomendasikan untuk dilakukan uji labolatorium untuk memperoleh nilai *swell factor* lebih detail.

c. *Cycle Time*

Waktu edar alat gali muat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kondisi *front* dan kapasitas *bucket*, jarak pemindahan material, kecepatan *swing* serta keterampilan operator.

Tabel-3. Waktu Edar Alat Gali Muat (detik)

Unit	*Digging*	*Swing* Isi + *Dumping*	*Swing* Kosong	Total
ZX870	12	8,21	3,52	23,73
ZX870	11,92	7,93	3,38	23,23
ZX850	8,63	6,55	3,23	18,41
ZX470	6,9	7,38	3,35	17,63
PC500	10,19	8,29	3,74	22,22
PC500	9,31	7,08	4,22	20,61

Perbedaan kecepatan pada waktu edar setiap alat gali muat disebabkan perbedaan jenis material dan kondisi pada setiap *fleet*, kemampuan operator yang berbeda serta jenis alat yang berbeda. Berikut adalah waktu edar alat angkut.

Tabel-4. Waktu Edar Alat Angkut (detik)

Unit	Manuver Kosong + Loading	Hauling Isi + Manuver Isi	Dumping + Hauling Kosong	Total
ADT A40G	132,18	389,47	319,01	859,2
ADT HM400	140,35	396,16	299,41	865,7
ADT A35E	129,67	400,93	357,67	907,2

Waktu edar alat angkut dipengaruhi oleh kondisi jalan angkut, kapasitas *vessel*, kecepatan perjalanan, jarak angkut, waktu *load* dan waktu *dumping* serta keterampilan operator. Untuk mencapai pengoptimalan produksi *overburden,* perlu adanya sinkronisasi antara waktu edar alat gali muat dan alat angkut. Penyesuaian parameter alat, penjadwalan yang baik, serta koordinasi antara operator dalam mengharmonisasikan siklus kerja. Waktu edar yang teroptimalisasi, baik pada alat gali muat maupun alat angkut, maka produktivitas secara keseluruhan dapat ditingkatkan untuk mencapai target produksi *overburden*.

d. Efisiensi Kerja

Waktu kerja yang telah ditetapkan oleh PT Langgeng Daya Agrindo untuk 2 *shift* kerja dalam sehari dimana waktu kerja pada *shift* pagi sebanyak 10 jam dari pukul 07.00 – 16.00 WIB dan untuk *shift* malam dari pukul 18.00 - 05.00 WIB dengan waktu istirahat per *shift* selama 1 jam yaitu pada pukul 12.00 – 13.00 WIB untuk *shift* pagi dan pukul 24.00 – 01.00 WIB untuk *shift* malam. Jam kerja yang tersedia pada bulan November 2023 sebesar 560 jam atau 10 jam pada setiap *shift*. Waktu kerja efektif adalah waktu yang tersedia pada bulan November 2023 dikurangi jumlah waktu kerja hilang terencana sebesar 367,46 jam di bulan November 2023 atau 6,56 jam per-*shift*.

Tabel-5. Rencana dan Realisasi Jam Kerja Efektif (Jam)

Unit	Jam Kerja	Realisasi	*Delay Time*	Efektifitas (%)
ZX870 LCH	560	384,3	3,96	3,52
ZX870 LCH	560	397,2	4	3,38
ZX850 H	560	354,1	3,33	3,23
ZX470 LC	560	370,7	3,64	3,35
PC500 H	560	377,4	4,03	3,74
PC500 H	560	359,5	3,27	4,22
ADT A40G	560	362,72	63,73	67,48
ADT HM400	560	360,68	61,90	67,11
ADT A35E	560	340	63,22	63,87

Waktu kerja efektif dari alat gali muat dan angkut tidak sesuai dengan rencan. Hal tersebut dipengaruhi oleh jam hujan, jam *slippery* dan waktu *delay time* rencana tidak sesuai dengan realisasi sehingga mengakibatkan nilai EWH realisasi lebih kecil dibandingkan dengan rencana. Untuk meningkatkan efisiensi kerja yang tinggi didukung oleh berbagai faktor seperti kondisi alat yang baik, keterampilan operator yang memadai, serta pengaturan waktu yang efektif, sehingga produksi *overburden* dapat tercapai secara optimal.

2.2 Analisis Data

a. Ketersediaan Alat

Ketersediaan alat diperhitungkan untuk mengetahui nilai kerja alat dari alat gali muat dan angkut, dimana diketahui alat yang tersedia tersebut siap untuk bekerja atau tidak diketahui dari waktu-waktu hambatan dalam bekerja dan waktu perbaikan alat. Terjadi perbedaan antara produksi rencana dan realisasi dari alat gali muat dan angkut dalam penggalian tersebut dipengaruhi oleh nilai *Used of Availability* (UA) dengan nilai rencana 65,62% pada bulan November 2023. UA merupakan tingkat daya guna alat untuk kegiatan produksi pada saat alat digunakan dengan efektif. Nilai PA, MA, UA dan EU realisasi pada alat gali muat dan angkut.

Tabel-6. Realisasi ketersediaan alat gali muat dan angkut (%)

Unit	PA	MA	UA	EU
ZX870 LCH	96	95	64	62
ZX870 LCH	98	97	65	63
ZX850 H	93	89	63	59
ZX470 LC	96	92	64	61
PC500 H	98	97	61	60
PC500 H	96	94	59	57
ADT A40G	91	87	65	59
ADT HM400	88	82	65	57
ADT A35E	79	70	61	48

Mechanical Availability (MA) menunjukkan kemampuan alat bekerja secara efektif dan pertimbangan waktu repair, perbaikan, dan perawatan alat tersebut. Semakin tinggi nilai MA maka waktu *repair* alat semakin rendah sehingga semakin tinggi juga produksi yang akan dicapai.

Rencana nilai UA pada bulan November 2023 sebesar 65,62% dengan realisasi pada masing-masing alat yang diperoleh selama bulan November 2023 lebih rendah dari rencana, yang disebabkan oleh curah hujan aktual lebih tinggi dari curah hujan rencana pada bulan November 2023 sehingga waktu slippery juga meningkat dari rencana dan mengakibatkan alat *standby*. Curah hujan rencana pada bulan November 2023 yaitu 3,75 jam per hari dengan curah hujan aktual mencapai 4,08 jam per hari.

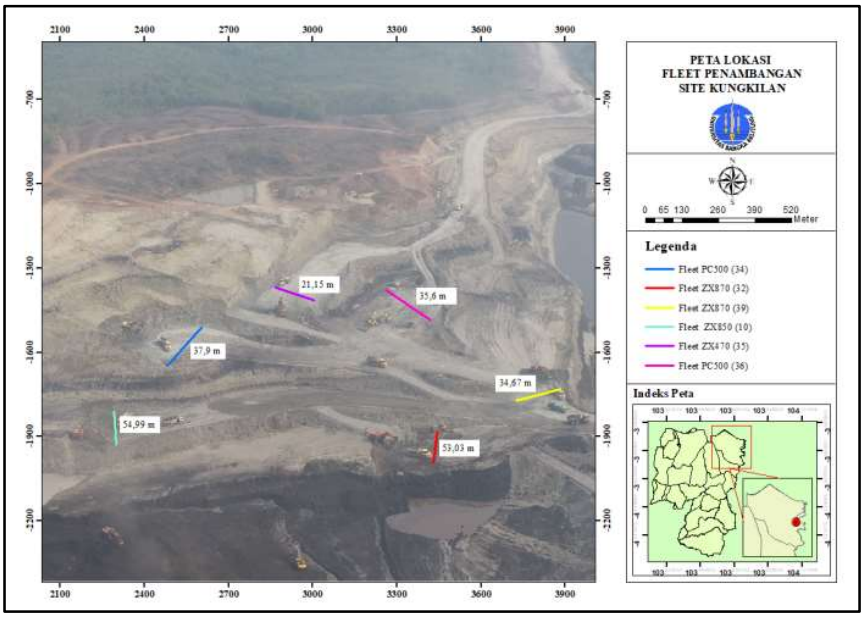
Jam kerja yang rendah juga disebabkan oleh adanya alat yang mengalami *breakdown* sehingga diperlukan *maintenance* dan pengecekan rutin terhadap alat tersebut agar alat dapat berfungsi secara optimal. Dalam pengamatan di lapangan, kerusakan alat gali muat sangat kecil dikarenakan banyaknya waktu *standby* sehingga waktu operasi alat berkurang dan untuk alat angkut memiliki waktu *repair* yang cukup tinggi disebabkan oleh alat angkut ADT A35E merupakan alat dengan umur penggunaan yang tinggi. Beberapa kendala untuk alat gali muat dan angkut seperti penggangtian kuku baket, ban pecah, AC *problem*, radio rusak, *noise area* gardan, penggantian oli dan lainnya.

b. Geometri *Front Loading*

Pola pemuatan *overburden* yang digunakan adalah *top loading* yaitu pola pemuatan dengan posisi alat gali-muat saat melakukan pengalian berada di atas jenjang atau alat angkut berada di bawah alat gali muat. Ketinggian jenjang dudukan alat gali muat sejajar dengan *vessel* alat angkut ADT A40G dengan tinggi loading 3,15 m, HM400 dengan tinggi *loading* 3,16 m dan A35E dengan tinggi *loading* 2,94 m.

Gambar-5. Kondisi *front loading* PC500

Lebar *front loading* harus cukup untuk memberikan ruang selebar radius belokan truk angkut ditambah lebar *safety berm*. Secara ideal, jenjang jenjang harus cukup lebar agar truk angkut dapat memutar dengan keberadaan *excavator* yang beroperasi.



Gambar-6. Peta Lokasi *Fleet* Penambangan *Site* Kungkilan.

Berdasarkan standar (SME, 2011) [11] lebar *front loading* sekitar ±30 meter, lebar *front loading* yang secara aktual diukur dengan pengambilan data topografi pada area *front loading* sehingga diperoleh hasil untuk *fleet* Komatshu PC500 sebesar 37,9 m, pada *fleet* Komatshu PC500 sebesar 35,6 m, *fleet* Hitachi ZX870 sebesar 53,03 m, *fleet* ZX870 sebesar 34,67 m, *fleet* ZX850 sebesar 54,99 m dan *fleet* ZX470 sebesar 21,15 m. Kondisi *front loading* keenam *fleet* tergolong dalam kondisi baik.

c. Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut

Produktivitas alat gali muat dan angkut di *Pit Kungkilan* telah direncanakan untuk menentukan produksi per bulan. Namun pada realisasinya, produktivitas yang direncanakan tidak tercapai. Selisih antara rencana dan realisasi produksi pada alat gali muat ZX870 LCH sebesar 94,68 m^3/jam, pada ZX870 LCH sebesar 107,53 m^3/jam, pada ZX850 H sebesar 70,17 m^3/jam, pada ZX470 LC sebesar 89,01 m^3/jam, pada PC500 LC sebesar 39,74 m^3/jam, pada PC500 LC sebesar 63,48 m^3/jam dan pada alat angkut ADT A40G sebesar 12,65 m^3/jam, ADT HM400 sebesar 6,38 m^3/jam, ADT A35E sebesar 9,93 m^3/jam. Rencana produktivitas tidak tercapai disebabkan oleh *fill factor* alat gali dibawah dari rencana yaitu rencana *fill factor* 1 sedangkan aktual dari 0,86 sampai dengan 1,05 dihitung dengan uji petik yang dilakukan pada muatan *vessel* alat angkut, dibagikan dengan jumlah *swing* alat gali muat dan dibagikan dengan kapasitas teoritis.

Tabel-7. Produktivitas Alat Gali Muat

No.	Unit	Rencana Produktivitas (m^3/jam)	Realisasi Produktivitas (m^3/jam)
1	ZX870 LCH	457,82	363,14
2	ZX870 LCH	490,63	383,10
3	ZX850 H	318,06	247,89
4	ZX470 LC	307,79	218,78
5	PC500 H	333,21	293,47
6	PC500 H	336,05	272,57
7	ADT A40G	59,12	44,70
8	ADT HM 400	58,67	42,22
9	ADT A35E	50,95	39,60

d. *Match Factor*

Pengoptimalan produksi alat gali muat dan alat angkut dengan memperhatikan nilai *match factor* dengan kapasitas alat gali disesuaikan dengan kapasitas alat angkut. Perhitungannya mempertimbangkan waktu siklus, jumlah pengisian *bucket* dan jumlah alat angkut dalam setiap *fleet*.

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut dengan jarak angkut 3.223 m sehingga diperoleh nilai *match factor* alat lebih kecil dari 1 pada setiap *fleet*, hal ini menandakan kinerja alat gali muat kurang optimal, sehingga terdapat waktu tunggu ± 6,927 menit/ritase yang menyebabkan efisiensi kerja menurun.

Tabel-8. *Match Factor*

No	Unit	Alat Angkut	Jumlah	Total
1	ZX870 LCH	ADT A40G	5	0,64
2	ZX870 LCH	ADT HM400	5	0,89
3	ZX850 H	ADT A40G	4	0,79
4	ZX470 LC	ADT A35E	4	0,7
5	PC500 H	ADT HM400	4	0,57
6	PC500 H	ADT A40G	4	0,57

2.3 Upaya Perbaikan

a. Perbaikan *Fill Factor*

Nilai rata-rata *fill factor* aktual yang diperoleh dari 0,86 sampai dengan 1,05 dengan rencana 1. Pada kondisi tertentu di lapangan tergantung jenis material yang dilakukan penggalian (*digging*), kondisi *bucket* munjung dan kondisi material berupa bongkahan yang mengakibatkan adanya rongga-rongga kosong pada *bucket.* Pada perbaikan jumlah pengisian dilakukan simulasi dengan *bucket fill factor* dan jumlah pengisian dengan kapasitas *vessel*. Perhitungan yang direkomendasikan untuk peningkatan nilai *bucket fill factor* dari dari 0,86 sampai dengan 1,05 menjadi 1,1. Penulis menyarankan *fill factor* 1,1 karena kondisi penggalian sedang dengan material yang dominan pada daerah penelitian adalah tanah berpasir dan tanah kering. Pemaksimalan penggunaan waktu tunggu untuk mengumpulkan dan menggamburkan *overburden* disekitar area *loading* untuk memudahkan pemuatan kembali.

Tabel-9. Jumlah Pengisian dan Muata *Vessel*

Unit	Kapasitas *Bucket*	Kapasitas Aktual	Jumlah Pengisian	Muatan *Vessel*
ZX870	5	5,5	4	23,94
ZX870	5	5,5	4	23,94
ZX850	3,4	3,74	6	23,94
ZX470	2,6	2,86	7	20,44
PC500	2,7	2,97	8	23,94
PC500	2,7	2,97	8	23,94

Menurut Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM/2018 No.19 [12]. Pengangkutan material dengan menggunakan *truck* tidak boleh melebihi kapasitas maupun beban angkut serta tidak boleh kurang dari 90% kapasitas maupun beban angkut. Pertimbangan yang direkomendasikan menggunakan *fill factor* dengan nilai 1,1 sehingga diperoleh muatan untuk ADT A40G sebesar 23,94 m^3, ADT HM400 sebesar 23,94 m^3 dan ADT A35E sebesar 20,44 m^3 dengan jumlah pengisian sesuai dengan kapasitas *bucket* masing-masing alat gali muat. Peningkatan produktivitas dengan nilai *fill factor* 1,1 sebesar 286,54 BCM/jam dari kelima *fleet overburden*.

b. Produktivitas Alat Gali Muat Seletah Perbaikan

Simulasi perbaikan pada *fill factor* dengan menambah jumlah pengisian pada beberapa alat gali muat sehingga muatan *vessel* alat angkut juga bertambah pada setiap ritase-nya, sehingga produktivitas pada alat gali muat dan angkut meningkat. Simulasi perbaikan *cycle time* alat angkut juga mempengaruhi peningkatan produktivitas sehingga mengurangi waktu tunggu alat gali muat dan meningkatkan jumlah ritase serta perbaikan *fill factor* memungkinkan lebih banyak material dapat dimuat. Efektivitas kerja yang digunakan pada perhitungan merupakan rata-rata efektif kerja dari bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Februari 2024 sebesar 78,11%.

Produktivitas setelah dilakukan simulasi perbaikan mengalami peningkatan dari produktivitas teoritis dan aktual, hal ini disebabkan nilai *fill factor* yang ditingkatkan menjadi 1,1, sehingga kapasitas *bucket* munjung. Peningkatan produktivitas juga dilakukan dengan menambahkan jumlah pengisian.

Tabel-10. Produktivitas Setelah Perbaikan

No.	Unit	Produktivitas
1	ZX870 LCH	478,96 m^3/jam
2	ZX870 LCH	513,28 m^3/jam
3	ZX850 H	332,74 m^3/jam
4	ZX470 LC	322,01 m^3/jam
5	PC500 H	351,57 m^3/jam
6	ADT A40G (ZX870)	61,17 m^3/jam
7	ADT A40G (ZX850)	62,39 m^3/jam
8	ADT A35E (ZX470)	52,72 m^3/jam
9	ADT HM 400 (PC500)	65,59 m^3/jam

c. Perhitungan Perbaikan *Match Factor*

Match factor merupakan perbandingan antara kapasitas produksi alat gali muat dan kapasitas alat angkut. Semakin tinggi nilai *match fator*, maka semakin efisien sistem produksi tersebut.

Jumlah alat dari perhitungan simulasi perbaikan yaitu untuk *fleet* ZX870 LCH dan ZX870 LCH sebanyak 5 unit, *fleet* ZX850 H sebanyak 4 unit, *fleet* ZX470 LC sebanyak 4 unit, dan *fleet* PC500 LC sebanyak 4 unit. Nilai *match factor* beradah dibawah 1 yang menandakan kinerja alat gali muat kurang optimal. Pada alat gali muat Hitachi ZX850H dan Komatshu PC500 dengan nilai *match factor* tertinggi yaitu 0,75 dan 0,66 sedangkan Hitachi ZX870 dengan nilai *match fator* terkecil sebesar 0,59.

Tabel-11. *Match Factor* Setelah Perbaikan

No	Unit	Alat Angkut	n	Jumlah Alat Angkut	*Match Factor*
1	ZX870 LCH	ADT A40G	4	5	0,64
2	ZX870 LCH	ADT HM400	4	5	0,59
3	ZX850 H	ADT A40G	6	4	0,75
4	ZX470 LC	ADT A35E	7	4	0,66
5	PC500 H	ADT HM400	8	4	0,66

3. *Shortterm Forecasting* Produksi *Overburden*

Setelah dilakukan simulasi perbaikan pada jumlah pengisian dan meningkatkan nilai *fill factor*, produktivitas pada *Pit Kungkilan* mengalami peningkatan sehingga dilakukan *shortterm forecasting* produksi *overburden* untuk membantu dalam merencanakan target produksi *overburden* pada bulan Desember 2023 sampai dengan Februari 2024

Shortterm forecating produksi pada bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Februari 2024 dari data histori yang telah dilakukan simulasi perbaikan untuk lima *fleet* dengan jam hujan rencana berturut-turut sebesar 2,19 jam/hari, 2,20 jam/hari, 1,53 jam/hari sehingga diperoleh *effektive working hours* dari pengurangan waktu kerja tersedia dengan hambatan terencana berturut-turut sebesar 431,72 jam, 431,72 jam, 336,86 jam dengan nilai *Mechanical Availability* masing-masing alat dan produktivitas setelah perbaikan, dengan faktor efisiensi berturut-turut sebesar 99,4%, 99,2% dan 99,5% sehingga diperoleh produksi pada bulan Desember 2023 sampai dengan Februari 2024.

Tabel-12. *Shortterm Forecasting* bulan Desember 2023 sampai dengan bulan Februari 2024

Janis Alat	Alat	Produksi (m^3)		
		Desember	Januari	Februari
Gali Muat	Hitachi ZX 870 LCH	154.183,07	153.695,56	159.662,90
	Hitachi ZX 870 LCH	198.277,65	197.650,72	205.324,66
	Hitachi ZX 850 H	114.254,92	113.893,66	146.810,36
	Hitachi 470 LC	135.807,65	123.996,11	128.810,36
	Komatshu PC 500	135.807,65	135.378,25	141.731,44
Total		726.912,71	724.614,30	781.684,02
Alat Angkut	ADT A40G	174.892,75	170.967,54	174.892,75
	ADT HM400	173.679,90	170.967,54	173.679,90
	ADT A40G	139.914,90	136.774,03	139.914,90
	ADT A35E	93.212,20	96.211,14	93.212,20
	ADT 4OG	139.914,20	136.774,03	139.914,20
Total		690.470,90	711.694,29	721.613,27

KESIMPULAN

1. Realiasi produksi *overburden* pada bulan November 2023 tidak tercapai dengan realisasi ketercapaian 94% dari rencana produksi sebesar 492,149.10 BCM dan penambahan 1 *fleet* dari rencana produksi
2. Faktor penyebab ketidaksesuain rencana dengan realisasi produksi adalah *fill factor* alat gali muat dan angkut. Upaya meminimalisir dampak ketidaksesuaian dengan peningkatan *fill factor* menjadi 1,1 sehingga diperoleh peningkatan produktivitas sebesar 286,54 BCM/jam dari *fill factor* aktual.
3. Shortterm Forecasting produksi *overburden* pada bulan Desember 2023 sebesar 690.470,90 m^3, pada bulan Januari 2024 sebesar 711.694,29 m^3 dan pada bulan Fabruari 2024 sebesar 721.613,27 m^3.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua, dosen pembimbing dan penguji, Universitas Bangka Belitung serta PT Langgeng Daya Agrindo *jobsite* PT Budi Gema Gempita dan teman-teman yang telah memberi dukungan dalam bentuk finansial, fasilitas dan legalitas terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Manullang, C.T. dan Horman, J.R. (2020). Evaluasi Produksi *Overburden* di Pit SMD2 PT Pama Persada Nusantara Distrik Kideco Jaya Agung Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Tambang*. Vol. 3. No. 1. Manokwari: Universitas Papua.

[2] Amendra, M.R., Iswanduru dan Isniarno, N.F. (2023). Evaluasi Produksi Pengupasan *Overburden* di Tambang Batubara Pit KAI 1 PT Kurnia Alam Investama Kecamatan Batin XXIV, Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. *Bandung Conference Series: Mining Engineering*. Vol. 3. No. 1. Hal. 137-145. ISSN: 2828-2140.

[3] Indrawan, J., Triantoro, A. dan Annisa (2021). Evaluasi Produksi Penambangan Batubara di PT Hamparan Mulya, Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Himasapta*. Vol. 6. No. 2.

[4] Liemin, A., Anshariah dan Bakri, H. (2018). Evaluasi Produksi *Overburden* pada Front Kerja Excavator Hitachi Shovel. *Jurnal Geomine*. Vol. 6. No. 1.

[5] Yudha, A.A., Triantoro, A., Saismana, U. dan Murgiantoro, A. (2016). Evaluasi Produksi Alat Mekanis untuk Pemindahan *Overburden* di PT Riung Mitra Lestari Site Rantau. *Jurnal Himasapta*. Vol. 1. No. 3. Hal. 62-66.

[6] Alford, C.G. dan Whittle, J. (1986). Application of Learch-Grossman Pit Optimizarion To The Design of Open Pit Mines. *Thee AusIMM/IE Aust Newman Combined Group*. Oktober. Hal. 201-207.

[7] Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis.* Yogyakarta: UPN "Veteran".

[8] Tanriajeng, A.T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis.* Jakarta: Gunadarma.

[9] Partanto (1983). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Ilmu Kebumian dan Teknologi Mineral. Institut Teknologi Bandung.

[10] Peurifoy, R.L. (2006). *Construction Planning Equipment and Methods.* Seventh Edition. Unites States.

[11] SME, I. (2011). *SME Mining Engineering Handbook.* Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc: United States of America.

[12] Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik.