

ANALISIS STATISTIK MULTIVARIATE UNTUK MENDAPATKAN WAKTU *LOSSETIME* OPTIMAL ALAT GALI MUAT DAN ALAT ANGKUT DALAM MENCAPAI TARGET PRODUKSI PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI *PIT* TIMUR PT. ALLIED INDO COAL JAYA, PARAMBAHAN, SAWAHLUNTO

M. Ilham Khalid¹, Adree Octova²

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Ilhamkhalid004@gmail.com¹

Adree@ft.unp.ac.id²

Abstract. Based on the overburden stripping production data in the East Pit, Mining Work Unit PT. Allied Indo Coal Jaya. October 2020 for 2 mining fleets, are around 77.963,41 Bcm. From the actual production above, it is known that the overburden production target for 2 mining fleets is 110.000 Bcm, so it can be concluded that the stripping production target in October 2020 was not achieved. Based on data on working hours of mining equipment, the percentage of utilization of the available working time of the EU (Effective Utilization) for 2 mining fleets is 72% and 75%, respectively. From these problems, the percentage of utilization of the EU's available working time (Effective Utilization) has not been used optimally. From the problems above, it is necessary to do an optimal losstime analysis to meet the production target of overburden stripping. The analysis that will be used in this study is multiple linear regression analysis using the least squares method in estimating multiple linear regression coefficients. The purpose of this analysis is to obtain an optimal mathematical model of losstime in meeting the production target of overburden stripping in October 2020.

Keywords: Production, losstime, optimal time, linear regression analysis double, least squared

1. Pendahuluan

PT. Allied Indo Coal Jaya merupakan salah satu perusahaan dalam bidang pertambangan yang berlokasi di daerah Parambahan, Sawahlunto. Dalam kegiatan penambangan batubara, PT. Allied Indo Coal Jaya menggunakan metode penambangan *open pit* (tambang terbuka) dengan pengoperasian peralatan mekanis seperti *excavator* untuk pemuatan dengan *dump truck* untuk pengangkutan dan *underground mining* (tambang bawah tanah). Kegiatan awal proses penambangan pada tambang terbuka dimulai dari kegiatan survey pemetaan, pembersihan lahan (*land clearing*), pengupasan dan pengangkutan *top soil*, pengupasan dan pengangkutan tanah penutup (*overburden*), pembersihan lapisan atas batubara (*coal cleaning*), penambangan dan pengangkutan batubara, pengolahan batubara, pemasaran, dan reklamasi lahan pasca tambang.

Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu kegiatan yang sangat mempengaruhi dalam kegiatan penambangan, makin cepat kegiatan pengupasan *overburden* maka kegiatan penambangan batubara akan sesuai dengan target yang ditetapkan oleh perusahaan.

PT. Allied Indo Coal Jaya menetapkan sistem kerja 1 *shift* dimana dalam satu hari masuk kerja pukul 07.00 wib hingga pukul 18.00 wib memiliki waktu istirahat selama 1

jam, dengan total durasi kerja 11 jam dan waktu efektif kerja 9 jam. Tidak seluruh waktu kerja dapat menjadi waktu efektif dari setiap alat kerja gali muat dan alat angkut.

Dalam melakukan kegiatan pengupasan dan pengangkutan *overburden* di PT. Allied Indo Coal Jaya menetapkan target produksi *overburden* di *pit* Timur pada bulan Oktober 2020 yaitu sebesar 110.000 bcm dengan 2 *fleet* dan mengoperasikan 2 unit *excavator*, CAT 330D2 L dengan kapasitas *bucket* 2,12 m³ dan Hitachi 350 H dengan kapasitas *bucket* 2,00 m³ dan menggunakan 8 unit alat angkut *dump truck* HINO 500 FM 260 JD. Dalam 1 bulan target produksi yang di rencanakan oleh perusahaan tidak tercapai hanya aktual dilapangan sebesar 77.963,41 bcm, 71 % dari target yang ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini sangat berdampak pada biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk kegiatan *overburden*.

Target produksi pengupasan *overburden* yang tidak tercapai disebabkan oleh belum optimalnya penggunaan alat gali muat dan alat angkut yang bekerja dan hambatan-hambatan yang dapat menghambat proses kegiatan produksi pengupasan *overburden* di lapangan. Waktu hambatan (*losstime*) alat gali muat *excavator* CAT 330D2 L yaitu 85,2 jam dan Hitachi 350 H yaitu 68,5 jam. Sedangkan 8 unit alat angkut *dump truck* HINO 500 FM 260 JD DT 23, 26, 28, 34, 14, 16, 24, 27 secara berurutan adalah sebesar 95,1 jam, 106,6 jam, 94,8 jam, 94,0 jam,

86,6 jam, 84,7 jam, 84,1 jam dan 82,8 jam. Parameter faktor hambatan yang terjadi diantaranya adalah terlambat memulai operasi, istirahat terlalu cepat, terlambat setelah istirahat, keperluan operator, berhenti bekerja terlalu cepat, perbaikan *front*, waktu tunggu alat, pengisian *fuel*, *slippery*, *breakdown* dan hujan.

Berdasarkan masalah diatas perlu dilakukan tindakan dari faktor yang menyebabkan produksi pengupasan *overburden* di *pit* Timur pada bulan Oktober 2020 yang tidak terpenuhi. Salah satu dengan analisis yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah di atas yaitu dengan menggunakan analisis regresi linier berganda. Analisis regresi linier berganda dilakukan dengan cara menghitung waktu hambatan kerja sehingga mendapatkan nilai koefisien-koefisien regresi dengan menggunakan metode kuadrat terkecil (*least squared*) serta untuk mendapatkan persamaan regresi linier berganda. Dari persamaan tersebut dapat dilakukan simulasi untuk mendapatkan waktu yang optimal dari *losstime* dalam memenuhi produksi *overburden*. Analisis regresi linier berganda ini hanya dapat menentukan rekomendasi waktu yang optimal dari hambatan jam kerja, Sehingga dihasilkan beberapa model matematis waktu *losstime* dalam memenuhi target produksi.

Oleh karena itu penulis bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Statistik Multivariate Untuk Mendapatkan Waktu *Lossetime* Optimal Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Dalam Mencapai Target Produksi Pengupasan *Overburden* Di *Pit* Timur PT. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Sawahlunto**”.

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah

1. Mengetahui produktivitas dan produksi pada *fleet* alat gali muat *excavator* CAT 330D2 L dan Hitachi 350 H pada kegiatan pengupasan *overburden*.
2. Mengetahui faktor-faktor permasalahan waktu hambatan yang terjadi pada kegiatan pengupasan *overburden* menggunakan diagram *fishbone*.
3. Mendapatkan persamaan model matematis waktu optimal *losstime* dan beberapa rekomendasi dari simulasi waktu *losstime* optimal untuk mencapai target produksi *overburden*.
4. Mengetahui biaya operasional alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan pengupasan *overburden*.

2. Metodologi Penelitian

Berdasarkan jenis data yang diperoleh maka teknik analisis data menggunakan data kuantitatif, yaitu dengan mengolah kemudian disajikan dalam bentuk tabel atau grafik. Data tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan regresi linear berganda

Menurut Kasiram (2008: 149) penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.^[1]

Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang kemudian dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian. Data primer adalah data yang diperoleh langsung pihak yang diperlukan datanya,

data sekunder adalah data yang tidak diperoleh langsung dari pihak yang diperlukandatanya^[2]

2.1 Teknik Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data yang penulis lakukan di PT. Allied Indo Coal Jaya pada bulan Oktober 2020 merujuk kepada beberapa *literature* yang terkait dengan judul. Data yang diambil untuk mendukung penelitian ini berupa data primer dan data sekunder.

2.1.1 Data Primer

Data dikumpulkan dengan melakukan pengamatan langsung dilapangan. Data primer dalam penelitian ini adalah data *cycle time* alat gali muat *excavator* CAT 330D2 L, Hitachi 350 H dan ritasi alat angkut *dump truck* HINO 500 FM 260 JD, faktor-faktor yang menyebabkan waktu *losstime* alat gali muat dan alat angkut.

2.1.2 Data Sekunder

Data yang dikumpulkan berdasarkan *literature* dan referensi. Adapun data sekunder yang mendukung kegiatan penelitian selama di PT. Allied Indo Coal Jaya adalah berupa data curah hujan, *swell factor*, peta geologi dan topografi, peta IUP, jam kerja, spesifikasi alat gali muat dan alat angkut, target produksi *overburden* dan produksi aktual *overburden*, data biaya operasional pengupasan *overburden*, data-data lainnya dengan menyesuaikan keadaan dilapangan.

2.2 Teknik Pengolahan Data

Setelah dilakukan pengambilan data, maka data akan dikelompokkan dan di lakukan pengolahan data. Maka pengolahan data yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

2.2.1 Pengolahan

Data yang telah diperoleh selanjutnya di diolah menggunakan rumus perhitungan serta menggunakan *software excell* dan disajikan ke dalam bentuk tabel atau diagram.

2.2.2 Analisa Data

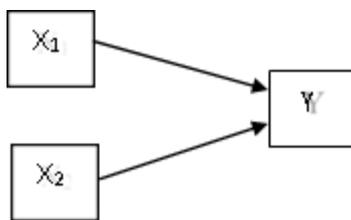
Analisa data yang digunakan adalah analisis regresi linear berganda. adapun langkah-langkah analisis yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :^[3]

- a) Input data *Idle Time* (X_1) dan *Delay Time* (X_2) serta nilai Produksi (Y) ke *software excel*.
- b) Lakukan pengolahan data *losstime* dan data produksi aktual menggunakan metode *least squared* untuk mendapatkan nilai koefisien b_1 , nilai koefisien b_2 dan nilai koefisien a .

- c) Mendapatkan nilai persamaan regresi linear berganda dua variabel

$$Y = a + b^1X^1 + b^2X^2$$

- d) Menghitung batas waktu maksimal *losstime* dalam memenuhi target produksi *overburden* dari nilai batas waktu maksimal *losstime* yang didapatkan dari persamaan model matematis regresi linear berganda jika disimulasikan salah satu nilai *Idle Time* (X_1) = 0 dan *Delay Time* (X_2) = 0
- e) Membuat persamaan baru menggunakan rumus *gradient* yang dihasilkan dari nilai batas maksimum *losstime*.
- f) Mesimulasikan waktu *losstime* menggunakan persamaan baru dari rumus *gradient* dengan menganalisis hubungan pengaruh *idle time* dan *delay timeterhadap* target produksi. Maka dalam proses simulasi nilai yang di input ke dalam persamaan baru *gradient* adalah nilai rata-rata *idle time* harian, sehingga dihasilkan nilai *delay time* optimal. Desain hubungan antara variabel bebas yaitu *idle time* X_1 dan *delay time* X_2 terhadap variabel terikat yaitu produksi Y adalah sebagai berikut:



2.2.3 Hasil dan Kesimpulan

Dari data yang telah diolah dan dianalisis akan menghasilkan kesimpulan berdasarkan hasil penelitian dilapangan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan penelitian.

3. Pembahasan

PT. Allied Indo Coal Jaya (PT. AICJ) merupakan perusahaan umum yang melakukan kegiatan penambangan batubara dengan jenis perusahaan PKP2B (Perjanjian Kerjasama Perusahaan Tambang Batubara) sesuai kontrak No.J2/Ji.Du/25/1985 pada tanggal 21 Agustus 1985. Masa kontrak penambangan selama 32 tahun (berakhir pada tahun 2017) dengan luas areal 844 Ha. Awalnya perusahaan ini merupakan perusahaan swasta yang didukung oleh penanaman modal asing (PMA) yang merupakan kerjasama antara *Allied Queensland Coalfields (AQS) Limited* dari Australia dengan PT. Mitra Abadi Sakti (PT. MAS) dari Indonesia dengan komposisi saham masing-masing 80% dan 20%.

Pada tahun 1992 PT. MAS mengambil alih 80 % saham AQS, dengan demikian PT. MAS yang mengontrol seluruh manajemen perusahaan. Pada awalnya kegiatan eksplorasi di Parambahan telah dilakukan oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1975 dan 1983. Kegiatan eksplorasi dilanjutkan oleh PT. AIC dalam tahun 1985 dan 1998. Setelah kegiatan eksplorasi selesai

dilaksanakan, PT. AIC melakukan tambang terbuka yang bekerjasama dengan divisi Alat Berat PT. United Tractor dalam pengembangan peralatan penambangan. Pada tahun 1991 PT. AIC selaku pemilik Kuasa Penambangan (KP) bekerjasama dengan kontraktor PT. Pama Persada Nusantara hingga tahun 1996. Selanjutnya PT. AIC melakukan kerjasama berturut-turut dengan kontraktor PT. Berkelindo Jaya Pratama dan PT. Pasura Bina Tambang.

Pada tahun 2001 kegiatan penambangan sempat mengalami gangguan dengan adanya permasalahan tambang rakyat, selain itu *stripping ratio* penambangan semakin tinggi, PT. AIC melakukan pengembangan tambang terbuka ke tambang bawah tanah yang diresmikan pada bulan Oktober 2003, kegiatan operasional tambang bawah tanah dilaksanakan oleh kontraktor Telagabara Makmur Sejati (TMS).

Namun pada tahun 2008 PT. Allied Indo Coal berubah nama menjadi PT. Allied Indo Coal Jaya (PT. AICJ) dan merupakan pemegang Kuasa Penambangan eksploitasi batubara berdasarkan Surat Keputusan Walikota Sawahlunto No. 05.67. PERINDAGKOP. TAHUN 2008 (KW 1373 AIC 03812) tanggal 7 Juli 2008 di Parambahan, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto dengan luas area 372,40 Ha. PT. Allied Indo Coal kemudian berubah menjadi Izin Usaha Penambangan berdasarkan Keputusan Walikota Sawahlunto No. 05.86 PERINDAGKOP tahun 2010 dengan luas yang sama.

Pada tanggal 3 Februari 2017 diterbitkan SK Gubernur Sumatera Barat mengenai Persetujuan Penggabungan Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi Batubara kepada PT. Allied Indo Coal Jaya di Kabupaten Sijunjung dan Kota Sawahlunto melalui keputusan Gubernur Sumatera Barat No. 544-135-2017. Selanjutnya diterbitkan persetujuan Persetujuan Perpanjangan Pertama Izin Usaha Penambangan Operasi Produksi Batubara kepada PT. Allied Indo Coal Jaya di Kabupaten Sijunjung dan Kota Sawahlunto melalui SK Gubernur Sumatera Barat No. 544-165-2017 tanggal 9 Februari 2017 dengan luas IUP adalah 427,20 Ha.

Secara administrasi wilayah IUP OP Batubara PT. Allied Indo Coal Jaya berada di Parambahan Desa Batu Tanjung Kec. Talawi Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat yang secara geografis berada pada koordinat 000° 35'34,00" - 000° 36' 48,30" LS dan 100° 47' 24,00" - 100° 48' 44,80" BT. Jarak antara daerah penambangan dengan Kota Padang ± 90 km disebelah timur Kota Padang, dapat ditempuh dengan kendaraan roda dua pada jalan lintas Sumatera selama ± 2-3 jam.

3.1. Data

3.1.1 Jam Kerja Kegiatan Penambangan

Jam kerja merupakan waktu kerja yang digunakan pada operasi penambangan. Semakin kecil selisih antara waktu kerja yang dijadwalkan dengan waktu kerja efektif maka semakin baik, baik dari segi operator maupun produksi yang dihasilkan. Berikut adalah **Tabel** jam kerja kegiatan penambangan pada PT. Allied Indo Coal Jaya. ^[4]

Table 1. Jam Kerja Kegiatan Penambangan

Kegiatan	Waktu		
	Pukul	Jam	Menit
Sabtu – Kamis	07.00		
Masuk kerja			
Persiapan kerja	07.00 - 08.00	1	60
Kerja produktif	08.00 - 12.00	4	240
Istirahat	12.00 - 13.00	1	60
Kerja produktif	13.00 - 18.00	5	300
Pulang	18.00		
Jumlah waktu tersedia		11	660
Waktu non produktif		2	120
Waktu produktif kerja		9	540
Kegiatan	Waktu		
	Pukul	Jam	Menit
Jum'at			
Masuk kerja	07.00		
Persiapan kerja	07.00 - 08.00	1	60
Kerja produktif	08.00 - 12.00	4	240
Istirahat	12.00 - 13.30	1,5	90
Kerja produktif	13.30 - 18.00	4,5	270
Pulang	18.00		
Jumlah waktu tersedia		11	660
Waktu non produktif		2,5	150
Waktu produktif kerja		8,5	510

3.1.2 Cycle Time Alat Gali Muat

Cycle time alat gali muat dapat dilihat pada **Tabel 2** di bawah ini.

Tabel 2. Cycle Time Alat Gali Muat

Unit	Tg	Ts	Tt	Tsk	Cycle Time	n
	Detik					
Excavator CAT 330 D2L	7,37	4,75	3,05	3,75	18,92	5,9
Excavator Hitachi 350 H	7,62	5,01	3,15	3,99	19,76	5,7

3.1.3 Data Waktu Lossetime Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Merupakan waktu yang hilang akibat keadaan/kondisi/hambatan yang terjadi di lapangan pada alat gali muat maupun alat angkut. Kegiatan produksi pengupasan *overburden* di PT. AIC Jaya merencanakan target produksi sebanyak 110.000 bcm, namun dalam pelaksanaan di lapangan terdapat waktu hambatan yang mengurangi jam kerja alat sehingga target produksi tidak tercapai.

3.1.4 Working Hours, Repair dan Stanby

Waktu *working* (W) adalah waktu yang benar-benar digunakan alat untuk berproduksi sampai akhir operasi yaitu selisih jam kerja dengan jam kerja yang hilang. Waktu *repair* (R) adalah waktu perbaikan pada saat jam operasional berlangsung. Sedangkan waktu *standby* (S) adalah waktu alat tidak dioperasikan padahal alat tersebut tidak rusak dan siap beroperasi.

3.1.5 Kondisi Tempat Kerja

Produksi alat mekanis selain dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mekanisnya, juga dipengaruhi oleh keadaan tempat kerja alat tersebut digunakan. Untuk mengetahui produksi alat muat dan alat angkut maka perlu dilakukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tinjauan terhadap kondisi tempat kerja bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi tersebut

sudah mendukung atau belum untuk kegiatan produksi material *overburden*. Beberapa kondisi tempat kerja dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Jalan ke *Front Loading*



Gambar 2. *Front Loading* yang sempit



Gambar 3. Excavator menunggu *Dump Truck*

3.1.6 Material

a. *Swell Factor*

Swell factor merupakan pengembangan volume suatu material setelah di gali dari tempatnya. Pengembangan material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada galian suatu didasarkan pada “insitu” sedangkan material yang ditangani (yang dimuat untuk diangkat) selalu material yang mengembang (*loose*). Material *overburden* di *pit* timur berupa *claystone* dengan *density loose* 2500 lb/m³ dan *density insitu* 3100 lb/m³.^[5]

b. *Bucket Fill Factor*

Bucket fill factor merupakan perbandingan antara volume material nyata yang dimuat oleh *bucket* dengan volume kapasitas teoritis *bucket* yang dinyatakan dalam %. Perhitungan *bucket fill factor* pada penelitian ini menggunakan metode *payload* yang merupakan perbandingan antara muatan berdasarkan kapasitas *bucket* teoritis dengan aktual. Data yang diperlukan adalah data aktual volume satu ritase *dump truck*, diukur menggunakan uji petik pada *disposal*. Selanjutnya data jumlah *swing* dan kapasitas *bucket* pada setiap ritase.^{[6][7]}

3.2. Pengolahan Data

3.2.1 *Bucket Fill Factor*

Perhitungan *bucket fill factor* pada penelitian ini menggunakan data *payload* dan *passing excavator* yang diambil saat di lapangan.

3.2.2 *Swell Factor*

Pertambahan volume disebut sebagai pengembangan tanah, sehingga yang dimaksud dengan faktor pengembangan (*swell factor*) adalah perbandingan antara volume tanah aslinya di alam dengan volumenya yang telah digali dan dinyatakan dalam persen (%). Nilai SF yang ditemukan adalah 81%.

3.2.3 *Ketersedian Alat*

Dengan diketahuinya jam kerja alat, maka dapat diukur ketersediaan dari alat yang digunakan. Ketersediaan alat berpengaruh langsung terhadap kinerja serta produktivitas dari *excavator* dan *dump truck* yang diamati. Berdasarkan data tersebut, maka ketersediaan alat yang diamati diantaranya meliputi:^[4]

a) Ketersediaan *Excavator* CAT 330D2L

1) *Mechanical Availability*

Mechanical Availability merupakan suatu keadaan atau kondisi mekanik yang sesungguhnya dari *excavator* yang sedang digunakan. Perhitungan *mechanical availability* menggunakan persamaan sebagai berikut :^[8]

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\% \quad (1)$$

$$MA = \frac{199,11 \text{ jam}}{199,11 \text{ jam} + 19,8 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$MA = 91 \%$$

2) *Physically Availability*

Physically availability merupakan parameter yang menunjukkan keadaan fisik peralatan yang digunakan. Perhitungan *physically availability* menggunakan persamaan sebagai berikut :^[4]

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \quad (2)$$

$$= \frac{199,11 \text{ jam} + 57,59 \text{ jam}}{199,11 \text{ jam} + 19,8 \text{ jam} + 57,59 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$PA = 93 \%$$

3) *Use Of Availability*

Use of availability merupakan parameter yang menunjukkan waktu efektif peralatan yang dapat digunakan untuk beroperasi dalam kondisi tidak rusak. Perhitungan *use of availability* menggunakan persamaan sebagai berikut :^[8]

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\% \quad (3)$$

$$UA = \frac{199,11 \text{ jam}}{199,11 \text{ jam} + 57,59 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$UA = 78 \%$$

4) *Effective Utilization*

Effective Utilization menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif (efisiensi kerja). Perhitungan *effective utilization* menggunakan persamaan sebagai berikut :^[8]

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\% \quad (4)$$

$$= \frac{199,11 \text{ jam}}{199,11 \text{ jam} + 19,8 \text{ jam} + 57,59 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$EU = 72 \%$$

b) Ketersediaan DT HINO 500 FM 260 JD – 23

1) *Mechanical Availability*

Mechanical availability merupakan suatu keadaan atau kondisi mekanik yang sesungguhnya dari *excavator* yang sedang digunakan. Perhitungan *mechanical availability* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\% \quad (5)$$

$$MA = \frac{174,33 \text{ jam}}{174,33 \text{ jam} + 30,33 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$MA = 85 \%$$

2) *Physically Availability*

Physically availability merupakan parameter yang menunjukkan keadaan fisik peralatan yang digunakan. Perhitungan *physically availability* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \quad (6)$$

$$= \frac{174,33 \text{ jam} + 64,74 \text{ jam}}{174,33 \text{ jam} + 30,33 \text{ jam} + 64,74 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$PA = 89 \%$$

3) *Use Of Availability*

Use of availability merupakan parameter yang menunjukkan waktu efektif peralatan yang dapat digunakan untuk beroperasi dalam kondisi tidak rusak. Perhitungan *use of availability* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\% \quad (7)$$

$$UA = \frac{174,33 \text{ jam}}{174,33 \text{ jam} + 64,74 \text{ jam}} \times 100\%$$

$$UA = 73 \%$$

4) *Effective Utilization*

Effective Utilization menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif (efisiensi kerja). Perhitungan *effective utilization* menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\% \quad (8)$$

$$= \frac{195,71 \text{ jam}}{174,33 \text{ jam} + 30,33 \text{ jam} + 64,74 \text{ jam}} \times 100\%$$

$EU = 65 \%$

Tabel 3. Ketersediaan Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Unit	MA %	PA %	UA %	EU %
EXCA CAT 330D2L	91	93	78	72
DT-23	85	89	73	65
DT-26	88	91	67	61
DT-28	93	95	68	64
DT-34	95	96	89	66
EXCA Hitachi 350 H	95	96	79	75
DT-14	89	92	75	69
DT-16	91	93	74	69
DT-24	91	93	74	69
DT-27	92	94	75	70

3.2.4 *Produktifitas Alat Gali dan Alat Angkut*

a) Alat Gali Muat^[8]

1) *Excavator* CAT 330D2L (9)

$$Pm = \frac{E \times I \times Kb}{Ctm} \times 3600$$

$$Pm = \frac{0,72 \times 0,81 \times 2,12 \text{ m}^3 \times 0,881}{18,92 \text{ detik}} \times 3600$$

$Pm = 207,14 \text{ bcm/jam}$

Jam kerja efektif dalam bulan Oktober adalah 199,11 jam, maka : $Pm = 207,14 \text{ bcm/jam} \times 199,11 \text{ jam} = 41.243,64 \text{ bcm}$

2) *Excavator* Hitachi 350 H^[8]

$$Pm = \frac{E \times I \times Kb}{Ctm} \times 3600 \quad (10)$$

$$Pm = \frac{0,75 \times 0,81 \times 2,00 \text{ m}^3 \times 0,842}{19,76 \text{ detik}} \times 3600$$

$Pm = 186,31 \text{ bcm/jam}$

Jam kerja efektif dalam bulan Oktober adalah 207,96 jam, maka : $Pm = 186,31 \text{ bcm/jam} \times 207,96 \text{ jam} = 38,745,02 \text{ bcm}$

Tabel 4. Produksi Alat Angkut

Unit	Ritasi	Jam kerja (W)	Volume OB (bcm)	Produktivitas (bcm/jam)
DT- 23	852	195,71	9542,96	48,761
DT- 26	841	203,10	9418,07	46,372
DT- 28	903	200,46	10110,26	50,435
DT- 34	912	202,04	10211,42	50,542
DT- 14	947	205,78	9560,55	46,460
DT- 16	966	208,28	9759,40	46,857
DT- 24	903	201,74	9677,72	47,971
DT- 27	912	201,63	9487,82	47,056

Tabel 5. Produksi Alat Gali Muat

Alat	Produktivitas bcm/ jam	Jam kerja efektif	Produksi
<i>Excavator</i> CAT 330D2L	207,14	199,11	41.243,64
<i>Excavator</i> HITACHI 350 H	186,12	207,96	38.745,02
Total			79.988,15
Target Produksi Overburden Bulan Oktober 2020			110.000

3.3 *Pembahasan*

Setelah menghitung produktivitas dan produksi pengupasan *overburden*, dapat dilihat pada data jam kerja terdapat *losstime* yaitu berupa *idletime* dan *delay time*. Permasalahan tersebut terjadi karena beberapa faktor berikut:

1. *Idle Time*

Losstime yang terjadi kategori *Idle Time* pada *pit* Timur adalah Perbaikan *front*, Pengisian *Fuel*, *Slippery*, *Breakdown* dan Hujan.

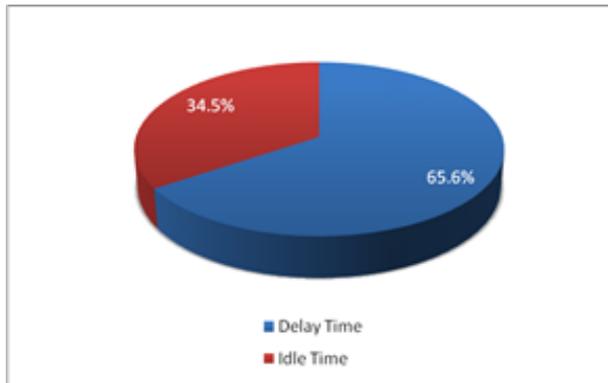
2. *Delay Time*

Losstime yang terjadi kategori *Delay Time* pada *pit* Timur adalah Terlambat memulai operasi, Istirahat terlalu cepat, Terlambat setelah istirahat, Keperluan operator, Berhenti bekerja terlalu cepat dan Waktu tunggu alat.

Setelah mengetahui parameter *losstime* yang terjadi pada pengupasan *overburden* di *pit* Timur, maka berikut adalah total masing-masing *idle time* dan *delay time*.



Gambar 4. *Idle Time* dan *Delay Time* Alat Gali Muat



Gambar 5. Idel Time dan Delay Time Alat Angkut

3.4 Diagram Fishbone

Menurut Murnawan dan Mustofa (2014: 31-34), diagram tulang ikan atau *fishbone* diagram adalah salah satu metode/tool di dalam meningkatkan kualitas. Sering juga ini disebut dengan diagram Sebab-Akibat atau *cause effect diagram*. Penemunya adalah seorang ilmuwan Jepang pada tahun 60-an. Bernama Dr. Kaoru Ishikawa, ilmuwan kelahiran 1915 di Tokyo Jepang yang juga alumni teknik kimia Universitas Tokyo. Sehingga sering juga disebut dengan diagram ishikawa. Berikut adalah langkah-langkah dalam pembuatan diagram *Fhisbone* adalah sebagai berikut:^[9]

- a. Identifikasi dan definisikan dengan jelas hasil atau akibat yang akan dianalisis.
 - 1) Hasil atau akibat disini adalah karakteristik dari kualitas tertentu, permasalahan yang terjadi pada kerja, tujuan perencanaan dan sebagainya.
 - 2) Gunakan definisi yang bersifat operasional untuk hasil atau akibat agar mudah dipahami.
 - 3) Hasil atau akibat dapat berupa positif (suatu tujuan, hasil) atau negatif (suatu masalah, akibat). Hasil atau akibat yang negatif yaitu berupa masalah biasanya lebih mudah untuk dikerjakan. Lebih mudah bagi kita untuk memahami sesuatu yang sudah terjadi (kesalahan) dari pada menentukan sesuatu yang belum terjadi (hasil yang diharapkan).
- b. Gambarkan garis panah *horizontal* ke kanan yang akan menjadi tulang belakang.
 - 1) Disebelah kanan garis panah, tulis deskripsi singkat hasil atau akibat yang dihasilkan oleh proses yang akan dianalisis.
 - 2) Buat kotak yang mengelilingi hasil atau akibat tersebut.
- c. Identifikasi penyebab-penyebab utama yang mempengaruhi hasil atau akibat.
 - 1) Penyebab ini akan menjadi label cabang utama diagram dan menjadi kategori yang akan berisi berbagai penyebab yang menyebabkan penyebab utama.
 - 2) Untuk menentukan penyebab utama seringkali merupakan pekerjaan yang tidak mudah. Untuk itu kita dapat mencoba memulai dengan menulis daftar seluruh penyebab yang mungkin. Kemudian penyebab-penyebab tersebut

dikelompokkan berdasarkan hubungannya satu sama lain. Untuk membantu, mengelompokkan, mengkategorikan penyebab ini ada beberapa pedoman yang dapat digunakan.

- 3) Tulis penyebab utama tersebut disebelahkiri kotak hasil atau akibat, beberapa tulis di atas garis *horizontal*, selebihnya dibawah garis.
 - 4) Buat kotak untuk masing-masing penyebab utama tersebut.
- d. Untuk setiap penyebab utama, identifikasi faktor-faktor yang menjadipenyebab dari penyebab utama
- 1) Identifikasi sebanyak mungkin faktor penyebab dan tulis sebagai subcabang utama.
 - 2) Jika penyebab-penyebab *minor* menjadi penyebab dari lebih dari satupenyebab utama, tuliskan pada semua penyebab utama tersebut.

3.5 Perbaikan Waktu Losstime Alat Gali Muat dan Alat Angkut

3.5.1 Alat Gali Muat

a. Excavator CAT 330D2L

1) Alternatif 1

Digunakan asumsi *idle time* aktual dan *delay time* dianggap 0. Dari persamaan produksi (Y) didapat produksi dengan memasukan *idle time* (X₁) aktual sebesar 1,52 jam, dan waktu *delay time* (X₂) diasumsikan 0, sebagai berikut:^[10]

$$Y = 1896,55 + -211,54 X_1 + -250,37 X_2$$

$$Y = 1896,55 + -211,54 (1,52) + -250,37 (0)$$

$$Y = 1575,01 \text{ bcm}$$

Didapat produksi 1575,01 bcm yang mana jika dibandingkan dengan target produksi belum tercapai yaitu 1850 bcm. Maka alternatif selanjutnya dilakukan simulasi waktu optimal *idle time* (0) dan *delay time* (0) agar tercapainya target produksi.

2) Alternatif 2

Digunakan asumsi *idle time* (0) dan *delay time* (0) untuk mendapat produksi maksimal. Dihitung sebagai asumsi dan perbandingan dengan kemampuan produksi maksimal alat dapat mencapai target produksi.

$$Y = 1896,55 + -211,54 X_1 + -250,37 X_2$$

$$Y = 1896,55 + -211,54 (0) + -250,37 (0)$$

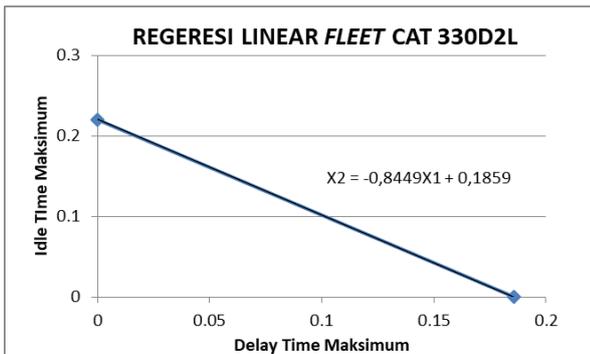
$$Y = 1896,55 \text{ bcm}$$

Setelah dihitung didapat produksi 1896,55 bcm, yang mana sudah melebihi target produksi 1850 bcm. Disisi lain terdapat kelemahan pada alternatif ini, karena dianggap tidak ada waktu *losstime* yang mana di aktual di lapangan tidak akan mungkin terjadi.

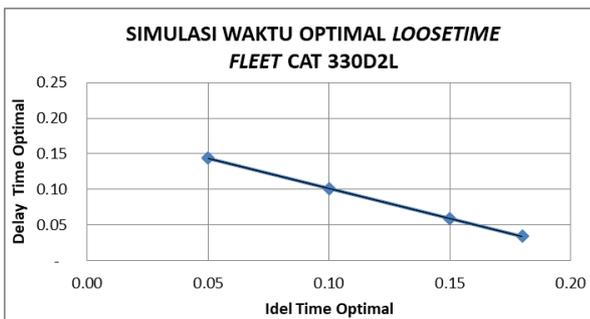
3) Alternatif 3

Dapat ditentukan batas maksimal dari *losstime* untuk memenuhi target produksi yang telah di rencanakan dengan mengasumsikan nilai dari *idle time* (X_1) maksimum pada saat *delay time* (X_2) = 0 dan sebaliknya, nilai *delay time* (X_2) dianggap maksimum pada saat *idle time* (X_1) = 0.^[10]

Asumsi jika *idle time* (X_1) = 0, maka:
 $1850 = 1896,55 + -211,54 (0) + -250,37 X_2$
 $X_2 = 0,19$
 Asumsi jika *delay time* (X_2) = 0, maka:
 $1850 = 1896,55 + -211,54 X_1 + -250,37 (0)$
 $X_1 = 0,22$



Gambar 6. Regresi Linier Fleet CAT 330D2L



Gambar 7. Simulasi Waktu Optimal Loosetime Fleet CAT 330D2L

Dari Gambar 6 dan Gambar 7 di atas diperoleh model matematis waktu *losstime* optimal dalam memenuhi target produksi harian pengupasan *overburden* sebesar 1850 bcm/hari. Persamaan model matematis waktu *losstime* didapatkan dengan di input nilai *idle time* (X_1) aktual hingga nilai *delay time* (X_2) maksimal ke dalam persamaan *gradient* dari persamaan garis lurus $X_2 = -0,8449X_1 + 0,1859$ sehingga didapatkan nilai *delay time* optimal.

Sebagai contoh pada asumsi ketiga $X_1 = 0,15$ dan $X_2 = 0,06$.

$$Y = 1896,55 + -211,54 X_1 + -250,37 X_2$$

$$Y = 1896,55 + -211,54 (0,15) + -250,37 (0,06)$$

$$Y = 1849,8 \text{ bcm} \approx 1850 \text{ bcm}$$

Maka dari ketiga alternatif, yang terbaik adalah alternatif 3 dimana waktu *idle time* (X_1) 0,15 dan waktu

delay time (X_2) 0,06 yang mencapai target produksi 1850 bcm/hari.

b. Excavator Hitachi 350 H

1) Alternatif 1

Digunakan asumsi *idle time* aktual dan *delay time* dianggap 0. Dari persamaan produksi (Y) didapat produksi dengan memasukan *idle time* (X_1) aktual sebesar 1,00 jam, dan waktu *delay time* (X_2) diasumsikan 0, sebagai berikut: ^[10]

$$Y = 1743,38 + -192,33 X_1 + 251,65 X_2$$

$$Y = 1743,38 + -192,33 (1,00) + -251,65 (0)$$

$$Y = 1551,05 \text{ bcm}$$

Didapat produksi 1551,05 bcm yang mana jika dibandingkan dengan target produksi belum tercapai yaitu 1700 bcm. Maka alternatif selanjutnya dilakukan simulasi waktu optimal *idle time* (0) dan *delay time* (0) agar tercapainya target produksi.

2) Alternatif 2

Digunakan asumsi *idle time* (0) dan *delay time* (0) untuk mendapat produksi maksimal. Dihitung sebagai asumsi dan perbandingan dengan kemampuan produksi maksimal alat dapat mencapai target produksi.

$$Y = 1743,38 + -192,33 X_1 + 251,65 X_2$$

$$Y = 1743,38 + -192,33 (0) + -251,65 (0)$$

$$Y = 1743,38 \text{ bcm}$$

Setelah dihitung didapat produksi 1743,38 bcm, yang mana sudah melebihi target produksi 1700 bcm. Disisi lain terdapat kelemahan pada alternatif ini, karena dianggap tidak ada waktu *losstime* yang mana di aktual di lapangan tidak akan mungkin terjadi.

3) Alternatif 3

Dapat ditentukan batas maksimal dari *losstime* untuk memenuhi target produksi yang telah di rencanakan dengan mengasumsikan nilai dari *idle time* (X_1) maksimum pada saat *delay time* (X_2) = 0 dan sebaliknya, nilai *delay time* (X_2) dianggap maksimum pada saat *idle time* (X_1) = 0. ^[10]

$$\text{Asumsi jika } \textit{idle time} (X_1) = 0, \text{ maka:}$$

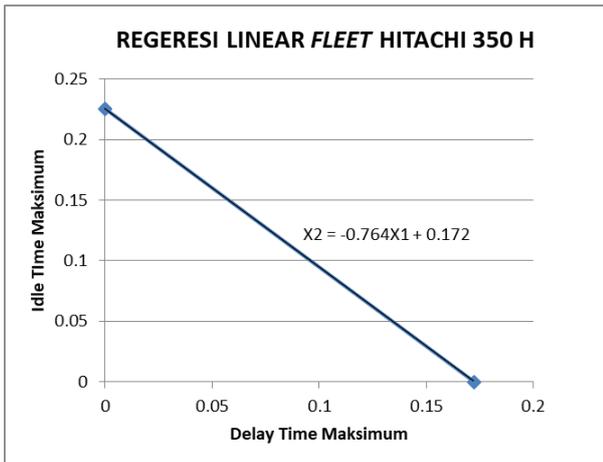
$$1700 = 1743,38 + -192,33 (0) + -251,65 X_2$$

$$X_2 = 0,17$$

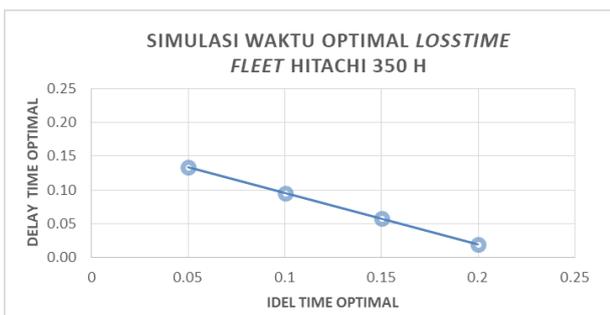
$$\text{Asumsi jika } \textit{delay time} (X_2) = 0, \text{ maka:}$$

$$1700 = 1743,38 + -192,33 X_1 + -251,65 (0)$$

$$X_1 = 0,23$$



Gambar 8. Regresi Linier Fleet Hitachi 350 H



Gambar 9. Simulasi Waktu Optimal Losstime Fleet Hitachi 350 H

Dari Gambar 8 dan Gambar 9 di atas diperoleh model matematis waktu losstime optimal dalam memenuhi target produksi harian pengupasan overburden sebesar 1700 bcm/hari. Persamaan model matematis waktu losstime didapatkan dengan di input nilai idle time (X₁) aktual hingga nilai delay time (X₂) maksimal ke dalam persamaan gradient dari persamaan garis lurus X₂ = -0,764 X₁ + 0,172 sehingga didapatkan nilai delay time optimal. Sebagai contoh pada asumsi kedua, X₁= 0,10 dan X₂=0,10.

$$Y = 1743,38 + -192,33 X_1 + 251,65 X_2$$

$$Y = 1743,38 + -192,33 (0,10) + -251,65 (0,10)$$

$$Y = 1698,98 \text{ bcm} \approx 1700 \text{ bcm}$$

Maka dari ketiga alternatif, yang terbaik adalah alternatif 3 dimana waktu idle time (X₁) 0,10 dan waktu delay time (X₂) 0,10 yang mencapai target produksi 1700 bcm/hari.

3.5.2 Alat Angkut Dump Truck HINO FM 260 JD

a. Dump truck HINO FM 260 JD DT- 28

1) Alternatif 1

Digunakan asumsi idle time aktual dan delay time dianggap 0. Dari persamaan produksi (Y) didapat produksi dengan memasukan idle time (X₁) aktual sebesar 1,06 jam, dan waktu delay time (X₂) diasumsikan 0, sebagai berikut:

$$Y = 504,24 + -62,01 X_1 + -56,20 X_2$$

$$Y = 504,24 + -62,01 (1,06) + -56,20 (0)$$

$$Y = 438,51 \text{ bcm}$$

Didapat produksi 438,51 bcm yang mana jika dibandingkan dengan target produksi belum tercapai yaitu 475 bcm. Maka alternatif selanjutnya dilakukan simulasi waktu optimal idle time (0) dan delay time (0) agar tercapainya target produksi.

2) Alternatif 2

Digunakan asumsi idle time (0) dan delay time (0) untuk mendapat produksi maksimal. Dihitung sebagai asumsi dan perbandingan dengan kemampuan produksi maksimal alat dapat mencapai target produksi.

$$Y = 504,24 + -62,01 X_1 + -56,20 X_2$$

$$Y = 504,24 + -62,01 (0) + -56,20 (0)$$

$$Y = 504,24 \text{ bcm}$$

Setelah dihitung didapat produksi 504,24 bcm, yang mana sudah melebihi target produksi 475 bcm. Disisi lain terdapat kelemahan pada alternatif ini, karena dianggap tidak ada waktu losstime yang mana di aktual di lapangan tidak akan mungkin terjadi.

3) Alternatif 3

Dapat ditentukan batas maksimal dari losstime untuk memenuhi target produksi yang telah di rencanakan dengan mengasumsikan nilai dari idle time (X₁) maksimum pada saat delay time (X₂) = 0 dan sebaliknya, nilai delay time (X₂) dianggap maksimum pada saat idle time (X₁) = 0. ^[10]

Asumsi jika idle time (X₁) = 0, maka:

$$475 = 504,24 + -62,01 (0) + -56,20 X_2$$

$$X_2 = 0,52$$

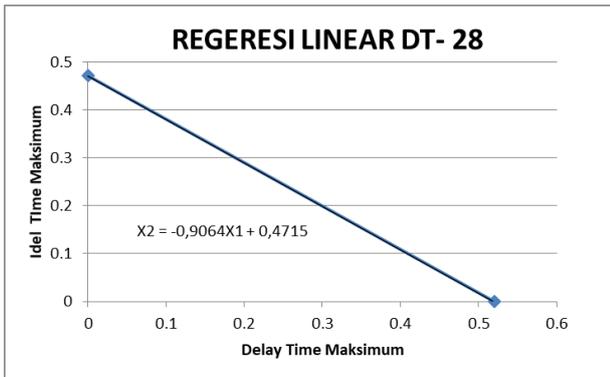
Asumsi jika delay time (X₂) = 0, maka:

$$475 = 504,24 + -62,01 X_1 + -56,20 (0)$$

$$X_1 = 0,47$$

Tabel 6. Waktu Maksimal DT- 28

Delay Time (X ₂) Maksimum	0,52	Jika X ₁ = 0
Idle Time (X ₁) Maksimum	0,47	Jika X ₂ = 0

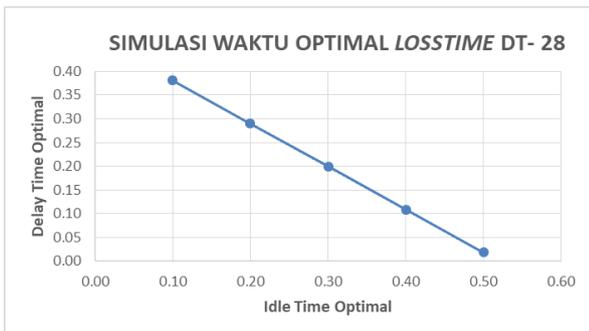


Gambar 10. Grafik Waktu Maksimal Losstime

Berdasarkan analisis regresi linear berganda pada unit *dump truck* HINO 500 FM 260 JD DT- 28 didapat persamaan *gradient* dari garis lurus adalah $X_2 = -0,9064 X_1 + 0,4715$ sehingga bisa disimulasikan *losstime* optimal dari *idle time* (X_1) dan *delay time* (X_2) dalam memenuhi target produksi harian pengupasan *overburden* seperti pada tabel berikut:

Tabel 7. Simulasi Regresi Linear

LOSSTIME AKTUAL		HASIL SIMULASI	
<i>Idle Time</i> (X_1)	<i>Delay Time</i> (X_2)	<i>Idle Time</i> (X_1)	<i>Delay Time</i> (X_2)
1,46	1,97	0,10	0,38
		0,20	0,29
		0,30	0,20
		0,40	0,12
		0,50	0,02



Gambar 11. Simulasi Waktu Optimal Losstime

Dari tabel 7 dan gambar 11 diatas diperoleh model matematis waktu *losstime* optimal dalam memenuhi target produksi harian pengupasan *overburden* sebesar 475 bcm/hari. Persamaan model matematis waktu *losstime* didapatkan dengan di input nilai *idle time* (X_1) aktual hingga nilai *delay time* (X_2) maksimal ke dalam persamaan *gradient* dari persamaan garis lurus $X_2 = -0,9064 X_1 + 0,4715$ sehingga didapatkan nilai *delay time* optimal.

Sebagai contoh pada asumsi kedua, $X_1 = 0,20$ dan $X_2 = 0,29$.

$$Y = 504,24 + -62,01 X_1 + -56,20 X_2$$

$$Y = 504,24 + -62,01 (0,20) + -56,20 (0,29)$$

$$Y = 474,98 \text{ bcm} \approx 475 \text{ bcm}$$

Maka dari ketiga alternatif, yang terbaik adalah alternatif 3 dimana waktu *idle time* (X_1) 0,20 dan waktu *delay time* (X_2) 0,30 yang mencapai target produksi 475 bcm/hari.

b. *Dump truck* HINO FM 260 JD DT- 16

1) Alternatif 1

Digunakan asumsi *idle time* aktual dan *delay time* dianggap 0. Dari persamaan produksi (Y) didapat produksi dengan memasukan *idle time* (X_1) aktual sebesar 1,34 jam, dan waktu *delay time* (X_2) diasumsikan 0, sebagai berikut:

$$Y = 471,22 + -54,78 X_1 + -53,68 X_2$$

$$Y = 471,22 + -54,78 (1,34) + -53,68 (0)$$

$$Y = 397,81 \text{ bcm}$$

Didapat produksi 397,81 bcm yang mana jika dibandingkan dengan target produksi belum tercapai yaitu 460 bcm. Maka alternatif selanjutnya dilakukan simulasi waktu optimal *idle time* (0) dan *delay time* (0) agar tercapainya target produksi.

2) Alternatif 2

Digunakan asumsi *idle time* (0) dan *delay time* (0) untuk mendapat produksi maksimal. Dihitung sebagai asumsi dan perbandingan dengan kemampuan produksi maksimal alat dapat mencapai target produksi.

$$Y = 471,22 + -54,78 X_1 + -53,68 X_2$$

$$Y = 471,22 + -54,78 (0) + -53,68 (0)$$

$$Y = 471,22 \text{ bcm}$$

Setelah dihitung didapat produksi 471,22 bcm, yang mana sudah melebihi target produksi 460 bcm. Disisi lain terdapat kelemahan pada alternatif ini, karena dianggap tidak ada waktu *losstime* yang mana di aktual di lapangan tidak akan mungkin terjadi.

3) Alternatif 3

Dapat ditentukan batas maksimal dari *losstime* untuk memenuhi target produksi yang telah di rencanakan dengan mengasumsikan nilai dari *idle time* (X_1) maksimum pada saat *delay time* (X_2) = 0 dan sebaliknya, nilai *delay time* (X_2) dianggap maksimum pada saat *idle time* (X_1) = 0.

Asumsi jika *idle time* (X_1) = 0, maka:

$$460 = 471,22 + -54,78 (0) + -53,68 X_2$$

$$X_2 = 0,21$$

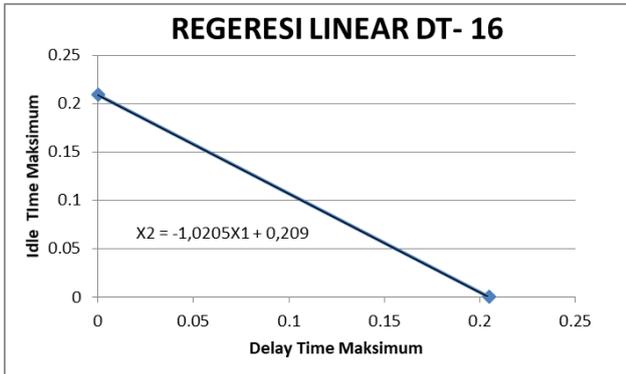
Asumsi jika *delay time* (X_2) = 0, maka:

$$460 = 471,22 + -54,78 X_1 + -53,68 (0)$$

$$X_1 = 0,20$$

Tabel 8. Waktu Makasimal DT- 16

Delay Time (X ₂) Maksimum	0,21	Jika X ₁ = 0
Idle Time (X ₁) Maksimum	0,20	Jika X ₂ = 0

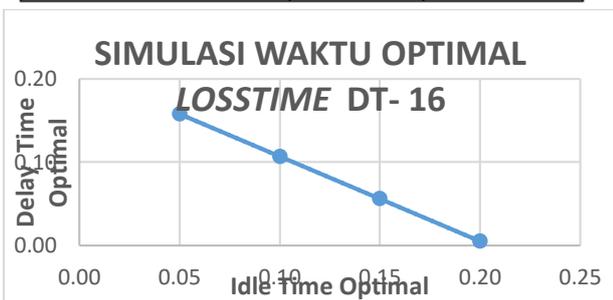


Gambar 12. Grafik Waktu Maksimal Losstime

Berdasarkan analisis regresi linear berganda pada unit dump truck HINO 500 FM 260 JD DT- 16 didapat persamaan *gradient* dari garis lurus adalah $X_2 = -1,0205 X_1 + 0,209$ sehingga bisa disimulasikan *losstime* optimal dari *idle time* (X₁) dan *delay time* (X₂) dalam memenuhi target produksi harian pengupasan *overburden* seperti pada tabel berikut:

Tabel 9. Simulasi Regresi Linear

LOSSTIME AKTUAL		HASIL SIMULASI	
Idle Time (X ₁)	Delay Time (X ₂)	Idle Time (X ₁)	Delay Time (X ₂)
1,34	1,39	0,05	0,16
		0,10	0,11
		0,15	0,06
		0,20	0,00



Gambar 13. Simulasi Waktu Optimal Losstime

Dari **Gambar 13** di atas diperoleh model matematis waktu *losstime* optimal dalam memenuhi target produksi harian pengupasan *overburden* sebesar 460 bcm/hari. Persamaan model matematis waktu *losstime* didapatkan dengan di input nilai *idle time* (X₁) aktual hingga nilai *delay time* (X₂) maksimal ke dalam persamaan *gradient* dari persamaan garis lurus $X_2 = -1,0205 X_1 + 0,209$ sehingga didapatkan nilai *delay time* optimal.

Sebagai contoh pada asumsi kedua X₁= 0,10 dan X₂=0,11.

$$Y = 471,22 + -54,78 X_1 + -53,68 X_2$$

$$Y = 471,22 + -54,78 (0,10) + -53,68 (0,11)$$

$$Y = 459,84 \text{ bcm} \approx 460 \text{ bcm}$$

Maka dari ketiga alternatif, yang terbaik adalah alternatif 3 dimana waktu *idle time* (X₁) 0,10 dan waktu *delay time* (X₂) 0,11 yang mencapai target produksi 460 bcm/hari.

4. Biaya Operasional Alat Gali Muat dan Alat Angkut

4.1 Alat Gali Muat Excavator CAT 330D2I

4.1.1 Biaya Bahan Bakar

Tabel 10. Konsumsi bahan bakar

No	Keterangan	Total
1	Konsumsi bahan bakar per jam	27,12 ltr
2	Harga bahan bakar per liter	Rp 9.400

$$\text{Biaya bahan bakar} = \text{konsumsi bahan bakar} \times \text{harga}$$

$$= 27,12 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 9.400/\text{ltr}$$

$$= \text{Rp. } 254.928/\text{jam}$$

4.1.2 Biaya Oli dan Grase

Tabel 11. Konsumsi oli dan grase

No	Keterangan	Merk	Total
1	Oli mesin	Meditran, SAE-40	0,06 ltr/jam
2	Oli hydraulic	Meditran, SAE-10	0,04 ltr/jam
3	Grase	Lithium HY-12	0,016 pain/jam

Tabel 12. Harga oli dan grase

No	Keterangan	Merk	Harga
1	Oli mesin	Meditran, SAE-40	Rp 23.515 /ltr
2	Oli hydraulic	Meditran, SAE-10	Rp 23.422 /ltr
3	Grase	Lithium HY-12	Rp 990.000 /pain

Total biaya oli dan grase

$$\text{Total} = \text{biaya oli mesin} + \text{biaya oli hydraulic} + \text{biaya grase}$$

$$= \text{Rp. } 1.411/\text{jam} + \text{Rp. } 937/\text{jam} + \text{Rp. } 15.840/\text{jam}$$

$$= \text{Rp. } 18.188/\text{jam}$$

4.1.3 Biaya Filter [11]

$$\text{Biaya Filter} = \frac{\text{Jumlah filter (unit)} \times \text{Harga Per Unit}}{\text{Interval pergantian filter (jam)}}$$

$$= \frac{(1 \times \text{Rp } 513.000) + (1 \times \text{Rp } 575.000) + (1 \times 359.000)}{1400 \text{ jam}}$$

$$= \text{Rp. } 1.033 /\text{jam}$$

4.1.4 Gaji Operator

Gaji operator berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Allied Indo Coal Jaya yaitu Rp 30.000 per jam.

Dari hasil kalkulasi data yang didapatkan, maka didapat biaya operasional *excavator* CAT 330D2 L pada tabel berikut.

Tabel 13. Biaya operasional

No	Keterangan	Biaya per jam
1	Bahan bakar	Rp 245.928
2	Oli dan <i>grase</i>	Rp 18.188
2	<i>Filter</i>	Rp 1.033
2	Gaji operator	Rp 30.000
Total		Rp 295.149

4.2 Alat Gali Muat *Excavator* Hitachi 350

4.2.1 Biaya Bahan Bakar

Tabel 14. Konsumsi bahan bakar

No	Keterangan	Total
1	Konsumsi bahan bakar per jam	25,17 ltr
2	Harga bahan bakar per liter	Rp 9.400

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= \text{konsumsi bahan bakar} \times \text{harga} \\ &= 25,17 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 9.400/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 236.598/\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.2 Biaya Oli dan Grase

Tabel 15. Konsumsi oli dan grase

No	Keterangan	Merk	Total
1	Oli mesin	Meditran, SAE-40	0,05 ltr/jam
2	Oli <i>hydraulic</i>	Meditran, SAE-10	0,05 ltr/jam
3	<i>Grase</i>	Lithium HY-12	0,016 pain/jam

Tabel 16. Harga oli dan grase

No	Keterangan	Merk	Harga
1	Oli mesin	Meditran, SAE-40	Rp 23.515 /ltr
2	Oli <i>hydraulic</i>	Meditran, SAE-10	Rp 23.422 /ltr
3	<i>Grase</i>	Lithium HY-12	Rp 990.000 /pain

$$\begin{aligned} \text{Total biaya oli dan grase} \\ \text{Total} &= \text{biaya oli mesin} + \text{biaya oli } \textit{hydraulic} + \text{biaya } \textit{grase} \\ &= \text{Rp. } 1.175/\text{jam} + \text{Rp. } 1.171/\text{jam} + \text{Rp. } 15.840/\text{jam} \\ &= \text{Rp. } 18.186/\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.3 Biaya Filter ^[11]

$$\begin{aligned} \text{Biaya } \textit{Filter} &= \frac{\text{Jumlah } \textit{filter} \text{ (unit)} \times \text{Harga Per Unit}}{\text{Interval pergantian } \textit{filter} \text{ (jam)}} \\ &= \frac{(1 \times \text{Rp } 513.000) + (1 \times \text{Rp } 575.000) + (1 \times 359.000)}{1400 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp. } 1.033 /\text{jam} \end{aligned}$$

4.2.4 Gaji Operator

Gaji operator berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Allied Indo Coal Jaya yaitu Rp 30.000 per jam. Dari hasil kalkulasi data yang didapatkan, maka didapat biaya operasional *excavator* *Excavator* Hitachi 350 pada tabel berikut.

Tabel 17. Biaya operasional

No	Keterangan	Biaya per jam
1	Bahan bakar	Rp 236.598
2	Oli dan <i>grase</i>	Rp 18.186
2	<i>Filter</i>	Rp 1.033
2	Gaji operator	Rp 30.000
Total		Rp 285.817

4.3 Alat Angkut HINO FM 260 JD

4.3.1 Biaya Bahan Bakar

Tabel 18. Konsumsi bahan bakar

No	Keterangan	Total
1	Konsumsi bahan bakar per jam	10,23 ltr
2	Harga bahan bakar per liter	Rp 9.400

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar} &= \text{konsumsi bahan bakar} \times \text{harga} \\ &= 10,23 \text{ ltr/jam} \times \text{Rp. } 9.400/\text{ltr} \\ &= \text{Rp. } 96,162/\text{jam} \end{aligned}$$

4.3.2 Biaya Oli dan Grase

Tabel 19. Konsumsi oli dan grase

No	Keterangan	Merk	Total
1	Oli mesin	Meditran, SAE-40	0,14 ltr/jam
2	Oli <i>hydraulic</i>	Meditran, SAE-10	0,01 ltr/jam
3	<i>Grase</i>	SGX-NL	0,004 pain/jam

Tabel 20. Harga oli dan grase

No	Keterangan	Merk	Harga
1	Oli mesin	Meditran, SAE-40	Rp 23.515 /ltr
2	Oli <i>hydraulic</i>	Meditran, SAE-10	Rp 23.422 /ltr
3	<i>Grase</i>	SGX-NL	Rp 730.000 /pain

$$\begin{aligned} \text{Total biaya oli dan grase} \\ \text{Total} &= \text{biaya oli mesin} + \text{biaya oli } \textit{hydraulic} + \text{biaya } \textit{grase} \\ &= \text{Rp. } 3.292/\text{jam} + \text{Rp. } 2.342/\text{jam} + \text{Rp. } 2.920/\text{jam} \\ &= \text{Rp. } 8.554/\text{jam} \end{aligned}$$

4.3.3 Biaya Filter ^[11]

$$\begin{aligned} \text{Biaya } \textit{Filter} &= \frac{\text{Jumlah } \textit{filter} \text{ (unit)} \times \text{Harga Per Unit}}{\text{Interval pergantian } \textit{filter} \text{ (jam)}} \\ &= \frac{(2 \times \text{Rp } 135.000) + (1 \times \text{Rp } 215.000)}{1000 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp. } 485 /\text{jam} \end{aligned}$$

4.3.4 Biaya Ban

Tabel 21. Pemakaian ban dan harga

No	Keterangan	Total
1	Jumlah ban per unit	10 buah
2	Umur ban	6000 jam
3	Harga satuan	Rp 5.320.000

$$\begin{aligned} \text{Biaya P. Ban} &= \frac{\text{Jumlah ban} \times \text{Harga ban (Rp)}}{\text{umur ban}} \\ &= \frac{10 \times \text{Rp.}5.320.000}{6000 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp. } 8.867 \text{ /jam} \end{aligned}$$

4.3.5 Gaji Operator

Gaji operator berdasarkan data yang diperoleh dari PT. Allied Indo Coal Jaya yaitu Rp 30.000 per jam.

Dari hasil kalkulasi data yang didapatkan, maka didapat biaya operasional *excavator* HINO 500 FM 260 JD pada tabel berikut.

Tabel 22. Biaya operasional

No	Keterangan	Biaya per jam
1	Bahan bakar	Rp 96.162
2	Oli dan <i>grase</i>	Rp 8.554
2	<i>Filter</i>	Rp 485
2	Ban	Rp 8.867
2	Gaji operator	Rp 30.000
Total		Rp 144.068

4.4 Perhitungan Biaya Operasional Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Berdasarkan besaran biaya operasional (*operational cost*) dari masing-masing alat pada *fleet excavator* CAT 330D2 L dan *excavator* Hitachi 350 H beserta alat angkut yang telah didapat, besaran biaya operasional alat gali muat dan alat angkut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 23. Biaya operasional Alat Gali dan Alat Angkut

No	Alat	Jam kerja efektif	Biaya operasional per jam	Jumlah unit	Total biaya operasional
1	<i>Exca</i> CAT 330D2L	199,11	Rp. 295.149	1	Rp. 58.768.101
	<i>Exca</i> HITACHI 350 H	207,96	Rp. 285.817	1	Rp. 59.438.026
2	DT HINO FM 260 JD	183,08	Rp. 144.068	8	Rp. 211.012.797
Total					Rp. 329.218.926

biaya operasional alat gali muat dan alat angkut untuk mengupas 1 bcm *overburden* :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total biaya produksi}}{\text{produksi } \textit{overburden} \text{ per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 329.218.926}{77.963,41 \text{ bcm}} \\ &= \text{Rp. } 4.222/\text{bcm} \end{aligned}$$

4.5 Perhitungan Biaya Operasional Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Setelah dilakukan perbaikan jam kerja dan teknis pekerjaan besaran biaya operasional (*operational cost*) dari masing-masing alat gali muat *excavator* CAT 330D2 L, *excavator* Hitachi 350 H dan *dump truck* HINO FM 260 JD dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 24. Biaya operasional Alat Gali dan Alat Angkut

No	Alat	Jam kerja efektif	Biaya operasional per jam	Jumlah unit	Total biaya operasional
1	<i>Exca</i> CAT 330D2L	269,99	Rp. 295.149	1	Rp. 79.687.278
	<i>Exca</i> HITACHI 350 H	270,30	Rp. 285.817	1	Rp. 77.256.335
2	DT HINO FM 260 JD	265,34	Rp. 144.068	8	Rp. 305.816.024
Total					Rp. 462.759.638

biaya operasional alat gali muat dan alat angkut untuk mengupas 1 bcm *overburden* :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{total biaya produksi}}{\text{produksi } \textit{overburden} \text{ per bulan}} \\ &= \frac{\text{Rp. } 462.759.638}{110.000 \text{ bcm}} \\ &= \text{Rp. } 4.206/\text{bcm} \end{aligned}$$

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan penelitian di *pit* Timur pengupasan *overburden* PT. Alied Indo Coal Jaya pada bulan Oktober 2020 maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Target produksi pengupasan *overburden* di *pit* Timur tidak tercapai, dengan produksi aktual pada bulan Oktober 2020 sebesar 77.963,41 bcm dari target produksi sebesar 110.000 bcm.
- Dilapangan ditemukan parameter *losstime* kategori *idle time* dan *delay time* yaitu adalah sebagai berikut:
 - Idle Time*
Losstime yang terjadi kategori *Idle Time* pada *pit* Timur adalah Perbaikan *front*, Pengisian *Fuel*, *Slippery*, *Breakdown* dan Hujan.
 - Delay Time*
Losstime yang terjadi kategori *Delay Time* pada *pit* Timur adalah Terlambat memulai operasi, Istirahat terlalu cepat, Terlambat setelah istirahat, Keperluan operator, Berhenti bekerja terlalu cepat dan Waktu tunggu alat.
- Persamaan model matematis analisis regresi linear berganda yang dihasilkan dari hubungan *idle time* (variable bebas X₁) dan *delay time* (variable bebas X₂) terhadap target produksi (variable terikat Y) adalah sebagai berikut:
 - Excavator* CAT 330D2L
 $Y = 1896,55 + -211,54 X_1 + -250,37 X_2$
Dengan syarat X₂ = -0,8449 X₁ + 0,1859 untuk mencapai *idle time* dan *delay time* optimal agar tercapainya target produksi *overburden*.
 - Excavator* Hitachi 350 H
 $Y = 1743,38 + -192,33 X_1 + 251,65 X_2$
Dengan syarat X₂ = -0,764 X₁ + 0,172 untuk mencapai *idle time* dan *delay time* optimal agar tercapainya target produksi *overburden*.
 - Dump truck* HINO FM 260 JD DT- 28
 $Y = 504,24 + -62,01 X_1 + -56,20 X_2$

Dengan syarat $X_2 = -0,9064 X_1 + 0,4715$ untuk mencapai *idle time* dan *delay time* optimal agar tercapainya target produksi *overburden*.

4) *Dump truck* HINO FM 260 JD DT- 16

$$Y = 471,22 + -54,78 X_1 + -53,68 X_2$$

Dengan syarat $X_2 = -1,0205 X_1 + 0,209$ untuk mencapai *idle time* dan *delay time* optimal agar tercapainya target produksi *overburden*.

- d. Biaya operasional sebelum dilakukan perbaikan waktu *losstime* pada kegiatan pengupasan *overburden* adalah Rp. 329.218.926 sehingga didapatkan biaya untuk mengupas 1 bcm *overburden* sebesar Rp. 4.222 /bcm. Setelah dilakukan perbaikan waktu *losstime* pada kegiatan pengupasan *overburden* adalah Rp. 462.759.638 sehingga didapatkan biaya untuk mengupas 1 bcm *overburden* sebesar Rp. 4.206 /bcm.

6. Daftar Pustaka

- [1] Kasiram, M. (2010). Metodologi penelitian: Kualitatif–kuantitatif.
- [2] Informasi, K. (2016). Pengertian Data Primer dan Data Sekunder. Retrieved from *Pengertian Data Primer dan Data Sekunder web site: https://www.kanalinfo.web.id/pengertian-data-primer-dan-data-sekunder.*
- [3] Hasan, I. (2001). *Pokok-Pokok Materi Statistik 1*. Jakarta. Bumi Aksara.
- [4] Anonim PT. Allied Indo Coal Jaya
- [5] Rochmanhadi. 1992. *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*. Departemen Pekerjaan Umum.
- [6] Caterpillar. 2004. *Caterpillar Performance Handbook 30th Edition*. Caterpillar Inc: Amerika.
- [7] Pfleider, Eugene .P. 1972. *Surface Mining 1st Edition*. New York : The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum.
- [8] Partanto, Prodjosumarto. 1996. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: ITB.
- [9] Murnawan, H. (2016). *Perencanaan Produktivitas Kerja Dari Hasil Evaluasi Produktivitas Dengan Metode Fishbone Di Perusahaan Percetakan Kemasan Pt. X*. HEURISTIC: Jurnal Teknik Industri, 11(01).
- [10] Riduwan. (2012). *Pengantar Statistika Sosial*. Bandung. ALFABETA.
- [11] Tenriajeng, Andi Tenrisukki. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma : Jakarta.
- [12] Istiqamah, Dita Aprilia dan Mulya Gusman. (2019). *Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto*. Jurnal Bina Tambang. 5(1). 61-73.
- [13] Sari, R. P., Murad, M., & Octova, A. (2018). *Analisis Statistik Untuk Mendapatkan Waktu Optimal Dari Losstime Dalam Memenuhi Produksi Penambangan Batubara Di Area Pit Timur PT. Artamulia Tatapratama*. Bina Tambang,3(3), 943-952.