

EVALUASI KINERJA *CRUSHING PLANT* DALAM UPAYA MENINGKATKAN PRODUKSI MATERIAL BATU PECAH DI CV SUMBER JAYA ATAMBUA KABUPATEN BELU PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR

PERFORMANCE EVALUATION OF CRUSHING PLANT IN EFFORTS TO IMPROVE THE PRODUCTION OF BROKEN MATERIALS IN CV SUMBER JAYA ATAMBUA, BELU DISTRICT, EAST NUSA TENGGARA PROVINCE

Anita Oktoviana L.P.G.M Thomas dan Yusuf Rumbino

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik Universitas Nusa Cendana

Email: putrythomas878@gmail.com dan yusufumbino70@gmail.com

Abstrak

CV Sumber Jaya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang kontraktor dan leveransi. CV Sumber Jaya memiliki pabrik peremukan yang berlokasi di Desa Fatukbot, Kecamatan Atambua Selatan, Kabupaten Belu Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pada kegiatan peremukan material, CV Sumber Jaya menggunakan *crusher* tipe Shanpau PE 400 x 600 yang dibantu oleh alat muat *excavator* Hyundai R220-9SH dan alat angkut *dumptruck* Isuzu Elf NKR 71 HD 125 PS. Permasalahan yang terjadi adalah target produksi material batu pecah sebesar 250 ton/hari yang diharapkan oleh perusahaan belum tercapai. Penelitian ini dilakukan dengan mengamati faktor-faktor penghambat yang mempengaruhi kinerja dari alat-alat tersebut dan berpengaruh terhadap nilai produktivitas dari alat muat, alat angkut, serta *crusher*. Berdasarkan hasil penelitian, produksi material batu pecah hanya mencapai 200 ton/hari, sehingga perlu dilakukan perbaikan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi nilai produksinya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis regresi linear multivariate untuk mengetahui nilai optimum dari hasil produksi sebagai variabel dependennya dan produktivitas alat muat sebagai variabel dependen (X1), alat angkut sebagai variabel dependen (X2) dan *crusher* sebagai variabel dependen (X3). Diperoleh persamaan regresi dari penelitian ini yakni $Y = 90,6203 + 0,436105X1 + 5,013709X2 + 2,070335X3$ Dan berdasarkan peningkatan waktu kerja efektifnya maka nilai minimum untuk produksi berdasarkan estimasi persamaan regresi adalah sebesar 253,8 ton dan nilai maksimumnya sebesar 293,7 ton sehingga target produksi dapat tercapai.

Kata Kunci: *Target_Produksi, Crusher, alat_muat, alat_angkut, Produktivitas.*

Abstract

CV Sumber Jaya is a company engaged in the contracting and leveraging sector. CV Sumber Jaya has a crushing factory located in Fatukbot Village, South Atambua District, Belu Regency, East Nusa Tenggara Province. In material crushing activities, CV Sumber Jaya uses a Shanpau PE 400 x 600 type crusher which is assisted by a Hyundai R220-9SH excavator and an Isuzu Elf NKR 71 HD 125 PS dumptruck conveyor. The problem that occurs is the production target of crushed stone material of 250 tons/day which is expected by the company has not been achieved. This research was conducted by observing the inhibiting factors that affect the performance of these tools and affect the productivity value of the loading equipment, transportation equipment, and crusher. Based on the research results, the production of crushed stone material only reaches 200 tons/day, so it is necessary to make improvements to the factors that affect the production value. The method used in this research is multivariate linear regression analysis to determine the optimum value of production output as the dependent variable and loading equipment productivity as the dependent variable (X1), conveyance as the dependent variable (X2) and crusher as the dependent variable (X3). The regression equation obtained from this study is $Y = 90.6203 + 0.436105X1 + 5.013709X2 + 2.070335X3$ And based on the increase in effective working time, the minimum value for production based on the estimated regression equation is 253,8 tons and the maximum value is 293,7 ton so that the production target can be achieved.

Keywords: *Production_Target, Crusher, loading equipment, transportation equipment, Productivity.*

PENDAHULUAN

CV Sumber Jaya merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang kontraktor & leveransi. Saat ini perusahaan berfokus pada persediaan material untuk bahan bangunan dan konstruksi juga alat berat. Didalam proses mereduksi ukuran batuan pada pabrik peremukam, perusahaan menggunakan alat-alat berat berupa *stone crusher* tipe shanpau ukuran PE 400 X 600 yang didukung oleh unit alat angkut yakni *dumprtruck* tipe Isuzu Elf NKR 71 HD 125 PS dan unit alat muat *excavator* tipe Hyundai R220-9SH. Sering terjadi permasalahan yang dapat menyebabkan presentase tonase hasil produksinya kecil atau tidak dapat memenuhi target produksi. Kendala-kendala yang terjadi disebabkan karena adanya hambatan-hambatan pada *crusher* dan peralatan pendukungnya, dalam hal ini alat angkut dan alat muat, selama proses kegiatan peremukam berlangsung. Sering terjadi, alat angkut terlambat dalam melakukan kegiatan *dumping* di *hopper*, sehingga mengakibatkan *jaw crusher* menunggu lama ketika alat angkut sedang mengambil material pada *stockpile*, ataupun *excavator* yang menunggu lama *dumprtruck* untuk kembali dari *hopper*, dan juga sering terjadi *delay* pada *crusher*, alat angkut serta alat muat, dan adanya hambatan-hambatan lainnya yang sering terjadi yang dapat mempengaruhi produktivitas dari alat angkut, alat muat serta *crusher*.

Permasalahan yang terjadi pada unit pengolahan *crushing plant* adalah belum tercapainya target produksi 250 ton/hari sehingga perlu untuk mengevaluasi unit *crushing plant* saat proses peremukam dan menentukan produksi optimum dari rangkaian alat angkut-muat serta *crusher* sehingga dapat meningkatkan hasil produksi saat ini. Perhitungan produktivitas pada alat angkut-muat yang melakukan kegiatan *dumping* di *hopper* serta produktivitas *crusher* dan produksi harian serta menggunakan analisis regresi multivariate.

CV Sumber Jaya terletak di Desa FatukBot, Kecamatan Atambua Selatan dan dapat ditempuh dalam waktu 30 menit dari pusat kota Atambua. Secara astronomis terletak pada koordinat -9^o 7' - 6'' Lintang Utara dan 124^o 53' 52'' Bujur Timur. Peta Lokasi daerah penelitian dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

METODE

Perhitungan Produktifitas unit *Crusher*

Crusher terdiri dari beberapa tahapan yaitu *primary crusher*, *secondary crusher*, *tertiary crusher*. Produktivitas alat pemecah dapat dibedakan menjadi produktivitas desain dan produktivitas aktual (Rukmana, 2019). Produktivitas desain merupakan kemampuan produksi yang optimal dapat dicapai oleh alat pemecah dan nilai produktivitasnya dapat diketahui berdasarkan spesifik dari alat yang dibuat oleh produsen, sedangkan produktivitas actual merupakan kemampuan produksi suatu alat pemecah yang sesungguhnya yang didasarkan pada sistem produksi yang dijalankan. Produktivitas aktual alat dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1) (Rukmana, 2019).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\sum P}{\sum W} \cdot \frac{(t_i)}{E (ja)} \quad (1)$$

Perhitungan Produktifitas *Hauling-Loading*

Dasar perhitungan produkstiftas adalah waktu edar, yaitu waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan satu siklus kegiatan produksi dari awal sampai akhir dan setiap untuk memulai lagi. [2]

Waktu Edar *Excavator*

Waktu edar untuk alat gali muat terdiri dari waktu penggalian material, waktu *swing* isi, waktu menumpahkan material dan waktu *swing kosong*. Sehingga perhitungan waktu edar dari alat gali muat dapat dihitung dengan persamaan (2) (Partanto, 1993).

$$Ctm = Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 + Tm_4 \quad (2)$$

Keterangan:

Ctm= total waktu edar *excavator* (detik)

Tm₁= waktu menggali meterial (detik)

Tm_2 = waktu putar (*swing*) dengan *bucket* terisi muatan (detik)
 Tm_3 = waktu menumpahkan muatan (detik)
 Tm_4 = waktu berputar (*swing*) dengan *bucket* kosong (detik).

N =jumlah pengisian *bucket* ke alat angkut
 Kb =kapasitas munjung *bucket* alat muat
 Ff = *bucket fill factor*
 Ek = Efisiensi kerja
 Sf = *swell factor*

Waktu Edar *Dump Truck*

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu untuk mengatur posisi untuk diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengatur posisi untuk menumpahkan posisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu mengatur posisi untuk menumpahkan muatan, waktu menumpahkan muatan dan waktu kembali kosong (Partanto, 1993). Rumus waktu edar alat angkut dapat dirumuskan seperti pada persamaan (3)

$$Cta = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6 \quad (3)$$

Keterangan:

- Cta = waktu edar alat angkut (menit)
- $Ta1$ =waktu mengambil posisi menit)
- $Ta2$ = waktu diisi muatan (menit)
- $Ta3$ = waktu mengangkut muatan (menit)
- $Ta4$ =waktu mengambil posisi untuk penumpahan (menit)
- $Ta5$ = waktu pengosongan muatan (menit)
- $Ta6$ = waktu kembali kosong (menit)

Produktivitas *Excavator*

Material berpengaruh dalam perhitungan produksi alat muat penentuan waktu siklus alat muat, didasarkan pada pemilihan kapasitas *bucket*. Rumus yang dipakai untuk menghitung produktifitas *hydraulik excavator* seperti pada persamaan (4) (Partanto, 1993).

$$Pm = \frac{3}{c1} \times kb \times Ff \times Sf \times Ek \quad (4)$$

Produktivitas *Dump Truck*

Produksi teoritis truck jungkit adalah tingkat keberhasilan truck jungkit untuk memindahkan sejumlah material sesuai dengan target produksi yang telah ditetapkan dan disesuaikan dengan spesifikasi alat angkut yan digunakan. [2] Kemampuan produksi *truck* jungkit dihitung berdasarkan persamaan (5) (Partanto, 1993) berikut ini:

$$Pa = \frac{3}{c} \times n \times Kb \times Ff \times Sf \times Ek \quad (5)$$

Keterangan:

- Pa = produksi alat angku (LCM/jam)
- Cta =waktu edar alat angkut (menit)

Regresi Linear Berganda (Multivariat)

Analisis regresi linear berganda adalah suatu hubungan matematis yang secara linear antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) atau yang sering disebut dengan variabel bebas dengan variabel dependen (Y) atau variabel terikatnya (Supranto, 2004). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui arah hubungan antara variabel independen dengan variabel dependen apakah masing-masing variabel berhubungan positif atau negatif dan untuk memprediksi nilai dari variabel terikat apabila nilai variabel-variabel bebas mengalami kenaikan atau penurunan (Supranto, 2004).

Regresi Linear Berganda

Teknik regresi linear berganda digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh signifikan dua atau lebih variabel bebas (X_1, X_2, X_3, \dots, k) terhadap variabel terikat (Y) [3]. Model regresi linear berganda untuk populasi dapat ditunjukkan pada persamaan (6) berikut ini: (6)

$$Y = 0 + 1X_1 + 2X_2 + kX_k + \quad (6)$$

Keterangan:

- Y = variabel terikat (nilai duga Y)
- b_0 = dugaan bagi parameter konstanta
- b_1, b_2, \dots, b_k = koefisien regresi
- $X_1, X_2, X_3 =$ dugaan bagi parameter konstanta $1, 2, \dots, k$
- X = variabel bebas
- = kesalahan pengganggu (*disturbance term*) artinya nilai-nilai dari variabel lain yang tidak dimasukkan kedalam persamaan.

Pengujian Asumsi Analisis Regresi

Uji asumsi klasik terhadap model regresi linear yang digunakan dilakukan agar dapat diketahui apakah model regresi baik atau tidak. Tujuan pengujian asumsi klasik adalah untuk memberikan kepastian bahwa persamaan regresi yang diperoleh memiliki ketepatan dalam estimasi, tidak bias, dan konsisten (Ghozali, 2016).

Uji Normalitas

Analisis regresi linear mengasumsikan bahwa sisaan berdistribusi mengetahui apakah dalam persamaan regresi tersebut residual berdistribusi

normal. Uji normalitas dapat dilakukan dengan normal P-P Plot dan uji Kolmogorov-Smirnov. Normal P-P plot, uji normalitasnya dapat dilihat dari penyebaran data (titik) pada sumbu diagonal grafik atau normal dengan $i \sim N(0, \sigma^2)^{[5]}$.

Cara lain untuk menguji asumsi kenormalan adalah dengan uji Kolmogorov-Smirnov. Uji Kolmogorov-Smirnov didasarkan pada nilai D atau deviasi maksimum ^[5], seperti pada persamaan 7 berikut:

$$D = \max |F_0(X_i) - S_n(X_i)|, i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Pengujian Hipotesis

Apabila syarat dalam meneliti suatu model regresi telah terpenuhi semua, maka langkah selanjutnya untuk mengetahui diterima atau tidaknya hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini dilakukan analisis data dengan Uji F.

Uji Statistik F (Secara Simultan)

Uji statistik F pada dasarnya menunjukkan apakah semua variabel bebas yang dimasukkan dalam model mempunyai pengaruh secara bersama-sama terhadap variabel terikat (Ghozali, 2016). Untuk menguji kedua hipotesis ini digunakan uji statistik F:

1. Taraf signifikan $\alpha = 0,05$
2. Kriteria pengujian dimana H_0 diterima apabila $p \text{ value} < \alpha$ dan H_0 ditolak apabila $p \text{ value} > \alpha$.

Analisis Korelasi Ganda (R)

Analisis ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara dua atau lebih variabel independen (X_1, X_2, X_n) terhadap variabel dependen (Y) secara serentak. Koefisien ini menunjukkan seberapa besar hubungan yang terjadi antara variabel independen (X_1, X_2, X_n) secara serentak terhadap variabel dependen (Y)^[8].

Tabel 1. Tingkat Koefisien Relasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	sangat rendah
0,20 - 0,39	rendah
0,40 - 0,59	sedang
0,60 - 0,79	kuat
0,80 - 1,00	sangat kuat

Sumber: Sugiyono, 2007

Koefisien Determinansi (R²)

Analisis determinasi dalam regresi linear berganda digunakan untuk mengetahui presentase sumbangan pengaruh variabel independen (X_1, X_2, \dots, X_n) secara serentak terhadap variabel

dependen (Y). Koefisien ini menunjukkan seberapa besar presentase variasi variabel independen yang digunakan dalam model mampu menjelaskan variasi variabel dependen. R² sama dengan 0, maka tidak ada sedikitpun presentase sumbangan pengaruh yang diberikan variabel independen terhadap variabel dependen, atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model tidak menjelaskan sedikitpun variasi variabel dependen (Gujarati. D.N. 2004).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produktivitas Alat

Kegiatan *loading & hauling* yang bertujuan mengantarkan umpan untuk *crusher* dilakukan dengan kombinasi alat muat *excavator* Hyundai-R220-9Sh dan *dumpruck* isuzu ELF NKR 71.

Tabel 2. Data Alat Angkut Dan Alat Muat

Jenis Alat	Jumlah Alat
<i>Excavator</i> Hyundai r220-9sh	1 unit
<i>Dumpruck</i> Isuzu Elf NKR 71	1 unit

Excavator untuk memuat material ke *dumpruck* yang mengangkut material dari *stockpile* menuju ke *hopper* dan berlangsung secara *continuu*.

Tabel 3. Jadwal Kerja CV Sumber Jaya

Jadwal Kerja	Keterangan	Waktu (jam)
08.00 - 12.00	Waktu kerja	4
12.00 - 13.00	Waktu Istirahat	1
13.00 - 17.00	Waktu kerja	4
Total		9

Produktivitas Alat Muat

Tabel 4. Waktu kerja Alat Muat

NO	TA (Menit)	W (Menit)
1	480	380

Tabel 5. Waktu Edar Alat Muat (*Excavator*)

Gali (Detik)	Swing Isi (Detik)	Tumpah (Detik)	Swing Kosong (Detik)	Cycle Time (Detik)
8,63	3,95	4,38	3,61	20,57

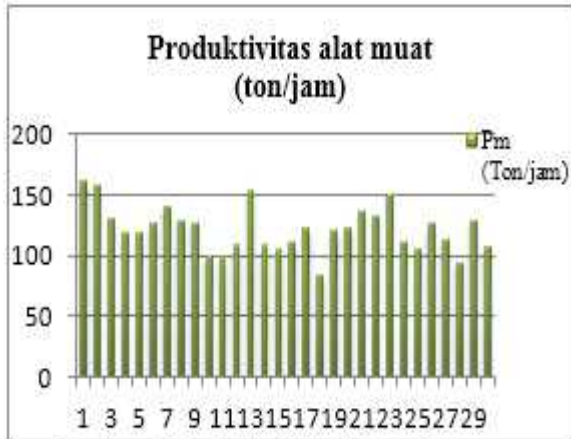
Sehingga hasil perhitungan diketahui bahwa produktivitas *excavator* Hyundai R220-9sh adalah 108,337 LCm/Jam.

Produksi Excavator HYUNDAI R220-9SH

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{3600}{20,57} \times 0,7916 \times 0,92 \times 0,85 \\
 &= 175,012 \times 0,7916 \times 0,92 \times 0,85 \\
 &= 108,337 \text{ LCm/Jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 108,337 \times m \quad \text{jt} \\
 &= 108,337 \times 1,5 \text{ ton} \\
 &= 162,505 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan, produksi harian dari alat muat selama bulan Agustus dapat dilihat dari grafik berikut ini.



Gambar 2. Produksi Alat Muat Excavator Hyundai R220-9sh

Dari grafik terlihat bahwa produksi harian selama 30 hari dari alat muat excavator Hyundai R220-9sh bervariasi dan berada pada kisaran rata-rata 100 ton/jam hingga 150 ton/jam dan produksi tertinggi pada bulan Agustus terjadi pada hari pertama dengan total produksinya berada di atas 150 ton/jam.

Produktivitas Alat Angkut

Tabel 6. Waku Kerja Alat Angkut

NO	TA(Menit)	W(Menit)
1	480	375

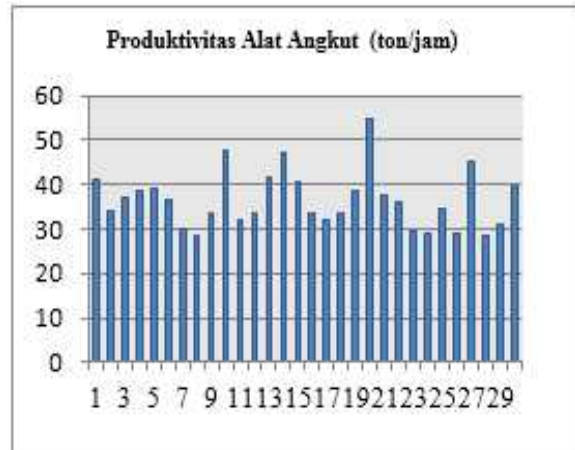
Tabel 7. Waktu Edar Alat Angkut

Ta1 (Detik)	Ta2 (Detik)	Ta3 (Detik)	Ta4 (Detik)	Ta5 (Detik)	Ta6 (Detik)	Cycle Time (Detik)
15,9	164,59	155,73	45,37	64,45	115,76	563,25

Sehingga berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa produktivitas dumptruck isuzu elf nkr 71 hd 125 adalah 27,3314 LCm/Jam. Produksi alat angkut dumptruck isuzu elf nkr 71 hd 125 ps untuk hari pertama

$$\begin{aligned}
 P &= \\
 &= \frac{3600}{563,25} \times 7 \times 0,7812 \times 0,92 \times 0,85 \\
 &= 6,3914 \times 7 \times 0,7812 \times 0,92 \times 0,85 \\
 &= 27,3314 \text{ LCm/Jam} \\
 &= 27,3314 \times 1,5 \\
 &= 40,997 \text{ ton/jam}
 \end{aligned}$$

Produksi persatu unit dumptruck isuzu elf nkr 71 hd 125 adalah 40,997 ton/jam. Untuk produksi hari ke-2 sampai hari ke-30 dihitung dengan cara yang sama. Berdasarkan hasil perhitungan, produksi harian dari alat angkut selama bulan Agustus dapat dilihat dari grafik berikut ini.

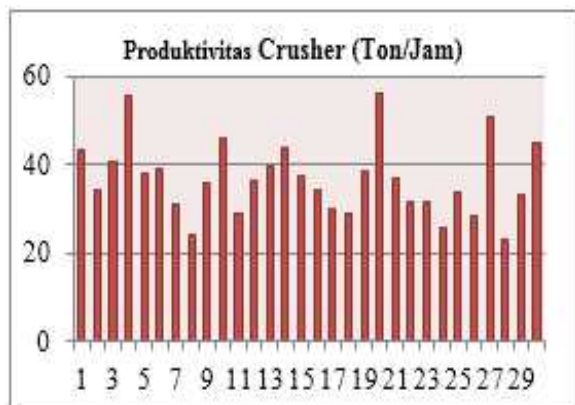


Gambar 3. Produksi Alat Angkut Dumptruck Isuzu elf NKR 71 hd 125 PS

Dari grafik terlihat bahwa produksi harian selama 30 hari dari alat angkut dumptruck bervariasi namun berada pada kisaran rata-rata 30 ton/jam hingga 40 ton/jam dan produksi tertinggi pada bulan Agustus terjadi pada hari ke-20 dengan total produksinya berada di atas 50 ton/jam.

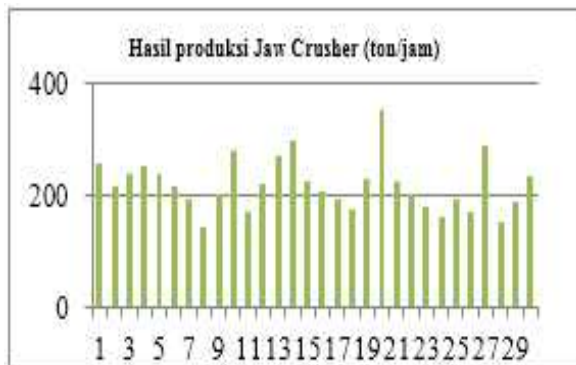
Produktivitas Jaw Crusher

Total waktu hambatan pada jaw crusher yang di peroleh di lapangan pada hari pertama adalah 124,74 menit. Maka waktu kerja efektif Primary Jaw crusher hari ke-1 = 355,26 menit. Untuk hari-hari selanjutnya dihitung dengan cara yang sama. Dan diperoleh efisiensi kerja sebesar 74,01% serta produksi unit jaw crusher adalah 43,284 ton/jam, dan untuk produktivitas hari berikutnya dihitung dengan cara yang sama.



Gambar 4. Grafik Produktivitas Jaw Crusher

Dari grafik terlihat bahwa produktivitas harian selama 30 hari dari *jaw crusher* bervariasi dan berada pada kisaran rata-rata 30 ton/jam hingga 40 ton/jam dan produksi tertinggi pada bulan Agustus terjadi pada hari ke-4 dengan total produksinya berada di atas 50 ton/jam.



Gambar 5. Grafik Produksi Jaw Crusher

Berdasarkan perhitungan di lapangan, data produksi *primary jaw crusher* selama 30 hari dari *jaw crusher* bervariasi dan berada pada kisaran rata-rata 200ton hingga 300ton dan produksi tertinggi pada bulan Agustus terjadi pada hari ke-20 dengan total produksinya berada di atas 350 ton.

Faktor-Faktor Penghambat Aalat loading-hauling) dan Primary Jaw Crusher

Faktor hambatan tersebut antara lain:

- a. Persiapan alat/shift awal
Seperti yang dapat dilihat di lapangan waktu hambatan persiapan alat/shift awal pada alat muat dengan total waktu kehilangannya selama sebulan adalah 901 menit dan untuk alat angkut total waktu kehilangan selama sebulan adalah 900 menit serta pada untuk waktu hambatan dari *primary jaw crusher* dengan total waktu kehilangan selama sebulan adalah 17,58 jam atau 1,055.1 menit, dimana waktu-waktu hambatan tersebut menyebabkan kehilangan waktu kerja yang cukup besar.
- b. Waktu istirahat
Berdasarkan perhitungan di lapangan, waktu yang hilang akibat istirahat yang berlebihan selama sebulan adalah sebesar 1050 menit untuk alat muat dan 600 menit untuk alat angkut serta 9,17 jam atau 550,2 menit untuk *primary jaw crusher* selama sebulan.
- c. Trouble pada pabrik
Sering terjadi hambatan trouble pada pabrik pada saat kegiatan peremukan material berlangsung.

- d. Berhenti bekerja lebih awal
Berdasarkan pengamatan, operator alat muat dan alat angkut berhenti bekerja sebelum waktu kerja berakhir dengan total selama bulan Agustus adalah sebesar 753 menit untuk alat muat, dan 910 menit untuk alat angkut selama sebulan.
- e. Keperluan operator
Dari hasil pengamatan dilapangan, waktu yang dibutuhkan untuk operator alat muat dan alat angkut untuk keperluan pribadi minimal adalah 450 menit untuk operator alat muat selama sebulan dan 600 menit untuk alat angkut untuk total selama sebulan.
- f. Hujan
Berdasarkan pengamatan selama dilapangan, tidak adanya kendala atau hambatan yang diakibatkan oleh hujan. Selama masa penelitian tidak adanya hujan yang turun. Sehingga tidak adanya kendala yang diakibatkan oleh hujan. Dalam hal ini nilai hambatan hujan adalah nol.
- g. Kerusakan alat
Hambatan ini tidak dapat dihindari karena waktu kerusakan alat tidak dapat direncanakan. seperti yang terlihat pada data-data nilai hambatan alat mekanis (alat angkut-muat) dan pada *crusher*. Pada alat muat terjadi kehilangan 100 menit waktu karena adanya kerusakan pada *excavator* selama sebulan (bulan Agustus), dan 315 menit waktu terbuang dari adanya kerusakan alat angkut serta 6,9 dan 5,37 jam waktu yang terbuang karena adanya kerusakan pada *jaw crusher/feeder* dan juga pada *belt conveyor*.
- h. Pengisian bahan bakar
Hambatan dapat terjadi karena diakibatkan alat kehabisan bahan bakar pada saat kegiatan peremukan sedang berlangsung.

Analisis Statistik Regresi Multivariat

Persamaan Multivariat digunakan karena dapat menghitung dan menganalisis dua atau lebih variabel secara bersamaan. Dalam pembahasan ini yang akan menjadi variabel *independent* adalah hasil produksi dari *crusher* (Y), produktivitas alat muat (X1), produktivitas alat angkut (X2) dan produktivitas *crusher* (X3)

Tabel 8. Data Produksi, Produktivitas yang Dipengaruhi Waktu Hambatan

NO	Hasil produksi <i>crusher</i> (Y)	Produktivitas alat muat (X1)	Produktivitas Alat Angkut (X2)	Produktivitas <i>Crusher</i> (X3)
1	256,235	162,506	40,997	40,540
2	215,468	157,421	34,021	32,747
3	239,918	130,779	36,910	36,256
4	254,822	118,831	38,707	38,209
5	239,924	118,137	38,906	38,522
6	215,535	126,179	36,437	36,429
7	193,913	110,572	30,220	30,206
8	143,628	129,337	28,254	27,545
9	205,814	126,920	33,375	32,062
10	281,754	98,548	47,622	47,077
11	171,259	98,598	32,112	31,302
12	220,095	109,110	33,432	32,072
13	271,255	154,227	41,733	41,424
14	298,112	108,778	47,070	46,989
15	226,028	104,707	40,482	39,603
16	206,093	110,696	33,420	34,883
17	194,804	122,669	32,022	31,587
18	174,315	83,484	33,738	33,112
19	231,549	120,761	38,591	38,203
20	354,522	122,419	54,541	53,797
21	224,757	136,114	37,459	37,067
22	204,037	132,722	36,010	35,276
23	182,238	130,369	29,552	28,695
24	163,650	111,945	28,879	27,733
25	193,170	106,179	34,59	33,851
26	173,210	126,581	28,868	28,594
27	288,313	113,597	44,931	44,091
28	152,709	93,931	28,633	28,443
29	190,336	128,648	30,873	29,411
30	205	106,457	39,496	38,679
Total	6372,629	3651,257	1091,902	1074,426

Berdasarkan perhitungan regresi linear berganda dengan perhitungan manual menggunakan *Microsoft excel* dan rumus devisiasi dari mean, didapatkan persamaan regresi sebagai berikut:

$$Y = -90,62029 + 0,043610479 X_1 + 5,0137093 X_2 + 2,07033528 X_3$$

Koefisien dari persamaan tersebut dapat diartikan sebagai berikut:

1. a = -90,62029

Tanda minus (-) pada koefisien *intercept* menunjukkan adanya hubungan saling berbanding terbalik pada produksi dan produktivitas alat-alat mekanisnya. Dimana jika ada hambatan yang mempengaruhi produktivitas alat muat (X₁), produktivitas alat angkut (X₂), dan produktivitas *crusher* (X₃), maka nilai dari total produksi material batu pecah diprediksi akan menurun sebesar 90,62029 satuan dan sebaliknya.

2. b₁ = 0,043610479

Menyatakan bahwa jika produktivitas alat muat (X₁) bertambah 1 (satu) satuan maka hasil produksi diprediksi akan meningkat

sebesar 0,043 satuan. Dan sebaliknya, jika produktivitas alat muat menurun 1 (satu) satuan maka hasil produksi akan menurun sebesar 0,043 satuan. Dengan anggapan X₂ dan X₃ tetap.

3. b₂ = 5,0137093

Menyatakan bahwa jika produktivitas alat angkut (X₂) bertambah 1 (satu) satuan maka hasil produksi *crusher* diprediksi akan meningkat sebesar 5,013 satuan. Dan sebaliknya, jika produktivitas alat angkut menurun 1 (satu) satuan maka hasil produksi pun diprediksi akan menurun sebesar 5,013 satuan. Dengan anggapan X₁ dan X₃ tetap.

4. b₃ = 2,07033528

Menyatakan bahwa jika produktivitas *crusher* (X₃) bertambah 1 (satu) satuan maka hasil produksi *crusher* diprediksi akan meningkat sebesar 2,070 satuan. Dan sebaliknya, jika produktivitas *crusher* menurun 1 (satu) satuan maka hasil produksi akan menurun sebesar 2,070 satuan. Dengan anggapan X₁ dan X₂ tetap.

Uji Coba Setiap Kenaikan Pada Model Regresi Yang Diperoleh Sebelumnya

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dilakukan perhitungan dengan persamaan regresi yang telah diperoleh sebelumnya, yakni sebagai berikut:

$$Y = 90,6203 + 0,436105X_1 + 5,013709X_2 + 2,070335X_3$$

Kemudian dimasukkan nilai variabel untuk X₁, X₂ dan X₃ kedalam persamaan tersebut untuk mengetahui hasil nilai prediksi (Algifari,2015). Sehingga diperoleh rekomendasi nilai produktivitas alat yang dapat memenuhi target produksi di lapangan.

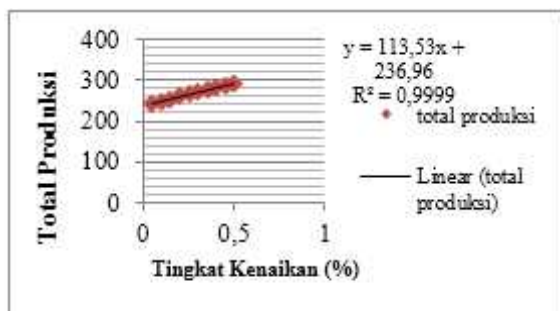
Seperti pada kenaikan 5%, tingkat peningkatan untuk alat muat adalah sebesar 124,2845 ton, untuk alat angkut 39,42ton dan untuk peningkatan produktivitas *crusher* sebesar 39,24 ton, sehingga jika pada uji ini, X₁ X₂ dan X₃ dikalikan dengan setiap kenaikan untuk memperoleh total produksi atau nilai Y-nya, maka perhitungannya menjadi:

$$Y = 90,6203 + 0,436105(124,2845) + 5,013709(39,42) + 2,070335(39,42)$$

$$Y = 242,497 \text{ ton}$$

Adapun estimasi berdasarkan persamaan multivariate yang telah didapatkan adalah dengan merekomendasikan minimum pengurangan waktu hambatan sebesar 15% sehingga hasil produksi dapat mencapai 253,86ton dan maksimum pengurangan waktu

hambatan adalah sebesar 50% sehingga diperoleh kenaikan produksi mencapai 293,658 ton.



Gambar 6. Grafik Peningkatan Produksi

Pada grafik terlihat adanya kenaikan produksi di atas 250 ton pada tingkat kenaikan 0,15 atau 15% dan produksi tertinggi yang hampir mencapai 300 ton diperoleh pada selang kenaikan 0,5 atau 50%

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pabrik peremukan yang dibangun oleh CV Sumber Jaya yakni untuk memenuhi kebutuhan akan bahan bangunan di Kabupaten Belu dan sekitarnya. Dalam proses pengerjaan untuk menghancurkan material digunakan bantuan alat-alat mekanis yakni alat angkut dan alat muat untuk menunjang aktivitas peremukan oleh *crusher*, dimana kombinasi alat muat yang digunakan adalah *excavator* Hyundai r220-9sh dan *dumptruck* Isuzu Elf NKR 71.
2. Rata-rata produktivitas actual alat muat adalah *excavator* Hyundai r220-9sh 121,708 ton/jam selama bulan Agustus, sedangkan produktivitas dari alat angkut *dumptruck* Isuzu Elf NKR 71 adalah 36,39 ton/jam dan produktivitas actual dari *crusher* adalah 36,65 ton/jam.
3. Rata—rata hasil produksi perharinya adalah 220,153 ton/hari, dimana nilai ini belum mencapai target produksi yang diharapkan oleh perusahaan yakni berkisar pada 250 ton/hari.
4. Efisiensi kerja actual untuk alat-alat mekanis tersebut saat ini antara lain 69,81% untuk alat muat, 75,24% untuk alat angkut, dan 75,61% untuk *crusher*.
5. Adanya faktor-faktor hambatan yang mempengaruhi kinerja dari alat-alat mekanis yaitu berkaitan dengan persiapan awal yang terlambat, waktu istirahat yang terlalu lama, adanya *trouble* pada pabrik, adanya kerusakan alat, berhenti kerja sebelum

waktunya, dan juga waktu hambatan yang disebabkan oleh keperluan operator yang dapat menghambat pekerjaan.

6. Persamaan multivariat yang diperoleh dari hubungan kerja antara produktivitas alat muat (X_1), produktivitas alat angkut (X_2), dan produktivitas *crusher* (X_3) yang dipengaruhi oleh hambatan-hambatan terhadap total produksi material batu pecah (Y) yakni $Y = -90,62029 + 0,043610479 X_1 + 5,0137093 X_2 + 2,07033528 X_3$ dan dari persamaan tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwasannya produktivitas dari alat angkut lebih mendominasi hasil produksi material batu pecah.

Saran

1. Perlu adanya pengawasan terhadap waktu kerja yang telah ditetapkan untuk mencegah hambatan-hambatan yang terjadi selama bekerja, yaitu dengan pengawasan langsung oleh pengawas lapangan.
2. Mengurangi atau meminimalisir hambatan-hambatan di lapangan untuk meningkatkan efisiensi kerja alat-alat mekanisnya.
3. Untuk meminimalisir kurangnya efisiensi kerja pada *excavator*, maka diharapkan agar ketika *dumptruck* sedang melakukan *dumping* pada *hopper*, *excavator* tidak hanya menunggu tetapi bisa melakukan kegiatan penggalian untuk mengumpulkan material-material yang berada pada *stockpile*.
4. Agar target produksi dapat tercapai maka dapat diterapkan rekomendasi hasil persamaan regresi multivariate pengaruh hambatan pada produktivitas alat muat, alat angkut, dan *crusher* terhadap hasil produksi material batu pecah.
5. Diperlukan pengaturan terhadap ritase *articulated dump truck* untuk mengurangi *waiting equipment* pada *crusher*.
6. Perlu adanya kesiapan dari tim mekanik untuk mengurangi waktu yang terbuang akibat adanya kerusakan dari alat muat dan alat angkut yang tidak terduga.

DAFTAR PUSTAKA

- Rukmana, R. R., Iskandar H., Arief T. 2019. "Evaluasi Produktivitas Roll Crusher Untuk Mencapai Target Produksi Claystone PT Semen Baturaja", *Jurnal Ilmu Teknik Pertambangan*, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Volume 3 No 3.

- Prodjosumarto, Partanto.1993. “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi, Bandung.
- Supranto. 2004. “*Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*”, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Ghozali, 2016. “*Aplikasi Analisis Multivariat dengan Program IBM SPSS (Edisi ke-4)*”. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Gujarati, D.N. 2004. “*Basic Econometrics.4th ED*”. New York: MC Graw-Hill