

Optimalisasi Pengumpanan *Crusher* dan Analisis Regresi Multivariat Terhadap Waktu Kerja Untuk Meminimalisir *Losstime* Agar Tercapai Target Produksi 300.000 Ton pada Penambangan Batu Granit Di PT. Trimegah Perkasa Utama

Ersila Maharani^{1*}, and Adree Octova¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*maharaninov@gmail.com

**adree@ft.unp.ac.id

Abstract. PT. Trimegah Perkasa Utama is one private company engaged in the contracting of granite mining. In the mining process, PT. Trimegah Perkasa Utama aims to produce 300,000 tons in a month. However, based on actual production data in January - March 2019 the production target has not been achieved. Based on the results of field observations, it was found that one of the factors which causing the production target has not be achieved is the number of obstacles that occur in loading hauling equipment and primary crusher units. Therefore, the Overall Equipment Effectiveness method is used to optimize the crusher feed and the Multivariate Analysis method to get the optimum time of *losstime*. Based on the research results obtained the equation model of time production loading hauling activities, Nordberg primary crusher and Jaques primary crusher are $Y = -326,865 + 34.28567 X_1 + 564.6184 X_2 + 748.8142 X_3$. With the feed value production by optimization with the OEE method is 404,607,805 tons and the equation model of the idle time and delay time for the production of granite from each unit of the primary crusher is $Y = 10115,19 - 259.22 X_1 - 296,443 X_2$. In jaques and Y units = $7873,46 - 60,069 X_1 - 283,198 X_2$ in nodberg units

Keywords: Granit, *Jaques Primary Crusher*, Multivariat, *Nordberg Primary Crusher*, Optimalisasi Produksi

1 Pendahuluan

Salah satu kawasan di Indonesia yang banyak memproduksi granit sebagai bahan agregat adalah Kabupaten Karimun Kepulauan Riau PT. Trimegah Perkasa Utama adalah salah satu perusahaan yang bergerak dibidang kontraktor penambangan batu granit dan bekerja sama dengan PT. Riaualam Anugrah Indonesia sebagai pemilik lokasi penambangan sejak tahun 2006. PT. Trimegah Perkasa Utama menggunakan metode penambangan *open pit* dengan sistem penambangan *quarry*.

Sebelum dapat dimanfaatkan sebagai bahan agregat, batu granit harus melalui tahap pengolahan terlebih dahulu. Pada tahap pengolahan ini, PT. Trimegah Perkasa Utama menggunakan alat peremuk (*crusher*) untuk mereduksi ukuran material batu granit. PT. Trimegah Perkasa Utama Memiliki 2 unit *primary crushing plant* yaitu unit *jaques primary crushing plant* dan *Nordberg primary crushing plant* yang masing-

masing dilengkapi dengan 1 unit *jaw crusher*. Akan tetapi, unit *primary crushing plant* tersebut belum mampu untuk memenuhi target produksi perusahaan sebesar 300.000 ton/bulan. Terbukti dengan pencapaian produksi aktual pada tahun 2019 pada bulan januari hingga maret yang tidak pernah mencapai target produksi. Yang mana produksi pada bulan Januari sebesar 254.961 ton, bulan Februari sebesar 235.593,90 ton dan pada bulan Maret sebesar 264.012 ton.

Hasil pengamatan dilapangan menunjukkan bahwa salah satu factor yang menyebabkan tidak tercapainya target produksi ini adalah banyaknya hambatan yang terjadi selama proses peremukan berlangsung. Salah satu hambatan yang ditemukan adalah hambatan pada alat muat dan alat angkut. Dimana efisiensi alat angkut pada bulan April 2019 hanya sebesar 51,11% dengan waktu kerja rata-rata 245,3077 jam dari 480 jam yang tersedia.

Karena belum tercapainya jumlah umpan yang sesuai untuk *primary crusher*, diperlukan upaya optimalisasi produksi pada tahap pemuatan dan

pengangkutan material batu granit ini. Salah satu metode optimalisasi produksi yang umum digunakan pada pertambangan adalah metode *Overall Equipment Effectiveness (OEE)*. *Overall Equipment Effectiveness (OEE)* merupakan alat pengukuran performa proses produksi yang dapat mengukur bermacam macam *losses* produksi dan mengidentifikasi potensi *improvement*.^[1]

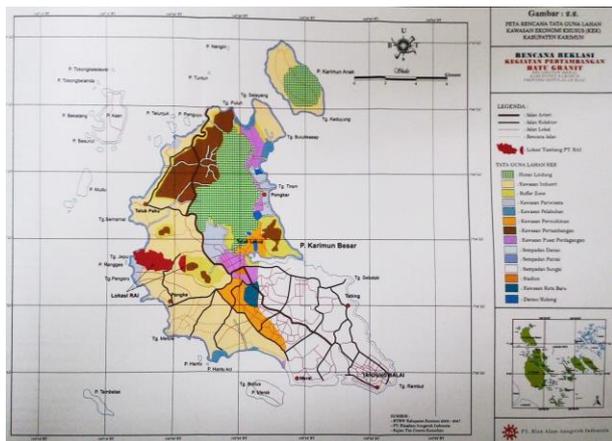
Selain hambatan pada proses pengangkutan material, terdapat juga hambatan lain pada *crusher* yang turut mempengaruhi tingkat produktivitas. Hal ini dibuktikan dengan nilai efisiensi unit *crusher* pada bulan April 2019 yang hanya 30,217% pada *Jaques primary crusher* dan 31,62% pada *Nordberg primary crusher*, dimana waktu kerja *crusher* pada unit *Jaques Primary Crusher* adalah 169,82 jam dari total 562 jam yang tersedia dan pada unit *Nordberg Primary Crusher* adalah 178,95 jam dari total 566 jam yang tersedia

Berdasarkan masalah diatas perlu dilakukan tindakan terhadap faktor yang menyebabkan produksi pada unit *crusher* tidak terpenuhi. Salah satu analisis yang dapat dilakukan dari permasalahan diatas adalah analisis multivariat. Analisis multivariat digunakan karena dapat menghitung dan menganalisis lebih dari dua variabel bersamaan. Dimana, pada persamaan multivariat ini terdapat 2 variabel yaitu, variabel bebas dan variabel terikat yang diduga memiliki korelasi antara satu sama lain. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan terjadinya perubahan pada variabel terikat.^[2]

2 Tinjauan Pustaka

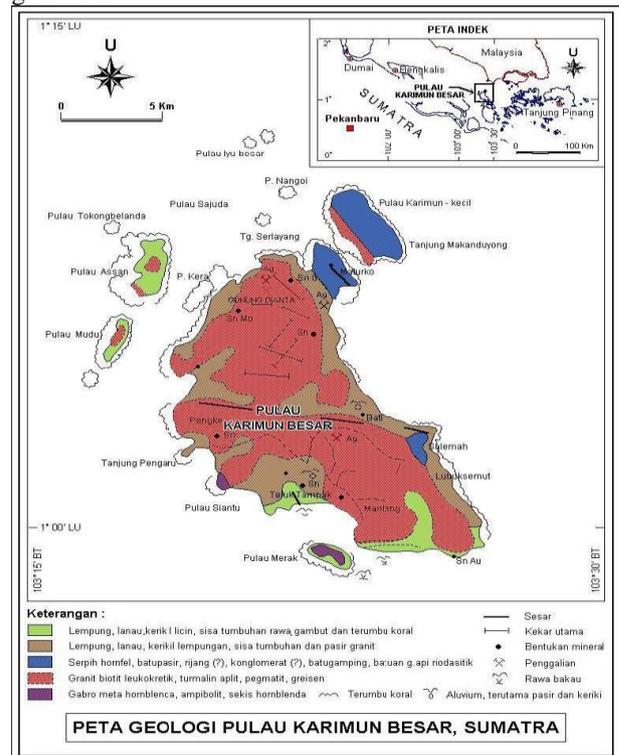
2.1 Lokasi Penelitian

PT. Trimegah Perkasa Utama berada di Bukit Potot, Desa Pangke, Kecamatan Meral Kabupaten Karimun, Provinsi Kepulauan Riau yang secara astronomis terletak pada koordinat 1° 3' 1,95" - 1° 3' 40,12" Lintang Utara dan 103° 18' 44,51" - 103° 20' 10,79" Bujur Timur, berjarak sekitar 50 mil laut dari Singapura dan sekitar 70 mil laut dari Batam. Peta pulau Karimun dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Peta Pulau Karimun

Peta Geologi Kabupaten Karimun dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Peta Geologi Pulau Karimun

2.2 Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar alat gali muat terdiri dari waktu penggalian material, waktu *swing* isi, waktu menumpahkan material dan waktu *swing* kosong. Maka formulasi perhitungan waktu edar alat gali muat adalah^[3]:

$$C_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \quad (1)$$

Keterangan :

- C_m = Cycle time gali-muat (detik)
- T_{m1} = Waktu menggali material (detik)
- T_{m2} = Waktu *swing loaded* (detik)
- T_{m3} = Waktu *dumping* (detik)
- T_{m4} = Waktu *swing empty* (detik)

2.3 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar sangat penting pengaruhnya terhadap produksi kerja alat karena waktu edar menjadi variabel dalam perhitungan jumlah *rate* yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja. Semakin kecil waktu edar maka akan semakin besar juga jumlah produktivitas yang akan dihasilkan. Adapun cara menghitung *cycle time* alat gali angkut adalah^[3]:

$$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \quad (2)$$

Keterangan:

- T_{a1} = Waktu mengatur posisi untuk diisi muatan (menit)
- T_{a2} = Waktu diisi muatan (menit)
- T_{a3} = Waktu mengangkut muatan (menit)
- T_{a4} = Waktu mengatur posisi utk menumpahkan muatan
- T_{a5} = Waktu menumpahkan muatan (menit)
- T_{a6} = Waktu kembali kosong (menit)

2.4 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Produktivitas adalah laju material yang dapat dipindahkan atau dialirkan persatuan waktu (biasanya per jam). Pemindahan material dihitung berdasarkan volume (m^3 atau yd^3), sedangkan pada batubara biasanya kapasitas produksi dalam ton. Kemampuan produktivitas alat gali muat dan alat angkut merupakan besarnya produktivitas yang terpenuhi secara real oleh alat gali muat dan alat angkut berdasarkan pada kondisi yang dapat dicapai.

2.4.1 Produktivitas Alat Gali Muat

Untuk memperkirakan produktivitas alat gali muat, dapat digunakan rumus berikut ini^[3]:

$$Q = q \times \frac{3600}{Cm} \times E \quad (3)$$

$$q = q_1 \times k \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas (m^3 /jam)

q_1 = Kapasitas *Bucket* (m^3)

k = *Bucket Fill Factor*

Cm = *Cycle Time* (Detik)

E = Efisiensi Kerja (%)

2.4.2 Produktivitas Alat Angkut

Untuk memperkirakan produktivitas alat angkut, dapat digunakan rumus berikut ini:

$$P = C \times \frac{60}{Cmt} \times Et \times M \quad (5)$$

$$C = n \times q_1 \times k \quad (6)$$

Keterangan:

P = Produktivitas *dump truck* (m^3 /jam)

C = Produksi per siklus (m^3)

Cmt = Waktu Siklus *dump truck* (menit)

Et = Efisiensi *dump truck* (%)

M = Jumlah *dump truck* yang dioperasikan

2.4.3 Match Factor

Untuk menghitung *match factor*, dapat digunakan rumus berikut ini^[4]:

$$MF = \frac{Na \times CTm \times n}{CTa \times Nm} \quad (7)$$

Keterangan:

MF = Faktor keserasian kerja alat berat

Na = Jumlah alat angkut

CTm = *Cycle time* alat muat

n = Jumlah Pengisian

CTa = *Cycle time* alat angkut

Nm = Jumlah alat muat

2.5 Ketersediaan Penggunaan Alat

Ada beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektifitas pengoperasiannya antara lain^[5]:

2.5.1 Mechanical Availability (MA)

Mechanical Availability adalah suatu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah:

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

Keterangan:

W = Jam kerja efektif alat

R = Jam perbaikan alat

S = Jam *standby* alat

2.5.2 Physical Availability (PA)

Physical Availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100 \% \quad (9)$$

2.5.3 Use of Availability (UA)

Angka *Use of Availability* biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan. Persamaannya adalah:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100 \% \quad (10)$$

2.5.4 Effective Utilization (EUT)

Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah:

$$Eut = \frac{W}{W + R + S} \times 100 \% \quad (11)$$

2.6 Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan Bahan Galian adalah bagian dari tahapan penambangan untuk mempersiapkan *ore* agar dapat di ekstraksi mineral berharganya untuk menghasilkan produk. Adapun tahapan umum yang dilakukan pada pengolahan bahan galian adalah sebagai berikut^[6]:

2.6.1 Comminution

Karena sebagian besar material berasosiasi dengan pengotor, maka mereka harus “dibuka” dan “dibebaskan” sebelum pemisahan material dapat dilakukan. Kominusi dilakukan untuk memperkecil ukuran dari *ore* sehingga didapatkan material bersih yang bisa dipisahkan dari pengotornya. Kominusi

umumnya dilakukan dengan dua cara, yaitu peremukan (*crusher*) dan penghalusan (*grinding*).

2.6.2 Sizing

Setelah bahan galian atau bijih diremuk dan digerus, maka akan diperoleh bermacam-macam ukuran partikel, sehingga dilakukan proses *sizing*. *Sizing* merupakan proses pengelompokan mineral berdasarkan besar dari ukuran butuhnya. *Sizing* dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu:

- Screening*, adalah proses pemisahan ukuran material berdasarkan menggunakan ayakan.
- Classification*, adalah proses pemisahan dua material atau lebih yang bercampur berdasarkan kecepatan jatuh material tersebut dalam media fluida.

2.6.3 Concentration

Agar bahan galian yang mutu atau kadarnya rendah dapat diolah lebih lanjut, yaitu diambil (diekstrak) logamnya, maka kadar bahan galian itu harus ditingkatkan dengan proses konsentrasi

2.6.4 Dewatering

Dewatering atau *solid-liquid separation* Bertujuan untuk mengurangi kandungan air yang ada pada konsentrat yang diperoleh dari proses basah.

2.7 Analisis Regresi Linear Berganda

Regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara variabel bebas (X_1 dan X_2) dengan variabel terikat (Y) yang menggunakan rumus regresi linier berganda. Analisis ini untuk mengetahui arah hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat, apakah masing-masing variabel bebas berhubungan positif atau negatif dan memprediksi perubahan variabel terikat akibat pengaruh dari nilai variabel bebas.

Uji regresi berganda digunakan untuk meramalkan nilai variabel terikat (Y) apabila variabel bebas minimal dua atau lebih. Uji regresi ganda adalah alat analisis peramalan nilai pengaruh dua variabel bebas atau lebih terhadap satu variabel terikat (untuk membuktikan ada atau tidaknya hubungan fungsional atau hubungan kausal antara dua variabel bebas atau lebih, (X_1) (X_2) (X_3) (X_n) dengan satu variabel terikat).^{[7][14]}

2.7.1 Model Regresi Linear Berganda

Regresi linear berganda adalah regresi dimana variabel terikatnya (Y) dihubungkan lebih dari satu variabel, dengan dua atau lebih variabel bebas (X_1, X_2, \dots, X_n) namun masih menunjukkan diagram hubungan yang linear.

Hubungan linear lebih dari dua variabel bila dinyatakan dalam bentuk persamaan matematis adalah^[7]:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \quad (12)$$

Y = variabel terikat (nilai duga Y)

a, b_1, b_2, b_n = koefisien regresi

X_1, X_2, X_n = variabel bebas

e = kesalahan pengganggu (*disturbance term*) artinya nilai-nilai dari variabel lain yang tidak dimasukkan kedalam persamaan

2.7.2 Regresi Linear Berganda Dengan Dua Variabel Bebas

Jika sebuah variabel terikat dihubungkan dengan dua variabel bebas maka persamaan regresi linear bergandanya dituliskan^[7] :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (13)$$

Keterangan :

Y = variabel terikat (nilai duga Y)

X_1, X_2 = variabel bebas

a, b_1, b_2 = koefisien regresi linear berganda

a = nilai Y , apabila $X_1 = X_2 = 0$

b_1 = besarnya kenaikan/penurunan Y dalam satuan, jika X_1 naik/turun dan X_2 konstan

b_2 = besarnya kenaikan/penurunan Y dalam satuan, jika X_2 naik/turun dan X_1 konstan

$- / +$ = tanda yang menunjukkan arah hubungan antara Y dan X_1 atau X_2

3 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen, dimana metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. metode kuantitatif sering juga disebut metode tradisional, positivistik, ilmiah (*scientific*) dan metode *discovery*. Metode kuantitatif dinamakan metode tradisional, karena metode ini sudah cukup lama digunakan sehingga sudah mentradisi sebagai metode untuk penelitian.^[8]

Penelitian kuantitatif merupakan studi yang diposisikan sebagai bebas nilai (*value free*) dengan kata lain, penelitian kuantitatif sangat ketat menerapkan prinsip-prinsip objektivitas itu diperoleh antara lain melalui penggunaan instrument yang telah di uji validitas dan reliabilitasnya.^[9]

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data

4.1.1 Jam Kerja Loading Hauling

Jam kerja efektif adalah waktu kerja yang sesungguhnya yang digunakan pada operasi penambangan, adapun jam kerja yang tersedia kegiatan penambangan pada PT. Trimegah Perkasa Utama adalah 480 jam yang

terdiri dari 2 shift kerja perharinya dengan distribusi waktu kerja yang berbeda pada tiap hari kerjanya.

Tabel 1. Jadwal Kerja Harian Pada Hari Minggu

Shift	Waktu (WIB)	Keterangan	Rentang Waktu (Jam)
Shift I	07.00-12.00	Produksi	5
	12.00-13.00	Istirahat	1
	13.00-16.00	Produksi	3
Total Waktu Tersedia			9

Tabel 2. Jadwal Kerja Harian Pada Hari Jumat

Shift	Waktu (WIB)	Keterangan	Rentang Waktu (Jam)
Shift I	07.00-11.00	Produksi	4
	11.00-13.00	Istirahat	2
	13.00-16.00	Produksi	3
Shift II	16.00-21.00	Produksi	5
	21.00-22.00	Istirahat	1
	22.00-03.00	Produksi	5
Total Waktu Tersedia			20

Tabel 3. Jadwal Kerja Harian Pada Hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis dan Sabtu

Shift	Waktu (WIB)	Keterangan	Rentang Waktu (Jam)
Shift I	07.00-12.00	Produksi	5
	12.00-13.00	Istirahat	1
	13.00-16.00	Produksi	3
Shift II	16.00-21.00	Produksi	5
	21.00-22.00	Istirahat	1
	22.00-03.00	Produksi	5
Total Operasi			20

4.1.2 Jenis dan Peralatan Yang Digunakan

Tabel 4. Jumlah Peralatan Utama Pada PT. Trimegah Perkasa Utama

No.	Jenis Alat	Jumlah Alat yang Bekerja
1	Excavator Volvo EC 700 CL	2 unit
2	Articulated Dump Truck CAT 740	13 unit

4.1.3 Waktu Standby, Waktu Repair dan Waktu Kerja Efektif

Tabel 5. Distribusi Waktu Kerja Excavator

TA (Jam)	(W) (Jam)	(S) (Jam)	(R) (Jam)
480	405,5	17,75	56,75

Tabel 6. Distribusi Waktu Kerja Articulated Dump Truck

TA (Jam)	(W) (Jam)	(S) (Jam)	(R) (Jam)
480	245,3077	72,7308	17,75

4.1.4 Waktu Edar Peralatan

Tabel 7. Waktu Edar Excavator Volvo EC 700 CL

Gali (detik)	Swing isi (detik)	Tumpah (detik)	Swing kosong (detik)	Cycle Time (detik)
8,185	5,265	4,27	5,35	23,064

Tabel 8. Waktu Edar Articulated Dump Truck CAT 740

Ta1 (detik)	Ta2 (detik)	Ta3 (detik)	Ta4 (detik)	Ta5 (detik)	Ta6 (detik)	Ta7 (detik)
41,48	143,85	273,27	28,11	25,76	237,74	794,52

4.1.5 Jam Kerja Crusher

Tabel 9. Rekap Jam Kerja Jaques Primary Crusher

Waktu Tersedia	Repair	Standby	Produksi
562.00	64.40	327.78	169.82

Tabel 10. Rekap Jam Kerja Jaques Primary Crusher

Waktu Tersedia	Repair	Standby	Produksi
566.00	49.78	337,27	178.95

4.2 Pembahasan

4.2.1 Persamaan Multivariat Dari Waktu Produksi Aktual

Persamaan Multivariat digunakan karena dapat menghitung dan menganalisis dua atau lebih variabel secara bersamaan. Dalam pembahasan ini yang akan menjadi variabel *independent* adalah waktu Produksi dari *loading hauling material*(X1), waktu produksi unit *Nordberg Primary Crusher*(X2) dan waktu produksi dari *Jaques Primary Crusher*(X3).

Tabel 11. Data Produksi (Ton), Waktu Idle (Jam) dan Waktu Delay (Jam)

No	Y (Produksi)	X1 (Loading Hauling)	X2 (Nordberg)	X3 (Jaques)
1	5992	10.61	5.583	4.183
2	8232	10.6	7.833	4.817
3	8260	8.74	7.700	5.600
4	6944	8.29	1.317	9.133
5	7896	8.38	2.467	8.833
6	10500	10.85	4.867	9.333
7	2996	3.31	4.833	0.000
8	8624	9.46	5.500	7.633
9	11088	9.82	7.800	9.617
10	5796	8.87	10.267	0.000
11	7616	10.06	13.433	0.000
12	7532	9.65	10.633	1.950
13	8736	10.06	8.983	4.883
14	4172	2.22	0.000	5.150
15	8092	9.32	4.517	7.317
16	5656	7.62	5.700	3.933
17	5936	7.91	4.217	4.717
18	6412	5.96	0.000	10.117
19	3248	6.39	0.000	4.283
20	2996	2.36	0.000	4.500

21	15092	11.09	11.133	10.600
22	12376	10.69	6.683	10.283
23	12012	11.29	10.650	8.417
24	10108	9.6	11.667	4.333
25	8344	9.21	6.817	7.000
26	10696	10.89	8.600	8.033
27	3024	3.09	5.833	0.000
28	10724	10.64	11.917	5.650
29	8036	8.5	0.000	9.500
Jumlah	227136	245.453	178.95	169.817
Rata-rata	7832.28	8.46	6.171	5.856

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

$$Y = -326,865 + 34,28567 X1 + 564,6184 X2 + 748,8142 X3$$

Koefisien dari persamaan tersebut dapat diartikan sebagai berikut:

1) $a = -326,865$

Menyatakan bahwa jika tidak ada pengaruh dari waktu kerja efektif dari *loading hauling*(X1), *jaques primary crusher* (X2) dan *nordberg primary crusher* (X3) maka nilai dari total produksi batu granit adalah -326,865 satuan

2) $b1 = 34,28567$

Menyatakan bahwa setiap penambahan waktu kerja efektif dari *loading hauling* satu satuan maka, total produksi meningkat sebesar 34,28567 satuan. Dan sebaliknya, jika waktu kerja efektif dari *loading hauling* turun satu satuan, maka produksi juga diprediksi mengalami penurunan sebesar 34,28567 satuan dengan anggapan X2, dan X3 tetap

3) $b2 = 564,6184$

Menyatakan bahwa setiap penambahan waktu kerja efektif unit *Nordberg primary crusher* satu satuan maka, produksi di prediksi mengalami kenaikan sebesar 564,6184 satuan. Dan sebaliknya, waktu kerja efektif unit *jaques primary crusher* turun satu satuan maka produksi juga diprediksi mengalami penurunan sebesar 564,6184 satuan dengan anggapan X1 dan X3 tetap

4) $b3 = 748,8142$

Menyatakan bahwa setiap penambahan waktu kerja efektif unit *Nordberg primary crusher* satu satuan maka, produksi di prediksi akan mengalami kenaikan sebesar 748,8142 satuan. Dan sebaliknya, jika waktu efektif unit *jaques primary crusher* mengalami penurunan satu satuan maka produksi di prediksi mengalami penurunan sebesar 748,8142 satuan dengan anggapan X1 dan X2 tetap.

Berdasarkan perhitungan regresi linear berganda didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,974656, artinya waktu produksi dari *loading hauling*, *jaques primary crusher* dan *Nordberg primary crusher* terhadap total produksi batu granit adalah sebesar 97,4656 % sementara 2,5344% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain diluar model regresi. Sedangkan koefisien korelasi (R) yang didapatkan adalah 0,9873 yang menunjukkan bahwa

korelasi antara waktu produksi dari *loading hauling*, *jaques primary crusher* dan *Nordberg primary crusher* terhadap total produksi batu granit adalah sangat kuat.

4.2.2 Perhitungan Effisiensi Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Tabel 12. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Kesiediaan Alat

No	Nama Alat	MA	PA	UA	EU
		%	%	%	%
1	Excavator Volvo EC 700 CL	87,72	88,2	95,8	84,5
2	Articulated Dump Truck CAT 740	77,13	84,8	60,2	51,1

4.2.3 Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Tabel 13. Rekapitulasi Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

No	Nama Alat	Jumlah Alat (Unit)	Effisiensi Kerja (%)	Produksi Perjam (m ³)	Total Produksi Perjam (ton/jam)	Total Produksi (ton)
1	Excavator Volvo EC 700 CL	2	83,54	442,034	1350,507	227.595,16
2	Articulated Dump Truck CAT 740	13	51,11	44,47	924,983	

4.2.4 Perhitungan Keserasian Kerja

Jumlah alat angkut yang bekerja (Na) : 13 unit

Jumlah alat galimuat yang bekerja (Nm): 2 unit

Waktu edar alat angkut (Cta) : 13,24 menit

Waktu edar alat gali muat (Ctm) : 0,3843 menit

Banyak pengisian *bucket* (n) : 6 kali

Maka :

$$MF = \frac{Na \times Ct \times n}{Nm \times Cta} = \frac{13 \times 0,3843 \times 6}{2 \times 13,24} = 1,13$$

4.2.5 Perhitungan Produksi Dengan Menggunakan OEE

Overall Equipment Effectiveness (OEE) adalah metode pengukuran efektivitas penggunaan suatu peralatan. OEE dikenal sebagai salah satu aplikasi program total *productive maintenance* (TPM)^{[1][10][13]}

OEE merupakan ukuran menyeluruh mengidentifikasi tingkat produktivitas mesin/peralatan dan kinerja secara teori. Pengukuran ini sangat penting untuk mengetahui area mana yang perlu ditingkatkan produktivitas maupun efisiensi mesin/peralatan^{[1][10][11][12]}

Berikut adalah komponen yang akan dihitung dalam OEE^{[1][10][11][12][13]}:

Availability Factor (A)

$$A = \frac{AT}{TT} \quad (14)$$

Keterangan:

AT = Waktu kerja yang telah direncanakan atau waktu kerja tersedia

TT = Waktu yang tersedia berdasarkan kalender

Utilisation Factor (U)

$$U = \frac{UT}{AT} \quad (15)$$

Keterangan:

UT = Waktu pemanfaatan yaitu waktu yang benar-benar digunakan unit untuk bekerja

Speed Factor (S)

$$S = \frac{CTp}{CTa} \quad (16)$$

Keterangan:

CTp = Cycle Time Plan

CTa = Cycle Time Actual

Bucket Factor (B)

$$B = \frac{Oac}{Opc}$$

Keterangan:

Oac = Kapasitas bucket actual

Opc = Kapasitas bucket plan

OEE of Equipment dirumuskan sebagai berikut:

$$OEE = A \times U \times S \times B$$

Untuk menghitung produksi pada waktu tertentu dapat digunakan rumus:

$$O = Opc \times \frac{TT \times 3600}{CTp} \times OEE$$

Sehingga berdasarkan perhitungan optimalisasi produksi menggunakan OEE didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 14. Rekapitulasi Produksi Dengan OEE

ADT	A	U	S	B	OEE	O (Ton)
CAT 740	0,667	0,511	0,83	0,875	0,249	31129,95

Dari hasil perhitungan produksi (O) dengan menggunakan metode OEE diperoleh hasil 31129,95028 ton. Ini berarti satu unit ADT dapat menghasilkan 31123,667 ton batu granit. Sehingga untuk 13 unit ADT mampu menghasilkan produksi sebesar 31123,667 x 13 Unit ADT = 404607,805 Ton batu granit.

4.3 Produksi Berdasarkan Simulasi Umpan Berdasarkan Optimalisasi Metode OEE

Simulasi ini bertujuan untuk melihat seberapa besar waktu hambatan *crusher* seperti *no feed* dan *stone block* dapat ditekan setelah jumlah umpan yang tersedia sudah memenuhi target produksi yakni 300.000 ton. Simulasi dilakukan dengan menganggap bahwa keadaan dan kondisi kerja pada material umpan 404.607,805 ton sama dengan keadaan pada material umpan aktual, sehingga simulasi ini dilakukan berdasarkan perbandingan.

Pada keadaan aktual, umpan yang masuk kedalam *crusher* adalah 230.300 ton sedangkan total produksi yang dihasilkan adalah 227.136 ton. Sehingga didapatkan perbandingan *output* dan *input crusher* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{output crusher (produksi)}}{\text{input crusher (umpan)}} \times 100\% \\ &= \frac{227.136}{230.300} \times 100\% \\ &= 98,626\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan didapatkan nilai perbandingan *input* dan *output crusher* adalah 98,626% artinya terdapat 1,374% atau setara 3164 ton material batu granit yang terbuang. Material ini adalah material *stone block* yang dikeluarkan dari *crusher* karena ukurannya lebih besar dari bukaan *crusher* sehingga tidak dapat direduksi oleh *crusher*.

Selanjutnya dapat dihitung total *output* yang akan didapatkan dengan jumlah umpan sebesar 404.607,805 ton adalah:

$$\begin{aligned} \text{Output crusher} &= \text{input} \times 98,626\% \\ &= 404.607,805 \text{ ton} \times 98,626\% \\ &= 399.049,0595 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan perbandingan, maka didapatkan nilai total *output crusher* untuk umpan sebesar 404.607,805 ton adalah 399.049,0595 ton. Sehingga jumlah *stone block* yang akan terjadi adalah 5558.7455 ton.

Telah dijabarkan sebelumnya, bahwa PT. Trimegah Perkasa Utama memiliki 2 unit *primary crusher* yaitu *Jaques Primary Crusher* dan *Nordberg Primary Crusher* yang masing-masing menghasilkan 129.024 ton dan 98.112 ton. Dengan perbandingan produksi sebagai berikut:

$$\frac{\text{produksi jaques primary crusher}}{\text{produksi nordberg primary crusher}} = \frac{129.024}{98.112} = \frac{1.315}{1}$$

Jadi, didapatkan perbandingan produksi dari unit *jaques primary crusher*: *Nordberg primary crusher* adalah 1.315 : 1 atau sama dengan 56,8% : 43,2%. Selanjutnya dapat disimulasikan total produksi dari masing-masing unit *primary crusher* dan total hambatan yang terjadi apabila total umpan yang masuk adalah 404.607,805 ton

4.3.1 Jaques Primary Crusher

Simulasi Produksi Yang dihasilkan

Produksi pada *jaques primary crusher* dapat dihitung dengan mengalikan persentase produksi *jaques primary crusher* dengan total produksi keseluruhan sebagai berikut:

$$\frac{56,8}{100} \times 399.049,0595 = 226.659,866 \text{ ton}$$

Simulasi Waktu Produksi dan *No Feed* Yang Terjadi

Waktu produksi yang terjadi dapat dihitung dengan membagi produksi yang dihasilkan dengan kapasitas aktual dari *crusher* sebagai berikut:

$$\frac{226.659,866 \text{ ton}}{758,3 \text{ ton/jam}} = 298,9 \text{ jam}$$

Waktu produksi *jaques primary crusher* meningkat dari 169,8 jam menjadi 298,9 jam yang artinya waktu *no feed* telah ditekan sebesar 129,1 jam. Sehingga waktu *no feed* yang sebelumnya 130 jam dapat ditekan menjadi 0,9 jam atau 54 menit.

Simulasi Waktu dan Tonnase *Stone Block* Yang Terjadi

Stone block terjadi karena adanya material umpan yang besarnya tidak sesuai dengan bukaan pada *crusher*. Dengan menganggap bahwa ukuran/fragmentasi umpan yang masuk pada simulasi sama dengan ukuran umpan aktual, maka semakin banyak umpan yang masuk akan semakin besar pula *stone block* yang terjadi, sehingga:

Pada produksi sebesar = 129.024 ton
Stone Block yang terjadi = 6,183 Jam
 Pada produksi sebesar = 226.659,866
stone block yang terjadi?

$$\frac{6,183 \text{ jam}}{\text{stone block}} = \frac{129.024 \text{ ton}}{226.659,866 \text{ ton}}$$

$$\text{Stone block} = \frac{6,183 \text{ jam} \times 226.659,866 \text{ ton}}{129.024 \text{ ton}}$$

$$\text{Stone block} = 10,86 \text{ jam}$$

Waktu *stone block* pada *jaques primary crusher* meningkat dari 6,183 jam menjadi 10,86 jam. Selanjutnya, dapat dihitung tonasse dari *stone block* yang terjadi dengan menggunakan perbandingan pada keadaan aktual dan simulasi sebagai berikut:

Stone Block yang terjadi = 6,183 Jam
 Tonnase *stone block* = 706,246 Ton
Stone Block yang terjadi = 10,86 Jam

Tonnase *stone block* yang terbuang?

$$\frac{706,246 \text{ Ton}}{\text{stone block}} = \frac{6,183 \text{ Jam}}{10,86 \text{ Jam}}$$

$$\text{Stone block} = \frac{10,86 \times 706,246}{6,183}$$

$$\text{Stone block} = 1240,47 \text{ Ton}$$

Tabel 15. Rekapitulasi Distribusi Waktu Kerja Aktual dan Simulasi Pada *Jaques Primary Crusher*

No	Status	Aktual	Simulasi
1	Produksi	129.024 Ton	226.659,87 Ton
2	Waktu Produksi	169,8 Jam	298,9 Jam
3	Waktu <i>No Feed</i>	130 Jam	0,9 Jam
4	Waktu <i>Stone Block</i>	6,183 Jam	10,86 Jam
5	Tonnase <i>Stone Block</i>	706,246 Ton	1240,47 Ton

Tabel 16. Rekapitulasi Distribusi Waktu Kerja Setelah Simulasi

Production Time		
1	Waktu Produksi	298,9
Total		298,9
Idle Time		
No	Status	Durasi (Jam)
1	Perbaikan <i>Jaw</i>	12
2	Perbaikan <i>Belt</i>	6
3	Electric	4.15
4	Rain	3.483
5	Perbaikan <i>Feeder</i>	1.75
6	Perbaikan <i>Screen</i>	1
7	Perbaikan <i>Hopper</i>	1
Total		29.383
Delay Time		
No	Status	Durasi (Jam)
1	<i>No Feed</i>	0,9
2	Waiting Equipt	108,307
3	Time Break	71
4	Maintannance Awal	26.00
5	Checking Component	16.65
6	<i>Stone Block</i>	10,86
Total		233,717
Total Waktu Tersedia		562

Tabel 17. Rekapitulasi Effisiensi Setelah Simulasi Pada *Jaques Primary Crusher*

Unit <i>Jaques Primary Crusher</i>	MA	PA	UA	EU
	%	%	%	%
Kesediaan Alat Pada Keadaan Aktual	72,5	88,54	34,13	30,22
Kesediaan Alat Setelah Simulasi	82,3	88,54	60,07	53,18

4.3.2 Nordberg Primary Crusher

Simulasi Produksi Yang dihasilkan

Produksi pada *nordberg primary crusher* dapat dihitung dengan mengalikan persentase produksi *nordberg primary crusher* dengan total produksi keseluruhan sebagai berikut:

$$\frac{43,2}{100} \times 399.049,0595 = 172.389,194 \text{ ton}$$

Simulasi Waktu Produksi dan *No Feed* Yang Terjadi

Waktu produksi yang terjadi dapat dihitung dengan membagi produksi yang dihasilkan dengan kapasitas aktual dari *crusher* sebagai berikut:

$$\frac{172.389,194 \text{ ton}}{549,76 \text{ ton/jam}} = 313,572 \text{ jam}$$

549,76 ton/jam

Waktu produksi *nordberg primary crusher* meningkat dari 178,95 jam menjadi 313,572 jam yang artinya waktu *no feed* telah ditekan sebesar 134,622 jam. Sehingga waktu *no feed* yang sebelumnya 148,75 jam dapat ditekan menjadi 14,128 jam

Simulasi Waktu dan Tonnase *Stone Block* Yang Terjadi

Dengan menganggap bahwa ukuran/fragmentasi umpan yang masuk pada simulasi sama dengan ukuran umpan aktual, sehingga:

$$\text{Pada produksi sebesar} = 98.112 \text{ ton}$$

$$\text{Stone Block yang terjadi} = 21,517 \text{ Jam}$$

$$\text{Pada produksi sebesar} = 172.389,194$$

stone block yang terjadi?

$$\frac{21,517 \text{ jam}}{\text{stone block}} = \frac{98.112 \text{ ton}}{172.389,194 \text{ ton}}$$

$$\text{Stone block} = \frac{21,517 \text{ jam} \times 172.389,194 \text{ ton}}{98.112 \text{ ton}}$$

$$\text{Stone block} = 37,81 \text{ jam}$$

Selanjutnya, dapat dihitung tonasse dari *stone block* yang terjadi sebagai berikut:

$$\text{Stone Block yang terjadi} = 21,517 \text{ Jam}$$

$$\text{Tonnase stone block} = 2457,754 \text{ Ton}$$

$$\text{Stone Block yang terjadi} = 37,81 \text{ Jam}$$

Tonnase *stone block* yang terbuang?

$$\frac{2457,754 \text{ Ton}}{\text{stone block}} = \frac{21,517 \text{ Jam}}{37,81 \text{ Jam}}$$

$$\frac{37,81 \times 2457,754}{21,517}$$

$$\text{Stone block} = 4318,8 \text{ Ton}$$

$$\text{Stone block} = 4318,8 \text{ Ton}$$

Tabel 18. Rekapitulasi Distribusi Waktu Kerja

No	Status	Aktual	Simulasi
1	Produksi	98.112 Ton	172.389,19 Ton
2	Waktu Produksi	178,95 Jam	313,572 Jam
3	Waktu <i>No Feed</i>	148,75 Jam	14,128 Jam
4	Waktu <i>Stone Block</i>	21,517 Jam	37,81 Jam
5	Tonnase <i>Stone Block</i>	2457,754 Ton	4318,8 Ton

Tabel 19. Rekapitulasi Distribusi Waktu Kerja *Nordberg Primary Crusher* Setelah Simulasi

Production Time		
1	Waktu Produksi	313,572
Total		313,572
Idle Time		
No	Status	Durasi (Jam)
1	Perbaikan <i>Jaw</i>	2.92
2	Perbaikan <i>Belt</i>	2.6
3	Electric	2.000
4	Rain	1
5	Perbaikan <i>Feeder</i>	0.45
6	Perbaikan <i>Screen</i>	0.25
7	Perbaikan <i>Hopper</i>	0.25
Total		9.220

Delay Time		
No	Status	Durasi (Jam)
1	No Feed	14,128
2	Waiting Equipt	77,767
3	Time Break	70.5
4	Maintannance Awal	22.70
5	Checking Component	37,81
6	Stone Block	20.303
Total		233,717
Total Waktu Tersedia		562

Tabel 20. Rekapitulasi Effisiensi Setelah Simulasi Pada *Nordberg Primary Crusher*

Unit Jaques <i>Primary Crusher</i>	MA	PA	UA	EU
	%	%	%	%
Kesediaan Alat Pada Keadaan Aktual	78,23	91,2	34,65	31,62
Kesediaan Alat Setelah Simulasi	86,3	91,2	60,74	55,4

4.4 Analisa Statistik

4.4.1 Jaques *Primary Crusher*

Tabel 21. Rekapitulasi Produksi Dengan OEE

No	Y (Produksi)	X1 (Idle Time)	X2 (Delay Time)
1	8970.03984	1	6.81
2	7226.61592	5.7	5.48
3	7440	4	6.40
4	8220.55474	0	7.87
5	7863.77358	0	9.17
6	9350	0	8.67
7	3791.5	2	2.00
8	6586.96943	0.867	10.50
9	7727.90295	0	9.38
10	13649.4	0	2.00
11	13649.4	0	2.00
12	9780.61538	0	8.05
13	6723.44027	2	9.11
14	4172	0	3.85
15	5712	2.483	10.20
16	7549.55932	2.5	6.57
17	0	0	20.00
18	8983.44876	0	7.28
19	6412	0.333	9.55
20	7797.72763	2.417	7.30
21	2996	0.167	4.33
22	8736	2.5	6.90
23	10134.0486	2.083	7.74
24	7048.51485	0	10.59
25	9649.23077	0	6.66
26	6048	1.000	11.00
27	9269.16183	0.333	9.63
28	6066.4	0	1.00
29	6938.0531	0	11.25
30	8036	0	12.50
Jumlah	226528.357	29.383	233.8074
Rata-rata	7550.94523	0.979	7.7936

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

$$Y = 10115,19 - 259,22 X_1 - 296,443 X_2$$

Koefisien dari persamaan tersebut dapat diartikan sebagai berikut:

1) $a = 10115,19$

Menyatakan bahwa jika tidak ada pengaruh dari waktu *idle* dan *delay* pada unit *Jaques Primary Crusher* maka nilai produksi adalah sebesar 10115,19 satuan.

2) $b_1 = -259,22$

Tanda minus (-) pada koefisien b_1 menunjukkan adanya hubungan saling berbanding terbalik pada produksi dan waktu *idle*. Dimana setiap penambahan waktu *idle* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan menurun sebesar 259,22 satuan dan sebaliknya, jika terjadi penurunan waktu *idle* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan meningkat sebesar 259,22 satuan. Dengan anggapan X_2 tetap

3) $b_2 = -296,443$

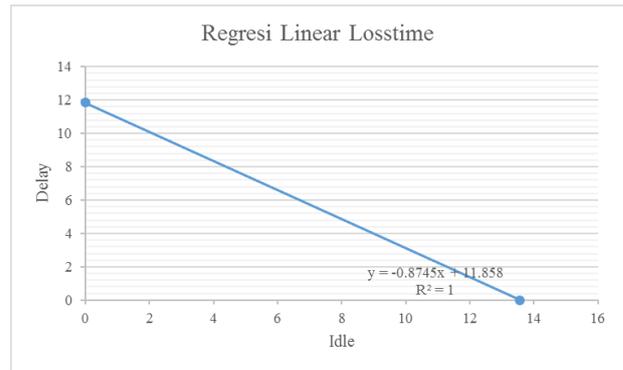
Tanda minus (-) pada koefisien b_2 menunjukkan adanya hubungan saling berbanding terbalik pada produksi dan waktu *delay*. Dimana setiap penambahan waktu *delay* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan menurun sebesar 296,443 satuan dan sebaliknya, jika terjadi penurunan waktu *delay* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan meningkat sebesar 296,443 satuan. Dengan anggapan X_1 tetap

Berdasarkan perhitungan regresi linear berganda didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,169 yang artinya waktu *idle* dan *delay* mempengaruhi produksi batu granit *jaques primary crusher* sebesar 16,9%. Sedangkan 83,1% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain diluar model regresi. Sedangkan koefisien korelasi (R) yang didapatkan adalah 0,4115 yang menunjukkan bahwa korelasi antara waktu *idle* dan *delay* terhadap produksi dari unit *jaques primary crusher* adalah sedang.

Selanjutnya, dari persamaan multivariate tersebut dapat ditentukan waktu maksimal *losstime* dari unit *jaques primary crusher* untuk memenuhi target produksi harian sebesar 6600 ton

Tabel 22. *Losstime* Maksimal Unit *Jaques Primary Crusher*

<i>Idle Time</i> (X_1) Maksimum	13,86 Jam	Jika X_2 (<i>delay</i>) = 0
<i>Delay Time</i> (X_2) Maksimum	11,858 Jam	Jika X_1 (<i>Idle</i>) = 0

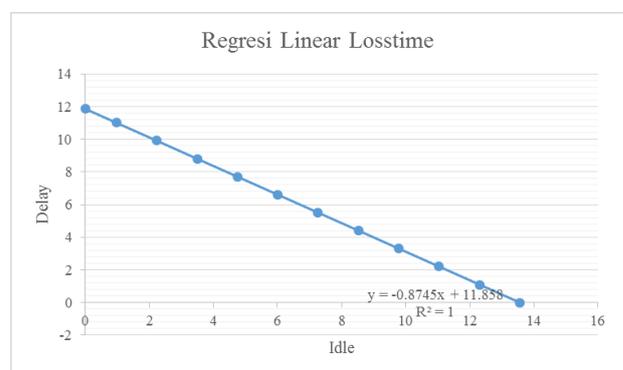


Gambar 3. Regresi Linear *Losstime* Unit *Jaques Primary Crusher*

Berdasarkan perhitungan pada lampiran 20 didapatkan persamaan regresi linear adalah $X_2 = -0,8745 X_1 + 11,858$ sehingga dapat disimulasikan waktu *losstime* dari *idle time* (X_1) dan *delay time* (X_2) maksimal agar target harian *jaques primary crusher* dapat terpenuhi seperti pada tabel 23 dan gambar 7 dibawah ini

Tabel 23. Simulasi Waktu Optimum *Idle* dan *Delay Jaques Primary Crusher*

Aktual		Hasil Simulasi	
<i>Idle</i>	<i>Delay</i>	<i>Idle</i> (X_1)	<i>Delay</i> (X_2)
0,979	12,093	0	11.858
		0.979	11.00
		2.23	9.908
		3.49	8.806
		4.75	7.704
		6	6.611
		7.24	5.527
		8.52	4.407
		9.78	3.305
		11.04	2.204
		12.3	1.102
		13.56	0.0



Gambar 4. Regresi Linear *Losstime* Unit *Jaques Primary Crusher*

4.4.2 Nordberg Primary Crusher

Tabel 24. Data Produksi (Ton), Waktu *Idle* (Jam) dan Waktu *Delay*(Jam)

No	Y (Produksi)	X1 (Idle Time)	X2 (Delay Time)
1	3955.10		11.41
2	5241.06	1	9.41
3	5447.27	0	9.30
4	8794.48	0	4.91
5	8703.46	2	3.66
6	6827.40	0	8.14
7	2996	0	4.17
8	5345.45	0	9.50
9	4088	0.25	11.95
10	5796	0.17	9.56
11	7616	0	8.56
12	5936	0.25	11.12
13	5040	0	11.01
14	4398.08	0	1.00
15	7122.44	0	6.48
16	4745.26	1.5	9.30
17	0	0	20.00
18	8161.94	0.45	6.33
19	9620.8	0	2.50
20	9895.68	0	2.00
21	4398.08	0	1.00
22	6926.90	0	9.86
23	7968.41	0	6.32
24	5712	0	11.00
25	6972	0	8.34
26	4395.18	2	8.18
27	5032.19	0.6	9.80
28	3024	0	3.17
29	6767.97	0	9.09
30	2128.67	0	16.13
Jumlah	173055.831	9.22	243.2080
Rata-rata	5768.52770	0.307	8.107

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

$$Y = 7873,46 - 60,069 X_1 - 283,198 X_2$$

Koefisien dari persamaan tersebut dapat diartikan sebagai berikut:

1. $a = 7873,46$

Menyatakan bahwa jika tidak ada pengaruh dari waktu *idle* dan *delay* pada unit *Nordberg Primary Crusher* maka nilai produksi adalah sebesar 7873,46 satuan.

2. $b_1 = -60,069$

Tanda minus (-) pada koefisien b_1 menunjukkan adanya hubungan saling berbanding terbalik pada produksi dan waktu *idle*. Dimana setiap penambahan waktu *idle* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan menurun sebesar 60,069 satuan dan sebaliknya, jika terjadi penurunan waktu *idle* sebesar satu satuan, maka

produksi diprediksi akan meningkat sebesar 60,069 satuan. Dengan anggapan X_2 tetap

3. $b_2 = -283,198$

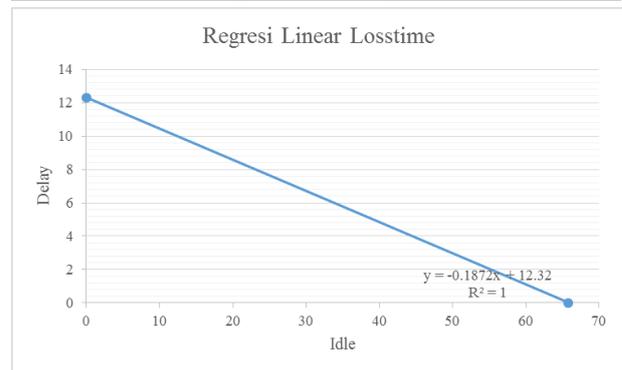
Tanda minus (-) pada koefisien b_2 menunjukkan adanya hubungan saling berbanding terbalik pada produksi dan waktu *delay*. Dimana setiap penambahan waktu *delay* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan menurun sebesar 283,198 satuan dan sebaliknya, jika terjadi penurunan waktu *delay* sebesar satu satuan, maka produksi diprediksi akan meningkat sebesar 283,198 satuan. Dengan anggapan X_1 tetap

Berdasarkan perhitungan regresi linear berganda didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,2867 artinya waktu *idle* dan *delay* mempengaruhi produksi batu granit *Nordberg primary crusher* sebesar 28,67%. Sedangkan 71,33% lainnya dipengaruhi oleh faktor lain diluar model regresi. Sedangkan untuk koefisien korelasi (R) didapatkan nilai 0,5354 yang menunjukkan bahwa korelasi antara waktu *idle* dan *delay* terhadap produksi dari unit *Nordberg primary crusher* adalah sedang.

Selanjutnya, dari persamaan multivariate tersebut dapat ditentukan waktu maksimal *losstime* dari unit *Nordberg primary crusher* untuk memenuhi target produksi harian sebesar 4400 ton,

Tabel 25. *Losstime* Maksimal Unit *Nordberg Primary Crusher*

Idle Time (X1) Maksimum	57,82 Jam	Jika X_2 (<i>delay</i>) = 0
Delay Time (X2) Maksimum	12,265 Jam	Jika X_1 (<i>Idle</i>) = 0

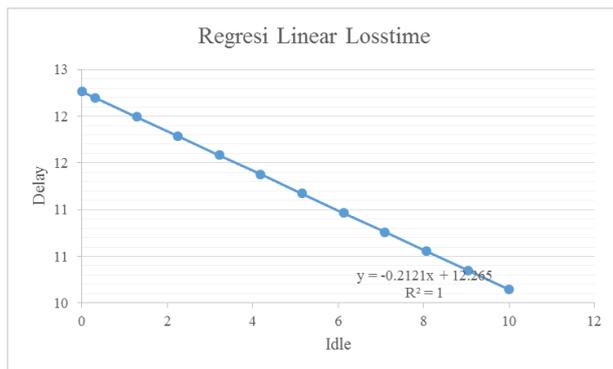


Gambar 5. Regresi Linear *Losstime* Unit *Nordberg Primary Crusher*

Berdasarkan perhitungan didapatkan persamaan regresi linear adalah $X_2 = -0,2121 X_1 + 12,265$ sehingga dapat disimulasikan waktu *losstime* dari *idle time* (X_1) dan *delay time* (X_2) maksimal agar target harian *Nordberg primary crusher* dapat terpenuhi seperti pada tabel 23 dan gambar 7 berikut.

Tabel 26. Simulasi Waktu Optimum *Idle* Dan *Delay* *Nordberg Primary Crusher*

Aktual		Hasil Simulasi	
Idle	Delay	Idle(X1)	Delay(X2)
0,307	12,594	0	12.265
		0.307	12.200
		1.28	11.994
		2.24	11.790
		3.215	11.583
		4.18	11.378
		5.15	11.173
		6.123	10.966
		7.09	10.761
		8.062	10.555
		9.03	10.350
10	10.144		



Gambar 6. Regresi Linear *Losstime* Unit *Nordberg Primary Crusher*

5 Penutup

5.1 Kesimpulan

- Persamaan multivariate yang dihasilkan dari hubungan waktu kerja efektif *loading hauling* (X1), *Nordberg primary crusher* (X2) dan *jaques primary crusher*(X3) terhadap total produksi batu granit (Y) adalah $Y = -326,865 + 34,28567 X1 + 564,6184 X2 + 748,8142 X3$ dan dari persamaan dapat ditarik kesimpulan bahwasannya *jaques primary crusher* paling dominan diantara variabel lain.
- Effisiensi aktual dari penggunaan alat gali muat yang didapatkan adalah sebagai berikut: MA= 87,72% PA= 88,17% UA= 95,8% dan Eut= 84,48%. Sedangkan effisiensi alat angkut yang didapatkan adalah sebagai berikut: MA= 77,13% PA= 88,17% UA= 60,23% dan Eut= 51,11%
- Ketersediaan umpan *crusher* dengan perhitungan produktivitas alat adalah sebesar 226.907,58 ton dan setelah dilakukannya perhitungan menggunakan metode OEE didapatkan nilai produksi sebesar 404.607,805 ton
- Effisiensi aktual dari penggunaan alat pada unit *Jaques Primary Crusher* adalah sebagai berikut: MA= 72,5% PA= 88,54% UA= 34,127% dan Eut= 30,217% Sedangkan effisiensi penggunaan alat pada

Nordberg Primary Crusher adalah: MA= 78,23% PA= 91,295% UA= 34,665% Eut= 31,62%

- Persamaan multivariate yang dihasilkan dari hubungan waktu kerja efektif, waktu hambatan dan waktu perbaikan terhadap produksi unit *Primary Crusher* pada unit *Jaques* adalah $Y = 10115,19 - 259,22 X1 - 296,443 X2$. Sedangkan pada unit *Nordberg* didapatkan persamaan sebagai berikut: $Y = 7873,46 - 60,069 X1 - 283,198 X2$

5.2 Saran

- Perlunya pengawasan yang lebih baik terhadap para operator *articulated dump truck* agar dapat tercapai efisiensi kerja yang lebih baik.
- Diperlukannya pengaturan terhadap ritase *articulated dump truck* untuk mengurangi *waiting equipment* pada *crusher*
- Perlu dilakukannya kajian teknis yang lebih baik pada bidang peledakan untuk meminimalisir hambatan *stone block* pada *crusher*

References

- Nadia Anggraini Putri dan Mulya Gusman. *Optimalisasi Produksi Shovel Komatsu 3000E-6 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengupasan Lapisan Overburden di Pit 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam (Persero) Tbk.* Jurnal Bina Tambang, 3. 3 (2018).
- Putri, M., Yulhendra, D., & Octova, A. (2018). *Optimasi Geometri Peledakan Untuk Mencapai Target Fragmentasi Dan Diggability Dalam Pemenuhan Target Produktivitas Ore Di Pit Durian Barat Dan Pit South Osela Site Bakan Pt J Resources Bolaang Mongondow Sulawesi Utara.* Bina Tambang, 3(1), 588-607.
- Octova, A., & Indra, R. T. (2019). *Analisis Konsumsi Bahan Bakar Dump Truck pada Penambangan Produksi Batubara.* INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi, 19(2), 109-122.
- Partanto Prodjosumarto. *Pemindahan Tanah Mekanis.* (1996)
- Yanto Indonesianto, *Pemindahan Tanah Mekanis.* (2010)
- Wills, *Mineral Dressing* (2006)
- Iqbal Hasan. *Pokok-pokok Materi Statistik 2(Statistik Inferensif).* (2003)
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan.* (2015)
- Afrinal dan Mulya Gusman. *Analisis Regresi Multivariat Parameter Hambatan Produktivitas Crushing Plant Dalam Upaya Peningkatan Target Produksi Tambang Ems PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Sulawesi Utara.* Jurnal Bina Tambang, 3. 4 (2018).
- Saddam Husean, Yoszi Mingsi Anaperta dan Riko Mulyadi. *Optimalisasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Pada Pengangkutan Overburden Di Pit Barat PT. Artamulia Tata*

PratamaSite Tanjung Belit, Kabupaten Muaro Bungo, Provinsi Jambi. Jurnal Bina Tambang, 4. 3 (2019)

- [11] Benti Jul Sosantri, Dedi Yulhendra dan Heri Prabowo. *Optimalisasi Peralatan Tambang Dengan Metoda Overall Equipment Effectiveness (Oee) Di Pit 1 Penambangan Batubara Banko Barat Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan. Jurnal Bina Tambang, 3. 2. (2018).*
- [12] M Rafles Yusuf, Yoszi Mingsi Anaperta dan Riko Mulyadi. *Optimalisasi Produksi Alat Muat Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Dengan Menggunakan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Tahun 2018 Di Blok B PT. Minemax Indonesia Kabupaten Mandi Angin Provinsi Jambi. Jurnal Bina Tambang, 4. 3 (2019)*
- [13] Yugo Agustino dan Mulya Gusman. *Evaluasi Optimalisasi Alat Gali Muat Dengan Metode Overall Equipment Effectiveness (OEE) Untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Bulan Maret 2018 di Pit 1 Utara Bangko Barat PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim Sumatra Selatan. Jurnal Bina Tambang, 3. 4 (2018)*
- [14] 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.*