

Analisis Regresi Multivariat Parameter Hambatan Produktivitas *Crushing Plant* Dalam Upaya Peningkatan Target Produksi Tambang Emas PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Sulawesi Utara

Afrinal^{1*}, Mulya Gusman^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*4frinal@gmail.com

**gusmanmulya_tambang@yahoo.co.id

Abstract. Material processing is one of a very important stage in mining activities. In the processing of the material generally is the reduction of the size of the materials/rocks (comminution) by using the tool crushing. Crushing process should be done gradually because of limited ability to reduce the size of the tool material. Case study research conducted in the area of crushing plant PT J Resources Bolaang Mongondow. The research data consists of working time, idle time, delay time, breakdown and data excavator bucket. From the data analysis that is done then the obtained time total working time line 1 was 32.23 hours, line 2 that is 139.30 hours, line 3 of the 154.03 hours and line 4 with 154.71 hours. With a total barrier line 1 for each of the idle time 253.34 hours, delay time, 42.74 hours and breakdown 31.69 hours. Total line resistance 2 is the idle time 139.30 hours, delay time 75.45 hours and breakdown 24.55 hours. Total resistance line 3 that is idle time 55.01 hours, delay time 68.55 hours and breakdown 82.41 hours. While the total resistance line 4 with the idle time of 53.59 hours, delay time 78.04 hours and breakdown 73.66 hours.

Keywords: Multivariat, Productivity, Idle Time, Delay Time, Breakdown

1. Pendahuluan

Dalam industri pertambangan pengolahan emas yang dilakukan pada penambangan emas umumnya adalah mereduksi ukuran material dengan peremukan. Tetapi dalam aktualnya banyak kendala yang dihadapi pada saat proses peremukan, salah satunya adalah sering terjadinya kemacetan material pada saat proses peremukan, ukuran material yang masuk tidak sesuai dengan standar yang telah ditentukan, sehingga pada akhirnya target produksi yang diharapkan tidak dapat terpenuhi^[1].

PT J Resources Bolaang Mongondow merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang penambangan emas sistem terbuka dengan metode penambangan open pit. Pengolahan material/batuan yang mengandung emas oleh PT J Resources Bolaang Mongondow adalah mereduksi ukuran material/batuan (*comminution*) terlebih dahulu dengan menggunakan alat peremuk (*crusher*).

Kominusi adalah sebagai langkah pertama yang bisa dilakukan dalam pengolahan material yang bertujuan untuk memecahkan boulder yang berukuran besar menjadi ukuran yang lebih kecil^[2].

Proses peremukan harus dilakukan secara bertahap karena keterbatasan kemampuan alat untuk mereduksi material berukuran besar hasil dari kegiatan peledakan sampai menjadi ukuran yang dikehendaki. Proses peremukan batuan dilakukan dari tahap primer (*primary crushing*), tahap sekunder (*secondary crushing*) sampai tahap tersier (*tertiary crushing*)^[3].

Berdasarkan hasil pengamatan dilapangan menunjukkan adanya hambatan selama proses kegiatan peremukan berlangsung. Hambatan disebabkan adanya faktor yang mempengaruhinya yaitu, kapasitas mesin adalah kemampuan alat unit *crusher* untuk melakukan peremukan yang seharusnya dapat dicapai, jam kerja efektif adalah banyaknya jam kerja pada unit pengolahan sesungguhnya dibandingkan dengan jam kerja yang seharusnya dapat dicapai dan hambatan-hambatan lain seperti sering terjadi kemacetan pada saat peremukan yang disebabkan oleh kondisi material, adanya kegiatan pembersihan yang rutin dilakukan, ukuran material umpan yang masuk kedalam *crusher*, dan ketersediaan *stock* material yang kurang dan lain-lain^[4, 5, 6]. Sehingga target produktivitas *crushing plant* 250 ton/jam, waktu kerja *crushing plant* 10 jam (shift siang), dan *Physical*

Availability 85% yang direncanakan tidak sesuai aktualnya dilapangan.

Oleh karena itu, jika permasalahan dapat dihilangkan atau dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi permasalahan yang ada sehingga produksi yang diharapkan dapat terpenuhi.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan nilai waktu tidak efektif masing-masing parameter hambatan *idle time*, *delay time* dan *breakdown*, membandingkan nilai PA, UA dan UE yang didapatkan untuk melihat kondisi mekanis dan efektivitas penggunaan alat *crushing plant*, menganalisis jam kerja efektif, produktivitas dan produksi yang dapat dicapai oleh masing-masing unit *crushing plant*.^[7, 8] Selanjutnya menemukan persamaan regresi multivariat pengaruh parameter hambatan terhadap produktivitas *crushing plant*, mendapatkan nilai parameter-parameter hambatan yang tepat untuk memenuhi target produksi berdasarkan persamaan regresi multivariat terhadap upaya perbaikan produktivitas *crushing plant*.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lokasi Penelitian

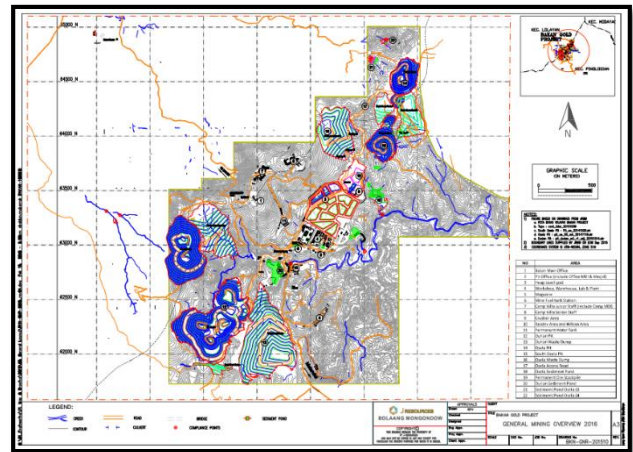
Secara astronomis daerah penelitian terletak pada 0° 33' 33.05" LU - 0° 35' 12.81" LU dan 124° 17' 52.9" BT - 124° 35' 12.81" BT. Secara administratif termasuk dalam wilayah Desa Bakan, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.

Untuk mencapai lokasi penelitian dapat ditempuh menggunakan jalur udara dari kota Padang ke kota Manado selama lima jam. Kemudian perjalanan dilanjutkan melalui jalur darat menuju Kotamobagu selama tiga jam menggunakan mini bus. Untuk menuju lokasi penelitian ditempuh selama 45 menit melalui Desa Bakan menggunakan *light vehicle*. Jalur perjalanan dari Manado ke Bakan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

Peta wilayah penambangan di *site* Bakan PT J Resources Bolaang Mongondow dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Layout Penambangan *site* Bakan PT JRBM

2.2. Produktivitas *Crushing Plant*

Produktivitas total merupakan rasio dari keluaran nyata dengan masukan nyata (Sumanth, 1976).

2.2.1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Peremukan

Faktor-faktor yang mempengaruhi peremukan batuan oleh *jaw crusher* antara lain (Taggart, 1964)^[9]:

1. Kuat Tekan Batuan
Ketahanan batuan dipengaruhi oleh *brittleness* (kerapuhan) dari kandungan mineralnya. Struktur mineral yang sangat halus biasanya lebih tahan dari pada batuan yang berstruktur kasar.
2. Ukuran Material Umpan
Ukuran material umpan untuk mencapai produk yang baik pada saat peremukan adalah kurang dari 85% dari ukuran bukaan alat peremuk.
3. *Reduction Ratio*
Merupakan perbandingan ukuran ayakan yang dapat meloloskan 80% berat umpan kumulatif dengan ukuran dari ayakan yang dapat meloloskan 80% berat produk kumulatif. Nilai *Reduction Ratio* yang baik pada saat proses peremukan untuk *Primary Crushing* adalah 4-7, untuk *Secondary Crushing* adalah 14-20 dan *Tertiary Crushing* adalah 50-100.
4. Arah Resultan Gaya
Untuk terjadinya suatu proses peremukan, maka arah resultan gaya terakhir haruslah mengarah ke bawah. Jika arah resultan gaya terakhir mengarah ke atas berarti peremukan tidak terjadi melainkan material hanya akan meloncat-loncat ke atas.
5. Energi Peremukan
Energi yang dibutuhkan alat peremuk tergantung dari beberapa faktor antara lain, ukuran umpan, ukuran produk, kapasitas mesin peremuk, bentuk material, prosentase dari waktu berhenti alat peremuk pada suatu proses peremukan. Besarnya energi yang dibutuhkan untuk meremuk berkisar antara 0,3-1,5 KWh jam/ton.

6. Kapasitas

Kapasitas alat peremuk dipengaruhi oleh jumlah umpan yang masuk setiap jam, berat jenis umpan dan besar pengaturan dari alat peremuk.

2.2.2. Gaya-gaya yang Bekerja Pada Crusher

Adapun gaya-gaya yang bekerja pada *crusher* adalah sebagai berikut^[10]:

1. Gaya Tekan
Merupakan gaya yang dihasilkan oleh gerakan rahang ayun yang bergerak menekan batuan.
2. Gaya Gesek
Merupakan gaya yang bekerja pada permukaan antara rahang diam maupun rahang ayun dengan batuan.
3. Gaya Gravitasi
Merupakan gaya yang bekerja pada batuan, sehingga mempengaruhi arah gerak material ke bawah (gravitasi).
4. Gaya Menahan
Merupakan gaya tahan yang dimiliki batuan atas gaya yang timbul akibat gerakan rahang ayun terhadap rahang diam.

3. Metodologi Penelitian

3.1. Jenis 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^[11].

3.2. Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data yang dilakukan penulis yaitu data primer berupa data *working time*, data hambatan *idle time*, *delay time* dan *breakdown*, data *bucket excavator feeding*, data faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas *crushing plant*. Data sekunder adalah peta topografi, peta geologi dan data spesifikasi alat *crusher*.

3.3. Pengolahan dan Analisa Data

3.3.1. Menghitung Working Time Crusher

Berdasarkan data harian produksi *crusher*, maka dapat dihitung ketersediaan jam kerja aktual dari kegiatan *crusher*. Perusahaan merencanakan jam kerja *crusher* untuk shift siang yaitu 10 jam.

3.3.2. Menghitung Hambatan Idle Time, Delay Time dan Breakdown

Berdasarkan data hambatan harian produksi *crusher*, maka dapat dihitung total hambatan tertinggi yang sering terjadi berdasarkan klasifikasi *idle time*, *delay time* dan *breakdown* masing-masing line *crusher*.

3.3.3. Menghitung PA, UA dan UE Line Crusher

Perhitungan PA dapat menggunakan rumus sebagai berikut^[12]:

$$P.A = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \quad (1)$$

Perhitungan UA dapat menggunakan rumus sebagai berikut^[12]:

$$U.A = \frac{W}{W + S} \times 100\% \quad (2)$$

Perhitungan UE dapat menggunakan rumus sebagai berikut^[12]:

$$E.U = \frac{W}{W + R + S} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana:

W = *working hours* (jam kerja)

R = *repair hours* (jam perbaikan)

S = *hours of standby* (jam siap tunggu)

W + R + S = *scheduled hours* (jam tersedia)

3.3.4. Menghitung Total Nilai Harian Produktivitas dan Produksi Line Crusher

Menghitung produktivitas dan hambatan yang mempengaruhinya dari masing-masing unit *crusher*. Menghitung dan membandingkan total produksi harian masing-masing unit *crusher*.

3.3.5. Analisis Regresi Multivariat Hubungan Parameter Hambatan Terhadap Produktivitas Crusher

Regresi multivariat digunakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh antara variabel bebas (X_1 , X_2 , dan X_3) dengan variabel terikat (Y) yang menggunakan rumus regresi multivariat. 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^[13].

Uji regresi multivariat digunakan untuk meramalkan nilai variabel terikat (Y) apabila variabel bebas minimal dua atau lebih. Uji regresi multivariat adalah alat analisis peramalan nilai pengaruh tiga 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)^[13, 14].

Analisis regresi multivariat hubungan parameter hambatan terhadap produktivitas menggunakan rumus sebagai berikut^[13, 14]:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (4)$$

$$b_1 = \frac{(\sum x_2^2)(\sum x_1y) - (\sum x_1x_2)(\sum x_2y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} \quad (5)$$

$$b_2 = \frac{(\sum x_1^2)(\sum x_2y) - (\sum x_1x_2)(\sum x_1y)}{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2) - (\sum x_1x_2)^2} \quad (6)$$

$$a = \frac{\sum y}{n} - b_1 \frac{\sum x_1}{n} - b_2 \frac{\sum x_2}{n} \quad (7)$$

Dengan standar *error* pendugaan untuk mengetahui penyimpangan data disekitar model, perlu di ukur standard *error* pendugaannya. Rumus *standard error* pendugaan adalah^[14]:

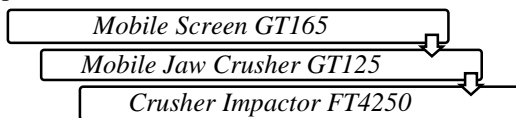
$$Se = \frac{\sqrt{\sum (Y - Y^a)^2}}{n-3} \quad (8)$$

$$Se = \frac{\sqrt{\sum Y^2 - a\sum Y - b^1\sum X^1Y - b^2\sum X^2Y}}{n-3} \quad (9)$$

4. Hasil dan Pembahasan

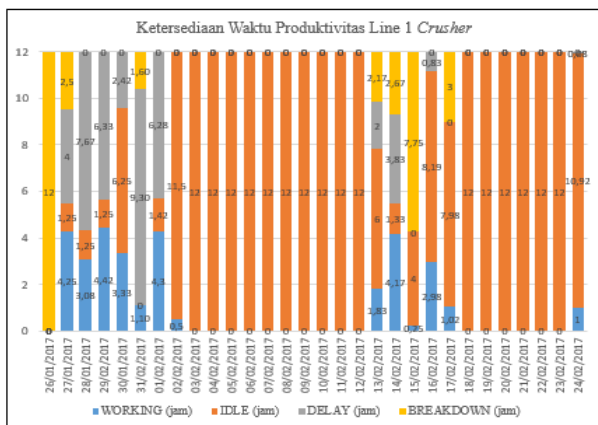
4.1. Line 1 *Crushing Plant*

Untuk rangkaian alat *crushing plant* line 1 dapat di lihat pada Gambar 3.

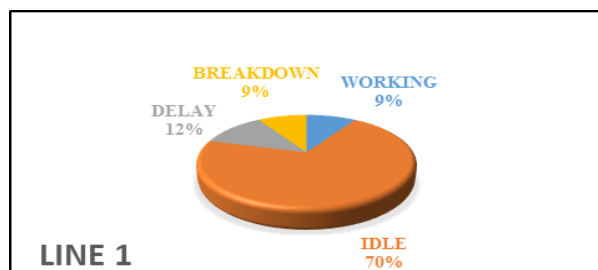


Gambar 3. Rangkaian Line 1 *Crusher*

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Sulawesi Utara, maka didapatkan data hambatan ketersediaan waktu produktivitas line 1 *crusher* yang dapat dilihat pada Gambar 4 sebagai berikut:



Gambar 4. Ketersediaan Waktu Line 1 *Crusher*



Gambar 5. Distribusi Waktu Line 1 *Crusher*

Berdasarkan Gambar 5 di atas maka dapat disimpulkan bahwa yang mempengaruhi produktivitas *crushing plant* pada line 1 dilihat dari ketersediaan waktu produksi adalah *idle time* sebesar 70%, *delay time* 12%, *breakdown* 9% dan *working time* hanya sebesar 9%.

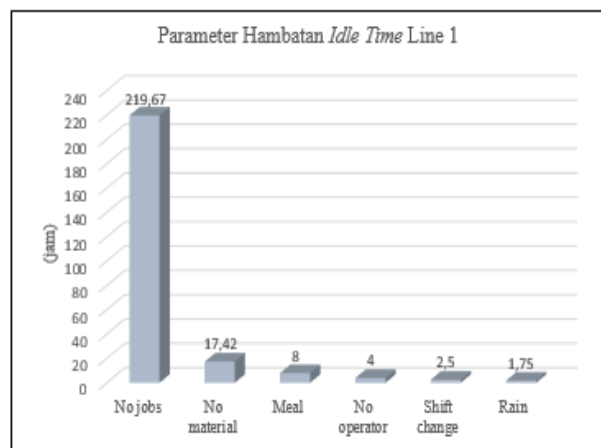
4.1.1. Hambatan *Idle Time* Line 1 *Crusher*

Adapun hambatan *idle time* pada line 1 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Hambatan *idle time* Line 1

Status	Idle (jam)
No jobs	219,67
No material	17,42
Meal	8
No operator	4
Shift change	2,5
Rain	1,75
Total	253,33

Berdasarkan Tabel 1 di atas, maka dapat dibuat diagram pareto untuk melihat pengaruh parameter hambatan pada *idle time* line 1 terhadap produktivitas *crushing plant* yang dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Parameter Hambatan *Idle Time* Line 1

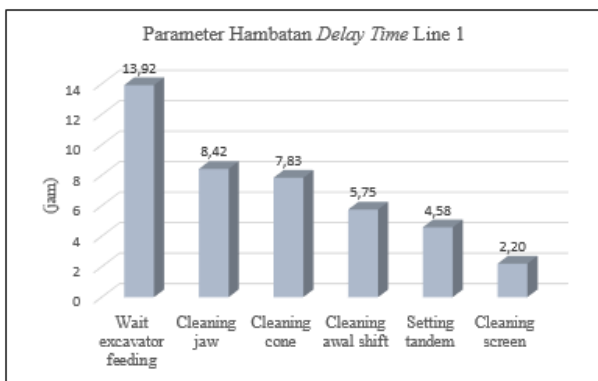
Berdasarkan Gambar 6 di atas maka dapat disimpulkan bahwa parameter hambatan terbesar pada *idle time* adalah *no jobs* yaitu 219,67 jam disebabkan kurangnya ketersediaan unit *excavator* yang ada karena digunakan untuk kegiatan lainnya. Selanjutnya parameter hambatan *idle time* lainnya dipengaruhi oleh kurangnya ketersediaan *stock* material dari *pit* pada *stockpile* line 1 yaitu 17,42 jam dan di ikuti faktor lainnya seperti tidak ada operator *crusher* 4 jam, pergantian *shift* 2,5 jam dan hujan 1,75 jam.

4.1.2. Hambatan Delay Time Line 1 Crusher

Adapun hambatan *delay time* line 1 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter Hambatan *Delay Time* Line 1

Status	Delay (jam)
Wait excavator feeding	13,92
Cleaning jaw	8,42
Cleaning cone	7,83
Cleaning awal shift	5,75
Setting tandem	4,58
Cleaning screen	2,20
Total	42,70



Gambar 7. Parameter Hambatan *Delay Time* Line 1

Berdasarkan Gambar 7 di atas parameter total hambatan pada *delay time* line 1 terhadap produktivitas *crushing plant* dipengaruhi oleh menunggu *excavator feeding* sebesar 13,92 jam, pembersihan material pada *jaw crusher* 8,42 jam, pembersihan material pada *cone crusher* 7,83 jam, pembersihan material pada awal *shift* dan kegiatan pemeriksaan kondisi alat *crusher* 5,75 jam, pengaturan rangkaian alat 4,58 jam dan kegiatan pembersihan material pada *screen crusher* yaitu 2,20 jam.

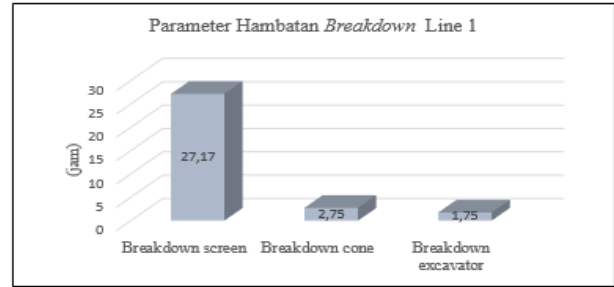
4.1.3. Hambatan Breakdown Line 1 Crusher

Adapun hambatan *breakdown* line 1 dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Parameter Hambatan *Breakdown* Line 1

Status	Breakdown (jam)
Breakdown screen	27,17
Breakdown cone	2,75
Breakdown excavator	1,75
Total	31,67

Berdasarkan Tabel 3 di atas, maka dapat dibuat diagram pareto untuk melihat pengaruh parameter hambatan *breakdown* pada line 1 terhadap produktivitas *crushing plant* yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Parameter Hambatan *Breakdown* Line 1

Dari Gambar 8 tersebut total parameter hambatan berdasarkan klasifikasi *breakdown* pada line 1 *crushing plant* adalah *breakdown* pada *screen crusher* yaitu 27,17 jam, *breakdown* pada *cone crusher* 2,75 jam dan *breakdown* pada *excavator feeding* yaitu 1,75 jam sehingga akan mengurangi rencana produksi yang telah ditargetkan oleh perusahaan.

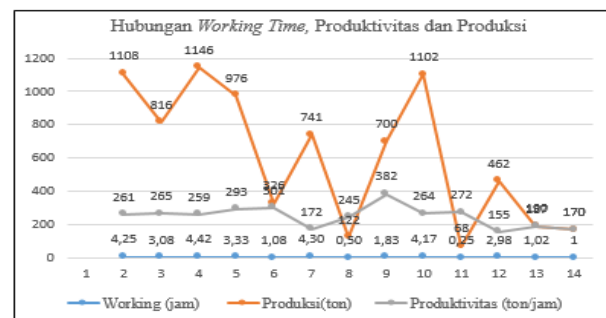
4.1.4. Hubungan Working Time, Produktivitas dan Produksi Line 1 Crusher

Adapun hubungan *working time*, produktivitas dan produksi line 1 dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan *Working Time*, Produktivitas dan Produksi Line 1

Tanggal	Working (jam)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/jam)
27/01/2017	4,25	1108	261
28/01/2017	3,08	816	265
29/01/2017	4,42	1146	259
30/01/2017	3,33	976	293
31/01/2017	1,08	326	301
01/02/2017	4,30	741	172
02/02/2017	0,50	122	245
13/02/2017	1,83	700	382
14/02/2017	4,17	1102	264
15/02/2017	0,25	68	272
16/02/2017	2,98	462	155
17/02/2017	1,02	190	187
24/02/2017	1	170	170
Total	32,22	7929	246

Dari Tabel 4 di atas maka dapat dibuat suatu grafik untuk melihat pengaruh hubungan antara *working time*, produktivitas dan produksi yang dapat dilihat pada Gambar 9.

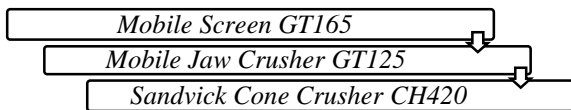


Gambar 9. Hubungan *Working Time*, Produktivitas dan Produksi Line 1

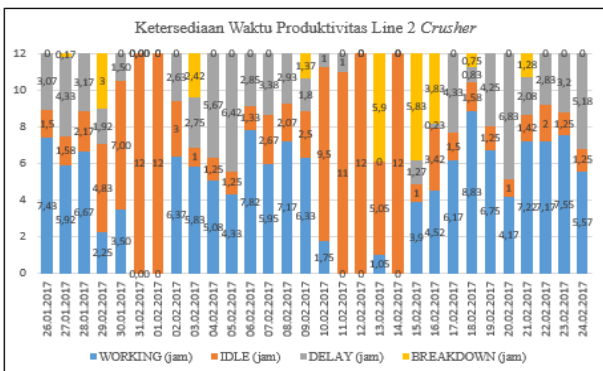
Berdasarkan Gambar 9 di atas maka dapat disimpulkan bahwa terjadi penurunan pada parameter produksi sedangkan produktivitas cenderung stabil. Hal ini disebabkan oleh banyaknya kendala/hambatan dari segi material maupun kondisi alat itu sendiri selama proses produksi berlangsung. Jadi perlu diperhatikan oleh manajemen *crusher* agar hal demikian dapat diperbaiki.

4.2. Line 2 Crushing Plant

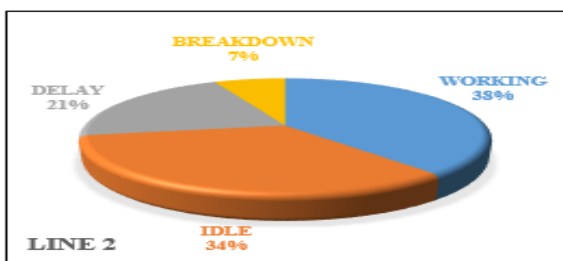
Pada line 2 alat-alat *crushing plant* yang digunakan hampir sama dengan line 1 *crusher* tetapi terdapat perbedaan dari *cone crusher* yang digunakan. Line 2 menggunakan *cone crusher* dengan tipe *Sandvick Cone Crusher CH420*. Kelebihan *sandvick cone crusher* mempunyai 2 *cone crusher*, jadi pada saat proses peremukan material yang masuk akan terbagi dua pada *cone*. Untuk rangkaian alat line 2 *crushing plant* dapat dilihat pada Gambar 10 di bawah ini.



Gambar 10. Rangkaian Line 2 Crusher



Gambar 11. Ketersediaan Waktu Line 2 Crusher



Gambar 12. Distribusi Waktu Line 2 Crusher

Dari Gambar 12 tersebut dapat dinyatakan bahwa selalu ada hambatan/kendala dalam proses kegiatan pengolahan pada *crushing plant*. Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa line 2 *crusher* hanya bekerja sebanyak 38%, di ikuti alat tidak bekerja 34%, adanya kegiatan pembersihan material pada *crusher* sebanyak 21% dan kerusakan pada alat *crusher* yaitu 7%, sehingga akan menurunkan target produksi yang telah direncanakan.

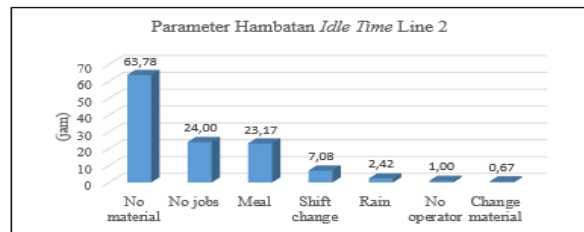
4.2.1. Hambatan Idle Time Line 2 Crusher

Adapun hambatan *idle time* line 2 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter Hambatan Idle Time Line 2

Status	Idle (jam)
No material	63,78
No jobs	24
Meal	23,17
Shift change	7,08
Rain	2,42
No operator	1
Change material	0,67
Total	122,12

Dari Tabel 5 di atas dapat dibuat ke dalam bentuk suatu diagram batang untuk melihat pengaruh hambatan *idle time* terhadap produktivitas *crusher* line 2 yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Parameter Hambatan Idle Time Line 2

Berdasarkan Gambar 13 di atas, maka dapat disimpulkan bahwa hambatan yang sering mempengaruhi produktivitas *crushing plant* berdasarkan klasifikasi *idle time* adalah kurangnya ketersediaan material pada *stockpile* line 2 yaitu 63,78 jam disebabkan kecilnya distribusi material dari pit dan jumlah peledakan yang dilakukan dalam satu hari. Selanjutnya total waktu alat *crushing plant* line 2 yang tidak bekerja/standby selama 24 jam, di ikuti total waktu pergantian di akhir shift selama 7,08 jam dan total waktu hambatan oleh faktor hujan yaitu 2,42 jam.

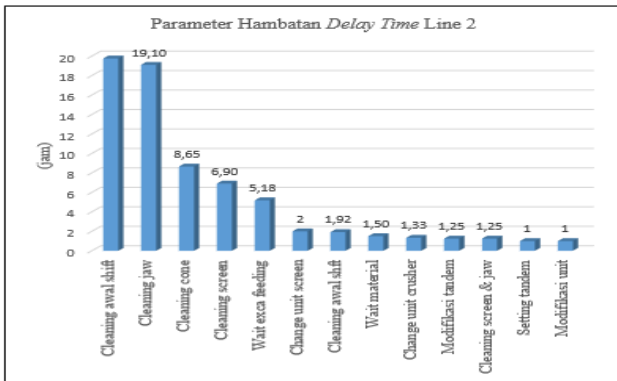
4.2.2. Hambatan Delay Time Line 2 Crusher

Adapun hambatan *delay time* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Parameter Hambatan Delay Time Line 2

Status	Delay (jam)
Cleaning awal shift	19,75
Cleaning jaw	19,10
Cleaning cone	8,65
Cleaning screen	6,90
Wait excavator feeding	5,18
Change unit screen	2
Cleaning awal shift	1,92
Wait material	1,50
Change unit crusher	1,33
Modifikasi tandem	1,25
Cleaning screen & jaw	1,25
Setting tandem	1
Modifikasi unit	1

Dari Tabel 6 di atas dapat dibuat ke dalam bentuk suatu diagram batang untuk melihat pengaruh hambatan *delay time* terhadap produktivitas *crusher* line 2 yang dapat dilihat pada Gambar 14 di bawah ini.



Gambar 14. Parameter Hambatan Delay Time Line 2

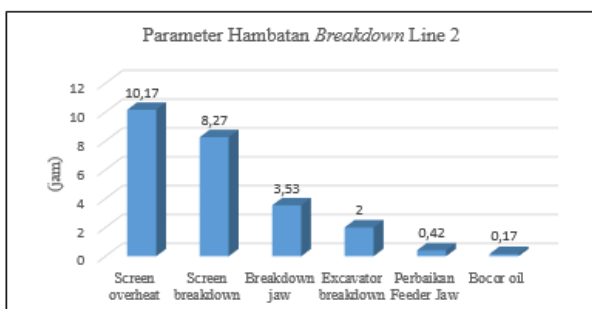
Dari Gambar 14 tersebut menjelaskan bahwa faktor yang sering mempengaruhi produktivitas *crushing plant* berdasarkan klasifikasi *delay time* line 2 adalah adanya kegiatan pembersihan alat *crushing plant* disertai pemeriksaan kondisi alat *crusher* dengan total hambatan sebesar 19,75 jam. Kemudian adanya kegiatan pembersihan material pada *jaw crusher* di sebabkan material mengandung *clay* dan ukuran material *boulder* yang masuk pada *crusher* sehingga mempengaruhi kinerja dari alat *crusher* yaitu 19,10 jam di ikuti pembersihan pada *cone crusher* 8,65 jam, pembersihan pada *screen crusher* 6,90 jam, menunggu ketersediaan *excavator feeding* dengan total selama 5,18 jam dan pergantian alat *screen crusher* selama 2 jam.

4.2.3. Hambatan Breakdown Line 2 Crusher

Adapun parameter hambatan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter Hambatan Breakdown Line 2

Status	Breakdown (jam)
Screen <i>overheat</i>	10,17
Screen breakdown	8,27
Breakdown jaw	3,53
Excavator breakdown	2
Perbaikan Feeder Jaw	0,42
Bocor oil	0,17
Total	24,55



Gambar 15. Parameter Hambatan Breakdown Line 2

Dari Gambar 15 di atas menunjukkan bahwa hambatan produksi yang sering terjadi adalah *overheat* pada *screen crusher* dengan total selama 10,17 jam. Hal ini disebabkan karena terjadi kenaikan suhu pada mesin *screen* menyebabkan mesin menjadi terlalu panas sehingga mesin *screen* menjadi mati. Faktor lainnya disebabkan adanya kerusakan mesin pada *screen crusher* dengan total sebesar 8,27 jam, kerusakan pada *jaw crusher* selama 3,53 jam dan terjadi kerusakan *excavator feeding* yaitu 2 jam.

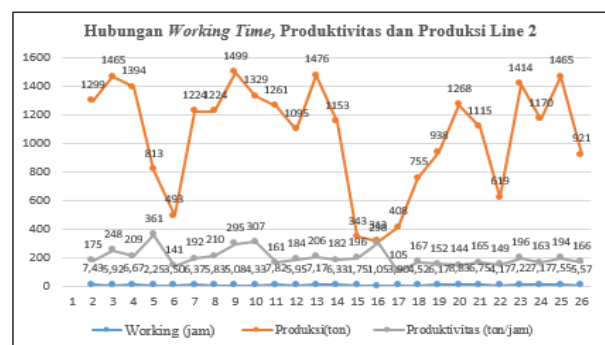
4.2.4. Hubungan Working Time, Produktivitas dan Produksi Line 2 Crusher

Hubungan perbandingan *working time*, produktivitas dan produksi line 2 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Hubungan Working Time, Produktivitas dan Produksi Line 2

Tanggal	Working (jam)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/jam)
26/01/2017	7,43	1299	175
27/01/2017	5,92	1465	248
28/01/2017	6,67	1394	209
29/01/2017	2,25	813	361
30/01/2017	3,50	493	141
02/02/2017	6,37	1224	192
03/02/2017	5,83	1224	210
04/02/2017	5,08	1499	295
05/02/2017	4,33	1329	307
06/02/2017	7,82	1261	161
07/02/2017	5,95	1095	184
08/02/2017	7,17	1476	206
09/02/2017	6,33	1153	182
10/02/2017	1,75	343	196
13/02/2017	1,05	313	298
15/02/2017	3,90	408	105
16/02/2017	4,52	755	167
17/02/2017	6,17	938	152
18/02/2017	8,83	1268	144
19/02/2017	6,75	1115	165
20/02/2017	4,17	619	149
21/02/2017	7,22	1414	196
22/02/2017	7,17	1170	163
23/02/2017	7,55	1465	194
24/02/2017	5,57	921	166
Total	139,28	26455	190

Dari Tabel 8 di atas maka dapat dibuat suatu grafik untuk melihat pengaruh hubungan antara *working time*, produktivitas dan produksi yang dapat dilihat pada Gambar 16 di bawah ini.

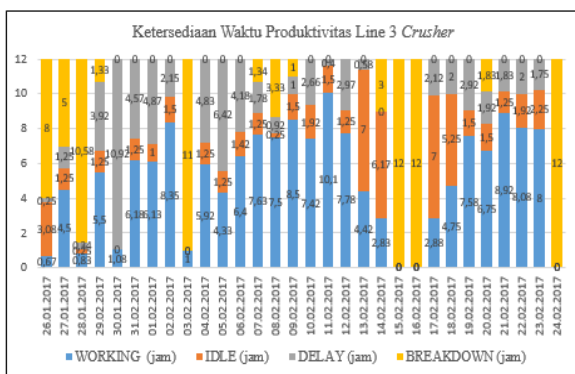


Gambar 16. Hubungan Working Time, Produktivitas dan Produksi Line 2

Berdasarkan Gambar 16 di atas menunjukkan bahwa produksi pada line 2 *crusher* pada saat tertentu cenderung selalu turun. Hal ini disebabkan banyak kendala atau hambatan pada saat proses *crushing* berlangsung seperti material banyak mengandung *clay* sehingga material menjadi lengket pada permukaan *hopper crusher* dan terjadi penumpukan material, faktor lainnya kurangnya ketersediaan material pada saat tertentu, area *stockpile* yang kurang memadai, kurangnya kontrol operator pada saat produksi berlangsung dan kerusakan pada alat *crusher*. Jadi perlu diperhatikan oleh manajemen *crusher* agar hal demikian dapat diperbaiki sehingga target produksi yang diharapkan dapat terpenuhi.

4.3. Line 3 Crushing Plant

Pada line 3 *crushing plant* hanya terdapat satu alat produksi *crusher* yang digunakan dengan tipe *Telsmith Jaw Crusher 3258L*.

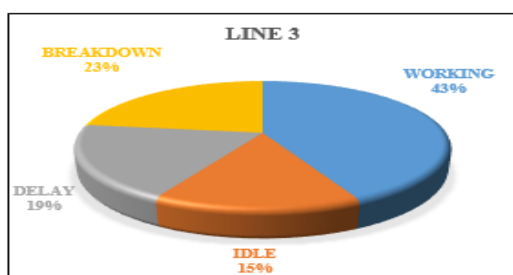


Gambar 17. Ketersediaan Waktu Line 3

Dari Gambar 17 di atas menunjukkan bahwa kegiatan produksi pada line 3 *crushing plant* berjalan tidak maksimal. Jam kerja efektif yang direncanakan 10 jam tidak sesuai aktualnya dilapangan. Hal ini disebabkan adanya kendala selama produksi berlangsung baik dari kondisi material, ketersediaan alat *crusher* maupun kurangnya monitoring dari operator pada saat produksi berlangsung.

Untuk kondisi mekanis dan efektifitas penggunaan alat *crusher* pada saat tertentu sering tidak tercapai dari yang diharapkan yaitu PA 85%. Aktual PA rata-rata selama 30 hari adalah 77%, UA 80% dan UE adalah 69%.

Ketersediaan waktu produksi dapat dilihat pada Gambar 18 di bawah ini.



Gambar 18. Distribusi Waktu Line 3

Berdasarkan Gambar 18 di atas menunjukkan bahwa total produksi selama 30 hari pada shift siang line 3 *crusher* hanya bekerja efektif sebanyak 43%, alat tidak bekerja/standby sebesar 15%, adanya kegiatan pembersihan alat *crusher* yaitu 19% dan terjadi kerusakan dan *maintenance* alat *crusher* yaitu 23%.

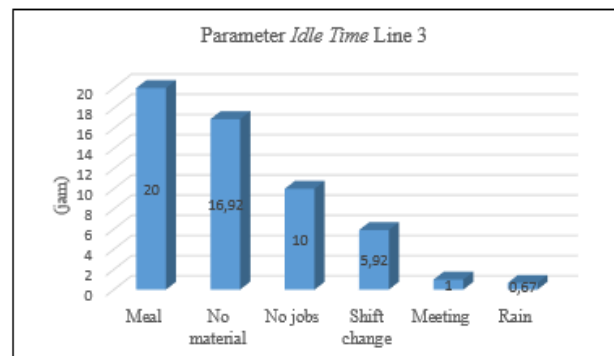
4.3.1. Hambatan Idle Time Line 3 Crusher

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan maka didapatkan parameter hambatan *idle time* line 3 yang dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Parameter Hambatan *Idle Time* Line 3

Status	Idle (jam)
Meal	20
No material	16,92
No jobs	10
Shift change	5,92
Meeting	1
Rain	0,67
Total	54,5

Dari Tabel 9 di atas dapat dibuat ke dalam bentuk suatu diagram batang seperti pada Gambar 19 di bawah ini.



Gambar 19. Parameter Hambatan *idle Time* Line 3

Dari Gambar 19 di atas menunjukkan bahwa hambatan produktivitas pada *Idle Time* dipengaruhi oleh kurangnya ketersediaan *stock* material pada line 3 dengan total 16,92 jam karena kurangnya distribusi material dari pit hasil dari kegiatan peledakan sehingga harus menunggu *loading* material dari pit. Hambatan lainnya seperti alat tidak produksi total selama 10 jam dan pergantian operator pada akhir shift yaitu 5,92 jam.

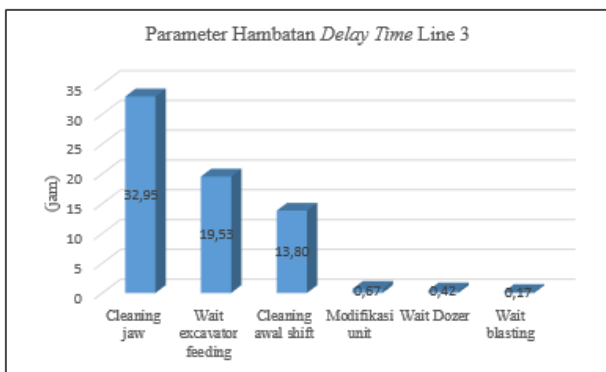
4.3.2. Hambatan Delay Time Line 3 Crusher

Hasil penelitian didapatkan data parameter hambatan produktivitas *crusher* berdasarkan klasifikasi *delay time* line 3 sebagai berikut:

Tabel 10. Parameter Hambatan *Delay Time* Line 3

Status	Delay (jam)
Cleaning jaw	32,95
Wait excavator feeding	19,53
Cleaning awal shift	13,80
Modifikasi unit	0,67
Wait Dozer	0,42
Wait blasting	0,17
Total	67,53

Dari Tabel 10 di atas hambatan parameter *delay time* dapat di buat ke dalam suatu bentuk diagram batang seperti pada Gambar 20 di bawah ini.



Gambar 20. Parameter Hambatan *Delay Time* Line 3

Gambar 20 di atas menyatakan bahwa hambatan yang mempengaruhi produksi line 3 *crusher* adalah adanya kegiatan pembersihan material disebabkan material mengandung *clay* dan *boulder* berukuran >30 cm masuk ke dalam *jaw crusher* sehingga mengakibatkan kemacetan material pada saat peremukan. Total pembersihan selama 30 hari pada shift siang sebesar 32,95 jam, faktor hambatan lainnya yaitu menunggu ketersediaan *excavator feeding* selama 19,53 jam, kegiatan pembersihan alat dan pemeriksaan kondisi alat pada awal shift selama 13,80 jam.

4.3.3. Hambatan Breakdown Line 3 Crusher

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa hambatan produksi line 3 *crusher* dipengaruhi oleh faktor adanya kerusakan pada mesin *jaw crusher* secara terus menerus dan hal ini harus diperhatikan dan *maintenance* mesin secara berkala oleh departemen *maintenance service*. Total kerusakan pada mesin *jaw crusher* adalah 82,42 jam.

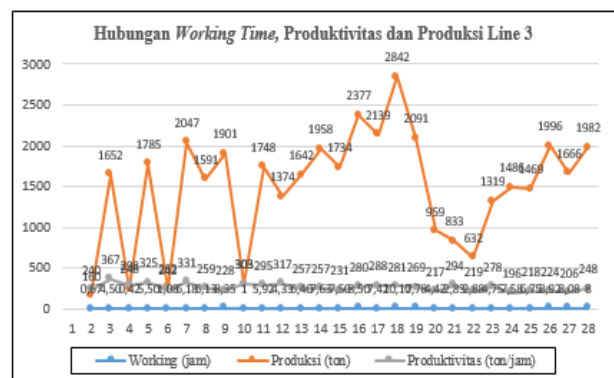
4.3.4. Hubungan Working Time, Produktivitas dan Produksi Line 3 Crusher

Adapun hubungan *working time*, produktivitas dan produksi pada line 3 *crusher* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hubungan *Working Time*, Produktivitas dan Produksi Line 3

Tanggal	Working (jam)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/jam)
26/01/2017	0,67	160	240
27/01/2017	4,50	1652	367
28/01/2017	0,42	248	298
29/01/2017	5,50	1785	325
30/01/2017	1,08	262	242
31/01/2017	6,18	2047	331
01/02/2017	6,13	1591	259
02/02/2017	8,35	1901	228
03/02/2017	1	303	303
04/02/2017	5,92	1748	295
05/02/2017	4,33	1374	317
06/02/2017	6,40	1642	257
07/02/2017	7,63	1958	257
08/02/2017	7,50	1734	231
09/02/2017	8,50	2377	280
10/02/2017	7,42	2139	288
11/02/2017	10,10	2842	281
12/02/2017	7,78	2091	269
13/02/2017	4,42	959	217
14/02/2017	2,83	833	294
17/02/2017	2,88	632	219
18/02/2017	4,75	1319	278
19/02/2017	7,58	1486	196
20/02/2017	6,75	1469	218
21/02/2017	8,92	1996	224
22/02/2017	8,08	1666	206
23/02/2017	8	1982	248
Total	153,63	40195	262

Dari Tabel 11 di atas maka dapat dibuat suatu grafik untuk melihat pengaruh hubungan antara *working time*, produktivitas dan produksi yang dapat dilihat pada Gambar 21 di bawah ini.



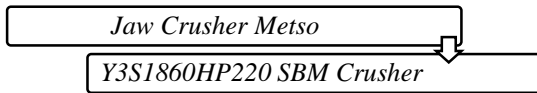
Gambar 21. Hubungan *Working Time*, Produktivitas dan Produksi Line 3

Berdasarkan Gambar 21 di atas menunjukkan bahwa produksi pada line 3 *crusher* cenderung selalu naik turun disebabkan adanya hambatan selama kegiatan berlangsung.

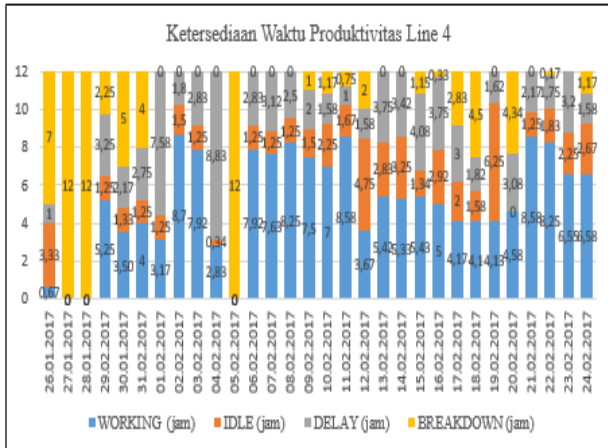
4.4. Line 4 Crushing Plant

Pada line 4 *crushing plant* terdapat 2 jenis rangkaian alat *crusher* yang digunakan yaitu *metso jaw crusher* pada

bagian depan dan *SBM cone crusher* pada bagian belakang untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 22 berikut.

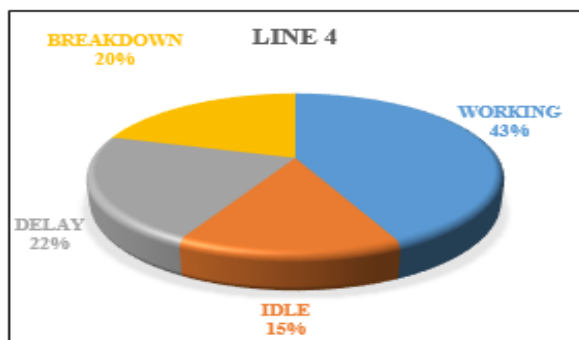


Gambar 22. Rangkaian Line 4 Crusher



Gambar 23. Ketersediaan Waktu Line 4

Berdasarkan Gambar 23 di atas menunjukkan adanya kendala/hambatan line 4 pada saat produksi berlangsung. Jam kerja efektif yang di harapkan tidak dapat terpenuhi yaitu 10 jam, maka dari itu perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi produksi pada line 4 agar target produktivitas yang diharapkan dapat tercapai. Untuk kondisi mekanis dan efektivitas penggunaan alat crusher didapatkan rata-rata yaitu PA 80%, UA 81% dan UE yaitu 66%. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh hambatan waktu produksi pada line 4 dapat dilihat pada Gambar 24 berikut.



Gambar 24. Distribusi Waktu Line 4

Dari Gambar 24 di atas menyatakan bahwa pengaruh hambatan produksi pada line 4 dipengaruhi oleh *idle time* sebesar 15%, *delay time* 22% dan *breakdown* yaitu 20%.

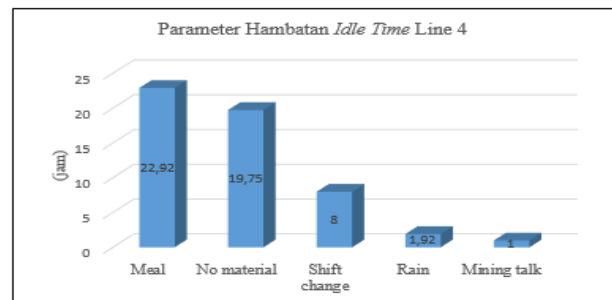
4.4.1. Hambatan Idle Time Line 4 Crusher

Dari penelitian yang dilakukan maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 12. Parameter Hambatan Idle Time Line 4

Status	Idle (jam)
Meal	22,92
No material	19,75
Shift change	8
Rain	1,92
Mining talk	1
Total	53,58

Berdasarkan Tabel 12 di atas dapat dibuat suatu diagram batang untuk menunjukkan seberapa besar tingkat pengaruh hambatan produksi berdasarkan klasifikasi parameter hambatan *idle time line 4* yang dapat dilihat pada Gambar 25 dibawah ini.



Gambar 25. Parameter Hambatan Idle Time Line 4

Dari Gambar 25 tersebut pengaruh terbesar hambatan produksi berdasarkan klasifikasi *idle time* pada line 4 adalah kurangnya ketersediaan *stock material* pada *stockpile* line 4 disebabkan oleh rendahnya distribusi *loading material* hasil peledakan yang dilakukan. Selanjutnya faktor yang mempengaruhi produksi line 4 yaitu pergantian operator pada akhir shift total selama 8 jam di ikuti adanya hujan selama 1,92 jam dan *mining talk* yaitu 1 jam.

4.4.2. Hambatan Delay Time Line 4 Crusher

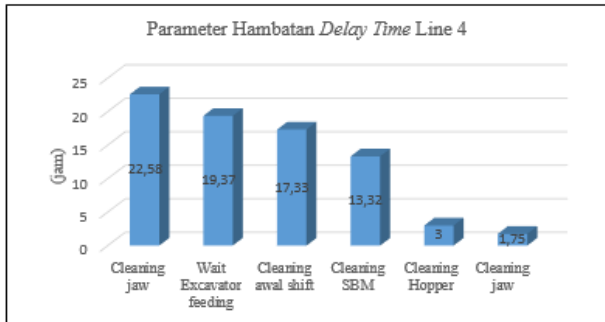
Dari penelitian yang dilakukan maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 13. Parameter Hambatan Delay Time Line 4

Status	Delay (jam)
Cleaning jaw	22,58
Wait Excavator feeding	19,37
Cleaning awal shift	17,33
Cleaning SBM	13,32
Cleaning Hopper	3
Cleaning jaw	1,75
Cleaning conveyor	0,33
Cleaning cone	0,2
Check conveyor	0,17
Total	78,05

Berdasarkan Tabel 13 di atas dapat dibuat suatu diagram batang untuk menunjukkan seberapa besar

tingkat pengaruh hambatan produksi berdasarkan klasifikasi parameter hambatan *delay time line 4* yang dapat dilihat pada Gambar 26 di bawah ini.



Gambar 26. Parameter Hambatan *Delay Time Line 4*

Dari Gambar 26 di atas dapat disimpulkan bahwa faktor hambatan produksi yang terjadi pada line 4 adalah adanya kegiatan pembersihan material pada *hopper jaw crusher* dengan total selama 22,58 jam, menunggu ketersediaan *excavator feeding* 19,37 jam, kegiatan pembersihan alat dan pemeriksaan kondisi mesin alat *crusher* dengan total selama 17,33 jam dan pembersihan material pada *SBM cone crusher* dengan total selama 13,32 jam. Sehingga hal ini perlu diperbaiki agar target produksi yang diharapkan dapat terpenuhi.

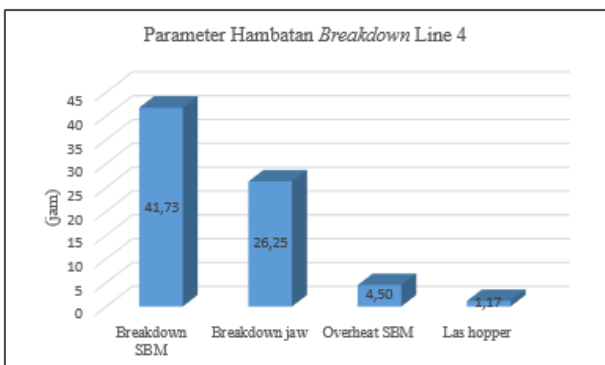
4.4.3. Hambatan Breakdown Line 4 Crusher

Adapun parameter hambatan *breakdown line 4* dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Parameter Hambatan *Breakdown Line 4*

Status	Breakdown (jam)
Breakdown SBM	41,73
Breakdown jaw	26,25
Overheat SBM	4,50
Las hopper	1,17
Total	73,65

Dari Tabel 14 di atas maka dapat dibuat suatu diagram batang untuk melihat faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan pada alat *crusher* dan dapat dilihat pada Gambar 27 di bawah ini.



Gambar 27. Parameter Hambatan *Breakdown Line 4*

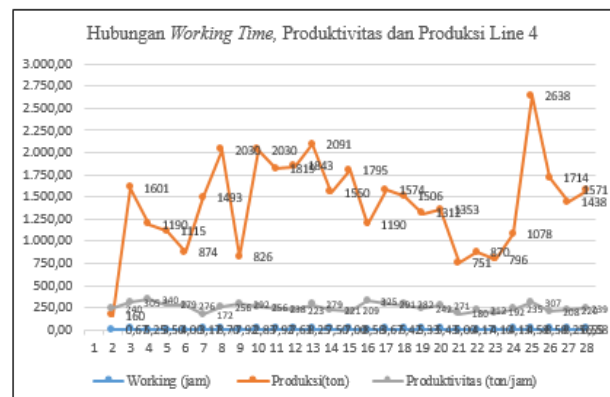
Berdasarkan Gambar 27 di atas menunjukkan bahwa hambatan yang mempengaruhi pada saat produksi berlangsung adalah adanya kerusakan pada bagian *cone crusher, belt conveyor, hopper sbm* dll dengan total selama 41,73 jam. Kemudian kerusakan pada *hopper jaw, belt conveyor* robek dll total sebesar 26,25 jam, *sbm cone* mengalami *overheat* itu 4,50 jam dan kegiatan pengelasan *hopper jaw* selama 1,17 jam.

4.4.4. Hubungan Working Time, Produktivitas dan Produksi Line 4 Crusher

Adapun hubungan *working time*, produktivitas dan produksi line 4 dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hubungan *Working Time*, Produktivitas dan Produksi Line 4

Tanggal	Working (jam)	Produksi (ton)	Produktivitas (ton/jam)
26/01/2017	0,67	160	240
29/01/2017	5,25	1601	305
30/01/2017	3,50	1190	340
31/01/2017	4	1115	279
01/02/2017	3,17	874	276
02/02/2017	8,70	1493	172
03/02/2017	7,92	2030	256
04/02/2017	2,83	826	292
06/02/2017	7,92	2030	256
07/02/2017	7,63	1819	238
08/02/2017	8,25	1843	223
09/02/2017	7,50	2091	279
10/02/2017	7	1550	221
11/02/2017	8,58	1795	209
12/02/2017	3,67	1190	325
13/02/2017	5,42	1574	291
14/02/2017	5,33	1506	282
15/02/2017	5,43	1312	242
16/02/2017	5	1353	271
17/02/2017	4,17	751	180
18/02/2017	4,10	870	212
19/02/2017	4,13	796	192
20/02/2017	4,58	1078	235
21/02/2017	8,58	2638	307
22/02/2017	8,25	1714	208
23/02/2017	6,55	1438	220
24/02/2017	6,58	1571	239
Total	154,72	38209	247



Gambar 28. Hubungan *Working Time*, Produktivitas dan Produksi Line 4

Berdasarkan Gambar 28 di atas menunjukkan bahwa produksi pada line 4 *crusher* pada saat tertentu cenderung selalu turun. Hal ini disebabkan banyak kendala atau hambatan pada saat proses *crushing* berlangsung seperti material banyak mengandung *clay* sehingga material menjadi lengket pada permukaan *hopper crusher* dan terjadi penumpukan material, faktor lainnya kurangnya ketersediaan material pada saat tertentu, area *stockpile* yang kurang memadai, kurangnya kontrol operator pada saat produksi berlangsung dan kerusakan pada alat *crusher*. Jadi perlu diperhatikan oleh manajemen *crusher* agar hal demikian dapat diperbaiki sehingga target produksi yang diharapkan dapat terpenuhi.

4.5. Analisis Statistik Regresi Multivariat Pengaruh Parameter Hambatan Terhadap Produktivitas Crusher

Analisis statistik regresi multivariat menjelaskan hubungan linear antara beberapa variabel independen (variabel yang mempengaruhi) dengan variabel dependen (variabel yang dipengaruhi).

Menurut Colton, kekuatan hubungan dua variabel secara kuantitatif dapat dibagi menjadi empat area yaitu :

- R = 0,00 – 0,25, maka tidak ada hubungan / hubungan lemah
- R = 0,26 – 0,50, maka hubungan sedang
- R = 0,51 – 0,75, maka hubungan kuat
- R = 0,76 – 1,00, maka hubungan sangat kuat/semurna

Target produktivitas *crushing plant* yang harus dicapai di PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan, Sulawesi Utara adalah 250 ton/jam. Untuk mendapatkan target tersebut maka dilakukan estimasi menggunakan persamaan regresi multivariat yang telah didapatkan sebelumnya dari analisis regresi multivariat pengaruh parameter hambatan terhadap produktivitas *crusher*.

Adapun persamaan yang dihasilkan dari analisis regresi linier multivariat adalah sebagai berikut.

1. Line 1 *Crushing Plant*

$$Y_1 = -43,324X_1 - 29,779X_2 - 32,967X_3 + 222,837$$

Keterangan :

Y_1 = Hasil Produktivitas Line 1 (ton/jam)

X_1 = *Idle Time* Line 1 (jam)

X_2 = *Delay Time* Line 1 (jam)

X_3 = *Breakdown* Line 1 (jam)

2. Line 2 *Crushing Plant*

$$Y_2 = -8,299X_1 + 18,134X_2 + 19,314X_3 + 137,697$$

Keterangan :

Y_2 = Hasil Produktivitas Line 2 (ton/jam)

X_1 = *Idle Time* Line 2 (jam)

X_2 = *Delay Time* Line 2 (jam)

X_3 = *Breakdown* Line 2 (jam)

3. Line 3 *Crushing Plant*

$$Y_3 = -0,090X_1 + 1,120X_2 - 11,107X_3 + 267,050$$

Keterangan :

Y_3 = Hasil Produktivitas Line 3 (ton/jam)

X_1 = *Idle Time* Line 3 (jam)

X_2 = *Delay Time* Line 3 (jam)

X_3 = *Breakdown* Line 3 (jam)

4. Line 4 *Crushing Plant*

$$Y_4 = 10,096X_1 + 12,236X_2 - 12,481X_3 + 207,115$$

Keterangan :

Y_4 = Hasil Produktivitas Line 4 (ton/jam)

X_1 = *Idle Time* Line 4 (jam)

X_2 = *Delay Time* Line 4 (jam)

X_3 = *Breakdown* Line 4 (jam)

Selanjutnya dari persamaan tersebut dilakukanlah perhitungan produktivitas *crushing plant* dari beberapa pasangan data meliputi data *idle time*, *delay time*, dan *breakdown*. Perhitungan produktivitas dilakukan dengan *trial and error* pada beberapa pasangan data sehingga menghasilkan beberapa kombinasi data yang sesuai dengan keadaan dilapangan. Dari perhitungan tersebut maka direkomendasikanlah beberapa pasangan data yang dapat memenuhi target produktivitas *crushing plant*. Adapun rekomendasi pasangan data tersebut bisa dilihat pada Tabel-tabel di bawah ini.

Tabel 16. Rekomendasi Parameter Hambatan Untuk Memenuhi Target Produktivitas Line 1

Rekomendasi				
No.	Idle Time (jam)	Delay Time (jam)	Breakdown (jam)	Produktivitas Line 1 (tph)
1	2,5	2,5	3	268,981
2	2,5	3	3	254,091
3	2,5	3	2,5	270,575
4	2,5	3	3	254,091
5	2,5	2,5	3,5	252,497
6	2,5	2	3,5	267,387
7	3	1,5	3,5	260,614
8	3	2	3	262,208
9	3	2,5	2,5	263,802
10	3	3	2	265,396

Dari Tabel 16 di atas bahwa rekomendasi pada line 1 minimum *idle time* adalah 2,5 jam dengan *delay time* yaitu 2,5 jam dan *breakdown* sebesar 3 jam agar target produktivitas line 1 dapat tercapai yaitu 268,981 ton/jam. Untuk maksimum *idle time* yaitu 3 jam, *delay time* sebesar 3 jam, dan *breakdown* adalah 2 jam agar target produktivitas dapat tercapai yaitu 265,396 ton/jam.

Tabel 17. Rekomendasi Parameter Hambatan Untuk Memenuhi Target Produktivitas Line 2

Rekomendasi				
No.	Idle Time (jam)	Delay Time (jam)	Breakdown (jam)	Produktivitas Line 2 (tph)
1	1	3	3,5	251,399
2	1	3,5	3,5	260,466
3	1	3,5	4	270,123
4	1	4	3	259,876
5	1	4	3,5	269,533
6	1	4	4	279,190
7	2	3,5	3,5	252,167
8	2,5	4	3,5	257,085
9	2,5	3,5	4	257,675
10	3	4	3,5	252,935

Berdasarkan Tabel 17 adapun estimasi berdasarkan persamaan multivariat yang telah telah didapatkan

adalah dengan merekomendasikan *idle time* minimum 1 jam, *delay time* minimum 3 jam dan *breakdown* 3,5 jam sehingga hasil produktivitas line 2 crusher 251,399 ton/jam. Adapun rekomendasi maksimum *idle time* yaitu 3 jam, *delay time* maksimum sebesar 4 jam dan *breakdown* yaitu 3,5 jam sehingga didapatkan hasil produktivitas line 2 yaitu 252,935 ton/jam.

Tabel 18. Rekomendasi Parameter Hambatan Untuk Memenuhi Target Produktivitas Line 3

Rekomendasi				
No.	Idle Time (jam)	Delay Time (jam)	Breakdown (jam)	Produktivitas Line 3 (tph)
1	1	1	1	256,973
2	1	1,5	1	257,533
3	1	2	1	258,093
4	1	2,5	1	258,653
5	1	3	1	259,213
6	1,5	1	1	256,928
7	2	1	1	256,883
8	2,5	1	1	256,838
9	3	1	1	256,793
10	1	1	1,5	251,420

Berdasarkan Tabel 18 tersebut maka didapatkan hasil rekomendasi beberapa pasangan data hasil estimasi dari persamaan multivariat. Dari hasil tersebut maka dapat direncanakan beberapa pasangan data yaitu *idle time* minimum yaitu 1 jam, *delay time* minimum sebesar 1 jam dan *breakdown* minimum 1 jam sehingga didapatkan hasil produktivitas 256,973 ton/jam. Adapun *idle time* maksimum yang direncanakan adalah 3 jam, *delay time* yaitu 1 jam dan *breakdown* maksimum sebesar 1,5 jam sehingga produktivitas yang dihasilkan adalah 251,420 ton/jam.

Tabel 19. Rekomendasi Parameter Hambatan Untuk Memenuhi Target Produktivitas Line 4

Rekomendasi				
No.	Idle Time (jam)	Delay Time (jam)	Breakdown (jam)	Produktivitas Line 4 (tph)
1	2	3	1	251,534
2	2	3,5	1	257,652
3	2	3,5	1,5	251,412
4	2,5	3	1	256,582
5	3	2,5	1	255,512
6	3	3	1	261,630
7	3,5	2,5	1	260,560
8	3,5	3	1	266,678
9	3,5	3,5	1	272,796
10	3,5	3,5	1,5	266,556

Berdasarkan Tabel 19 maka dapat dihasilkan suatu rekomendasi beberapa pasangan data yang direncanakan agar target produktivitas line 4 tercapai. Dari hasil estimasi didapatkan *idle time* minimum yaitu 2 jam, *delay time* sebesar 3 jam dan *breakdown* minimum yaitu 1 jam sehingga produktivitas yang dihasilkan adalah 251,534 ton/jam. Adapun *idle time* maksimum yang direncanakan yaitu 3,5 jam, *delay time* maksimum

sebesar 3,5 jam dan *breakdown* maksimum yaitu 1,5 jam sehingga produktivitas yang dihasilkan adalah 266,556 ton/jam.

5. Penutup

5.1. Kesimpulan

1. Total waktu hambatan *idle time* line 1 adalah 253,34 jam, *delay time* line 1 adalah 42,74 jam dan *breakdown time* line 1 adalah 31,69 jam. Rata-rata PA yang didapatkan adalah 91%, UA adalah 23% dan rata-rata UE yaitu 43%. Berdasarkan analisis regresi multivariat maka didapatkan persamaan line 1 adalah sebagai berikut $Y_1 = -43,324X_1 - 29,779X_2 - 32,967X_3 + 550,639$.
2. Berdasarkan hasil pembahasan line 2 maka total waktu hambatan *idle time* line 2 adalah 121,37 jam, *delay time* line 2 adalah 75,45 jam dan *breakdown* line 2 adalah 24,55 jam. Rata-rata PA yang didapatkan adalah 93%, UA adalah 64% dan rata-rata UE yaitu 65%. Berdasarkan analisis regresi multivariat maka didapatkan persamaan $Y_2 = -8,299X_1 + 18,134X_2 + 19,314X_3 + 137,697$.
3. Dari hasil pembahasan line 3 maka didapatkan total waktu hambatan *idle time* line 3 adalah 55,01 jam, *delay time* sebesar 68,55 jam, dan *breakdown* yaitu 82,41 jam. Rata-rata PA yang didapatkan adalah 77%, UA 80% dan rata-rata UE yaitu 69%. Berdasarkan analisis regresi multivariat maka didapatkan persamaan $Y_3 = -0,090X_1 + 1,120X_2 - 11,107X_3 + 267,050$.
4. Berdasarkan hasil pembahasan line 4 maka dapat disimpulkan bahwa total waktu hambatan *idle time* line 4 adalah 53,59 jam, *delay time* yaitu 78,04 jam dan *breakdown* sebesar 73,66 jam. Rata-rata PA yang didapatkan adalah 80%, UA adalah 81% dan rata-rata UE yaitu 66%. Berdasarkan analisis regresi multivariat maka didapatkan persamaan $Y_4 = 25,461X_1 + 26,464X_2 + 112,035$.

5.2. Saran

1. Agar rencana target produktivitas *crushing plant* dapat tercapai maka dapat diterapkan rekomendasi hasil persamaan regresi multivariat pengaruh parameter hambatan terhadap produktivitas dari masing-masing line *crushing plant*.
2. Operator *excavator feeding* harus memperhatikan pemilihan material yang akan dimasukkan ke dalam *crusher* agar tidak terjadi kemacetan material pada saat pengolahan material dengan *crusher*.
3. Material hasil peledakan sebaiknya dilakukan pemisahan *boulder* yang bisa masuk ke dalam unit *crusher* agar tidak menambah pekerjaan dari *excavator feeding* di *stockpile* agar unit *crusher* tidak menunggu.

Daftar Pustaka

- [1] Agustiar, Syam. *Kajian Kerja Alat Crushing Plant Untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Di PT Nan Riang*. Laporan Tugas Akhir. UNISBA. (2015).
- [2] Dahni, Uyu Saismana dkk. *Evaluasi Kinerja Alat Crushing Plant Dan Alat Muat Dalam Rangka Peningkatan Target Produksi Batubara Pada PT Mandiri Citra Bersama*. Jurnal Himasapta, Vol. 1. No. 3, Desember 2016 74-78. (2016).
- [3] Oktakusgara, Muhammad., HAK, Abuamat., Yusuf, Maulana. *Kajian Perbandingan Produktivitas Hopper Dan Alat Muat Untuk Mengatasi Masalah Antrian Alat Angkut Dan Meningkatkan Produktivitas Hopper TLS 3 Banko Barat PT Bukit Asam (PERSERO) Tbk*. Jurnal Teknik Pertambangan UNSRI Vol. 2, No. 4 (2014) ISSN : 2338 – 7459.
- [4] Muhammad, Rizqi Fauzan., Sriyanti., Pulungan, Linda. *Evaluasi Kinerja Crushing Plant Berdasarkan Produksi Yang Dihasilkan Di Tambang Andesit PT Guna Darma Putra, Desa Bantarsari, Kecamatan Bungursari, Kota Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat*. Jurnal Teknik Pertambangan UNISBA ISSN : 2460 – 6499. (2015).
- [5] Imam., Triantoro, Agus dkk., *Evaluasi Crushing Plant Dan Alat Support Untuk Pengoptimalan Hasil Produksi Di PT Binuang Mitra Bersama Desa Pualam Sari, Kecamatan Binuang*. Jurnal Himasapta, Vol. 2, No. 2, Agustus 2017 : 21 – 26. (2017).
- [6] Damanik, Romansius Lombang., Nurhakim., Riswan dkk. *Evaluasi Sistem Belt Conveyor Dan Analisis Sistem Crushing Pada Coal Crushing Plant*. Jurnal Geosapta Vol. 2, No. 1 Januari (2016).
- [7] Rizka., Saimana, Uyu., Hakim, Romla Noor., *Evaluasi Kinerja Alat Support Dan Crushing Plant Dalam Rangka Pengoptimalan Produksi Batubara Di PT Asmin Bara Bronang*. Jurnal Himasapta, Vol. 2, No. 1, April 2017: 6-8. (2017)
- [8] Fauzie, Andy Aditya., Komar, Syamsul., Mukiat., 2014. *Upaya Peningkatan Target Produksi Batu Kapur 33.400 Ton/Hari Pada Pengolahan Dan Pengangkutan Area Depan Di PT. Semen Padang Sumatera Barat (PERSERO) Tbk*. Jurnal Ilmu Teknik UNSRI Vol 2, No. 1 (2014).
- [9] Normansya., Pulungan, Linda., Nasrudin, Dudi., *Optimalisasi Alat Crushing Plant Untuk Memenuhi Target Produksi Andesit di PT. Ansar Terang Crushindo, Kecamatan Pangkalan Kota Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat*. Jurnal UNISBA Volume 2, No. 1, Tahun (2016).
- [10] Rendy, J.W., Dwi, Poetranto, Dwi., Winarno, Eddy., 2015. *Optimalisasi Produksi Finished Coal Dengan Mengurangi Down Time Pada Crushing Plant Di PT. Trubaindo Coal Mining, Melak, Kab. Kutai Barat, Kalimantan Timur*. Jurnal Teknologi Pertambangan Volume.1 Nomor. 1 Periode: Maret – Agustus (2015).
- [11] Sugiono, *Metode Penelitian Bisnis*. Bandung: Alfabeta (2012).
- [12] Partanto, Prodjosumarto. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- [13] Buchari, Alma. 2012. *Pengantar Statistika Sosial*. Bandung. ALFABETA (1996).
- [14] Dergibson Siagian Sugiarto. *Metode Statistika*. Jakarta. PT. Gramedia Pustaka Utama (2002).