

KAJIAN TEKNIS PRODUKTIVITAS BELT CONVEYOR DALAM UPAYA MEMENUHI TARGET PRODUKSI BATUBARA SEBESAR 1800 TON/HARI DI PT. AMAN TOEBILLAH PUTRA LAHAT SUMATERA SELATAN

Faizah Hayati¹, Syamsul Komar², Fuad Rusydi Suwardi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32 Indralaya Sumatera Selatan, 30662, Indonesia
E-mail: faizahhayati.FH@gmail.com

ABSTRAK

PT. Aman Toebillah Putra adalah salah satu perusahaan tambang batubara yang berlokasi di Merapi Barat Lahat, Sumatera Selatan. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Aman Toebillah Putra adalah sistem tambang terbuka dengan metode open pit mining. Kegiatan penambangan yang dilakukan pada setiap wilayah kerja dimulai dari land clearing, ripping/nonripping, digging, loading, hauling sampai stockpiling batubara. Pada proses pengangkutan batubara dari lokasi penambangan ke stockpile room, menggunakan dump truck yang diangkut langsung setelah Coal Getting, batubara dari stockpile selanjutnya akan diangkut menuju hopper untuk dilakukan proses pengumpanan yang dalam hal ini perusahaan menggunakan 2 unit dump truck serta 1 unit excavator yang berada pada stockpile room. Pada kegiatan pengumpanan, batubara yang di dumping tidak semuanya masuk ke hopper yang disebabkan kapasitas tampungnya lebih kecil, dan sebagian batubara tersebut berada pada row-coal room sehingga nantinya juga akan masuk ke hopper dengan bantuan 1 unit excavator. Dari hasil pengamatan dan perhitungan dilapangan didapatkan jumlah produksi pengumpanan pada feeder sebesar 403,54 ton/jam atau 1876,46 ton/hari, dan produksi dari belt conveyor dan crusher sebesar 368,27 ton/jam atau 1712,46 ton/hari, yang artinya produksi belt conveyor belum memenuhi target perusahaan sebesar 1800 ton/jam. Sedangkan nilai keserasian kerjanya (match factor) dengan jarak angkut 85 meter, diperoleh sebesar 1,14 yang berarti bahwa alat angkut (dump truck) mengalami waktu tunggu sehingga waktu kerjanya tidak mencapai 100% dibandingkan dengan waktu kerja yang dipakai alat muat (excavator).

Kata Kunci: Pengumpanan, Match Factor, Belt Conveyor, Crusher.

1. PENDAHULUAN

Stockpile merupakan tempat penyimpanan atau penumpukan sementara batubara hasil penambangan dari pit yang lokasinya dibuat berada dekat dengan lokasi hopper atau feeder untuk memperlancar proses pengangkutan [1]. Batubara yang berasal dari tambang dengan jarak 300 meter akan diangkut menuju stockpile room yang nantinya akan dimuat excavator backhoe dan diangkut oleh dump truck menuju hopper dan dibawa oleh belt conveyor menuju mesin peremuk (crusher), hal ini dilakukan untuk memenuhi permintaan konsumen. Crusher adalah suatu alat atau mesin yang dibuat untuk mengurangi ukuran bahan galian agar dapat diolah lebih lanjut. Proses yang bertujuan agar mineral yang diinginkan terliberasi dari mineral pengotornya disebut dengan proses crushing [2].

Upaya peningkatan kerja pengolahan batubara yang dalam hal ini dilakukan pembahasan mengenai kerja belt conveyor dan crusher, target produksi perusahaan sebesar 300 ton/jam atau 1800 ton/hari dengan rata-rata jam kerja pengolahan di stockpile adalah 6 jam/hari. Untuk mencapai target tersebut dilakukan pengawasan yang rutin dan pengaturan kecepatan laju belt conveyor, yang disesuaikan dengan kapasitas kerja crusher.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah material yang masuk ke feeder yang dibawa belt conveyor untuk di crusher menuju stockpile pemasaran.
2. Mengetahui waktu efektif pengisian batubara untuk dilakukan pengolahan dan keserasian kerja laju pengumpanan dengan perhitungan kapasitas dan laju belt conveyor.
3. Mengetahui faktor-faktor penyebab pencapaian target produksi yang dihasilkan pada proses pengolahan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di area penambangan dan *stockpile* PT. Aman Toebillah Putra. Kegiatan yang termasuk di dalamnya adalah pengambilan data di lapangan, pengolahan data, dan analisa hasil. Data yang diambil dalam penelitian ini diantaranya adalah *cycle time* alat muat dan alat angkut, produktifitas alat muat dan angkut, kapasitas *hopper*, lebar dan kecepatan *belt conveyor*, jumlah pengotor terambil pada *belt conveyor*, dan produktifitas *crusher*.

Pengambilan data waktu edar dilakukan pada *wheel loader* dan *dumptruk*. Waktu edar dari *wheel loader* terdiri dari waktu manuver maju persiapan sebelum memuat, waktu memuat, waktu manuver mundur, waktu maju muatan, waktu tumpah, dan waktu kembali kosong. Waktu edar dari *dump truck* terdiri dari waktu untuk mengantri, mengambil posisi, mengisi muatan, waktu maju bermuatan, waktu yang digunakan untuk menumpahkan muatan dan waktu untuk kembali [6]. Perhitungan banyak nya pengumpanan dapat diperoleh dari mengitung produktifitas alat muat yaitu *excavator backhoe* dan keserasian kerja terhadap alat angkut *dump truck*.

Besarnya produksi pengumpanan dapat diketahui dengan memperhitungkan produksi persiklus dan besarnya kemampuan produktifitas *excavator* dan *dump truck* yang mengangkut material dari *stockpile room*, produktifitas *excavator* dapat dihitung dengan Pers. sebagai berikut [3].

$$Q = q \times \frac{3600}{Ct} \times \text{Eff} \quad (1)$$

$$q = q1 \times a \quad (2)$$

Keterangan:

q = produksi persiklus *bucket* (ton)

q1 = kapasitas *bucket* (m³)

a = *bucket fill factor*

Ct = *cycle time* (detik)

Eff = efisiensi kerja

Q = produksi *excavator* (ton/jam)

Dump truck dalam hal ini merupakan alat angkut yang dipakai pada *stockpile room* yang nantinya akan digunakan untuk *dumping* ke *hopper*. Menghitung produksi kerja aktual *dump truck* terlebih dahulu diketahui produksi kerja kasar persiklusnya [4], dapat dihitung dengan Pers. berikut:

$$\text{Produksi kerja persiklus} = \text{Kapasitas} \times Ct \quad (3)$$

$$\text{Produksi Kerja Aktual} = \text{Produksi Kerja Kasar} \times \text{Eff Kerja} \quad (4)$$

Batubara yang diangkut tersebut akan *dumping* menuju *hopper*, dengan demikian akan dihitung kapasitas tampung dari volume *hopper* tersebut, yang dalam hal ini tidak semua umpan yang masuk ke *hopper*. Batubara yang keluar dari mulut *hopper* akan langsung jatuh ke *belt conveyor-4* yang mengangkut batubara tersebut menuju *crusher*.

Hopper adalah alat pelengkap pada rangkaian unit peremuk yang berfungsi sebagai tempat penerima material umpan yang dalam hal ini berasal dari lokasi *stockpile room*. *Hopper* ini dibuat dari beton dengan pelapis lembaran baja pada dinding- dindingnya dengan tujuan agar terhindar dari keausan akibat gesekan dan benturan dinding dengan material. Kapasitas *hopper* dapat dihitung dengan Pers.berikut [5]:

$$V_{hopper} = \frac{1}{2} \times (Latas + Lbawah + \sqrt{(Latas + Lbawah)}) \times \text{Tinggi} \quad (5)$$

$$K = T \times L \times v \times Bi \quad (6)$$

Keterangan:

V_{hopper} = Volume *hopper* (ton)

K = Kapasitas (ton/jam)

T = Tebal Material (m)

L = Lebar Bawah *Feeder* (m)

v = Kecepatan (m/jam)
 Bi = Bobot isi (ton/m³)

Data kecepatan *belt conveyor* diambil dengan membuat dua tanda jarak pada lintasan *belt conveyor*, satu tanda sebagai titik awal dan yang satunya sebagai titik akhir. Dilakukan pengukuran terhadap jarak tersebut dalam satuan meter lalu hitung waktu yang diperlukan *belt* untuk bergerak dari titik awal menuju titik akhir menggunakan *stopwatch*, sehingga diperoleh kecepatan dengan jarak persatuan waktu.

Pada proses pengangkutan batubara menuju crusher, terjadi pengambilan pengotor yang dalam hal ini rata-rata pengotor terambil yaitu sebesar delapan persen perjam dari jumlah produktifitas yang dihasilkan oleh *belt conveyor*.

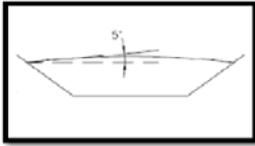
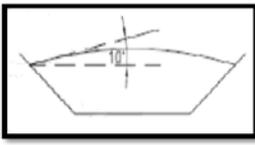
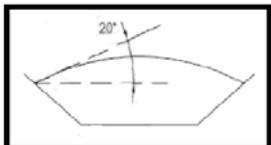
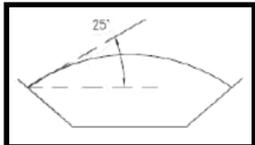
Produktifitas *belt conveyor* dapat dihitung setelah mengetahui luas penampangnya dengan memperhatikan Tabel 1, sudut kemiringan maksimum *belt conveyor* Tabel 2 dan dengan menggunakan Pers. berikut [6]:

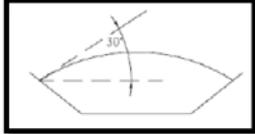
$$A1 = \frac{bh}{2} = \frac{1}{2} (0,8B \times 0,5) (0,8B \operatorname{tg} \theta) = 0,16 B^2 \operatorname{tg} \theta \tag{7}$$

$$A2 = \frac{1}{2} (0,2B \times 0,8B) + (0,4B \operatorname{tg} \alpha) = 0,12 B^2 \operatorname{tg} \alpha \tag{8}$$

$$A_{\text{total}} = A1 + A2 \text{ (m}^2\text{)} \tag{9}$$

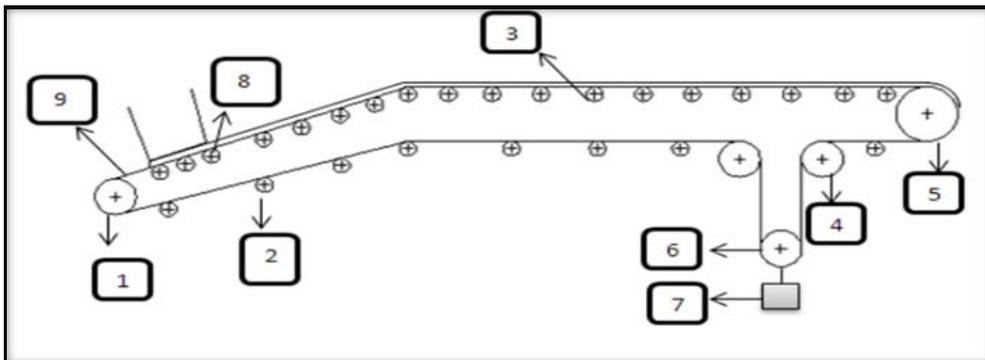
Tabel 1. Sudut *Surcharge* dan Sudut *Repose* Material

Material Characteristics	Angle Of Repose	Flow Ability	Angle Of Shurcharge	Illustration
Very small rounded particles with uniform size and smooth surface, either very wet or very dry. Materials such as cement, urea prills, wer concrete etc	0-19°	Very Free Flowing	5-10°	
Non-spherical rounded/ dry / smooth surface particles such as whole grains, beans etc.	20-25°	Free Flowing	10-15°	
Granular or lumpy material having irregular shape and surface. Material such as coal, earth, clay, cot ton seeds meals, cracked grains, certain minerals, ores, stones etc	30-35°	Average	15-20°	
Granular or lumpy material having irregular shape and surface with more internal friction. Material such as coal, certains, minerals, ores, stones etc	36-40°	Average	20-25°	

Irregular stringy fibrous and interlocking. Material such as tamped foundry sand, shredded canes, baggase, wiid chips, shredded rubber etc.	>40°	Sluggish	25-30°	
---	------	----------	--------	---

Tabel 2. Sudut Kemiringan Maksimum Pada *Belt Conveyor*

Material	Kemiringan Maksimum β (°)
Salt, common dry, fine	12
Coal Anthracite, sized	16
Gravel,dry, sharp	17
Coal Bituminous, mined run of mine	18
Copper ore, Cement, Portland	20
Coal lignite, Dolomit lumpy	22
Lime powdered	23
Coal bituminous, mines 50 mesh and under	24
Ashes, fly	25
Wood chips	27



Gambar 1. Skema Konstruksi Utama *Belt Conveyor*

Keterangan gambar: *Tail Pulley* (1), *Return Roll* (2), *Carrying Roll* (3), *Bend Pulley* (4), *Head Pulley* (5), *Take Up Pulley* (6), *Counter Weight* (7), *Impact Roll* (8), *Belt* (9).

Performansi *belt conveyor* sangat dipengaruhi oleh kapasitas curah *hopper*, ukuran butir, massa jenis material dan kelembaban material yang ditransfer [7,8], Kapasitas produksi *belt conveyor* merupakan kemampuan dari suatu *belt conveyor* untuk mengangkat suatu material dalam waktu tertentu (ton/jam), dapat dihitung dengan Pers.berikut [9]:

$$C = \frac{3600}{1000} \times A \times V \times \rho \tag{10}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas (ton/jam)
- A = Luas penampang (m²)
- V = Kecepatan *belt* (m/s)
- ρ = Densitas material (kg/m³)

Kapasitas *double roll crusher* dibedakan menjadi kapasitas nyata dan kapasitas desain. Kapasitas desain merupakan kemampuan produksi yang semestinya dicapai oleh mesin peremuk tersebut. Mesin peremuk yang berada di perusahaan sekarang kapasitas desainnya sebesar 300 ton/jam. Produktivitas secara teoritis mesin *double roll crusher* dapat dihitung dengan Pers.berikut [10]:

$$Q = \pi \times 60 \times \omega \times D \times W \times s \times \rho \quad (11)$$

Keterangan:

Q = Kapasitas roll crusher (ton/jam)
 ω = Kecepatan (putaran/menit)
 D = Diameter roll (m)
 W = Lebar permukaan roll (m)
 s = Jarak antar roll (m)
 ρ = Densiti (ton/m³)

Data yang telah diperoleh dari pengamatan di lapangan, diolah menggunakan sumber-sumber kepustakaan yang berkaitan dengan permasalahan yang ada secara manual ataupun menggunakan bantuan program *Microsoft excel*. Metode statistik digunakan untuk menentukan jumlah rata-rata dari setiap sampel yang diambil agar dapat mewakili dari keseluruhan sampel yang ada. Semua data yang diambil terdiri dari 30 data yang dianggap mampu mewakili keseluruhan data yang ingin diperoleh. Pers. yang digunakan adalah [11]:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (12)$$

Keterangan:

\bar{x} = Jumlah rata-rata,
 $\sum x_i$ = Jumlah dari data yang ada,
 N = Banyaknya data.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Produktifitas Pengumpanan

Proses pengumpanan batubara ke *feeder hopper* dilakukan dengan cara mengangkat batubara yang berada di *stockpile room*. Pengumpanan yang dilakukan dengan menggunakan alat berat *dump truck* yang *loading* dari *stockpile room* menuju *hopper* dengan jarak tempuh ± 85 m. Perhitungan aktual dilapangan jumlah produksi 2 unit *dump truck* dengan kapasitas dan tipe yang sama di dapat sebesar $2 \times 213,405$ ton/jam = 426,81 ton/jam, dan lebih dari lima persennya atau 23,27 ton/jam-nya adalah pengotor, jadi jumlah yang dihasilkan adalah 426,81 ton/jam- 23,27 ton/jam = 403,54 ton/jam atau 1876,46 ton/hari dengan waktu kerja rata-rata 4,65 jam/hari.

3.2. Keserasian Kerja Alat Muat dan Alat Angkut

Keserasian kerja atau *match factor* pada proses pengumpanan dapat diperoleh dengan membandingkan antara besarnya jumlah produksi alat angkut dengan jumlah produksi pada alat muat. Untuk keserasian kerja produksi aktual, diperoleh sebesar 1,14. Dengan MF > 1, berarti alat angkut bekerja tidak maksimal yang disebabkan waktu tunggu alat angkut itu sendiri, dengan jarak angkut 85 m dari *stockpile room* menuju *hopper*.

3.3. Produktifitas Aktual Belt Conveyor

Produktivitas aktual *belt conveyor* perlu dihitung terlebih dahulu luas penampang dari material batubara pada *belt conveyor*. Dari perhitungan didapat luas penampang bagian atas 0,0358 m² dan bagian bawah 0,0502 m², jadi luas totalnya adalah 0,0860 m². Setelah menghitung luas penampang maka kapasitas produksi belt conveyor dihitung dengan pers.(10) jumlah batubara yang dihasilkan yaitu sebesar 403,54 ton/jam.

Adapun faktor-faktor yang dapat menyebabkan berkurangnya jumlah produksi angkut dari *belt conveyor* tersebut antara lain:

a. Luas permukaan material pada *belt*.

Luas permukaan material pada *belt conveyor* sangat dipengaruhi oleh material angkut yang dibawa, baik jenis, ukuran, densitas maupun koefisien geseknya.

b. Proses pengumpanan pada *feeder*.

Semakin besar produksi pengumpanan pada *feeder* maka semakin besar pula produksi angkut dari *belt conveyor*. Apabila proses pengumpanan tidak maksimal, maka produksi dari *belt conveyor* pun akan berkurang.

c. *Looses* pada *belt conveyor*

Banyak hal yang dapat menyebabkan *looses* pada *belt conveyor* seperti memuainya *belt* akibat terlalu panas, kondisi *belt* yang basah dapat menyebabkan material batubara lengket pada *belt*, dan juga bisa disebabkan oleh jatuhnya material batubara kesamping akibat putaran *carrying roll*.

3.4. Produktifitas *Crusher*

Kapasitas desain alat *crusher* perusahaan adalah 300 ton/jam, sedangkan kapasitas nyata pers.(11) \ yang didasarkan pada sistem produksi yang saat ini diterapkan adalah 368,27 ton/jam, atau 1712,46 ton/hari dengan aktual jam kerja 4,65 jam/hari.

3.5. Alternatif Penyelesaian Masalah

Salah satu penyebab utama berkurangnya produksi pengumpanan pada *feeder* yaitu besar kecilnya ukuran butir dari batubara dan produksi yang dihasilkan alat muat dan alat angkut, dan peningkatan sudut tumpukan dari 17° menjadi 20°. Untuk meningkatkan produksi pengumpanan dan memenuhi target produksi maka dapat dilakukan dengan beberapa alternatif berikut.

3.5.1. Perhitungan Produksi *Belt Conveyor* dengan peningkatan sudut tumpukan 20°

Produktivitas aktual *belt conveyor* setelah perubahan sudut tumpukan berikut yang sebelumnya perlu dihitung terlebih dahulu luas penampang dari material batubara pada *belt conveyor*. Dari perhitungan didapat luas penampang bagian atas meningkat 0,0416 m² dan bagian bawah 0,0502 m², jadi luas totalnya adalah 0,0918 m². Setelah menghitung luas penampang maka kapasitas produksi *belt conveyor* dihitung dengan pers.(7) jumlah batubara yang dihasilkan yaitu sebesar 429,62 ton/jam.

Jumlah produksi *belt conveyor* yang dihasilkan tersebut lebih dari delapan persennya atau 35,27 ton/jam adalah pengotor yang terdapat pada *belt conveyor*, sebelum diangkut menuju *crusher*. Jumlah tersebut menjadi sebesar 403,54 ton/jam - 35,27 ton/jam = 368,27 ton/jam. Dari hasil tersebut dengan aktual jam kerja rata-rata perhari 4,65 jam, produksi yang dihasilkan adalah 1712,46 ton/hari. Hal ini dinyatakan tidak memenuhi target produksi perusahaan sebesar 1800 ton/hari, dapat dilihat pada Tabel 3.

Jumlah produksi *belt conveyor* yang dihasilkan tersebut lebih dari delapan persennya atau 35,27 ton/jam adalah pengotor yang terdapat pada *belt conveyor* pers.(9) sebelum diangkut menuju *crusher*. Jumlah tersebut menjadi sebesar 429,62 ton/jam - 35,27 ton/jam = 394,35 ton/jam. Dari hasil tersebut dengan aktual jam kerja rata-rata perhari 4,65 jam, produksi yang dihasilkan adalah 1833,73 ton/hari. Hal ini dinyatakan dapat memenuhi target produksi perusahaan sebesar 1800 ton/hari

3.5.2. Meningkatkan Produksi Pengumpanan dengan mengganti alat muat excavator CAT 349 C dengan kapasitas *bucket* 3,47 ton

Perhitungan produksi excavator persiklus pers.(2) yang diperoleh setelah pergantian alat dengan kapasitas yang lebih besar yaitu sebesar 3,47 ton dikalikan dengan *bucket fill factor* yaitu 1,1 diperoleh jumlah produksi persiklusnya sebesar 3,82 ton. Sehingga, nilai produksi *excavator* pers.(1) dengan produksi persiklus dikalikan dengan waktu edar dan efisiensi kerja alat tersebut adalah sebesar 673,75 ton/jam.

Pergantian alat tersebut juga dapat dikatakan ideal apabila alat muat mengisi 4-5 kali terhadap alat angkut berdasarkan *Rule Of Thumb*. Hal ini diperoleh setelah diketahui kapasitas alat angkut yang dibagi dengan kapasitas alat muat setelah diganti dengan kapasitas *bucket* yang lebih besar, dan jumlah pengisian dari *bucket excavator* tersebut untuk mengisi satu unit alat angkut *dump truck* dikatakan ideal dengan jumlah pengisian yang didapat adalah sebanyak 5 kali.

Tabel 3. Produksi *Belt Conveyor*

Produksi	Target (Ton/hari)	Aktual (Ton/hari)	Faktor yang Mempengaruhi
<i>Belt Conveyor</i>	1800	1712,46	a. Proses pengumpanan pada <i>feeder</i> b. Luas permukaan material pada <i>belt</i> c. <i>Looses</i> pada <i>belt conveyor</i>

3.5.3. Meminimalkan banyaknya pengotor pada belt conveyor dari 8 % menjadi sebanyak 3%

Upaya yang dilakukan dalam hal meminimalkan banyaknya pengotor tersebut dapat dilakukan pada saat pengumpanan sehingga yang melewati *hopper* jumlah material pengotor yang terangkut pada *belt conveyor* berkurang.

Produktifitas dari *belt conveyor* dengan berkurangnya pengotor yang terangkut menuju *crusher* dapat dihitung dengan Pers.(6), dengan luas penampang yang sama, dan kecepatan laju *belt conveyor* yang sama diperoleh sebesar 403,54 ton/jam. Jumlah yang dihasilkan tersebut dikurangi dengan tiga persen pengotor terambil atau 12,11 ton/jam. Hasil akhir yang diperoleh adalah sebesar 391,43 ton/jam.

Dari hasil tersebut dengan aktual jam kerja rata-rata perhari 4,65 jam, produksi yang dihasilkan adalah 1820,15 ton/hari, hal ini dikatakan mencapai target yang diinginkan perusahaan yaitu sebesar 1800 ton/jam.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengamatan, perhitungan dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dengan target produksi perusahaan 1800 ton/hari, produktivitas yang dihasilkan dengan jam kerja aktual rata-rata perusahaan 4,65 jam/hari, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Produksi pengumpanan adalah sebesar 403,54 ton/jam atau 1876,46 ton/hari, produksi *belt conveyor* sebesar 368,27 ton/jam atau 1712,46 ton/hari, produktivitas *crusher* aktual sebesar 368,27 ton/jam atau 1712,46 ton/hari.
2. Keserasian kerja (*match factor*) Aktual, Keserasian kerja antara pengumpan alat angkut *dump truck* dengan alat muat *excavator* didapatkan sebesar 1,14. Dengan MF > 1, dengan jarak angkut 85 m berarti alat angkut mengalami waktu tunggu, alat muat bekerja 100% dan alat angkut bekerja tidak mencapai 100%.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kurangnya pertimbangan waktu dan jumlah produksi hasil *crushing* pada pengolahan batubara dengan jumlah material pengumpanan, antara lain: kurangnya produksi pengumpanan batubara menuju *feeder hopper*, kecepatan produksi *belt conveyor* dan target memenuhi kapasitas *crusher*, proses penggeseran pada *stock crusher coal room*, dan keahlian operator dan pengawasan serta perawatan alat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anne, M. Carpenter. (1999). *Management of Coal Stockpile*. IEA Coal Research.
- [2] Darling, Peter. (2011). *SME Mining Engineering Handbook*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration inc : USA.
- [3] Komatsu. (2009). *Specification and Application Handbook, 30st Edition*. Tokyo, Japan : Komatsu Ltd.
- [4] Prodjosumarto, Partanto. (1993). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung.
- [5] Kurimoto. *Crushing And Screening, 1st edition*. Japan: Kurimoto Ltd, Minato-Ku.
- [6] Komatsu. (2003). *Specification and Application Handbook Edition 24*. Japan: Komatsu .Ltd.
- [7] Hamsi, Alfian. (2011). Analisa Pengaruh Ukuran Butir Dan Tingkat Kelembaban Pasir Terhadap Performansi Belt Conveyor Pada Pabrik Pembuatan Tiang Beton. Jurnal Dinamis, Volume 2, No 8.
- [8] Erinofiardi, (2012). Analisa Kerja Belt Conveyor 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam. Jurnal Rekayasa Mesin. Volume 3 No 3.
- [9] Dunlop. (2009). *Handbook Conveyor-conveyor Mining Belting Australia*. Australia : Fenner Dunlop.

- [10] Gupta, A. & Yan, D. S. (2006). *Mineral Processing Design And Operations An Introduction*. Australia: Perth.
- [11] Sudjana. (1992). *Metode Statistika. Edisi Kelima*. Bandung: Tarsito.