

**EVALUASI KESERASIAN (*MATCH FACTOR*) ALAT MUAT
DAN ALAT ANGKUT DENGAN METODE CONTROL CHART (PETA KENDALI)
PADA AKTIVITAS PENAMBANGAN DI PIT X PT Y**

Yoszi Mingsi Anaperta¹

ABSTRACT

One of supporting the mine's success is the achievement of production targets. The optimal production will increase corporate profits. Some factors affecting mining productions is adequate road condition, work efficiency and compatibility between excavator and tool loading.

Match factor of excavator and loading toll is a process that can affect production. To analyze and improve the process, we certainly need to understand how their performance of process. In the world of quality control there is statically method to help us see whether a process is under control or not. The method is statically process control (SPC)

Keywords: Match factor, statistical process control, loading tool and excavator

INTISARI

Salah satu pendukung keberhasilan tambang adalah pencapaian target produksi. Produksi yang optimal akan meningkatkan keuntungan perusahaan. Beberapa faktor yang mempengaruhi produksi pertambangan kondisi memadai jalan, efisiensi kerja dan kompatibilitas antara excavator dan alat bongkar.

Faktor pertandingan excavator dan pemuatan tol adalah proses yang dapat mempengaruhi produksi. Untuk menganalisis dan meningkatkan proses, kita pasti perlu memahami bagaimana kinerja mereka dari proses. Dalam dunia kontrol kualitas ada statis metode untuk membantu kita melihat apakah suatu proses berada di bawah kendali atau tidak. Metode ini statis kontrol proses (SPC).

Kata Kunci: Faktor Match, pengendalian proses statistik, alat bongkar excavator

¹ Dosen Teknik Tambang Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan kegiatan penambangan terbuka banyak faktor yang menunjang keberhasilan tambang tersebut salah satunya adalah produksi. Produksi yang optimal tentu akan meningkatkan keuntungan perusahaan. Untuk mengoptimalkan produksi penambangan banyak faktor yang harus diperhatikan seperti kondisi jalan yang memadai, efisiensi kerja alat dan keserasian (*match factor*) antara alat muat dan alat angkut.

Dalam penelitian ini dibahas adalah mengenai Keserasian (Match Factor) Alat Muat dan Alat Angkut dengan metode *Control Chart* (Peta kendali) pada Aktivitas Penambangan Bijih Ore dan Waste di Pit X PT.Y" Pada Pit X terdapat tiga zona yaitu zona 1, zona 2 dan zona 3. Saat penulis mengambil data di zona satu terdapat material HG, MG, LG, DO dan Waste; di zona 2 terdapat material HG, MG, LG, DO dan waste; dan di zona 3 hanya terdapat material waste.

PENDEKATAN PEMECAHAN

MASALAH

Dasar Teori

Data yang diperoleh dilapangan di hitung dengan cara sebagai berikut:

1. Untuk menghitung Waktu Edar (Cycle Time)
Waktu edar merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

- a. Waktu edar alat muat
Merupakan total waktu pada alat muat, yang dimulai dari pengisian bucket sampai dengan menumpahkan muatan

ke dalam alat angkut dan kembali kosong.
(Eugene P. Pfleider, 1972)

Rumus : $C_{tm} = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4}$

Keterangan :

C_{tm} : Total waktu edar alat muat, detik
 T_{m1} : Waktu untuk menggali muatan, detik
 T_{m2} : Waktu swing bermuatan, detik
 T_{m3} : Waktu untuk menumpahkan muatan, detik
 T_{m4} : Waktu swing tidak bermuatan, detik
Waktu eadar alat angkut

b.

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu menunggu alat untuk dimuat, waktu mengatur posisi untuk dimuat, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping dan waktu kembali kosong.
(Eugene P. Pfleider, 1972)

Rumus :

$C_{ta} = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6}$

Keterangan :

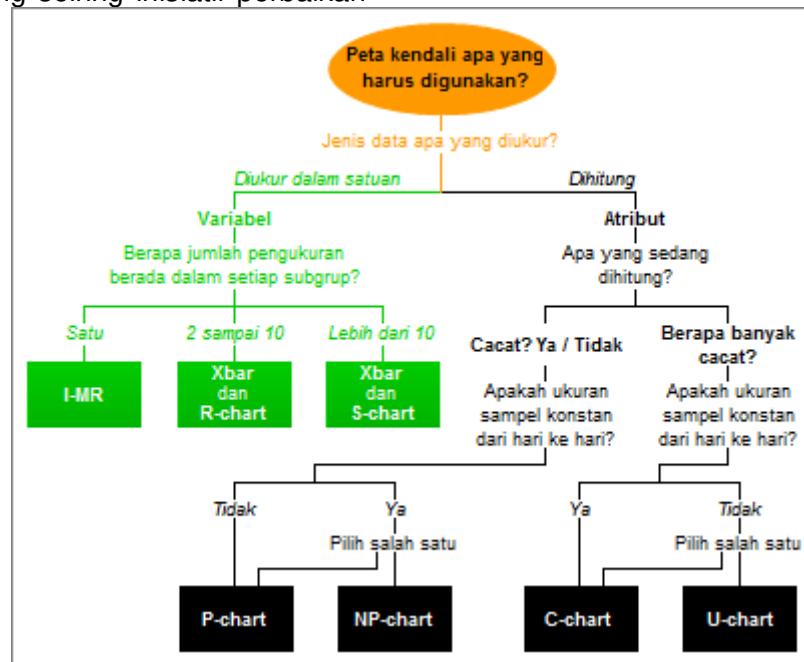
C_{ta} : Waktu edar alat angkut, menit
 T_{a1} : Waktu mengambil posisi siap dimuat, menit
 T_{a2} : Waktu diisi muatan, menit
 T_{a3} : Waktu mengangkut muatan, menit

- Ta4 : Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, menit
 Ta5 : Waktu muatan ditumpahkan, menit
 Ta6 : Waktu kembai kosong, menit
 Waktu edar alat angkut ini merupakan waktu keseluruhan dari satu siklus produksi yang terdiri dari :
2. Untuk mengitung keserasian kerja (*Match Factor*)
 Faktor keserasian kerja merupakan suatu persamaan sistematis yang digunakan utnuk menghitung tingkat keselarasan kerja antara alat muat dan alat angkut untuk setiap kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan.
 Untuk menilai keserasian alat muat dan alat angkut dapat digunakan rumus Match Factor adalah sebagai berikut: (Ir. Yanto Indonesianto,M.Sc, dimodifikasi)
- $$MF = \frac{Na \times (Ctm \times jumlah\ bucket)}{Nm \times Cta}$$
- Keterangan:
 MF = match factor
 Ctm = cycle time alat muat,
 $(Ctm \times jumlah\ bucket)$ = waktu cycle time alat muat untuk sekali loading ke ADT
 Cta = cycle time alat angkut
 Na = jumlah alat angkut
 Nm = jumlah alat muat
- Dari persamaan di atas akan muncul tiga kemungkinan, yaitu :
1. $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat yaitu:
 2. $MF > 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut sebagai berikut:
 3. $MF = 1$, artinya alat muat dan alat angkut bekerja 100%, dengan demikian tidak terdapat waktu tunggu bagi alat muat maupu alat angkut. Untuk menganalisis dan memperbaiki proses, kita tentunya harus memahami dan juga mengerti bagaimana kinerja proses tersebut. Dalam dunia pengendalian kualitas (*quality control*) terdapat suatu metode statistik untuk membantu kita dalam melihat apakah suatu proses di bawah kendali, atau sebaliknya. Metode tersebut adalah statistical process control (SPC).
- Statistical Process Control (SPC) dicetuskan pertama kali oleh Walter Andrew Shewhart ketika bekerja di Bell Telephone Laboratories, Inc. (divisi R&D untuk perusahaan AT&T dan Western Electric) pada tahun 1920-an. SPC ini juga dikenal sebagai peta kendali (*control chart*).
 Secara umum, peta kendali dalam SPC selalu terdiri dari tiga garis horisontal, yaitu:
1. Garis pusat (*center line*), garis yang menunjukkan nilai tengah (mean) atau nilai rata-rata dari karakteristik kualitas yang diplot pada peta kendali SPC.
 2. *Upper control limit* (UCL), garis di atas garis pusat yang menunjukkan batas kendali atas.
 3. *Lower control limit* (LCL), garis di bawah garis pusat yang menunjukkan batas kendali bawah.
- Garis-garis tersebut ditentukan dari data historis. Shewhart

menggunakan kurva distribusi normal (*distribusi Gauss*) dengan μ sebagai garis pusat yang menunjukkan nilai rata-rata sebaran karakteristik proses, dan $\pm\sigma$ yang dirubah menjadi UCL dan LCL sebagai landasannya.

Teknik-teknik SPC kemudian berkembang seiring inisiatif perbaikan

kualitas seperti Six Sigma di perusahaan-perusahaan Amerika. Adapun tahapan kita dalam pengambilan keputusan untuk memilih teknik SPC yang kita butuhkan adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Bagan Alur Pengambilan Keputusan untuk Memilih Teknik SPC

Sumber: Straker, n.d., fig. 1 (dimodifikasi)

Terlebih dahulu tentukan jenis karakteristik data yang diobservasi, yaitu: data variabel dan data atribut. Data variabel bersifat kontinyu (continuous distribution). Data ini diukur dalam satuan-satuan kuantitatif, sebagai contoh: Cycle time. Sifat continuous distribution pada data variabel menggambarkan data berbentuk selang bilangan yang bisa terjadi dalam digit dibelakang koma hingga n digit, tidak dapat dihitung, dan tidak terhingga. Sedangkan data atribut bersifat diskrit (discrete distribution). Data ini umumnya diukur dengan cara dihitung menggunakan daftar pencacahan untuk keperluan pencatatan dan analisis, sebagai

contoh: jumlah alat. Penulis menggunakan SPC untuk menganalisis data *cycle time* maka karakteristik data pada penelitian ini adalah data variabel.

Ketika kita mempunyai data variabel, ada tiga jenis peta kendali yang dapat kita gunakan, yaitu:

1. Individuals & moving range control chart (I-MR).
2. Average & range control chart (Xbar & R-chart).
3. Average & standard deviation control chart (Xbar & S-chart).

Individuals and moving range control chart (I-MR) yang juga dikenali dengan nama X-MR atau Shewhart individuals control chart adalah peta

kendali variabel yang digunakan jika jumlah observasi dari masing-masing subgrup hanya satu ($n = 1$). I-MR diperlukan dalam situasi-situasi sebagai berikut (Montgomery, 2005, pp. 231–232):

1. Menggunakan teknologi pengukuran dan setiap unit yang diproduksi dapat dianalisis sehingga tidak ada dasar untuk pengelompokan rasional ke dalam subgrup.
2. Siklus produksi sangat lama, dan menyulitkan jika mengumpulkan sampel sebanyak $n > 1$.
3. Pengukuran berulang
4. Beberapa pengukuran diambil pada unit yang sama.
5. Dalam pabrik-pabrik proses tertentu

Oleh karena itu untuk menganalisis data cycle time pada penelitian ini lebih tepat menggunakan I-MR, dengan jumlah data (n) 40 melebihi jumlah data minimal yaitu 25 data.

Berikut adalah contoh penggunaan I-MR:

1. Hitung nilai rata-rata dari data, yaitu \bar{X}

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

2. Menghitung moving range (R), dan rata-rata moving range \bar{R} .

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

Catatan: $M\bar{R} = \bar{R}$

3. Menghitung garis pusat, UCL, dan LCL untuk peta kendali.

$$UCL = \bar{X} + 3\sigma$$

$$UCL = \bar{X} - 3\sigma$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}, \text{ dengan } d_2 \text{ (konstanta)} =$$

1,128

Berdasarkan contoh peta kendali diatas, terdapat satu data yang keluar dari peta kendali (*control limit*). Penyimpangan data tersebut di sebabkan oleh penyebab khusus (*special cause*) dan jarang terjadi, maka data ini bisa di hapus, agar tidak merusak nilai rata-rata data yang nantinya berpengaruh dalam perhitungan sehingga perhitungan lebih akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi pengambilan data di Pit Purnama. Dimana pengambilan data dilakukan pada area *Loding Point* pada Zona sebagai berikut:

1. Zona 1, Material Waste dengan area *Dumping Point* di TSF 330 lower
2. Zona 2, Material Waste dengan area dumping point di TSF 325
3. Zona 3 (*North Pit*), material waste dengan Area *Dumping Point* di TSF 330 Buttress Upper

Analisis Data dan Pembahasan

Pada Pit Purnama terdapat tiga zona yaitu zona 1, zona 2 dan zona 3. Saat penulis mengambil data di zona satu terdapat material HG, MG, LG, DO dan Waste; di zona 2 terdapat material HG, MG, LG, DO dan waste; dan di zona 3 hanya terdapat material waste.

Dalam penelitian ini penulis hanya mengambil data cycle time alat gali dan alat muat untuk material waste di zona 1, zona 2, dan zona 3 dengan tempat dumpingan di TSF battres, TSF 330 Uper dan TSF 330 Lower (menyesuaikan dengan tempat dumping ADT pada saat pengambilan data). Adapun hasil match factor alat gali dan alat muat akan dibahas per-zona, sbb:

1. **Zona 1, material waste dan dumping ke TSF 330 Lower**

Penelitian dilakukan di zona, pada elevasi 430 dengan kondisi cuaca cerah. Aktifitas penggalian material waste oleh backhoe 385 C (nomor 5019). Material diangkut dengan menggunakan ADT CAT 740F dan Volvo A40F ke TSF 330 lower dengan rute jalan dari PIT - NHR - EVHR - MHR1 - MHR2 – MHR3 sampai ke TSF 330 lower dengan jarak 3450,9 m. Pola muat *top loading* per *flits* 2,5 m (tinggi bench 5 m), serta penempatan posisi truk yaitu *single back up*. Material yang di digging adalah waste dan ada bolder di dalamnya sehingga loading excavator menjadi lama. Material fragmentasi besar bercampur dengan material fragmentasi halus. Kondisi loading point dan jalan menuju loading point tidak rata, sehingga Laju ADT menjadi lambat.

Saat di *loading point* ADT seringkali antri dan menunggu begitu juga dengan backhoe-nya. Selain itu manufer ADT juga cukup jauh dan kadang terjadi manufer gantung (ADT menunggu belt dan posisi bucket swing isi diam), sehingga waktu manufernya menjadi lama. Kondisi *dumping point* tidak rata dan ada perataan *dumping point* oleh dozer. Waktu hauling dan kembali tanpa bermuatan ADT ada yang cepat karena ADT Volvo A40F lebih cepat dari ADT Cat 740 F.

Setelah dilakukan analisa data, diperoleh cycle time alat muat 21,43 detik dan cycle time alat angkut 1512,63 detik. Jumlah alat angkut diasumsikan 9 ADT, karena pada saat pengambilan data (sift siang) operasi tambang menggunakan system dispatch dengan radio, sehingga jumlah ADT untuk satu backhoe sulit untuk dihitung. Jumlah backhoe satu unit. Rata-rata jumlah bucket untuk sekali loading adalah 5 bucket. Dari data tersebut diperoleh keserasian alat (Match factor) 0,62, artinya alat

angkut bekerja 100% dan alat muat bekerja kurang dari 100 %, sehingga ada waktu tunggu bagi alat muat selama 63,92 detik.

a. Perhitungan Terhadap Data

1) Mengitung rata-rata data

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

ket:

$\sum xi$ = jumlah data

n = banyaknya

data

contoh: waktu

menggali pada alat muat (excavator 385 c)

$\sum xi$ = 380,18 detik

n = 40 data

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{380,18}{40} =$$

9,5045 detik

2) Menghitung Cycle Time alat muat

$$\begin{aligned} Ctm &= Tm1 + Tm2 + \\ &Tm3 + Tm3 + Tm4 \\ &= 9,51 + 4,05 + 3,43 + \\ &4,45 = 21,43 \text{ detik} \end{aligned}$$

3) Menghitung Cycle Time alat angkut

$$\begin{aligned} Cta &= Ta1 + Ta2 + \\ &Ta3 + Ta4 + Ta4 + \\ &Ta5 + Ta6 \\ &= 29,12 + 107,74 + \\ &660,59 + 36,75 + \\ &21,66 + 656,77 \\ &= 1512,63 \text{ detik} \end{aligned}$$

4) Menghitung Match Factor (MF)

$$\begin{aligned} Na &= \text{jumlah alat} \\ &\text{angkut (9 unit)} \\ &\text{Jumlah Bucket} \\ &\text{(untuk 1 kali} \\ &\text{loading) } = 5 \\ &\text{Jumlah alat muat} = \\ &1 \end{aligned}$$

$$MF = \frac{Na \times (Ctm \times jumlah\ bucket)}{Nm \times Cta}$$

$$= \frac{9 \times 21,43 \times 5}{1 \times 1512,63} = 0,62$$

$\therefore MF < 1$, alat angkut bekerja 100% dan alat muat bekerja kurang dari 100%, Sehingga ada waktu tunggu untuk alat muat

5) Menghitung waktu tunggu alat muat (Wtm)

$$Wtm = \frac{Nm \times Cta}{Na} - (Ctm \times jumlah\ bucket)$$

$$Wtm = \frac{1 \times 1512,63}{9} - (21,43 \times 5)$$

$$Wtm = 63,92 \text{ detik}$$

b. Analisa Data:

Analisa data dengan metode SPC yaitu I-MR atau 3 sigma, karena data *cycle time*

tergolong kedalam data variabel tunggal (individu).

1) Pada Backhoe Zona 1 mateial LG

$$\bar{x} = 21,43 \text{ detik}$$

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

$$\bar{R} = 1,64$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{1,64}{1,128} = 1,5$$

, dengan d2 (konstanta untuk 3 sigma) = 1,128

$$UCL =$$

$$\bar{x} + 3\sigma = 20,4 + (3 \times 1,5) = 24,8 \text{ detik}$$

$$LCL =$$

$$\bar{x} - 3\sigma = 20,4 + (3 \times 1,5) = 16,1 \text{ detik}$$



Gambar 2. peta kendali cycle time excavator untuk material waste di zona 1

2) Pada ADT Zona 1 mateial LG

$$\bar{x} = 1509,1 \text{ detik}$$

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$$

$$\bar{R} = 80,5$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = \frac{80,5}{1,128} =$$

$$71,4 \text{ , dengan } d_2$$

(konstanta untuk 3 sigma) = 1,128

$$UCL =$$

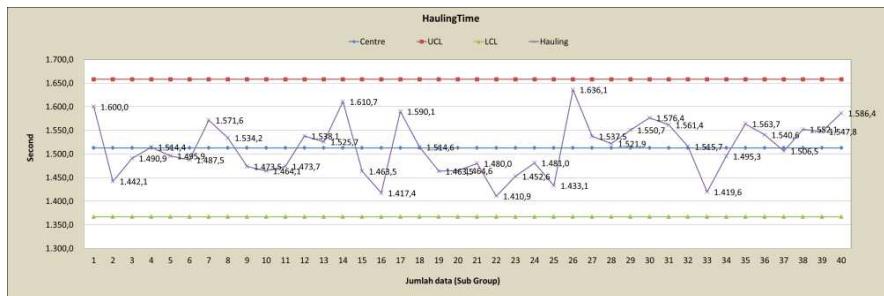
$$\bar{x} + 3\sigma = 1509,1 +$$

$$(3 \times 71,4) = 1723,1 \text{ detik}$$

$$UCL =$$

$$\bar{x} - 3\sigma = 1509,1 +$$

$$(3 \times 71,4) = 1295,0 \text{ detik}$$



Gambar 3. peta kendali cycle time alat angkut (ADT) untuk material waste di zona 1

Rangkuman :

center / nilai rata-rata data (mean)	Hasil	Satuan
Waktu edar (cycle time) rata-rata alat angkut	1.206,9	detik
Waktu edar (cycle time) rata-rata alat muat	19,5	detik
Jumlah bucket rata-rata	5	kali
Jumlah alat angkut untuk 1 excavator	9	unit
Jumlah alat muat (excavator)	1	unit
Match factor (MF)	0,73	
Alat muat bekerja 100 persen, maka waktu tuggu alat muat (Wtm)	36,53	detik
catatan: ada bolder dan material fragmentasi besar bercampur dengan material fragmentasi halus		

2. Zona 2, material waste dan dumping ke TSF 325

Penelitian dilakukan di zona 2, pada elevasi 415 dengan kondisi cuaca cerah. Aktifitas penggalian material waste (clay) oleh backhoe 385 C (nomor 5021). Material diangkat dengan menggunakan ADT CAT 740F dan Volvo A40F ke TSF 325 dengan rute jalan dari PIT - NHR- EVHR - MHR1 - MHR2 - MHR2 lama sampai ke TSF 325 dengan jarak 3019 m. Pola muat top loading per flits 2,5 m (tinggi bench 5 m), serta penempatan posisi truk yaitu single back up. Material yang di digging adalah clay, namun terkandung ada bolder di dalamnya sehingga loading excavator menjadi lama. Sese kali menggali up (*free digging*) dengan sudut swing besar sekitar 170° sehingga waktu loadingnya menjadi lama. Kondisi loading point dan jalan menuju loading point tidak rata, karena material clay sehingga laju ADT menjadi lambat. Tempat dumping point sudah bagus.

Saat diloading point ADT seringkali antri dan menunggu begitu juga dengan backhoenya. Selain itu manufer ADT juga cukup jauh dan kadang terjadi manufer gantung (ADT menunggu belt dan posisi bucket swing isi diam), sehingga waktu manufernya menjadi lama. Kondisi dumping point rata (bagus). Waktu hauling dan kembali tanpa bermuatan ADT ada yang cepat karena ADT Volvo A40F lebih cepat dari ADT Cat 740 F.

Setelah dilakukan analisa data, diperoleh cycle time alat muat 20,3 detik dan cycle time alat angkut 1.315,1 detik. Jumlah alat angkut diasumsikan 9 ADT, karena pada saat pengambilan data (sift siang) operasi tambang menggunakan system dispatch dengan radio, sehingga jumlah ADT untuk satu backhoe sulit untuk dihitung. Jumlah backhoe satu unit. Rata-rata jumlah bucket untuk sekali loading adalah 5 bucket. Dari data tersebut diperoleh keserasian alat (Match factor) 0,70, artinya alat

angkut bekerja 100% dan alat muat bekerja kurang dari 100 %, sehingga ada waktu tunggu bagi alat muat selama 44,49 detik.

Analisis data sama dengan yang sebelumnya, dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 4. peta kendali cycle time excavator untuk material waste di zona 2



Gambar 5. peta kendali cycle time alat angkut (ADT) untuk material waste di zona 2

Rangkuman :

center / nilai rata-rata data (mean)	Hasil	Satuan
Waktu edar (cycle time) rata-rata alat angkut	1.315,1	detik
Waktu edar (cycle time) rata-rata alat muat	20,3	detik
Jumlah bucket rata-rata	5	kali
Jumlah alat angkut untuk 1 excavator	9	unit
Jumlah alat muat (excavator)	1	unit
Match factor (MF)	0,70	
Alat muat bekerja 100 persen, maka waktu tunggu alat muat (Wtm)	44,49	detik
catatan: ada bolder dan material fragmentasi besar bercampur dengan material fragentasi halus		

3. Zona 3, material waste dan dumping ke TSF 330 Up Buttress

Penelitian dilakukan di zona 1, pada elevasi 412,5 dengan kondisi cuaca cerah. Aktifitas penggalian material waste oleh backhoe 385 C (nomor 5021). Material diangkut dengan menggunakan ADT CAT 740F dan Volvo A40F ke TSF 330 Up Buttress dengan rute jalan dari PIT - NHR - EVHR - MHR1 - MHR2 - MHR2 lama sampai ke 330 TSF Up buttress dengan jarak 2929,9 m. Pola muat top

loading per flits 2,5 m (tinggi bench 5 m), serta penempatan posisi truk yaitu single back up. Material dengan fragmentasi besar dan material dengan fragmentasi halus bercampur. Ada bolder sehingga kadang waktu loadingnya menjadi lama. Material dengan fragmentasi besar dan material dengan fragmentasi halus bercampur. Kondisi loading point kurang rata, sehingga manufer ADT cukup lambat, loading point baru dirapikan pada sore hari oleh dozer dan jalan menuju loading point juga

kurang rata sehingga jalannya ADT menjadi lambat dan baru dirapikan pada sore hari juga.

Saat di loading point ADT seringkali antri dan menunggu untuk loading begitu juga dengan backhoenya, namun sesekali excavator juga menunggu dengan keadaan swing isi. Selain itu manufer ADT teknadang cukup jauh sehingga waktu manufernya menjadi lama.

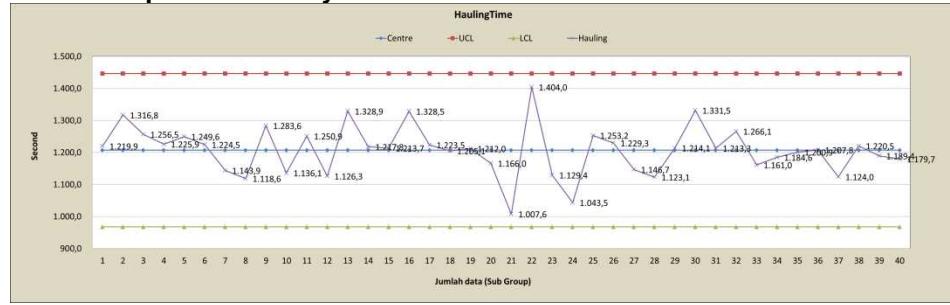
Jalan menuju dumping point kurang rata karena material clay yang belum di compactor sehingga kecepatan ADT menjadi lambat. Area duming point di battress awalnya sempit sehingga waktu manufer damping ADT menjadi lama dan hanya bisa single dumping. Namun jam 14.00 wib tempat dumping point sudah luas dan bisa double dumping.

Setelah dilakukan analisa data, diperoleh *cycle time* alat muat 19,5 detik dan *cycle time* alat angkut 1206,9 detik. Jumlah alat angkut diasumsikan 9 ADT, karena pada saat pengambilan data (sift siang) operasi tambang menggunakan system dispatch dengan radio, sehingga jumlah ADT untuk satu backhoe sulit untuk dihitung. Jumlah backhoe satu unit. Rata-rata jumlah bucket untuk sekali loading adalah 5 bucket. Dari data tersebut diperoleh keserasian alat (Match factor) 0,73, artinya alat angkut bekerja 100% dan alat muat bekerja kurang dari 100 %, sehingga ada waktu tunggu bagi alat muat selama 36,53 detik.

Analisis data sama dengan yang sebelumnya, dengan hasil sebagai berikut:



Gambar 6. peta kendali *cycle time* excavator untuk material waste di zona 3



Gambar 7. peta kendali *cycle time* alat angkut (ADT) untuk material waste di zona 3

Rangkuman:

center / nilai rata-rata data (mean)		Hasil	Satuan
Waktu edar (cycle time) rata-rata alat angkut		1.206,9	detik
Waktu edar (cycle time) rata-rata alat muat		19,5	detik
Jumlah bucket rata-rata		5	kali
Jumlah alat angkut untuk 1 excavator		9	unit
Jumlah alat muat (excavator)		1	unit
Match factor (MF)		0,73	
Alat muat bekerja 100 persen, maka waktu tuggu alat muat (Wtm)		36,53	detik
catatan: ada bolder dan material fragmentasi besar bercampur dengan material fragmentasi halus			

KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis data dan pembahasan, maka di peroleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *Match factor* alat gali dan alat muat di zona 1, zona 2 dan zona 3, hasilnya sebagai berikut:

KESIMPULAN												
Zona	Material	RL	Dumping to	Jarak (m)	Ctm (detik)	Cta (detik)	Cta (menit)	ADT (unit)	Backhoe	n	MF	Wtm (detik)
1	Waste	430	TSF 330 lower	3450,9	20,83	1512,63	25,21	9	1	5	0,62	63,92
2	Waste	412,5	TSF 325	3019	20,33	1315,15	21,92	9	1	5	0,70	44,49
3	Waste	412,5	TSF buttress	2929,9	19,52	1206,95	20,12	9	1	5	0,73	36,53

2. Factor penyebab *match factor*-nya menjadi seperti diatas karena *cycle time* alat gali dan alat muat. Dimana saat pengambilan data *cycle time* tersebut banyak kondisi yang menyebabkan data *cycle time*-nya menjadi lama. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi *cycle time* tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Pada Backhoe 385 C
 - 1) Pada saat backhoe menggali Adanya bolder sehingga waktu gali backhoe menjadi lama, *Digging* 2 kali, Fragmentasi material yang tidak seragam sehingga waktu gali backhoe yang bervariasi. Jika fragmentasi material besar maka waktu galinya

menjadi lama dan jika fragmentasi material semakin kecil maka waktu galinya semakin kecil.

- 2) Pada saat backhoe *swing* isi, sudut putar *bucket* backhoe besar seperti menggali up (*free digging*) dimana sudut putarnya sekitar 170% sehingga waktu *swing* isinya menjadi lama.
- 3) Pada saat backhoe menumpahkan material, diakhir loading backhoe terkadang merapikan material yang ada di bak ADT.

- 4) Pada saat backhoe swing kosong, terkadang swing backhoe jauh.
- b) Pada ADT Cat 470 F dan Volvo A4OF
- 1) Pada saat ADT manufer loading Manufer terlalu jauh, sehingga waktu manufernya lama. Pada saat antri untuk memulai manufer butuh waktu yang lama, dibandingkan dengan yang langsung manufer tanpa berhenti dan tanpa antri. Area tempat manufer yang tidak rata sehingga waktu manufernya cukup lama. Manufer gantung, maksudnya pada saat ADT manufer maju lalu berhenti, menunggu bell dari backhoe, baru ADT tersebut mundur untuk mengambil posisi di tempat bucket stop dan terisi material (mencari posisi untuk loading).
 - 2) Pada saat ADT loading Jumlah bucket lebih dari lima kali untuk satu kali loading karena Fragmentasi material yang besar dan adanya bolder sehingga waktu loadingnya lama. Akan tetapi material clay maka jumlah bucketnya untuk sekali loading bisa kurang dari lima kali. Factor lainnya sama dengan factor pada poin "a" diatas
 - 3) Pada saat ADT hauling Jalan di loading point tidak rata, Hambatan di jalan seperti adanya mobil penyiram jalan, moving alat, perataan jalan dengan grader, antrian dengan ADT yang sudah tua dimana *feformance*-nya tidak optimal lagi. ADT yang sudah tua. Perbedaan kecepatan antara ADT Volvo dengan ADT Caterpillar, dimana ADT Volvo lebih cepat dari ADT caterpillar.
 - 4) Pada saat ADT Manufer dumping, area dumping point yang tidak rata sehingga waktu manufer dumping ADT menjadi lama.
 - 5) Pada saat ADT dumping cendrung tidak ada masalah yang signifikan
 - 6) Pada saat ADT kembali ke loading point tanpa bermuatan permasalahannya sama dengan ADT yang sedang

hauling pada point
“3” diatas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, Caterpillar, “*Caterpillar Performance Handbook*” Edition 38. Eriskusnadi.wordpress.com
- [2] Eugene. P, Pfleider, 1972, “*Surface Mining 1st Edition*”, The American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, New York.
- [3] Yanto Indonesianto. Ir. Msc, 2007, “*Permudahan Tanah Mekanis*”, Jurusan Teknik Pertambangan, UPN “VETERAN” Yogyakarta.