

## PENENTUAN FAKTOR EFISIENSI KERJA OPERATOR ALAT BERAT WHEEL LOADER

**Amda Rusdi Muis**

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Andalas

### ABSTRAK

*Salah satu faktor utama yang mempengaruhi produktivitas alat berat dalam suatu pekerjaan konstruksi Teknik Sipil adalah faktor efisiensi kerja operator. Faktor efisiensi untuk operator alat berat yang tersedia selama ini masih bersifat umum yang dapat digunakan untuk seluruh alat berat. Makalah ini bertujuan untuk menghitung angka faktor efisiensi operator pada alat berat Loader. Metodologi yang digunakan adalah dengan melakukan studi literatur dan pengamatan langsung di lapangan untuk perhitungan produktivitas alat berat dengan menggunakan tiga tingkat keahlian operator.*

*Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan angka faktor efisiensi operator alat berat secara umum dengan tingkat efisiensi operator khusus pada alat wheel loader, yaitu untuk operator sangat baik, rata-rata baik dan kurang secara berurutan didapatkan angka koreksi sebesar 1, 0,94 dan 0,85.*

### 1. PENDAHULUAN

Pelaksanaan pekerjaan konstruksi teknik sipil dengan skala menengah sampai besar hampir selalu melibatkan alat berat dalam pelaksanaannya, sehingga estimasi produktivitas alat berat harus dihitung sebaik mungkin agar dapat mendekati kenyataan di lapangan. Produktivitas alat berat dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu kapasitas alat, waktu siklus dan faktor koreksi. Faktor koreksi atau faktor efisiensi terdiri dari berbagai hal, diantaranya adalah kondisi medan tempat alat bekerja, kondisi mesin, dan tingkat keahlian operator.

Tingkat keahlian operator akan sangat mempengaruhi produktivitas alat berat. Pengkategorian operator alat berat yang selama ini dilakukan dibedakan menjadi 3, yaitu sangat baik, rata-rata baik dan kurang yang berlaku umum untuk semua jenis alat berat

Alat berat memiliki tingkat kesukaran atau kerumitan yang berbeda pula dalam pengoperasiannya. Kerumitan pengoperasian sebuah excavator lebih besar dibandingkan pengoperasian sebuah dump truck. Karena lebih sederhana dalam pengoperasinya, operator yang baru mengoperasikan dump truck mungkin akan memiliki faktor efisiensinya yang lebih tinggi dibandingkan operator yang juga pemula dalam pengoperasian excavator.

Berdasarkan pemikiran tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan suatu kajian untuk menghitung tingkat efisiensi atau faktor koreksi operator pada salah satu alat berat. Pada penelitian ini akan diambil contoh kasus untuk alat berat wheel loader.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### Loader

Fungsi utama alat berat loader pada pekerjaan konstruksi adalah sebagai alat pemuat, terutama untuk memuat material ke dalam dumptruck. Alat ini juga sering digunakan di stock pile untuk memindahkan material hasil pemecahan dari stone crusher.

Loader terbagi atas dua jenis, yaitu

- a. Crawler Loader  
Loader jenis ini menggunakan ban dari besi (track) yang cocok digunakan pada daerah dengan kondisi medan berat dengan permukaan tanah yang tidak rata.
- b. Wheel Loader  
Wheel loader menggunakan ban karet sehingga memiliki mobilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan crawler loader.

#### Produktivitas Alat

Secara umum, produktivitas suatu alat berat dihitung dengan menggunakan rumus<sup>1</sup>:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{C_m}$$

dimana :

- Q = produksi per-jam ( $m^3/\text{jam}$ )
- q = produksi persiklus ( $m^3$ )
- E = efisiensi kerja
- C<sub>m</sub> = waktu siklus (menit)

Waktu siklus akan tergantung kepada metode pemuatan yang dilakukan oleh loader, untuk

1. Pemuatan melintang :  
 $C_m = D/F + D/R + Z$
2. Pemuatan bentuk V :  
 $C_m = [(D/F) \times 2] + [(D/R) \times 2] + Z$
3. Muat - Angkut :  
 $C_m = [(D/F) \times 2] + Z$

dimana :

- Cm = waktu siklus (menit)
- D = jarak gusur (meter)
- F = kecepatan maju (meter/menit)
- R = kecepatan mundur (meter/menit)
- Z = waktu tetap (menit)

**Faktor Efisiensi**

Efisiensi kerja tergantung pada banyak faktor seperti, topografi, keahlian operator, pemeliharaan dan sebagainya yang menyangkut operasi alat. Dalam kenyataannya memang sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja, tetapi dengan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan.

Efisiensi operator tergantung dari keahlian atau ketrampilan operator dalam mengoperasikan peralatan pada saat melaksanakan pekerjaan. Ketrampilan ini biasanya diperoleh dari pendidikan atau pengalaman kerja. Semakin sempurna ketrampilan operator semakin tinggi nilai faktor efisiensinya. Salah satu pedoman yang dapat diambil untuk penentuan faktor efisiensi operator adalah seperti yang terlihat pada Tabel 1<sup>2</sup>. Faktor pada tabel ini berlaku umum untuk semua jenis alat berat.

**Tabel 1 Efisiensi Operator<sup>2</sup>**

Ketrampilan operator	Faktor efisiensi
Sangat baik	1,00
Rata-rata baik	0,75
Kurang	0,60

**3. METODOLOGI**

Penelitian dilakukan dengan melakukan survey literatur dan pengamatan langsung di lapangan untuk mendapatkan waktu siklus masing-masing operator. Pengamatan dilakukan pada salah satu perusahaan konstruksi jalan di Sumatra Barat. Karena kesulitan menghadirkan dan mengumpulkan operator pada satu peralatan dan kondisi medan yang sama, maka pengamatan dilakukan pada 3 lokasi yang berbeda. Pengujian akurasi dan kecukupan data dilakukan dengan menggunakan uji t dan pengujian tingkat keterampilan operator dengan analisis komparatif dengan metode one way annova.

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data peralatan, kondisi medan kerja, dan kondisi peralatan dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

**Tabel 2 Lokasi pengamatan, jenis dan kondisi alat**

Operator	Lokasi	Alat	Kondisi Alat
A	Sicincin	CAT-936F	Baik
B	Ketaping	CAT-936F	Baik
C	L. Alung	CAT-926E	Kurang

**Tabel 3 Detail Kondisi Lapangan**

Lokasi	Kondisi		Jarak (m)	
	Operasi	Medan	Maju	Mundur
Sicincin	Sangat Baik	Sangat Baik	30	6
Ketaping	Sedang	Sangat Baik	30	10
L. Alung	Baik	Baik	3	3

Berdasarkan hasil pengolahan data dengan mengeliminasi faktor jarak, faktor efisiensi medan kerja dan operasi, faktor kondisi alat, maka didapatkan waktu siklus murni untuk ketiga operator (Tabel 4).

**Tabel 4 Waktu Siklus Murni (Menit)**

Operator A	Operator B	Operator C
0.10	0.28	0.20
0.15	0.18	0.16
0.13	0.14	0.21
0.10	0.23	0.16
0.15	0.19	0.17
0.17	0.21	0.23
0.14	0.21	0.21
0.17	0.25	0.17
0.15	0.24	0.17
0.22	0.20	0.20
0.07	0.13	0.41
0.13	0.13	0.20
0.11	0.13	0.23
0.17	0.24	0.23
0.17	0.20	0.21
0.10	0.23	0.26
0.18	0.21	0.24
0.20	0.18	0.21
0.22	0.23	0.24
0.17	0.16	0.27
0.26	0.19	0.33
0.14	0.23	0.26
0.14	0.14	0.33
0.20	0.16	0.27
0.11	0.21	0.33
0.02	0.21	0.31
0.17	0.15	0.30
0.15	0.15	0.95
0.26	0.16	0.27
0.42	0.16	0.26

**4.1. Uji t**

Data waktu siklus ditentukan memiliki toleransi interval keyakinan sebesar ± 0,05 menit sehingga interval keyakinan I adalah 2 x 0,05 yaitu sebesar 0,1 menit. data waktu siklus diuji akurasi dengan koefisien keyakinan sebesar 90% dengan menggunakan uji t. Hasil pengujian diperlihatkan oleh tabel 5.

**Tabel 5** Hasil Uji T Terhadap Waktu Siklus

Operator	S	M	t <sub>30</sub>	Im
A	0.0879	30	1.7	0.0544
B	0.0538	30	1.7	0.0334
C	0.0733	30	1.7	0.0455

Dari tabel di atas terlihat bahwa seluruh nilai Im lebih kecil daripada nilai interval keyakinan I, sehingga data waktu siklus akurat untuk interval keyakinan sebesar 0,1 menit dengan tingkat akurasi 90%.

**4.2 Uji one way anova**

Pengujian kategorisasi tingkat keterampilan operator dilakukan dengan menggunakan analisis komparatif dengan metode one way anova untuk k sampel berkorelasi dan menggunakan uji jaspens terhadap nilai waktu siklus yang dihasilkan oleh ketiga kelompok operator yang telah diubah terlebih dahulu untuk menghilangkan variabel yang berbeda diantara ketiga kelompok data tersebut.

Pada nilai waktu siklus murni perlu dilakukan pengujian sebagai cek ulang terhadap tingkat keterampilan operator masing-masing alat berat. Pengujian ini untuk mengetahui apakah keterampilan operator yang benar-benar berasal dari tingkat keterampilan yang berbeda. Pengujian tersebut dilakukan dengan metode one way anova untuk menguji perbedaan data dan metode koefisien koreksi Spearman untuk mengetahui tingkatan keterampilan dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Penentuan formulasi hipotesis
  - H<sub>0</sub> : μ<sub>1</sub> = μ<sub>2</sub> = μ<sub>3</sub> (tidak ada perbedaan diantara ketiga kelompok data dalam tingkat keterampilan)
  - H<sub>1</sub> : μ<sub>1</sub> ≠ μ<sub>2</sub> ≠ μ<sub>3</sub> (terdapat perbedaan diantara ketiga kelompok data dalam tingkat keterampilan)
- b. Penentuan taraf nyata pengujian dan nilai F tabel
  - Taraf nyata yang digunakan adalah α = 5%
  - Nilai F tabel ditentukan dengan menggunakan tabel F berdasarkan derajat kebebasan kelompok dan derajat kebebasan jumlah data.  
 $v1 = k-1 = 3-1 = 2$   
 $v2 = k(n-1) = 3(30-1) = 87$ 
 dimana :  
 $v1 =$  derajat kebebasan kelompok  
 $v2 =$  derajat kebebasan jumlah data  
 $k =$  jumlah kelompok  
 $n =$  jumlah data  
 Nilai F tabel untuk v1 = 2 dan v2 = 87 dengan α = 5% adalah 3.44
- c. Penentuan kriteria pengujian
  - H<sub>0</sub> diterima (H<sub>1</sub> ditolak) apabila F<sub>0</sub> ≤ 3.44
  - H<sub>1</sub> diterima (H<sub>0</sub> ditolak) apabila F<sub>0</sub> > 3.44
- d. Penentuan nilai uji statistik (F<sub>0</sub>)  
 Nilai F<sub>0</sub> didapatkan sebesar 9.55.

- e. Kesimpulan  
 Nilai F<sub>0</sub> = 9.55 > F tabel = 3.44 maka H<sub>1</sub> diterima dan H<sub>0</sub> ditolak. Terdapat perbedaan tingkat keterampilan pada ketiga kelompok data.
- f. Pengujian koefisien korelasi Jaspens's  
 Tabel 6. memperlihatkan pengujian koefisien korelasi Jaspens's.

**Tabel 6** Uji Koefisien Korelasi Jaspens's

Rank	Y1	P	CP	Ob	Oa
1	0.16	0,33	0,33	0.36	0.00
2	0.19	0,33	0,67	0.36	0.36
3	0.27	0,33	1.00	0.00	0.36

Rank	Ob-Oa	(Ob-Oa) <sup>2</sup>	(Ob-Oa) <sup>2</sup> /P	Yi(Ob-Oa)	M
1	0.36	0.13	0.39	0.06	-0,49
2	0.00	0.00	0.00	0.00	
3	-0.36	0.13	0.39	-0.10	
	0.00		0.79	-0.04	

Nilai M=-0,49 menunjukkan bahwa hubungan anatar masa kerja dengan nilai waktu siklus rata-rata yang mencerminkan tingkat keterampilan operator adalah negatif dan cukup kuat, yang bebrarti semakin lama masa kerja (ditunjukkan oleh rangking yang tinggi) akan semakin kecil nilai waktu siklus alat, dengan kata lain akan semakin cepat operator dalam melakukan suatu siklus operasi.

Menurut pengujian di atas terdapat perbedaan tingkat keterampilan berdasarkan masa kerja operator.

**4.3. Penentuan nilai efisiensi operator**

Penentuan nilai efisiensi operator dilakukan dengan cara melakukan perbandingan antara nilai produktifitas aktual dengan produktifitas teoritis.

- a. Penentuan nilai produktivitas teoritis  
 Nilai produktivitas teoritis dihitung dalam kondisi sebagaimana terlihat pada Tabel 7.

**Tabel 7** Variabel Produktivitas Rencana

Variabel	Kondisi	Nilai
Kondisi Alat	Sangat baik	0.81
Kondisi operasi	Sangat baik	
Kondisi medan	Sangat baik	
Kondisi pemuatan	Sulit	0.6
Jenis material	Batu Pecah	1
Jenis Mesin	Torqflow	Z=11 detik F=12.7 km/jam R=13.9 km/jam
Jarak		10 m 10 m
Kapasias Bucket		2.9 m <sup>3</sup>

Dengan menggunakan rumus waktu siklus untuk tipe V, maka didapatkan total waktu siklus

sebesar 0.41 menit, sehingga didapatkan produktivitas alat teoritis sebesar:  
 $Q_t = 2.9 \times 0.6 \times (60/0.41) \times 1 \times 0.81$   
 $= 206.58 \text{ m}^3/\text{jam}$

- b. Penentuan nilai produktivitas aktual  
 Produktivitas aktual dihitung dengan menggunakan variabel-variabel yang terdapat pada Tabel 8.

**Tabel 8** Variabel Produktivitas Aktual

Variabel	Nilai
Efisiensi Alat	0.81
Kondisi pemuatan	0.60
Jenis material	1
Kapasias Bucket	2.9 m <sup>3</sup>
Waktu tetap	11 detik
Kecepatan	F=12.7 km/jam
	R=13.9 km/jam
Jarak	10 m
	10 m

Pada perhitungan produktivitas aktual nilai waktu siklus yang diambil adalah nilai waktu siklus teoritis yang dipengaruhi oleh jarak dan faktor alat lalu dijumlahkan dengan nilai waktu operator yang merupakan waktu tetap tambahan yang diperlukan operator dalam melakukan satu siklus pekerjaan akibat pengaruh tingkat keterampilannya.

$C_{m_a} = C_{m_t} + C_{m_{op}}$   
 dimana:  
 $C_{m_a}$  = waktu siklus aktual  
 $C_{m_t}$  = waktu siklus teoritis  
 $C_{m_{op}}$  = waktu siklus operator

Dengan melakukan perhitungan waktu siklus aktual untuk ketiga puluh data lalu menginputkan pada rumus produktivitas, maka didapatkan rata-rata produktivitas aktual (Qa) untuk ketiga operator adalah :

Operator A = 150.97 m<sup>3</sup>/jam  
 Operator B = 141.76 m<sup>3</sup>/jam  
 Operator C = 128.58 m<sup>3</sup>/jam

- c. Perbandingan produktivitas teoritis – produktivitas aktual

Nilai efisiensi operator didapatkan dengan membagi nilai produktivitas aktual dibagi dengan nilai produktivitas teoritis yang diperlihatkan pada Tabel 9.

**Tabel 9** Angka Produktivitas Alat Berat Dan Nilai Efisiensi Operator

Oparator	Qt (m <sup>3</sup> /jam)	Qa (m <sup>3</sup> /jam)	Efisiensi Operator
A	206.58	150.97	0.73
B	206.58	141.76	0.69

C	206.58	128.58	0.62
---	--------	--------	------

Dari Tabel 9 terlihat bahwa untuk operator A dan operator B nilai efisiensi tidak berbeda terlalu jauh, sehingga tingkat keterampilan operator tersebut dikategorikan sama dan berada pada tingkat keterampilan menengah atau rata-rata baik. Sedangkan nilai untu operator C dikategorikan sebagai kategori kurang.

Dengan mengambil nilai 1 untuk operator dengan tingkat keterampilan tertinggi (mahir), maka didapatkan angka efisiensi operator sebesar yang diperlihatkan pada Tabel 10. Pengambilan nilai 1 pada keterampilan tertinggi adalah dengan mengasumsikan bahwa pada tingkatan tersebut menyebabkan produktivitas aktual sama dengan produktivitas teoritis.

**Tabel 10** Nilai Efisiensi Operator

Tingkat Keterampilan	Efisiensi Operator
Sangat baik	1.00
Rata-rata baik	0.94
Kurang	0.85

Dengan hasil ini terlihat bahwa terdapat perbedaan antara faktor efisiensi hasil penelitian dengan faktor efisiensi literatur yang diperlihatkan pada Tabel 1.

## 5. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah :

- a. Terdapat perbedaan yang cukup signifikan antara faktor efisiensi alat secara umum dengan faktor efisiensi khusus untuk alat berat wheel loader
- b. Faktor efisiensi utnuk perelatan wheel loader adalah sangat baik = 1, rata-rata baik = 0.94 dan kurang = 0.85

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

1. Rochmanhadi, *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*, Dinas Pekerjaan Umum, Jakarta, 1990
2. Pedoman Pokok Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Peralatan, Dirjen Pengairan, 1997