

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Tinjauan Umum

Kendala biasanya terjadi pada suatu proyek, baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun kendala yang diluar dari perhitungan perencanaan. Kendala tersebut dapat menjadi penyebab keterlambatan pelaksanaan pekerjaan proyek, sehingga proyek tersebut tidak berlangsung sesuai perencanaan. Penggunaan alat berat dalam suatu proyek mempunyai hal yang harus diperhatikan adalah cara menghitung kapasitas produksi suatu alat, oleh karena itu perlu diketahui perhitungan kapasitas alat secara teoritis serta efisiensi kerja sesuai dengan job site yang bersangkutan, sehingga dapat diperkirakan dengan tepat waktu penyelesaian volume pekerjaan.

3.2 Keterlambatan Proyek Konstruksi

Menurut Kusjadmikahadi (1999), keterlambatan proyek konstruksi berarti bertambahnya waktu pelaksanaan penyelesaian proyek yang telah direncanakan dan tercantum dalam dokumen kontrak. Penyelesaian pekerjaan tidak tepat waktu merupakan kekurangan dari tingkat produktivitas dan sudah tentu kesemuanya akan mengakibatkan pemborosan dalam pembiayaan, baik berupa pembiayaan langsung yang dibelanjakan untuk proyek-proyek pemerintah, maupun berwujud pembekalan investasi dan kerugian-kerugian pada proyek swasta.

3.3 Sifat Sifat Tanah

Sebelum pekerjaan tanah dilaksanakan, terlebih dahulu harus diketahui sifat dari tanah tersebut. Sifat-sifat tanah sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, pengusuran dan pemampatan perlu diketahui, karena tanah yang sudah dikerjakan akan mengalami perubahan volume antara lain :

1. Keadaan asli (*insitu*), yaitu keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (dilintasi peralatan, digali, dipindahkan, diangkut dan dipadatkan)
2. Keadaan gembur (*loose*), yaitu material tanah yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli). Tanah akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang dikarenakan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran material
3. Keadaan padat (*compact*), keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), dimana volume akan menyusut. Perubahan volume terjadi dikarenakan adanya pemadatan rongga udara diantara butiran-butiran material tersebut.

Sehingga dapat dilihat pada Tabel 3.1 sifat beberapa macam tanah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Sifat-sifat beberapa macam tanah

No	Jenis Tanah	<i>Swell (%)</i>	<i>Load Factor</i>
1	Lempung alami	38	0,72
2	Lempung berkerikil kering	36	0,73
3	Lempung berkerikil basah	33	0,73
4	Tanah biasa baik kering	24	0,81
5	Tanah biasa baik basah	26	0,79
6	Kerikil	14	0,88
7	Pasir kering	11	0,90
8	Pasir basah	12	0,89
9	Batu	62	0,61

Sumber: Suryadharmadkk (1998)

Sifat-sifat tanah yang disebutkan di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena apabila tanah dipindahkan dari tempat aslinya selalu akan menjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan tanah asli. Oleh sebab itu dari data-data tanah di atas dikonversikan pada Tabel 3.2 sebagai berikut :

Tabel 3.2 Konversi Tanah

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1,00	1,11	0,95
	(B)	0,90	1,00	0,86
	(C)	1,05	1,17	1,00
Tanah biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
Tanah liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00
Tanah campur kerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,03
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil kasar	(A)	1,00	1,42	1,29
	(B)	0,70	1,00	0,91
	(C)	0,77	1,10	1,00
Pecahan cadas/ Batuan keras	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,10	1,00
Pecahan granit	(A)	1,00	1,70	1,31
	(B)	0,59	1,00	0,77
	(C)	0,76	1,30	1,00
Pecahan batu	(A)	1,00	1,75	1,40
	(B)	0,57	1,00	0,80
	(C)	0,71	1,24	1,00
Batuan hasil peledakan	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Keterangan:

- (A) Tanah asli
- (B) Tanah lepas
- (C) Tanah padat

3.4 Manajemen Alat Berat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang telah ditentukan (Sahid, 2017). Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat dihindari, antara lain adalah :

1. Fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya, seperti menggali, mengangkut, meratakan permukaan
2. Kapasitas peralatan. Pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan
3. Cara operasi. Alat berat yang dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan
4. Pembatasan dari metode yang dipakai. Pembatasan mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat berubah
5. Ekonomi. Selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting dalam pemilihan alat berat
6. Jenis proyek. Ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan dan dam
7. Lokasi proyek. Lokasi proyek merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek berada di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah
8. Jenis dan daya dukung tanah. Jenis tanah di lokasi proyek merupakan hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat yang akan dipakai. Tanah terbagi dalam kondisi padat, lepas, atau lembek
9. Kondisi lapangan. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain :

1. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu.
2. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
3. Dengan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, dapat ditentukan berapa volume yang dapat diselesaikan, serta waktu yang diperlukan.

3.5 Excavator

3.5.1 Pendahuluan

Excavator yang akan digunakan yaitu *backhoe* adalah alat khusus yang dibuat untuk menggali material dibawah permukaan tanah atau dibawah tempat kedudukan alatnya (Suryadharma dkk, 1998). Penggunaan *backhoe* memang khusus untuk penggalian tanah karena penggunaannya sangat mirip dengan cangkul, *bucket* digunakan untuk menampung tanah yang telah dikeruk dengan bantuan tenaga hidrolik *excavator*.

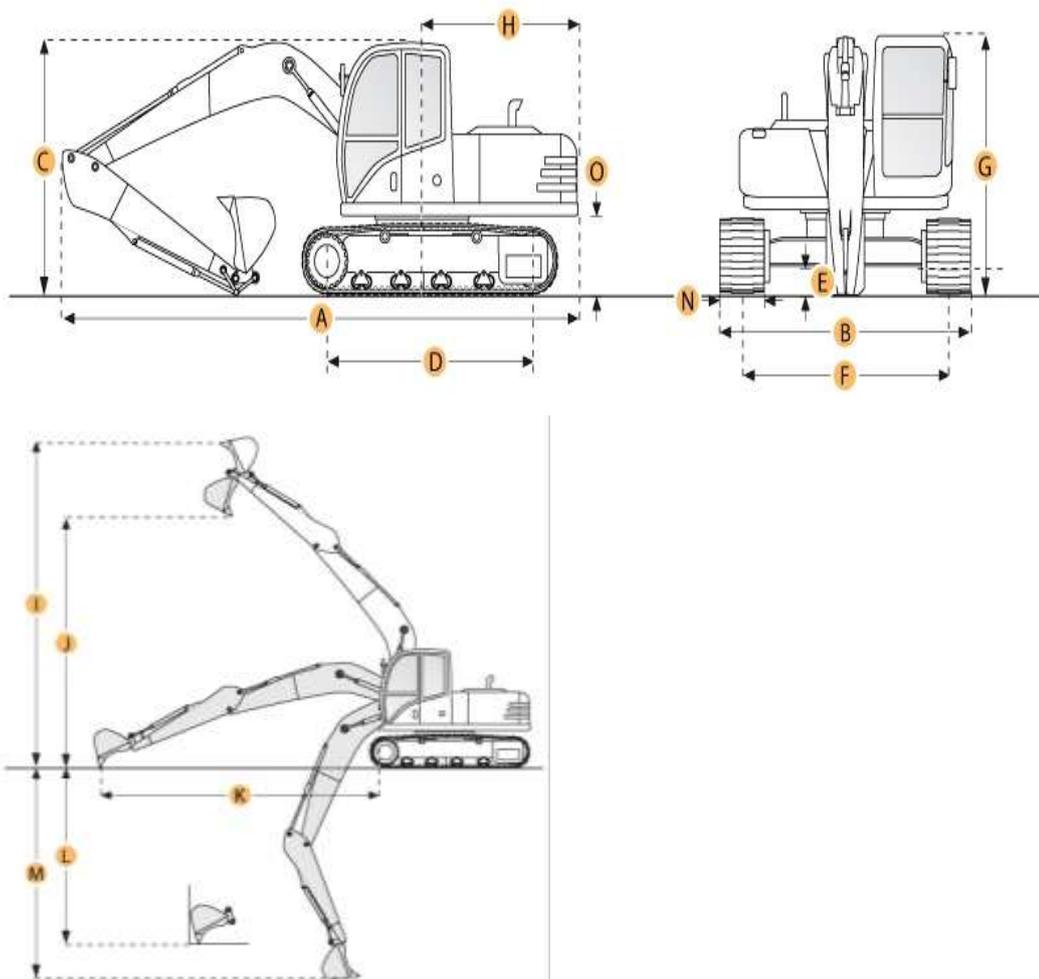


Gambar 3.1 Excavator Komatsu PC200-8

Sumber : construction week online

3.5.2 Cara Kerja

Penggalian tanah diawali dengan *excavator bucket* dijulurkan kedepan ke tempat galian, bila *bucket* sudah pada posisi yang diinginkan lalu *bucket* diayun kebawah seperti dicangkulkan, kemudian lengan *bucket* diputar ke arah alatnya. Setelah *bucket* terisi penuh lalu diangkat dari tempat penggalian dan dilakukan *swing* dapat dilihat pada **Gambar 3.2** Kinerja *Excavator* Komatsu PC 200-8, pembuangan material hasil galian dapat dilakukan ke *dump truck* atau ke tempat lain. Pada penggalian parit, letak *track excavator* harus sedemikian rupa sehingga arahnya sejajar dengan arah memanjang parit, kemudian *excavator* berjalan mundur.



Gambar 3.2 Kinerja *Excavator* Komatsu PC 200-8

Sumber : www.komatsu.com.au

3.6 *Dump Truck*

3.6.1 Pendahuluan

Dump truck adalah alat khusus digunakan sebagai alat angkut karena kemampuannya, misal dapat bergerak cepat, kapasitas besar, biaya relatif murah (Suryadharma dkk, 1998). *Dump truck* pada umumnya menggunakan ban karet sehingga dapat mobilitas di jalan tanah maupun aspal dan dilengkapi dengan bak dengan kapasitas yang beragam maka kebutuhan untuk setiap proyek dapat menyesuaikan.



Gambar 3.3 *Dump Truck* kapasitas bak 7 m³

Sumber : Agung Rent (2015)

3.6.2 Cara Kerja

Operator atau sopir sangat berperan penting dalam menempatkan *dump truck* pada waktu muat, karena produksi dari organisasi alat angkut dan gali ditentukan pada saat muat ini. Menempatkan *dump truck* dengan cepat pada posisi untuk dimuati agar *swing* dari alat sekecil-kecilnya. Operator alat gali biasanya akan mengatur penempatan *dump truck* yang akan dimuati, khusus untuk *dump truck* yang besar, pembantu sopir sangat diperlukan dalam mengatur penempatan *dump truck* pada posisi muat yang baik. *Dump truck* sebaiknya ditempatkan membelakangi alat gali, atau searah dengan *swing* alat gali agar memudahkan

pemuatan. Khusus pada pemuatan batu-batu yang besar dengan menggunakan alat gali yang besar sebaiknya *dump truck* menghadap ke alat gali, agar batu-batu tidak menimpa kabin *dump truck*.

Dump truck adalah alat angkut jarak jauh, sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Untuk mengendarai *dump truck* pada medan yang berbukit diperlukan keterampilan operator atau sopir. Operator harus segera mengambil tindakan gigi ke gigi rendah apabila mesin mulai tidak mampu bekerja pada gigi yang tinggi. Hal itu perlu dilakukan agar *dump truck* tidak berjalan mundur karena tidak mampu menanjak pada saat terlambat memindah pada gigi yang rendah. Pada jalan yang menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi yang rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi yang tinggi dengan hanya mengandalkan rem (*brakes*) sangat berbahaya dan dapat berakibat kurang baik.

Pada waktu mengangkut ataupun kosong, perlu dihindari selip. Selip adalah keadaan keadaan mendatar ke samping dan kendaraan tidak dapat dikuasai oleh operator. Selip ini biasanya terjadi jika roda berputar lebih cepat dari pada yang diperlukan untuk gerakan kendaraan, atau apabila putaran roda lebih lambat dari pada gerakan kendaraan, misalnya pada saat posisi kendaraan melakukan rem, atau dapat terjadi pada tikungan tajam tetapi posisi kendaraan dalam kecepatan tinggi. Membuang muatan (*dumping*) operator harus hati-hati dan cermat. Operator harus yakin bahwa roda-roda berada di atas permukaan tanah yang cukup kuat dan keras untuk menghindari supaya ban-ban tidak terperosok ke dalam tanah yang kurang baik, misalnya pada permukaan tanah hasil buangan sebelumnya.

3.7 Wheel Loader

3.7.1 Pendahuluan

Wheel loader adalah alat yang umum dipakai dalam proyek konstruksi untuk pekerjaan pemuatan material hasil penggalian kedalam truck atau memuat timbunan material (Rostiyanti, 2002). Penggunaan *wheel loader* biasanya untuk pemindahan material dari satu tempat ke tempat lain karena gerakan *bucket* yang

kurang fleksibel tetapi *bucket* yang digunakan umumnya berukuran besar jadi material yang diangkut bisa lebih banyak.



Gambar 3.4 *Wheel Loader* Komatsu WA380-3

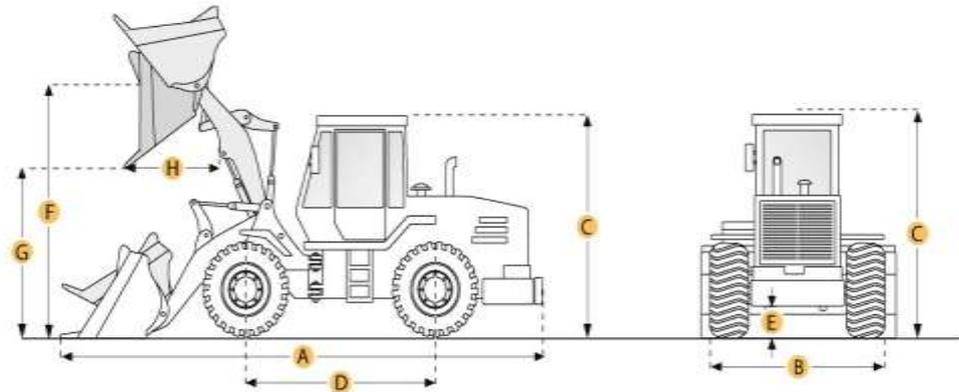
Sumber : Quality Service Manual

3.7.2 Cara Kerja

Wheel loader bekerja dengan gerakan dasar pada *bucket* dan cara membawa muatan untuk dimuatkan ke alat angkut atau alat yang lain. Gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* di atas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggosur), mengangkat *bucket*, membawa dan membuang muatan dapat dilihat pada **Gambar 3.5** Kinerja *Wheel Loader* Komatsu WA380-3.

Beberapa cara pemuatan ke *dump truck* :

1. *V loading*, ialah cara pemuatan dengan lintasan seperti bentuk huruf V,
2. \perp *loading*, *dump truck* di belakang *loader*, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus,
3. *Cross loading*, cara pemuatan *dump truck* juga ikut aktif,
4. *Overhead loading*, dengan *loader* khusus, *bucket* dapat digerakkan melintasi di atas kabin operator.



Gambar 3.5 Kinerja *Wheel Loader* Komatsu WA380-3

Sumber : www.komatsu.com.au

3.8 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat

3.8.1 Kapasitas Produksi Alat

Kapasitas produksi alat berat pada umumnya dinyatakan dalam m^3 per jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan tiap siklus waktu dan jumlah siklus satu jam.

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{C_m} \times E \quad (3.1)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3 /jam)

q = Produksi per siklus (m^3)

N = Jumlah siklus per jam, $N = 60/C_m$

E = Efisiensi kerja

C_m = Waktu siklus dalam menit

3.8.2 Efisiensi Kerja

Produktivitas alat pada kenyataan di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas per jam alat harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas standar alat pada kondisi ideal dikalikan faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Sebagai pendekatan dapat dipergunakan Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3.3 Efisiensi Kerja

KONDISI OPERASI ALAT BERAT	PEMELIHARAAN MESIN				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan sebagai berikut:

1. Faktor peralatan
 - a. Untuk peralatan yang masih baru = 1,00
 - b. Untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
 - c. Untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80
2. Faktor operator
 - a. Untuk operator kelas I = 1,00
 - b. Untuk operator kelas II = 0,80
 - c. Untuk operator kelas III = 0,70
3. Faktor material
 - a. Faktor kohesif = 0,75 – 1,00
 - b. Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00

4. Faktor manajemen dan sifat manusia
 - a. Sempurna = 1,00
 - b. Baik = 0,92
 - c. Sedang = 0,82
 - d. Buruk = 0,75
5. Faktor cuaca
 - a. Baik = 1,00
 - b. Sedang = 0,80
6. Faktor kondisi lapangan
 - a. Berat = 0,70
 - b. Sedang = 0,80
 - c. Ringan = 1,00

3.9 Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah

Pemeliharaan alternatif yang baik merupakan faktor yang sangat penting dan sangat mempengaruhi berhasil tidaknya pelaksanaan suatu proyek. Pemeliharaan alat dipengaruhi oleh hal-hal berikut:

1. Kondisi medan dan keadaan tanah
2. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan
3. Volume pekerjaan
4. Prosedur operasi dan pemeliharaan alat
5. Umur alat
6. Undang-undang perburuhan dan keselamatan kerja

3.9.1 *Excavator*

Excavator adalah alat untuk menggali daerah yang letaknya di bawah kedudukan alat, dapat menggali dengan kedalaman yang teliti serta dapat digunakan sebagai alat pemuat bagi *dump truck*. Gerakan *excavator* dalam beroperasi terdiri dari:

1. Mengisi *bucket (land bucket)*
2. Mengayun (*swing loaded*)
3. Membongkar beban (*dump bucket*)

4. Mengayun balik (*swing empty*)

Produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini (Rochmanhadi, 1987):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \quad (3.2)$$

Dimana:

Q = Produksi per jam (m^3 /jam)

q = Produksi per siklus (m^3)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

Sedangkan kapasitas *bucket excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987):

Rumus kapasitas *bucket*

$$q = q' \times K \quad (3.3)$$

Dimana:

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Untuk menentukan faktor *bucket* diperlukan data yang sesuai dengan apa yang dikerjakan *excavator* di lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4 Faktor *Bucket Excavator*

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Ringan	Menggali dan memuat dari <i>stockpile</i> atau material yang dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam <i>bucket</i> . Pasir, tanag berpasir, tanah kolidial dengan kadar air sedang.	1,0 : 0,8

Lanjutan Tabel 3.4 Faktor *Bucket Excavator*

KONDISI PEMUATAN		FAKTOR
Sedang	Menggali dan memuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli	0,8 : 0,6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi, yang telah di <i>stockpile</i> oleh <i>excavator</i> lain. Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material tersebut	0,6 : 0,5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan di antaranya batuan hasil ledakan, batu bundar, pasir campur batu bundar, tanah berpasir tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk <i>bucket</i> .	0,5 : 0,4

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986):

$$C_m = \text{Waktu gali} + \text{waktu putar} \times 2 + \text{waktu buang} \quad (3.4)$$

Keterangan : waktu gali/muat, besarnya dipengaruhi kondisi galian dan edalaman maksimum galian.

Waktu gali *excavator* dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut :

Tabel 3.5 Waktu Gali *Excavator*

KEDALAMAN	KONDISI GALIAN			
	Ringan	Rata-rata	Agak sulit	Sulit
0-2 m	6 dtk	9 dkt	15 dkt	26 dtk
2-4 m	7 dtk	11 dtk	17 dtk	28 dtk
4 m	5 dtk	13 dtk	19 dtk	30 dtk

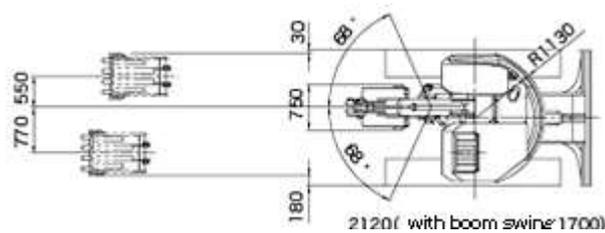
Sumber: Rochmanhadi (1986)

Waktu putar dipengaruhi sudut dan kecepatan putar, menggunakan Tabel 3.6 dibawah ini:

Tabel 3.6 Waktu Putar *Excavator*

SUDUT PUTAR	WAKTU PUTAR
45° - 90 °	4 – 7 dtk
90° - 180 °	5 – 8 dtk

Sumber: Rochmanhadi (1986)



Gambar 3.6 Radius Putar *Excavator*

Sumber : www.komatsu.com.au

Waktu buang tergantung kondisi pembuangan,

- a) Dalam *dump truck* = 5 – 8 detik
- b) Ketempat pembuangan = 3 – 6 detik

3.9.2 *Dump Truck*

Merupakan peralatan/kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihanannya dalam kecepatan, kapasitas dan fleksibilitasnya. Sebagai alat angkut, *dump truck* luwes dan mudah dikordinasi dengan alat-alat lain (alat-alat gali dan pemuat).

Pemilihan *dump truck* harus mempertimbangkan kemampuan produksi alat gali maupun pemuatnya agar tidak terdapat alat yang mengganggu dan mempertimbangkan kerugiannya.

Dump truck mempunyai 3 fungsi :

1. *Side dump truck* (penumpahan kesamping)
2. *Rear dump truck* (penumpahan kebelakang)
3. *Rear dan side dump truck* (penumpahan kebelakang dan kesamping)

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan *dump truck* :

1. *Dump truck* kecil

Keuntungan :

- a. Lebih lincah dalam beroperasi
- b. Lebih mudah dalam beroperasi
- c. Lebih *flexible* dalam pengangkutan jarak dekat
- d. Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
- e. Jika salah satu *dump truck* dalam satu unit angkutan tidak dapat bekerja, tidak akan terasa terhadap produksi
- f. Pemeliharaan lebih mudah dilaksanakan

Kerugian :

- a. Waktu hilang lebih banyak, akibat banyaknya *dump truck* beroperasi terutama waktu muat
- b. *Excavator* lebih sukar memuat karena kecil baknya
- c. Lebih banyak supir yang dibutuhkan
- d. Biaya pemeliharaan lebih besar, karena lebih banyak *dump truck* begitu pula tenaga pemeliharaannya.

2. *Dump truck* besar

Keuntungan :

- a. Untuk kapasitas yang sama dengan *dump truck* kecil, jumlah unit *dump truck* besar lebih sedikit
- b. Sopir/crew yang digunakan lebih sedikit
- c. Cocok untuk angkutan jarak jauh

Kerugian :

- a. Jalan kerja harus diperitungkan, karena berat *dump truck* kerusakan jalan relatif lebih cepat
- b. Pengoperasian lebih sulit karena ukurannya lebih besar
- c. Produksi akan sangat berkurang, jika salah satu *dump truck* tidak bekerja
- d. Pemeliharaan lebih sulit dilaksanakan

Untuk menghitung produksi *dump truck* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986) :

$$Q = \frac{C \times 60 \times E}{Cm} \quad (3.5)$$

Dimana:

- Q = Produksi per jam (m^3 /jam)
 C = Kapasitas rata-rata *dump truck* (m^3)
 E = Efisiensi kerja
 Cm = Waktu siklus dalam menit

Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1986) :

$$Cm = n \times Cms + \frac{D}{V} + \frac{D}{V} + t1 + t2 \quad (3.6)$$

$$n = \frac{c}{q' \times k} \quad (3.7)$$

Dimana:

- n = jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat truck
 c = kapasitas rata-rata *dump truck* (m^3)
 q' = kapasitas *bucket* pemuat (loader/*excavator*, menit) (m^3)
 k = faktor *bucket* pemuat
 Cms = waktu siklus pemuat (loader/*excavator*, menit)
 D = jarak angkat *dump truck* (m)
 V1 = kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (m/menit)
 V2 = kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (m/menit)

t_1 = waktu buang, standby sampai pembuangan mulai (menit)

t_2 = waktu untuk posisi pengisian dan pemuatan mulai mengisi (menit)

Waktu bongkar muat dan waktu tunggu dump truck dapat dilihat pada Tabel 3.7 dan 3.8 berikut :

Tabel 3.7 Waktu Bongkar Muat t_1

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,5 – 0,7	1,0 – 1,3	1,5 – 2,0

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Tabel 3.8 Waktu Tunggu dan Tunda t_2

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,1 – 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

Sumber: Rochmanhadi (1986)

Dalam hal ini harus diatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sedemikian sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas tinggi. Hal pokok yang harus dipertimbangkan dan diketahui adalah:

1. Kapasitas alat sesuai volume pekerjaan
2. Kapasitas alat sesuai dengan alat lain (karena merupakan tim)
3. Sedapat mungkin dihindari ada satu atau lebih alat yang menganggur karena harus menunggu
4. Jika terpaksa suatu alat harus menganggur, diusahakan alat yang paling murah biayanya atau alat yang multi fungsi sehingga dapat mengerjakan pekerjaan lain
5. Alat yang paling berpengaruh terhadap alat lain dalam tim
6. Produksi/kapasitas tiap jenis alat

Secara umum jumlah alat dapat dihitung dengan formula:

$$\frac{\text{Produksi alat berat yang paling berpengaruh}}{\text{Produksi dicari}} \quad (3.8)$$

3.9.3 *Wheel Loader*

Wheel loader adalah traktor beroda ban, serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang berasal dari *wheel loader* digunakan untuk bermacam-macam pekerjaan tanah seperti menggali, mendorong, mengurug dan mengangkat. Pada pekerjaan ini, *wheel loader* bersifat serba guna dapat melakukan tugas-tugas antara lain sebagai berikut :

1. Pembersihan lapangan atau lokasi pekerjaan (land clearing)
2. Penggusuran tanah dalam jarak dekat
3. Meratakan timbunan tanah dan mengisi kembali galian-galian tanah
4. Menyiapkan bahan-bahan dari tempat pengambilan material
5. Mengupas tanah bagian atas yang jelek (stripping)
6. Meratakan permukaan atau menghaluskan permukaan bidang rata disebut finishing.

Produksi *wheel loader* dapat dihitung menggunakan persamaan dibawah ini:

$$Q = q \times \frac{60}{cm} \times E \quad (3.9)$$

Dimana :

Q = Produksi per jam (m^3 /jam)

q = Produksi per siklus (m^3)

E = Efisiensi kerja

Cm = Waktu siklus dalam menit

Sedangkan kapasitas *bucket wheel loader* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1987):

Rumus kapasitas *bucket*

$$q = q' \times K \quad (3.10)$$

Dimana:

q' = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat

K = Faktor *bucket* yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah

Sebagai pendekatan untuk menentukan factor *bucket* maka diperlukan data factor *bucket* yang tercantum pada Tabel 3.9 berikut:

Tabel 3.9 Faktor *Bucket Wheel Loader*

	Kondisi Pemuatan	Faktor
Pemuatan ringan	Pemuatan material dari <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan yang dimuat ke dalam <i>bucket</i> . Contoh : pasir, tanah berpasir, tanah kolodial dengan kadar air sedang	1,0 : 0,8
Pemuatan sedang	Pemuatan dari <i>stockpile</i> tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam <i>bucket</i> tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung (antara peres dan munjung). Contoh: pasir kering, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, atau menggali dan memuat gravel lunak langsung dari bukit asli	0,8 : 0,6
Pemuatan yang agak sulit	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras, pasir campur gravel, tanah berpasir, tanah koloidal yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan-bahan tersebut telah ada pada <i>stockpile</i> atau persediaan sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material-material tersebut	0,6 : 0,5
Pemuatan yang sulit	Batu bongkah besar-besar dengan bentuk yang tidak beraturan dengan banyak ruangan diantara tumpukannya, batu hasil ledakan, batu-batu bundar yang besar-besar, pasir campuran batu-batu bundar tersebut, tanah pasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bias dimuat gusur ke dalam <i>bucket</i>	0,5 : 0,4

Sumber : Rochmanhadi (1986)

Kapasitas *bucket* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (Rochmanhadi, 1986)

1. Kapasitas peres

$$V_s = A \times W \frac{2}{3} \times a \times b \quad (3.11)$$

2. Kapasitas munjung

$$V_r = V_s \times \frac{b \times W}{8} - \frac{b}{6} \times (a + b) \quad (3.12)$$

Keterangan:

A = Penampang melintang ditengah-tengah *bucket* (mm²)

W = Lebar dalam rata-rata dari *bucket* (mm)

a = Tinggi penahan tumpahan ditengah-tengah *bucket* tegak lurus pada garis operasi (mm)

b = Panjang bukaan pada tengah-tengah *bucket* (mm)

c = panjang garis normal ke garis operasi (mm)

Faktor blade dalam pekerjaan penggusuran tanah perlu diperhitungkan karena dapat mempengaruhi produksi alat, besarnya dipengaruhi oleh jenis tanah.

Waktu siklus wheel loader untuk menggusur, ganti persenelling dan mundur, diperhitungkan dengan rumus berikut:

3. Pada permukaan melintang

$$C_m = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \quad (3.13)$$

4. Pada permukaan bentuk V

$$C_m = 2 \times \frac{D}{F} + 2 \times \frac{D}{R} + Z \quad (3.14)$$

5. Pada muat-angkut

$$C_m = 2 \times \frac{D}{F} + Z \quad (3.15)$$

Keterangan:

D = Jarak angkut (m)

F = Kecepatan maju (m/menit)

R = Kecepatan mundur (m/menit)

Z = Waktu tetap (menit)

Faktor waktu tetap juga mempengaruhi pada saat perhitungan waktu siklus. Sehingga diperlukan data mengenai waktu tetap pada Tabel 3.10 berikut:

Tabel 3.10 Waktu Tetap *Wheel Loader*

	Pemuatan bentuk V	Pemuatan Melintang	Muat dan angkut
Mesin gerak langsung	0,25	0,35	-
Mesin gerak hidrolis	0,20	0,30	-
Mesin gerak lordflow	0,20	0,30	0,35

Sumber : Rochmanhadi (1986)

3.10 Komponen Biaya Alat Berat

Cara untuk menganalisa harga satuan pekerjaan harus ditinjau semua biaya yang menyangkut atau biaya yang mempengaruhi pekerjaan tersebut yaitu:

1.10.1 Biaya Kepemilikan (*Owner Ship*) atau Biaya Pasti

Biaya kepemilikan adalah biaya kepemilikan alat yang harus diperhatikan selama alat yang bersangkutan dioperasikan, apabila alat tersebut milik sendiri. Biaya ini harus diperhitungkan karena alat semakin lama akan berkurang hasil produksinya, bahkan pada waktu tertentu alat sudah tidak dapat berproduksi lagi, hal ini tersebut sebagai depresiasi.

1.10.2 Biaya Penyewaan Alat

Dalam suatu proyek konstruksi penggunaan alat berat selain menggunakan alat milik pribadi dapat juga dengan penyewaan, yang dalam proses penetapan biaya penyewaan peralatan tersebut terdapat ketentuan-ketentuan yang telah dikeluarkan Departemen Pekerjaan Umum.

1.10.3 Jam Operasi atau Waktu Kerja

Efisiensi waktu dibutuhkan guna tercapainya hasil kerja yang tepat sesuai dengan rencana. Untuk mewujudkan disiplin khususnya waktu, maka dibutuhkan adanya loyalitas tinggi dari semua pihak yang terlibat. Dalam penentuan tenaga kerja, perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain jam operasional normal dan lembur.

1. Jam operasional normal

Lama waktu kerja pada setiap hari kerja (senin-sabtu) ditetapkan selama 7 jam/hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

2. Jam operasional lembur

Waktu lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (7 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja perminggu (hari minggu).