

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penyusunan Tugas Akhir, ada beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki keterkaitan terhadap masalah yang dibahas untuk digunakan sebagai referensi penulisan Tugas Akhir. Penelitian tersebut sebagai berikut:

- a. Jurnal yang dilakukan oleh Daniel Renatan dan Irfon Wahana P. dengan judul “PROGRAM SIMULASI PERHITUNGAN KINERJA BACKHOE-DUMPTRUCK PADA PEMINDAHAN TANAH MEKANIS”; untuk digunakan sebagai referensi melakukan analisa perhitungan produktivitas alat berat *excavator*. Jurnal ini hanya menghitung produktivitas saja dan tanpa perhitungan biaya
- b. Jurnal yang dilakukan oleh Syamsul Arif Nugraha dengan judul “ANALISIS PRODUKTIVITAS EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK” untuk digunakan sebagai referensi melakukan perhitungan produktivitas alat berat *dump truck*. Jurnal ini hanya menghitung produktivitas secara manual dan menentukan mana yang lebih efisien untuk digunakan.
- c. Jurnal yang dilakukan oleh Z.A. Fikri, Budi Rahmawati, dan Ninik Paryati dengan judul “ANALISIS KAPASITAS PRODUKSI EXCAVATOR PADA PROYEK PERUMAHAN PERTAMINA CIBUBUR” untuk digunakan sebagai referensi dalam mencari harga alat/m<sup>3</sup>. Jurnal ini hanya melakukan perhitungan manual dan tidak membuat program.

Dari penelitian terdahulu yang ditulis oleh Daniel Renatan dan Irfon Wahana P. dengan judul “PROGRAM SIMULASI PERHITUNGAN KINERJA BACKHOE-DUMPTRUCK PADA PEMINDAHAN TANAH MEKANIS” membahas mengenai perhitungan produktivitas alat berat *excavator* dan *dump truck* untuk menemukan jumlah alat yang paling efisien digunakan berdasarkan dari tipe dan produktivitas *excavator*. Jurnal yang dilakukan oleh Syamsul Arif Nugraha dengan judul “ANALISIS PRODUKTIVITAS EXCAVATOR DAN DUMP TRUCK” berisi tentang perhitungan produktivitas *excavator* dan *dump truck* serta dengan biaya sewa. Produktivitas *excavator* yang dihitung menggunakan rumus yang tidak mempertimbangkan beberapa faktor seperti faktor kedalaman galian, sudut putar *excavator*, faktor koefisien tanah, dan faktor *loading condition*. Perhitungan dilakukan secara manual tanpa menggunakan program. Jurnal yang dilakukan oleh Z.A. Fikri, Budi

Rahmawati, dan Ninik Paryati dengan judul “ANALISIS KAPASITAS PRODUKSI EXCAVATOR PADA PROYEK PERUMAHAN PERTAMINA CIBUBUR” membahas tentang perhitungan produktivitas dan biaya *excavator*. Produktivitas tidak mempertimbangkan faktor kedalaman galian, sudut putar *excavator*, dan faktor *loading condition* sedangkan biaya dihitung berdasarkan dengan biaya sewa.

Penelitian ini menggunakan ketiga jurnal yang tertera sebagai landasan teori dan dikembangkan dengan menggabungkan ketiganya menjadi perhitungan produktivitas *excavator* dan *dump truck*, waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek, jumlah alat yang digunakan, biaya total dan biaya per m<sup>3</sup> disertai dengan program perhitungan. Produktivitas *excavator* yang dihitung dengan mempertimbangkan faktor kedalaman galian, sudut putar *excavator*, faktor koefisien tanah dan faktor *loading condition*. Perhitungan produktivitas dan jumlah *dump truck* agar dapat bekerja secara efisien dengan *excavator*. Program simulasi untuk mempermudah proses perhitungan agar pengguna dapat membandingkan dengan *excavator* dan *dump truck* tipe lain.

Penelitian ini ditujukan untuk mengoptimasi perhitungan pekerjaan proyek galian yang menggunakan gabungan alat berat *excavator* dan *dump truck* agar dapat mempercepat target waktu yang diinginkan dan menekan biaya karena efisiensi yang lebih tinggi yang biasanya kurang maksimal saat alat tersebut digunakan dan dikelola. Dalam bidang teknik sipil, alat berat adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam menyelesaikan pekerjaan yang diperlukan untuk membangun infrastruktur. Alat berat sangat penting untuk proyek, terutama dalam proyek konstruksi yang besar. Menurut Susy Fatena Rostiyanti (2002) tujuan alat-alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat dan diharapkan hasilnya akan lebih baik.

Menurut Djoko Wilopo (2009), menyatakan bahwa, keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan alat berat antara lain:

1. Waktu pengerjaan lebih cepat  
Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target pelaksanaannya.
2. Tenaga besar  
Melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.

### 3. Ekonomis

Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.

### 4. Mutu hasil kerja lebih baik

Dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

## 2.2 Alat Berat

### 2.2.1 Definisi Alat Berat

Secara umum, alat berat adalah alat yang dibuat untuk mempermudah pelaksanaan suatu proyek konstruksi yang sifatnya berat. Dengan menggunakan alat berat, suatu proyek dapat menekan biaya waktu pelaksanaan, menekan biaya, dan meningkatkan mutu pekerjaan.

### 2.2.2 Definisi Alat Berat

Klasifikasi alat berat dapat dikategorikan menjadi 2 (dua). klarifikasi tersebut antara lain adalah klasifikasi fungsional alat bera dan klasifikasi operasional alat berat.

#### 1. Klasifikasi Fungsional Alat Berat

Klasifikasi fungsional alat berat adalah pembagian alat berdasarkan fungsifungsi utama alat. Kholil (2012), klasifikasi alat berat berdasarkan fungsinya dapat dibagi sebagai berikut:

- Alat pengola lahan, seperti *dozer*, *scraper*, dan *motor grader*
- Alat penggali, seperti *excavator*, *front shovel*, *bachoe*, *dragline*, dan *clamshell*
- Alat pengangkut material, seperti *belt truck* dan *wagon*
- Alat pemindah material, seperti *loader* dan *dozer*
- Alat pemadat, seperti *tamping roller*, *pneumatic-tired roller*, *compactor*, dan lain-lain
- Alat pemroses material seperti *crusher*
- Alat penempatan akhir material, seperti *concrete spreader*, *asphalt paver*, *motor grader*, dan alat pemadat

## 2. Klasifikasi Operasional Alat Berat

Klasifikasi operasional alat berat adalah pengorepasian alat berdasarkan pergerakannya. Berdasarkan pergerakannya alat berat dapat dibagi sebagai berikut:

- Alat dengan penggerak, seperti crawler atau roda kelabang dan ban karet.
- Alat statis, seperti tower crane, batching plant, dan crusher plant.

### 2.2.3 Pemilihan Alat Berat

Kholil (2012) menyatakan, pemilihan alat berat dilakukan pada tahap perencanaan, dimana jenis, jumlah dan kapasitas alat merupakan faktor-faktor penentu. Apabila terjadi kesalahan dalam pemilihan alat berat maka akan terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan. Biaya proyek yang membengkak dan hasil yang tidak sesuai dengan rencana produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya lebih besar. Beberapa faktor dalam pemilihan alat berat sehingga kesalahan dalam pemilihan tersebut dapat dihindari. Faktor-faktor tersebut antara lain:

1. Berdasarkan fungsi yang harus dilaksanakan. Alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya seperti menggali, mengangkut, meratakan permukaan, pemadatan dan lainnya.
2. Kapasitas peralatan pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
3. Cara operasi, alat berat dipilih berdasarkan arah (horizontal maupun vertikal) dan jarak gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan.
4. Pembatasan dalam metoda yang dipakai. Pembatasan yang 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 factor penting di dalam pemilihan alat berat.
6. Jenis proyek atau pekerjaan. Ada beberapa jenis proyek atau pekerjaan yang umumnya menggunakan alat berat. Pekerjaan tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutang, pertambangan dan perminyakan.

7. Jenis tanah dan daya dukung tanah. Jenis tanah dilokasi pekerjaan dan jenis material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat lepas, keras atau lembek.
8. Kondisi lapangan. kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat

Pada proyek galian tanah umumnya menggunakan 2 alat yaitu *excavator* dan *dump truck*. *Excavator* digunakan untuk mengeruk tanah dan *dump truck* digunakan untuk menampung hasil kerukan tanah *excavator* dan membuang ke site pembuangan.

### 2.3 *Excavator*

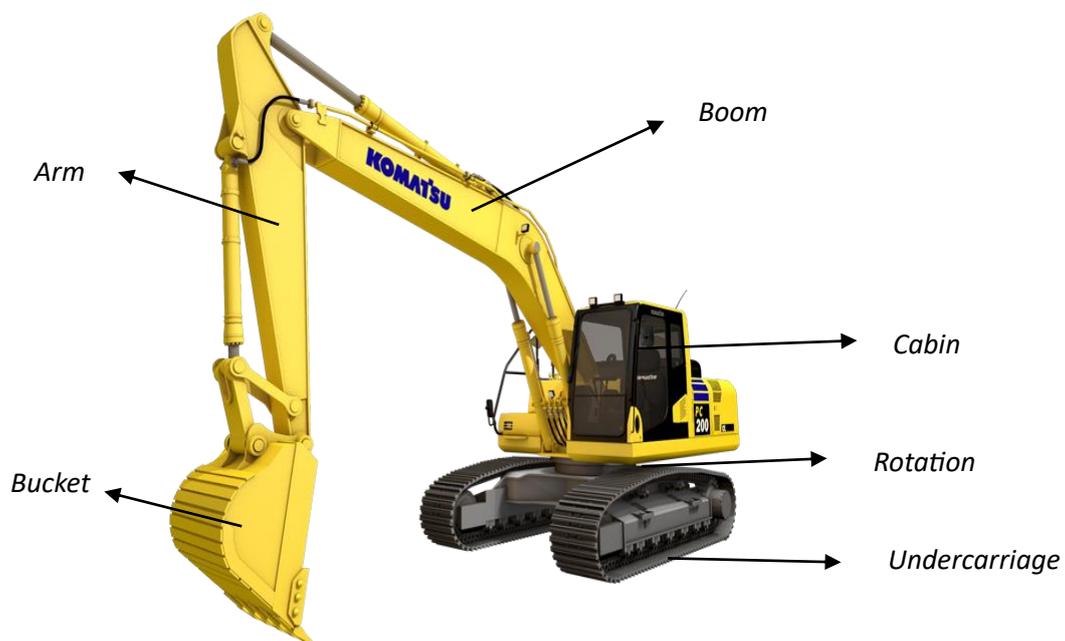
*Excavator* adalah alat berat dengan tenaga penggerak hidrolis dan rangkaian lengan, batang, bahu, tongkat, dan keranjang. Alat ini digerakkan oleh mesin diesel yang terletak di bagian atas roda rantai atau sepatu roda. *Excavator* biasanya diperuntukkan memindahkan sesuatu material, sehingga dapat meringankan pekerjaan yang berat apabila dilakukan dengan tenaga manusia dan juga untuk mempercepat waktu pengerjaan sehingga dapat menghemat waktu. *Excavator* sering digunakan untuk:

- Menggali parit, lubang, pondasi
- Penghancuran gedung
- Perataan permukaan tanah
- Mengangkat dan memindahkan material
- Mengeruk sungai
- Pertambangan

Dari beberapa pekerjaan diatas dapat disimpulkan bahwa *excavator* kebanyakan digunakan untuk melakukan penggalian tanah yang permukaannya berada dibawahnya. Alat pengendali *excavator* dapat berupa pengendali dengan kabel (*cable controlled*) serta hidrolis (*hydraulic control*). Pada umumnya *excavator* dengan alat pengendali kabel sudah jarang dijumpai, dan yang banyak dijumpai adalah *excavator* dengan pengendali hidrolis. Bagian-bagian dari *excavator* terdiri dari:

1. *Bucket*; berfungsi untuk melakukan penggalian tanah dan menampung tanah sementara sebelum dituang ke alat pengangkut. Besar atau kecilnya *excavator* biasanya diukur berdasarkan ukuran *bucket*-nya. Ukuran *bucket excavator* terdiri dari bermacam-macam ukuran, antara lain yang terdapat di pasaran adalah 0,5 m<sup>3</sup>, 0,8 m<sup>3</sup> dan 1 m<sup>3</sup>. Untuk kapasitas *bucket* dipakai satuan m<sup>3</sup> atau cuyd (yd<sup>3</sup>).

2. *Arm*; berfungsi sebagai lengan yang menopang *bucket* yang panjangnya dapat diganti sesuai dengan kebutuhan kerja (*Working Ranges*). Untuk ukuran *arm* yang berbeda, ukuran *bucket* yang mampu ditopang berbeda dan jangkauan kerjanya juga berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi yang sudah dibuat oleh pabrik. Satuan panjang *arm* adalah dalam meter (m).
3. *Boom*; adalah lengan utama dari *excavator* yang paling dekat dengan kabin.
4. *Cabin (Cab)*; adalah ruangan untuk pengemudi dalam mengatur kerja *excavator*.
5. *Rotation Pivot*; bagian bawah *excavator* yang berfungsi sebagai sumbu putar *excavator*. *Rotation pivot* hanya terdapat pada *excavator* dengan *undercarriage* (roda) yang berupa rantai (*crawler mounted*).
6. *Undercarriage*; atau juga disebut *Travelling unit* adalah bagian bawah dari *excavator* yang berfungsi untuk menggerakkan *excavator* maju, mundur dan menyamping. Jenisnya dapat berupa rantai (*crawler mounted*) atau roda karet (*wheel mounted*).



Gambar 2.1 Komponen *Excavator*

### 2.3.1 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas *Excavator*

1. Faktor pengisian *bucket* sangat dipengaruhi oleh jenis tanah yang akan digali, dimana tanah semakin keras semakin susah untuk diisi kedalam *bucket*.
2. Faktor pemuatan sangat dipengaruhi kondisi pemuatan, dimana dapat digolongkan menjadi 4 kondisi pemuatan yaitu:
  - *Light*  
Menggali dan memuat dari *stockpile* atau material yang telah dikeruk oleh *excavator* lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam *bucket*.
  - *Medium*  
Menggali dan memuat *stockpile* lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuati 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.
  - *Quite Hard*  
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 *stockpile* oleh *excavator* lain. Sulit untuk mengisi *bucket* dengan material tersebut.
  - *Hard*  
Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruang diantaranya, batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit dikeruk dengan *bucket*.
3. *Swing-Depth factor*  
Faktor yang dipengaruhi oleh kedalaman dari galian dan sudut putar dari *excavator*, dimana sudut galian adalah sudut yang dibentuk dari daerah galian *excavator* menuju ke *dump truck* atau tempat pembuangan dengan sumbu putar adalah *rotation pivot* dari *excavator*.
4. *Job-Management factor* adalah faktor manajemen lapangan berupa:
  - Penempatan alat-alat yang digunakan pada saat pelaksanaan berlangsung
  - Penempatan pekerja yang berada disekitar ruang gerak *excavator*
  - Pemilihan alat gali yang tepat serta alat angkut tanahnya

### 2.3.2 Produktivitas Excavator

Untuk menghitung produktivitas *excavator*, salah satu metode yang dipakai adalah dengan *General Output Formula* (Rochmanhadi, 1985), yaitu produksi *bucket* per waktu siklus dan dikalikan dengan faktor-faktor efisiensi kerja dan faktor pengembangan tanah (*Swell Factor*).

$$Q = \frac{q * 3600 * Fe}{Cm} * Fs \quad (2.1)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas *excavator* (m<sup>3</sup>/jam)
- q = Produksi *bucket* per siklus (m<sup>3</sup>)
- Cm = Waktu siklus *excavator* (detik)
- Fe = Faktor efisiensi kerja
- Fs = Faktor pengembangan tanah (*swell factor*)

#### 1. Produksi *bucket* per siklus (q)

Adalah volume tanah yang mampu diangkut dalam *bucket* pada setiap kali saat *excavator* melakukan penggalian. Produksi ini tergantung pada ukuran *bucket* dan dipengaruhi oleh faktor pengisian *bucket* (*bucket fill factor*) dan faktor pemuatan (*loading factor*) pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

$$Q = q_1 * fb_1 * fb_2 \quad (2.2)$$

Keterangan:

- q1 = Kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup>)
- fb1 = Faktor pengisian *bucket* (Tabel 2.1)
- fb2 = Faktor pemuatan (Tabel 2.2)

Tabel 2.1

Faktor Pengisian *Bucket* (*Bucket Fill Factor*)

<i>Class Of Material</i>	<i>Bucket Fill Factor (%)</i>	<i>Average (%)</i>
<i>Sand or Gravel</i>	90-100	95
<i>Common Earth</i>	80-90	85
<i>Hard, Tough Clay</i>	65-75	70
<i>Wet, Sticky Clay</i>	50-60	55
<i>Well-blasted Rock</i>	60-75	65
<i>Poorly-blasted Rock</i>	40-50	45

Tabel 2.2

Faktor Pemuatan (*Loading Factor*)

<i>Loading Condition</i>	<i>Loading Factor (%)</i>	<i>Average (%)</i>
<i>Light</i>	80-100	90
<i>Medium</i>	60-80	75
<i>Quite Hard</i>	50-60	55
<i>Hard</i>	40-50	45

2. Faktor Efisiensi Kerja (*Fe*)

Adalah faktor yang mempengaruhi produktivitas excavator akibat kedalaman optimum (*Optimum Depth*), sudut putar (*Angle Of Swing*), kondisi pekerjaan (*Job Conditions*), yang terdiri dari *Swing-Depth Factor* (Tabel 2.3) dan *Job-Management Factor* (Tabel 2.4).

$$Fe = (\text{Swing-depth Factor}) * (\text{Job-Management Factor}) * (\text{Job Efficiency}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$$- \text{Optimum Depth} = \frac{\text{Kedalaman galian (m)}}{\text{Kedalaman galian maksimum excavator (m)}} * 100\% \quad (2.4)$$

Tabel 2.3

*Swing-Depth Factor*

<i>Optimum Depth (%)</i>	<i>Angle Of Swing (degree)</i>						
	45	60	75	90	120	150	180
40	0,93	0,89	0,85	0,80	0,72	0,65	0,59
60	1,10	1,03	0,96	0,91	0,81	0,73	0,66
80	1,22	1,12	1,04	0,98	0,86	0,77	0,59
100	1,26	1,16	1,07	1,00	0,88	0,79	0,71
120	1,20	1,11	1,03	0,97	0,86	0,77	0,70
140	1,12	1,04	0,97	0,91	0,81	0,73	0,66
160	1,03	0,96	0,90	0,85	0,75	0,67	0,62

Tabel 2.4

*Job-Management Factor*

<i>Job Conditions</i>	<i>Management Conditions</i>			
	<i>Excellent</i>	<i>Good</i>	<i>Fair</i>	<i>Poor</i>
<i>Excellent</i>	0,84	0,81	0,76	0,70
<i>Good</i>	0,78	0,75	0,71	0,65
<i>Fair</i>	0,72	0,69	0,65	0,60
<i>Poor</i>	0,63	0,61	0,57	0,52

3. Faktor Pengembangan Tanah (*Swell Factor*) ( $F_s$ )

Setelah digali dari keadaan asli (*bank measure*), tanah yang kemudian dipindahkan ke dalam alat angkut akan mengembang (*loose*). Faktor pengembangan tanah (*swell factor*) dari tiap jenis tanah berbeda-beda, besarnya sesuai dengan Tabel 2.5. Misalnya tanah mempunyai swell factor sebesar 25%, maka volume tanah dalam keadaan mengembang adalah 125%.

Tabel 2.5

Faktor Pengembangan Tanah (*Swell Factor*)

<i>Class Of Material</i>	<i>Swell Factor (%)</i>	<i>Average (%)</i>
<i>Sand or Gravel</i>	14-16	15,0
<i>Loamy Soil</i>	16-25	20,5
<i>Ordinary Earth</i>	20-30	25,0
<i>Dense Clay</i>	25-40	32,5
<i>Solid Rock</i>	50-75	62,5

## 2.4 Waktu Proyek

Waktu proyek dapat ditentukan dengan rumus:

$$W = \frac{V}{Q} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- W = Waktu proyek
- V = Volume galian
- Q = Produktivitas total *excavator*

## 2.5 Dump Truck

*Dump truck* biasanya digunakan untuk memindahkan material hasil galian dari lokasi *quarry* ke lokasi proyek. Alat tersebut biasanya digunakan untuk mengangkut material lepas (*loose material*) baik berupa pasir, *gravel*/kerikil, tanah, dan material mineral/batubara yang digunakan di dunia konstruksi.

Rochmanhadi (1982), *dump truck* adalah alat yang digunakan untuk mengirim material dari satu tempat ke tempat lainnya. Berdasarkan metode pembongkarannya maka terdapat tiga jenis *dump truck* yaitu:

1. *Rear Dump Truck* (penumpahan ke belakang)
2. *Side Dump Truck* (penumpahan ke samping)
3. *Bottom Dump Truck* (penumpahan ke bawah)



Gambar 2.2 *Dump Truck*

### 2.5.1 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas *Dump Truck*

Produktivitas *dump truck* bergantung pada waktu siklus pengerjaan proyek konstruksi. Waktu siklus *dump truck* terdiri dari:

1. Waktu muat; adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengangkut material ke dalam *dump truck*. Waktu muat tergantung pada:
  - Ukuran dan jenis *dump truck*
  - Jenis dan kondisi material yang dimuat
  - Kapasitas *dump truck*
  - Kemampuan operator mengoperasikan *dump truck*
2. Waktu berangkat atau pengangkutan; tergantung pada:
  - Jarak tempuh
  - Kondisi jalan yang dilalui
3. Waktu pembongkaran material; tergantung pada:
  - Jenis dan kondisi material
  - Cara pembongkaran material
  - Jenis alat pengangkutan
4. Waktu kembali; adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengambil posisi bak untuk dimuat oleh *excavator*.

### 2.5.2 Produktivitas *Dump Truck*

1. Perhitungan produktivitas *dump truck* menggunakan rumus (Rochmanhadi, 1985) adalah:

$$Q = \frac{C * 60 * E}{C_m} \quad (2.6)$$

2. Perhitungan waktu siklus ( $C_m$ ) memiliki rumus:

$$C_m = (n * C_{ms}) + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \quad (2.7)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas *dump truck* ( $m^3$ /jam)
- C = Kapasitas *dump truck* ( $m^3$ )
- E = Efisiensi
- $C_m$  = Waktu siklus *dump truck* (menit)
- n = jumlah siklus pada *excavator* untuk mengisi bak *dump truck*
- $C_{ms}$  = Waktu siklus *excavator* (menit)

- D = Jarak angkut *dump truck* (m)
- V<sub>1</sub> = Kecepatan angkut (m/menit)
- V<sub>2</sub> = Kecepatan kembali (m/menit)
- t<sub>1</sub> = Waktu buang (menit)
- t<sub>2</sub> = Waktu akan mengisi atau memuat (menit)

Waktu bongkar muat dan waktu tunggu *dump truck* dapat dilihat pada tabel 2.6 dan 2.7 berikut:

Tabel 2.6

Waktu Bongkar Buang (t<sub>1</sub>)

Kondisi Operasi Kerja	Baik	Sedang	Kurang
Waktu Buang	0,6	1,15	1,75

Tabel 2.7

Waktu Tunggu (t<sub>2</sub>)

Kondisi Operasi Kerja	Baik	Sedang	Kurang
Waktu Buang	0,15	0,3	0,45

3. Menurut Rostiyanti (2014), menghitung jumlah *dump truck* yang dibutuhkan dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Jumlah dump truck} = \frac{\text{Produktivitas excavator}}{\text{Produktivitas dump truck}} \quad (2.8)$$

4. Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n):

$$(n) = \frac{c}{q' * K} \quad (2.9)$$

5. Produksi per siklus (C):

$$C = n * q' * K \quad (2.10)$$

Keterangan:

- C = Produksi per siklus (m<sup>3</sup>)
- n = Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck*
- c = Kapasitas bak *dump truck* (m<sup>3</sup>)
- q' = Kapasitas pemuat (m<sup>3</sup>)
- K = Faktor *bucket* pemuat (data dapat dilihat dari Tabel 2.8)

## 2.6 Sifat-Sifat Tanah

Sebelum pelaksanaan pekerjaan tanah, perlu diketahui sifat dari tanah yang akan diolah. Pekerjaan tanah yang berhubungan dengan pemindahan, pembuangan dan penempatan akan merubah sifat-sifat tanah tersebut karena mengalami perubahan dalam volume dan kepadatannya. Berikut adalah kondisi tanah yang mempengaruhi volume:

1. Keadaan Asli (*In situ*)

Adalah keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (digali, dipindahkan, dipadatkan, dll)

2. Keadaan Gembur (*Loose*)

Adalah material yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli). Tanah akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang dikarenakan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran material.

3. Keadaan Padat (*Compact*)

Suatu kondisi dimana material mengalami proses pemadatan, dimana akan menyusutnya volume tanah. Perubahan volume tersebut terjadi karena hilangnya rongga udara diantara butiran-butiran material tersebut.

Sifat-sifat tanah seperti dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena apabila tanah dipindahkan dari tempat asalnya, maka akan terjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan yang asli. Oleh sebab itu dari data-data tanah diatas dikonversikan pada tabel 2.8 berikut:

Tabel 2.8

Konversi Tanah

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Tanah Pasir	Asli	1,00	1,11	0,95
	Lepas	0,90	1,00	0,86
	Padat	1,05	1,17	1,00
Tanah Biasa	Asli	1,00	1,25	0,90
	Lepas	0,80	1,00	0,63
	Padat	1,11	1,59	1,00

Tanah Liat	Asli	1,00	1,18	1,08
	Lepas	0,85	1,00	0,91
	Padat	0,93	1,09	1,00
Tanah Campur Kerikil	Asli	1,00	1,13	1,03
	Lepas	0,88	1,00	0,91
	Padat	0,97	1,10	1,00
Pecahan Cadas/Batuan Keras	Asli	1,00	1,70	1,22
	Lepas	0,61	1,00	0,74
	Padat	0,82	1,30	1,00
Pecahan Batu	Asli	1,00	1,75	1,40
	Lepas	0,57	1,00	0,80
	Padat	0,71	1,24	1,00
Batuan Hasil Peledakan	Asli	1,00	1,80	1,30
	Lepas	0,56	1,00	0,72
	Padat	0,77	1,38	1,00