

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### 1.1. Latar Belakang

Alat-alat berat yang dikenal di dalam ilmu Teknik Sipil adalah alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur. Alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan 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. Alat berat yang umum dipakai di dalam proyek konstruksi antara lain *dozer*, alat gali (*excavator*) seperti *backhoe*, *front shovel*, *clamshell*, alat pengangkut seperti *loader*, *truck* dan *conveyor belt*, alat pemadat tanah seperti *roller* dan *compactor*, dan lain-lain.

Pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat sehingga proyek berjalan lancar. Kesalahan di dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar. Dengan demikian keterlambatan penyelesaian proyek dapat terjadi yang menyebabkan biaya akan membengkak. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar.

### 1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada makalah ini adalah penjelasan mengenai alat berat yang dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi, salah satunya pengklasifikasian alat berat berdasarkan klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional alat berat.

### 1.3. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan makalah ini adalah memahami alat berat yang dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi, salah satunya pengklasifikasian alat berat berdasarkan klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional alat berat.

## **BAB II**

### **PEMBAHASAN**

#### 2.1. Klasifikasi Fungsional Alat Berat

Yang dimaksud dengan klasifikasi fungsional alat adalah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Berdasarkan fungsinya alat berat dapat dibagi atas tujuh fungsi dasar.

##### 2.1.1. Alat Pengolah Lahan

Kondisi lahan proyek kadang-kadang masih merupakan lahan asli yang harus dipersiapkan sebelum lahan tersebut mulai diolah. Jika pada lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan *dozer*. Untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas dapat digunakan *scraper*. Sedangkan untuk pembentukan permukaan supaya rata selain *dozer* dapat digunakan juga *motor grader*.

##### 2.1.1.1. *Dozer*

Pada proyek konstruksi terdapat bermacam-macam alat pengolah lahan seperti *dozer*, *ripper*, *motor grader*, dan *scraper*. Fungsi alat pengolah lahan adalah antara lain untuk :

- a) Mengupas lapisan permukaan.
- b) Membuka jalan baru.
- c) Menyebarkan material.



**Gambar 2.1.** Dozer Beroda Crawler

*Dozer* merupakan traktor yang dipasangkan pisau atau *blade* di bagian depannya. Pisau berfungsi untuk mendorong, atau memotong material yang ada di depannya. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan *dozer* atau buldozer adalah :

- a) Mengupas top soil dan pembersihan lahan dari pepohonan.
- b) Pembukaan jalan baru.
- c) Memindahan material pada jarak pendek sampai dengan 100 m.
- d) Membantu mengisi material pada scraper.
- e) Menyebarkan material.
- f) Mengisi kembali saluran.
- g) Membersihkan *quarry*.

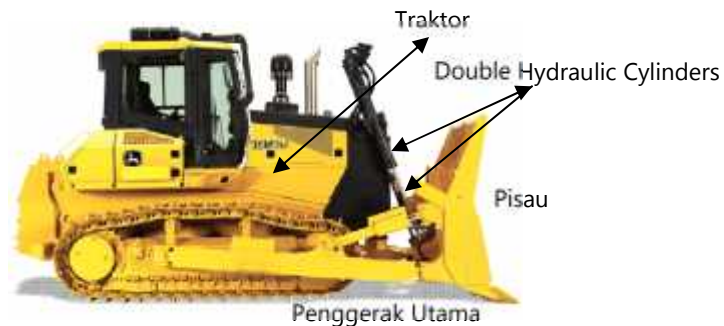


**Gambar 2.2.** Dozer Beroda Ban

Dozer terdiri dari tiga bagian, yaitu penggerak utama (*prime mover*), traktor dan pisau (*blade*) dibagian depan.

#### **PENGERAK (*PRIME MOVER*)**

Ada dua macam alat penggerak dozer, yaitu roda *crawler* dan roda ban. Alat penggerak dozer umumnya adalah *crawler*. Jenis dozer beroda crawler terbagi menjadi ringan, sedang dan berat. Jenis ini digunakan untuk menarik dan mendorong beban berat serta mampu bekerja pada permukaan kasar dan berair.



**Gambar 2.3.** Bagian dari Dozer

Sedangkan dozer beroda ban dapat bergerak lebih cepat sehingga lebih ekonomis. Pemakaian alat ini umumnya pada permukaan seperti beton dan aspal. Dilihat dari jarak tempuh maka dozer beroda ban mempunyai jarak tempuh lebih besar daripada crawler dozer.

**PISAU (BLADE)**

Ada dua fungsi utama dari pisau, yaitu mendorong material ke depan (*drifting*) dan mendorong material ke samping (*side casting*). Permukaan pisau umumnya melengkung sehingga material bergerak berputar saat didorong. Pisau dihubungkan dan dikendalikan pada traktor oleh 2 pasang *double hydraulic cylinder*. Pasangan pertama bekerja untuk mengatur letak muka pisau sehingga kedalaman penggalian dapat diatur. Sedangkan pasangan yang kedua bekerja untuk menaikkan dan menurunkan pisau.

Ada beberapa macam jenis pisau yang dipasangkan pada dozer. Pemilihan jenisnya tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Jenis pisau yang umum dipakai adalah :

- a) *Straight blade (S-blade)*. S-blade biasanya digunakan untuk pekerjaan pengupasan dan penimbunan tanah. Blade jenis ini dapat bekerja pada tanah keras.
- b) *Angle blade (A-blade)*. A-blade mempunyai lebar yang lebih besar 0.3 sampai 0.6 m daripada S-blade. Blade jenis ini

digunakan untuk menyingkirkan material ke sisinya, penggalian saluran, dan pembukaan lahan.

- c) *Universal blade (U-blade)*. U-blade juga lebih lebar daripada S-blade. U-blade dipakai untuk reklamasi lahan. Blade jenis ini mempunyai kemampuan untuk mengangkut material dalam jumlah besar pada jarak tempuh yang relatif jauh. Umumnya material yang ditangani adalah material yang ringan seperti tanah lepas.
- d) *Cushion blade (C-blade)*. C-blade umumnya dipasang pada traktor yang besar yang digunakan untuk mendorong *scraper*. Blade jenis ini lebih pendek daripada S-blade.

**Tabel 2.1.** Pisau Buldozer

Ukuran mesin (hp)	60-70	100-150	200	300	400
Berat mesin (ton)	5-8	10-12	16	25	35
Panjang pisau (m)	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Tinggi pisau (m)	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8

Pemasangan blade mempengaruhi gerakannya yang bervariasi tergantung dari kebutuhan pekerjaan. Gerakan blade terdiri dari *tilt*, *pitch*, dan *angle*. Jika ujung blade bergerak secara vertikal maka gerakan ini disebut *tilt*. Biasanya sudut kemiringan gerakan ini maksimal 15°. Sedangkan jika sisi atas blade bergerak menjauhi atau mendekati badan traktor maka gerakan ini disebut *pitch*. Angling adalah gerakan blade pada sisi samping yang menjauhi atau mendekati badan traktor. Gerakan miring secara horisontal ke kanan dan kiri ini sejauh kurang lebih 25°.

## **TEKNIK PENGOPERASIAN**

Dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi dengan menggunakan dozer ada dua teknik yang sering digunakan, yaitu *side by side dozing* dan *slot dozing*. Pada teknik *side by side dozing*, dua dozer bekerja bersama secara berdampingan. Pisau kedua dozer dihimpitkan sedekat

mungkin. Hal ini untuk menghindari *spillage* atau keluarnya material dari pisau. Kelemahan dari teknik ini adalah manuver alat yang lama sehingga tidak praktis untuk pemindahan berjarak kurang dari 15 m dan lebih dari 10 m.

Sementara itu, pada teknik *slot dozing* dibuat semacam penghalang di sisi pisau, yang berfungsi untuk menghindari adanya *spillage* dari *dozer*. Penggunaan teknik ini dapat meningkatkan produktivitas.



**Gambar 2.4.** *Slot Dozing*



**Gambar 2.5.** *Side by Side Dozing*

## **PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DOZER**

Produktivitas dozer sangat tergantung pada ukuran *blade*, kemampuan traktor dan jarak tempuh. Perhitungan produktivitas ditentukan dari volume tanah yang dipindahkan dalam 1 siklus dan jumlah siklus dalam 1 jam pengoperasian.

### **Kapasitas Blade**

Kapasitas *blade* dapat dicari dari data pada tabel atau melalui perhitungan. Rumus dari kapasitas pisau (dalam l cm) adalah :

$$V_1 = \frac{WHL}{2}$$

Nilai  $W=1,5$  sampai  $1,67$   $H$  (dalam meter) untuk sudut antara  $30-33^\circ$ .

## Waktu Siklus

Pengisian pisau umumnya dilakukan pada 40-50 ft (13-17 m) *pertama* dari jarak tempuh. Pada saat kembali *blade* dalam keadaan kosong. Waktu angkut dan kembali buldozer dapat ditentukan dari jarak dibagi kecepatan untuk setiap variabel. Perhitungan waktu siklus ditentukan juga oleh suatu waktu yang konsisten (*fixed time, FT*) yang merupakan waktu yang dibutuhkan buldozer untuk mempercepat dan memperlambat laju kendaraan. FT pada umumnya berkisar antara 0,10-0,15 menit. Waktu yang diperlukan oleh dozer untuk melakukan 1 siklus adalah :

$$CT = FT + HT + RT$$

**Tabel 2.2.** Perkiraan Kapasitas Pisau

Perkiraan Ukuran (mxm)	Kapasitas (lcm)			Model Dozer
	A-blade	S-blade	U-blade	
4,16 x 1,033	3,18	-	-	D6H
3,36 x 1,257	-	3,89	-	D6H
4,50 x 1,111	3,89	-	-	D7H
3,90 x 1,363	-	5,16	-	D7H
3,98 x 1,553	-	-	8,34	D7H
4,96 x 1,174	4,66	-	-	D8N
4,26 x 1,740	-	-	11,70	D8N
3,88 x 0,910	2,5	-	-	D6D
3,21 x 1,127	-	3,77	-	D6D
4,26 x 0,960	2,90	-	-	D7G
3,65 x 1,274	-	4,2	-	D7G
3,82 x 1,274	-	-	5,80	D7G

(Sumber : *Caterpillar Performance Handbook, 1993*)

## Produktivitas

Perhitungan produktivitas maksimum buldozer dapat dicari dengan menggunakan rumus :

$$\text{Prod} = V_l \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi}$$



#### 2.1.1.2. Ripper

*Ripper* adalah alat yang menyerupai cakar (*shank*) yang dipasangkan di belakang traktor. Fungsi dari alat ini adalah untuk menggemburkan tanah keras. Pekerjaan penggemburan ini memerlukan penetrasi *ripper* ke dalam tanah dan traktor berkemampuan besar. Jumlah cakar *ripper* antara satu sampai lima buah. Bentuk dari *shank* ada 2 macam, lurus dan lengkung. *Shank* lurus dipakai untuk material yang padat dan batuan berlapis. Sedangkan *shank* yang lengkung dipakai untuk batuan yang retak.

Gerakan pada *ripper* ada dua tipe yaitu tipe lengkung (*arc*) dan paralel. Tipe *arc* merupakan gerakan yang sederhana, namun kadang roda belakang traktor terangkat sehingga kemampuan tahan kurang. Pada tipe paralel gigi masuk dari arah atas sehingga menambah traksi alat. Tipe ini baik digunakan pada material keras.



**Gambar 2.6.** *Ripper*

Perhitungan produktivitas *ripper* sangat sulit untuk diperkirakan. Salah satu faktornya adalah pekerjaan dengan penggunaan *ripper* bukanlah pekerjaan yang dilakukan terus-menerus. Biasanya pekerjaan ini dilakukan bersama-sama dengan pemuatan material, sehingga kadang kala di lapangan kita dapat melihat bahwa sebuah traktor dipasangkan *blade* dan *ripper* pada waktu bersamaan.

Perhitungan produktivitas *ripper* dapat dilakukan dengan beberapa cara. Cara pertama adalah dengan mengukur potongan

topografi di lapangan dan waktu yang dibutuhkan untuk menggemburkan tanah. Cara ini memberikan hasil yang akurat. Cara lain adalah dengan mengasumsikan kecepatan rata-rata ripper yang bekerja pada suatu area. Dengan diketahuinya jarak yang ditempuh pada setiap *pass* maka waktu berangkat dapat dicari. Total waktu siklus merupakan penambahan waktu berangkat dengan waktu yang dibutuhkan ripper untuk mengangkat atau menurunkan cakarnya.

### **PEMBERSIHAN LAHAN**

Sebelum pembangunan proyek konstruksi pada suatu lahan kosong, lahan tersebut harus dibersihkan dari semak atau pepohonan. Kegiatan ini meliputi pekerjaan pemindahan semak, pohon dan sampah. Artinya, semua yang berada di atas dan di bawah permukaan tanah yang dapat mengganggu proyek harus dipindahkan.

Cara kerja dozer untuk pembersihan lahan sangat tergantung pada kondisi lapangan. Pekerjaan pembersihan lahan bersemak dengan beberapa pohon kecil akan berbeda penanganannya dengan lahan yang dipenuhi pohon sedang maupun besar. Cara kerja yang berbeda ini juga akan mempengaruhi produktivitas alat.

Untuk pekerjaan pembersihan semak dan pohon kecil alat bergerak dengan kecepatan rendah. Pada *pass* pertama dozer maju dengan pisau pada posisi di bawah tanah. Artinya, pisau melakukan penetrasi ke dalam tanah. Tujuan dari gerakan ini adalah untuk menjatuhkan pohon dan semak sampai ke akarnya. Jika pada *pass* pertama ini lahan belum bersih dari akar pohon maka dilakukan *pass* kedua. *Pass* kedua ini dilaksanakan dengan tujuan untuk membersihkan lahan.

Untuk pembersihan pohon sedang yang berdiameter antara 10 sampai 25 cm dozer melakukan tiga *pass*. Pada *pass* pertama dozer maju ke arah pohon dengan pisau diangkat setinggi mungkin. Fungsi dari *pass* ini adalah untuk menjatuhkan pohon dengan mendorongnya.

Setelah gerakan mendorong dan terlihat bahwa pohon mulai tumbang, alat mundur untuk menghindari naiknya akar pohon yang akan menyebabkan dozer ikut terangkat. Kemudian dilakukan *pass* kedua di mana pisau diturunkan dan melakukan penetrasi ke dalam tanah untuk membersihkan akar. Setelah itu *pass* terakhir dilakukan untuk mendorong pohon.

Jika pada lahan terdapat pohon dengan diameter lebih dari 25 cm maka pembersihan dilakukan lebih lama. Hal ini karena penanganan pohon besar harus dilakukan satu per satu. Sebelum mulai mendorong pohon, arah jatuhnya pohon perlu diperhatikan. Jika memungkinkan, tekniknya dapat dilakukan seperti pada pohon sedang. Namun jika mengalami kesulitan maka perlu dilakukan pengupasan tanah di sekitar pohon agar akar pohon berada di atas permukaan tanah.

Alat yang umum digunakan untuk pekerjaan pembersihan lahan adalah crawler traktor yang dilengkapi buldozer blade atau blade khusus untuk membersihkan lahan seperti *clearing blade* atau *rake*. Ada dua macam *clearing blade* yang dipakai yaitu *single-angle blade (KIG blade)* dan *V blade*.



**Gambar 2.7.** Dozer dengan *Rake Blade*

Perhitungan produktivitas pembersihan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Prod} = \frac{\text{Lebar cut} \times \text{kec} \times \text{efisiensi}}{10}$$

Produktivitas dihitung dalam satuan ha/jam. Pada rumus diatas lebar potong atau lebar cut dalam satuan meter sedangkan kecepatan alat dihitung dalam satuan km/jam.

Sedangkan produktivitas pemotongan kayu atau pepohonan (dalam satuan menit/acre) dihitung dengan rumus :

$$\text{Prod} = H [ A \times B + M_1 \times N_1 + M_2 \times N_2 + M_3 \times N_3 + M_4 \times N_4 + D \times F ]$$

$H$  adalah faktor kekerasan kayu (**Tabel 2.3.**) dan  $A$  adalah kepadatan pohon (**Tabel 2.4.**). Pada **Tabel 2.5.**,  $B$  adalah base time,  $M$  (menit) adalah waktu pemotongan, tergantung pada diameter pohon,  $N$  adalah banyak pohon per acre dengan diameter tertentu,  $D$  (ft) adalah jumlah diameter pohon pada ukuran lebih dari 6 ft,  $F$  (menit/ft) adalah waktu pemotongan pohon dengan diameter lebih dari 2 meter atau 6 ft.

**Tabel 2.3.** Faktor Kekerasan Kayu

Kekerasan Kayu (%)	H
75-100 % kayu keras	1,3
25-75 % kayu keras	1,0
0-25 % kayu keras	0,7

(Sumber : *Construction Planning, Equipment, and Methods*, 1996)

**Tabel 2.4.** Kepadatan Pohon

Kepadatan Pohon	A
Kepadatan pepohonan lebih dari 600 pohon per are atau pohon yang ada adalah pohon besar	2,0
Kepadatan pepohonan antara 400 sampai 600 pohon per are	1,0
Kepadatan pepohonan kurang dari 400 pohon per are	0,7

(Sumber : *Construction Planning, Equipment, and Methods*, 1996)

Jika pembongkaran dan pemindahan akar juga dilakukan dalam satu operasi maka nilai produktivitas di atas ditambahkan 25%. Sedangkan pemindahan akar dilakukan secara terpisah, maka produktivitas ditambahkan 50%.

**Tabel 2.5.** Faktor Produksi

Traktor (hp)	B	Diameter				
		1-2 ft M <sub>1</sub>	2-3 ft M <sub>2</sub>	3-4 ft M <sub>3</sub>	4-6 ft M <sub>4</sub>	> 6ft F
165	34,41	0,7	3,4	6,8	-	-
215	23,48	0,5	1,7	3,6	10,2	3,3
335	18,22	0,2	1,3	2,2	6,0	1,8
460	15,79	0,1	0,4	1,3	3,0	1,0

(Sumber : *Construction Planning, Equipment, and Methods*, 1996)

### 2.1.1.3. *Scraper*

*Scraper* adalah alat berat yang berfungsi untuk mengeruk, mengangkut, dan menabur tanah hasil pengerukan secara berlapis. *Scraper* dapat digunakan sebagai alat pengangkutan untuk jarak yang relatif jauh ( $\pm 2000$  m) pada tanah datar dengan alat penggerak roda ban. Pemilihan *scraper* untuk pekerjaan ini tergantung pada :

- Karakteristik material yang dioperasikan.
- Panjang jarak tempuh.
- Kondisi jalan.
- Alat bantu yang diperlukan.

*Scraper* umumnya digolongkan berdasarkan tipenya, *scraper* yang ditarik (*towed scraper*), *scraper* bermotor (*motorized scraper*) dan *scraper* yang mengisi sendiri (*self loading scraper*). *Towed scraper* umumnya ditarik *crawler* traktor dengan kekuatan mesin 300 hp atau lebih. *Scraper* jenis ini dapat menampung material sebanyak 8 – 30 m<sup>3</sup>.

*Towed scraper* dalam pelaksanaannya dibantu alat lain seperti dozer. Alat ini bekerja dengan kecepatan gerak lamban, namun kelebihan dari alat ini adalah :

- Mengangkut "*heavy load*".
- Berputar pada radius kecil.
- Menyebarkan material secara merata tanpa memerlukan alat lain.
- Ekonomis pada pekerjaan pembukaan lahan.



**Gambar 2.8.** *Motorized Scraper*

Daya tampung *motorized scraper* adalah sebanyak 15 – 30 m<sup>3</sup>. *Motorized scraper* mempunyai kekuatan 500 hp atau lebih dengan kecepatan mencapai 60 km/jam karena menggunakan alat penggerak ban. Akan tetapi daya cengkram ban terhadap tanah kurang sehingga scraper tipe ini dalam operasinya memerlukan bantuan *crawler* traktor yang dilengkapi pisau atau *scraper* lain. Pengoperasian dengan alat bantu ini dilakukan dengan dua cara :

- a) *Push-loaded*. Alat bantu dipakai hanya pada saat pengerukan dan pengisian. Pada saat bak penampung telah penuh, *scraper* dapat bekerja sendiri. Dengan demikian alat bantu dapat membantu beberapa *scraper*. Dengan adanya alat bantu, jarak tempuh *scraper* dapat mencapai 3 km. Ukuran dozer yang dipakai tergantung dari daya muat *scraper*.
- b) *Push-pull*. Dua buah *scraper* dioperasikan dengan cara ini di mana keduanya saling membantu dalam pengerukan. *Scraper* yang di belakang mendorong *scraper* di depannya pada saat pengerukan dan *scraper* di depannya menarik *scraper* yang di belakang pada saat pengerukan.

Seperti disebutkan di atas, *scraper* dipakai untuk pengerukan top soil. Top soil yang dipindahkan berkisar pada kedalaman 10 cm sampai 30 cm. Jika lahan yang akan diangkat top soilnya mempunyai luas

sedang maka *self-loading scraper* yang kecil atau crawler traktor dengan *scraper bowl* dapat dipilih. Untuk lahan yang luas *push-loaded scraper* dengan kecepatan tinggi menjadi pilihan.



**Gambar 2.9.** *Towed Scraper*

Karena kedua tipe scraper di atas tidak dapat memuat sendiri hasil pengerukannya, maka scraper tertentu dilengkapi semacam *conveyor* untuk memuat tanah. Scraper seperti ini dinamakan *self loading scraper*. Dengan adanya tambahan alat ini maka berat alat bertambah sekitar 10 – 15%.

*Scraper* juga dapat digunakan untuk meratakan tanah di sekitar bangunan. Pekerjaan ini dilakukan dalam jarak tempuh yang pendek. Jika jarak tempuh kurang dari 100 m biaya penggunaan alat ini sebaiknya dibandingkan dengan biaya penggunaan dozer atau *grader*.



**Gambar 2.10.** *Self Loading Scraper*

## **Pengoperasian Scraper**

### Bagian Scraper

Scraper terdiri dari beberapa bagian dengan masing-masing fungsinya. Bagian-bagian tersebut adalah *bowl*, *apron*, dan *tail gate*. Bowl adalah bak penampung muatan yang terletak di antara ban belakang. *Bowl* mempunyai sisi yang kaku dengan bagian depan dan belakang yang dapat digerakkan (*ejector* dan *apron*). Bagian depan *bowl* dapat digerakkan kebawah untuk operasi pengerukan dan pembongkaran muatan. Pada bagian sisi depan *bowl* yang bergerak ke bawah terdapat *cutting edge*. Kapasitas penuh *bowl* berkisar antara 3 sampai 38 m<sup>3</sup>.

*Apron* adalah dinding lengkung *bowl* di bagian depan yang dapat diangkat pada saat pengerukan dan pembongkaran. Pengangkatan *apron* dilakukan secara hidrolis. *Apron* dapat menutup kembali pada saat pengangkutan material. Fungsi dari *apron* adalah mengatur aliran material masuk dan keluar *bowl*. Dalam keadaan tertutup, *apron* berada di atas *cutting edge*. Beberapa model *scraper* memiliki *apron* yang dapat mengangkut material sepertiga dari material di *bowl*.

*Tail gate* atau *ejector* merupakan dinding belakang *bowl*. Pada saat pemuatan dan pengangkutan material dinding ini tidak bergerak, namun pada saat pembongkaran muatan *ejector* bergerak maju untuk mendorong material keluar dari *bowl*. Alat ini pun digerakkan secara hidrolis.

*Cutting edge* adalah pisau dari baja yang terdapat di bagian depan dasar *bowl*. Fungsi dari pisau ini adalah untuk melakukan penetrasi ke dalam tanah. Karena fungsinya maka *cutting edge* dapat mengalami kerusakan jika mengenai benda keras dalam tanah. *Cutting edge* yang rusak sebaiknya diganti agar tidak merusak *bowl*.

### Teknik Pengoperasian Scraper

Pada saat pemuatan material, *ejector* berada di belakang, dan *bowl* diturunkan sampai *cutting edge* mengenai tanah. *Apron* juga



dibuka lebar. Alat kemudian bergerak maju secara perlahan. Pada saat alat bergerak maju, tanah masuk ke dalam bowl. Kedalaman penetrasi tergantung pada sejauh mana bowl diturunkan. Ketika pekerjaan pemuatan hampir selesai owl dinaikkan perlahan dan apron juga diturunkan untuk menahan material tidak keluar dari bowl.

Pengangkutan material dilakukan pada kecepatan tinggi. Baik bowl, apron maupun ejector tidak melakukan gerakan. Bowl harus tetap pada posisi di atas agar *cutting edge* tidak mengenai tanah yang menyebabkan kerusakan pada *cutting edge* dan permukaan tanah terganggu.

Pembongkaran muatan dilakukan dengan menaikkan apron dan menurunkan bowl sampai material dalam bowl keluar dengan ketebalan tertentu. Kemudian apron diangkat setingginya dan ejector bergerak maju untuk mendorong sisa material yang ada dalam bowl. Pada saat pembongkaran selesai apron diturunkan, bowl dinaikkan dan ejector ditarik kembali pada posisi semula.

### **Produktivitas Scraper**

Produktivitas scraper tergantung pada jenis material, tenaga untuk mengangkut, kondisi jalan, kecepatan alat, atau efisiensi alat. Pertama-tama banyaknya material yang akan dipindahkan dan jumlah pengangkutan dalam satu jam ditentukan. Volume material yang akan dipindahkan akan mempengaruhi kapasitas scraper yang dipilih. Sedangkan jumlah pengangkutan per jam tergantung pada waktu siklus *scraper*.

Waktu siklus scraper merupakan penjumlahan dari waktu muat (LT), waktu pengangkutan (HT), waktu pembongkaran muatan (DT), waktu kembali (RT), dan waktu antre (ST). Selain itu ada tambahan waktu berputar atau *turning time* (TT) dan waktu percepatan, perlambatan dan pengereman atau *accelerating, decelerating and braking time* (ADBT). Kerena LT, DT, ST, TT dan ADBT konsisten maka

waktu-waktu tersebut dikategorikan sebagai waktu tetap (FT) (lihat **Tabel 2.6.**) sehingga rumus yang dipakai adalah :

$$FT = LT + DT + ST + TT + ADBT$$

Rumus yang digunakan untuk menentukan produktivitas scraper adalah :

$$Prod = \frac{V \times 60 \times eff}{CT_s}$$

**Tabel 2.6.** Tabel Nilai FT (Menit)

Kegiatan	Kecepatan Pengangkutan Rata – Rata								
	8-12 km/jam			12,5-24 km/jam			24-48 km/jam		
	1*	2*	3*	1*	2*	3*	1*	2*	3*
Pemuatan	0,8	1,0	1,4	0,8	1,0	1,4	0,8	1,0	1,4
Pembongkaran & memutar	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6
Percepatan & perlambatan	0,3	0,4	0,6	0,6	0,8	1,0	1,0	1,5	2,0
Total	1,5	1,9	2,6	1,8	2,3	3,0	2,2	3,0	4,0

(Sumber : *Construction Planning, Equipment, and Methods*, 1985)

1\* = kondisi baik

2\* = kondisi sedang

3\* = kondisi buruk

### Peningkatan Produktivitas Scraper

Agar produktivitas scraper dapat ditingkatkan maka dalam siklus kerjanya perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- Pemuatan* : sebaiknya dilakukan pada area menurun dan pelaksanaannya secepat mungkin. Sebelum pemuatan, bersihkan area pemuatan dari akar, semak, dan lain-lain.
- Pemindahan* : sebelum pekerjaan pengolahan lahan dilaksanakan maka tentukan terlebih dahulu rute pemindahan untuk membuat jarak seminimal mungkin. Sebaiknya scraper berputar pada radius sekecil mungkin. Agar scraper bekerja dengan lebih baik maka usahakan untuk membasahi rute.
- Penyebaran* : pekerjaan penyebaran material dimulai dari awal area. Selain itu juga perlu dibuat penumpukan pada samping lebih tinggi

daripada di tengah.

Secara umum beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi scraper dalam operasinya antara lain :

- a) Pertama dengan menggemburkan tanah yang akan dimuat ke dalam bowl. Dengan demikian, waktu muat akan berkurang. Kedalaman penetrasi dari ripper harus lebih besar dari kedalaman penetrasi *cutting edge*.
- b) Cara kedua adalah dengan membasahi tanah yang akan diangkut. Ada beberapa jenis tanah yang dapat dimuat dengan lebih mudah bila dalam kondisi basah. Pembasahan tanah ini dilakukan sebelum tanah dimuat ke dalam bowl.
- c) Pengaturan pergerakan scraper seperti menghindari terlalu banyak gerakan memutar dan jika memungkinkan, jalan gerak antarscraper berbeda.

#### 2.1.1.4. *Motor Grader*

Motor grader merupakan alat perata yang mempunyai bermacam-macam kegunaan. Pada umumnya grader digunakan dalam proyek dan perawatan jalan dan dengan kemampuannya dalam bergerak, motor grader sering digunakan dalam proyek lapangan terbang.

Motor grader mempunyai fungsi bermacam-macam, antara lain :

- a) Meratakan dan membentuk permukaan.
- b) Merawat jalan.
- c) Mengupas tanah.
- d) Menyebarkan material ringan.

#### **Bagian Motor Grader**

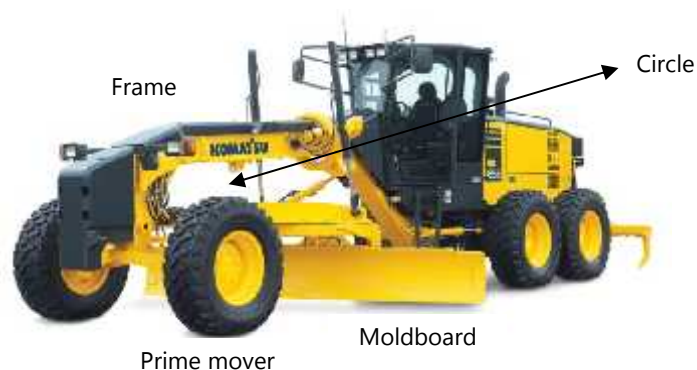
Motor *grader* terdiri dari enam bagian utama, yaitu penggerak (*prime mover*), kerangka (*frame*), pisau (*moldboard*), *sacrifier*, *circle* dan *drawbar* (lihat **Gambar 2.12.**). Alat penggerak motor grader adalah roda ban yang terletak di belakang. Frame menghubungkan penggerak

dan as depan. Letak frame cukup tinggi untuk memudahkan manuver alat. Dalam pengoperasiannya, motor grader menggunakan pisau yang disebut *moldboard* yang dapat digerakkan sesuai dengan kebutuhan bentuk permukaan. Panjang blade biasanya berkisar antara 3 sampai 5 meter.



**Gambar 2.11.** *Motor Grader*

*Sacrifier* adalah unit motor grader yang dikontrol secara hidrolis. Bagian ini mempunyai gigi yang berfungsi untuk menghancurkan material. *Sacrifier* digerakkan dengan mendorong atau menarik unit ini. *Circle* adalah bagian motor grader yang berbentuk seperti cincin dengan bagian dalam luar bergigi. Fungsi dari *circle* adalah untuk menggerakkan blade agar dapat berputar. *Drawbar* bagian motor grader yang berbentuk V atau T. *Drawbar* menghubungkan *circle* dengan bagian depan grader.



**Gambar 2.12.** *Bagian Motor Grader*

*Moldboard*/pisau dapat digerakkan seperti blade pada dozer, yaitu *tilt*, *pitch*, dan *angle* dengan fleksibilitas yang lebih besar. Gerakan

*pitching* ke depan biasanya untuk pekerjaan finishing dan pencampuran. Sedangkan gerakan *pitching* ke belakang dilakukan untuk meningkatkan pemotongan.

### Produktivitas Motor Grader

Produktivitas grader dihitung berdasarkan jarak tempuh alat per jam pada proyek jalan, sedangkan pada proyek-proyek lainnya, perhitungan produktivitas motor grader adalah luas area perjam. Waktu (jam) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan jalan dihitung berdasarkan rumus :

$$T = \left[ \sum \frac{N \times L_{ruas}}{V_{rata-rata}} \right] \times \frac{1}{\text{efisiensi}}$$

*N* (*passes*) adalah berapa kali motor grader harus melakukan gerakan bolak balik pada suatu tempat sebelum hasil yang diinginkan tercapai. Jumlah *N* tergantung pada kondisi permukaan, kemampuan operator alat, dan bentuk permukaan seperti apa yang diinginkan, sedangkan rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas adalah :

$$\text{Prod} = 1000vWE$$

Pada rumus diatas, produktivitas dihitung dalam satuan m<sup>2</sup>/jam, *V* dalam km/jam dan *W* yang merupakan lebar efektif per pass dihitung dalam meter. *E* adalah efisiensi kerja.

**Tabel 2.7.** Rata-Rata Kecepatan Motor Grader (km/jam)

Pekerjaan	Kecepatan (km/jam)
Membuat slope	4,0
Menggali saluran	4,0 – 6,4
Perataan akhir	6,5 – 14,5
Perawatan jalan	6,4 – 9,7
Pencampuran	14,5 – 32,2
Penebaran material	9,7 – 14,5

(Sumber : *Construction Methods and Management*, 1998)

### 2.1.2. Alat Penggali

Jenis alat ini dikenal juga dengan istilah excavator. Beberapa alat berat digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Yang termasuk didalam kategori ini adalah front shovel, backhoe, dragline, dan clamshell.

Secara umum alat terdiri atas struktur bawah, struktur atas, sistem dan *bucket*. Struktur bawah alat adalah penggerak yang dapat berupa roda ban maupun roda *crawler*. Alat-alat gali mempunyai as (*slewing ring*) di antara alat penggerak dan badan mesin sehingga alat berat tersebut dapat melakukan gerakan memutar walaupun tidak ada gerakan pada alat penggerak atau mobilisasi. Kemudian sistem pada alat gali ada dua macam, yaitu sistem hidrolis dan sistem kabel. *Backhoe* dan *power shovel* disebut alat penggali dengan sistem hidrolis karena *bucket* digerakkan secara hidrolis. Sistem hidrolis ini selain menggerakkan bucket juga menggerakkan boom dan arm. Sedangkan *clamshell* dan *dragline* merupakan alat-alat dengan sistem kabel. Sistem kabel ini dipasangkan pada *boom* yang berupa rangka baja atau *lattice boom*.

Pemilihan alat tergantung dari kemampuan alat tersebut pada suatu kondisi lapangan tertentu. Perbedaan setiap alat gali adalah pada benda yang dipasang di bagian depan, akan tetapi semua alat tersebut mempunyai kesamaan pada alat penggerak yaitu roda ban atau crawler. Alat beroda *crawler* umumnya dipilih jika alat tersebut akan digunakan pada permukaan kasar atau kurang padat. Selain itu juga karena alat tersebut dalam pengoperasiannya tidak perlu melakukan banyak gerak.

#### **ALAT PENGGALI SISTEM HIDROLIS**

*Power shovel* dan *backhoe* yang termasuk dalam alat penggali hidrolis memiliki bucket yang dipasangkan di depannya. Alat penggeraknya traktor dengan roda ban atau *crawler*. *Backhoe* bekerja dengan cara menggerakkan bucket ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Sebaliknya *front shovel* bekerja dengan

cara menggerakkan bucket ke arah atas dan menjauhi badan alat. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa *backhoe* menggali material yang berada di bawah permukaan di mana alat tersebut berada, sedangkan *front shovel* menggali material di permukaan dimana alat tersebut berada.

#### 2.1.2.1. Backhoe

Pengoperasian *backhoe* umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. Backhoe beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, tetapi lebih sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya. Backhoe digunakan pada pekerjaan penggalian di bawah permukaan serta untuk penggalian material keras. Dengan menggunakan backhoe maka akan didapatkan hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bucket backhoe harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.



**Gambar 2.13.** *Backhoe*

#### *Bagian Backhoe*

Backhoe terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar, boom, lengan (*arm*), bucket, slewing ring, dan struktur bawah. Boom, lengan dan bucket digerakkan oleh sistem hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler. Ada enam gerakan dasar yang mencakup gerakan-

gerakan pada masing-masing bagian, yaitu :

- a) *Gerakan boom* : merupakan gerakan boom yang mengarahkan bucket menuju tanah galian.
- b) *Gerakan bucket menggali* : merupakan gerakan bucket saat menggali material.
- c) *Gerakan bucket membongkar* : adalah gerakan bucket yang arahnya berlawanan dengan saat menggali.
- d) *Gerakan lengan* : merupakan gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai 100°.
- e) *Gerakan slewing ring* : gerakan pada as yang bertujuan agar bagian atas backhoe dapat berputar 360°.
- f) *Gerakan struktur bawah* : dipakai untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

#### *Teknik Penggalian*

Cara kerja backhoe pada saat penggalian adalah sebagai berikut :

- a) Boom dan bucket bergerak maju.
- b) Bucket digerakkan menuju alat.
- c) Bucket melakukan penetrasi ke dalam tanah.
- d) Bucket yang telah penuh diangkat.
- e) Struktur atas berputar.
- f) Bucket diayun sampai material di dalamnya keluar.

#### *Produktivitas Backhoe*

Jenis material berpengaruh dalam perhitungan produktivitas backhoe. Penentuan waktu siklus backhoe didasarkan pada pemilihan kapasitas bucket. Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas backhoe adalah :

$$\text{Produktivitas} = V \times \frac{60}{CT} \times S \times \text{BFF} \times \text{efisiensi}$$

Produktivitas dihitung dalam m<sup>3</sup>/jam, CT adalah waktu siklus (**Tabel 2.8.**), S adalah faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar



(Tabel 2.9.) dan BFF didapat dari Tabel 2.10.

**Tabel 2.8.** Waktu Siklus Backhoe Beroda Crawler (Menit)

Jenis Materi	Ukuran Alat		
	£ 0,76 m <sup>3</sup>	0,94 – 1,72 m <sup>3</sup>	> 1,72 m <sup>3</sup>
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,30	0,40
Tanah, lempung lunak	0,30	0,375	0,50
Batuan, lempung lunak	0,375	0,462	0,60

(Sumber : *Construction Methods and Management*, 1998)

**Tabel 2.9.** Faktor Koreksi (S) untuk Kedalaman dan Sudut Putar

Kedalaman penggalian (% dari Maks.)	Sudut Putar (°)					
	45	60	75	90	120	180
30	1,33	1,26	1,21	1,15	1,08	0,95
50	1,28	1,21	1,16	1,10	1,03	0,91
70	1,16	1,10	1,05	1,00	0,94	0,83
90	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75

(Sumber : *Construction Methods and Management*, 1998)

**Tabel 2.10.** Faktor Koreksi (BFF) untuk Alat Gali

Material	BFF(%)
Tanah dan tanah organik	80 – 110
Pasir dan kerikil	90 – 100
Lempung keras	65 – 95
Lempung basah	50 – 90
Batuan dengan peledakan buruk	40 – 70
Batuan dengan peledakan baik	70 – 90

(Sumber : *Construction Methods and Management*, 1998)

#### 2.1.2.2. Front Shovel

*Front shovel* digunakan untuk menggali material yang letaknya di atas permukaan di mana alat tersebut berada. Alat ini mempunyai kemampuan untuk menggali material yang keras. Jika material yang akan digali bersifat lunak, maka front shovel akan mengalami kesulitan. Dengan demikian, waktu penggalian dapat menjadi lebih lama. Sarna halnya dengan kondisi di mana permukaan material yang akan digali lebih tinggi dari ketinggian minimum yang diperbolehkan untuk mengisi

bucket. Maka dari itu ada faktor pengali untuk ketinggian penggalian dan pengaruh sudut putaran yang harus diperhitungkan dalam menentukan produktivitas *front shovel*.



**Gambar 2.14.** *Front Shovel*

#### *Kriteria Pemilihan Front Shovel*

Dalam memilih front shovel sebagai alat penggali, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan. *Pertama* adalah biaya penggalian. Biaya penggalian tergantung pada besarnya pekerjaan, biaya yang harus dikeluarkan untuk mengangkut front shovel ke proyek, dan biaya langsung. *Kedua* adalah kondisi pekerjaan. Kondisi pekerjaan di lapangan akan menentukan pemilihan jumlah dan kapasitas alat. Pekerjaan penggalian material keras akan lebih mudah dilakukan oleh front shovel dengan bucket yang besar, sama halnya dengan penggalian material hasil peledakan. Jika pekerjaan harus dilakukan pada waktu yang relatif singkat, maka dapat digunakan beberapa front shovel kecil atau satu front shovel besar. Kapasitas alat pengangkutan yang tersedia juga dapat mempengaruhi pemilihan besarnya front shovel yang akan dipakai.

#### *Teknik Penggalian*

Tahapan penggalian dengan menggunakan front shovel meliputi gerakan lengan, boom dan bucket. Boom digerakkan naik dan turun jika diperlukan. Setelah bucket terisi, baru struktur atas berputar pada

slewing ringnya. Pada proses ini alat sebisa mungkin tidak berpindah. Langkah-langkah pekerjaannya adalah sebagai berikut :

- a) Gerakan bucket ke depan sampai bagian ujung bucket menyentuh material.
- b) Gerakan bucket ke atas yang bertujuan untuk menggaruk tebing sehingga bucket terisi.
- c) Tarik bucket ke arah alat saat sudah terisi penuh material.
- d) Struktur atas berputar untuk pembongkaran material baik dengan membentuk timbunan ataupun pada truk.
- e) Saat posisi tebing sudah jauh dari jangkauan, alat digerakkan mendekati tebing untuk pekerjaan penggalian berikutnya.

#### *Produktivitas Front Shovel*

##### *Pengaruh Material Terhadap Produktivitas*

Untuk material yang mudah digali seperti pasir dan kerikil ketinggian optimum penggalian berkisar antara 30 sampai 50% dari ketinggian maksimum penggalian. Sedangkan untuk tanah pada umumnya maka ketinggian optimum kurang sedikit dari 40% ketinggian maksimum penggalian. Pada material yang sulit untuk dimuat seperti lempung dan batuan hasil peledakan ketinggian optimum penggalian berkisar 50% dari ketinggian maksimum penggalian. Kapasitas bucket front shovel tergantung dari jenis material. Oleh sebab itu, ada faktor koreksi dalam menentukan kapasitas bucket. Faktor koreksi tersebut dikalikan dengan kapasitas bucket (*heaped capacity*).

##### *Waktu Siklus*

Faktor-faktor yang mempengaruhi siklus kerja front shovel adalah kapasitas muat bucket, gerakan bucket dengan muatan, pembongkaran muatan dan gerakan bucket kosong. Untuk bucket berukuran antara 2,3 sampai 3,8 m<sup>3</sup>, waktu siklus front shovel adalah :

- a) Waktu muat : 7 sampai 9 detik.

- b) Waktu berputar dengan muatan : 4 sampai 6 detik.
- c) Waktu bongkar : 2 sampai 4 detik.
- d) Waktu berputar kembali : 4 sampai 5 detik.

*Produktivitas*

Selain jenis material, faktor-faktor penting yang mempengaruhi produktivitas front shovel adalah kondisi mesin, ketinggian penggalian, sudut putar dan gerakan alat pada slewing ringnya. Ketinggian penggalian sebaiknya pada tinggi optimal. Ketinggian optimal membuat alat dapat mengisi material penuh dalam satu siklus. Jika ketinggian lebih besar dan ketinggian optimal maka dapat menyebabkan bucket tidak terisi penuh. Sedangkan jika ketinggian gali lebih kecil daripada ketinggian optimal maka akan menyebabkan alat membentuk lubang yang dapat mengakibatkan longsor.

Pengaruh ketinggian penggalian dan sudut putaran dijabarkan dalam **Tabel 2.11**. Sudut putaran merupakan sudut boom yang berputar untuk melakukan pemuatan material dan pembongkaran muatan. Bila sudut putaran bertambah maka waktu siklus akan bertambah. Produktivitas ideal didapatkan bila sudut putaran adalah 90°.

**Tabel 2.11.** Faktor Penggali untuk Ketinggian Penggalian dan Sudut Putaran

Persentase` Kedalaman Optimum	Sudut Putaran						
	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	0,69
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

## **ALAT PENGGALI SISTEM KABEL**

*Dragline* dan *Clamshell* adalah alat gali yang termasuk dalam alat penggali sistem kabel, Alat penggeraknya traktor dengan crawler. Alat dasar dari dragline dan clamshell adalah bucket yang dipasang pada *lattice boom*. Panjang boom dragline dan clamshell sama seperti crane akan tetapi lebih panjang daripada boom alat gali lain.

### *2.1.2.3. Dragline*

Dragline merupakan alat gali yang dipakai untuk menggali material dengan jangkauan yang lebih jauh dari alat-alat gali lainnya. Ketinggian timbunan hasil pembongkaran, radius pergerakan dan jangkauan penggalian dragline lebih besar dibandingkan dengan dari alat gali lainnya pada ukuran bucket yang sama. Jika dibandingkan dengan front shovel, untuk kapasitas yang sama maka penggunaan dragline akan memberikan jangkauan yang lebih jauh. Namun dilihat dari segi produktivitasnya, dengan kapasitas yang sama maka produktivitas front shovel lebih besar daripada produktivitas dragline.

Jangkauan penggalian dragline dapat diperluas dengan menambahkan panjang boom. Dengan boom yang cukup panjang maka stabilitas dragline harus diperhitungkan karena penambahan panjang boom dapat mengakibatkan pengurangan kekuatan alat. Pada bagian ujung bucket dikaitkan kabel *drag* yang berfungsi untuk menarik bucket ke arah dragline saat penggalian. Umumnya alat dioperasikan pada sudut boom 40°.

Jenis material yang digali sebaiknya material yang lunak sampai agak keras. Pemakaian dragline sangat menguntungkan pada proyek pembuatan saluran di mana tanah mengandung air. Selain itu juga dragline digunakan untuk penggalian di bawah permukaan air. Dragline dengan bucket yang kecil dan ringan biasanya untuk penggalian material lepas dan kering. Jika dragline akan dipakai untuk penggalian material yang lebih keras maka pada alat tersebut harus ditambahkan rantai drag

dan bucket diperkuat dengan pelat baja yang berfungsi untuk membantu bucket dalam menggali batuan pecah dan material padat. Bucket dragline yang sedang biasanya dipakai untuk menggali lempung dan kerikil atau pasir padat.

Hal yang perlu mendapat perhatian saat pengoperasian dragline antara lain ukuran bucket harus disesuaikan dengan kemampuan alat serta gigi bucket haruslah cukup kuat untuk melakukan penetrasi ke dalam tanah. Selain itu juga rantai penarik jangan sampai rusak.

Dragline mengalami kesulitan dalam mengontrol pembongkaran muatan. Karena itu sebaiknya alat pengangkut yang dipakai untuk mengangkut material hasil penggalian dragline berukuran besar. Ukuran kapasitas alat pengangkut sebaiknya 5 sampai 6 kali ukuran bucket dragline.



**Gambar 2.15.** *Dragline*

Dalam melakukan penggalian, dragline bekerja melalui beberapa tahapan. Tahapan tersebut berupa satu siklus yang dimulai dari penggalian sampai pembongkaran. Adapun tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut :

- a) Dengan gerakan mengayun, bucket menuju posisi menggali. Agar bucket jatuh tegak lurus dengan tanah maka *drag cable* dan *hoist cable* dikendorkan.
- b) Kemudian *drag cable* ditarik dan *hoist cable* dimainkan agar

kedalaman penggalian teratur.

- c) Setelah bucket penuh, *hoist cable* dikunci dan bucket ditarik.
- d) Boom kemudian melakukan berputar menuju tempat pembongkaran.

Produktivitas dragline tergantung pada faktor-faktor seperti jenis material, kedalaman penggalian, sudut swing, ukuran bucket, panjang boom, kapasitas alat pengangkut dan kondisi lapangan. Produktivitas alat dihitung pada kondisi tanah asli atau *bank condition*.

#### 2.1.2.4. *Clamshell*

Pada umumnya clamshell digunakan untuk penggalian tanah lepas seperti pasir, kerikil, batuan pecah, dan lain-lain. Clamshell mengangkat material secara vertikal. Ukuran bucket pada clamshell bervariasi antara ringan sampai berat. Bucket yang ringan umumnya digunakan untuk memindahkan material, sedangkan bucket berukuran berat digunakan untuk menggali. Pada bucket yang berukuran berat umumnya dipasangkan gigi yang membantu alat dalam menggali material. Dalam pemilihan tipe bucket perlu diperhatikan bahwa bucket yang berat dapat mempersulit pengangkutan namun membantu penggalian.

Pada pengoperasian clamshell perlu diperhatikan bahwa penggalian tergantung pada berat bucket serta kapasitas mesin seperti yang telah dijelaskan di atas. Selain itu panjang rantai akan mempengaruhi kedalaman penggalian. Sedangkan jangkauan clamshell akan tergantung pada panjang boom. Untuk memaksimalkan daya angkat clamshell maka boom yang digunakan sependek mungkin. Hal ini erat kaitannya dengan kestabilan alat. Semakin panjang boom maka alat akan semakin tidak stabil yang pada akhirnya akan menurunkan daya angkat alat. Daya angkat clamshell juga dapat ditingkatkan dengan memperkecil sudut swing.



**Gambar 2.16.** *Clamshell*

Pada umumnya waktu siklus clamshell didapat dari hasil perkiraan berdasarkan pengalaman. Siklus kerja clamshell meliputi kegiatan-kegiatan pengisian (*filling*) bucket, pengangkatan bucket penuh, berputar, dan pembongkaran (*dumping*). Secara lebih detail, cara kerja clamshell pada saat pengisian bucket adalah sebagai berikut :

- a) Bucket digantungkan pada kepala crane melalui *hoist cable*.
- b) Kemudian tag cable dilepas.
- c) Bucket turun karena beratnya sendiri dan rahangnya membuka.
- d) Untuk mengisi bucket, rahang ditutup dengan menarik tag cable.

Perhitungan produktivitas clamshell menggunakan persamaan :

$$\text{Produktivitas} = V \times \frac{60}{CT} \times \text{BFF} \times \text{efisiensi}$$

### 2.1.3. Alat Pengangkut Material

Crane termasuk di dalam kategori alat pengangkut material karena alat ini dapat mengangkut material secara vertikal dan kemudian memindahkannya secara horizontal pada jarak jangkauan yang relatif kecil. Untuk pengangkutan material lepas (*loose material*) dengan jarak tempuh yang relatif jauh, alat yang digunakan dapat berupa belt, truck dan wagon. Alat-alat ini memerlukan alat lain yang membantu memuat material ke dalamnya.



Tower crane merupakan jenis crane yang statis, namun ada beberapa jenis crane yang mempunyai penggerak. Karakteristik operasional semua crane yang bergerak pada prinsipnya sama, dengan perbedaan pada penggerakannya.

#### 2.1.3.1. Crane



**Gambar 2.17.** Crane

#### CRANE DENGAN PENGGERAK

Crane dengan penggerak artinya crane tersebut dapat melakukan mobilisasi dari satu tempat ke tempat lain. Jarak perpindahan tersebut tergantung pada jenis penggerakannya yaitu roda ban atau roda crawler. Crane yang mempunyai kemampuan bergerak ini terdiri atas tiga jenis yaitu *crawler mounting*, *truck mounting*, dan *wheel mounting*.

#### Crane Beroda Crawler (*Crawler Mounted Crane*)

Tipe ini mempunyai bagian atas yang dapat bergerak 360° dengan adanya *turntable*. Dengan roda crawler maka crane tipe ini dapat bergerak di dalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya namun pergerakannya sangat terbatas. Pada saat crane akan dipindahkan maka crane diangkut dengan menggunakan *lowbed trailer*. Pengangkutan ini dilakukan dengan membongkar boom menjadi beberapa bagian untuk

mempermudah pelaksanaan pengangkutan.

Pengaruh permukaan tanah terhadap alat tidak akan menjadi masalah karena lebar kontak antara permukaan dengan roda cukup besar artinya crane dapat berdiri dengan stabil, kecuali jika permukaan merupakan material yang sangat jelek. Pada saat pengangkatan material, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah posisi alat pada waktu pengoperasian harus benar-benar *water level*, keseimbangan alat dan penurunan permukaan tanah akibat beban dari alat tersebut. Pada permukaan yang jelek atau permukaan dengan kemungkinan terjadinya penurunan maka alat harus berdiri di atas suatu alas atau matras. Keseimbangan alat juga dipengaruhi oleh besarnya jarak roda crawler. Pada beberapa jenis crane, crane mempunyai crawler yang lebih panjang untuk mengatasi keseimbangan alat.



**Gambar 2.18.** *Crawler Crane*

#### Truk Crane (*Truck Mounted Crane*)

Crane jenis ini dapat berpindah tempat dari satu proyek ke proyek lainnya tanpa bantuan dari alat pengangkutan. Mobilitas alat cukup tinggi dengan kecepatan maksimum mencapai 55 km/jam. Akan tetapi beberapa bagian dari crane tetap harus dibongkar untuk mempermudah perpindahan. Sebelum menuju suatu proyek tertentu, rute perjalanan perlu dikenal untuk mengetahui adanya rintangan seperti

kabel listrik yang rendah, *overpass* rendah, jembatan kecil, dan lain-lain. Seperti halnya crawler crane, truk crane ini juga mempunyai bagian atas yang dapat berputar 360°.

Untuk menjaga keseimbangan alat, *truck crane* memiliki kaki (*outrigger*) seperti yang terlihat pada **Gambar 2.19**. Dalam pengoperasiannya kaki tersebut harus dipasangkan dan roda diangkat dari tanah sehingga keselamatan pengoperasian dengan boom yang panjang akan terjaga. Semakin keluar outrigger maka crane akan semakin stabil, Hal tersebut perlu menjadi perhatian karena crane jenis ini sangat tidak stabil. Selain itu, kondisi di mana crane bekerja juga harus ideal, yaitu tanpa guncangan, permukaan tanah yang datar (*water level*), dan cuaca tanpa angin.



**Gambar 2.19.** *Truck Crane*

#### *Wheel Mounted Crane*

Wheel mounted crane merupakan crane dengan penggerak roda ban. Lengan crane tipe ini adalah boom hidrolis. Crane ini juga dikenal sebagai *hydraulic crane* atau *telescopic crane*. Struktur atas crane jenis ini dilengkapi dengan telescopic boom, silinder hidrolis tunggal untuk pengangkat dan kait. Boom crane jenis ini dapat diperpanjang atau diperpendek sesuai dengan kebutuhan tanpa perlu adanya

pembongkaran boom. Crane ini mampu bergerak dan fleksibel sehingga dapat dikemudikan di jalan.



**Gambar 2.20.** *Wheel Mounted Crane*

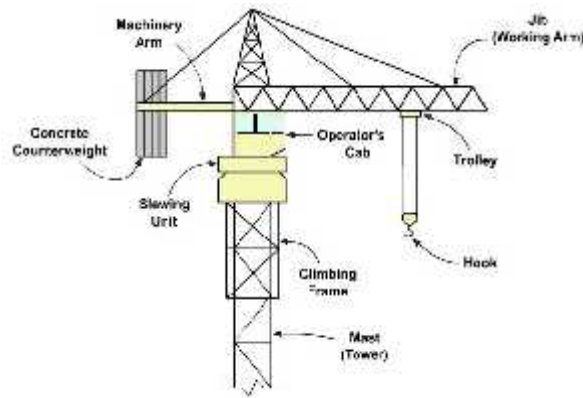
#### TOWER CRANE

Tower crane merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertikal dan horisontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, tower crane terdiri dari bermacam-macam jenis. Pada saat pemilihan tower crane sebagai alat pengangkatan yang akan digunakan, beberapa pertimbangan perlu diperhatikan, yaitu:

- a) Kondisi lapangan tidak luas.
- b) Ketinggian tidak terjangkau oleh alat lain,
- c) Pergerakan alat tidak perlu.

Pertimbangan ini harus direncanakan sebelum proyek dimulai karena tower crane diletakkan di tempat yang tetap selama proyek berlangsung, tower crane harus dapat memenuhi kebutuhan pemindahan material sesuai dengan daya jangkauan yang ditetapkan serta pada saat proyek telah selesai pembongkaran crane harus dapat dilakukan dengan mudah.

## BAGIAN TOWER CRANE



**Gambar 2.21.** Bagian-bagian *Tower Crane*

Bagian dari crane adalah *mast* atau tiang utama, *jib* dan *counter jib*, *counterweight*, *trolley* dan *tie ropes*. Mast merupakan tiang vertikal yang berdiri di atas *base* atau dasar. Jib merupakan tiang horisontal yang panjangnya ditentukan berdasarkan jangkauan yang diinginkan. Counter jib adalah tiang penyeimbang. Pada counter jib dipasangkan counterweight sebagai penyeimbang beban. Trolley merupakan alat yang bergerak sepanjang jib yang digunakan untuk memindahkan material secara horisontal dan pada trolley tersebut dipasangkan *hook* atau kait. Kait dapat bergerak secara vertikal untuk mengangkat material. Tie ropes adalah kawat yang berfungsi untuk menahan jib supaya tetap dalam kondisi lurus  $90^\circ$  terhadap tiang utama. Pada bagian atas tiang utama sebelum jib terdapat ruang operator dan di bawah ruang tersebut terdapat *slewring ring* yang berfungsi untuk memutar jib. Selain itu juga terdapat *climbing device* yang merupakan alat untuk menambah ketinggian crane.

## JENIS TOWER CRANE

Tipe tower crane dibagi berdasarkan cara crane tersebut berdiri. Pemilihan jenis tower crane harus mempertimbangkan beberapa aspek seperti situasi proyek, bentuk struktur bangunan, kemudahan saat pemasangan dan pembongkaran serta ketinggian bangunan. Tower crane

statis terdiri dan beberapa macam tipe yaitu *free standing crane*, *tied-in tower crane* dan *climbing crane*. Jenis yang dapat digerakkan adalah *rail mounted crane*.

#### Free Standing Crane

*Free standing crane* berdiri di atas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika crane harus mencapai ketinggian yang besar maka digunakan pondasi dalam seperti tiang pancang. Syarat dari pondasi crane adalah pondasi tersebut harus mampu menahan momen akibat angin dan ayunan beban, berat crane, dan berat material yang diangkat. *Free standing crane* dapat berdiri sampai dengan ketinggian 100 m. Tiang utama (*mast*) diletakkan di atas dasar (*footing block*) dengan diberi ballast sebagai penyeimbang (*counterweight*). Ballast ini terbuat dari beton atau baja. *Saddle jib* dan *luffing jib* dapat digunakan pada crane ini.

#### Rail Mounted Crane

Penggunaan rel pada *rail mounted crane* mempermudah alat untuk bergerak sepanjang rel khusus. Desain pemasangan rel harus memperhatikan ada dan tidaknya tikungan karena tikungan akan mempersulit gerakan crane. Agar tetap seimbang gerakan crane tidak dapat terlalu cepat. Kelemahan dari crane tipe ini adalah harga rel yang cukup mahal. Rel harus diletakkan pada permukaan datar sehingga tiang tidak menjadi miring. Namun, keuntungan adanya rel adalah jangkauan crane menjadi lebih besar.

*Turntable* dari *rail-mounted crane* terletak dibagian bawah. Crane jenis ini digerakkan dengan menggunakan motor penggerak. Jika kemiringan tiang melebihi  $1/200$  maka motor penggerak tidak mampu menggerakkan crane. Ketinggian maksimum rail mounted crane adalah 20 meter dengan berat beban yang diangkat tidak melebihi 4 ton. Batasan ini perlu diperhatikan untuk menghindari jungkir mengingat

seluruh badan crane bergerak pada saat pengangkatan material.

#### Tied in Crane

Crane mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 m. Jika diperlukan crane dengan ketinggian lebih dari 100 m maka crane harus ditambatkan atau dijangkar pada struktur bangunan. Crane yang ditambatkan pada struktur bangunan dikenal sebagai *tied in crane*. Fungsi dari penjangkaran adalah untuk menahan gaya horisontal. Dengan demikian crane tipe ini dapat mencapai ketinggian sampai 200 m.

#### Climbing Crane

Dengan lahan yang terbatas maka alternatif penggunaan crane adalah crane panjat atau *climbing crane*. Crane tipe ini diletakkan dalam struktur bangunan, yaitu pada *core* atau inti bangunan. Crane bergerak naik bersamaan dengan struktur naik. Pengangkatan crane dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidrolis atau *hydraulic jacks*.

#### 2.1.3.2. Truk

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa truk sangat efisien untuk pengangkutan jarak jauh. Kelebihan truk dibanding alat lain :

- a) Kecepatan lebih tinggi.
- b) Kapasitas besar.
- c) Biaya operasional kecil.
- d) Kebutuhannya dapat disesuaikan dengan kapasitas alat gali.

Namun, alat ini juga memiliki kekurangan dibanding alat lain karena truk memerlukan alat lain untuk pemuatan. Dalam pemilihan ukuran dan konfigurasi truk ada beberapa faktor yang mempengaruhi, yaitu material yang akan diangkut dan excavator atau loader pemuat.

Truk tidak hanya digunakan untuk pengangkutan tanah tetapi

juga material-material lain. Untuk pengangkutan material tertentu, ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu :

- a) Untuk batuan, dasar bak dilasi papan kayu agar tidak mudah rusak.
- b) Untuk aspal, bak dilapisi oleh solar agar aspal tidak menempel pada permukaan bak. Agar aspal tidak cepat dingin tutup bagian atas dengan terpal.
- c) Untuk material lengket seperti lempung basah, pilih bak bersudut bulat.

Dalam pengisian baknya, truk memerlukan alat lain seperti excavator dan loader. Karena truk sangat tergantung pada alat lain, untuk pengisian material tanah perlu memperhatikan hal-hal berikut :

- a) Excavator merupakan penentu utama jumlah truk, sehingga tentukan jumlah truk agar excavator tidak *idle*.
- b) Jumlah truk yang menunggu jangan sampai lebih dari 2 unit.
- c) Isi truk sampai kapasitas maksimumnya.
- d) Untuk mengangkutan material beragam, material paling berat diletakkan di bagian belakang (menghindari terjadinya kerusakan pada kendali hidrolis).
- e) Ganjal ban saat pengisian.

#### Klasifikasi Truk

Truk diklasifikasikan berdasarkan faktor berikut :

- a) Ukuran, tipe mesin dan bahan bakar.
- b) Jumlah roda, as dan cara penyetiran.
- c) Metode pembongkaran muatan.
- d) Kapasitas.
- e) Sistem pembongkaran.

Berdasarkan metode pembongkarannya maka terdapat tiga jenis truk yaitu *rear dump*, *bottom dump*, dan *side dump*.



### *Rear Dump*

Rear dump terdiri dari dua jenis, yaitu *rear dump truck* dan *rear dump tractor wagon*. Dari semua jenis truk maka *rear dump truck* adalah alat yang paling sering dipakai. Truk mempunyai kelebihan dibandingkan dengan wagon karena truk lebih mampu jika harus bergerak pada jalan menanjak.



**Gambar 2.22.** *Rear Dump*

Cara kerja pembongkaran alat tipe ini adalah material dibongkar dengan cara menaikkan bak bagian depan dengan sistem hidrolis. *Rear-dump truck* dipakai untuk mengangkut berbagai jenis material. Akan tetapi material lepas seperti tanah dan pasir kering merupakan material yang umum diangkut oleh *dump truck*. Material seperti batuan dapat merusak truk yang dipakai, oleh karena itu, pemuatan material harus dilakukan secara hati-hati atau bak truk dilapisi bahan yang tidak mudah rusak. Ukuran bak truk jenis ini berkisar antara 25 sampai 250 ton.

### *Side Dump*

*Side-dump truck* dan *tractor-wagon* mengeluarkan material yang diangkutnya dengan menaikkan salah satu sisi bak ke samping. Saat pembongkaran material harus memperhatikan distribusi material dalam bak. Kelebihan material pada salah satu sisi dapat menyebabkan terjadinya jungkir pada saat pembongkaran material. Pada kondisi

dimana pembongkaran muatan dilakukan pada tempat yang sempit dan panjang maka pemakaian truk dan *tractor wagon* jenis ini merupakan pilihan yang tepat.



**Gambar 2.23.** *Side Dump*

#### *Bottom Dump*

Umumnya bottom dump adalah semitrailer. Material yang diangkut oleh *bottom-dump tractor-wagon* dikeluarkan melalui bagian bawah bak yang dapat dibuka di tengah-tengahnya. Pintu bak adalah sisi bagian bawah memanjang dari depan ke belakang. Pintu-pintu tersebut digerakkan secara hidrolis.

*Bottom-dump tractor-wagon* umumnya mengangkut material lepas seperti pasir, kerikil, batuan sedimen, lempung keras, dan lain-lain. Pembongkaran material dilakukan pada saat kendaraan bergerak. Kelandaian permukaan di mana alat tersebut digunakan sebaiknya kurang dari 5% karena bentuk dari alat tersebut tidak memungkinkan untuk daerah yang terjal.



**Gambar 2.24.** *Bottom Dump*

## Kapasitas Truk

Volume material yang diangkut harus sesuai dengan kapasitas truk. Jika pengangkutan material oleh truk dilaksanakan melampaui batas kapasitasnya maka hal-hal yang tidak diinginkan dapat terjadi, seperti :

- a) Konsumsi bahan bakar bertambah.
- b) Umur ban berkurang.
- c) Kerusakan pada bak.
- d) Mengurangi produktivitas.

Kapasitas dan ukuran truk sangat bervariasi. Oleh karena itu, pemilihan ukuran truk sangat penting karena truk besar atau kecil akan memberikan beberapa keuntungan dan kerugian.

1. Kelebihan truck kecil terhadap truk besar :
  - a) Bergerak lebih leluasa dan kecepatan lebih tinggi.
  - b) Kerugian dalam produktivitas akan lebih kecil jika salah satu truk tidak dapat beroperasi.
  - c) Kemudahan dalam memperhitungkan jumlah truk untuk setiap alat pemuat.
2. Kerugian truk kecil terhadap truk besar :
  - a) Kesulitan bagi alat pemuat dalam memuat material.
  - b) Jumlah truk yang banyak maka waktu antrean (ST) akan besar.
  - c) Memerlukan lebih banyak supir.
  - d) Meningkatkan investasi karena jumlah truk yang banyak.
3. Keuntungan truk besar terhadap truk kecil :
  - a) Jumlah truk yang sedikit menyebabkan investasi berkurang (bensin, perbaikan, dan perawatan).
  - b) Kebutuhan supir yang tidak banyak.
  - c) Memudahkan alat pemuat dalam memuat material.

d) Waktu antre (ST) akan berkurang.

4. Kerugian truk besar terhadap truk kecil :

- a) Bila alat pemuat kecil maka akan memperbesar waktu muat (LT).
- b) Beban yang besar dari truk dan muatannya akan mempercepat kerusakan jalan.
- c) Jumlah truk yang seimbang dengan alat pemuat akan sulit didapat.
- d) Larangan pengangkutan di jalan raya dapat diberlakukan pada truk besar.

#### Produktivitas Truk

Produktivitas suatu alat selalu tergantung dari waktu siklus. Waktu siklus truk terdiri dari waktu pemuatan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran muatan, waktu perjalanan kembali, dan waktu antre. Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas truk adalah :

$$\text{Prod} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{efisiensi}$$

**Tabel 2.12.** Kapasitas dan Berat Truk

Tipe truk	Heaped capacity m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )	Struck capacity m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )	Berat kosong kg (lb)	Berat maksimum kg (lb)
769 C	23,6	17,5	31178	67586
	30,9	22,9	68750	149000
773 B	34,1	26,0	39396	92534
	44,6	34,0	86869	204000
777 C	51,3	36,4	60055	146966
	67,1	47,6	132442	324000

#### 2.1.4. Alat Pemindahan Material

Yang termasuk dalam kategori ini adalah alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu alat ke alat yang lain. Loader dan dozer adalah alat

pemindahan material.

*Loader* adalah alat yang umum dipakai dalam proyek konstruksi untuk pekerjaan pemuatan material hasil penggalian ke dalam truk atau membuat timbunan material. Jarak tempuh loader biasanya tidak terlalu jauh. Pada bagian depan loader terdapat *bucket* sehingga alat ini umumnya disebut *front-end loader*.

#### 2.1.4.1. *Loader*

Alat penggerak *loader* dapat diklasifikasikan sebagai roda crawler atau ban. Loader beroda crawler atau *crawler-tractor-mounted* mempunyai roda yang mirip dengan dozer hanya dipasang lebih maju ke depan untuk menstabilkan alat pada saat mengangkat material. Loader beroda ban atau *wheel-tractor-mounted* terdiri atas *4-wheel-drive* dan *rear-wheel drive*. *Rear-wheel-drive* bisa dipakai untuk menggali dan *4-wheel-drive* cocok untuk membawa bucket bermuatan penuh.

Loader baik yang beroda ban ataupun beroda crawler dapat dipakai untuk mengangkat material. Namun bagian bawah material harus mempunyai ketinggian setinggi permukaan di mana alat tersebut berada. Pengangkatan yang lebih dalam memerlukan ramp. Selain itu material yang diangkat haruslah material yang lepas. Karena di bagian bawah loader tidak terdapat alat pemutar maka pada saat pembongkaran muatannya loader harus melakukan banyak gerakan.



**Gambar 2.25.** *Wheel-Tractor Loader*

Loader diberi tambahan *attachment* seperti *bucket*, *forklift* and *backhoe* sehingga penambahan alat pada proyek konstruksi dapat dikurangi. Bucket yang dipasangkan pada loader dapat berupa *general purpose bucket* dan *multipurpose bucket*. Pada *multipurpose bucket*, bucket terdiri dari dua bagian yang dapat dibuka di bagian tengahnya seperti *clamshell*. Ukuran bucket berkisar antara 0,15 m<sup>3</sup> sampai 15 m<sup>3</sup>. Ukuran yang paling sering digunakan adalah 6 m<sup>3</sup>.

### Teknik Pengoperasian

Dalam pengoperasian loader, ada beberapa hal yang harus diperhatikan. Hal yang berkaitan dengan pengisian bucket loader dan pembongkaran muatan loader penting untuk diketahui agar alat bekerja dengan lebih efisien dalam suatu kondisi tertentu.

#### *Pemuatan Bucket Loader*

Pengisian bucket oleh loader pertama-tama dilakukan dengan cara ujung bucket menyentuh permukaan tanah. Kemudian loader maju secara perlahan sampai material masuk dan bucket bergerak turun. Saat material masuk angkat bucket agar material tidak ketuar.

#### *Pembongkaran Muatan Bucket Loader*

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa loader digunakan untuk memuat material ke dalam truk. Teknik pemuatan material dari bucket ke dalam bak truk perlu memperhatikan hal-hal berikut :

- a) Sambil bergerak maju, arm serta bucket diangkat.
- b) Bila bucket telah berada di atas truk maka bucket diputar perlahan ke bawah.
- c) Setelah kosong putar bucket ke atas dan mundur perlahan.
- d) Sebaiknya pembongkaran dilakukan di sisi pengemudi truk.

Pada area yang datar truk dapat diletakkan di dekat loader sehingga gerakan loader akan lebih mudah. Terdapat tiga metode

pemuatan material dari loader ke dalam truk, yaitu :

- a) *I shape loading.*
- b) *V shape loading.*
- c) *Pass loading.*

Pada metode *I shape loading*, truk bergerak maju pada saat loader mengambil material dari timbunan dan kemudian mundur pada saat loader telah siap memindahkan material ke dalam truk. Pada metode kedua, truk tidak bergerak sampai bak terisi penuh dan loader melakukan gerakan V dari timbunan ke arah truk. Ada tiga posisi yang mempengaruhi gerakan loader. Pada *pass loading*, truk bergerak menuju beberapa loader yang bucketnya telah terisi penuh. Truk bergerak dari satu loader ke loader lainnya sampai bak truck terisi penuh.

Awalnya pemuatan material ke dalam alat pengangkut dilakukan oleh *power shovel* atau *front shovel*, namun karena kapasitas loader makin besar maka penggunaan loader menjadi lebih sering. Loader juga digunakan untuk memuat material hasil peledakan ke dalam alat pengangkut. Sedangkan di quarry, loader digunakan untuk mengangkut material ke dalam hopper yang selanjutnya diangkut ke *crusher plant*. Pada proses pembersihan lahan loader juga digunakan untuk memindahkan semak, akar pohon, dan lain-lain.

Kapasitas angkat loader dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain :

- a) Berat mesin

Berat mesin perlu diketahui agar berat material tidak melampaui berat alat yang dapat menyebabkan terjadinya jungkir.

- b) Lokasi titik berat alat

Titik berat yang tidak tinggi menghindari terjadinya jungkir.

- c) Panjang radius antara pusat putaran alat dan *attachment*

Daya angkat alat akan semakin kecil dengan semakin besarnya panjang radius.

d) Tenaga alat

Semakin besar tenaga alat semakin besar kemampuan angkat alat.

### Produktivitas Loader

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam penentuan produktivitas loader adalah sebagai berikut :

- a) Kondisi material.
- b) Tipe bucket dan kapasitasnya.
- c) Area untuk pergerakan loader.
- d) Waktu siklus loader.
- e) Waktu efisien loader.

Karena beberapa material menyebabkan alat tidak dapat mengangkut material secara maksimal maka dibuat tabel untuk menentukan faktor pemuatan bucket.

Cara menghitung produktivitas adalah dengan menggunakan tabel-tabel waktu yang tergantung pada beberapa faktor. Waktu muat tergantung pada jenis material yang diangkut. Waktu berputar ditentukan sebesar 0,2 menit. Waktu bongkar ditentukan berdasarkan tempat atau ke mana material ditempatkan. Selain itu diperlukan koreksi terhadap waktu siklus.

**Tabel 2.13.** Faktor Pemuatan Bucket

Material	Faktor
Material seragam atau campuran	0,95-1,00
Batu kerikil	0,85-0,90
Batu hasil peledakan (baik)	0,80-0,95
Batu hasil peledakan (rata-rata)	0,75-0,90
Batu hasil peledakan (buruk)	0,60-0,75
Batuan berlumpur	1,00-1,20
Lanau basah	1,00-1,10
Material beton	0,85-0,95

(Sumber : *Construction Equipment Guide*, 1991)



**Tabel 2.14.** Waktu Muat (Menit)

Material	LT
Berbutir seragam	0,03-0,05
Berbutir campuran dan basah	0,03-0,06
Lanau basah	0,03-0,07
Tanah atau kerikil	0,04-0,20
Material Berbeton	0,05-0,20

(Sumber : *Caterpillar Performance Handbook*, 1993)

**Tabel 2.15.** Kapasitas Bucket

Tipe loder	Heaped capacity m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )	Struck capacity m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )
910 F	1,20 (1,60)	1,02 (1,33)
918 F	1,70 (2,25)	1,40 (1,80)
928 F	2,00 (2,60)	1,70 (2,25)
930 T	1,72 (2,25)	1,29 (1,69)

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas adalah :

$$\text{Prod} = \text{Uk. Bucket} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{BFF} \times \text{efisiensi}$$

#### 2.1.5. Alat Pematik

Jika pada suatu lahan dilakukan penimbunan maka pada lahan tersebut perlu dilakukan pemadatan. Pemadatan juga dilakukan untuk pembuatan jalan, baik tu jalan tanah dan jalan dengan perkerasan lentur maupun perkerasan kaku. Yang termasuk sebagai alat pemadat adalah tamping roller, pneumatic-tired roller, compactor, dan lain-lain.

Material timbunan di suatu lokasi biasanya merupakan material lepas. Material ini secara alami akan menjadi padat karena pengaruh waktu dan cuaca. Proses pemadatan alamiah ini berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Pada proyek konstruksi di mana waktu adalah bagian penting di dalam pelaksanaannya maka proses pemadatan dipercepat. Untuk mempercepat pemadatan ini digunakan peralatan mekanik. Yang dimaksud dengan proses pemadatan adalah proses keluarnya udara dari dalam rongga atau proses untuk mengurangi adanya rongga antarpartikel tanah sehingga volume tanah menjadi lebih kecil.

Dalam proyek konstruksi proses ini dilakukan oleh alat pemadat khusus yang berupa *compactor*. Akan tetapi dengan adanya lalu lintas alat-alat di atas suatu lokasi proyek maka secara tidak langsung material di permukaan tersebut menjadi lebih padat, apalagi jika yang melewati permukaan tersebut adalah alat berat. Roda crawler pada alat berat memberikan tekanan terhadap permukaan tanah yang cukup besar, demikian juga roda ban. Dapat ditarik suatu kesimpulan dari pengalaman yang ada bahwa alat-alat berat yang melewati suatu permukaan proyek dapat memberikan kontribusi sekitar 75% terhadap kepadatan yang diinginkan. Terdapat empat faktor yang mempengaruhi proses pemadatan, yaitu :

- a) Gradasi material yang akan dipadatkan.
- b) Kadar air dari material (*moisture content*).
- c) Usaha pemadatan (*compactive effort*).
- d) Karakteristik tanah.

Tujuan dari proses pemadatan ini bermacam-macam. Pertama pemadatan dilakukan untuk mengurangi perubahan bentuk (*distorsi*) terhadap permukaan tanah. Selain itu juga dengan dilakukannya pemadatan maka dapat memperkecil penurunan (*settlement*) permukaan tanah. Tujuan lain dari pemadatan adalah meningkatkan kekuatan tanah dan mengurangi permeabilitas atau masuknya air ke dalam tanah. Hasil dari proses pemadatan ini akan mengubah kepadatan (*density*) tanah. Namun besarnya perubahan ini tergantung dari tipe material dan kandungan air (*moisture content*).

## JENIS ALAT PEMADATAN

### Tamping Roller

Yang disebut dengan tamping roller adalah alat pemadatan yang berupa *sheep's foot roller*. Dalam pengoperasiannya, tamping roller ada yang dapat bergerak sendiri maupun ditarik oleh alat lain. Jenis alat pemadatan ini mempunyai roda baja yang pada permukaannya terdapat

gigi-gigi. Setiap roller atau rodanya mempunyai lebar dan keliling yang bervariasi. Setiap unit alat pemadatan terdiri dari satu atau lebih roda.

Metode pemadatan yang digunakan oleh alat ini adalah *kneading action* atau peremasan. Dengan pemadatan metode ini permukaan tanah diharapkan dapat dilalui tanpa mengalami banyak hambatan. Saat material telah padat, kaki tidak masuk lagi ke dalam tanah. Jika kepadatan permukaan tanah tidak sesuai dengan apa yang ingin dicapai, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa alat yang digunakan terlalu berat atau alat tidak cocok untuk jenis material yang ada. Tamping roller baik digunakan untuk jenis tanah lempung berpasir dengan kedalaman efektif pemadatan sekitar 15 sampai 25 cm. Dalam pengoperasiannya, setiap pemadatan dilakukan secara overlap kurang lebih 30 cm.



**Gambar 2.26.** *Tamping Roller*

#### Modified Tamping Roller

Sering disebut juga sebagai *grid roller*. Dengan memberikan pemberat (*ballast*) berupa balok beton, tekanan yang diberikan alat pada tanah menjadi lebih besar. Jika tanah mengandung batuan, grid roller yang diberi pemberat dapat membantu alat untuk memecahkan batuan sehingga permukaan tanah relatif lebih rata. Biasanya digunakan pada tanah kohesif (tidak untuk pasir dan lempung lunak).

### Smooth-wheel Roller

Jenis pemadatan tipe ini memakai metode berat statis dan dibagi berdasarkan tipe dan beratnya. Berat *smooth-wheel* roller ditentukan dalam ton. Kadang-kadang berat alat ini ditingkatkan dengan cara diberi pemberat dari air atau pasir. Jika spesifikasi sebuah alat adalah 8-14 ton maka berat alat tanpa pemberat adalah 8 ton dan berat maksimum pemberat adalah 6 ton.

Roda alat pemadatan ini adalah baja dengan permukaan rata. Jumlah rodanya 1, 2, dan 3. Tipenya adalah *single-axle roller*, *tandem roller* dan *three-wheeled roller*. Smooth-wheel roller sangat baik digunakan untuk memadatkan material berbutir seperti pasir, kerikil, dan batuan pecah. Permukaan tanah yang telah dipadatkan dengan tamping roller akan menjadi lebih licin dan rata jika dipadatkan kembali dengan alat ini. Kedalaman efektif lapisan yang dipadatkan dengan alat ini sekitar 10 cm sampai 20 cm.

Dalam pengoperasiannya, ada beberapa teknik yang perlu diperhatikan, yaitu :

- a) Hindari percepatan atau pengereman tiba-tiba.
- b) Hindari berbelok secara tajam.
- c) Gunakan sprinkler saat bekerja dengan material panas dan lengket.
- d) Jangan biarkan alat berada di atas material yang sedang mengeras untuk menghindari penurunan.

### *Single-axle Roller*

Single-axle roller diberi ballast atau pemberat (dapat berupa air atau pasir) untuk meningkatkan beratnya. Jenisnya ada yang ditarik atau bermesin sendiri (*self propelled roller*). Jenis self propelled roller menghasilkan permukaan lebih rata.



**Gambar 2.27.** *Single-axle Roller*

### *Three-wheeled Roller*

Roda alat ini ada tiga buah, yaitu satu roda depan yang lebih lebar daripada kedua roda belakang. Biasanya three-wheeled roller digunakan untuk memadatkan material aspal pada pekerjaan jalan. Pada pengoperasiannya, alat ini digunakan setelah alat lain yang mempunyai kemampuan pemadatan lebih dalam. Sama halnya dengan tandem roller, alat digerakkan oleh roda depan.



**Gambar 2.28.** *Three-Wheeled Roller*

### *Tandem Roller*

Biasanya digunakan untuk penggilasan akhir, artinya fungsi alat ini adalah untuk meratakan permukaan. Tandem roller tidak dipakai untuk permukaan batuan keras dan tajam karena dapat merusak roda. Ada dua model tandem roller, yaitu *two axle tandem roller* dan

*three axle tandem roller*. Model yang pertama mempunyai berat berkisar 8 sampai 14 ton. Ballast yang dipakai biasanya cairan. Sedangkan three axle tandem roller berfungsi untuk menambah kepadatan. Biasanya three axle tandem roller dipakai pada proyek lapangan terbang.

#### Pneumatic-tired Roller

Proses pemadatan alat ini menggunakan gabungan antara metode *kneading action* dan *static weight*. Tekanan alat pada permukaan tanah diatur dengan cara mengatur berat alat, menambah atau mengurangi tekanan ban, mengatur lebar ban, dan mengatur tekanan ban.

Tekanan pada ban diatur sesuai dengan kondisi tanah. Untuk pekerjaan pemadatan tanah alat ini memerlukan 4 sampai 8 pass. Sedangkan untuk pekerjaan pemadatan jalan dilakukan dengan 4 sampai 6 pass. Kecepatan pemadatan yang paling baik adalah 20 kph (maju dan mundur).

*Pneumatic tired roller* juga menggunakan ballast untuk penambahan berat. Dengan penggunaan ballast dari batu maka terjadi penambahan berat sampai 2 kali. Jika alat akan digunakan untuk pemadatan lapisan aspal panas (*hotmix asphalt*) maka alat ini digunakan tanpa ballast.

Roda pada pneumatic tired roller terdiri dari 2 macam roda, yaitu besar dan kecil, Alat ini ada yang kecil dengan jumlah as roda dua buah yang terdiri dari tujuh roda (tiga depan dan empat belakang) dan yang besar dengan sembilan roda (empat depan dan lima belakang). Roda belakang dan roda depan letaknya tidak sejajar, sehingga rongga antara roda dapat tetap dipadatkan dengan roda belakang. Tekanan pada roda yang sangat besar serta berat dari alat yang cukup besar membuat alat ini mampu memadatkan tanah sampai ke kedalaman yang besar. Alat pemadatan yang kecil baik digunakan untuk memadatkan lapisan dengan kedalaman berkisar antara 10 sampai 20 cm, sedangkan alat yang besar dapat mencapai kedalaman 60 cm.



**Gambar 2.29.** *Pneumatic-tired Roller*

Dalam pengoperasian alat ini perlu diperhatikan beberapa hal, antara lain pada pekerjaan finishing jalan, ballast jangan digunakan. Karena roda alat ini merupakan ban karet maka sebelum penggunaan alat ini maka area pekerjaan perlu dibebaskan dari benda tajam yang dapat merusak roda. Selain itu juga hindari membelokkan alat pada area yang dipadatkan karena dapat mengubah bentuk permukaan.

#### *Vibrating Compactor*

Dengan alat ini, jenis material seperti pasir, kerikil, dan batuan pecah dapat dipadatkan dengan lebih baik karena alat ini memberikan tekanan dan getaran terhadap material di bawahnya. Dengan adanya getaran maka partikel yang lebih kecil mengisi rongga di antara partikel-partikel yang lebih besar. Dengan adanya tekanan statis maka tanah akan padat dengan kekosongan minimum.

Alat yang mempunyai roda depan besi dan roda belakang karet digunakan untuk pemadatan tanah. Pada roda karet terdapat kembang yang berfungsi untuk menjaga agar alat tidak mengalami slip. Yang termasuk vibrating compactor adalah *vibrating padded drum roller* dan *vibrating stool drum roller*. Alat dengan roda depan dan belakang yang terbuat dari besi (*vibrating padded drum roller*) digunakan untuk pemadatan aspal. Alat ini mampu untuk memadatkan lapisan berkisar

pada kedalaman antara 7,5 sampai 15 cm. Akan tetapi, vibrating steel drum roller yang besar dapat melakukan pemadatan hingga mencapai kedalaman 1 meter.



**Gambar 2.30.** *Vibrating Compactor*

#### *Manually Operated Vibratory Plate Compactor*

Alat ini digunakan sebagai pemadat tanah dan lapisan aspal di mana alat yang besar tidak dapat atau kurang efektif untuk digunakan. Alat ini digerakkan secara manual.

#### *Manually Operated Rammer Compactor*

Alat ini juga digerakkan secara manual. Alat tersebut baik digunakan untuk memadatkan tanah yang kohesif dan tanah campuran.

### 2.1.6. Alat Pemroses Material

Alat ini dipakai untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Hasil dari alat ini misalnya adalah batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Yang termasuk didalam alat ini adalah crusher. Alat yang dapat mencampur material-material di atas juga dikategorikan ke dalam alat pemroses material seperti concrete batch plant dan asphalt mixing plant.

#### 2.1.6.1. *Crusher*

Crusher terdiri dari beberapa bagian, yaitu crusher primer (*primary*



*crusher*), crusher sekunder (*secondary crusher*), dan crusher tersier (*tertiary crusher*). Setelah batuan diledakkan, batuan dimasukkan ke dalam crusher primer. Hasil dari crusher primer dimasukkan ke dalam crusher sekunder untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Bila hasil crusher sekunder belum memenuhi spesifikasi yang ditetapkan maka bantuan diolah kembali di crusher tersier dan seterusnya.

*Crusher* dibagi juga berdasarkan cara alat tersebut dalam memecahkan batuan. *Crusher* yang memecahkan batuan dengan memberikan tekanan pada batuan adalah *jaw*, *gyratory*, dan *roll crusher*. *Impact crusher* menghancurkan batuan dengan tumbukan pada kecepatan yang tinggi. Pada umumnya jaw crusher digunakan sebagai crusher primer, sedangkan crusher tipe lainnya dimanfaatkan sebagai crusher sekunder.

Pada saat batuan masuk kedalam crusher maka terjadi reduksi ukuran batuan tersebut. Reduksi tersebut ditetapkan dalam rasio reduksi yang dapat dilihat pada **Tabel 2.16**.

**Tabel 2.16.** Jenis Crusher Beserta Rasio Reduksinya

Tipe crusher	Rasio reduksi
Jaw	4:1 – 9:1
Gyratory True Cone (standard)	3:1 – 10:1 4:1 – 6:1
Roll Singel roll Double roll	Maksimum 7:1 Maksimum 3:1
Impact	Sampai 15:1

(Sumber : *Construction Planning, Equipment and Methods*, 1996)

#### 2.1.7. Alat Penempatan Akhir Material

Alat digolongkan pada kategori ini karena fungsinya yaitu untuk menempatkan material pada tempat yang telah ditentukan. Ditempat atau lokasi ini material disebarakan secara merata dan dipadatkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Yang termasuk di dalam kategori ini adalah concrete spreader, asphalt paver, motor grader, dan alat

pemadat.

#### 2.1.7.1. *Concrete Spreader*

*Concrete spreader* digunakan sebagai alat untuk menyebarkan beton plastis dalam pekerjaan pengerasan kaku dan kemudian menggetarkannya. Selama melakukan pekerjaan ini alat bergerak konstan. Beton plastis dimuat ke dalam *concrete spreader* dengan menggunakan *paving mixer* atau truk. Jika pengerasan jalan menggunakan tulangan maka alat ini bergerak di samping cetakan pengerasan untuk menghindari kerusakan tulangan. Penggunaan *concrete spreader* ini dapat mengurangi terjadinya segregasi.



**Gambar 2.31.** *Concrete Spreader*

#### 2.1.7.2. *Asphalt Paver*

Alat ini merupakan traktor beroda ban ataupun crawler yang dilengkapi dengan suatu sistem yang berfungsi untuk menghamparkan campuran aspal di atas permukaan pondasi jalan. Paver dengan roda ban sebaiknya dipilih jika pada pengaspalan jalan alat tersebut sering dipindahkan. Sedangkan penggunaan paver dengan roda crawler akan lebih menguntungkan jika kondisi jalan yang akan dibangun menanjak atau menurun. Hal ini karena paver beroda crawler lebih stabil.

Pada bagian depan terdapat hopper yang berfungsi untuk menerima campuran aspal dari *rear dump truck* atau dari *bottom dump truck*. Selanjutnya campuran aspal dihamparkan di atas permukaan

pondasi jalan dengan menggunakan *conveyor* dan *auger*. Conveyor berfungsi untuk mendistribusikan campuran secara merata dan menghindari segregasi. Karena ketebalan aspal yang dihamparkan belum seragam maka digunakan *screed* yang ditarik oleh traktor tersebut. Screed dapat diatur lebar dan ketinggiannya. Dengan adanya screed maka ketebalan dan lebar hamparan campuran aspal dapat terjaga. Pada screed terdapat beberapa alat yaitu *vibrator* dan burner. Vibrator berfungsi untuk memadatkan lapisan aspal. Sedangkan burner berfungsi untuk memanaskan screed sehingga campuran aspal tidak menempel pada screed.



**Gambar 2.32.** *Asphalt Paver*

Kecepatan paver pada saat penghamparan harus dijaga agar konstan. Hal ini perlu dilakukan agar lapisan aspal yang dihasilkan rata permukaannya. Jika kecepatan bertambah maka screed akan menurun yang menyebabkan ketebalan lapisan berkurang. Hal yang sebaliknya akan terjadi jika kecepatan alat berkurang.

## 2.2. Klasifikasi Operasional Alat Berat

Alat-alat berat dalam pengoperasiannya dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain atau tidak dapat digerakkan atau statis. Jadi klasifikasi alat berdasarkan pergerakannya dapat dibagi atas berikut ini :

### 2.2.1. Alat dengan Penggerak

Alat penggerak merupakan bagian dari alat berat yang menerjemahkan hasil dari mesin menjadi kerja. Bentuk dari alat penggerak adalah crawler atau roda kelabang dan ban karet. Sedangkan belt merupakan alat penggerak pada conveyor belt.

### 2.2.2. Alat Statis

Yang termasuk dalam kategori ini adalah towercrane, batching plant, baik untuk beton maupun untuk aspal serta crusher plant.

## **BAB III**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### 3.1. Kesimpulan

Alat berat merupakan alat yang sengaja diciptakan/didesain untuk dapat melaksanakan salah satu fungsi/kegiatan proses konstruksi yang sifatnya berat bila dikerjakan oleh tenaga manusia, seperti mengangkut, mengangkat, memuat, memindah, menggali, mencampur, dan seterusnya dengan cara yang mudah, cepat, hemat, dan aman.

Alat berat juga dibagi dalam beberapa kategori yaitu kategori berdasarkan klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional. Klasifikasi fungsional alat adalah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Berdasarkan fungsinya alat berat dapat dibagi atas tujuh fungsi dasar, salah satunya alat penggali (excavator) seperti Backhoe, Front Shovel/Power Shovel, Clamshell, dan Dragline. Sedangkan klasifikasi operasional alat adalah alat-alat berat yang dalam pengoperasiannya dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain atau tidak dapat digerakkan atau statis, salah satunya alat dengan penggerak seperti crawler dan roda ban karet.

#### 3.2. Saran

Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat dan sesuai dengan kebutuhan lapangan. Kesalahan di dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar sehingga dapat menyebabkan waktu pengerjaan proyek tidak sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan dan juga biaya akan membengkak.

# REFERENSI

Rostiyanti, Susy Fatena. 2008. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi Edisi Kedua*. Jakarta: Rineka Cipta.