

ALAT-ALAT BERAT

oleh

igig soemardikatmodjo
april 2003

daftar isi :

1. Tractor , Dozeer dan Ripper	2
2. Scrapers	18
3. Excavator : Backhoe, Shovel, Dragline dan Clamshell	26
4. Motor Grader dan Compactor	46
5. Truck	56
6. Pondasi dan Pile Hammer	62
7. Cranes	70
8. Stone Crusher	78
9. Concrete Plant	87
10. Asphalt Plant	94
11. Dredger	99

BAB I.

TRAKTOR DAN PERALATANNYA.

1. 1. TRAKTOR.

Traktor banyak digunakan pada pekerjaan pemindahan tanah secara mekanis, disamping fungsi utamanya sebagai penarik dan pendorong, traktor juga dapat digabungkan dengan berbagai peralatan misalnya : shovel, ripper, dozer, scraper dan sebagainya. Traktor tersedia dalam berbagai macam ukuran , yang disesuaikan dengan kebutuhan proyek.

Jenis traktor dapat dibedakan dalam 2 (dua) kelompok, yakni :

1. CRAWLER TRAKTOR.
2. WHEEL TRAKTOR.

1. 1. 1. CRAWLER TRAKTOR.

Crawler traktor menggunakan roda kelabang yang terbuat dari plat besi. Traktor ini digunakan sebagai :

- Tenaga penggerak untuk mendorong dan menarik beban.
- Tenaga penggerak untuk winch dan alat angkut.
- Tenaga penggerak blade (bulldozer).
- Tenaga penggerak front and bucket loader.

Ukurannya berdasarkan besarnya daya mesin /tenaga geraknya (flywheel), mis. 65 HP; 75 HP; 105 HP, sampai 700 HP. Besarnya daya tarik dan kemampuan menahan tahanan gelinding ini berpengaruh terhadap produktivitas-nya. Kecepatan traktor juga dibatasi antara 7 - 8 mph atau 10 - 12 km/jam.

Perbaikan traktor type crawler umumnya terbesar untuk perbaikan bagian bawah (under-carriage), kerusakan tadi disebabkan oleh :

- Benturan waktu Bulldozer jalan cepat, benturan antara track-shoe dengan batuan.
- Terlalu sering berjalan pada tempat yang miring atau sering berputar balik pada satu arah.
- Terlalu sering track-shoe slip pada tanah tempat berpijak atau membelok secara tajam dan tiba-tiba.
- Stelan track-shoe terlalu kendur atau terlalu tegang.

1.1.2. WHEEL TRACTOR.

Wheel tractor dilengkapi dengan roda ban pompa (pneumatic), jadi kecepatannya dapat lebih tinggi, akan tetapi tenaga tariknya rendah. Dan kecepatan maksimumnya mencapai 45 km /jam. Wheel traktor ada yang roda-2 dan ada pula yang roda-4.

Wheel tractor dengan roda-2 karakteristiknya :

- Kemungkinan gear lebih besar.
- Traksi lebih besar, karena seluruh traksi yang ada dilimpahkan pada kedua rodanya.
- Tahanan gelinding lebih kecil, karena jumlah roda lebih sedikit.
- Pemeliharaan ban lebih sedikit.

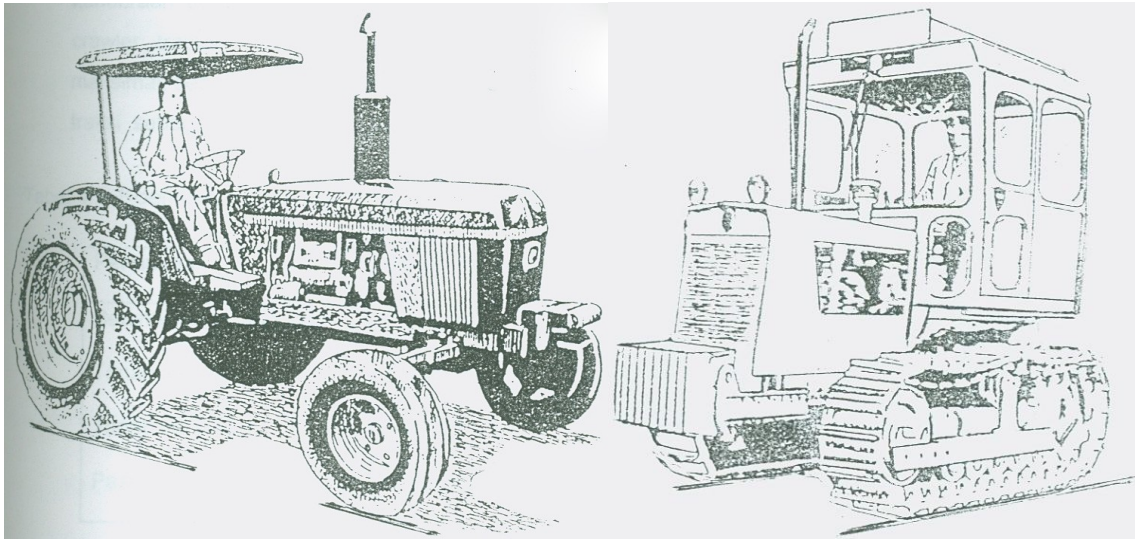
Karakteristik Wheel traktor roda-4 :

- Lebih comfortable (nyaman).
- Stabilitasnya tinggi, walaupun medan kerjanya berat.
- Kecepatannya juga lebih tinggi.
- Dapat bekerja sendiri dengan melepas unit trail-nya.

Keuntungan dan kerugian Traktor type Crawler dengan Wheel.

Crawler Tractor	Wheel Tractor

a. Konsisi kerja	
• Dapat bekerja disegala medan dengan kondisi bermacam-macam tanah dasar dan disegala cuaca, dengan koefisien traksi > 0,90.	• Tanah keras, jalan beton, tanah abrasif tidak tajam, tanah datar, menurun. Tanah lembek tidak bisa, koefisien traksi < 0,60.
b. Efek pada tanah dasar.	
• Dapat berpijak dengan baik dan dapat dilengkapi dgn ber-macam2 sepatu(shoe) dan berbagai macam ukuran (0,4 - 1,05 kg /cm ²).	• Memberikan kepadatan yang baik, tergantung dari counter-weight dan balas yang dipergunakan 1,25 – 1,5 kg/cm ²
c. Pemakaian.	
• Untuk operasi jarak dekat, dapat digunakan pd tanah bergumpal.	• Untuk operasi jarak jauh.
• Kec. mundur rendah (4 – 7 mil/jam), ukuran pisau pendek dan beban berat.	• Baik untuk tanah gembur.
• Dapat memotong tanah tebal.	• Kecepatan mundur 8 - 12 mil /jam.
• Mobilitas/maneuver rendah.	• Ukuran pisau panjang, beban pisau sedang. Memotong tanah tipis.
	• Mobolitas/maneuver tinggi.
	• Memiliki kebebasan pandang yg baik



Gambar 1.1 : Wheel Tractor dan Crawler Tractor.

1.1.3. Faktor yang dipertimbangkan untuk memilih Tractor.

Faktor yang harus dipertimbangkan dalam memilih traktor ialah :

- a. Ukuran yang diperlukan untuk pekerjaan yang akan dilaksanakan.
- b. Jenis pekerjaan yang akan dilaksanakan, mis. mendorong (dozing), menarik Scraper, Ripping, mengupas tanah, memuat (loading) dan lain-lain.
- c. Jenis landasan tempat beroperasinya traktor, tanah stabil atau labil.
- d. Kekerasan jalan hantar yang akan dilalui.
- e. Kekasaran jalan yang akan dilalui.
- f. Kemiringan jalan (tanjakan /turunan).
- g. Panjang lintasan pengangkutan.
- h. Jenis pekerjaan selanjutnya yang akan dikerjakan, setelah proyek ini selesai.

1.2. BULLDOZER.

Bulldozer ialah alat yang mesin penggerak utamanya adalah traktor. Sebutan bulldozer berasal dari traktor yang perlengkapannya (attachment)-nya dozer atau pendorong yang disebut juga blade. Kemampuan bulldozer ini untuk mendorong tanah ke muka, disamping itu ada yang disebut dengan angle dozer yang dapat mendorong tanah atau material ke samping. Angle ini dapat membuat sudut 25° terhadap posisi lurus.

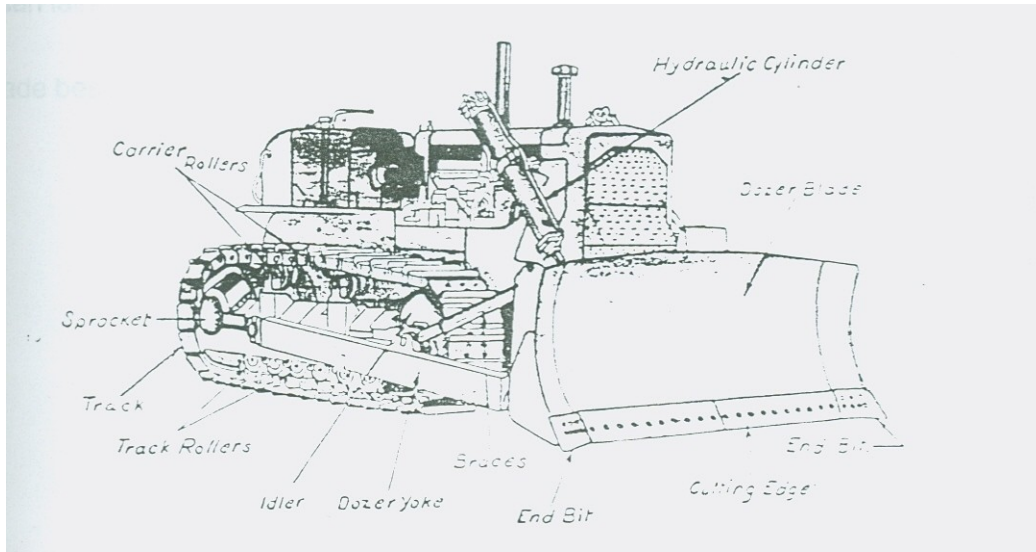
Menurut track-shoe nya, bulldozer dapat dibedakan atas :

- a. Crawler tractor dozer (dengan roda kelabang).

- b. Wheel traktor dozer (dengan roda ban).
- c. Swamp bulldozer (untuk daerah rawa).

Sedangkan berdasarkan penggerak blade-nya, bulldozer dibedakan oleh :

- a. Pengendalian dengan kabel.
- b. Pengendalian dengan hidrolis.



ambar 1. 2. : BULLDOZER.

G

1. 2. 1. FUNGSI DAN KERJA BULLDOZER.

Bulldozer digunakan untuk mendorong tanah, seperti meratakan tanah dan mengupas permukaan humus tanah.

Fungsi lain dari bulldozer adalah :

- a. Membersihkan site dari kayu-kayuan, pokok/tonggak pohon dan batu-batuan
- b. Membuka jalan kerja di pegunungan maupun daerah berbatuan.
- c. Memindahkan tanah yang jauhnya hingga 300 feet (± 90 meter).
- d. Menarik Scraper.
- e. Menghampar tanah isian (fill).
- f. Menimbun kembali bekas galian.
- g. Membersihkan site atau medan kerja.

Posisi blade pada bulldozer ada 2(dua), yaitu posisi tegak lurus dan posisi miring. Posisi blade tegak lurus hanya dapat bergerak maju, dan posisi miring dapat bergerak-gerak sesuai dengan jarak kemiringannya (kedepan dan kesamping).

Jenis blade yang digunakan pada bulldozer adalah :

1. UNIVERSAL BLADE (U-BLADE).

Blade ini dilengkapi dengan sayap yang bertujuan meningkatkan produktivitas. Sayap ini akan membuat bulldozer mendorong/membawa muatan lebih banyak, karena memungkinkan kehilangan muatan lebih kecil.

Kebanyakan blade tipe ini dipakai untuk pekerjaan reklamasi tanah, pekerjaan penyediaan bahan (stock piling) dan lain-lain.

2. STRAIGHT BLADE (S –BLADE).

Blade jenis ini sangat cocok untuk berbagai kondisi medan, blade ini merupakan modifikasi dari U-blade. Banyak digunakan untuk mendorong material cohesive, penggalian struktur dan penimbunan. Dengan memiringkan blade dapat berfungsi untuk menggali tanah keras. Manuver blade jenis ini lebih mudah dan dapat menangani material dengan mudah.

3. ANGLING BLADE (A –BLADE).

Blade dengan posisi lurus dan menyudut, juga dibuat untuk :

- Pembuangan kesamping (side casting).
- Pembukaan jalan (pioneering roads).
- Penggalian saluran (cutting ditches).
- Sangat efektif untuk pekerjaan side hill cut atau back filling.
- dan lain-lain pekerjaan yang sesuai.

4. CUSHION BLADE (C –BLADE).

Blade tipe ini dilengkapi dengan rubber cushion (bantalan karet) untuk meredam tumbukan. Selain untuk push dozing, blade juga dipakai untuk pemeliharaan jalan dan pekerjaan dozing yang lain. Lebar C-blade memungkinkan peningkatan manuver.

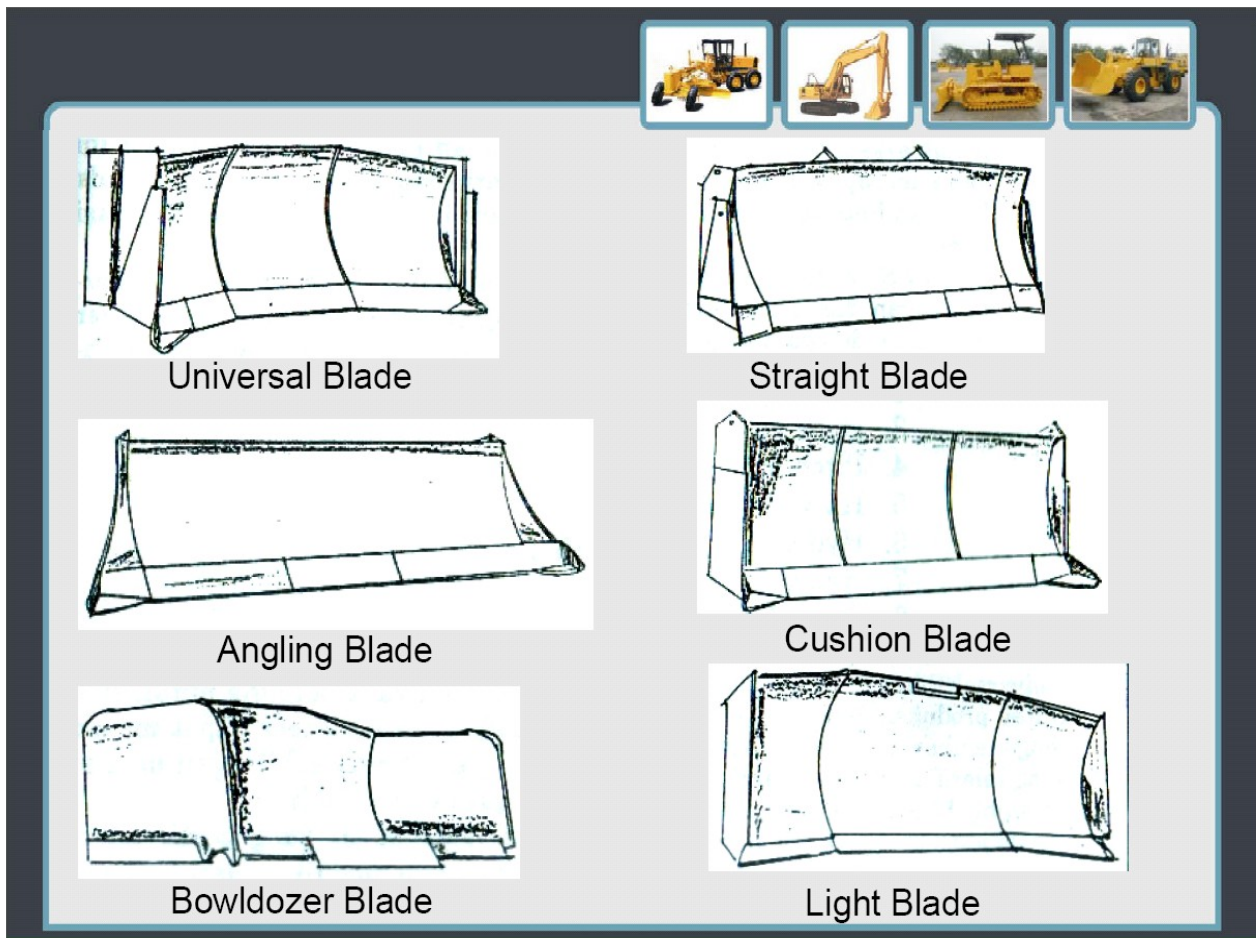
Selain perlengkapan standar Bulldozer ini juga memiliki beberapa option / Peralatan tambahan seperti : Pisau garuk, Garu batuan, Pembajak akar, Pemotong pohon jenis V, Kanopi pelindung operator, Roda pencacah, Kap pelindung untuk pekerjaan berat dsb.

5. BOWL-DOZER.

Blade ini dibuat untuk membawa /mendorong material dengan kehilangan sesedikit mungkin, karena adanya dinding besi pada sisi blade yang cukup lebar. Bentuknya seperti mangkuk, menyebabkan ia disebut bowl-dozer.

6. BLADE UNTUK MATERIAL RINGAN.

Alat ini didesain untuk pekerjaan material non-kohesif yang lebih ringan. Contohnya seperti stock pile dari tanah lepas/gembur



Gambar 1. 3 : Jenis Blade pada Bulldozer

1. 2. 2. PERBANDINGAN PENGENDALI KABEL DAN HIDROLIK.

Perbedaan system pengendalian antara kabel dan hidrolik adalah :

a. PENGENDALI KABEL.

1. Sederhana dalam pemasangan.
2. Sederhana dalam perbaikan dan perawatan.
3. Menyadari akan adanya kerusakan mesin, karena blade dapat mengangkat sendiri jika menemui rintangan.
4. Diperlukan alat bantu dalam operasinya, misalnya blasting dalam pekerjaan pengusuran.

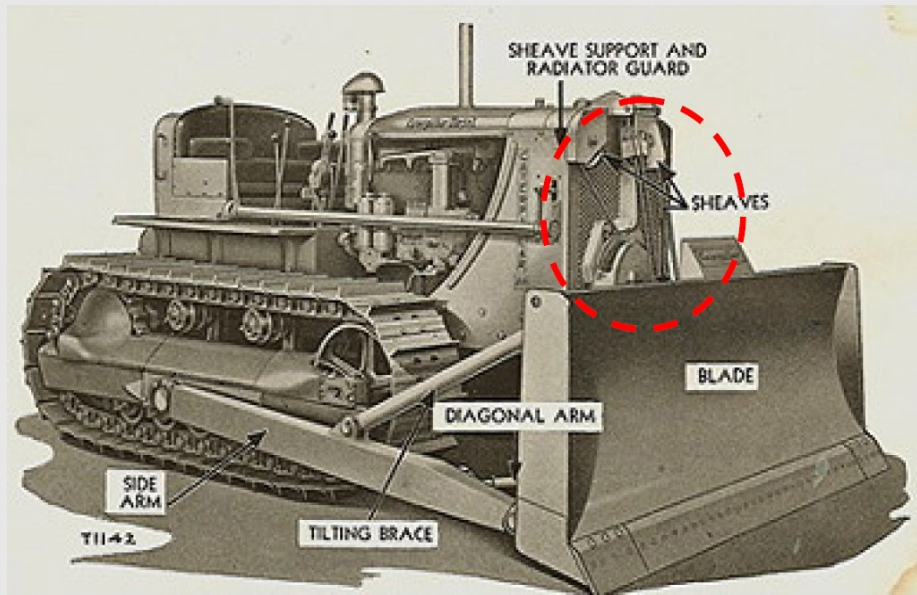
b. PENGENDALI HIDROLIK.

1. Dapat menekan blade ke tanah, dengan tambahan beban sendiri dari Bulldozer.
2. Lebih cepat mengatur posisi blade sesuai yang dikehendaki.
3. Pemeliharaan lebih rumit dan teliti.
4. Sulit untuk menyediakan minyak hidrolis jika site jauh dari kota.

Bulldozer dengan Hydraulic Controlled



Bulldozer dengan Cable Controlled



Gambar 1 . 4 : Bulldozer dengan Kontrol Hidrualis.

Gambar 1 . 5 : Bulldozer dengan Kontrol Kabel.

1. 2. 3. PENGGUNAAN BULLDOZER.

1. 2. 3. 1. PEMOTONGAN dan PENIMBUNAN TANAH.

Permukaan tanah pada umumnya tidak berupa tanah datar. Pada saat suatu proyek akan dikerjakan maka permukaan tanah harus diratakan. Tanah yang ketinggiannya melebihi elevasi yang diinginkan harus ditimbun. Ada beberapa cara yang dipakai untuk menentukan volume tanah yang harus dibuang/ditimbun. Untuk proyek-proyek bangunan umumnya menggunakan **metode grid**, sedangkan untuk proyek jalan biasa dipakai **metode ruas**.

a. Metode Grid.

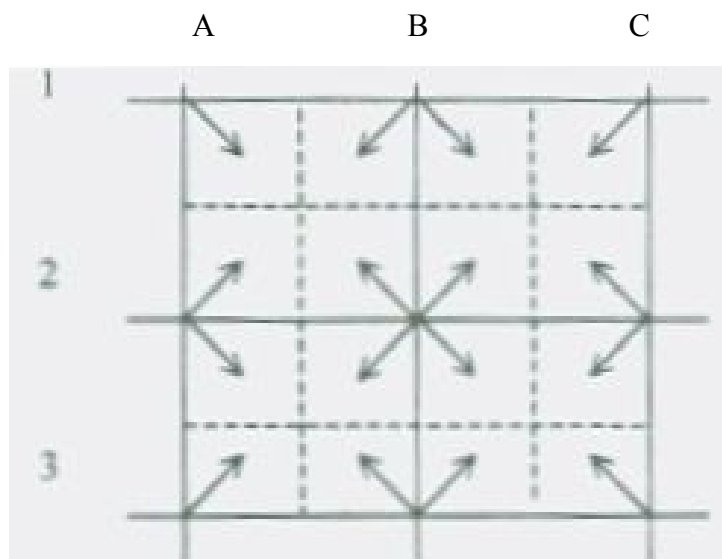
Pada metode ini luas tanah dibagi menjadi beberapa sector dengan luas yang sama. Semakin banyak pembagian sector dalam suatu luas tanah, maka akurasi

dari angka yang dihasilkan akan semakin baik. Pada titik-titik persimpangan diukur ketinggian tanah di titik itu dan ketinggian yang diinginkan. Untuk menentukan volume tanah, maka perbedaan angka ketinggian dikalikan dengan luas yang dicakup oleh titik tersebut. Dengan menjumlahkan volume pada setiap titik maka akan didapat volume total tanah yang harus dipotong dan yang harus ditimbun.

Jika dilakukan penggambaran, maka pada setiap persimpangan titik dicatat data-data yang dibutuhkan, seperti yang terlihat pada Gambar 1.1. Setelah itu dibuat table untuk menghitung volume tanah galian dan timbunan. Pada gambar 1. 2. dapat dilihat bagaimana perhitungan luas area yang ditentukan pada sebuah titik. Sebagai contoh, pada titik 1-A, luas area yang ditentukan oleh titik tersebut adalah $0,25$ (jika luas sector dinotasikan dengan A). sedangkan 1-B adalah $2 \times 0,25 A$ dan 2-B adalah $4 \times 0,25 A$.

Ketinggian yang Diinginkan	Ketinggian yang sebenarnya
Kedalaman penggalian	Kedalaman penimbunan

Gambar 1. 6 : Data yang tercatat pada setiap persimpangan



Gambar 1. 7 : Pembagian sector untuk setiap titik.

Contoh no. 1:

Jika diketahui data permukaan adalah sebagai berikut :

	A		B		C	
1	4,2	6,5	4,4	5,0	4,6	3,0
	2,3		6,0		0,0	
2	4,4	5,1	4,6	3,2	4,8	2,8
	0,7			1,4		2,0
3	4,6	3,6	4,8	2,0	5,0	5,3
		1,0		2,8	0,3	
4	4,8	1,9	5,0	4,0	5,2	8,2
		2,9		1,0	3,0	
5	5,0	3,0	5,2	3,8	5,4	6,4
		2,0		1,4	1,0	

Dengan luas setiap sector adalah $4 \times 8 \text{ m}^2$, berapakan volume tanah galian dan timbunan ?

Titik	Elev. Baru	Elev. Lama	Tinggi Gali (m)	Tinggi Timb. (m)	Frek	Luas Tetap (m ²)	Vol. Gali (m ³)	Vol. Timb. (m ³)
1A	4,2	6,5	2,3	0,0	1	32	73,6	0,0
1B	4,4	5,0	0,6	0,0	2	32	38,4	0,0
1C	4,6	3,0	0,0	1,6	1	32	0,0	51,2
2A	4,4	6,1	0,7	0,0	2	32	44,8	0,0
2B	4,6	3,2	0,0	1,4	4	32	0,0	179,2
2C	4,8	2,8	0,0	2,0	2	32	0,0	128
3A	4,6	3,6	0,0	1,0	2	32	0,0	64
3B	4,8	2,0	0,0	2,8	4	32	0,0	358,4
3C	5,0	5,3	0,3	0,0	2	32	19,2	0,0
4A	4,8	1,9	0,0	2,9	2	32	0,0	185,6
4B	5,0	4,0	0,0	1,0	4	32	0,0	128

4C	5,2	8,2	3,0	0,0	2	32	19	0,0
5A	5,0	3,0	0,0	2,0	1	32	0,0	64
5B	5,2	3,8	0,0	1,4	2	32	0,0	89,6
5C	5,4	6,4	1,0	0,0	1	32	32	0,0
Total						400	1248	

Elevasi permukaan selain diukur sendiri juga dapat dihitung dari kontur-kontur suatu daerah yang biasanya bisa didapat dari badan pemetaan. Untuk menentukan ketinggian suatu titik yang ada di antara kontur maka perhitungannya dapat dilakukan dengan menggunakan interpolasi.

Rumus interpolasi adalah sebagai berikut :

$$x_i = x_r + \frac{ji}{jt} (xt - xr) \dots\dots\dots (1.1)$$

Pada rumus diatas x_i adalah ketinggian yang ingin dicari, sedangkan xt dan xr adalah ketinggian kontur yang lebih tinggi dan lebih rendah dari x_i . jt adalah jarak antara kedua kontur dan ji adalah jarak antara x_i dan xt (gbr. 1.3).



Gambar. 1. 8 : Peta kontur

b. Metode Ruas.

Pada gambar rencana suatu proyek jalan, misalnya terdapat suatu garis yg disebut garis as jalan. Garis as jalan ini merupakan garis tengah suatu rencana jalan. Panjang garis as jalan menentukan panjang dari jalan yang akan dibuat. Untuk menghitung volume tanah galian dan timbunan pada area rencana jalan tersebut maka garis as jalan harus dibagi menjadi beberapa ruas yang sama panjang atau yang juga dikenal dengan istilah stasiun. Pada setiap titik pertemuan ruas diadakan survey laongan mengenai ketinggian elevasi setiap sisi dari as jalan. Langkah selanjutnya adalah dengan menggambarkan hasil survey yang menunjukkan elevasi yang sebenarnya dan yang diinginkan pada titik tersebut. Karena bentuk permukaan biasanya tidak beraturan maka bentuk permukaan tsb. dapat disederhanakan ke suatu bentuk lain seperti segitiga, trapezium dll. kemudian hitung luas daerah (secara vertical) yang akan digali dan ditimbun. Dari hasil perhitungan, dengan mengalikan jarak antara titik maka akan didapat Volume tanah galian dan timbunan. Jika diturunkan dalam bentuk rumus, maka :

$$Volume = spasi \times \left\{ A1 + An + \frac{\sum(A2....An-1)}{2} \right\} (1.2)$$

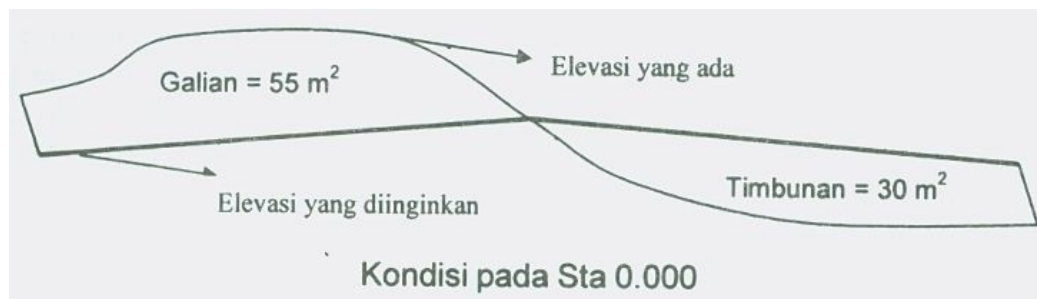
N pada rumus (1. 2.) adalah jumlah titik pertemuan ruas atau stasiun (Sta). Untuk mendapatkan hasil yang akurat jumlah n dapat diperbanyak pada suatu panjang tertentu. An adalah luas galian atau timbunan pada stasiun terakhir.

Contoh no. 2:

Jalan sepanjang 800 meter akan dibangun. Pada setiap stasiun dilakukan survey lapangan untuk menentukan volume galian dan timbunan pada stasiun tsb.

Hasil dari survey adalah :

Stasiun	Luas galian (m ²)	Luas timbunan (m ²)
0,000	55	30
0,100	20	15
0,200	25	80
0,300	10	99
0,400	18	75
0,500	25	50
0,600	22	40
0,700	32	25
0,800	33	20



Tentukan berapa volume tanah galian dan timbunan pada rencana jalan tersebut ?

Untuk memudahkan perhitungan volume tanah galian dan timbunan maka dari data diatas dapat dibuat table.

Hasilnya adalah sebagai berikut :

Sta.	Pjg. Ruas (m)	L. Gal. (m ²)	Rata- rata Gal. (m ²)	L. Timb. (m ²)	Rata- rata Timb. (m ²)	Vol. Gal. (m ²)	Vol. Timb. (m ²)
0,000		55		30			
	100		37,5		22,5	3750	2250
0,100		20		15			
	100		22,5		47,5	2250	4750
0,200		25		80			
	100		17,5		89,5	1750	8950
0,300		10		99			
	100		14		87	1400	8700
0,400		18		75			
	100		21,5		62,5	2150	6250
0,500		25		50			
	100		23,5		45	2350	4500
0,600		22		40			
	100		27		32,5	2700	3250
0,700		32		25			
	100		32,5		22,5	3250	2250
0,800		33		20			
Total						19600	40500

1. 2. 3. 2. PEMBERSIHAN LAHAN (LAND CLEARING).

a. Land Clearing.

Sebagai pioneer equipment tugas pertama Bulldozer adalah land clearing yaitu merobohkan pohon, membersihkan semak belukar, membongkar tanggul dan akar-akar pohon. Didalam merobohkan pohon-pohon besar (diameter 30 – 50 cm) tidak dibenarkan menggunakan tenaga sepenuhnya, pertama-tama blade dinaikkan setinggi-tingginya, kemudian mendorong secara perlahan dengan 50 % tenaga. Diusahakan arah rebahan pohon sesuai kemiringannya, dan dijaga agar ranting dan cabang pohon tidak membahayakan operator, selanjutnya pada arah yang berlawanan dilakukan pemotongan akar-akar besar dengan kedalaman yang cukup, akhirnya membuat oprit (ramp) untuk mendapatkan titik sentuh blade setinggi mungkin agar mendapatkan momen yang besar guna merobohkan pohon. Perhitungan produktivitas pembersihan lahan dapat dilakukan dengan rumus sbb:

$$\text{Prod. (ha /jam)} = \frac{\text{Lebar cut (m)} \times \text{kec. (km/jam)} \times \text{efisiensi}}{10} \dots\dots\dots(1.3)$$

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

$$\text{Prod.} = \frac{H(A \times B + M1 \times N1 + M2 \times N2 + M3 \times N3 + M4 \times N4 + D \times F)}{\dots\dots\dots(1.4)}$$

- dimana, H : faktor kekerasan kayu (table 1.1).
A : kepadatan pohon.
B : base time.
M (menit) : waktu pemotongan .
N : banyak pohon /acre dengan diameter tertentu.
D (ft) : jumlah diameter pohon dengan ukuran > 6 ft.
F (menit/ft) : waktu pemotongan pohon dengan diameter > 2 mtr (6 ft).

Tabel 1.1. 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 : Peurifoy, 1996.

Nilai A : 2,0 jika kepadatan pepohonan lebih besar dari 600 pohon /acre atau pohon yang ada adalah pohon besar.

Nilai A : 1,0 jika kepadatan pepohonan antara 400 - 600 pohon /acre.

Nilai A : 0,7 jika kepadatan pepohonan kurang dari 400 pohon /acre.

Tabel 1.2. Faktor produksi

Traktor (hp)	B	diameter				
		1 – 2 ft M1	2 – 3 ft M2	3 – 4 ft M3	4 – 6 ft M4	> 6 ft 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 : Peurifoy, 1996.

Jika pembongkaran dan pemindahan akar juga dilakukan dalam satu kegiatan maka nilai produktivitas diatas ditambahkan 25 %. Sedangkan pemindahan akar dilakukan terpisah maka produktivitas ditambahkan 50 %.

b. Stripping.

Yang dimaksud dengan stripping disini adalah pengupasan top soil yang tak dapat dimanfaatkan untuk bahan timbunan, diusahakan stripping ini jarak angkut nya tidak melebihi 100 meter dan dikerjakan sekali dorong serta pada jalur yang tidak menanjak. Hal ini dimaksudkan untuk efisiensi kerja.

c. Side Hill Cut.

Ada kalanya pioneering dilakukan dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah, cara ini lebih menguntungkan karena adanya gravitasi. Untuk menaiki tempat yang tinggi biasanya dilakukan dari seberang bukit atau bila daerahnya cukup curam digunakan *winch*. Bila menjumpai tempat kedudukan yang mantap maka Bulldozer bisa memulai manuver untuk membuat alur jalan yang direncanakan dengan cara *short swinging proses* kebawah. Cara *short swinging proses* ini dapat pula dilakukan dari bawah keatas setelah jalan tersebut selesai, maka bulldozer membuat cutting *step by step*.

d. Dozing Rock.

Dengan memiringkan blade, Bulldozer sangat baik untuk membongkar batuan *sand stone rock*, *shale* maupun *boulder*, dengan cara mengangkat lapisan batuan dan mendorongnya.

e. Down Hill Slot Dozing.

Dengan cara ini dimaksudkan untuk meningkatkan kapasitas produksi alat, yaitu dengan cara menggunakan tanggul yang terjadi akibat ceceran (*spillage*) dari beberapa proses pertama hingga terjadi paritan. Dengan cara ini maka untuk proses selanjutnya ceceran tidak terjadi lagi, dan produksi Bulldozer bisa meningkat sampai 50 %.

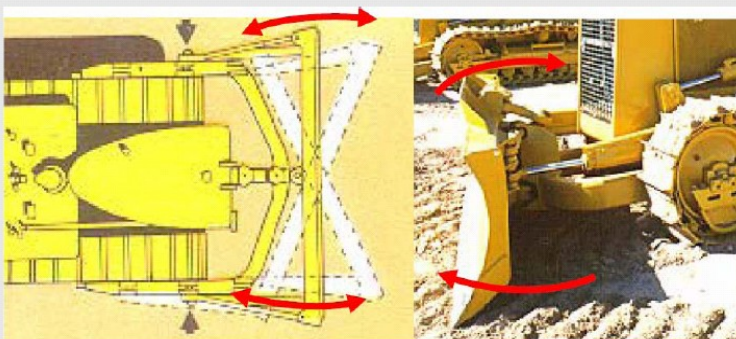
f. Blade to Blade Dozing atau Side by Side Dozing.

Dengan system ini dipakai 2 (dua) buah Bulldozer yang bekerja secara paralel, hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan produksi kerja dengan berkurangnya ceceran. Namun cara ini hanya dapat dilakukan pada areal yang luas, dimana jarak dorong antara 20 - 100 m, karena bila jarak dorong kurang dari 20 m, maka kedua Bulldozer tersebut kehilangan waktu akibat manuver.

Hal-hal penting yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian Bulldozer :

1. Bulldozer tidak boleh digunakan pada tanjakan yang melebihi 45° .
2. Peralatan pelengkapan (option equipment) akan mengakibatkan berubahnya Keseimbangan Bulldozer.
3. Bulldozer dapat tergelincir bila berada diatas tanah timbunan baru pada daerah kemiringannya, terutama bila timbunan tersebut terdiri dari batuan.
4. Slipnya track akibat berat yang melampaui batas akan mengakibatkan terjadinya *down hill track* (track sebelah menurun) dan akan membuat lubang yang akan menambah kemiringan traktor.
5. Menarik beban yang diikatkan pada *drawbar* akan mengurangi tekanan pada *up hill track*.
6. Tingginya titik gandan melebihi titik yang telah ditentukan pada traktor, akan mengakibatkan berkurangnya kestabilan.
7. Track-track lebar akan mengurangi "digging in" sehingga traktor lebih stabil.
8. Dalam mengoperasikan alat, agar hati-hati terhadap *stability* alat-alat perlengkapan penting.
9. Jangan memaksakan Bulldozer beroperasi untuk hal-hal yang tidak perlu, seperti mendorong tanah melebihi ketentuan 100 m, karena tidak efektif.
10. Dalam mengoperasikan Bulldozer harus direncanakan dengan baik, harus diketahui dimana pass berikutnya yang harus dikerjakan.
11. Dalam menggunakan *tilt* dan *angling adjustment* harus bergantian, agar keausan blade dan steering dapat merata.
12. Dalam keadaan berjalan tanpa dozing maka blade atau pisau harus terangkat tidak boleh melebihi 35 cm untuk melindungi bagian bawah tractor.

Metode Penggusuran



Angle Dozing

Tilt Dozing



1. 2. 4. MENGHITUNG PRODUKSI BULLDOZER.

Dalam melaksanakan pekerjaan pemindahan tanah yang menggunakan alat berat hal terpenting yang perlu adalah mengetahui kapasitas operasi dari peralatan yang digunakan.

Langkah awal yang dilakukan sebelum membuat perhitungan biaya adalah membuat estimasi dari kapasitas alat secara teoritis. Dari hasil tersebut dicoba untuk membandingkan dengan pengalaman yang pernah dilakukan pada jenis pekerjaan yang serupa. Dari perbandingan hasil itu terutama nilai efisiensi kerja, kita dapat melakukan perhitungan biaya yang paling sesuai untuk jenis pekerjaan dan peralatan yang akan digunakan. Sehingga biaya pelaksanaan tidak akan terlalu besar atau pun terlalu kecil.

1. 2. 4. 1. Metode perhitungan Produksi Alat Berat.

Kapasitas operasi alat berat biasa dinyatakan dalam m^3/jam atau $cuyd/jam$, sedangkan produksi alat dinyatakan dalam volume pekerjaan yang dikerjakan per siklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam kerja.

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{C_m} \times E \text{ (} m^3/jam \text{)} \dots\dots\dots(1. 5.)$$

dimana, Q : produksi per jam dari alat (m^3).

q : produksi (m^3) dalam suatu siklus kemampuan alat untuk memindahkan tanah lepas.

N : jumlah siklus dalam satu jam. dimana $N = \frac{60}{C_m}$

E : efisiensi kerja.

C_m : waktu siklus dalam menit.

Efisiensi kerja (E) :

Produktivitas kerja dari suatu alat yang diperlukan merupakan standard dari alat tersebut bekerja dalam kondisi ideal dikalikan suatu faktor dimana faktor tersebut merupakan faktor efisiensi kerja (E). Efisiensi sangat tergantung kondisi kerja dan faktor alam lainnya seperti topografi, keahlian operator, pemilihan standar perawatan dan lain-lain yang berkaitan dengan pengoperasian alat.

Pada kenyataan yang sebenarnya sulit untuk menentukan besarnya efisiensi kerja tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapatlah ditentukan faktor efisiensi yang mendekati kenyataan.

Tabel 1. 3. Efisiensi kerja.

Kondisi	Baik	Baik	Sedang	Buruk	Buruk
---------	------	------	--------	-------	-------

Operasi alat	sekali				sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Kondisi kerja tergantung dari hal-hal berikut :

1. Apakah alat sesuai dengan topografi yang ada.
2. Kondisi dan pengaruh lingkungan seperti : ukuran medan dan peralatan
3. Pengaturan kerja dan kombinasi kerja antara peralatan dan mesin.
4. Metode operasional dan perencanaan persiapan kerja.
5. Pengalaman dan ketrampilan operator dan pengawas untuk pekerjaan tsb.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemeliharaan alat adalah :

1. Penggantian pelumas atau grease (gemuk) secara teratur.
2. Kondisi peralatan pemotongan (blade, bucket, bowl).
3. Persediaan suku cadang yang sering diperlukan untuk alat yang bersangkutan.

Produksi per siklus :

Produksi kerja Bulldozer pada saat penggusuran adalah sebagai berikut :

$$\text{Produksi (q)} = L \times H^2 \times a \dots\dots\dots (1. 6.)$$

dimana,

- L = lebar blade/sudu (m , yd)
H = tinggi blade (m)
a = faktor blade.

Untuk menghitung produktivitas standar dari Bulldozer, volume tanah yang dipindahkan dalam satu siklus dianggap sama dengan lebar sudu x (tinggi sudu)². Pada kenyataannya dilapangan produksi per siklus akan berbeda-beda tergantung dari jenis tanah, sehingga faktor sudu perlu disesuaikan karena pengaruh tsb.

Tabel 1. 4. Faktor Sudu dalam Penggusuran

DERAJAT - PENGGUSURAN	faktor blade
Ringan - Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudu	1,1 - 0,9

	penuh tanah lepas.	
	- Kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, bahan material untuk timbunan persewaan (stockpile).	
Sedang	- Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudu penuh	0,9 - 0,7
	- Tanah bercampur kerikil/split, pasir, batu pecah	
Agak sulit	- Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering, tanah asli	0,7 - 0,6
Sulit	- Batu-batu hasil ledakan, batu-batu berukuran besar	0,6 - 0,4

Tabel 1. 5. Perkiraan kapasitas blade.

Perkiraan Ukuran (m x m)	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	2,50	-	-	D6D
3,21 x 1,127	-	3,77	-	D6D
4,26 x 0,960	2,90	-	-	D7G
3,66 x 1,274	-	4,20	-	D7G
3,82 x 1,274	-	-	5,80	D7G

Waktu siklus :

Waktu siklus yang dibutuhkan Bulldozer untuk menyelesaikan pekerjaan adalah dimulai pada saat menggusur, ganti persneling dan mundur.

Diperhitungkan dengan rumus :

$$C m = \frac{D}{F} \times \frac{D}{R} + Z \dots\dots\dots (1.7.)$$

dimana,

- D : jarak angkut (gusur) (m, yd).
- F : kecepatan maju (m /menit), berkisar 3 - 5 km /jam.
- R : kecepatan mundur (m /menit), berkisar 5 - 8 km/jam.
- Z : waktu ganti persneling (menit), berlisar 0,10 - 0,20 menit.

1. 3. RIPPER.

Bulldozer sulit untuk menggusur dan meratakan tanah yang keras jika terdapat lokasi proyek. Pelaksanaan pembersihan dengan Bulldozer akan menurunkan produksi Bulldozer bahkan akan mudah rusak. Untuk keadaan tersebut diperlukan alat bajak (ripper). Ripper adalah alat yang menyerupai cakar (shank) yang dipasangkan dibelakang traktor. Fungsi dari alat ini untuk menggemburkan tanah keras, jumlah cakar ripper antara 1 - 5 buah. Bentuk shank ada yang lurus dan lengkung, shank lurus dipakai untuk material padat dan batuan berlapis sedang yang lengkung dipakai untuk batuan yang retak

Perhitungan produksi Ripper sangat sulit untuk diperkirakan, salah satu faktor adalah karena pekerjaan itu tidak dilakukan terus menerus. Biasanya pekerjaan ini bersamaan dengan pemuatan material, hingga sering dijumpai dilapangan sebuah traktor dipasangkan blade dan ripper pada waktu bersamaan.

Perhitungan produksi Ripper ini dapat dilakukan dengan beberapa cara. Cara pertama adalah dengan mengukur potongan topografi dilapangan dan waktu yang dibutuhkan untuk menggemburkan tanah. Cara ini memberi hasil yang akurat. Cara lain dengan mengasumsikan kecepatan rata-rata Ripper yang bekerja di suatu area, dengan mengetahui jarak tempuh setiap pass maka waktu berangkat dapat dicari. Total waktu siklus merupakan penambahan waktu berangkat dengan waktu yang dibutuhkan Ripper untuk mengangkat /menurunkan caknya.

Adjustable Parallelogram



Single Shank

“ Sudut ujung ripper dimungkinkan diatur oleh Operator “



Multi Shank

Parallelogram

“ Sudut ujung ripper tetap dengan sudut yang konstan “



Single Shank

Multi Shank

BAB II.

ALAT PENGGARUK DAN PENGANGKUT

SCRAPERS.

Scrapers adalah alat berat yang berfungsi untuk mengeruk, mengangkut dan menabur tanah hasil pengerukan secara berlapis. Scrapers dapat digunakan sebagai alat pengangkutan untuk jarak yang relative jauh (sampai dengan 2 km) pada tanah datar dengan alat penggerak roda ban.

Pemilihan Scrapers untuk pekerjaan ini tergantung pada :

- a. karakteristik material yang dioperasikan
- b. panjang jarak tempuh
- c. kondisi jalan
- d. alat bantu yang diperlukan

Scrapers umumnya digolongkan berdasarkan tipenya, Scrapers yang ditarik (*towed scrapers*), scraper bermotor (*motorized scrapers*) dan scraper yang mengisi sendiri (*self loading scrapers*).

Towed scraper umumnya ditarik crawler traktor dengan kekuatan mesin 300 HP atau lebih dan dapat menampung material antara 8 - 30 m³.

Motorized scraper mempunyai kekuatan 500 HP atau lebih dan berdaya tampung 15 - 30 m³ dengan kecepatan mencapai 60 km /jam karena menggunakan alat penggerak ban. Akan tetapi daya cengkram ban terhadap tanah kurang sehingga scrapers tipe ini dalam operasinya memerlukan bantuan crawler traktor yang dilengkapi blade atau scraper lain.

Pengoperasian dengan alat bantu ini dilakukan dengan 2 (dua) cara :

1. **Push-loaded :**

Alat bantu dipakai hanya pada saat pengerukan dan pengisian. Pada waktu bak penampung telah penuh, scrapers dapat bekerja sendiri. Dengan demikian alat bantu dapat membantu tiga hingga lima scraper. Dengan adanya alat bantu, jarak tempuh scrapers dapat mencapai 3 km. ukuran dozer yang dipakai tergantung daya muat scrapers.

2. **Push-pull:**

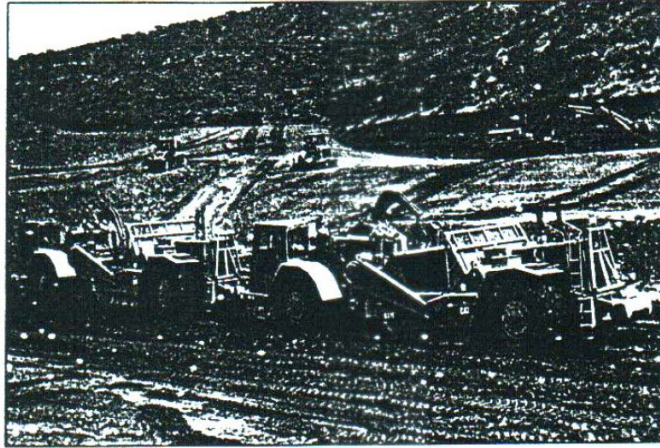
Dua buah scrapers dioperasikan dengan cara saling membantu didalam pengerukan. Scrapers yang dibelakang mendorong yang didepannya pada saat pengerukan dan scraper didepannya menarik yang dibelakang saat pemuatan

Karena kedua tipe scrapers ini tak dapat memuat sendiri hasil pengerukannya, maka scrapers tertentu dilengkapi semacam *conveyor* untuk memuat tanah. Scrapers macam ini dinamakan *self loading scraper*. Dengan adanya alat tambah

an alat ini maka berat alat bertambah sekitar 10 – 15 %.

2. Push-pull, Tandem-Powered Axles, Wheel-Tractor Scraper

Sepert



disebutkan diatas, scrapers dipakai untuk pengerukan top soil, dan top soil yang dipindahkan berkisar pada kedalaman 10 - 30 cm. Jika lahan yang akan diangkat top soil mempunyai luas sedang, maka self loading scrapers yang kecil atau crawler traktor dengan scraper bowl dapat dipilih. Untuk lahan yang luas, push-loaded scraper dengan kecepatan tinggi yanmg dipilih.

Scrapers juga dapat digunakan untuk meratakan tanah disekitar bangunan. Pekerjaan ini dilakukan dalam jarak tempuh yang pendek. Jiuka jarak tempuh ku rang dari 100 m, biaya penggunaan alat ini sebaiknya dipertimbangkan terhadap biaya penggunaan Dozer atau Grader.

2. 1. Pengoperasian Scrapers.

Scrapers terdiri dari beberapa bagian dengan masing-masing fungsinya. Bagian-bagian itu disebut : *bowl*, *apron* dan *tail gate*. Bowl adalah bak pe nampung muatan yang terletak diantara ban belakang. Bagian depan bowl dapat digerakkan ke bawah untuk operasi pengerukan dan pembongkaran muatan. Disisi depan bowl yang bergerak kebawah terdapat *cutting edge*. Kapasitas penuh bowl berkisar antara 3 - 38 m³.

Apron adalah dinding bowl bagian depan yang dapat diangkat pada saat pengerukan dan pembongkaran. Apron dapat menutup kembali, saat pengangkut an material. Beberapa model scraper memiliki apron yang dapat mengangkat ma terial sepertiga dari material di bowl.

Tail gate atau *ejector* merupakan dinding belakang bowl. Pada saat pemuat an dan pengangkutan material, dinding ini tidak bergerak, namun saat pembong- karan muatan ejector bergerak maju untuk mendorong material 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 permukaan tanah yang menyebabkan kerusakan pada cutting edge dan permukaan tanah terganggu.

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

Sedang menurut cara kerjanya dapat dibagi atas 3 (tiga) cara yakni :

1. Conventional Scraper, termasuk didalamnya Towed Wheel Scrapers (dengan penarik Crawler Tractor dan Wheel tractor Scraper)
2. Elevating Scraper.
3. Multi Scraper.

2. 1. 1. Conventional Scraper.

Pada saat scraper mencapai daerah cut dengan kedudukan ejector dibelakang dan apron terangkat 35 cm, kemudian bowl diturunkan sampai kedalaman yg diperlukan.

Satu hal yang penting disini adalah keseimbangan antara scraper capacity, kekuatan mesin, panjang daerah galian dan kedalaman optimum penggalian. Dimana keseimbangan ini akan sangat mempengaruhi harga pemindahan tanah. Melebarkan bukaan apron akan mencegah tanah bertumpuk disebelah depan bibir apron sebelah bawah dan penyempitan bukaan apron akan membuat tanah tergulung keluar bowl.



Pada pengerukan material-material lepas maka bowl harus dinaik turunkan dengan cepat, yang dilakukan berulang-ulang agar material terpompa ke dalam

bowl untuk dapat mencapai muatan maksimum.

Setelah bowl penuh maka apron harus ditutup dan bowl diangkat. Pada material lepas dan kering, maka bowl hanya boleh diangkat sedikit dan apron diangkat sebagian dan bowl diangkat lagi, baru apron ditutup rapat.

Untuk hauling maka bowl harus diangkat cukup tinggi agar tidak menyangkut pada waktu scraper dilarikan cepat, pada waktu ini bowl harus dikunci agar tidak jatuh. Apabila ada kabel putus atau pipa hidrolik pecah, kedudukan ejector harus tetap dibelakang.

Dalam penyebaran material maka bowl harus pada posisi penyebaran dengan jarak ketanah sesuai dengan ketebalan yang diinginkan. Membuka apron secara sebagian akan membantu tercapainya ketebalan penyebaran yang diinginkan suatu material lepas.

Untuk material yang basah dan lengket maka apron dapat dinaik turunkan berkali-kali sampai material dibelakang pintu menjadi lepas dan tertumpah.

Apabila material didepan bukaan telah kosong, maka ejector harus digerakkan kedepan mendorong sisa material sehingga dapat diperoleh tebal yang seragam. Disarankan untuk segala jenis material sebelum ejector digerakkan kedepan maka apron harus diangkat penuh.

Pada beberapa jenis scraper dengan hydraulic control kadang-kadang dilengkapi dengan automatic ejector control system dengan dua kecepatan untuk menggerakkan ejector kedepan secara perlahan-lahan mendorong material sisa keluar dari bowl, dimana system ini mengatur kecepatan gerak ejector.

2. 1. 2. Elevating Scraper.

Berbeda dengan Conventional Scraper yang pada umumnya mengandalkan pada tractor pendorong pada waktu pemuatan, maka Elevating Scraper dirancang memuat sendiri. Segala sesuatunya sesuai dengan conventional scraper kecuali apronnya diganti dengan elevator.

Bila pada conventional scraper gaya dorong mengakibatkan tanah terpotong cutting edge dan terdorong kebelakang kedalam bowl, maka pada elevatingscraper cutting edge memotong tanah dan elevator mengangkutnya kedalam bowl.

Sesungguhnya elevating scraper terbatas pada material yang bukan batuan hasil ledakan, batuan hasil ripping, boulder dan material lainnya yang terlalu besar untuk melewati antara cutting edge dan elevator flight (pisau elevator) serta tanah cohesive dengan moisture content tinggi yang cenderung akan menggumpal dan melekat pada flight.

Elevating scraper ini menghilangkan biaya tractor pendorong dengan driernya yang ada pada conventional scraper akibat pemuatan sendiri, tetapi berat dari elevator tersebut mengurangi efisiensi waktu hauling dan traveling pada suatu cycle time.

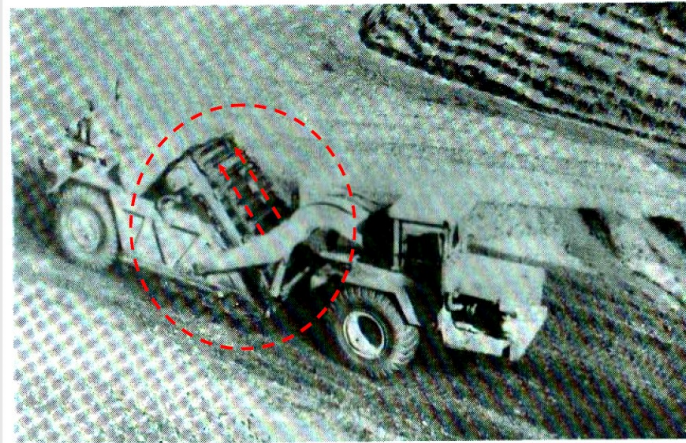
Pengoperasiannya :

Dalam melakukan penggalian bowl pertama-tama harus diturunkan pada suatu

kedalaman yang memungkinkan elevator dan tractor bekerja pada kecepatan yang tinggi dan tetap.

Pada penggalian yang dalam, material akan berat terdorong masuk kedalam bowl, yang mengakibatkan kemacetan atau lambatnya elevator flight, hal ini akan menambah cycle time untuk pemuatan.

3. Elevating Wheel-Tractor Scraper



Elevator mempunyai 4 kecepatan maju dan 1 mundur, material-material seperti pasir, silt dan top soil dimuat dalam kecepatan tinggi.

Apabila operator berulang-ulang mengangkat dan menurunkan bowl pada waktu pemuatan, maka keuntungan akibat kecepatan tinggi elevator akan hilang.

Kecepatan rendah elevator digunakan untuk memuat material yang liat seperti tanah liat yang keras dan padat, kecepatan rendah elevator flight mampu menyapu material masuk kedalam bowl.

Apabila keadaan memungkinkan, sebagian loading passes diatur sbb :

Disamping straight cutting edge, maka dapat pula digunakan cutting pengganti (stringer) yang membantu loading time. Pada keadaan normal, bagian tengah cutting edge diperlebar. Sedang untuk pemuatan yang berat, gigi ripping yang menonjol dapat dipasangkan pada cutting edge.

Penyelesaian pekerjaan memuat sisi material dan pembersihan pekerjaan, bagian tengahnya dapat diganti dengan pisau yang rata kiri kanannya.

Bowl bila telah penuh, elevator harus dihentikan agar tidak terjadi ceceran.

Kemudian bowl diangkat setinggi 5 cm, - pada posisi ini – semua tumpukan tanah lepas akan diratakan, sehingga daerah galian akan dalam keadaan rata. Baru bowl diangkat secukupnya untuk hauling.

Pada waktu sampai di daerah penyebaran bowl harus direndahkan pada ketebalan penyebaran yang dikehendaki. Keadaan timbunan dan tebal penyebaran menurun. Selama penyebaran traktor harus bekerja pada full engine speed dengan tanpa terjadi hentakan mesin, sambil scraper berjalan rantai ejector dibuka, material dalam bowl akan jatuh dengan sendirinya dan loading edge dari rantai ejector akan meratakan tebaran tersebut dalam suatu lapisan yang rata.

2. 1. 3. Multi Scrapers.

Pada Conventional Scraper dikondisi yang berat digunakan tambahan tenaga dari suatu dozer, maka dalam suatu operasi dari beberapa scraper, timbul ide untuk memanfaatkan tenaga dan dozer itu sendiri untuk saling membantu menambah tenaga pendorong pengganti special dozer.

Untuk mendorong dengan saling membantu ini diperoleh :

1. Tambahan tenaga dorong.
2. Tambahan nilai traksi yang tinggi.
3. Waktu tunggu didorong dozer hilang.

Dibandingkan sistem conventional scraper, pada sistem multi scraper ini biaya maintenance, repair dan ban akan lebih tinggi.

Untuk operasi dengan Multi Scraper, dikenal technical push pull concept, seperti telah dijelaskan diatas.

2. 2. Produksi Scrapers.

Produktivitas scrapers tergantung pada jenis material, tenaga mesin untuk mengangkut, kondisi jalan, kecepatan alat dan 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 scrapers merupakan perjumlahan dari waktu maju (LT), waktu pengangkutan (HT), waktu pembongkaran muatan (DT), waktu kembali (RT) dan waktu antri (ST). selain itu ada tambahan waktu berputar atau *turning time* (TT) dan waktu percepatan, perlambatan dan pengereman/*decelerating and*

break

ing time (ADBT). Karena LT, DT, ST, TT dan ADBT konsisten maka waktu-waktu tersebut dikategorikan sebagai waktu tetap, (lihat Tabel 2. 1.) sehingga rumus yang dipakai adalah :

$$FT = LT + DT + ST + TT + ADBT. \dots\dots\dots (2. 1.)$$

Waktu pengangkutan dan waktu kembali tergantung pada grafik yang dikeluarkan oleh produsen alat berat untuk setiap modelnya. (akan dilampirkan).- penggunaan grafik tersebut adalah sbb :

1. Hitung RR dan GR permukaan jalan dan jumlahkan (TR).
2. Hitung berat alat ditambah berat material didalam bowl, jumlah berat yang ada tidak boleh melampaui berat maksimum yang dianjurkan.
3. Untuk permukaan jalan yang datar dan menaik atau $TR > 0$, gunakan grafik *Rimpullspeed gradeability* sedangkan untuk jalan menurun dan $TR < 0$, gunakan grafik *Continuous grade retarding*.

4. Tarik garis vertical dai atas yang sesuai dengan berat alat dan material.
5. Tarik garis TR hasil penjumlahan no. 1 sesuai dengan TR yang ada sam pai bertemu dengan garis vertical no. 4.
6. Dari titik pertemuan kedua garis tarik garis horizontal kearah grs kurva.
7. Dari pertemuan kurva dengan garis tersebut tarik garis vertical kebawah sampai ke skala kecepatan.
8. Dari kecepatan dan jarak tempuh akan didapat waktu pengangkutan.

Tabel 2. 1. Nilai FT (menit).

Kegiatan	Kecepatan Pengangkutan Rata-rata								
	8 - 12,5 km/j			12,5 - 24 km/j			24 - 48 km/j		
	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 : Peurifoy, 1985.

Catatan : 1 : kondisi baik ; 2 : kondisi sedang ; 3 : kondisi buruk.

Sedang waktu siklus (CT) adalah penjumlahan waktu tetap, waktu angkut dan waktu kembali. Waktu angkut dan waktu kembali dihitung tersendiri karena selalu berubah tergantung pada kondisi jalan dan jarak tempuh.

Perhitungan CT menggunakan rumus :

$$CT = HT + RT + FT \dots\dots\dots (2. 2.)$$

Rumus yang digunakan untuk menentukan produksi Scrapers adalah :

$$Prod = \frac{V \times 60 \times eff}{CT \text{ s}} \dots\dots\dots (2. 3.)$$

Pemakaian alat bantu */pusher* pada scraper didalam operasinya dapat menaikkan produktivitas alat. Umumnya sebuah pusher dapat membantu beberapa scraper dalam melakukan pekerjaannya. Waktu siklus pusher adalah waktu yang dibutuhkan untuk memuat material ke dalam scrapers ditambah waktu yang dibutuhkan piusher untuk bergerak dari satu scraper ke scraper lainnya. Waktu siklus

(dalam menit) ini dicari dengan menggunakan rumus :

$$CT_p = 1,4 LT_s + 0,25 \dots\dots\dots (2.4.)$$

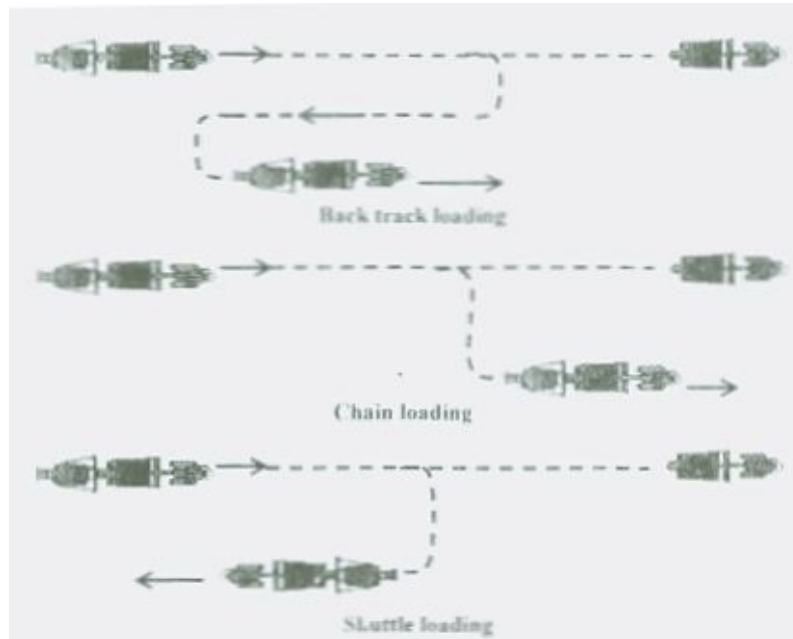
Jumlah Scrapers yang dapat dibantu oleh sebuah pusher adalah :

$$N = T_s / T_p \dots\dots\dots (2.5.)$$

Sedangkan metode yang dipakai pusher dalam mendotong scrapers dapat dilihat pada Gambar 2. 1.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi Scrapers didalam operasinya, cara-cara itu adalah :

1. 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 scrapers.
2. Cara kedua adalah dengan membasahi tanah yang akan diangkut. Ada beberapa jenis tanah yang dapat dimuat dengan lebih mudah bila dalam keadaan basah. Pembasahan tanah ini dilakukan sebelum tanah dimuat ke scrapers.
3. Cara lain adalah bila dijumpai lokasi medan yang menurun, maka produksi Scraper dalam memuat material juga akan meningkat.



2. 3 : Metode mendorong Scrapers.

Gambar untuk

Contoh soal :

Tanah sebanyak 300.000 lcm yang dipindahkan dengan menggunakan scraper 621E. Spesifikasi tanah dan alat adalah sebagai berikut :

- berat jenis tanah = 1340 kg/lcm
- job efficiency = 50/60
- heaped capacity = 15,30 m³.

berat kosong = 30.479 kg.
 berat maksimum = 52.249 kg.
 kondisi permukaan sedang
 untuk loading digunakan pusher.
 A - B : L = 1,0 km dan RR = 6 %.
 B - C : L = 0,5 km dan RR = 4 %, GR = 8 %.

- Pertanyaan :
1. Berapa siklus waktu scrapers ?
 2. Berapa produktivitas scrapers ?
 3. Berapa siklus waktu pusher ?
 4. Berapa jumlah scrapers yang diperlukan ?

Jawaban :

Menentukan waktu berangkat :

Berat scrapers : berat kosong + (kapasitas scrapers x bj tanah)
 : 30.479 + (15,3 x 1340)
 : 50.981 kg < berat maksimum (52.249) OK.

Dari	RR	GR	TR	L (km)	V (km/jam)	t (menit)
A - B	6	0	6	1	23	2,6
B - C	4	8	12	0,5	12	3,8
						t 2 = 6,4

Menentukan waktu kembali :

Berat Scrapers = 30.479 kg.

Dari	RR	GR	TR	L (km)	V (km/j)	t (menit)
C - B	4	-8	-4	0,5	55	0,5
B - A	6	0	6	1.0	39	1,5
						t 4 = 2.0

$$t 1 + t 3 = 3.0 \text{ (table 2.1)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{waktu siklus} &= t 1 + t 3 + t 2 + t 4 \\
 &= 3.0 + 6,4 + 2.0 \\
 &= 9,6 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas scraper} &= \text{kapasitas} \times 60 / \text{wktu siklus} \times \text{job eff.} \\
 &= 15,30 \times 60 / 9,6 \times 50/60 \\
 &= 79,69 \text{ lcm /jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu siklus pusher} &= 140 \% \text{ loading time} + 0,25 \\
 &= 1,4 \times 1 + 0,25
 \end{aligned}$$

$$= 1,65 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah scrapers} &= \text{waktu siklus scrapers} / \text{waktu siklus pusher.} \\ &= 9,6 / 1,65 \\ &= 15 \text{ scrapers.} \end{aligned}$$

BAB III.

ALAT PENGGALI DAN ALAT PEMUAT EXCAVATOR.

Sesuai dengan namanya alat ini dibuat agar dapat berfungsi sebagai penggali, pengangkat maupun pemuat tanpa harus berpindah tempat menggunakan tenaga *power take off* dari mesin yang dimiliki.

Secara anatomis bagian utama dari excavator adalah :

- a. Bagian atas (dapat berputar) disebut "*revolving unit*".
- b. Bagian bawah (untuk gerak maju, mundur dan jalan) disebut "*travel unit*".
- c. *Attachment unit* adalah perlengkapan yang diganti sesuai kebutuhan

Bagian traveling unit dari Excavator dapat berupa *crawler* (rantai) atau *wheel mounted* (roda karet) yang digunakan untuk berjalan. Khusus pada Excavator wheel mounted dimaksudkan agar memiliki kecepatan gerak atau berpindah dari satu tempat ketempat lain relative lebih cepat dibandingkan menggunakan crawler excavator, sehingga wheel excavator memiliki dua mesin penggerak, pertama sebagai mesin penggerak traveling unit kendaraannya (truck) dan lainnya merupakan mesin penggerak alat excavator seperti revolving unit maupun penggerak attachment unit dalam melakukan fungsinya sebagai alat penggali, pengangkat maupun pemuat. Dan bagian revolving unit merupakan bagian untuk berputar mendatar.

Pengendalian attachment unit excavator dapat dibedakan dua cara :

- a. Pengendalian dengan *Cable controlled*.
- b. Pengendalian dengan *Hydraulic controlled*.

Prinsip kerja kedua system kontrol ini hampir sama, namun system hidrolik controlled memiliki keterbatasan penggantian pada bagian attachment dibandingkan system yang dikendalikan dengan cable controlled.

Peralatan yang tergabung dalam jenis Excavator adalah :

- Backhoe
- Power Shovel
- Dragline
- Clamshell
- Loader

Ciri-ciri *Crawler Mounted Excavator* antara lain :

- a. Dapat bekerja pada tanah yang lunak, basah didaerah yang kasar dan berbatu.
- b. Dapat bekerja ditempat-tempat yang sulit /sempit.
- c. Dapat mendaki tanjakan dengan kemiringan $\pm 40\%$.
- d. Tidak dapat berjalan dengan kecepatan tinggi, lebih kurang hanya 2 km /jam.

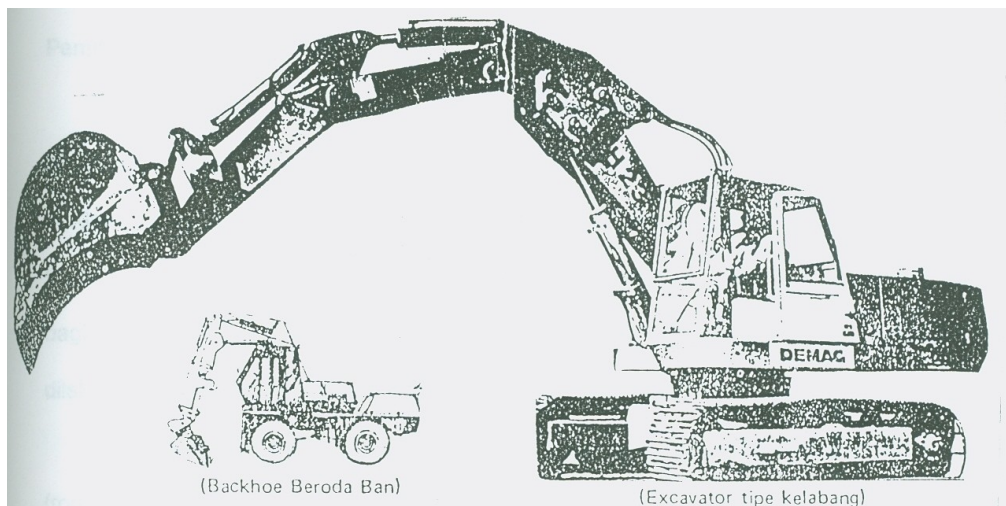
- e. Untuk memindahkan dari medan satu kemedan lainnya (yang agak berjauhan) memerlukan alat pengangkut (trailer).

Ciri-ciri *Truck Mounted Excavator* adalah :

- a. Dapat berjalan lincah dan relative cepat (± 70 km /jam).
- b. Kurang stabil waktu beroperasi hingga memerlukan alat pembantu stabilitas (out-rigger).
- c. Memerlukan landasan tempat kerja yang cukup keras.
- d. Perlu medan kerja yang relative lebih luas.
- e. Daya tanjak kurang.
- f. Memerlukan 2 (dua) orang operator.

3. 1. BACKHOE.

Dengan memasang “Hoe bucket” pada deeper stick, Backhoe merupakan salah satu dari kelompok excavator yang digunakan, sebagai penggali tanah yang berada di bawah kedudukan alat tersebut, untuk penggalian saluran, terowongan, pondasi bangunan/*basement* dan sebagainya. Sehingga fungsinya mirip Dragline atau Clamshell, namun Backhoe dapat menggali lebih teliti pada jenis kendali dengan hidrolik. Serta memiliki kemampuan yang lebih baik dalam melakukan penggalian karena punya pergelangan yang dapat berputar pada bagian bucket (*wrist action bucket*) dan dapat difungsikan sebagai alat pemuat tanah bagi Truck pengangkut hasil galian. Backhoe berbeda dengan Power Shovel yang dibuat guna melakukan penggalian diatas permukaan tebing.



Gambar 3 . 1 : BACKHOE (Wheel dan Crawler Type).

3. 1. 1. WAKTU SIKLUS.

Gerakan yang diperlukan dalam pengoperasian Backhoe adalah :

- a. Gerakan yang mengisi bucket (land bucket).
- b. Gerakan mengayun (swing loaded).

- c. Gerakan membongkar beban (dump bucket).
- d. Gerakan mengayun balik (swing empty).

Ke-4 gerakan tersebut merupakan lamanya waktu siklus, namun demikian kecepatan waktu siklus ini tergantung pada besar kecilnya ukuran Backhoe, semakin kecil Backhoe maka waktu siklus akan lebih cepat karena lebih gesit, lain dgn yang berukuran besar. Demikian juga dengan kondisi kerja, akan mempengaruhi kelincahan Backhoe, seperti pada penggalian tanah liat, penggalian saluarn dll. Pada tanah yang sulit digali, waktu pengisian bucket yang diperlukan akan lebih lama. Juga pada pekerjaan penggalian saluran yang dalam dan jarak pembuangan nya jauh, maka bucket harus bergerak lebih jauh, dengan demikian waktu siklus yang dibutuhkan juga akan lama. Demikian pula pembuangan tanah atau pemuatan tanah dari Backhoe ke Truck yang berada sebidang akan mempengaruhi waktu siklus.

Tabel 4, 1. Waktu siklus Backhoe beroda crawler (menit).

Jenis Material	Ukuran Alat		
	< 0,76 m ³	0,94 - 1,72 m ³	> 1,72 m ³
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,30	0,40
Tanah, lempung lunak	0,30	0,375	0,50
Batuan, lempung keras	0,375	0,462	0,60

Sumber : Construction Methods and Management, 1998.

Tabel 4. 2. Faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar.

Kedalaman galian (% 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.

3. 1. 2. PEMILIHAN TRACKSHOE.

Biasanya Excavator bekerja pada kondisi berbeda-beda, seperti di tanah keras, tanah lembek atau lunak, permukaan berbatu dan lain-lain. Berdasarkan pengalaman hal ini akan menimbulkan permasalahan terhadap penggunaan track-shoe. Jika track-shoe bekerja pada tanah permukaan yang keras maka bagian ba

wah track-shoe akan mengalami kerusakan atau aus dengan cepat. Sehingga perlu dilakukan pemilihan trac-shoe yang benar-benar tepat.

Untuk penggunaan umum sebaiknya digunakan tipe “*triple grouser section*” (roda kelabang dengan tiga lapisan/bagian), karena memiliki traksi yang baik dan memberikan kerusakan minimum terhadap permukaan tanah maupun jalan diban ding dengan jenis double grouser section. Sedang untuk penggunaan traksi yang maksimum biasanya digunakan jenis single grouser section.

Lebar Tracshoe berkisar : 18” ; 20” ; 22” ; 24” ; 28” ; 30” ; 32” ; 36” dan 40”.

Ukuran Backhoe ditentukan oleh besarnya bucket standar dari PCSA (Power Crane and Shovel Association), yang banyak beredar diperdagangan adalah : 3/8 ; ½ ; ¾ ; 1.0 ; 1,25 ; 1,75 ; 2.0 ; 2,25 cuyd.

3. 1. 3. PERHITUNGAN PRODUKSI BACKHOE.

Untuk dapat menghitung produksi Backhoe terlebih dahulu perlu diketahui kondisi pekerjaan.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas Backhoe ialah :

1. Karakteristik Pekerjaan yang meliputi :
 - Keadaan dan jenis tanah.
 - Tipe dan ukuran saluran.
 - Jarak pembuangan.
 - Kemampuan operator.
 - Job amanagement /pengaturan operasional, dll.
2. Faktor kondisi mesin :
 - Attachment yang cocok untuk pekerjaan yang bersangkutan.
 - Kapasitas bucket.
 - Waktu siklus yang dipengaruhi kecepatan travel dan system hidrolis.
 - Kapasitas pengangkatan.
3. Pengaruh kedalaman pemotongan dan sudut swing :

Dalamnya pemotongan (cutting) yang diukur dari permukaan dimana alat berada, mempengaruhi kesulitan dalam pengisian bucket secara optimal dengan sekali gerakan. Mungkin diperlukan beberapa kali gerakan untuk dapat mencapai isi bucket yang optimal. Tentu saja kondisi ini mempengaruhi lamanya waktu siklus.

Menghadapi kondisi ini, operator mempunyai beberapa pilihan :

- Mengisi san pai penuh dengan beberapa kali gerakan, atau
- Mengisi dan membawa material seadanya dari hasil satu gerakan.

Namun pilihan itu membawa konsekuensi produktivitas jadi berkurang, sehingga efek ini perlu diperhitungkan.

Kedalaman optimum ialah kedalaman tertinggi yang dapat dicapai oleh bucket tanpa memberi beban pada mesin.

Tabel 4. 3. Faktor koreksi (BFF) untuk Excavator.

Material	BFF (%)
Tanah dan tanah organic	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.

Tabel 4. 4. Faktor swing penggalian dan sudut putar.

Kedalaman Optimum (%)	Sudut Putar (°)						
	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

Sumber : Peurifoy, 1996.

Contoh soal 1:

Backhoe digunakan untuk melakukan penggalian lempung keras. Kapasitasnya 1,6 m³. rata-rata kedalaman penggalian : 5,6 m dengan maksimum kedalaman penggaliannya : 8 m, sudut putar alat : 75°.

Berapa produktivitas Backhoe jika efisiensi kerja 50 menit/jam ?

BFF (table 4. 3.) untuk lempung keras : 68 – 85 %, gunakan 80 %,
Waktu siklus (table 4. 1.) adalah 0,462 menit,
Prosentase kedalaman = 5,6 m / 8 m = 0,7 atau 70 % ; S = 1,05
Produktivitas Backhoe : 60

$$Q = 1,6 \times \frac{60}{0,462} \times 1,05 \times 0,8 \times 50/60$$

$$= 145,45 \text{ m}^3/\text{jam}.$$

Untuk mengetahui kedalaman optimum, pada berbagai ukuran bucket (feet), dan kondisi kerja & tata laksana dapat dilihat pada table-tabel berikut :

Tabel 4. 5. Kedalaman Optimum pada beberapa ukuran bucket.

Jenis material	Ukuran bucket (cu yd)								
	3/8	½	¾	1	1,25	1,50	1,75	2	2,5
Tanah lembab/ Lempung pasir Pasir & kerikil	3,8	4,6	5,3	6,0	6,5	7,0	7,4	7,8	8,4
Tanah biasa baik	4,5	5,7	6,8	7,8	8,5	9,2	9,7	10,2	11,2
Tanah liat, baik Keras, basah	6,0	7,0	8,0	9,0	9,8	10,7	11,5	12,2	13,3

Tabel 4. 6. Kondisi Kerja dan Tata Laksana.

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Tata Laksana			
	baik sekali	baik	sedang	buruk
Baik sekali	0,84	0,81	0,76	0,70
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

Table 4. 7. Faktor Pengisian Bucket.

Material	Faktor Pengisian
Pasir dan Kerikil	0,90 - 1,0
Tanah biasa	0,80 - 0,90
Tanah liat keras	0,65 - 0,75
Tanah liat basah	0,50 - 0,60
Batu pecahan baik	0,60 - 0,75
Batu pecahan buruk	0,40 - 0,50

Sumber : Rochmanhadi, 1985.

Kapasitas Produksi Excavator (Backhoe) :

$$Q = \frac{q \times 3.600 \times E}{\dots\dots\dots} \dots\dots\dots (3.1)$$

Cm

dimana,

Q = produksi per jam (m^3/jam).

q = produksi per siklus (m^3).

Cm = waktu siklus (detik).

E = efisiensi kerja

Produksi per siklus (q) = q 1 x K (3.2.)

dimana :

q 1 = kapasitas munjung menurut spesifikasi,

K = faktor bucket

Tabel 3. 8. Faktor Bucket.

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bucket	1,0 - 0,0
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campur tanah liat tanah liat, gravel yg belum disaring, pasir yg telah memadat dsb, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli.	0,8 - 0,6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu2 pecah, tanah liat yg keras, pasir campur krikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dgn kadar air tinggi, yang telah stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tsb.	0,6 - 0,5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dgn bentuk tak teratur dgn ruang diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar pasir campur tanah liat, tanah liat yg sulit dikeruk dengan bucket.	0,5 - 0,4

Sumber : Rochmanhadi, 1985.

Waktu siklus Cm.

$$Cm = \text{waktu gali} + \text{waktu putar} \times 2 + \text{waktu buang} (3.3.)$$

dimana,

- waktu gali biasanya tergantung pada kedalaman gali dan kondisi galian.

Tabel 3. 9. Waktu Gali.

Kondisi/ Kedalaman gali	ringan	sedang	agak sulit	sulit
0 - 2 m	6	9	15	26
2 - 4 m	7	11	17	28
4 - lebih	8	13	19	30

Sumber : Rochmanhadi, 1985.

- waktu putar tergantung dari sudut putar dan kecepatan putar.

Tabel 3. 9. Waktu Putar (detik).

Sudut Putar	Waktu Putar
45° - 90°	4 - 7
90° - 180°	5 - 8

- waktu buang tergantung pada kondisi pembuangan material (detik).
 - pembuangan ke dalam Truck : 4 - 7
 - ke tempat pembuangan : 3 - 6.

Tabel 3. 10. Efisiensi Kerja.

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik sekali	Baik	Normal	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Normal	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

Sumber : Rochmanhadi, 1985.

Perapihan Tebing.

$$A = (\text{lebar bucket} - 0,3 \text{ m}) \times \text{panjang perapihan} \times \frac{3600}{C_m} \times E \dots\dots(3.4.)$$

dimana, A : produksi per jam (m²/jam)
 Cm : waktu siklus
 E : efisiensi kerja.

a. waktu siklus (Cm) :

waktu siklus = waktu perapihan + waktu travel.

$$\text{waktu perapihan} = \frac{\text{Panjang perapihan}}{\text{Kecepatan perapihan}}$$

Tabel 3. 11. Kecepatan Perapihan Medan.

Panjang tebing (m)	Kecepatan perapihan (m/detik)
0 - 0,5	0,20
0,5 - 1	0,10
1 - 2	0,08
2 - 4	0,05
4 - lebih	0,02

Sumber : Rochmanhadi, 1985.

b. Effisiensi kerja : berkisar antara 0,2 - 0,4.

Pemadatan :

$$A = (\text{lebar bucket} - 0,3 \text{ m}) \times \text{panjang bucket} \times \frac{3600}{Cm} \times E$$

..... (3. 5.)

a. waktu siklus :

waktu siklus = waktu pemadatan x jumlah pemadatan +
 waktu travel

waktu pemadatan = 4 - 7 detik.

jumlah pemadatan = 2 - 3

waktu travel = 8 - 12 detik.

Untuk menghitung produksi per-jam kombinasi perapihan dan pemadatan (yang biasanya digunakan pada perapihan tebing kanal) maka waktu travel tidak ditambahkan pada waktu siklus produksi trimming - (m²/jam).

$$Q = \frac{\text{Produksi perapihan} \times \text{produksi pemadatan}}{\text{Produksi perapihan} + \text{produksi pemadatan}}$$

b. effisiensi kerja : berkisar antara 0,2 - 0,4

contoh soal 2:

Berapa produksi Backhoe, dengan kondisi : kapasitas bucket 1,75 cuyd menggali tanah biasa, swell 43 %, dalam pemotongan 6 feet, sudut swing 90°, kondisi pekerjaan dan tata laksana sedang.

Jawaban :

Ukuran bucket 1,75 cuyd, dalam keadaan munjung = ± 2 cuyd, swell 43 %

Jadi kapasitas bucket = $2 / 1,43 = 1,39$ BCY (bucket cubic yard).

Waktu siklus : pengisian bucket = 7 detik
 angkat beban & swing = 10 detik.
 dumping (pembuangan) = 5 detik.
 swing kembali = 5 detik.
 waktu tetap, percepatan = 4 detik.

Jumlah = 31 detik atau 0,5 menit.

Banyaknya trip : $T = 60 / 0,5 = 120$ trip /jam.

Produksi teoritis = $1,39 \text{ BCY} / \text{trip} \times 120 \text{ trip} / \text{jam}$
 = 166,8 BCY.

Faktor koreksi :

Effisiensi kerja = 50 min /jam = 0,84

Kondisi kerja & tata laksana sedang = 0,65

Faktor swing & kedalaman galian, tanah biasa = 9,7 feet

Kedalaman optimum : $6,0 / 9,7 \times 100 \% = 60 \%$

Swing 90° = 0,91

Faktor pengisian = 0,85

Faktor koreksi total : $F_k = 0,84 \times 0,65 \times 0,91 \times 0,85 = 0,42$

Sehingga Produksi per-jam = $166,8 \text{ BCY} / \text{jam} \times 0,42$
 = 70,06 BCY/jam.

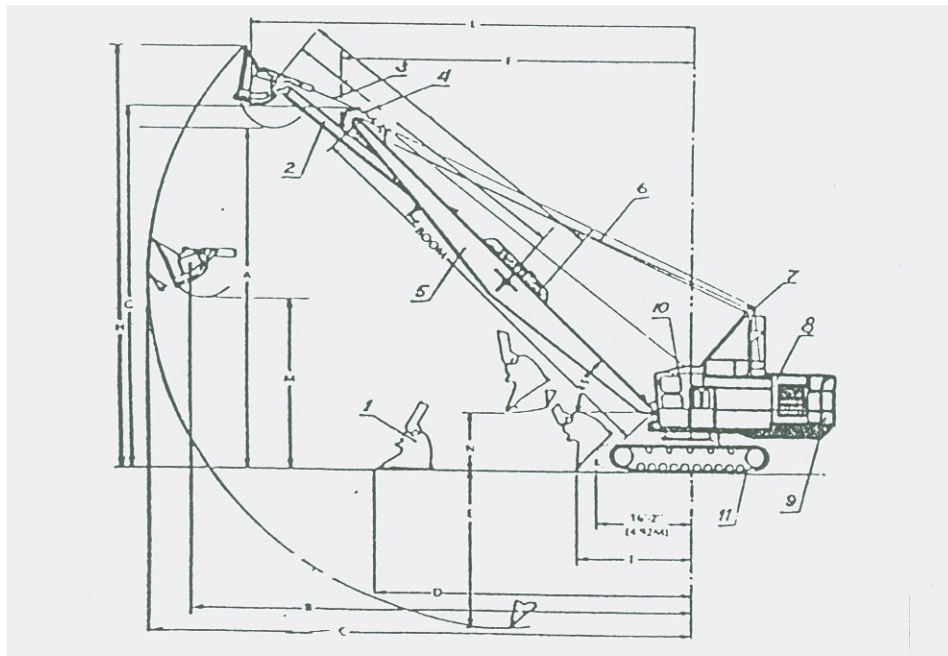
Yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian Backhoe adalah :

1. Mobilisasi backhoe ke lokasi kerja.
2. Kondisi lokasi dan jenis pekerjaan.
3. Waktu yang tersedia dalam penyelesaian pekerjaan.

4. Pengadaan suku cadang.
5. Jangkauan attachment dari Backhoe.

3.2. POWER SHOVEL.

Power Shovel merupakan peralatan yang memiliki kemampuan hampir sama dengan Backhoe, hanya saja Power Shovel baik sekali bila digunakan untuk melakukan penggalian. Pemuat yang tanpa bantuan alat lain. Alat ini digunakan terutama pada penggalian tebing yang lebih tinggi dari tempat kedudukan Power Shovel. System pengendalian dari Power Shovel sama dengan Backhoe yakni dengan system cable dan hydraulic.



Gambar 3. 2 : Power Shovel dan bagian-bagiannya.

3.2.1. GERAKAN DASAR SHOVEL.

Power Shovel mempunyai enam gerakan dasar, yaitu :

1. Gerakan Pengangkat Utama guna mengangkat dipper bucket melalui materi

- al yang digali.
2. Gerakan tenaga tambahan, guna menggerakkan dipper stick (gerakan kedepan dipper stick).
 3. Gerakan kebelakang dipper stick untuk melepaskan diri dari material.
 4. Gerakan menaikkan sudut Boom.
 5. Gerakan Swing (ayun) yang digerakkan oleh kendali tersendiri baik melalui kontrol kabel maupun hidolik.
 6. Gerakan maju dan mundur.

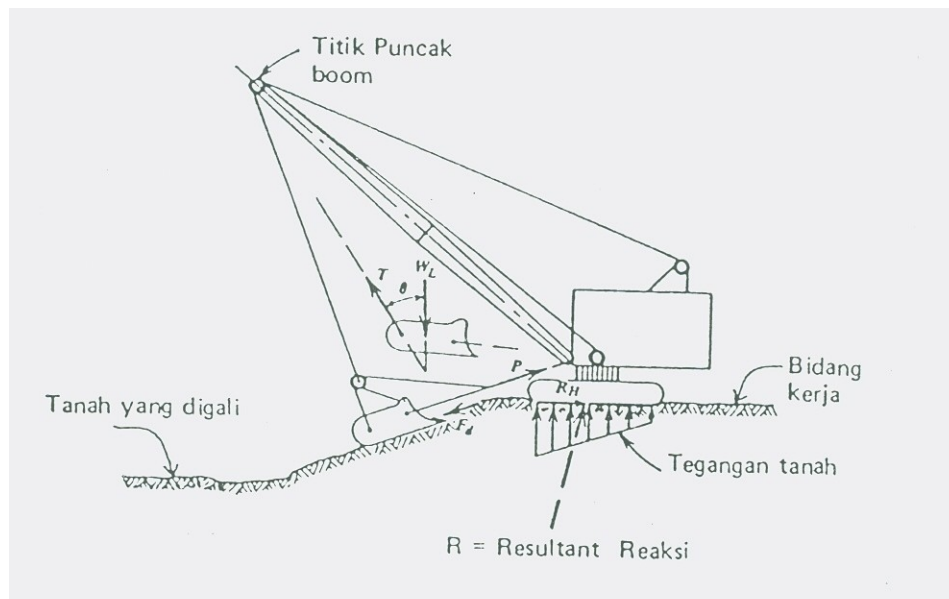
3.2.2. UKURAN SHOVEL.

Ukuran Power Shovel ditentukan oleh besarnya bucket. Ukuran menurut standarisasi PCSA {Power Crane and Shovel Association) ialah $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, 1,25; 1,50; 2.0; 2,50 dan 2,75 cuyd.

Sedangkan dimensi jangkauan dan kemampuan Power Shovel disesuaikan dengan PCSA..

3.2.3. PERHITUNGAN PRODUKSI SHOVEL.

Menghitung produksi pada alat ini sama dengan menghitung produksi pada Backhoe, karena cara kerja maupun faktor yang mempengaruhinya tidak jauh berbeda.



Gambar 3.3 : Dragline dan operasinya.

3.3. DRAGLINE.

Dragline merupakan Excavator dengan attachment berbeda yang berfungsi sebagai penggali dan langsung mengangkat serta memuatnya kedalam Truck atau tempat lain. Ia memiliki jangkauan lebih panjang sesuai boom yang dipergunakan

dan kapasitas yang lebih besar dari Clamshell.

Untuk melakukan penggalian diperlukan dua kabel dari Excavator, yaitu : Hoist dan digging. Kemampuan menggali Dragline tidak besar dari bucketnya yg berbentuk seperti pengki (serok) raksasa yang terbuat dari baja yang berat. Oleh karenanya Dragline berfungsi hanya untuk tugas penggalian pada kondisi tanah tidak terlalu keras, ulet, lepas dan clay seperti pada penggalian dari kedalaman sungai, saluran irigasi atau drainage dimana tanah yang digali /dikeruk merupakan tanah lumpur atau tanah lunak. Sehingga hanya cocok digunakan untuk menggali tanah di suatu kedalaman, karena alat ini beroperasi diatas permukaan tanah.

3.3.1. GERAKAN DASAR DRAGLINE.

Pada prinsipnya gerakan dasar dari Dragline adalah :

1. Menggali/mengisi bucket dengan cara menarik kabel.
2. Mengangkat bucket dengan cara mengendorkan kabel dan boom tetap
3. Swing ke tempat pembuangan
4. Dumping dengan posisi lokasi di depan/belakang boom
5. Kembali ke tempat permulaan penggalian.

Pada umumnya sudut boom (K) dioperasikan mencapai sudut 40°, pada sudut ini dapat ditentukan dimensi jangkauannya dalam berbagai ukuran bucket. Dimensi jangkauan ini dapat dilihat pada table berikut ini :

Tabel 3. 12. Dimensi Jangkauan Dragline.

Uraian	Ukuran bucket (cuyd)				
	$\frac{3}{4}$	1	1,25	1,75	2
	(feet)				
Radius bongkar (A)	30	35	36	45	53
Tinggi bongkar (B)	17	17	17	25	28
Kedalaman galian (C)	12	16	19	24	30
Jangkauan gali (D)	40	45	46	57	68
Panjang boom (J)	35	40	40	50	60
Panjang bucket (L)	11'6"	14'8"	11'10"	13'1"	14'0"

Sumber : Peurifoy, 1985.

Dimensi Dragline lebih besar 50 % dari Power Shovel pada ukuran yang sama. Terdapat 3 jenis bucket Dragline yang diklasifikasi berdasarkan beratnya :

1. Light bucket (bucket ringan).
Jenis ini dipakai untuk penggalian tanah lepas atau material kering yang mudah digali.

2. Medium bucket (bucket sedang).
Biasa digunakan untuk penggalian dengan kondisi material yang lebih sulit untuk digali : tanah liat, pasir padat dan kerikil berbutir kecil.
3. Heavy bucket (bucket berat).
Pada jenis ini biasanya ujung-ujung bucket diberi lapisan perkerasan, karena jenis ini difungsikan sebagai alat penggali batu-batuan pecah atau material kasar lainnya.

Dalam menentukan produksi, Dragline ini sangat tergantung pada faktor-faktor :

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| a. Jenis Material. | f. Kondisi pekerjaan. |
| b. Kedalaman galian. | g. Kondisi tata laksana. |
| c. Sudut swing. | h. Ketrampilan Operator. |
| d. Ukuran dan jenis bucket. | i. Ukuran alat pengangkut. |
| e. Panjang boom. | j. Kondisi fisik Dragline. |

Ukuran bucket ditentukan oleh keadaan tanah dan kapasitas pekerjaan. Untuk mendapatkan output/hasil yang baik dari Dragline dinyatakan dalam m³/jam tanah asli, maka harus diperhatikan ukuran bucket dan jenis material. Seperti terlihat pada table berikut ini :

Table 3. 13. Ukuran bucket dan Jenis Material.

Jenis Material	Ukuran bucket (m ³)								
	0,29	0,38	0,57	0,76	0,95	1,12	1,33	1,53	1,91
Lempung lembab/ Lempung berpasir	1,5 53	1,7 72	1,8 99	2,0 122	2,1 149	2,2 168	2,4 187	2,5 202	2,6 233
Pasir & kerikil	1,5 49	1,7 69	1,8 95	2,0 122	2,1 141	2,2 160	2,4 180	2,5 195	2,6 225
Tanah biasa Keadaan bagus	1,8 42	2,0 57	2,4 81	2,5 104	2,6 127	2,7 147	2,8 162	3,0 177	3,2 204
Tanah keras	2,2 27	2,5 42	2,7 69	2,8 85	3,1 104	3,3 123	3,5 139	3,6 150	3,8 177
Lempung basah	2,2 15	2,5 32	2,7 42	2,8 58	3,1 73	3,3 85	3,5 100	3,6 112	3,8 135

Sumber : Peurifoy, 1996.

3.3.2. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI DRAGLINE.

Dragline sangat baik untuk menggali material lepas yang biasanya mudah dalam pengerjaannya. Material yang mempunyai sifat tersebut antara lain : pasir

kering, kericak, tanah liat basah dan tanah yang tidak mengandung air.

Alat ini akan efektif jika digunakan untuk menggali/mengeruk saluran irigasi dan drainasi. Untuk pekerjaan ini badan Dragline berada di atas permukaan galian dan alat menggali material/boomnya berada beberapa feet di atas tempat badan Dragline.

Faktor yang mempengaruhi produksi alat ini ialah :

1. Memperkecil sudut swing (spt. Shovel) dan kedalaman penggalian.
Besarnya pengaruh dari faktor tersebut dirangkum dalam table 3. 14.

Tabel 3. 14. Besarnya Pengaruh Swing dan Kedalaman Gali

Kedalaman (%)	Sudut Swing (°)							
	30	45	60	75	90	120	150	180
20	1,06	0,99	0,94	0,90	0,87	0,81	0,75	0,70
40	1,17	1,08	1,02	0,97	0,95	0,83	0,787	0,72
60	1,24	1,13	1,06	1,01	0,97	0,88	0,80	0,74
80	1,29	1,17	1,09	1,04	0,99	0,90	0,82	0,76
100	1,32	1,17	1,09	1,03	0,98	0,90	0,81	0,77
120	1,29	1,17	1,09	1,03	0,98	0,90	0,81	0,76
140	1,25	1,14	1,06	1,00	0,96	0,88	0,81	0,75
160	1,20	1,10	1,02	0,97	0,93	0,85	0,79	0,73
180	1,15	1,05	0,98	0,94	0,90	0,82	0,76	0,71
200	1,10	1,00	0,94	0,90	0,87	0,79	0,73	0,69

Sumber : Peurifoy, 1996.

2. Kondisi tata laksana / manajemen.
Pada kondisi ini Dragline sama dengan Shovel, sehingga untuk menghitung Produksi Dragline dapat dilihat pada table 3. 6. diatas.
3. Ukuran bucket dan panjang boom.
Untuk hasil yang baik maka pemilihan ukuran dan tipe bucket harus disesuaikan dengan kemampuan Excavator dan berat material yang akan diangkat.

3. 3. 3. PERHITUNGAN PRODUKSI DRAGLINE.

Setelah dapat diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi produksi Dragline, maka kita akan dapat menghitung produksinya secara teliti.

Contoh soal 3:

Tentukan taksiran produksi Dragline dalam keadaan :

Kapasitas bucket = 2 cuyd; panjang boom = 60 feet; berat bucket = 4.800 lb.

Sudut swing 90° dengan radius 38 feet;

Digunakan untuk menggali lempung berpasir, berat material = 2.700 lb/lcy.

Pemotongan 6,4 feet.

Perhitungan :

Kapasitas bucket = $2,4 \text{ lcy} / 100 + 27 \% = 1,89 \text{ BCY}$

Kondisi keamanan kerja :

Berat material = $2,4 \times 2700 = 6.480 \text{ lbs.}$

Berat bucket = 4.800 lbs.

Berat total = 11.280 lbs.

Maksimum safe load dapat dilihat pada grafik (Kapasitas Muatan Bucket).

Terlihat pada load radius 38 feet ialah sebesar $\pm 17.000 \text{ lbs.}$ karena berat total $11.280 \text{ lbs} < 17.000 \text{ lbs}$ (maks. safe load) maka Dragline dalam keadaan aman.

Waktu siklus yang ideal diperkirakan 0,5 menit/siklus atau 2 putaran/menit.

Produksi maksimum teoritis = $1,89 \times 2 \times 60 = 226,8 \text{ CY-BM}$

Faktor koreksi :

- Efisiensi kerja siang = 0,83

- Kondisi kerja dan tata laksana : baik = 0,75

Faktor swing dan kedalaman galian.

- Pemotongan optimum untuk lempung berpasir = 8.0

- Feet dalam pemotongan = 6,4 feet

Jadi presentase kedalaman maksimum = $6,4/8.0 \times 100\% = 80 \%$

Dengan sudut swing 90°, faktor swing dan kedalaman galian = 0,99.

Faktor muat diambil rata-rata = 0,70

Faktor koreksi total = $0,83 \times 0,75 \times 0,99 \times 0,70 = 0,43$

Jadi taksiran produksinya ialah : $226,8 \times 0,43 = \underline{97,524 \text{ CY-BM /jam.}}$

3. 4. CLAMSHELL.

Clamshell merupakan Excavator yang dimodifikasi dari Dragline, yaitu mengganti drag bucket dengan clamshell. Alat ini cocok digunakan untuk pekerjaan penggalian pada tanah /material lepas seperti lumpur, pasir, kerikil maupun batu pecah. Clamshell bekerja dengan menjatuhkan bucket secara vertical dengan kekuatan berat sendiri, lalu mengangkatnya secara vertical pula dan melakukan gerakan swing untuk menumpahkan material di tempat yang telah ditentukan.

Gerakan vertical dalam menggali dan mengangkat tergantung posisi sudut boom yang digunakan.

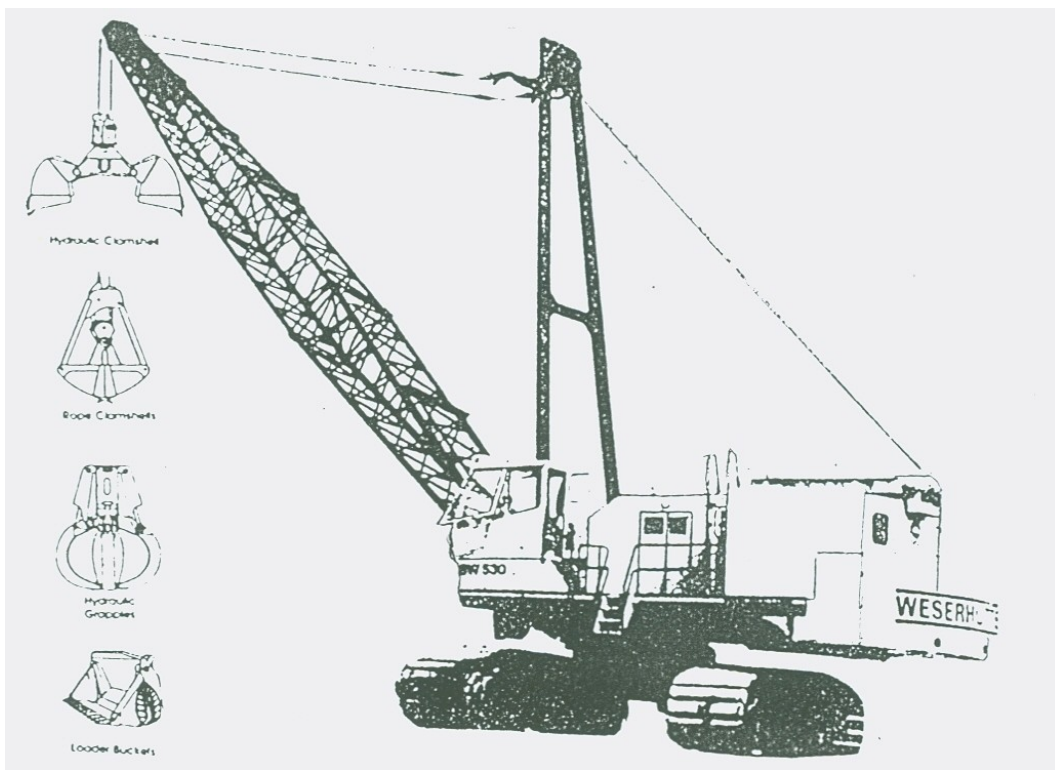
Bucket Clamshell yang digunakan dilapangan terdapat dalam berbagai ukuran dan mempunyai dua macam jenis :

Light bucket, untuk mengangkat material ringan tanpa perlengkapan gigi diujung bucket, dan *Heavy bucket* untuk penggalian yang dilengkapi dengan gigi yang dapat dilepas pada ujung-ujungnya.

Kapasitas bucket dihitung berdasarkan 3 macam ukuran :

1. Kapasitas bucket pada posisi bucket terendam air (posisi digantungkan setinggi permukaan air).
2. Kapasitas bucket, dimana material terisi rata setinggi permukaan atas Clamshell.
3. Kapasitas munjung dari bucket.

Hal-hal lain pada prinsipnya hampir sama dengan pengoperasian Dragline.



Gambar 3. 4 : Clamshell dan jenis bucket yang dipergunakan.

3. 5. LOADER.

Loader adalah alat yang digunakan untuk mengakat material yang akan di muat ke dalam Truck dan/atau tempat lain untuk membuat timbunan material. Pada bagian depan Loader terdapat bucket sehingga alat ini disebut *Front-end*

Loader, leher bucket Loader yang kaku itu digerakkan oleh kabel atau hidrolik. Tenaga gali horizontal (bucket rata dengan tanah) bersumber dari gerakan prime movernya. Sedangkan kabel atau hidrolik digunakan hanya untuk mengangkat, menurunkan dan memindahkan bucket.

Saat loader menggali, bucket didorongkan pada material, jika bucket telah penuh traktor mundur dan bucket diangkat ke atas untuk selanjutnya membongkar material. Seperti alat-alat lain, loader juga menggunakan traktor sebagai movernya.

Ditinjau dari prime movernya, loader terbagi dua jenis :

1. Loader yang menggunakan penggerak crawler tractor(traxcavator).
2. Loader yang menggunakan penggerak wheel tractor.

3. 5. 1. KARAKTERISTIK LOADER.

Untuk menggerakkan bucket, Loader sekarang banyak dibuat dengan tenaga hidrolik dan dilengkapi dengan tangan-tangan (arms) yang kaku. Untuk kapasitas munjung penuh dari bucket sangat bervariasi : $\frac{1}{4}$ - 24 cuyd. Oleh sebab itu Loader berukuran 5 cuyd-lah yang paling banyak dioperasikan.

Bucket terpasang secara permanent pada traktor, yang ukurannya disesuaikan dengan traktornya agar bila bucket diisi penuh traktor tidak terguling kedepan. Sebagai contoh, bila kapasitas bucket B dengan faktor keamanan terhadap guling 2, maka berat loader $T = 2B$ dan diperbesar 40 % - 60 % (rata-rata 50 %), dgn demikian berat traktor harus 1,5 T atau kira-kira 3 kali berat bucket dalam keadaan penuh.

Bucket Loader direncanakan dapat membongkar muatan sampai ke ketinggian 8 - 15 feet, ketinggian ini cukup aman diangkat ke atas Truck. Antara posisi membongkar dan memuat diperlukan jarak tertentu. Keharusan adanya jarak ini sering kali menimbulkan masalah, maka bila jarak itu terbatas, biasanya digunakan traxcavator (crawler tractor) yang sifatnya lebih fleksibel.

Loader paling sering digunakan untuk membersihkan lapangan, baik sebelum atau sesudah pekerjaan selesai, dan akan bekerja optimal pada posisi datar. Juga kadang dijumpai pada kombinasi Dozer – Loader dan Dumptruck untuk bahan hasil galian atau untuk timbunan. Fungsi lainnya untuk menggali pondasi basement yang agak lebar, sesuai badan traktornya. Dapat pula digunakan untuk mengangkat material hasil ledakan, tempat pengambilan batu, dll.

Penggunaan Loader :

Front-End Loader umumnya dipakai untuk melaksanakan pekerjaan :

1. Loading.

Sebagian besar pemakaian loader dipergunakan untuk keperluan loading dimana dalam pelaksanaan loading ini lebih menguntungkan digunakannya

wheel loader type.

Pekerjaan loading ini terdiri dari penyekopan, mengangkat, berputar dan penumpahan material yang dapat berupa pasir, kerikil, crushed stone atau shaft rock, baik dari stock pile atau ke dalam alat pengangkut.

2. Hauling.

Rubber tired loader sangat baik untuk pemindahan material lepas pada jarak pendek ke alat pengangkut, hoppers dan sebagainya.

Kemampuan bergerak mundur dengan kecepatan tinggi memungkinkan cycle time yang lebih pendek terutama untuk sudut putar lebih kecil dari 90°, sedang putaran sampai 180° diperlukan tambahan waktu 0,05 - 0,10 menit. Travel time tergantung dari pada kecepatan rata-rata maju dan mundurnya untuk satu jarak dari terrain.

3. Excavating.

Crawler dan Heavy duty wheel type loader sangat baik pula untuk banyak pekerjaan penggalian. Dalam melakukan pekerjaan penggalian suatu lubang dalam tanah, maka diperlukan jalan keluar terutama untuk pengangkutan hasil galian.

Loader dalam hal ini lebih menguntungkan daripada Dozer, karena kemampuannya disamping mendorong dan mengumpulkan material galian juga mampu untuk mengangkat hasil galian dan menumpahkannya kedalam Truck.

Selain itu loader dapat pula dilengkapi dengan ripper atau scarifier, dimana alat ini dapat membongkar material keras baik tanah, batuan maupun perkerasan jalan berupa perkerasan biasa, aspal beton maupun PC concrete.

4. Clearing dan Clear-up.

Loader ini juga selalu dapat bertugas untuk mengumpulkan, mengangkat dan membuang sisa-sisa pembuangan ataupun sisa-sisa pembongkaran.

Loader juga mempunyai kemampuan untuk merobohkan bangunan-bangunan kecil dan pohon-pohon kecil, batuan-batuan, akar-akaran dan dapat pula diberi perlengkapan lainnya seperti winch.

3. 5. 2. PRODUKSI LOADER.

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam menentukan produksi loader tentunya tidak terlepas dari faktor operator, feasibility dan job efisiensi yang sudah dibahas pada bab terdahulu. Disamping itu ada faktor-faktor lain yang khusus seperti :

a. **Bucket Fill Factors.**

Bucket fill factors didefinisikan sebagai perbandingan kemampuan bucket dan LCM (load cubic meter) untuk menerima suatu material dibandingkan rated bucket capacity :

Rated Bucket Capacity x Bucket Fill Factor = Bucket Payload dan LCM

Besarnya faktor Bucket fill factor untuk suatu material disajikan dalam daftar dibawah ini.

Tabel 3. 15. Bucket Factors.

Material	Factors (%)
Mixed moist aggregate	95 - 100
Uniform aggregate s/d dia. 3 mm	95 - 100
Diameter 3 mm s/d 9 mm	85 - 95
Diameter 12 mm s/d 20 mm	90 - 95
Lebih besar dari dia. 25 mm	85 - 90
Moist Loam	110 - 120
Soil, Boulder, Roads	80 - 100
Cemented materials	85 - 95
Blasted : - Well	80 - 95
- Average	75 - 80
- Poor	60 - 65

Sumber : Construction Equipment Guide, 1991

b. Cycle time.

Dalam sistem perhitungan ada perbedaan antara crawler dan wheel type Loader. Untuk crawler ada pembatasan yang jelas yaitu :
Total cycle time = Load time + Manuver time + Travel time + Dump time.
Sedang pada wheel loader dikenal Basic cycle time dan adjusmentnya aki bat pengaruh jarak dan jenis material, bentuk, penumpukan dan hubungan kerja sama antara loader dengan alat angkutnya serta jumlah yang diangkut

1. crawler loader.

Loading time : Tabel 3. 16. Loading Time

Material	menit
Uniform Aggregate	0,03 - 0,05
Moist Mixed Aggregate	0,04 - 0,06
Moist Loam	0,05 - 0,07
Soil, Boulder, Roads	0,05 - 0,20
Cemented materials	0,10 - 0,20

Sumber : Caterpillar Performance Handbook, 1993.

Manuver Time :

Termasuk dalam manuver time adalah basic travel, 4-perubahan arah dan waktu putar yang besarnya 0,22 menit.

Travel Time :

Termasuk dalam travel time ini adalah, hauling dan return time.

Max useable push = (berat loader sendiri + beban muatan saat hauling + tanpa beban pada waktu return) x traction factor.

Dari hasil perkalian ini dengan chart drawbar pull, dapat dicari kecepatannya sehingga travel time dapat dihitung.

Dump Time :

Dump time ini ditentukan oleh ukuran dan kemampuan sasaran penumpahan, yang besarnya bervariasi antara 0,08 - 0,10 menit.

Untuk penumpahan pada pembangunan jalan, besarnya dump time tersebut berkisar antara 0,04 - 0,07 menit.

2. wheel loader.

Basic cycle time dari wheel loader (articulated frame) adalah :

Loading time + Manuver time = $\pm 0,04$ menit, dengan loads capacity 3 m^3 .

Adjustment lain :

Tabel 3. 17. Faktor penambahan dan pengurangan untuk CT (menit).

Material	faktor
Kondisi tanah :	
Berbutir campuran	+ 0,02
Diameter < 3 mm	+ 0,02
Diameter 3 - 20 mm	- 0,02
Diameter 20 - 150 mm	0
Diameter > 150 mm	+ 0,03
Kondisi tanah asli/lepas	+ 0,04
Timbunan :	
Timbunan dengan tinggi > 3 m	0
Timbunan dengan tinggi < 3 m	+ 0,01
Pembongkaran dari truck	+ 0,02
Lain-lain :	
Pengoperasian tetap	- 0,04
Pengoperasian tidak tetap	+ 0,04
Target sedikit	+ 0,04
Target berisiko	+ 0,05

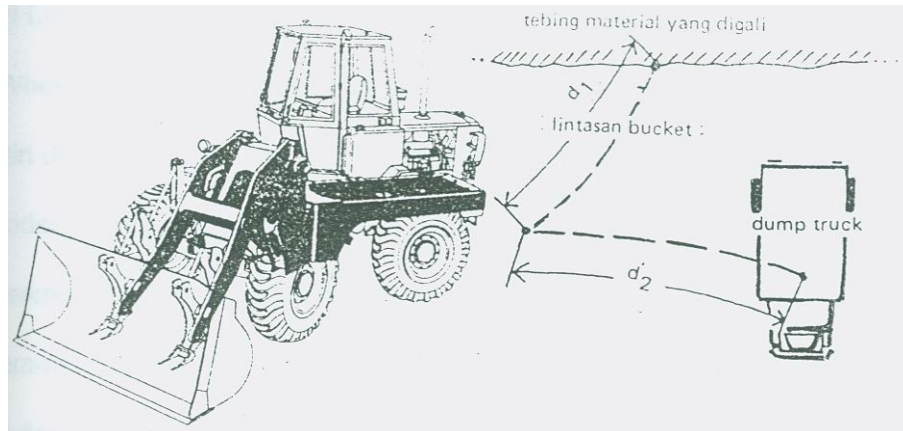
Sumber : Caterpillar Performance Handbook, 1993.

Travel Time :

Perhitungan travel time dal wheel loader dapat diperoleh dengan pertolongan grafik Rimpull Speed, dimana :

Rimpull = Weight x Total Grade (%) → dari grafik Rimpull Speed diperoleh pemakaian gear dan speed, yang selanjutnya akan diketahui

$$\text{Travel time} = \frac{\text{jarak angkut}}{\text{speed angkut}} + \frac{\text{jarak kembali}}{\text{speed kembali}} = \frac{\text{jarak}}{\text{kecepatan}}$$



Gambar 3. 5 : Loader dan operasinya.

BAB IV.

ALAT PERATA dan PERALATAN PEMADATAN.

MOTOR GRADER and COMPACTOR.

4.1. MOTOR GRADER.

Motor Grader merupakan alat perata yang memiliki berbagai kegunaan, dan biasanya digunakan untuk meratakan tanah dan membentuk permukaan tanah. Grader juga dapat dimanfaatkan untuk mencampurkan dan menebarkan tanah dan campuran aspal. Pada umumnya Motor Grader digunakan pada suatu proyek dan perawatan jalan. Dari kemampuannya bergerak Motor Grader ini juga sering digunakan dalam proyek lapangan terbang.

Dalam pengoperasiannya, Motor Grader menggunakan blade yang disebut *moldboard* yang dapat digerakkan sesuai kebutuhan bentuk permukaan. Gerakan yang dilakukan oleh blade pada Motor Grader sama dengan blade pada Dozer yakni *tilt*, *pitch* dan *angle* dengan fleksibilitas yang lebih besar. Panjang blade biasanya berkisar antara 3 - 5 meter. Selain itu bagian depan Motor Grader dapat bergerak fleksibel sesuai dengan kebutuhan pekerjaan.

Gerakan-gerakan bagian depan ini adalah seperti :

Straight mode, *Articulated mode* dan *crab mode*.

Straight mode disebut juga gerak lurus, memungkinkan Motor Grader untuk melakukan pekerjaan normal. *Articulated mode* memungkinkan bagian depan Grader untuk berputar pada radius kecil, sedang *Crab mode* memudahkan bagian depan Grader untuk melakukan pemotongan slope pada kanal atau saluran irigasi walaupun bagian belakang grader tetap berada pada permukaan datar.

Motor Grader dalam pengoperasiannya digunakan untuk keperluan :

1. Grading (perataan permukaan tanah).
2. Shaping (pemotongan untuk mendapatkan bentuk /profil tanah).
3. Bank shaping (pemotongan dalam pembuatan talud).
4. Scarifying (penggarukan untuk pembuatan saluran).
5. Ditching (pemotongan untuk pembuatan saluran).
6. Mixing and Spreading (mencampur dan menghampar material dilapangan).

Dalam pengoperasian Motor Grader dilengkapi peralatan tambahan (*additional part*) agar dapat bekerja serba guna, antara lain :

1. Scarifier teeth (ripper dalam bentuk kecil sebagai penggaruk) alat ini dipasang didepan blade dan dapat dikendalikan secara tersendiri.
2. Pavement widener (alat untuk mengatur penghamparan).
3. Elevating grader unit (alat pengatur grading).

Dalam pembuatan jalan raya, Motor Grader selain dapat membentuk permukaan jalan dapat pula membentuk bahu jalan dan sekaligus saluran drainase

tepi sepanjang jalan dalam bentuk V atau bentuk lainnya. Juga mencampur material dan menghampar gundukan tanah yang baru diletakkan. Selain itu motor grader dapat berfungsi meratakan tanah dalam skala luas seperti landasan lapangan terbang, perataan ini tidak saja pada permukaan yang se-“level” melainkan juga pada permukaan yang tidak sebidang.

Selain pekerjaan tersebut, motor grader dapat pula difungsikan untuk pekerjaan bervariasi lainnya dengan cara memberi peralatan tambahan, seperti :

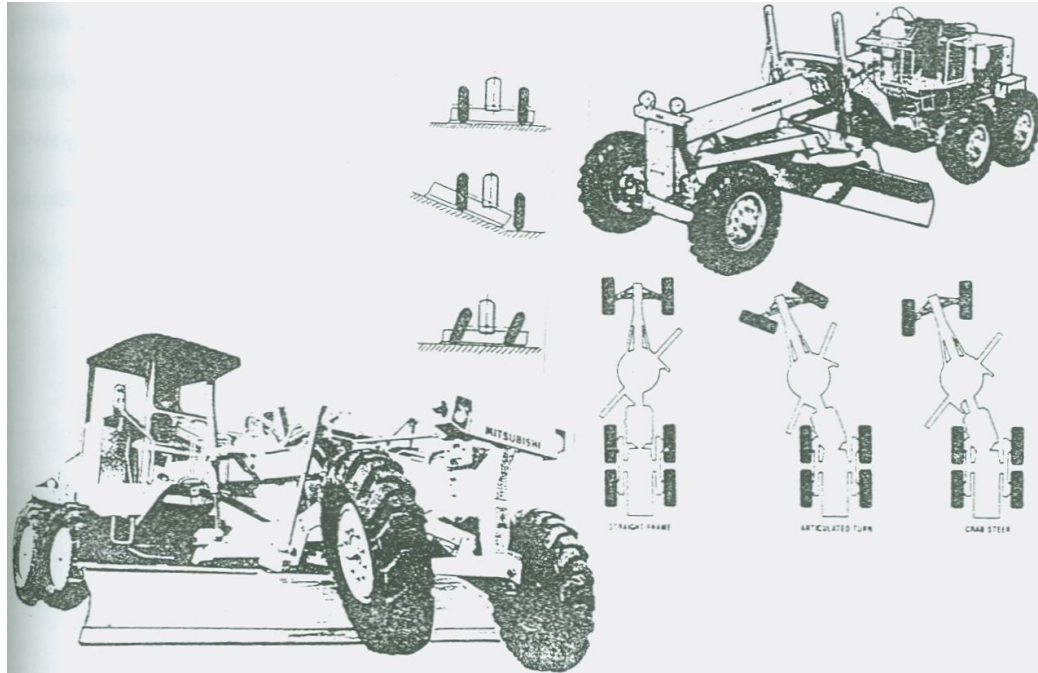
1. Special short blade (blade pendek), berfungsi untuk menggali saluran dangkal yang berbentuk segi-4 dengan ukuran tertentu, selain itu alat tambahan ini dapat berfungsi membuat tambahan lebar perkerasan pada jalan yang telah ada.
2. Elevating Conveyor, perlengkapan ini berfungsi untuk menyalurkan material lepas yang melewati blade, kemudian mengangkatnya dan dibuang ke samping.

Selain perlengkapan diatas ada pula yang mempunyai konstruksi rangka (frame articulated), yang memungkinkan grader lebih memudahkan bermanuver dan berpindah. Motor Grader dapat pula dilengkapi dengan automatic blade controll system, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan grade permukaan yang benar-benar presisi, sesuai yang direncanakan. Salah satu cara dengan meletakkan kawat disisi pinggir dari lokasi yang akan diratakan, selanjutnya suatu alat sensor ditempatkan pada motor grader dan menyentuh kawat tsb. Blade akan naik turun mengikuti kawat. Semua peralatan tambahan tadi dimaksudkan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan pemindahan tanah secara mekanis.

Perhitungan Produktivitas Motor Grader :

Produktivitas motor grader dinyatakan dalam waktu bekerja, berbeda dgn perhitungan alat berat lainnya yang produksi alatnya berdasarkan volume per satuan waktu. Produksi motor grader dihitung berdasarkan jarak tempuh alat per jam pada ptoyek jalan, sedangkan pada proyek lainnya perhitungan produktivitas motor grader adalah luas area per jam.

Ketentuan ini dikarenakan dalam bekerjanya motor grader, volume tanah yang di pindahkan sangat bervariasi, dengan demikian yang dipentingkan adalah jumlah pass (lintasan) grader dalam melakukan perataan tanah. Ketelitian dan kerapihan pekerjaan merupakan tolok ukur dari hasil kerja motor grader, sehingga dalam penggunaannya dituntut operator yang bekerja dengan cermat, jadi pengalaman operator grader sangat menentukan keberhasilan pekerjaan.



Gambar 4 . 1 : Motor Grader dan operasinya

Untuk menentukan waktu produksi motor grader diperhitungkan sbb :

$$T = \left(\frac{df}{V_f} + \frac{dr}{V_y} \right) \frac{N}{E} \text{ (menit) } \dots\dots\dots (4. 1.)$$

dimana,

- df = jarak lurus pergi per siklus (meter)
- dr = jarak kembali dalam grading berikutnya (meter)
- Vf = kecepatan rata-rata pergi (m /menit)
- Vy = kecepatan rata-rata kembali (m /menit)
- N = jumlah pass
- E = efisiensi

Jika jarak pekerjaan tidak terlalu jauh, sehingga persneling yang digunakan tetap sama, maka kecepatan yang dipergunakan dapat dipakai kecepatan rata-rata Va, dengan demikian maka rumus tsb. diatas menjadi :

$$T = \frac{2 d N}{V_a \cdot E} \text{ (menit) } \dots\dots\dots (4. 2.)$$

Untuk nilai efisiensi operasi biasanya tergantung dari faktor-faktor berikut :

- Kemampuan operasi
- Kemampuan grading
- Ketentuan pekerjaan grading
- Kelurusan pekerjaan dalam tiap pass (lintasan).

Perhitungan Luas Operasi per jam (m²/jam) :

$$Qa = V \times (Le - Lo) \times 1000 \times E \dots\dots\dots (4.3.)$$

dimana,

- Qa = Luas operasi per jam (m²/jam)
- V = Kecepatan kerja (km/jam)
- Le = Panjang blade efektif (m)
- Lo = lebar tumpang tindih/overlap (cm)
- E = efisiensi

- kecepatan kerja (V) untuk : Perbaikan jalan = 2 - 6 km /jam.
 Pembuatan trench = 1,6 - 4 km /jam.
 Perapihan tebing = 1,6 - 2,6 km /jam.
 Perataan medan = 1,6 - 4 km /jam.
 Leveling = 2 - 8 km /jam.
- Panjang blade efektif (Le), lebar tumpang tindih (Lo).
 Karena blade biasanya miring pada waktu memotong atau meratakan, maka panjang efektif sangat tergantung pada sudut kemiringannya.
 Lebar tumpang tindih biasanya = 0,3 mtr.

Table Lo dan Le dalam mm :

Panjang blade		2200	3100	3710	4010
Le = Lo	Sudut blade 60°	1600	2390	2910	3170
Panjang blade eff. (lebar tumpang tindih)	Sudut blade 45°	1260	1890	2320	2540

Perhitungan waktu untuk perapihan medan :

$$T = \frac{N \times D}{V \times E} \dots\dots\dots (4.4)$$

dimana,

- T = waktu kerja (jam);
- D = jarak kerja (km)
- E = efisiensi kerja.
- N = jumlah lintasan.
- V = kecepatan kerja (km/jam)

- Jumlah lintasan (N).
 Jika grader bekerja pada suatu lokasi, dengan jalur-jalur leveling yang sejajar, maka jumlah lintasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$N = \frac{W}{Le - Lo} \times n \dots\dots\dots (4.5.)$$

dimana,

W = lebar total untuk pekerjaan leveling (m).
 Le = panjang efektif blade (m).
 Lo = lebar tumpang tindih (m).
 n = jumlah rit yang diperlukan untuk mencapai permukaan yang dikehendaki.

4.2. PENGERTIAN PEMADATAN.

Pemadatan tanah merupakan upaya untuk mengatur kembali susunan butiran tanah, agar menjadi lebih rapat sehingga tanah akan lebih padat. Untuk mencapai kerapatan butiran tanah tersebut, dipergunakan alat pemadat *compactor*. Biasanya pekerjaan pemadatan ini dilakukan pada pekerjaan konstruksi jalan raya landasan pesawat terbang maupun pekerjaan lain yang memerlukan tingkat kepadatan tertentu. Pemadatan secara mekanis ini biasanya dilakukan dengan menggunakan mesin gilas (rollers).

Ada 3 (tiga) faktor yang mempengaruhi proses pemadatan yaitu :

1. Gradasi material yang akan dipadatkan.
2. Kadar air dari material (moisture content).
3. Usaha pemadatan (compactive effort).

Pemadatan juga dilakukan dengan memberikan getaran, khususnya pada partikel-partikel yang kering dan seragam. Sedangkan pada jenis material yang liat dan banyak mengandung air, pemadatan dilakukan dengan memberikan tekanan di atasnya. Pada kebanyakan tanah yang mengandung partikel halus dan sedikit lembab, pemadatan dilakukan dengan memberikan tekanan dengan berat yang tetap (static weight), getaran (vibrating) atau keduanya.

4.3. JENIS PERALATAN PEMADATAN.

Usaha pemadatan mekanis dilakukan dengan berbagai jenis alat pemadat, Tergantung pada jenis, lokasi dan peruntukan tanah. Jenis-jenis alat pemadatan ini mempunyai fungsi yang berbeda-beda dengan memperhatikan berbagai faktor Jenis-jenis alat pemadat mekanis tersebut adalah :

1. Smooth Steel Roller (alat penggilas roda besi dengan permukaan halus), Jenis ini dibedakan menjadi 2 macam menurut jumlah rodanya :
 - a. Three Wheel Rollers (mesin gilas roda tiga)
 - b. Tandem Rollers (mesin gilas roda dua atau tandem).
2. Vibratory Rollers (mesin gilas dengan roda getar).
3. Mesh grid Rollers (mesin gilas dengan roda anyaman).
4. Segmented Rollers (mesin gilas dengan roda yang terdiri dari lempengan).
5. Pneumatic Tire Rollers (mesin gilas roda ban karet bertekanan angin).
6. Sheep Foot Tire Rollers (mesin gilas roda besi dengan permukaan kaki kambing).

Mesin-mesin gilas tersebut diatas difungsikan sesuai dengan kondisi material Tanah yang akan dipadatkan, seperti :

- a. Tanah plastis dan tanah kohesif, digunakan alat pemadat sheep foot rollers atau pneumatic rollers.
- b. Material tanah pasir atau kerikil, digunakan mesin gilas vibrating rollers atau pneumatic rollers.
- c. Tanah lempung berpasir atau tanah liat, biasanya digunakan mesin gilas Segmented rollers.

Tabel 4. 1. Alat Pemadat yang cocok untuk jenis tanah tertentu.

	Wheel			foot	
Batuan	1	3	1	1	1
Kerikil, bersih/berlumpur	1	2	1	1	1
Kerikil, berlempung	1	2	2	1	2
Pasir, bersih/berlumpur	3	3	1	3	2
Pasir, berlempung	3	2	2	1	3
Lempung, berpasir atau berlumpur	3	1	2	1	3
Lempung, berat	3	1	2	1	3

Sumber : Construction Methods and Management, 1998.

Keterangan : 1 = direkomendasikan

2 = dapat dipakai

3 = kurang direkomendasikan.

Standar pemadatan yang digunakan di Indonesia guna menghitung kepadatan, dipakai standar AASHO (American Assosiation of State Highway Officials) yang dinyatakan dalam % AASHO. Besarnya nilai standar ini ditentukan di laboratorium. Pemadatan dapat dilakukan dengan memberikan energi pada material yang akan dipadatkan melalui beberapa cara :

1. Kneading action
2. Static action
3. Vibration
4. Impact

Ke-4 cara tersebut dapat dibentuk oleh suatu alat pemadat secara sendiri-sendiri maupun kombinasi beberapa sekaligus.

Compaction Equipment dapat dibagi atas beberapa group, yaitu :

- a. Tamping Rollers, dimana termasuk didalamnya Tamping Rollers, Sheep Foot Rollers dan Segmented Rollers.
- b. Smooth Steel Rollers dapat berupa Towed maupun Propelled

- c. Pneumatic Tire Rollers dapat berupa Towed maupun Self Proppelled
- d. Vibrating Rolles termasuk didalamnya Tamping maupun Smooth Steel R.
- e. Grid Mesh Rollers.
- f. Self Proppelled Vibrating Plate or Shoe.

Cara Pemadatan :

Dengan memberikan energi oleh alat terhadap permukaan tanah adalah dengan metode sebagai berikut :

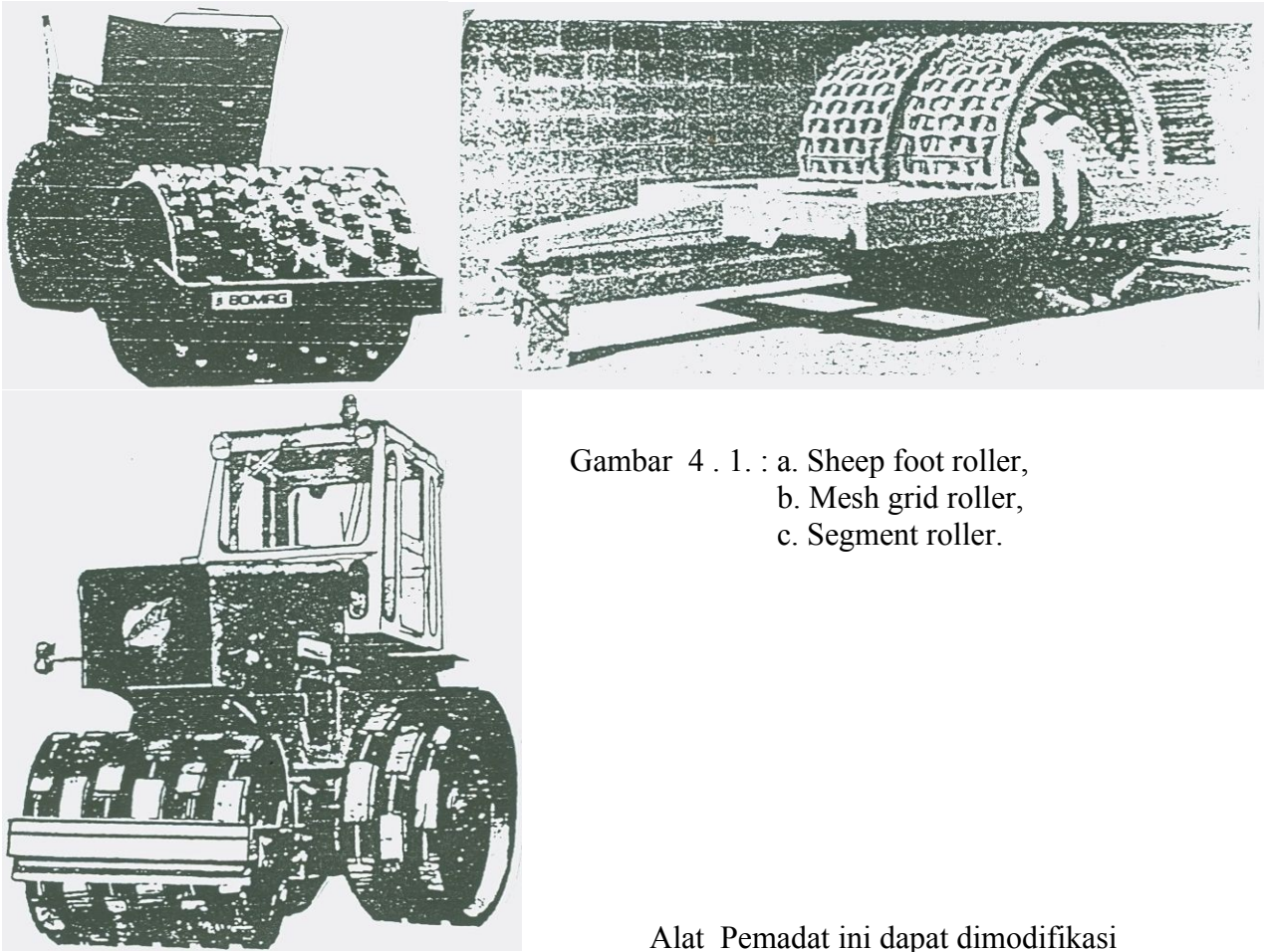
1. Kneading Action atau peremasan.
tanah diremas oleh gigi pada roda sehingga udara dan air yang terdapat diantara partikel material dapat dikeluarkan.
2. Static Weight atau pemberat.
Permukaan tanah ditekan oleh suatu berat tertentu secara perlahan-lahan.
3. Vibration atau getaran.
Tanah dibawah alat pemadat diberikan getaran yang berasal dari alat tersebut sehingga partikel tanah yang kecil dapat masuk di antara partikel-partikel yg lebih besar untuk mengisi rongga yang ada.
4. Impact atau tumbukan.
Proses yang dilakukan dengan metode ini adalah dengan menjatuhkan benda dari ketinggian. Selaintanah menjadi lebih padat, dengan proses ini partikel tanah yang lebih besar menjadi pecah sehingga butiran partikel menjadi seragam.

4.3. 1. TAMPING ROLLER (SHEEP FOOT ROLLER).

Yang disebut dengan *tamping rollers* adalah alat pemadat yang berupa *Sheep's foot roller*. Pemadat ini berfungsi memadatkan tanah lempung atau campuran pasir dan lempung. Alat ini tidak dipakai untuk memadatkan tanah dengan butir kasar, seperti pasir dan kerikil. Tamping roller ada yang dapat bergerak sendiri maupun ditarik oleh alat lain dalam melakukan pekerjaannya. Alat ini terdiri dari drum baja berongga yang dilapisi dengan kaki-kaki baja yang tegak lurus dengan las. Setiap roller atau rodanya mempunyai lebar dan keliling yang bervariasi. Setiap unit alat pemadat ini 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. Jika permukaan tanah tidak sesuai dengan apa yang ingin dicapai, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa roller yang digunakan terlalu berat atau tanah terlalu lembek untuk dipadatkan dengan metode ini. Tamping roller baik digunakan untuk jenis tanah lempung berpasir dengan kedalaman efektif pemadatan sekitar 15 - 25 cm.

Syarat pemadatan tanah dengan alat ini berdasarkan :

- a. Jumlah lintasan : setiap jenis lapisan memerlukan jumlah lintasan tertentu.
- b. Ketebalan lapisan : tidak akan melebihi kedalaman penetrasi kaki.
- c. Kerapatan lapisan : harus terpenuhi dan diuji di laboratorium.



Gambar 4 . 1. : a. Sheep foot roller,
b. Mesh grid roller,
c. Segment roller.

Alat Pemadat ini dapat dimodifikasi menjadi :

1. **MESH GRID ROLLER (PENGGILAS TIPE ANYAMAN).**
Penggilas ini kaki rodanya berupa anyaman, yang akan menghasilkan efek pemadatan dari bawah. Sangat baik untuk memadatkan lapisan tanah yg kasar. Penambahan berat dapat mencapai 10 ton.
2. **SEGMENT ROLLER (PENGGILAS TIPE LEMPENGAN).**
Mesin penggilas ini berkaki roda lempengan (segmen atau bantalan) yang bersusun-susun. Kaki roda ini akan memberikan efek pemadatan dari bawah walaupun kaki roda tidak masuk terlalu dalam. Alat ini sanggup menekan keluar kelebihan air yang terdapat pada lapisan tanah sehingga pemadatan dapat dilaksanakan dengan baik.

4. 3. 2. SMOOTH STEEL ROLLER (MESIN BERODA HALUS).

Jenis pemadat tipe ini dibagi berdasarkan tipe dan beratnya (ditentukan dalam ton). Berat alat dapat ditingkatkan dengan cara diberi pemberat dari air atau pasir. Jika spesifikasi sebuah alat 8 - 14 ton, maka berat alat tanpa pemberat : 8 t dan berat maksimum pemberat : 6 ton. Smooth wheel roller sangat baik dipakai

untuk memadatkan material berbutir seperti pasir, krikil dan batu pecah. Permukaan tanah yang telah dipadatkan dengan tamping akan lebih licin dan rata jika dipadatkan kembali dengan alat ini. Kedalaman efektif lapisan yang dipadatkan berkisar 10 – 20 cm.

Macam alat pemadat ini dibedakan atas :

1. THREE WHEEL ROLLER.

Penggilas tiga roda ini sering digunakan memadatkan material berbutir besar, disebut juga MacAdam Roller. Berat alat ini antara 6 dan 12 ton, dapat ditingkatkan sampai 15 – 35 %.

2. TANDEM ROLLER.

Pemadat ini digunakan untuk permukaan yang sudah agak halus, seperti aspal beton, dan tidak digunakan pada permukaan yang kasar karena dapat merusak roda-rodanya. Jenisnya ada berporos dua (*two axle tandem roller*). Dan berporos tiga (*three axles tandem roller*) yang biasanya difungsikan untuk pemadatan ulang setelah pemadatan dengan alat dua poros.

Alat ini menghasilkan lintasan yang sama pada masing-masing rodanya, dan Beratnya berkisar antara 8 – 14 ton serta dapat ditambahkan dengan 60 % Dari berat pemadatnya.

4. 3. 3. PNEUMATIC TIRED ROLLER (PENGILAS RODA BAN ANGIN).

Mesin gilas Pneumatik merupakan mesin gilas dengan roda karet yang ber tekanan angin, dengan susunan roda depan dan roda belakang berselang-seling agar daerah yang tidak tergilas oleh roda depan akan tergilas oleh roda belakang. Roda mesin ini berguna memadatkan tanah dengan efek meremas untuk pemadatan dibawah permukaan tanah. Efek meremas dapat ditingkatkan dengan meng goyang sumbu as roda guna mengikuti perubahan permukaan tanah. Tekanan yg diberikan roda besarnya tergantung dari tekanan angin roda, makin kencang tekanan roda maka tekanan roda terhadap tanah juga semakin besar. Jadi besarnya tekanan dapat dilakukan dengan merubah tekanan roda tersebut.

Alat ini baik sekali digunakan pada pekerjaan pemadatan pada material granular atau digunakan pada pemadatan lapisan hotmix sebagai pekerjaan pemadatan antara. Serta tidak digunakan pada tanah berbatu dan tajam, karena akan mempercepat kerusakan roda.

Untuk memberikan tambahan berat kendaraan, biasanya dinding mesin diisi oleh air atau pasir. Jumlah roda tired roller yang terdapat dilapangan berkisar antara 9 - 19 roda, misalnya mesin menggunakan 9 roda, as depan dipasang 5 roda dan as belakang dipasang 4 roda. Tekanan roda dapat mencapai 6 - 109 bar. Sedang berat mesin antara 15 - 200 ton.

Syarat pemadatan tanah dengan roller ini berdasarkan :

- Berat kotor peralatan.
- Berat per cm^2 lebar ban.
- Tekanan angin ban.

Tekanan ban angin dapat berubah-ubah sesuai dengan kondisi tanah dan tahap pemadatan. Lintasan pertama hendaknya menggunakan tekanan angin yang rendah untuk menimbulkan efek pengapungan dan peliputan permukaan tanah. Lintasan berikutnya tanah akan semakin padat dan tekanan angin dinaikkan hingga mencapai tekanan maksimum pada lintasan akhir. Beberapa alat penggilas sudah dilengkapi dengan alat pengubah tekanan ban tanpa menghentikan roller, sehingga pemadatan dapat lebih efisien.

Penambahan tekanan angin ini dilakukan dengan cara :

- Mengubah tekanan angin dalam ban.
- Mengatur berat ballast (pemberat).
- Menjaga roller dengan berat berbeda, sesuai kebutuhan dan persyaratan.

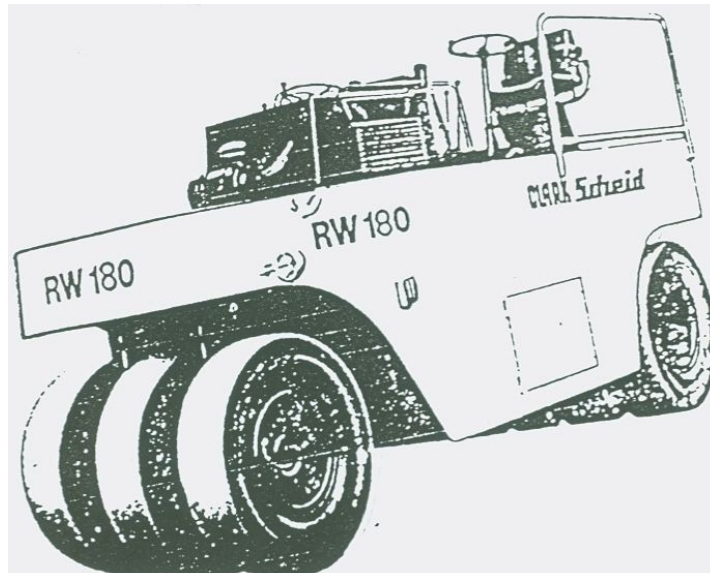


Table 4.

2. Distribusi Tekanan Ban pada Tanah.

Jarak ke Permukaan	faktor	tekanan tanah (bar)
0	1.00	4,1
12	0,60	2,5
25	0,30	2,5
38	0,15	0,6
50	0,09	0,3

4.3.4. VIBRATING ROLLER (PENGGIJLAS DENGAN VIBRATOR).

Vibrating roller adalah pemadat yang sama dengan tipe Tamping Roller, Smooth Steel Roller dan Pneumatic Roller yang dilengkapi vibrator. Roller ini akan menghasilkan efek gaya dinamis terhadap tanah. Butir-butir tanah akan mengisi bagian kosong yang terdapat diantara butiran tersebut. Getaran tadi mengakibatkan tanah menjadi padat dengan susunan yang lebih kompak.

Jenis Vibrator Roller berupa :

- a. Vibrating Tamping Roller.
- b. Vibrating Smooth Steel Roller.
- c. Vibrating Pneumatic Tire Roller.

Ada tiga faktor yang perlu diperhatikan dalam proses pemadatan dengan mesin ini, yaitu :

- a. Frekuensi getaran.
- b. Amplitudo getaran.
- c. Gaya sentrifugal.

4.4. PRODUKSI PEMADATAN.

Produksi pemadatan dinyatakan dengan *compacted cubicyard(meter)/ jam*, (ccy/jam) atau (ccm/jam). perhitungan pemadatan dapat menggunakan rumus :

$$\text{Satuan Inggris} = \frac{W \times L \times S \times C}{P}$$

$$\text{Satuan Metrik} = \frac{W \times L \times S}{P} = \text{CM}^3 / \text{jam} \dots\dots\dots (4.1.)$$

dimana,

W = lebar pemadatan dalam satu lintasan (feet atau meter).

L = tebal lapisan (inch atau mm).

S = kecepatan rata-rata (mph atau km/jam).

C = ketetapan konvensi satuan inggris ke satuan metric : **16,3**
5280

$$C = \frac{5280}{12 \times 27} = 16,3$$

P = jumlah pass yang diperlukan untuk suatu kepadatan.

Jika kecepatan nyata tak dapat diukur, kec. rata-rata mengacu pada pedoman :

- a. Sheep foot roller dengan penggerak sendiri : 5 mph.
- b. Pneumatic tired roller dengan penggerak sendiri : 7 mph atau $\pm$ 10 km/jam

- c. Sheep foot roller ditarik oleh wheel tractor : 5 - 10 mph atau 7,5 – 15 km/jam
- d. Sheep foot roller ditarik oleh crawler tractor : 3 - 4 mph atau 4,5 - 6 km/jam
- e. Pneumatic Roller ditarik wheel tractor : 3 - 5 mph atau 4,5 - 7,5 km/jam.

BAB V.

ALAT PENGANGKUT.

TRUCK

Pada pekerjaan pemindahan tanah mekanis dimana pemindahan tanah memerlukan jarak angkut yang cukup jauh atau dalam memobilisasi alat-alat berat dan mengangkut material. Pemilihan jenis alat pengangkutan tergantung kondisi medan, volume material, waktu dan biaya.

Alat angkut khusus itu adalah

- Dump truck
- Trailer
- Wagon
- dan lain-lainnya.

Alat angkut tersebut dibuat secara khusus untuk tujuan pengangkutan yang disesuaikan dengan kondisi angkutan itu sendiri. Pada bab ini akan dibicarakan khusus mengenai produksi dump truck.

Dalam pekerjaan konstruksi dikenal 3 macam jenis dump truck.

1. Side dump truck (penumpahan ke samping).
2. Rear dump truck (penumpahan ke belakang).
3. Rear and side dump truck (penumpahan ke belakang dan kesamping).

Syarat utama agar Dump truck dapat bekerja secara efektif adalah jalan kerja yang keras dan relative rata, namun kadang kala truck didisain agar mampu bekerja pada kondisi khusus atau "*cross country ability*" yaitu mampu bekerja pada jalan yang tidak biasa.

5.1. KAPASITAS TRUCK.

Penentuan kapasitas Truck harus disesuaikan dengan alat pemuatnya atau Loader maupun Excavator lainnya. Jika perbandingan tersebut tidak proporsional, maka kemungkinan loader akan menunggu atau sebaliknya. Perbandingan yang dimaksud ialah perbandingan antara kapasitas muat Loader dengan kapasitas Dumptruck, kurang lebih antara 1 : 4 @ 5 , yakni kapasitas 1 Loader dapat melayani 4 @ 5 Dumptruck, perbandingan ini juga akan mempengaruhi waktu pemuatan.



Gambar 5.1 : Dump Truck

Urutan perhitungan produktivitasnya adalah sebagai berikut :

- Menghitung **waktu siklus** dari Dumptruck, yang meliputi :

1. waktu muat,
2. waktu angkut,
3. waktu bongkar muatan,
4. waktu untuk kembali,
5. waktu yang dibutuhkan Dumptruck untuk mengambil posisi dimuati kembali.

Waktu siklus adalah jumlah kelima waktu tersebut, yaitu :

$$C_{mt} = n \cdot C_{ms} + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2 \dots\dots\dots (5.1.)$$

Waktu siklus DT = waktu muat + waktu angkut + waktu buang + waktu kembali + waktu tunggu/tunda.

dimana,

$$n = (C_1 / q_1) \times K \dots\dots\dots (5.2.)$$

- n = jumlah siklus yang diperlukan Loader untuk mengisi Dumptruck.
- C₁ = kapasitas rata-rata Dumptruck (m³, cuyd).
- q₁ = kapasitas bucket Loader (m³).
- K = faktor bucket Loader.
- C_{ms} = waktu siklus Loader (menit).
- D = jarak angkut Dumptruck (m, yd).
- V₁ = kecepatan rata-rata Dumptruck bermuatan (m/min, yd/min).
- V₂ = kecepatan rata-rata Dumptruck kosong (m/min, yd/min).
- t₁ = waktu buang + waktu stand by sampai pembuangan mulai ((menit).
- t₂ = waktu untuk posisi pengisian dan untuk Loader mulai mengisi (menit)

- Waktu pemuatan :
Waktu yang diperlukan Loader untuk memuat Dumptruck dapat dihitung sbb :

$$\text{Waktu muat} = \text{waktu siklus (Cms)} + \text{jumlah siklus untuk mengisi DT (n)} \dots\dots\dots (5.3.)$$

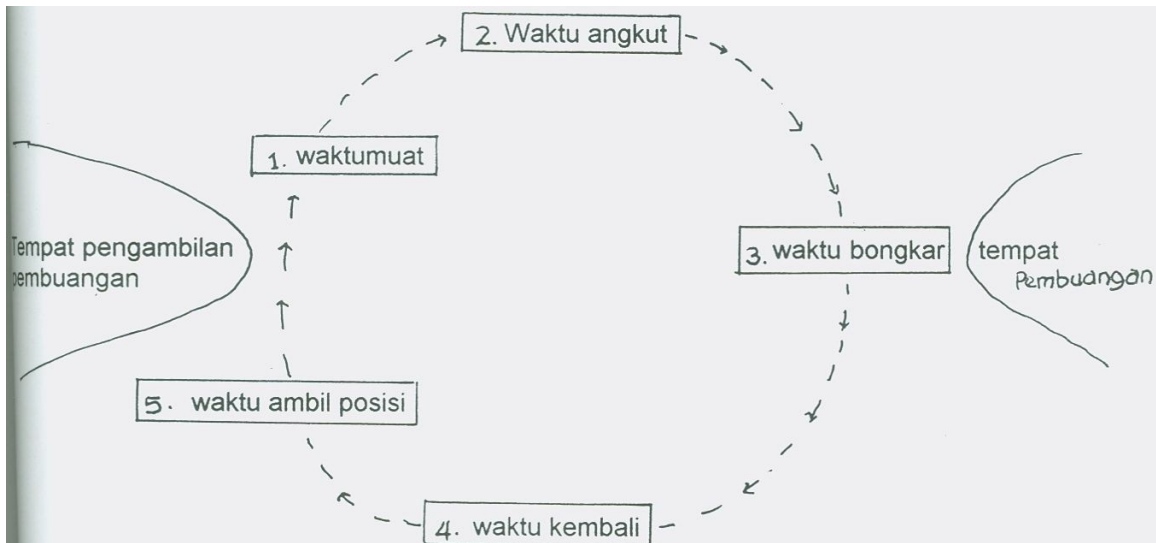
- a. Waktu siklus Loader (Cms).
Waktu siklus Loader tergantung dari tipe Excavator, (crawler atau wheel)
- b. Jumlah siklus Loader untuk mengisi Dumptruck sampai penuh (n).
Daya muat Dumptruck dapat dinyatakan dalam kapasitas volume atau berat muatan.
Jika daya muat dinyatakan dalam volume :

$$n = \frac{\text{Kapasitas dump truck (m}^3, \text{cuyd)}}{\text{Kapasitas bucket (m}^3, \text{cuyd)} \times \text{faktor bucket}} \dots\dots\dots (5.4.)$$

Kapasitas bucket dianggap kapasitas munjung atau tergantung material yang diangkut.

Faktor bucket ditentukan oleh sifat alamiah tanah yang digali/dimuat.

- Waktu angkut material dan waktu kembali :
Waktu angkut dan waktu kembali harus diperhitungkan dengan kondisi jalan yang dilalui atau keadaan jalan seperti tanah gelinding dan/atau tahanan kelandaian. RR maupun GR dapat dihitung sebagaimana biasanya.



Gambar. 5. 2. waktu siklus Truck.

5.2. PRODUKSI TRUCK.

Produksi perjam dari sejumlah Dumptruck yang bekerja di pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{C \times 60 \times E_t}{C_{mt}} \times M \dots\dots\dots (5.5)$$

$$C = n \times q_1 \times K \dots\dots\dots (5.6.)$$

dimana,

- P = produksi per jam (m³/jam).
- C = produksi per siklus.
- E_t = efisiensi kerja Dumptruck
- C_{mt} = waktu siklus Dumptruck (menit).
- M = jumlah Dumptruck yang bekerja.
- n = jumlah siklus dari Loader untuk mengisi Dumptruck.
- q₁ = kapasitas bucket (m³, cuyd).
- K = faktor bucket loader.
- E_s = efisiensi kerja Loader.
- C_{ms} = waktu siklus Loader (menit).

Kombinasi kerja antara Dumptruck dengan Loader,
Persamaannya :

$$P = \frac{C \times 60 \times E_t}{C_{mt}} \times M = \frac{60 \times q_1 \times K \times E_s}{C_{ms}} \dots\dots\dots (5.7.)$$

Jika Dumptruck dan Loader digunakan secara bersama dalam suatu kombinasi, maka sebaiknya kapasitas operasi Dumptruck sama dengan kapasitas Loader. Dari persamaan (5. 7.), jika hasil sebelah kiri lebih besar maka produksi Dump-Truck akan berlebih, begitu pula sebaliknya berarti produksi Loader yang lebih besar dan hal inilah yang menyebabkan waktu tunggu menjadi lebih laama.

Jumlah Dumptruck dan Loader yang dibutuhkan,
Jumlah Loader dan Dumptruck yang sesuai dengan perhitungan dari suatu pekerjaan, perlu ditambahkan (ekstra) guna menggantikan bila peralatan tersebut mengalami gangguan atau rusak. Hal ini untuk mengatasi kelancaran jalannya operasi pekerjaan.
Table dibawah ini akan memberikan data Truck atau Loader cadangan yang dibutuhkan sesuai dengan besarnya proyek yang dilaksanakan.

Table 5. 1. Jumlah cadangan Peralatan.

	Jumlah Alat yang bekerja	Jumlah cadangan Alat
Dump Truck	1 - 9	1
	10 - 19	2 - 3
Loader	1 - 3	1
	4 - 9	2

Sumber : Rochmanhadi, 1985.

5. 3. Contoh Permasalahan.

Suatu pekerjaan reklamasi atau penimbunan dengan menggunakan pasir urug harus dilakukan pada suatu daerah cekungan. Bahan timbunan yang didatangkan dari luar proyek dengan jarak 25 km, dari jarak tersebut 5 km diantaranya harus melewati daerah perkotaan. Volume urugan sebesar 44.500 m³C, jalan akses ke lokasi penimbunan merupakan jalan yang diperkeras namun tidak beraspal, berarti kontraktor tidak perlu memperbaiki jalan tersebut. Lama pekerjaan yang diberikan adalah 3 bulan atau 90 hari kalender. Pada bulan pertama terdapat 4 hari : Minggu dan 1 hari libur Nasional, pada bulan kedua ada 5 hari Minggu dan pada bulan ketiga terdapat 4 hari Minggu. Diperkirakan pada ketiga bulan tsb. akan terjadi hujan selama 3 hari dan 2 hari setelah hujan, jalan ke lokasi pengambilan material baru dapat dilewati oleh Dumptruck. Kontraktor selama hari libur tidak diperkenankan untuk melakukan operasi, pekerjaan malam juga diperkenankan. Jam kerja efektif per hari 8 jam.

Kondisi dan faktor-faktor :

Faktor konversi volume untuk pasir urug : keadaan padat = 1,0
keadaan lepas = 1,17
keadaan asli = 1,05

Peralatan yang digunakan :

1. Hidrolik Excavator PC 200 : Kapasitas bucket (q) = 0,70 m³B
Faktor bucket : 0,80 ; Faktor efisiensi : 0,60
Waktu siklus : Gali = 10 det
Swing = 2 x 5 detik
Dumping = 5 detik
2. Dump Truck : Kapasitas Bucket = 5.00 m³L
Faktor efisiensi : 0,80 ; Faktor bucket : 1.00
Kecepatan rata-rata - dalam kota : Isi : 20 km/jam ; kosong : 30 km/jam
- luar kota : Isi : 40 km/jam ; kosong : 60 km/jam
Waktu siklus : Loading : 4 menit ; Dumping dan manuver : 2 menit.

3. Bulldozer : Kapasitas blade (q) : 4,38 m³B.
 Faktor efisiensi : 0,60 ; Jarak dorong : 30 m.
 Kecepatan rata-rata : Maju/dorong = 2,77 km/jam.
 Mundur = 7,14 km/jam.
 Ganti persneling : 0,10 menit.

Hitung : Analisa produksi Alat, Kebutuhan Alat dan Side Out-put.

Jawaban :

Volume pekerjaan : 44.500 m³C

Volume tanah asli atau yang harus digali = 44.500 m³ x 1,05 = 46.725 m³B.

Waktu pelaksanaan = 90 hari - 4 - 1 - 5 - 4 - (3 x 2) = 90 - 20 = 70 hari kerja eff.

- a. Alat yang bekerja di penggalian (gali dan muat) – Excavator PC 200.

q₁ = 0,70 m³B, K = 0,80, E = 0,60,

waktu siklus (Cm) = 10 + (2 x 5) + 5 = 25 detik.

Produksi per siklus : q = q₁ x K = 0,70 x 0,80 = 0,56 m³B

q x 3600 x E = 0,56 x 3600 x 0,60

Produksi per jam Q = $\frac{\text{Cm}}{25} = \frac{25}{25}$

= 48,384 m³/jam ~ 48 m³B/jam.

Produksi per hari = 48 m³/jam x 8 jam = 384 m³B/hari.

Jam kerja yang dibutuhkan = 46.725 m³B : 48 m³/jam = 973 jam

Waktu kerja adalah = 70 x 8 jam = 560 jam kerja.

Sehingga Excavator yang dibutuhkan = 973 : 560 = 1,74 atau 2 unit.

Produksi 2 buah Excavator = 384 m³B/hari x 2 = 768 m³B

Volume Side output Pasir lepas = 768 m³ x (1,17 / 1,05) = 856 m³L.

- b. Alat angkut (Dumptruck) :

q = 5.0 m³L, K = 1.0, E = 0,80

waktu tempuh untuk jarak 5 km dgn kec. rata-rata – kosong : 30 km/jam
 isi : 20 km/jam

waktu tempuhnya : - kosong = 5 / 30 x 60 = 10 menit.

Isi = 5 / 20 x 60 = 15 menit.

Waktu tempuh 20 km, kec. rata-ratanya : - kosong : 60 km/jam

Isi : 40 km/jam

Waktu tempuhnya : - kosong = 20/60 x 60 = 20 menit.

Isi = 20/40 x 60 = 30 menit.

waktu siklusnya : Loading = 4 menit

Dumping & manuver = 2 menit

Kec. isi : 15 + 30 = 45 menit

Kec.kosong 10 + 20 = 30 menit

Waktu siklus (Cm) = 81 menit atau 1 jam 21 menit

Produksi per siklus (q) = 5.0 x 1.0 = 5,00 m³

$$\begin{aligned}\text{Produksi per jam : } Q &= \frac{q \times 60 \times E}{C_m} = \frac{5.0 \times 60 \times 0,80}{81} = 2,963 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 3 \text{ m}^3/\text{jamL}\end{aligned}$$

Produksi Dumptruck per hari : $3 \text{ m}^3/\text{jamL} \times 8 = 24 \text{ m}^3\text{L}/\text{hari}$.

Side output = $856 \text{ m}^3\text{L}/\text{hari}$,

Jadi kebutuhan Dumptruck untuk melayani Excavator = $856 : 24 = 35.667$

Dengan cadangan 2 unit, maka total Dumptruck yang dibutuhkan : 38 unit.

c. Perataan tanah dengan Bulldozer.

$$q = 4,38 \text{ m}^3 ; E = 0,60.$$

Kecepatan rata-rata : - maju (F) = $2,77 \text{ km}/\text{jam} = 47 \text{ m}/\text{menit}$

mundur (R) = $7,14 \text{ km}/\text{jam} = 119 \text{ m}/\text{menit}$

jarak gusur = 30 meter,

ganti persneling (z) = 0,10 menit.

$$\begin{aligned}\text{Waktu siklus (Cm)} &= D/F + D/R + z = 30/47 + 30/119 + 0,10 \\ &= 0,99 \text{ atau } 1.00 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Produksi Bulldozer} &= \frac{q \times 60 \times E \times 1,17}{C_m} = \frac{4,38 \times 60 \times 0,60 \times 1,17}{1} \\ &= 179 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Produksi Bulldozer per hari = $179 \times 8 = 1.352 \text{ m}^3$

Jumlah Bulldozer yang dibutuhkan = $856 : 1.352 = 0,633 \sim 1 \text{ unit}/\text{hari}$.

BAB VI.

PONDASI DAN ALAT PANCANG.

6. 1. PONDASI.

Berdasarkan bahan yang digunakan pondasi dapat diklasifikasikan sebagai Pondasi pelat (*sheet pile*) dan pondasi pemikul beban (*load bearing pile*). Pondasi Sheet Pile digunakan sebagai penahan aliran air dan keruntuhan tanah, seperti dinding penahan tanah, cofferdams, pengeset saluran dll. Material yang digunakan untuk pondasi ini adalah plat besi, kayu dan beton.

Pondasi pemikul beban (Load Bearing Pile) dapat dikelompokkan pada :

- a. Kayu : - yang tidak diawetkan (untreated)
 - yang diawetkan (treated with a preservative)
- b. Beton : - pra cetak (precast).
 - cetak di tempat (cast in situ).
- c. Baja : - profil H.
 - pipa baja.
- d. Komposit.

Penggunaan Pondasi Pemikul Beban pada proyek konstruksi disesuaikan dengan kondisi lapangan. Pertimbangan dalam menentukan penggunaan jenis pondasi ialah :

1. Tipe, ukuran dan berat struktur yang akan didukung.
2. Persyaratan fisik dari tanah di lokasi pekerjaan.
3. Tingkat kedalaman tanah yang mampu menahan pondasi.
4. Kelayakan dari daya dukung tanah tiap lapisan.
5. Tersedianya bahan untuk pondasi.
6. Jumlah pondasi yang diperlukan.
7. Fasilitas peralatan pemancang yang tersedia.
8. Perbandingan biaya pondasi didaerah proyek.
9. Daya tahan pondasi yang diperlukan.
10. Tipe struktur yang berada disebelah proyek.
11. Kedalaman dan macam air, jika banyak pondasi yang terpancang.

6. 1. 1. PONDASI KAYU.

Pondasi Kayu dibuat dari batang pohon yang masih berbentuk gelondongan. Kayu ini banyak terdapat didaerah tropis, namun sulit untuk mendapatkan ukuran diameter dan panjang yang sesuai diinginkan. Yang banyak dipakai sebagai pondasi ialah pinus, karena mempunyai ukuran panjang 60 - 100 feet. Pohon ini banyak tumbuh di daerah Barat Daya Pasifik.

Beberapa keuntungan dari pondasi kayu :

1. Dapat dikerjakan dengan mudah, dan sedikit bahaya rusak.
2. Mudah dipotong bagian yang masih sisa, sesudah pemancangan.
3. Biaya lebih ekonomis.
4. Dapat ditarik dengan mudah, dari satu lokasi ke lokasi lain.

Kerugian penggunaan pondasi kayu ini antara lain :

1. Sulit mendapat ukuran yang sesuai diinginkan.
2. Tidak mungkin melakukan pemancangan pada tanah yang cukup keras.
3. Sulit mendapatkan ukuran yang sama, jika kebutuhan cukup banyak.
4. Tidak kuat menahan beban yang cukup besar, jika berfungsi sebagai pondasi Penahan geseran (Friction Pile).
5. Pondasi kayu memerlukan pengawetan untuk menjaga proses pelapukan.

6. 1. 2. PONDASI BETON PRACETAK (PRECAST CONCRETE PILES).

Pondasi ini biasanya mempunyai penampang bujur sangkar, orthogonal dan bulat. Beton pracetak dibuat dipabrik dengan produksi massal, jadi perencanaan/kebutuhan harus menyesuaikan dengan ukuran /standar pabrik. Kebutuhan yang banyak, dapat dilayani dengan pesanan atau dicetak didekat lokasi proyek.

Pondasi beton pracetak dapat berupa beton bertulang biasa dan juga beton Pratekan, yang mempunyai kemampuan dan daya tahan yang lebih besar. Proses pembuatan pondasi pratekan adalah setelah bahan baku (pasir, semen, kerikil dan besi beton) disiapkan, cetakan yang berbentuk bulat terbuat dari cetakan pelat besi juga disediakan. Besi beton dipasang sesuai rencana, kemudian besi yg arah panjang ditarik terlebih dahulu, untuk memberikan efek pratekan. Cetakan diisi dengan adukan beton, cetakan ditutup lalu diputar agar adukan dapat mengisi bagian sisi luar cetakan oleh gaya sentrifugal. Setelah jumlah putaran memenuhi syarat, pondasi dalam cetakan dirawat dengan uap panas, hingga pengerasan beton lebih cepat. Beberapa jam kemudian cetakan dibuka dan pondasi beton sudah jadi, ditarik keluar pabrik untuk dirawat sampai mencapai waktu 28 hari dan siap dipergunakan.

Beberapa keuntungan memakai pondasi beton pracetak :

1. Kuat terhadap korosi kimia dan biologi.
2. Mempunyai tegangan yang tinggi.
3. Pondasi dapat dipasang sepanjang kebutuhan proyek.

Beberapa kerugian dari pondasi ini :

1. Memerlukan alat berat dan mahal dalam penanganan dan pemancangan Pondasi yang berukuran besar.
2. Sulit untuk mengurangi/memotong panjang pondasi.
3. Dapat patah sewaktu pengangkutan dan memerlukan waktu lama.
4. Memerlukan waktu lama jika ukuran yang dibutuhkan harus dipesan khusus.

Pada penggunaan pondasi jenis cast in situ/place biasanya yang pertama dilakukan adalah melaksanakan pengeboran terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan pengecoran beton.

6. 1. 3. PONDASI BAJA.

1. PONDASI PIPA BAJA.

Pondasi pipa baja berdiameter antara 6” - 30”, sedang panjang pipa dapat mencapai 200 feet. Penyambungan antar pipa dilakukan dengan las. Setelah pemancangan, beton /pasir dimasukkan kedalam pipa untuk menambah kekakuan pondasi.

Untuk pemancangan pondasi pipa ini diperlukan alat yang ringan, karena jika pipa diberi pukulan berat akan dapat merusak pondasi.

2. PONDASI PROFIL H.

Untuk keperluan pondasi pancang yang dalam, pondasi baja profil H sangat cocok dibandingkan dengan pondasi lainnya. Profil ini sangat baik pada pemancangan di tanah yang cukup keras untuk mengeliminasi bahaya kegagalan pemancangan. Pondasi ini dapat mencapai panjang 200 feet penyambungan antar profil dapat dilakukan dengan las.

6. 2. ALAT PANCANG (PILE HAMMER).

Fungsi alat pancang (Pile Hammer), adalah untuk memberikan energi yang diperlukan untuk memancang pondasi. Alat pancang ini dibedakan dari jenis dan ukurannya. Jenis alat pancang terdiri dari :

1. Drop Hammer.
2. Steam Hammer.
3. Diesel Hammer.
4. Vibratory.
5. Hydraulic Hammer.

Ukuran alat pancang dibedakan atas beratnya hammer (palu) yang digunakan. Hammer ini akan menentukan besarnya energi potensial yang dihasilkan untuk setiap pukulan. Energi inilah yang akan menggerakkan pondasi masuk ke dalam tanah.

6. 2. 1. DROP HAMMER.

Drop Hammer adalah alat pancang yang terdiri atas palu baja berat dan digerakkan oleh kabel baja. Hammer diangkat dengan kabel dan dilepaskan dari dan ke atas kepala pondasi. Gerakan hammer bebas dari atas kebawah, sehingga

terjadi gesekan kecil pada pengarah palu.

Drop Hammer dibuat dalam standar ukuran yang bervariasi antara 500 lb - 3.000 lb. Dan tinggi jatuh yang digunakan antara 5 ft - 20 ft. Jika energi yang diperlukan besar, perlu hammer dengan berat yang lebih besar dan dengan tinggi jatuh yang besar pula.

Drop Hammer sangat tepat digunakan untuk pemancangan pondasi diproyek yang pondasinya tidak begitu banyak serta waktu pemancangannya tidak terburu-buru.



Beberapa keuntungan penggunaan Drop Hammer :

1. Investasi lebih murah.
2. Mudah dalam pengoperasiannya.
3. Tersedia dengan berbagai variasi energi pukulan dan berbagai variasi tinggi jatuh.

Beberapa kerugian penggunaan Drop Hammer :

1. Bekerja lambat.
2. Berbahaya jika Hammer diangkat terlalu tinggi.
3. Berbahaya pada bangunan disekitar proyek, karena getaran akibat pemancangan cukup besar.
4. Tidak dapat digunakan langsung untuk pemancangan di bawah air.

6. 2. 3. STEAM HAMMER.

Steam Hammer adalah sebuah palu atau disebut juga ram. Ram ini dijatuhkan secara bebas, mengangkatnya dengan uap atau kompresor udara. Gerakan ram diatur oleh piston yang bergerak turun naik dengan tekanan uap/udara yang diatur melalui katup.

Steam Hammer ini dapat dibedakan lagi menjadi beberapa jenis :

1. SINGLE ACTING STEAM HAMMER.
2. DOUBLE ACTING STEAM HAMMER.
3. DIFERENTIAL ACTING STEAM HAMMER.

6.3. HIDRAULIC HAMMER.

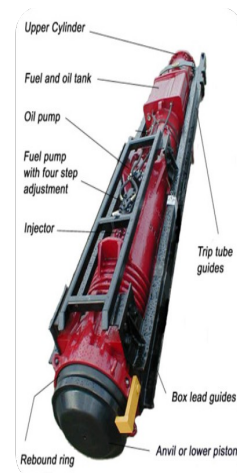
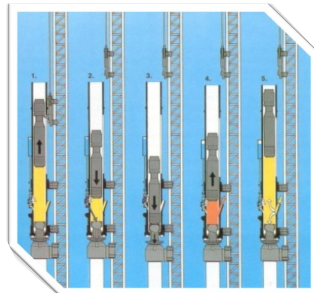
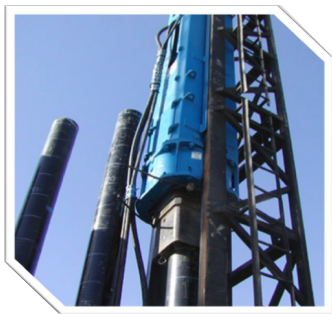
Hydraulic Hammer tidak jauh berbeda dengan Double Acting Steam Hammer dan Differential Hammer. Hammer hidrolis ini beroperasi dengan menggunakan fluida hidrolik, tidak seperti hammer lain yang menggunakan uap atau kompresor udara yang masih konvensional.

6.4. DIESEL HAMMER.

Pemancangan pondasi dengan diesel hammer adalah pemancangan dengan Ram yang bergerak sendiri oleh mesin diesel tanpa memerlukan sumber daya dari luar, seperti boiler atau kompresor udara. Hammer ini sederhana dan mudah bergerak dari satu lokasi ke lokasi yang lain. Sebuah Diesel Hammer unit lengkap terdiri atas : vertical silinder, sebuah piston atau ram, sebuah anvil, tangki minyak dan pelumas, pompa solar, injector dan pelumas mekanik.

Keuntungan penggunaan diesel hammer dibandingkan steam hammer :

1. Diesel hammer hampir tak memerlukan sumber energi dari luar. Jadi Hammer ini lebih mudah dalam mobilisasinya.
2. Ekonomis dalam pengoperasiannya, bahan bakar yang diperlukan untuk 24.000 ft-lb hammer adalah 3 galon /jam, jika dioperasikan. Akan tetapi Diesel hammer ini tidak terus menerus dioperasikan.
3. Diesel hammer dapat dioperasikan pada daerah dingin, sampai suhu 0° F, dimana pada suhu tersebut tak mungkin untuk mengoperasikan uap.
4. Diesel hammer sangat efektif dioperasikan dalam area yang terbatas, karena menggunakan minyak solar sebagai sumber energi.
5. Berat diesel hammer lebih ringan.
6. Perawatan dan service bisa lebih cepat dan mudah.
7. Energi setiap pukulan diesel hammer bertambah jika tahanan pemancangan bertambah.



Ga

mbar 6 . 2 : Diesel Hammer

Sedang kerugiannya adalah :

1. Sukar menentukan energi setiap pukulan.
2. Tidak dapat dioperasikan dengan baik jika pemancangan pada tanah lunak.
3. Jumlah pukulan /menit lebih kecil dari steam hammer.
4. Panjang diesel hammer relative lebih besar ditinjau dari tingkat energinya.

6. 5. VIBRATORY.

Pemancangan pondasi dengan vibratory sangat efektif, yaitu kecepatan tinggi dan ekonomis, khususnya pada pemancangan tanah non-kohefif jenuh air. Dibandingkan di pasir kering, tanah keras yang kohefif. Pemancangan dengan Vibratory dilengkapi shaft horizontal untuk memberikan beban eksentris. Shaft berputar sepasang dengan dorongan langsung pada kecepatan yang bervariasi sampai mencapai 1,000 rpm (rotasi per-menit). Tenaga yang dihasilkan dengan berat rotasi membuat getaran yang digunakan untuk memancang tiang pengaruh ke tanah sekitarnya. Jika tanahnya jenuh air maka akan mengurangi gesekan antara tanah dan pondasi. Kombinasi berat dari pondasi dan perlengkapan pemancangan yang ditempatkan di atas pondasi akan mempercepat pemancangannya.



Gambar 6 . 3 : Vibratory Hammer

6. 6. PELAKSANAAN PEMANCANGAN TIANG.

Penahan dan Pengatur Letak Tiang.

Terdapat beberapa alat yang digunakan untuk mengatur tempat tiang akan diletakkan sehingga kekeliruan seperti tiang miring atau tidak pada tempatnya dapat dihindari. Alat tersebut dinamakan *lead* (bingkai). Lead yang umum dipakai adalah *fixed lead*, *swing lead* dan *hydraulic lead*. Dengan adanya lead ini maka hammer menumbuk tiang tepat ditengah-tengah permukaan atas tiang.

a. Fixed Lead.

Pengaturan posisi tiang dengan cara ini menggunakan lead yang terdiri dari rangkaian baja tiga sisi berkisi seperti boom pada crane dan satu sisinya terbuka. Sisi terbuka inilah tempat tiang diletakkan. Pada rangkaian ini terdapat rel (alur) tempat hammer bergerak. Saat penumbukan tiang, lead diletakkan dengan kemiringan tertentu. Lead diikat pada alat pemancangan tiang, yang bagian bawahnya disambung pada crane atau plat pemancangan sehingga posisi tiang menjadi benar.

b. Swing Lead.

Jika lead tidak bersambung dengan bagian bawah crane atau plat pemancang maka lead jenis ini dinamakan swing lead. Penggunaannya memungkinkan pemancangan tiang dengan jarak relative jauh dari badan alat pemancang. Kelemahan tipe ini hanya pada sulitnya mengatur tiang untuk tetap vertical.

c. Hydraulic Lead.

Metode ini menggunakan silinder hidrolis sebagai pengaku. Silinder hidrolis tersebut merupakan penghubung bagian bawah lead dengan pemancang. Dengan system ini pengaturan posisi tiang dapat dilakukan secara lebih cepat dan akurat, tapi lebih mahal dibandingkan dengan fixed lead. Dengan produktivitas yang besar, penggunaan system ini patut dipertimbangkan terlebih jika sering dipakai.

Pemilihan alat pemancang tiang.

Terdapat beberapa criteria dalam memilih alat pemancang tiang yang akan digunakan disuatu proyek. Criteria tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Jenis material, ukuran, berat dan panjang tiang yang akan dipancang.
- b. Kondisi lapangan yang berpengaruh terhadap operasi pemancangan, seperti lokasi yang terbatas atau pemancangan dibawah air.
- c. Hammer yang dipilih harus sesuai dengan daya dukung tiang dan kedalam an pemancangan.
- d. Pilih alat yang paling ekonomis dan kemampuannya sesuai yg dibutuhkan.
- e. Jika pakai lead, pilih tipe yang sesuai, ukuran rel untuk hammer, panjang hammer dan tiang yang akan dipancang.

Pelaksanaan pemancangan tiang.

Dalam pemancangan, selain kondisi alat pancang, kondisi tiang pun perlu diperhatikan. Tiang harus lurus dengan permukaan rata dan tidak retak. Untuk itu penanganan tiang perlu dilakukan secara hati-hati dan mengikuti prosedurnya. Mulai dari saat dibawa ke lokasi, penumpukan diproyek dan pada waktu diangkat ke titik pemancangan hendaknya dilakukan dengan aturan tertentu.

Tiang yang akan dipancang, pertama diberi bantalan dan cap sebagai pengaman dari keretakan akibat tumbukan. Kemudian tiang diangkat hingga sejajar dengan lead. Tumbukan pertama dilakukan secara perlahan guna memastikan tiang sudah tepat diposisinya dan water level. Bila posisi sudah benar, baru tumbukan dilanjutkan lagi sampai masuk ke dalam tanah dan mencapai tanah keras atau perlu dilakukan penambahan tiang.

6.7. PERHITUNGAN PRODUKSI PEMANCANGAN.

Guna menghitung produksi pemancangan, yang perlu diperhatikan adalah waktu pancang tiang yang sesuai dengan kebutuhan struktur. Sebab biaya pemancangan, sama dengan peralatan lain dihitung berdasarkan biaya pemilikan dan operasi perjam. Secara sederhana waktu pemancangan dapat dihitung dengan cara

$$t = \frac{L_e}{S \times V_b \times f_o} \dots\dots\dots (6.1.)$$

dimana,

- t = waktu pemancangan (menit)
- L_e = panjang pondasi efektif (meter)
- S = masuknya pondasi setiap pukulan (meter).
- V_b = kecepatan pemancangan (jumlah pukulan /menit)
- f_o = faktor operasi

Untuk menentukan masuknya pondasi setiap pukulan dihitung dengan menggunakan prinsip besarnya energi yang dihasilkan pukulan dikurangi energi yang hilang (*loose*), selisih dari energi ini merupakan energi yang dapat dimanfaatkan untuk memasukkan pondasi ke dalam tanah (S).

1. ENERGI HAMMER.

Banyak rumus yang dapat dipakai untuk menentukan besarnya energi yang di hasilkan oleh hammer pada setiap pukulannya. Energi yang timbul pada gerakan hammer adalah merupakan energi potensial yang dapat dihitung dengan rumus

$$E_p = m \times g \times h.$$

dimana,

- E_p = energi potensial.
- g = gravitasi (m/det^2).
- h = tinggi jatuh (m).
- m = masa benda (kg).

Karena peralatan pancang terdiri dari berbagai model dan ukuran, rumus di atas perlu dikoreksi dengan mempertimbangkan faktor2 gesekan dan lainnya. Jadi rumusnya harus disesuaikan dengan jenis peralatan masing-masing. Pada alat-alat tertentu energi yang dihasilkan per pukulan dapat dilihat pada tabel spesifikasi peralatan pancang.

Untuk menentukan besarnya energi yang dihasilkan oleh masing-masing Peralatan dapat dihitung berdasarkan rumus berikut :

- Drop Hammer, Single Acting Steam Hammer dan Diesel Hammer :

$$E = e \times W \times h.$$

dimana,

E = energi yang dihasilkan setiap pukulan (lb. in.).

e = energi hammer, energi actual dibagi energi perhitungan setiap pukulan.

Nilai e ditentukan sbb :

1,00 untuk drop hammer yang dijatuhkan cepat.

0,50 - 0,75 untuk drop hammer yg diangkat derek & kabel

0,75 - 0,90 untuk single acting steam hammer.

0,65 - 0,90 untuk double acting steam hammer.

0,75 - 0,85 untuk differential actng steam hammer.

0,90 - 1,00 untuk diesel hammer.

- Double Acting Steam Hammer, Differential Acting Hammer :

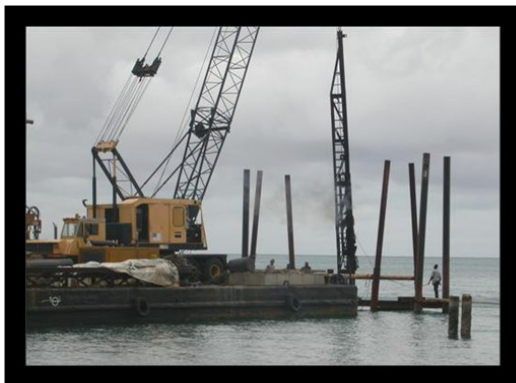
$$E = e \times E'$$

dimana,

E' = energi teoritis yang ada pada table spesifikasi peralatan.

2. ENERGI YANG HILANG (ENERGY LOSE).

1. Akibat Pukulan (IMPACT LOSE).
2. Akibat Pondasi (FOUNDATION LOSE)
3. ENERGI BERSIH UTK PEMANCANGAN.
4. ENERGI YANG DIHASILKAN HAMMER.
5. KEHILANGAN ENERGI.



Gambar 6.4 :

Single Acting Steam Hammer dan
Double Acting Steam Hammer.

BAB VII.

ALAT PENGANGKAT

CRANES.

Dalam perkembangan teknologi pekerjaan konstruksi membutuhkan mobilitas yang tinggi serta pembatasan waktu dan tempat, maka alat angkat sangat memegang peranan penting. Misalnya untuk mengangkat/mengangkut alat, material dan tenaga kerja dari suatu tempat ke tempat lain pada gedung bertingkat.

Alat pengangkat yang biasa digunakan pada proyek konstruksi ialah crane.

Cara kerja crane ialah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan kemudian memindahkan secara horizontal dan vertical, baru diturunkan di tempat yang diinginkan. Crane mempunyai beberapa tipe pengoperasian yang dapat dipilih sesuai kondisi proyeknya.

Tipe crane yang umum dipakai adalah :

1. Crane beroda crawler (*crawler crane*).
2. Truck crane.
3. Tower crane.

7. 1. CRANE BERODA CRAWLER.

Bagian atas crawler crane ini dapat berputar 360° dan bergerak di dalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Bila akan digunakan diproyek lain 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, kecuali jika permukaannya tanah yang jelek. Pada saat pengangkatan material, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah posisi alat waktu operasi yang harus benar-benar *water level*, keseimbangan alat dan penurunan permukaan tanah akibat beban dari alat tsb.

Pada permukaan yang jelek atau permukaan dengan kemungkinan terjadi penurunan, alat harus berdiri diatas suatu alas /matras. Keseimbangan alat juga dipengaruhi besarnya jarak rode crawler. Untuk itu pada beberapa jenis crane, memiliki crawler yang lebih panjang guna mengatasi keseimbangan alat.

7. 2. TRUCK CRANE.

Crane jenis ini dapat berpindah tempat dari satu proyek ke proyek lain tanpa bantuan alat pengangkutan. Akan tetapi beberapa bagian dari crane tetap harus dibongkar untuk mempermudah perpindahan. Seperti halnya crawler crane, truck crane juga bagian atasnya dapat berputar 360°.

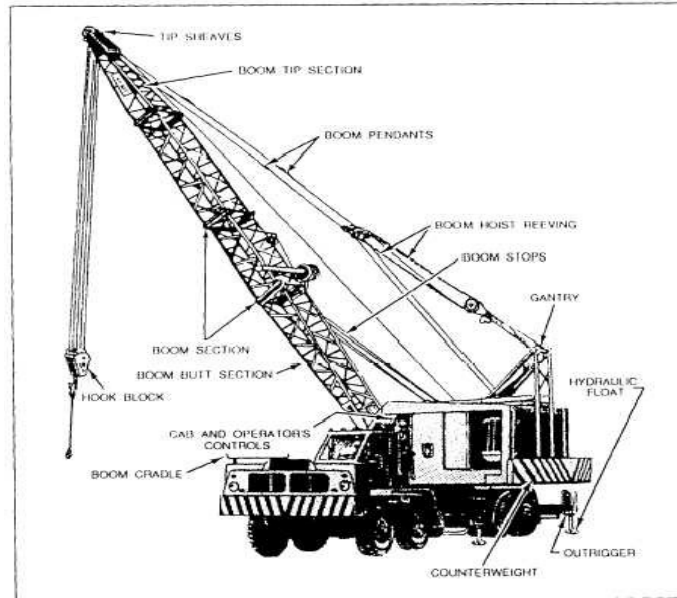
Truck crane mempunyai kemampuan angkat besar, kurang lebih 5 ton dan efektif sampai 4 ton. Kemampuan jangkauannya mencapai 60 meter, dengan roda penggerak baik di depan maupun di belakang. Kemampuan angkat yang maksimal dan menjaga stabilitas yang tinggi, truck crane perlu dilengkapi dengan kaki penopang (*outrigger*). Penggunaan kaki penopang ini dipasangkan dengan roda truck diangkat dari tanah, sehingga keselamatan pengoperasian boom yang panjang akan terjaga. Semakin keluar *outrigger* crane akan makin stabil, karena crane jenis ini sangat tidak stabil, disamping itu lokasi kerjanya bercuaca baik, permukaannya rata (*water level*) dan tak ada guncangan.

Karakteristik Truck Crane adalah sebagai berikut :

- Mempunyai fleksibilitas yang tinggi.
- Ringan dan mudah dipindah-pindahkan.
- Digerakkan dan dirakit oleh mesin sendiri.

Secara umum perhitungan biaya pemilikan dan operasi alat ini sama dengan cara menghitung BP & O pada alat berat lainnya. Beberapa data yang dapat diketahui antara lain :

URAIAN	SATUAN	T M C (25 - 40 TON)
Umur ekonomi	tahun	6 - 8
Jam operasi /tahun	jam	1.200 - 1.000
Harga beli	\$ US	225.000 - 270.000



Selain jenis diatas ada juga jenis lain dari Truck Crane yang disebut *Hydraulic Truck Crane* atau *Telescopic Crane*. Boom crane jenis ini dapat diperpanjang atau diperpendek sesuai kebutuhan, untuk itu diperlukan tenaga hidrolis sebagai penggerakannya. Kapasitas alat ini maksimum 7 ton, dengan radius putar 3 meter dengan boom 13,70 meter dan dapat mengangkat beban 0,45 ton. Pengoperasian alat ini membutuhkan site yang luas dan permukaan yang kuat Untuk menahan ban dan penopang yang berdiri kokoh. Crane ini sangat cocok Digunakan pada pekerjaan finishing dan pemeliharaan gedung bertingkat.

7.3. TOWER CRANE.

Tower Crane merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertical dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Tipe crane dibagi berdasarkan cara crane tersebut berdiri, yaitu :

1. Crane yang berdiri bebas (*free standing crane*).
2. Crane di atas rel (*rail mounted crane*).
3. Crane yang ditambatkan pada bangunan (*tied-in tower crane*).
4. Crane panjat (*climbing crane*).

7.3.1. TIPE TOWER CRANE.

Free standing crane :

Crane yang berdiri bebas (*free standing crane*) berdiri diatas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika crane harus mencapai ketinggian yang besar maka kadang-kadang digunakan pondasi dalam seperti tiang pancang. Tiang utama (*mast*) diletakkan di atas dasar dengan diberi *ballast* sebagai penyeimbang (*counterweight*). Syarat dari pondasi tersebut harus mampu menahan momen, berat crane dan berat material yang diangkat.



Gambar 7.2 : Free Standing Crane

Tipe *jib* atau lengan pada tower crane ada dua yaitu *saddle jib* dan *luffing Jib*. Saddle jib adalah lengan yang mendatar dengan sudut 90° terhadap *mast* atau tiang tower crane. Jib jenis ini dapat bergerak 360° . Sedangkan *luffing jib* mempunyai kelebihan dibandingkan dengan saddle jib karena sudut antara tiang dengan jib dapat diatur lebih dari 90° . Dengan kelebihan ini maka hambatan pada saat lengan berputar dapat dihindari. Dengan demikian pergerakan tower dengan *luffing jib* lebih bebas dibandingkan dengan alat yang menggunakan saddle jib.

Rail Mounted Crane :

Penggunaan rel pada crane jenis ini mempermudah alat untuk bergerak sepanjang rel tersebut. Tetapi agar tetap seimbang gerakan crane tak dapat terlalu cepat. Kelemahan crane tipe ini adalah harga rel yang cukup mahal, rel harus diletakkan pada permukaan datar sehingga tiang tidak menjadi miring.

Crane jenis ini digerakkan dengan menggunakan motor penggerak. Jika kemiringan tiang melebihi $1/200$ maka motor penggerak tidak mampu menggerakkan crane. Selain itu juga perlu diperhatikan desain rel pada tikungan karena tikungan yang terlalu tajam akan mempersulit motor penggerak untuk menggerakkan alat.

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. Walaupun kapasitas angkut dan ketinggian yang terbatas namun keuntungan dari rail mounted crane adalah jangkauan yang lebih besar sesuai dengan panjang rel yang tersedia.



Gambar 7.3 : Rail Mounted Crane dan Tied-in Tower Crane

Tied –in tower Crane.

Crane mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 meter. Jika di perlukan crane dengan ketinggian lebih dari 100 m, maka crane harus ditambatkan atau dijangkar ke struktur bangunan. Fungsi dari penjangkaran ini ialah untuk menahan gaya horizontal. Dengan demikian crane tipe tied in tower crane dapat mencapai ketinggian sampai 200 meter.

Climbing Crane.

Apabila lahan yang ada terbatas, maka alternative penggunaan crane yakni Crane panjat atau Climbing Crane. Crane tipe ini diletakkan didalam struktur bangunan yaitu pada core atau inti bangunan. Crane bergerak naik bersamaan dgn struktur naik. Pengangkatan crane dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidro lis (*hydraulic jacks*).



7.3.2. PEMASANGAN TOWER CRANE.

Bagian Crane.

Bagian dari crane adalah *mast* (tiang utama), *jib* dan *counter jib*, *couter weight*, *trolley* dan *tie ropes*. Mast merupakan tiang vertical yang berdiri di atas dasar (*base*). Jib merupakan tiang horizontal yang panjangnya ditentukan berdasarkan jangkauan yang diinginkan. Counter jib adalah tiang penyeimbang, disini dipasangkan counterweight sebagai penyeimbang beban. Sedangkan trolley merupakan alat yang bergerak sepanjang jib dan digunakan untuk memindahkan material secara horizontal dan di trolley tersebut dipasangkan *hook* (kait). Kait ini dapat bergerak secara vertical untuk mengangkat material. Dan tie ropes adalah kawat yang berfungsi untuk menahan jib agar tetap dalam kondisi lurus 90° terhadap tiang utama. Pada bagian atas tiang utama sebelum jib terdapat ruang operator dan dibawah ruang tersebut terdapat *slewing ring* yang berfungsi untuk memutar jib. Selain itu terdapat juga *climbing device* yang merupakan alat untuk menambahkan ketinggian crane.

Criteria pemilihan Tower Crane.

Pemilihan tower crane sebagai alat untuk memindahkan material didasarkan pada kondisi lapangan yang tidak luas, ketinggian yang tak terjangkau alat lain, dan tidak dibutuhkannya pergerakan alat. Pemilihannya harus direncanakan sebelum proyek tersebut dimulai. Hal ini disebabkan karena dalam pengoperasiannya crane harus diletakkan disuatu tempat yang tetap selama proyek berlangsung, sehingga crane harus mampu memenuhi kebutuhan akan pemindahan material dari suatu tempat ke tempat berikutnya sesuai dengan daya jangkau yang ditetapkan. Selain itu, pada saat proyek telah selesai pembongkaran crane harus dapat dilakukan dengan mudah. Pemilihan jenis tower crane yang akan dipakai harus memper timbangkan :

- a. situasi proyek,
- b. bentuk struktur bangunan,
- c. kemudahan operasional, baik saat pemasangan maupun pembongkaran,
- d. ketinggian struktur bangunan yang dilaksanakan.

Sedangkan pemilihan kapasitas tower crane sebaiknya didasarkan pada :

- a. berat, dimensi dan daya jangkau pada beban terberat,
- b. ketinggian maksimum alat,
- c. perakitan alat di proyek,
- d. berat alat yang harus ditahan oleh strukturnya,
- e. ruang yang tersedia untuk alat,
- f. luas area yang harus dijangkau alat,
- g. kecepatan alat untuk memindahkan material.

Kapasitas Tower Crane.

Kapasitas tower crane tergantung dari beberapa faktor. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa jika material yang diangkut oleh crane melebihi kapasitasnya maka akan terjadi jungkir. Oleh karena itu, berat material yang diangkut sebaiknya sebagai berikut :

- a. untuk mesin beroda crawler adalah 75 % dari kapasitas alat.
- b. untuk mesin beroda karet adalah 85 % dari kapasitas alat.
- c. untuk mesin yang memiliki kaki (*outrigger*) adalah 85 % dari kapasitas

Faktor luar yang harus diperhatikan dalam menentukan kapasitas alat :

- a. kekuatan angin terhadap alat,
- b. ayunan beban pada saat dipindahkan,
- c. kecepatan pemindahan material,
- d. pengereman mesin dalam pergerakannya.

Kapasitas pengangkatan material oleh crane ditentukan berdasarkan tabel-tabel dan gambar dibawah ini. Pada saat menghitung beban sebaiknya ditambahkan 5 % dari total beban untuk faktor keamanan.

Tabel 7. 1. Kapasitas angkat untuk 200 ton crawler crane dengan boom 180 ft.

Radius (ft)	Kapasitas (lb)	Radius (ft)	Kapasitas (lb)	Radius (ft)	Kapasitas (lb)
32	146300	80	39200	130	17900
36	122900	85	35800	135	16700
40	105500	90	32800	140	15500
45	89200	95	30200	145	14500
50	76900	100	27900	150	13600
55	67200	105	25800	155	12700
60	59400	110	23900	160	11800
65	53000	115	22200	165	11100
70	47600	120	20600	170	10300
75	43100	125	19200	175	9600

Sumber : Peurifoy, 1996.

Tabel 7. 2. Kapasitas angkat untuk 25 ton hidrolik truck crane (lb).

Radius	Panjang boom (ft)						
Beban (ft)	31,5	40	48	56	64	72	80
12	50000	45000	38700				
15	41500	39000	34400	30000			
20	29500	29500	27000	24800	22700	21000	
25	19600	19900	20100	20100	19100	17700	17100
30		14500	14700	14700	14800	14800	14200
35			11200	11300	11400	11400	11400
40			8800	8900	9000	9000	9000
45				7200	7300	7300	7300
50				5800	5900	6000	6000
55					4800	4900	4900
60					4000	4000	4000
65						3100	3300
70							2700
75							2200

Sumber : Peurifoy, 1996.

Tabel 7. 3. Kapasitas angkat Tower Crane (lb).

Jib model	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	Jang- kauan kait
Max. jangk auan kait	104'	123'	142'	161'	180'	199'	218'	
utk two-part line crane (crane dgn dua kabel pada kait nya)	27600	27600	27600	27600	27600	27600	27600	10'3"
	27600	27600	27600	27600	27600	27600	27600	88'2"
	27600	27600	27600	27600	27600	27600	27600	94'6"
	27600	27600	27600	27600	27600	27600	27600	101'0"
	27600	27600	27600	27600	26800	24900	23400	104'0"
		27600	27600	27600	25200	23600	22200	109'8"
		27600	27600	25600	23300	21800	20500	117'8"
		27000	27000	25100	22800	21300	20100	120'0"
		26300	26300	24300	22200	20700	19500	123'0"
			24800	22800	20800	19300	18300	130'0"
			22400	20700	18700	17400	16400	142'0"
				19500	17600	16300	15400	150'0"
				18800	16800	15700	14800	155'0"
				17900	16200	15100	14299	161'0"
					15200	14200	13300	170'0"
					14200	13200	12400	180'0"
						12300	11600	190'0"
						11700	10800	199'6"
							9700	218'0"

Jib model max.jang kauan kait	L1 100 ³ / ₄ '	L2 119 ³ / ₄ '	L3 138 ³ / ₄ '	L4 157 ³ / ₄ '	L5 176 ³ / ₄ '	L6 195 ³ / ₄ '	L7 214 ³ / ₄ '	jang- kauan kait
	55200	55200	55200	55200	55200	55200	55200	13'6"
	55200	55200	55200	55200	55200	55200	55200	48'9"
	55200	55200	55200	55200	55200	55200	51400	51'0"
	55200	55200	55200	55200	55200	51400	48500	53'6"
	55200	55200	55200	55200	55200	55200	55200	13'6"
	55200	55200	55200	55200	55200	55200	55200	38'9"
	55200	55200	55200	55200	55200	55200	51400	51'0"
	55200	55200	55200	55200	55200	51400	48500	53'6"
	55200	55200	55200	55200	51300	48300	45600	56'6"
	55200	55200	55200	50700	47100	44600	42100	60'6"
utk four-part	46200	46200	46200	42800	19700	37400	35200	70'0"
line crane	39400	39400	39400	36500	34100	31900	29900	80'0"
(crane dgn	34600	34600	34600	31900	29700	17700	26100	90'0"
empat kabel	30700	30700	30700	28200	26100	24100	22600	100'9"
pada kaitnya		27800	27800	25600	23600	21700	20300	110'0"
		25400	25400	23200	21300	19600	18300	119'9"
			23100	21100	19300	17700	16400	130'0"
			21300	19400	17800	16300	15100	138'9"
				17600	16200	14700	13400	150'0"
				16400	15100	13800	12700	157'9"
					13600	12400	11400	170'0"
					12900	11800	10800	176'9"
						11500	10600	180'0"
						10700	9800	190'0"
						10200	9300	195'9"
							9100	200'0"
							8300	210'0"
							8100	214'9"

Berat Counterweight (lb).

Jib	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7
105-HP hoist unit AC	37200	47600	50800	37200	40800	44000	54400
165-HP hoist unit AC	34000	44000	47600	34000	40800	40800	40800

Sumber : Peurifoy, 1996.

Contoh soal 1 :

Tentukan jenis four line crane yang dapat digunakan untuk mengangkat beban seberat 18750 lb pada jangkauan 110 ft.
diperkirakan berat sling = 750 lb.

$$\begin{array}{rcl} \text{Diketahui : Berat beban} & = & 18.750 \text{ lb.} \\ \text{Berat sling} & = & \underline{750 \text{ lb.}} \\ \text{Total} & = & 19.500 \text{ lb.} \\ \text{Faktor keamanan} & \times & \underline{1,05} \\ \text{Kapasitas yg diperlukan} & = & 20.475 \text{ lb.} \end{array}$$

Dari table 7. 3. dapat dipilih crane L6 dengan kapasitas 21.700 lb.

Contoh soal 2 :

Tentukan ukuran minimum crane dan panjang boom minimum yang diperlukan untuk mengangkat beban seberat 80.000 lb. dari truck pada permukaan tanah ke suatu tempat 76 ft di atas permukaan tanah.
Jarak vertical bagian bawah beban ke boom adalah 42 ft. Jarak horizontal minimum dari pusat rotasi adalah 40 ft.

BAB VIII

ALAT PEMECAH BATU.

STONE CRUSHER.

Pada suatu pekerjaan jalan, pembuatan konstruksi beton pada rock fill dan filternya serta pekerjaan lainnya, diperlukan syarat khusus untuk gradasi butiran pengisinya. Untuk memenuhi kebutuhan butiran yang sulit diperoleh dari alam secara langsung, maka dibutuhkan alat pemecah agregat. Pemanfaatan agregat dalam proyek konstruksi sangatlah luas. Salah satunya adalah sebagai bahan dasar pembuat beton dan campuran aspal. Selain itu juga digunakan dalam pembuatan jalan, seperti pada dasar jalan atau pada permukaan perkerasan jalan.

Agregat yang diambil dari alam dapat berupa pasir, kerikil atau batuan. Kadang batuan dari alam berukuran besar sehingga perlu dilakukan pengolahan terhadap batuan tersebut sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Guna mendapatkan kerikil atau batuan pecah yang sesuai ukuran yang diharapkan maka diperlukan suatu alat untuk memotong material. Alat pemecah batuan yang digunakan adalah crusher.

Crusher berfungsi untuk memecahkan batuan alam menjadi ukuran yang lebih kecil sesuai dengan yang dibutuhkan. Selain memecahkan batuan, crusher juga memisahkan batuan hasil pemecahan dengan menggunakan saringan (*screen*). Dengan adanya screen maka batuan dapat dikelompokkan sesuai ukurannya. Untuk memasukkan batuan ke dalam crusher, biasanya digunakan alat yang disebut *feeder*. Untuk mendistribusikan agregat hasil pemecahan dan mengantarkan kembali agregat yang belum memenuhi spesifikasi ke dalam crusher maka digunakan conveyor dalam alur kerja 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 batuan diolah lagi di crusher tersier dan seterusnya.

Crusher dibagi juga berdasarkan cara alat itu memecahkan batuan. Crusher yang memecahkan batuan dengan memberikan tekanan pada batuan antara lain : *Jaw, gyratory dan roll crusher*. Sedangkan *impact crusher* menghancurkan batuan dengan tumbukan pada kecepatan tinggi. Pada umumnya jaw crusher digunakan sebagai crusher primer, sedang crusher tipe lainnya dimanfaatkan sebagai crusher sekunder. Pengoperasian crusher ini dapat dilihat pada Gambar 8. 1. yang merupakan urutan pekerjaan yang dilakukan oleh crusher dalam mengolah batuan untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

Pada saat batuan masuk ke dalam crusher maka terjadi reduksi ukuran batuan tersebut. Reduksi itu ditetapkan dalam ratio reduksi. Pada jaw crusher, rasio didapat dari jarak crusher di bagian atas dibagi jarak bukaan di bagian bawah. Sedangkan pada roller crusher, rasio didapat dari ukuran batuan terbesar yang melewati crusher dibagi ukuran bukaan crusher. Rasio reduksi dapat dilihat pada table 8. 1.

Tabel 8. 1. Jenis crusher beserta rasio reduksinya

Tipe crusher	Rasio reduksi
Jaw	4 : 1 - 9 : 1
Gyratory	
True	3 : 1 - 10 : 1
Cone (standard)	4 : 1 - 6 : 1
Roll	
Single roll	maksimum 7 : 1
Double roll	maksimum 3 : 1
Impact	sampai 15 : 1

Sumber : Peurifoy, 1996.

8. 1. JENIS CRUSHER.

8. 1. 1. JAW CRUSHER (PEMOTONG CAKRAM).

Alat ini berfungsi memotong batuan pada tahap pertama, yaitu mengurangi besarnya butiran untuk kemudian dipecah kembali oleh crusher lain jadi ukuran yang dibutuhkan. Konstruksi mesin ini sangat sederhana, sehingga pemakaiannya dapat ditekan seekonomis mungkin karena tenaga yang dibutuhkan relative kecil.

Bagian-bagian yang penting dari mesin ini ialah :

1. Dua buah Jaw, *fixed jaw* (rahang tetap) dan *moveable jaw* (rahang yang bergerak).
2. *Pitman arm*, bagian dua jaw ditempatkan.
3. *Exentric shaft*, yaitu alat yang menggerakkan pitman arm.
4. *Toggle plate*.
5. *Flywheel* yaitu alat yang memutar exentric shaft.

Cara kerja Jaw Crusher adalah sebagai berikut :

Batu dimasukkan lewat *feed opening* (F) dan masuk bagian moveable jaw, yang bergerak ke depan dan belakang serta naik turun, kemudian excentris shaft

digerakkan oleh flywheel. Setelah proses tadi, batu dihancurkan oleh 2 buah jaw yang digerakkan moveable jaw. Batu yang hancur akan keluar melalui *discharge opening* (S). agar batuan dapat keluar sesuai lokasi yang diinginkan, maka discharge dapat diatur dengan menggerakkan baut penyetel adjustment.

Besar kecilnya crusher sebanding dengan lebar jaw dan feed opening.
Contoh : Jika lebar feed opening 24” dan lebar jaw 36”, maka ukuran crusher adalah : 24” x 36”

Ukuran batu yang dapat dipecahkan oleh alat ini tergantung ukuran feed opening sehingga batu tidak melompat ketika proses pemecahan, kemampuan ini juga tergantung pada kekerasan batu. Produksi Jaw Crusher pada berbagai setting dapat dilihat pada table 8. 2.

Memecah batu yang berukuran kecil pada alat ini tidak ekonomis, juga dapat membuat bagian bawah jaw aus. Batu yang cocok dikerjakan pada alat ini ialah batu yang tak terlalu keras dan berukuran 0,8 x ukuran feed opening.

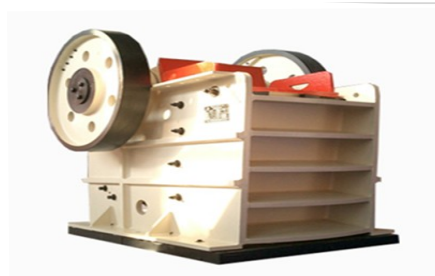


Table 8. 2. Kapasitas Jaw Crusher (ton/jam).

Size Crusher	maximum		Ukuran bukaan bawah Crusher (mm)									
	rpm	hp	25	38	51	64	76	102	137	152	178	203
254x406	300	15	10	14	18							
254x508	300	20	13	18	23	31						
381x610	275	30		24	31	38	45					
381x762	275	40		30	39	48	56					
458x916	250	60		42	55	69	84	113				
610x916	250	75			69	86	103	136				
762x1068	200	100				113	136	181	226	272		
916x1068	175	115				127	145	181	226	272		
916x1220	160	125				136	158	202	249	294	339	
1068x1220	150	150				149	172	226	272	318	364	408
1220x1542	120	180					200	254	309	364	408	454
1422x1832	95	250						286	345	408	468	527

Sumber : Peurifoy, 1996.

Keterangan : pada kolom pertama, angka pertama merupakan lebar bukaan feeder sedangkan angka kedua merupakan lebar lempengan jaw (mm).

Tabel 8. 3. Gradasi Hasil Jaw Crusher (persentase lewat)

Ukuran Saringan	ukuran bukaan bawah crusher (mm)						
	25	38	51	64	76	102	127
127							85
114							77
102						85	69
89						75	
76					85	66	54
70					79		
64				85	73	56	46
57				78	66		
51			85	69	59	46	38
44			76	62	51		
38		85	66	54	46	37	31
32		72	56	46	39		
25	85	59	46	37	33	26	21
19	66	46	36	31	26		
16	56	39	31				
13	46	33	26	22	19	16	13
10	36	26	26	18			
6	26	19	16	13	11		
3	16	11	10	8			
1,6	9	6					

8. 1. 2. GYRATORY CRUSHER.

Crusher ini termasuk jenis primary dan secondary, yaitu berfungsi memecah batu tahap pertama dan kedua. Istilah gyratory mengacu pada operasi alat dengan kisaran. Bagian pemecah berbentuk conus, sehingga sering dinamakan *cone crusher*. Cone dipasang pada sumbu excentris yang berdiri tegak. Ketika cone berputar akan memberikan gerakan kisaran.

Bagian crusher lain berbentuk bowl, yaitu *crusher plate* cekung yang berdiri vertical. Ketika bekerja, cone berputar excentris sehingga celah antara cone dan bowl akan melebar dan menyempit, gerak inilah yang memotong batu.

Cara kerja mesin ini sama dengan jaw crusher. Perbedaannya terletak pada Cara pemberian tekanan. Tekanan pada mesin gyratory berada di samping. Jika mesin akan berfungsi sebagai pemotong tahap kedua, harus diubah settingnya dengan menyetel adjustment. Karena cone dan bowl mempunyai permukaan cekung

(concave) maka hasil pemecahan kebanyakan berupa kubus yang hampir seragam

Produksi gyratory crusher dapat dilihat pada table 8. 4.

Tabel 8. 4. Kapasitas Gyratory Crusher (ton/jam).

Bukaan (in.)	kec, as rpm	setting (in.)								
		1,5	2	2,5	3	4	5	6	7	8
8 x 35	450	31	41	47						
13 x 44	375			85	133					
16 x 60	350				130	210				
30 x 98	325					310	390			
42 x 143	300						500	630		
60 x 196	250								900	1110

Tabel 8. 5. Kapasitas Hammer Mill (ton/jam)

Bukaan (in.)	kec. as rpm	setting (in.)							
		1/8	3/16	1/4	3/8	1/2	1	1,25	
6,25 x 9	1800	2,5	3,5	5	8	10			
12 x 15	1500	9	13	17	23	29	36	39	
15 x 60	900	27	37	47	60	71	90	100	

8. 1. 3. IMPACT CRUSHER (HAMMER MILL).

Keseragaman gradasi batu pecah tidak dapat dikontrol dan produksi rendah jika dilakukan dengan cara manual atau menggunakan palu sebagai alat pemukul. Agar lebih ekonomis, pemecahan batu dengan cara pukulan mekanis dapat dilakukan dengan *impact crusher*. Prinsip kerja alat ini ialah memukul batu secara mekanis untuk memotong tahap pertama.

Jenis impact crusher ada dua, yaitu *impact breaker* dan *hammer mill*.



Prinsip kerja kedua jenis crusher tersebut sama, hanya impact breaker mem

Punyai satu atau dua rotor dan ukurannya lebih besar dari pada hammer mill.

Prinsip kerja kedua alattersebut ialah :

Alat yang dilengkapi dengan rotor tiga atau lebih row yang ujungnya terbuat dari baja keras, berputar dengan kecepatan tinggi. Batu dimasukkan ke dalam feed opening, dan batu dipukul oleh row yang berputar dalam ruang pemecahan (crusher chamber) terbuat dari plat baja (breaker plate). Batu yang dipukul berulang kali dan saling terpelanting di dalam breaker plate. Proses ini berjalan dengan cepat dan hasilnya keluar melalui discharge opening.

Row-row pada alat ini akan menjadi aus karena dipakai antara 100 -200 jam kerja. Pada jenis *reversible impactor row* yang aus masih dapat digunakan dgn diputar balik.

8. 1. 4. ROLL CRUSHER.

Roll crusher atau pemecah tipe silinder berfungsi memecah batu tahap akhir sebagai penyempurnaan terhadap gradasi yang diinginkan. Permukaan roll dilapisi baja keras, baik licin maupun beralur. Dengan bantuan bel roll yang dilengkapi pegas berputar. Pegas diperlukan untuk keamanan terhadap benda yang keras dan tak dapat dipecahkan, misalnya besi. Setting dilakukan dengan mengatur roll maju atau mundur.

Ada 3 (tiga) jenis roll crusher, ketiga rollini masing-masing mempunyai keuntungan pada tenaga tekan yang dihasilkan oleh roll yang saling berdekatan.

a. single roll.

Seperti namanya crusher ini mempunyai sebuah roll yang berbentuk silinder dengan poros horizontal. Roll berputar diatas plat yang berfungsi sebagai pelayan roll, plat dapat diatur. Ukuran crusher ditentukan oleh diameter panjang roll yang dinyatakan dalam inch.

b. double roll.

Crusher ini mempunyai dua roll yang dipasang secara horizontal. Kedua roll berputar berlawanan arah. Crusher ini berfungsi memecah batu untuk mendapatkan agregat berukuran dibawah ¼ inci. Ukuran crusher ini ditentukan oleh dua dimensi, yaitu diameter dan panjang roll. Jenis double crusher yang lain ialah *floating crusher*.

c. triple roll.

Karakteristik dan fungsi crusher ini sama dengan double roll, hanya saja jumlah rollnya tiga.

Diameter batu yang dihancurkan dapat dihitung dengan menggunakan Rumus :

$$F = 0,085 \times R \times S \dots\dots\dots (8. 1.)$$

dimana,

F = ukuran terbesar batu (inci).

R = jari-jari roll (inci).

S = setting (inci).

Kapasitas roll crusher dapat dilihat pada table 8. 6. berikut :

Tabel 8. 6. Kapasitas Roll Crusher (ton/jam).

Ukuran Crusher	Lebar bukaan bawah crusher (mm)						
	6	13	19	25	38	51	64
414 x 416	13,6	27,2	36,2	49,7	77,0	104,0	127,0
610 x 416	13,6	27,2	36,2	49,7	77,0	104,0	127,0
763 x 456	13,6	27,2	40,7	59,0	86,0	113,1	140,0
763 x 559	18,1	36,2	49,7	67,9	104,0	140,0	172,0
1016 x 508	18,1	31,7	45,2	63,4	95,0	122,0	158,5
1016 x 610	18,1	36,2	54,3	77,0	113,1	149,5	190,0
1374 x 610	21,7	43,5	64,3	86,0	130,0	173,8	217,5

Sumber : Peurifoy, 1996.

Keterangan : pada kolom pertama, angka pertama merupakan diameter, sedangkan angka kedua merupakan ketebalan roll

8. 1. 5. PEMECAH BATU LAINNYA.

Masih banyak pemecah batu lain yang sering dijumpai di lapangan ialah :

a. Rod Mill and Ball Mill.

Crusher ini termasuk tipe Impact untuk mendapatkan materi yang lebih halus lagi.

b. Centrifugal Crusher.

Crusher ini menghasilkan gradasi berdiameter kurang dari 1 inci.

Hasilnya berupa batu pecah yang pipih, bidang segi enam.

Bentuk ini cocok untuk beton aspal atau lapisan hotmix.

8. 2. HAL-HAL YANG PERLU DIKETAHUI.

8. 2. 1. RATIO OF REDUCTION.

Yang perlu diketahui dalam pekerjaan crushing ini ialah ratio of reduction, yaitu perbandingan antara ukuran maksimum feed (F) crusher dan setting (S).

Selain itu, juga perlu diperhatikan stage of reduction, yaitu selisih antara ukuran maksimum batu asli (feeding) dan maksimum batu yang dihasilkan.

Ratio of reduction pada berbagai jenis crusher dapat dilihat pada table berikut ini.

Tabel 8. 7. Ratio of Reduction.

Type Crusher	Model Kecil	Model Besar
Jaw Crusher	5 - 10	6 - 14
Gyratory Crusher	3 - 6	6 - 8
Cone Crusher	2 - 9	5 - 15
Twin Roll Crusher(smooth)	1,5 - 3,5	1,5 - 9
Hammer Mill	6 - 14	5 - 48

8. 2. 2. GRID CHART.

Grid chart digunakan pada setting, berfungsi membantu prapenentuan ukuran batu untuk menentukan kapasitas tahap pemecah kedua. Grid chart dapat dilihat pada table hasil pemecahan grid chart.

Dari table itu dapat dilihat pada setting 1,75" hasilnya bergradasi lebih kecil atau sama dengan 5/8" ialah 35 %. Dan setting 2" hasil gradasinya dibawah 5/8 sebesar +32 % lolos. dan sisanya ke ruang dari 68 % untuk ukuran di atas 5/8, dari sini dapat diperoleh keterangan bahwa jika satu alat pemecah bersetting 2 mempunyai kapasitas 43 ton /jam dan gradasi yang diperlukan 5/8, memerlukan pemecah kedua dengan kapasitas minimal 68 % x 43 ton/jam + 29 ton/jam.

8. 2. 3. ALAT BANTU CRUSHER.

Untuk mendapatkan hasil yang sesuai kebutuhan yang sempurna, crusher membutuhkan alat bantu yang berfungsi menyalurkan dan memisahkan hasil berdasarkan gradasi yang berbeda-beda. Alat bantu itu berupa :

1. FEEDER (PENGUMPAN /PENGATUR).
Yang berfungsi menyalurkan material asli ke unit crusher.
2. SCALPING UNIT (SARANGAN KISI-KISI).
Penyaringan ini bertujuan memecah batu yang terlalu besar dan Tidak bisa masuk ke primary crusher.
3. GRIZZLY BAR (BATANG-BATANG PEMISAH).
Alat ini diletakkan di scalping unit yang dipasang miring ke arah feet. Sehingga batu yang besar akan keluar dengan sendirinya.

8. 2. 4. SCREEN (AYAKAN).

Ayakan berfungsi memisahkan batu hasil pecahan dan asli dalam gradasi-gradasi tertentu yang dibutuhkan, yaitu :

- a. Scalping untuk memisahkan ukuran batu di atas/bawah ukuran screen.
- b. Membawa dan mengeluarkan batu yang berukuran tertentu pada proses pemecahan.

Adapun tipe ayakan yaitu :

- a. Inclined Vibrating Screen.
- b. Improved Horizontal Screen.
- c. Revolving Screen.

8. 2. 5. MENGHITUNG PRODUKSI AYAKAN.

Untuk menentukan produksi ayakan dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = A \times c \times E \times D \times G.$$

dimana,

Q = kapasitas ayakan (ton/jam).

A = luas ayakan (ft²)

c = kapasitas teoritis ayakan (ton/jam/ft²).

D = faktor deck.

G = faktor ukuran agregat.

Dari rumus tersebut, dapat dihitung luas minimum ayakan yang diperlukan

$$A = \frac{Q}{c \times E \times D \times G}$$

8. 3. PABRIK PEMECAH BATU (STONE CRUSHER PLANT).

Pada pelaksanaan proyek konstruksi diperlukan batu pecah dalam berbagai ukuran dan volume yang besar. Disamping itu perlu supply yang terus menerus agar kontinuitas pelaksanaan pembangunan berjalan lancar tanpa terganggu karena tidak terpenuhinya supply dari pemecah batu.

Untuk memenuhi kebutuhan itu diperlukan pabrik pemecah batu (*stone crusher plant*) yang dapat melaksanakan pemecahan batu secara total dan kontinu pada pabrik pemecah batu diperlukan alat-alat sebagai berikut :

1. Grizzly.
2. Surge Bin.
3. Belt Conveyor.
4. Stone Crusher.
5. Screen.

Jenis pabrik pemecah batu ini dapat dibedakan atas dua macam, yaitu :

1. Portable Stone Crusher Plant.
2. Pabrik Pemecah Batu (Stone Crusher Plant).



Gambar 8.4 : Crushing Plant

BAB IX.

PERALATAN PEMBETONAN.

CONCRETE BATCHER

Pada hampir semua proyek konstruksi, beton dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Untuk bangunan seperti gedung dan jembatan, beton digunakan sebagai salah satu bahan pembuat balok, kolom ataupun pelat. Dinding yang merupakan dinding pra-cetak juga mempunyai bahan dasar beton. Pipa-pipa yang besar seperti yang digunakan dalam pembuatan saluran juga menggunakan beton sebagai bahan dasar. Selain itu, beton dimanfaatkan sebagai bahan alternative perkerasan jalan.

Beton merupakan campuran dari semen, agregat dan air. Campuran semen dan air disebut pasta. Agregat yang digunakan secara umum untuk membuat beton adalah agregat halus dan agregat kasar, kadang kala campuran tersebut ditamahkan bahan aditif yang mempunyai fungsi khusus seperti *plasticizer* yang berfungsi untuk mempermudah pelaksanaan, *retarder* yang berfungsi untuk memperlambat pengerasan (*setting*) dan *hardening accelerator* untuk mempercepat penguatan beton. Setelah semua bahan beton tadi menjadi satu maka campuran tersebut ditempatkan pada suatu cetakan untuk kemudian dibiarkan sampai mengeras. Campuran beton yang normal mengandung $\frac{3}{4}$ bagian agregat dan $\frac{1}{4}$ bagian pasta berdasarkan volume dengan rasio air-semen berkisar 0,4 - 0,7 berdasarkan berat.

Pekerjaan dalam pembuatan beton meliputi :

- a. Pengukuran berat setiap komponen beton.
- b. Pencampuran bahan beton.
- c. Pemindahan campuran beton.
- d. Penempatan.
- e. Konsolidasi.
- f. Pengeringan.

Agar mencapai hasil yang baik campuran beton harus memenuhi beberapa kriteria seperti kemudahan untuk dicampurkan dan dipindahkan, seragam, tidak mengalami segregasi dan memenuhi seluruh cetakan.

Dalam memproduksi beton secara massal, peralatan untuk membuat beton

sangat diperlukan. Pengadaan alat untuk membuat beton dilakukan agar produktivitas dapat ditingkatkan sehingga hasil beton per jam menjadi lebih besar. Selain itu juga keseragaman hasil dapat dipertahankan.

Peralatan yang biasa dipakai dalam proses pembuatan beton sampai beton tersebut ditempatkan adalah sebagai berikut :

- a. Peralatan pencampur beton (*concrete batching and mixing*).
- b. Peralatan pemindahan campuran beton.
- c. Peralatan pengecoran.

9. 1. PERALATAN PENAKAR BAHAN BETON (BATCHER EQUIPMENT).

Sebelum membuat adonan, bahan/material beton harus ditakar agar sesuai dengan rencana campuran beton yang diminta. Alat ini berfungsi mengukur material sebelum dimasukkan dalam mixer.

Kapasitas batcher minimum tiga kali lebih besar dari pada mixer, jadi satu kali isian batcher dapat digunakan untuk tiga kali adukan mixer. Penghubung antara batcher dengan mixer adalah *gate* (pintu) yang diatur secara manual maupun mekanis (listrik/compressor)

Macam dari batcher ini ialah :

1. SINGLE MATERIAL BATCHER.

Adalah penakar yang sederhana, karena hanya dapat berfungsi mengukur satu jenis bahan beton, jadi diperlukan dua/tiga batcher single untuk menakar pasir, kerikil dan semen.

2. MULTIPLE /CUMULATIVE BATCHER.

Bahan diukur sebelum dimasukkan ke dalam alat ini, dimulai dari pasir, kerikil masuk terlebih dulu baru menyusul semen dan air. Pada alat ini terdapat jarum yang menunjukkan skala bahan beton, setelah komposisi terpenuhi dengan baik, campuran bahan dimasukkan ke dalam mixer untuk diaduk.

9. 2. ALAT PENCAMPUR /PEMBUATAN BETON (MIXER).

Alat ini terdiri dari beberapa silinder yang berputar terhadap poros yang memanjang dan diatur guna memudahkan pemasukan bahan-bahan dan pengeluaran adukan beton. Didalam silinder itu terdapat pula sudu-sudu yang berfungsi mengaduk beton. Kapasitas silinder hanya diisi $\frac{1}{4}$ -nya saja dengan material beton, agar ada ruang yang cukup untuk mengaduk bahan-bahan campuran beton.

Macam-macam mixer terdiri dari :

1. TRUCK MIXER (TRANSIT MIXER).

Mixer ini berupa kendaraan yang biasanya kita kenal sebagai *ready mix*, yg memiliki drum pencampur, dan berkapasitas 3,0 m³ s/d 6,0 m³.

Kendaraan ini dapat digunakan dengan tiga cara, yaitu :

- Diisi dengan bahan-bahan kering dan diangkut ke site plan dalam keadaan berputar. Air baru dicampurkan setelah tiba dilokasi proyek.
- Diisi dengan beton setengah teraduk dan diaduk kembali dengan sempurna setelah tiba di site.
- Diisi dengan adukan beton siap pakai yang diambil dari depo pembuatan beton, silinder akan terus berputar selama perjalanan. Adukan beton dikeluarkan dengan membalik putaran.
Lamanya pengadukan oleh truck mixer akan mempengaruhi kemampuan tekan beton.

Tabel 9. 1. Pengaruh Waktu Pencampuran pada Slump dan Kekuatan Beton.

Waktu Pencampuran (menit)	Slump (in.)	Kekuatan Tekan Beton (psi)		
		3 hari	7 hari	28 hari
1	9,0	1.370	2.150	3.410
15	8,4	1.710	2.530	3.720
30	6,4	1.800	2.590	3.640
60	2,6	2.230	3.100	4.160

Walaupun terlihat nilai kekuatan tidak semakin tinggi, yang perlu dipertimbangkan dalam proses pengadukan tersebut adalah :

- Biaya pengadukan menjadi lebih besar.
- Waktu ikat awal beton juga tercapai lebih dahulu.

Sehingga akan diperoleh biaya pengadukan yang paling ekonomis dengan mutu yang maksimal.

2. TILTING DRUM MIXER (CONSTRUCTION MIXER).

Tilting Drum Mixer terdiri dari sebuah drum yang berfungsi untuk menampung dan mengaduk bahan-bahan beton dengan cara berputar. Drum akan mengeluarkan adukan beton dengan dimiringkan, kemiringan ini dapat mencapai 50 % sampai 60 % ke bawah. Kapasitas alat ini dimulai dari 3,5 S s/d 16 S.

Jenis lainnya dilengkapi dengan pisau yang ada dalam drum, dan pisau inilah yang berputar sehingga alat ini dinamai non-tilting mixer. Kapasitas alat ini lebih besar, yaitu sekitar 28 S; 56 S; 84 S; 112 S.

contoh :

Tentukan jumlah material yang diperlukan per-pengadukan jika menggunakan mixer berkapasitas 16 S. Jumlah material yang diperlukan per-yard³ adalah :

semen	5,6 zak	pasir	1438 lb.
air	39 gallon.	kerikil	1846 lb.

penyelesaian :

untuk setiap pengadukan diperlukan semen : $16/27 \times 5,62 \text{ zak} = 3,32 \text{ zak}$.

untuk memudahkan pemasukan bahan dipakai semen 3 zak, sehingga volume satu kali adukan $3/5,6 \times 27 = 14,50 \text{ ft}^3$

sehingga jumlah material per-adukan :

semen = 3 zak
 pasir = $14,50/27 \times 1.438 \text{ lb} = 771 \text{ lb}$.
 kerikil = $14,50/27 \times 1.846 \text{ lb} = 990 \text{ lb}$.
 air = $14,50/27 \times 39 \text{ gallon} = 20,9 \text{ gallon}$.

waktu siklus untuk pengadukan adalah :

mengisi mixer = 0,25 menit
 mencampur beton = 1,00 menit
 mengosongkan mixer = 0,25 menit
 waktu hilang = 0,10 menit
 waktu total = 1,60 menit

jumlah adukan per-jam = $60/1,60 = 37,5 \text{ pengadukan}$

$37,5 \times 14,5 \text{ ft}^3$

produksi per-jam = $\frac{\text{-----}}{27} = 20,1 \text{ yd}^3$

Produksi real setelah dikalikan faktor koreksi (50 menit /jam) = $50/60 \times 20,1$
 = $16,7 \text{ yd}^3$

Tabel 9. 2. Produksi Tilting Mixer.

Ukuran Mixer	Waktu siklus (menit)		Pengadukan per-jam		Produksi (yd ³) per-jam	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
3,5 S	1,50	2,25	27	40	3,5	5,2
6 S	1,50	2,25	27	40	6,0	8,9
11 S	1,50	2,50	24	40	9,8	16,3
16 S	1,50	2,50	24	40	14,2	20,1
28 S	1,75	2,75	22	34	22,6	35,3
56 S	2,00	2,75	22	30	45,6	62,3
84 S	2,25	3,00	20	27	62,2	84,0
112 S	2,50	3,25	18	24	74,5	99,5

3. PAVING MIXER.

Paving Mixer digunakan untuk mencampur beton pada pembuatan jalan raya dan run-way landasan pesawat udara. Alat ini ditarik crawler traktor yang bergerak sepanjang jalan yang akan dicor.

Paving Mixer dibuat dalam berbagai ukuran standar seperti : 27E dan 34E Drum tunggal, serta 16E dan 34E drum ganda. Paving Mixer Drum Ganda mempunyai 2 bagian, agregat dimasukkan ke dalam bagian pertama, disini dilakukan pengadukan awal. Selanjutnya adukan dipindahkan ke bagian kedua sampai bagian pertama kosong, dan pada bagian kedua adukan sudah siap untuk dicor ke jalan raya.

Dalam operasi, Paving Mixer perlu dibantu dengan menggunakan Clamshell untuk mengisi drum. Ukuran Clamshell dan panjang boom yang diperlukan dapat dilihat pada tabel 9. 3.

Tabel 9. 3. Peralatan Batching Plant untuk Paving Mixer.

Ukuran Mixer	Ukuran minimum Bin (ton)	Ukuran bucket Clam shell (yd ³)	Ukuran Crane (yd ³)	Panjang Boom (feet)
1 27E drum tunggal	75	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	45
1 34E drum tunggal	75	1	1	45
1 16E drum ganda	50	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	40
1 34E drum ganda	100	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	50
Dua 34E drum ganda	190	3	$2\frac{1}{2}$	60

Produksi Paving Mixer tergantung ukuran mixernya, jumlah drum dan kondisi lapangan kerja. Dalam kondisi yang baik, sebuah paving mixer dapat mengaduk 20 % lebih besar dari kapasitasnya. Putaran drum pada drum tunggal setiap kali pengadukan 1 - 2 menit, sedang drum ganda antara 0,8 - 2,5 menit.

contoh :

Tentukan produksi Paving Mixer type 34E drum ganda dalam berbagai kondisi. Jika jalan rayanya rata dan kondisi kerja baik, waktu pengadukan 50 detik.

$$\text{Ukuran max. pengadukan} = 34 \times 1,20 = 40,8 \text{ ft}^3$$

$$\text{Jumlah pengadukan per-jam} = 60/50 \times 60 = 72 \text{ kali}$$

$$\text{Produksi maksimum per-jam} = 72 \times 40,8/27 = 109 \text{ yd}^3$$

$$\text{Produksi untuk 45 menit per-jam} = 45/60 \times 109 = 81,6 \text{ yd}^3$$

$$\text{Produksi untuk 30 menit per-jam} = 30/60 \times 109 = 54,5 \text{ yd}^3$$

Pada tabel 9. 4. terlihat produksi Paving Mixer pada keadaan rata.
 Jika kemiringan tanah > 6 %, kapasitas max. per-adukan >10 % mixer-nya.
 Jika kondisinya kebalikan, maka kapasitas dikurangi 10 %

Tabel 9. 4. Produksi Paving Mixer. (60 menit/jam).

Ukuran mixer	Waktu siklus (menit)		Pengadukan per-jam		Produksi (yd ³) per-jam	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
27E drum tunggal	1,5	2,0	30	40	36,0	48,0
34E drum tunggal	1,5	2,0	30	40	45,4	60,5
16E drum ganda	0,8	1,25	48	75	34,2	53,3
34E drum ganda	0,8	1,25	48	75	72,6	113,5

4. PRODUKSI PENGADUK BETON.

Produksi atau output sebuah alat pengaduk beton dipengaruhi oleh :

1. Jalan hantar/prasarana lalu lintas.
2. Penimbunan dan penyimpanan material (pasir, kerikil dan semen).
3. Sistem pengisian mixer (manual atau mekanis).
4. Ketersediaan dan cara memasukkan air ke dalam mixer.
5. Besar kecilnya volume beton.
6. Waktu pengadukan.
7. Keahlian operator.
8. Hambatan lain di luar kemampuan operator (listrik mati).

Untuk menghitung produksi Mixer dapat dipakai rumus :

$$qm = 60 (V) \times K / 27 (c + m).$$

dimana,

qm = produksi beton (cu yd/jam).

V = volume silinder (cuft).

K = jumlah standar yang diijinkan (1,10 - 1,20).

c = waktu minimum untuk mengisi bahan-bahan dan mengeluarkan adonan beton (menit).

m = waktu mencampur minimum yang diperlukan (menit).

Tabel 9. 5. Perkiraan Produksi Mixer.

Siklus (detik)	Perkiraan Produksi 70 % (m ³ /jam) ukuran mixer (liter)									
	85	100	150	200	300	400	600	800	1000	1500
90	2,4	3,0	4,3	6,0	9,0	12,0	18,0	24,0	30,0	48,0
105	2,1	2,6	4,0	5,0	7,0	10,0	15,0	20,0	27,0	41,0
120	1,9	2,2	3,8	4,5	6,0	9,0	14,0	18,0	22,0	36,0
135	1,7	2,0	2,6	4,0	5,5	8,0	12,0	16,0	20,0	32,0
150	1,5	1,9	2,4	3,5	5,0	7,0	11,0	14,0	18,0	29,0
165	1,4	1,7	2,2	3,2	4,5	6,5	20,0	13,0	17,0	26,0
180	1,3	1,5	2,0	3,0	4,0	6,0	9,0	12,0	15,0	24,0
240	1,0	1,1	1,4	2,2	3,0	4,5	7,0	9,0	11,0	18,0
300	0,6	0,9	1,1	1,7	2,5	3,5	5,0	7,0	9,0	14,0

keterangan :

siklus adalah waktu untuk : mengisi, mengsduk dan membongkar mixer.

9. 3. PENGANGKUTAN DAN PENANGANAN BETON DI SITE PLAN.

1. Gerobak Dorong baik yang satu roda karet, dua roda maupun bermesin.
2. Bucket yang dikerek dengan Crane.
3. Peluncur beton (chuts).
4. Pompa beton (Concrete pump).

9. 4. PEMADATAN BETON.

- a. Vibrator
- b. Tamping beam.

9. 5. PABRIK PENGADUK BETON (CONCRETE MIXING PLAN).

Pembuatan adukan beton secara fabrikasi merupakan suatu cara agar menghasilkan adukan beton dengan kualitas yang konstan. Pabrik pengaduk beton disini ialah tempat mengaduk dan mencampur beton bersifat permanent. Hasil produknya berupa adukan beton siap cor, yang harus diangkut dulu ke lokasi pengecoran.

TIPE-TIPE PABRIK PENGADUK BETON.

Pabrik pengaduk beton dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa kriteria

- a. Dilihat dari pada aliran material.
- b. Berdasarkan kegunaannya.

- c. Bila dilihat dari hasilnya.
- d. Berdasarkan mobilitasnya.



Gambar 9. 1 : Concrete Batching Plant.

BAB X.

ALAT PENGOLAH ASPAL DAN ALAT PERKERASAN.

Aspal sebagian besar digunakan sebagai bahan perkerasan jalan. Jenis perkerasan yang menggunakan aspal disebut perkerasan lentur (*flexible pavement*). Hal ini karena karakteristik aspal yang plastis. Fungsi dan perkerasan aspal ialah untuk mendapatkan permukaan jalan yang baik dan melindungi lapisan di bawahnya dari pengaruh air.

Perkerasan aspal merupakan campuran dari aspal dan agregat (*mix asphalt*). Kandungan agregat dalam campuran 90 - 95 % berat perkerasan. Agregat yang dipakai pada campuran ini meliputi agregat kasar, agregat halus dan filler. Filler merupakan agregat yang sangat halus dan berfungsi sebagai pengisi, bahannya berupa abu batu dan semen. Karakteristik agregat yang harus dipenuhi adalah keras, bersudut, gradasi baik, bersih dan kering dan bertujuan agar ikatan campurannya menghasilkan kekuatan yang baik. Agregat yang permukaannya halus dan bu

lat dapat mengurangi kekuatan campuran dan menyebabkan permukaannya licin.

Fungsi dari aspal pada campuran aspal adalah sebagai pengikat (*binder*) antar agregat. Aspal mengisi rongga antar agregat dan rongga dalam agregat. Aspal yang masih padat disebut *asphalt cement*, yang penggunaannya harus dipanaskan agar meleleh. Campuran antara asphalt cement dengan minyak bumi disebut *asphalt cutback* yang berbentuk cairan dingin dalam suhu ruangan. Bentuk lain dari aspal ialah *asphalt emulsion*. Keunggulan dari aspal jenis ini adalah tidak menimbulkan api dan dapat dituangkan ke atas agregat yang basah.

Asphalt mix design merupakan hasil analisa dari campuran agregat dengan aspal, yang campurannya benar dan kekuatannya sesuai dengan yang diinginkan. Kriteria aspal mix disain yang harus dipenuhi adalah :

- a. **Stabil** : stabilitas aspal ditentukan oleh friksi internal dan kohesi. Bentuk agregat akan mempengaruhi friksi tersebut, sedangkan binder akan mempengaruhi kohesitas campuran aspal.
- b. **Tahan lama** : yang dimaksud dengan tahan lama adalah ketahanan campuran terhadap oksidasi, agregat yang saling berpisah dan memisahkan binder dari agregat. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah aspal dalam campuran dan gradasi agregat.
- c. **Kedap air** : perkerasan aspal harus kedap terhadap air dan udara. Kekedapan terhadap air dan udara dapat dicapai dengan melakukan pemadatan dan membuat mix design yang baik.
- d. **Fleksibel** : fleksibilitas yang baik dicapai jika perkerasan dapat berubah pada saat terjadi pergerakan minor selama umur perkerasan.
- e. **Tidak menyebabkan selip** : permukaan perkerasan aspal diharapkan dapat menghindari terjadinya selip pada roda kendaraan yang lewat di atasnya.
- f. **Tidak mengalami kelelahan** : dengan lewatnya kendaraan diatas perkerasan secara terus menerus maka dapat mengakibatkan kelelahan bahan. Kelelahan bahan dipengaruhi oleh rongga antar partikel dan viskositas binder.
- g. **Mudah dikerjakan** : campuran aspal yang dihasilkan sebaiknya dapat dgn mudah dituangkan dan dipadatkan.

Alat-alat berat yang berhubungan dengan pekerjaan pengaspalan adalah sebagai berikut :

1. Asphalt Plant.
2. Alat untuk perkerasan.

10. 1. ASPHALT PLANT.

Asphalt plant merupakan tempat campuran aspal diaduk, dipanaskan dan dicampur. Ada dua macam asphalt plant yang sering digunakan yaitu *drum mix plant* dan *batch plant*.

a. **Batch Plant.**

Ada beberapa komponen dari batch plant, yaitu :

1. *Cold feed system* atau *cold bin*.
2. *Drum dryer* (drum pengering).
3. *Hot elevator* (elevator).
4. *Screen* (saringan).
5. *Hot bin* (penampung).
6. *Pugmill mixer*.

Fungsi dari cold feed system adalah untuk tempat penyimpanan agregat dan mengatur pengaliran agregat pada saat pencampuran. Alat terdapat pada batch plant maupun drum plant. Alat ini terdiri dari beberapa tempat penyimpanan terbuka di bagian atas dan bagian bawah terdapat pintu yang mengatur pengaliran agregat. Beberapa drum plant mempunyai saringan dibagian pintu yang berfungsi untuk menyaring agregat yang tidak sesuai ukurannya.

Drum dryer berfungsi sebagai pemanas dan pengering agregat. Suhu agregat dapat mempengaruhi suhu campuran. Agregat yang terlalu panas dapat menyebabkan aspal cepat membeku pada saat pencampuran. Sebaliknya jika agregat tidak dipanaskan dengan baik maka agregat tidak dapat dilapisi dengan baik. Drum dryer bergerak berputar dan bagian dalamnya terdapat aliran gas yang berfungsi untuk mengeringkan agregat. Drum diletakkan miring dan pada bagian ujung bawah terdapat pembakaran (*burner*). Agregat yang telah dikeringkan dan dipanaskan kemudian dituangkan ke atas hot elevator yang akan mengalirkan ke saringan.

Saringan digetarkan sehingga agregat yang lewat dapat diayak. Saringan berfungsi untuk mengatur gradasi agregat menjadi empat macam ukuran yang kemudian ditampung di-4 bak penampungan (*hot bin*). Agregat yang ditampung dalam hot bin kemudian dituangkan ke dalam *hopper* yang akan mengukur berat masing-masing agregat. Hopper terletak di bawah hot bin dan di atas *pug mill mixer*. Agregat kasar dan halus yang telah diukur beratnya secara kumulatif kemudian ditambahkan *filler* baru dijatuhkan ke dalam mixer. Aspal dipompakan ke dalam mixer dengan menggunakan *spray bar* atau semprotan.

b. Drum Mix Plant.

Setelah setiap jenis agregat diukur beratnya pada cold feed system, maka agregat tersebut dialirkan ke drum mixer yang berotasi secara vertical. Bersamaan dengan masuknya agregat ke dalam drum, gas panas dari pembakaran (*burner*) juga dialirkan. Pada bagian akhir drum, aspal dicampurkan ke dalam agregat dan kemudian diaduk.

c. Tempat Penyimpanan Aspal.

Aspal yang digunakan untuk membuat campuran temperaturnya berkisar 150° C. Untuk mempertahankan suhu aspal maka pada system yang dipakai harus terdapat pengatur suhu. Jika aspal yang dialirkan ke dalam system bersuhu rendah, ada dua cara untuk meningkatkan temperaturnya yaitu dengan proses pembakaran langsung atau dengan proses minyak panas. Pada proses pertama ditempatkan pembakaran (*burner*) yang akan membakar aspal di dalam tangki

penyimpanan. Keuntungan cara ini adalah efisiensi suhu tinggi. Pada proses peningkatan suhu aspal dengan minyak panas dilakukan dua tahap, pertama minyak pengantar panas dipanaskan kemudian minyak itu didistribusikan ke dalam pipa pada tangki aspal.

d. Silo.

Silo adalah silinder vertical yang digunakan sebagai tempat penyimpanan campuran aspal hasil mixer. Campuran aspal dialirkan ke dalam silo melalui bagian atasnya dengan menggunakan conveyor tertutup. Pada bagian bawah terdapat pintu yang akan mengeluarkan campuran aspal untuk dimasukkan ke dalam truck dengan adanya alat ini maka proses pencampuran dapat terus dilakukan walau pun truck penerima campuran aspal tidak tersedia. Silo merupakan silinder yang tertutup rapat. Hal ini untuk menghindari terjadinya oksidasi yang dapat mengakibatkan campuran menjadi keras.

10. 2. PERALATAN PERKERASAN.

Pada saat membuat perkerasan dengan aspal, alat yang dibutuhkan berbeda dengan pembuatan perkerasan beton. Selain truck, alat yang digunakan untuk perkerasan aspal ialah :

1. *Asphalt distributor* (distributor aspal).
2. *Asphalt paver* atau *asphalt finisher*.
3. *Compactor* (pemadat).



Gambar 10. 1 : Asphalt Mixing Plant.

1. ASPHALT DISTRIBUTOR.

Alat ini merupakan truck yang dimodifikasikan sesuai dengan fungsinya. Fungsi dari alat ini adalah untuk menghampatkan aspal cair ke atas permukaan pondasi jalan dengan kecepatan yang sama. Tangki pada distributor aspal mempunyai system yang dapat mempertahankan suhu aspal dan di alat ini juga dilengkapi

kapi burner yang berfungsi untuk meningkatkan suhu aspal sesuai dengan keten tuan.

Selain itu, alat ini dilengkapi dengan pompa yang membantu dalam menyemprot aspal cair. Aspal cair ini berfungsi untuk mengikat campuran aspal yang akan dihamparkan di atasnya.

Kecepatan distributor aspal (S, m/menit) yang bergerak selama pengham paran tergantung dari beberapa hal. Pertama ialah keluaran aspal dari pompa (P) yang dihitung dalam liter/menit. kemudian lebar (W), alat penyemprot (*spry bar*) juga dihitung dalam meter. Selanjutnya adalah menghitung kecepatan pengham paran (R) dalam liter/m². faktor-faktor tersebut diturunkan ke dalam rumus :

$$S = \frac{P}{W \times R} \quad (\text{m/menit}) \quad \dots\dots\dots (10. 1.)$$

2. ASPAL FINISHER (Asphalt Paver).

Finisher adalah alat yang digunakan untuk menghamparkan aspal olahan dari mesin pengolah aspal dan meratakan lapisannya. Alat yang rodanya crawler track ini dilengkapi dengan hopper yang tidak beralas, dibawah hopper terdapat pisau selebar hoppernya. Proses penghamparan dimulai dengan memasukkan aspal ke hopper, aspal langsung turun ke permukaan site dan disisir oleh pisau. Untuk mendapatkan kerataan yang diinginkan diatur oleh pisau tadi.

Ketinggian hamparan aspal dapat mencapai sampai dengan 14 cm dalam keadaan belum dipadatkan. Produksi alat ini dapat mencapai 50 ton/jam dengan lapisan 5 cm dan kecepatan 1 - 1,5 meter /menit. dengan kecepatan tersebut, mesin cukup dijalankan dengan kekuatan 9 HP. Konstruksi alat ini cukup besar, sehingga untuk mengangkut ke site harus menggunakan trailer.

Beton aspal yang dihasilkan oleh Barber Green Finisher, yang digunakan pada konstruksi besar harus memenuhi persyaratan yang cukup ketat, antara lain :

- a. Mempunyai stabilitas yang cukup tinggi.
- b. Mempunyai kekuatan gilas dan rata untuk dilewati kendaraan.
- c. Mempunyai sambungan memanjang dan melintang yang baik, sehingga tidak mengganggu stabilitas kendaraan yang melewatinya.

3. UNJUK KERJA FINISHER.

Dalam pembangunan jalan raya, peran kerja Finisher sangat besar terutama pada pekerjaan perkerasan dan pelapisan ulang. Finisher juga dapat mengantisipasi segala macam jenis aspal. Peran finisher ini dapat dilihat dari beberapa contoh

pekerjaan berikut ini.

a. Pembangunan Jalan Baru :

Pada pembangunan jalan baru finisher aspal akan mencampur material pada permukaan yang baru dibuat. Jalan baru biasa kondisinya baik, karena kerikil, batuan yang dipakai masih tinggi stabilitasnya. Bagi finisher pekerjaan ini tidak rumit, karena *sub-grade* dibuat dengan baik, lereng tidak curam, *base* telah disiapkan dengan material yang baik juga.

Bila permukaan base tidak beraturan akibat penghamparan pertama masih dapat diperbaiki pada hamparan kedua bersamaan dengan pemadatannya.

b. Pelapisan Ulang Jalan Raya :

Pelapisan ulang berarti pemberian lapisan bituminous yang sudah lama dan jalan dalam keadaan tidak memenuhi syarat konstruksi jalan.

Pelapisan ulang selain dilakukan pada jalan yang rusak, juga dilakukan untuk maksud memperpanjang usia jalan membuat lapisan anti slip. Karena finisher berjalan di atas permukaan, maka pada pekerjaan pelapisan ulang harus diperhatikan traksi crawler traktor tersebut.

c. Menyelaraskan Perkerasan :

Pada pekerjaan sambungan lapisan pada lapisan lama, penggunaan sedikit overlap akan mencegah pengurangan tebal. Saat penyelarasan lapisan dilakukan, tebal overlapping harus cukup sehingga pemadatan ulang dari roller akan membuat lapisan baru turun hanya sampai level lapisan lama, karena akan terjadi pertemuan dan sobekan di bawah screed.

4. PERHITUNGAN BIAYA PRODUKSI FINISHER.

Uraian	Satuan	Lebar Penghamparan			
		2,50	8,50	4,24	8,50
		Mekanis		Otomatis	
Perkiraan umur pakai	tahun	8		8	
Perkiraan jam pakai	jam/tahun	700		700	
Kapasitas mesin	HP	9	188	67	138
Nilai beli alat	US \$	20.000	150.000	850.000	165.000

BAB XI.

PENGERUKAN

DREDGING.

Pengerukan adalah pekerjaan penggalian endapan di bawah permukaan air dan dilaksanakan baik dengan tenaga manusia maupun dengan alat berat. Kecuali pengerukan biasanya dilakukan dengan menggunakan kapal keruk.

Terdapat beberapa tipe kapal keruk antara lain :

- Tipe pompa
- Tipe ember (*bucket type*).
- Tipe ember cengkeram (*grab type*).
- Tipe cengkeram (*dipper type*).

Penggunaannya tergantung dari :

- Volume endapan yang dikeruk
- Lokasi (arealnya)
- Kedalaman air
- Karakteristik endapan
- Tempat pembuangan
- Sumber tenaga penggerak.

Survey yang perlu dilakukan untuk pengerukan :

- Pendugaan dan eksplorasi tanah.
- Survei hidrologi dan meteorology.
- Survei terhadap hambatan pelaksanaan.
- Survei tempat pembuangan endapan.

Untuk pemilihan kapal keruk ini sangat dipengaruhi oleh tipe dari kapal keruk itu sendiri, antara lain :

- Kapal keruk tipe ember cengkeram (*grab dredger*) :
Penggunaan kapal keruk yang besar tidak terpengaruh oleh kedalaman pengerukan dan sangat cocok untuk pengerukan sediment biasa dalam jumlah yang besar.
Sedangkan penggunaan kapal keruk yang kecil, cocok untuk pengerukan daerah yang sempit, dekat kaki suatu bangunan, kaki perkuatan lereng atau pilar jembatan.
- Kapal keruk tipe ember (*bucket dredger*) :

Cocok untuk pengerukan baik tanah lunak maupun tanah keras.
Effisiensi operasinya tinggi, terutama pada pengerukan lempung.

- Kapal keruk tipe cengkeram (dipper dredger) :
Biasanya dipergunakan untuk pengerukan tanah keras atau hancuran batuan.
- Kapal keruk pompa yang tidak dapat bergerak sendiri :
Effisiensi operasinya tinggi dan mampu mengeruk sediment dalam jumlah besar. Cocok untuk pekerjaan ringan, reklamasi dan pekerjaan penggalian tanah.

11. 1. Pengerukan dengan Kapal Keruk tipe Pompa :

- a. Pengerukan lebih (*outbreak*) :
Volume tanah yang akan dikeruk hendaknya dihitung dengan cara sebagaimana menghitung pekerjaan penggalian biasa.
Hasil yang diperoleh dari cara perhitungan ini dapat digunakan sebagai volume rencana pekerjaan pengerukan.
Pengerukan lebih ini sangat bervariasi, tergantung dari dimensi pekerjaan, karakteristik tanah, cara melaksanakan pengerukan dan dapat ditentukan berdasarkan pengalaman.
- b. Volume hasil pengerukan :
Volume hasil pengerukan hendaknya diperhitungkan sebagai berikut :
 - Volume hasil pengerukan supaya ditentukan berdasarkan pengukuran Profil yang sebenarnya.
 - Pengerukan lebih hendaknya tidak dimasukkan ke dalam volume hasil pengerukan.
 - Apabila terjadi pengendapan kembali pada suatu tempat yang sudah dikeruk, hendaknya dikeruk kembali kecuali apabila ditentukan secara khusus.
- c. Pipa penyemprot dan distribusi hasil penyemprotan :
Apabila pipa penyemprotan lumpur dari kapal keruk tipe pompa yang melintasi kanal sebagai jalan air, maka pipa penyemprotan haruslah dipasang sebagaimana pada Gambar dibawah ini.
- d. Lain-lain :
pengerukan dasar sungai hendaknya dimulai dari hulu ke hilir.

11. 2. Contoh Perhitungan.

1. Sebuah Grab-dredger digunakan untuk pengerukan lumpur sebanyak 800 m^3 dimana hasil pengerukan tersebut langsung dibuang ke tepian sungai untuk reklamasi.
Jika diketahui : kapasitas bucket = 4,0 m, kadar lumpur = 25 %, Waktu kerja per hari = 8 jam, job efisiensi = 0,70 Waktu kerja per jam = 50 menit, carry factor = 0,85

Waktui siklus = 1,5 menit.

Pertanyaan : Berapa waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan ?

Jawab :

Jumlah lumpur = $800 \text{ m}^2 \rightarrow$ jumlah sediment = $800 / 0,25 = 3.200 \text{ m}^3$

Banyaknya trip = $60 / 1,5 = 40$ trip/jam

Produksi teoritis = $40 \times 4 = 160 \text{ m}^3/\text{jam}$

Faktor koreksi : efisiensi waktu = $50 \text{ menit/jam} = 0,84$

Faktor koreksi total = $0,84 \times 0,70 \times 0,85 = 0,50$

Produksi = $0,5 \times 160 = 80 \text{ m}^3/\text{jam} \rightarrow 80 \times 8 = 640 \text{ m}^3/\text{hari}$.

Waktu pelaksanaan = $3.200/640 = 5$ hari.

2. Sebuah suction dredger beroperasi dengan data-data sbb :

Panjang pipa hisap pada ladder : 6.00 m

Panjang pipa seluruhnya : 600 m (minus pipa ladder).

Yang terdiri atas : pipa hisap : 20 m

pipa apung : 300 m

pipa darat : 280 m

diameter seluruh pipa : 0,61 m

bj tanah lumpur lunak 20 % (a) : 1,20 (lumpur 20 % + air 80 %)

berat lumpur : $1,4 \text{ kg/m}^3$

Hitunglah total "head loss" dan kapasitas kapal keruk per jam.

Kecepatan (V) dihitung konstan : 3 m/detik dan Gravitasi (g) : 9,8 m/detik.

Garis energi dapat dilihat pada gambar.

Jawaban :

Terdapat 10 head loss (kehilangan energi) yaitu :

1. Head loss di titik masuk :

$$H_1 = E_1 \times V^2 / 2g = 0,4 \times 3^2 / 2 \times 9,8 = 0,18 \text{ m.}$$

2. Head loss pipa pada ladder :

$$H_2 = E_2 \frac{a \times L \times V^2}{D \times 2g} \rightarrow E_2 = 0,02 + 0,0005 (1/0,61) = 0,021$$

$$= 0,11$$

3. Head loss pada pipa lengkung :

$$H_3 = E_3 \times V^2 / 2g \rightarrow E_3 = \sin^2(225/2) + 2 \sin(225/2) = 2,31$$
$$= 1,06 \text{ m.}$$

4. Head loss pada pipa hisap :

$$H_4 = E_4 \frac{a \times L \times V^2}{D \times 2g} \rightarrow E_4 = 0,02 + 0,0005 (1/0,61) = 0,021$$

$$= 0,38 \text{ m.}$$

5. Head loss pada pipa buang :

$$H_5 = E_5 \frac{a \times L \times V^2}{D \times 2g} \rightarrow E_5 = a + (b/V \times D)$$

$$= 0,021 \times \frac{1,2 \times 290 \times 3^2}{0,61 \times 2 \times 9,8} = 0,02 + \frac{0,0018}{3 \times 0,16}$$

$$= 5,5 \text{ m} \quad = 0,021$$

6. Head loss pada pipa lengkung :

$$H_6 = E_6 \times (V^2 / 2g) \rightarrow E_6 = \sin^2 (150/2) + 2 \sin (150/2)$$

$$= 1,23 \text{ m} \quad = 2,67$$

7. Head loss pada pipa darat :

$$H_7 = E_7 \frac{a \times L \times V^2}{D \times 2g} = 0,021 \times 1,2 \times (10/0,61) \times (3^2/2 \times 9,8)$$

$$= 0,78 \text{ m.}$$

8. Head loss akibat lengkung :

$$H_8 = H_6 = 1,23 \text{ m.}$$

$$9. H_9 = E_7 \frac{a \times L \times V^2}{D \times 2g} = 0,021 \cdot 1,2 \cdot (280/0,61) \cdot (3^2/2 \cdot 9,8)$$

$$= 5,31 \text{ m.}$$

10. Head loss akhir pipa :

$$\begin{aligned} H_{10} &= V^2 / 2 \cdot g = 3^2 / (2 \times 9,8) \\ &= 0,5 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total head loss} &= H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_{10} \\ &= 0,18 + 0,78 + 1,06 + 0,38 + 5,5 + \\ &\quad 1,23 + 0,78 + 1,23 + 5,31 + 0,5 \\ &= 16,95 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2 \cdot V \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,61^2 \cdot 3 \\ &= 0,876 \text{ m}^3/\text{detik.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tenaga pompa : } P &= (1000 \cdot W \cdot Q \cdot H) / (75 \cdot \eta) \\ &= (1000 \cdot 1,4 \cdot 0,876 \cdot 15,68) / (75 \cdot \eta) \\ &= 427 \text{ HP.} \end{aligned}$$

Kapasitas pengerukan/jam :

$$Q = 0,876 \cdot 3600 = 3.121,2 \text{ m}^3 \text{ sediment}$$

$$\text{Lumpur} = 0,2 \times 3121,2 = 624,24 \text{ m}^3.$$

Referensi :

1. Peurifoy, R.L.; Ledbetter, W.B.; Schexnayder, C.J. : **“Construction Planning, Equipment and Methods, 5th Edition”**. New York : McGraw-Hill, 1996.
2. Nunnally, S.W. : **“Construction Methods and Management, 4th Edition”**. New Jersey : Prentice Hall, 1998.
3. Day, D.A. : **“Construction Equipment Guide, 2nd Edition”**. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1991.
4. Russel, J.E. : **“Construction Equipment”**. Virginia : Reston, 1985.
5. Varman, M. : **“Construction Equipment and Its Planning & Application, 3rd Edition”**. New Delhi : Metropolitan Book Co. (P) Ltd., 1992.
6. Rochmanhadi, : **Alat-Alat Berat dan Penggunaannya**. Jakarta : YBPPU, 1989.
7. -----, **“Aplikasi dan Produksi Alat-Alat Berat”**. Jakarta : Training Centre Dept. PT United Tractors, 1993.
8. -----, **“Caterpillar Performance Handbook”**. Illionois : Caterpillar Inc. 1993.