

MANAJEMEN ALAT-ALAT BERAT



**PT UNITED TRACTORS Tbk.
APPLICATION ENGINEERING**

MANAJEMEN ALAT-ALAT BERAT

Perencanaan sebagai salah satu fungsi dari manajemen yang merupakan cerminan dari arah gerak, tata cara dan tolok ukur atau patokan di dalam menjalankan kegiatan-kegiatan organisasi (proyek) adalah suatu hal yang sangat penting. Dengan perencanaan yang baik dan tepat, maka jalannya kegiatan-kegiatan organisasi (proyek) akan menjadi terarah, terukur dan terkendali dengan baik. Oleh karena itu perencanaan peralatan khususnya yang berkaitan dengan keterlibatan alat-alat berat di suatu proyek harus diperhatikan dengan seksama.

Selanjutnya timbul suatu pertanyaan, mengapa alat-alat berat sangat diharapkan kehadirannya di dalam menyelesaikan pekerjaan-pekerjaan di suatu proyek berskala besar? Untuk menjawab pertanyaan tersebut, maka secara garis besar terdapat tiga alasan utama yang menjadi pertimbangan. Ketiga alasan tersebut ialah :

- (1) Alat-alat berat digunakan untuk pekerjaan berskala besar dengan waktu penyelesaian yang terbatas.
- (2) Alat-alat berat digunakan untuk pekerjaan berskala besar yang tidak memungkinkan hanya menggunakan tenaga manusia.
- (3) Karena alasan efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomi lainnya.

Perencanaan peralatan suatu proyek yang khususnya menggunakan alat-alat berat, meliputi tahap pemilihan, tahap pemakaian (aplikasi) dan tahap pengelolaan alat-alat berat (perawatan dan perbaikan). Ketiga tahapan tersebut merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan, sehingga sangat besar pengaruhnya terhadap kesuksesan proyek yang akan dikerjakan. Ketiga unsur tersebut secara keseluruhan tercakup dalam MANAJEMEN ALAT-ALAT BERAT.

Pemilihan alat-alat berat merupakan langkah awal yang harus ditempuh dan diperhatikan dengan seksama, karena apabila terdapat kekeliruan di dalam tahap pemilihan, maka akan menimbulkan kesulitan-kesulitan di dalam tahap pemakaiannya yang

pada gilirannya akan menimbulkan kesulitan pula dalam tahap pengelolaan (perawatan dan perbaikan) alat-alat berat itu sendiri.

Mengingat luasnya kandungan materi dalam manajemen alat-alat berat , maka pada kesempatan ini telah disusun buku MANAJEMEN ALAT-ALAT BERAT yang memuat tentang teknik pemilihan dan pemakaian. Sedangkan mengenai pengelolaan alat-alat berat (perawatan dan perbaikan) akan disusun secara tersendiri (dalam buku yang lain).

Tujuan penyusunan buku MANAJEMEN ALAT-ALAT BERAT ini dimaksudkan untuk memberikan gambaran kepada para pembaca mengenai bagaimana teknik pemilihan, pemakaian (aplikasi) alat-alat berat yang tepat untuk melaksanakan pekerjaan-pekerjaan di suatu proyek.

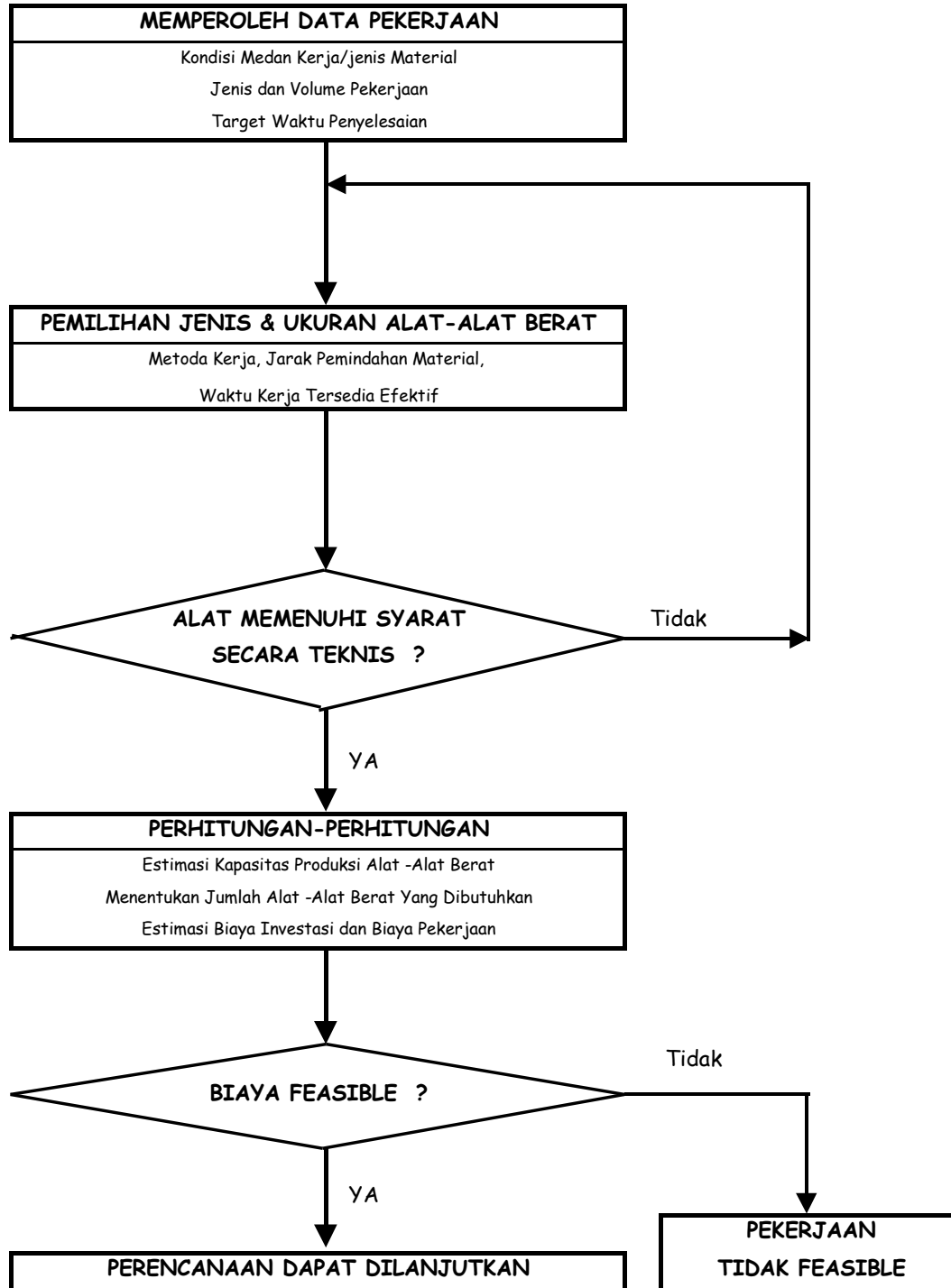
Agar penjelasan di dalam buku MANAJEMEN ALAT-ALAT BERAT lebih terfokus pada sasarannya, maka di dalam penyusunan ini digambarkan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan dan pemakaian alat-alat berat, pengenalan jenis dan fungsi alat-alat berat di berbagai sektor proyek, perhitungan taksiran produktifitas dan biaya yang dikeluarkan oleh alat-alat berat serta beberapa contoh perhitungan mengenai alat-alat berat tersebut.

BAB I

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TEKNIK PEMILIHAN DAN PEMAKAIAN ALAT-ALAT BERAT

Seperti yang telah disampaikan pada bahasan terdahulu, bahwa perencanaan peralatan khususnya alat-alat berat di suatu proyek merupakan salah satu bagian penting dalam perencanaan suatu proyek secara keseluruhan. Maka teknik pemilihan dan pemakaian alat-alat berat pada suatu proyek yang menerapkan mekanisasi, sangat menentukan kesuksesan pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut. Sebagai gambaran mengenai urutan langkah apa yang harus dilakukan dalam **Proses Pemilihan Alat-Alat Berat** dapat dilihat pada gambar 1 (bagan alir proses pemilihan alat-alat berat).

Dengan melaksanakan urutan langkah dalam pemilihan alat-alat berat, diharapkan akan diperoleh komposisi dan kombinasi peralatan yang sesuai dengan kebutuhan, baik secara teknis maupun ekonomis.



Gambar 1. Bagan alir proses pemilihan alat-alat berat

I.1. SIFAT DAN KARAKTERISTIK MATERIAL

Material yang berada di permukaan bumi ini sangat beraneka ragam, baik jenis, bentuk dan karakteristiknya. Oleh karenanya alat yang dapat digunakan untuk memindahkannya pun beraneka ragam pula. Aplikasi alat-alat berat tidak dapat dipisahkan dari kondisi medan kerja dan sifat fisik material, karena kedua hal tersebut akan sangat menentukan jenis alat apa yang tepat digunakan. Alat yang digunakan pada medan kerja yang berbatu dan bergelombang akan berbeda dengan alat yang digunakan pada medan kerja yang lunak berlumpur, demikian pula alat yang digunakan untuk mengerjakan material yang berat akan berbeda dengan material yang ringan. Kondisi suatu medan kerja umumnya tercipta oleh keadaan alam dan jenis material yang ada di dalamnya.

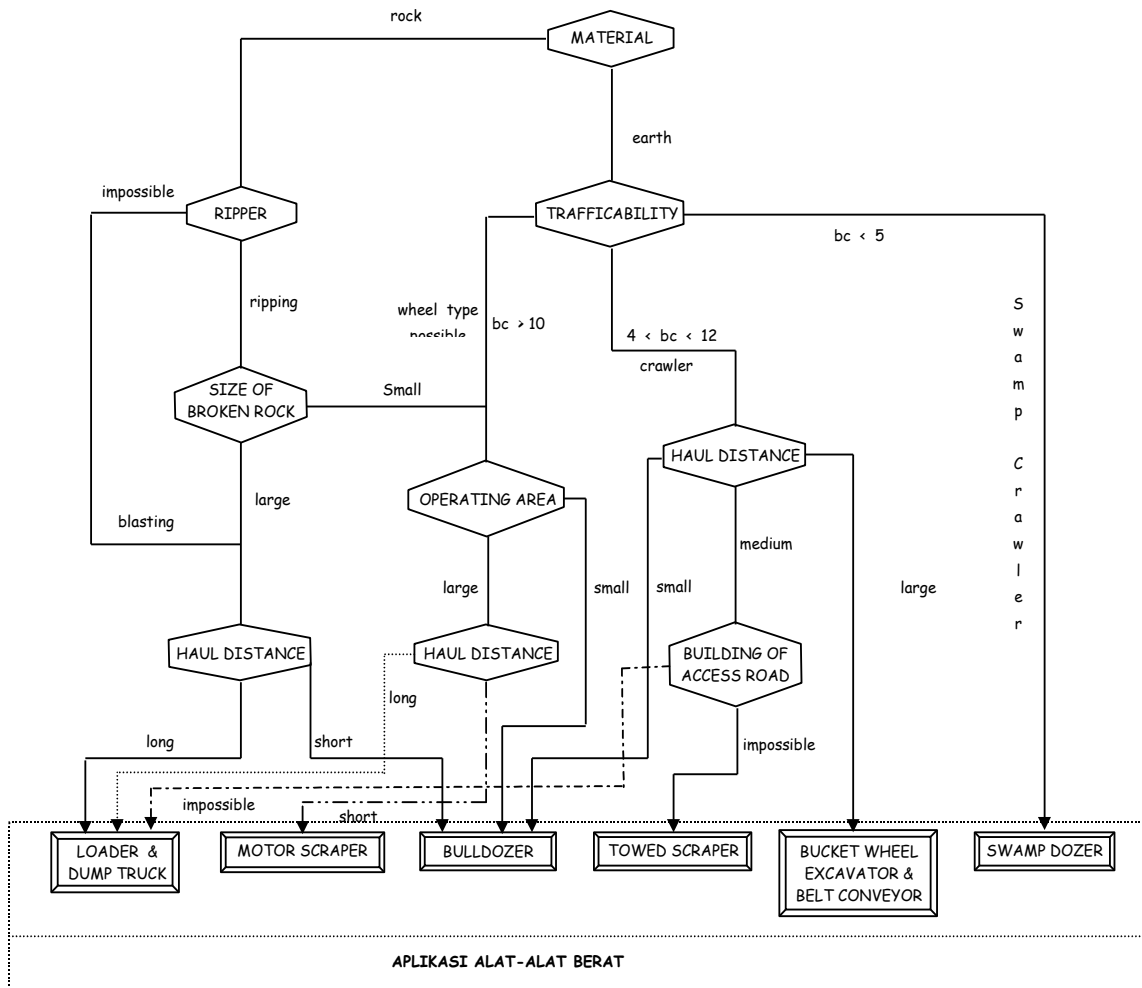
Hubungan aplikasi alat-alat berat terhadap kondisi medan kerja dan sifat fisik material dapat dilihat pada gambar 2.

Yang dimaksud dengan material dalam bidang aplikasi alat-alat berat disini adalah meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar dan alang-alang) dan bangunan. Sifat fisik material yang dihadapi alat-alat berat akan berpengaruh besar terhadap operasionalnya terutama dalam hal :

- (1) Menentukan jenis alat yang akan digunakan dan taksiran kapasitas produksinya.
- (2) Perhitungan volume pekerjaan.
- (3) Kemampuan kerja alat pada kondisi medan kerja / material yang ada.

Jadi dengan tidak sesuainya alat dengan kondisi material, akan menimbulkan kesulitan berupa tidak efisiennya alat, yang otomatis akan menimbulkan kerugian karena banyaknya waktu yang hilang (loss time).

Beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah : Pengembangan dan Penyusutan Material, Berat Material, Bentuk Material, Kohesivitas Material, Kekerasan Material, Daya Dukung Material, Jarak Angkut, yang akan dijelaskan sebagai berikut :

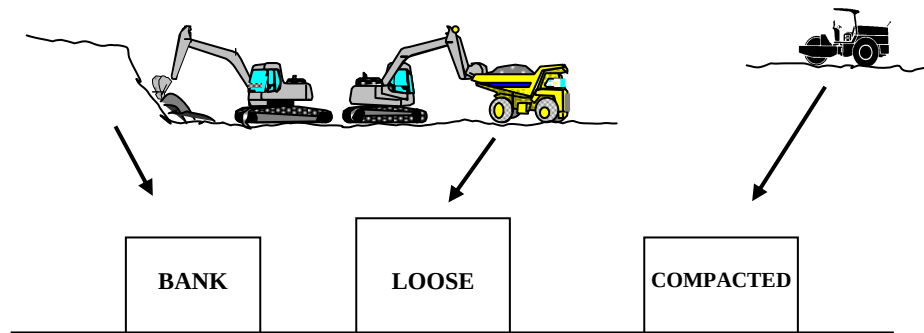


Gambar 2. Skema hubungan aplikasi alat-alat berat terhadap kondisi medan kerja dan sifat fisik material.

I.1.1. Pengembangan Dan Penyusutan Material

Yang dimaksud dengan pengembangan dan penyusutan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material/tanah yang diganggu dari bentuk aslinya (digali, dipindahkan/diangkut atau dipadatkan). Perubahan volume tersebut akan diikuti pula dengan perubahan dari densiti material, atau dengan kata lain, faktor pengembangan dan penyusutan volume sama dengan faktor perubahan densiti material dalam kondisi yang sama.

Dari faktor tersebut bentuk material dibagi dalam tiga keadaan yang ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pengembangan dan penyusutan material

Keadaan Asli (Bank) - BCM = Bank Cubic Meter.

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (lalu-lalang peralatan, digali, dipindahkan, diangkut atau dipadatkan). Dalam keadaan ini, butiran-butiran mineral yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik.

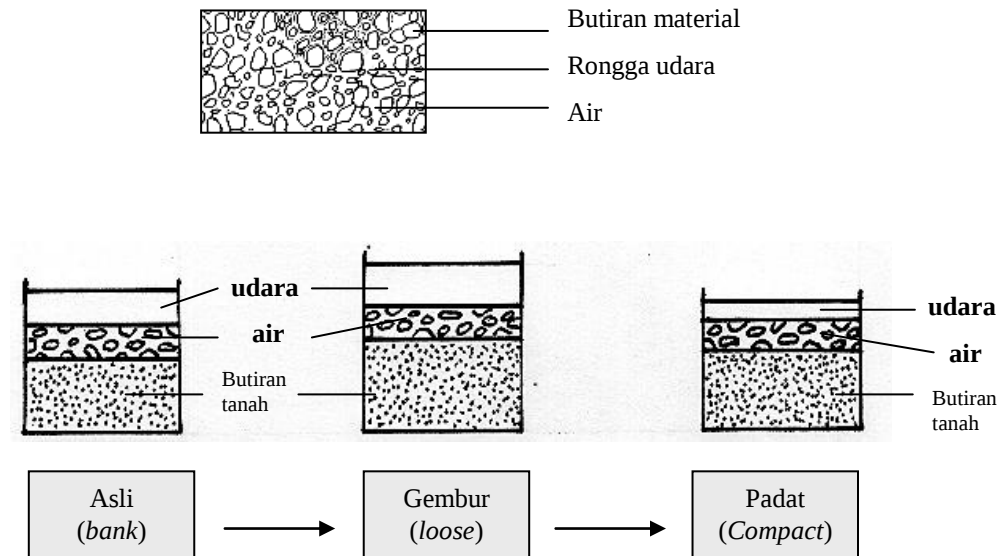
Keadaan gembur (Loose) - LCM = Loose Cubic Meter.

Material yang telah tergali dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume, yaitu mengembang. Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran tanah. Dengan demikian volumenya menjadi lebih besar.

Keadaan padat (Compact) - CCM = Compact Cubic Meter.

Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan). Perubahan volume terjadi, karena adanya penyusutan rongga udara diantara partikel-partikel material tersebut. Dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap.

Susunan material terdiri dari partikel-partikel (butiran-butiran) yaitu butiran material, udara dan air serta perubahan volume dalam keadaan asli (*bank*) menjadi gembur (*loose*) dan padat (*compact*) dapat ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4. Susunan material dan perubahan volumenya.

Catatan :

Dalam perhitungan produksi, material yang didorong/digusur dengan blade, yang dimuat dengan bucket atau vessel, kemudian digelar/dispreading adalah dalam kondisi gembur. Untuk menghitung suatu volume tanah yang telah diganggu dari bentuk aslinya, dengan melakukan penggalian material tersebut, atau melakukan pemadatan dari material yang sudah gembur ke padat, perlu dikalikan dengan faktor yang disebut faktor konversi.

Faktor ini dapat dibaca dengan mudah pada tabel "Faktor Konversi Volume Tanah / Material" :

Tabel 1. FAKTOR KONVERSI VOLUME TANAH/MATERIAL

JENIS MATERIAL	KONDISI AWAL	PERUBAHAN KONDISI BERIKUTNYA		
		KONDISI ASLI	KONDISI GEMBUR	KONDISI PADAT
SAND	(A)	1.00	1.11	0.95
	(B)	0.90	1.00	0.86
	(C)	1.05	1.17	1.00
SANDY CLAY	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.80	1.00	0.72
	(C)	1.11	1.39	1.00
CLAY	(A)	1.00	1.43	0.90
	(B)	0.70	1.00	0.63
	(C)	1.11	1.59	1.00
GRAVELLY SOIL	(A)	1.00	1.18	1.08
	(B)	0.85	1.00	0.91
	(C)	0.93	1.09	1.00
GRAVELS	(A)	1.00	1.13	1.03
	(B)	0.88	1.00	0.91
	(C)	0.97	1.10	1.00
SOLID OR RUGGED GRAVELS	(A)	1.00	1.42	1.29
	(B)	0.70	1.00	0.91
	(C)	0.77	1.10	1.00
BROKEN LIMESTONE, SANDSTONE AND OTHER SOFT ROCKS	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.61	1.00	0.74
	(C)	0.82	1.35	1.00
BROKEN GRANITE, BASALT AND OTHER HARD ROCKS	(A)	1.00	1.70	1.31
	(B)	0.59	1.00	0.77
	(C)	0.76	1.35	1.00
BROKEN ROCKS	(A)	1.00	1.75	1.40
	(B)	0.57	1.00	0.80
	(C)	0.71	1.24	1.00
BLASTED BULKY ROCKS	(A)	1.00	1.80	1.30
	(B)	0.56	1.00	0.72
	(C)	0.77	1.38	1.00

KETERANGAN :

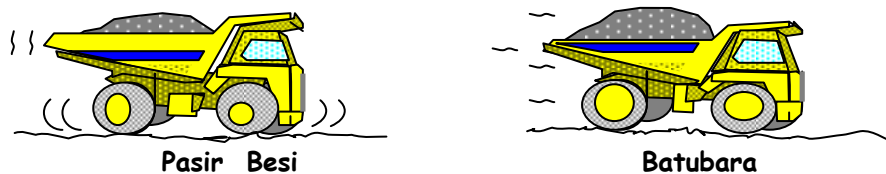
(A). ASLI/BANK

(B). GEMBUR/LOOSE

(C). PADAT/COMPACT

I.1.2. Berat Material

Berat adalah sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kemampuan suatu alat-alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, mengangkut dan lain-lain, akan dipengaruhi oleh berat material tersebut. Pada umumnya, setiap alat-alat berat mempunyai batasan kapasitas, volume tertentu, sehingga pengertian berat material juga akan dipengaruhi oleh *densiti* material. Seperti yang dialami oleh alat angkut (truck) pada gambar 5.



Gambar 5. Berat Material

Waktu mengangkut batubara dengan berat $0,9 \text{ ton/m}^3$, alat dapat bekerja dengan baik. Tetapi pada saat mengangkut pasir besi dengan berat $1,8 \text{ ton/m}^3$ ternyata alat angkut mengalami beban berat yang berlebihan sehingga alat terlihat berat untuk menggelinding.

Contoh pengaruh berat material terhadap kemampuan operasi alat-alat berat adalah :

- (1) Wheel loader akan terjungkit pada waktu memuat biji besi, sedangkan untuk tanah biasa tidak
- (2) Bulldozer kelas kecil tidak mampu mendorong tumpukan batuan, sedangkan untuk tanah biasa dapat beroperasi dengan baik.
- (3) Dump truck tidak mampu menahan pada waktu mengangkut penuh batuan, sehingga terpaksa volumenya harus dikurangi.
- (4) Bulldozer tidak mampu menyarad (*skidding*) batang kayu yang besar sekali.

I.1.3. Bentuk Material

Faktor ini harus difahami, karena akan berpengaruh terhadap banyak sedikitnya material tersebut dapat menempati suatu ruangan tertentu. Mengingat

material yang bentuk butirannya kecil dan seragam, kemungkinan besar isinya dapat sama (senilai) dengan volume ruangan yang ditempatinya. Sedangkan material yang berbongkah-bongkah akan lebih kecil dari nilai volume ruangan yang ditempatinya.

Oleh karena itu, pada material jenis ini akan berbentuk rongga-rongga udara yang memakan sebagian isi ruangan. Berapa material yang mampu ditampung oleh suatu ruangan dapat dihitung dengan cara mengoreksi ruangan tersebut dengan suatu faktor yang disebut faktor muat, seperti :

- (1) "Bucket faktor" untuk jenis alat yang memakai bucket
- (2) "Blade faktor" untuk jenis alat yang memakai blade
- (3) "Load faktor" untuk jenis alat angkut

Besarnya faktor tersebut dapat dilihat pada tabel 2.a. dan tabel 2.b. :

Tabel 2.a. Faktor koreksi / Muat akibat sifat dan bentuk material

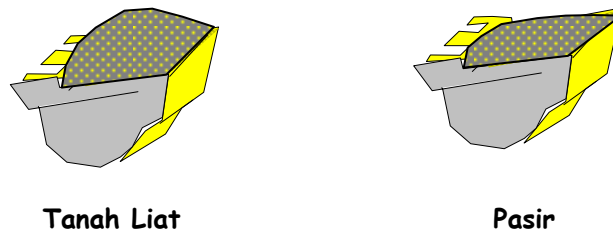
KONDISI OPERASI UNTUK DOZING	BLADE FAKTOR	
Mudah digusur	Blade mendorong tanah penuh, untuk tanah yang <i>loose</i> , lepas, kandungan airnya rendah.	1,10 - 0,90
Sedang	Blade tidak penuh mendorong tanah, untuk tanah dengan campuran gravel, pasir, atau tanah lepas.	0,90 - 0,70
Agak sukar digusur	Untuk tanah liat yang kandungan airnya tinggi, pasir tercampur kerikil tanah liat yang keras.	0,70 - 0,60
Sukar	Untuk batuan hasil peledakan, atau batuan berukuran besar dan tertanam kuat pada tanah.	0,60 - 0,40

Tabel 2.b. Faktor Koreksi / Muat akibat sifat dan bentuk material.

KELOMPOK MATERIAL		FAKTOR MUAT	
		TANAH TEBING	TANAH GEMBUR
Butir Campuran Lembab		0,95 - 1,00	0,95 - 1,00
Butir Seragam	Sampai 3 mm	0,95 - 1,00	0,85 - 0,90
	3 mm - 9 mm	0,85 - 0,90	
	12 mm - 20 mm	0,90 - 0,95	
	24 mm - lebih	0,85 - 0,90	
Material Hasil Peledakan	Diledakan baik	0,80 - 0,85	
	Sedang	0,75 - 0,80	
	Diledakan buruk (dgn Blok2 buruk)	0,60 - 0,65	
Lempung Lembab			1,00 - 1,10
Tanah, Batu besar, Berakar			0,80 - 1,00
Material yang bersifat Mengikat			0,85 - 0,95

I.1.4. Kohesivitas Material

Yang disebut kohesivitas material adalah daya lekat atau kemampuan saling mengikat diantara butir-butir material itu sendiri, ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Kohesivitas material

Material dengan kohesivitas tinggi akan mudah menggunung. Jadi apabila material ini berada pada suatu tempat, akan munjung. Volume material yang menempati ruangan ini ada kemungkinan bisa melebihi volume ruangnya. Misalnya tanah liat. Sedangkan material dengan kohesivitas rendah, misalnya pasir, apabila menempati suatu ruangan akan sukar menggunung. Melainkan cenderung peres/rata.

I.1.5. Kekerasan Material

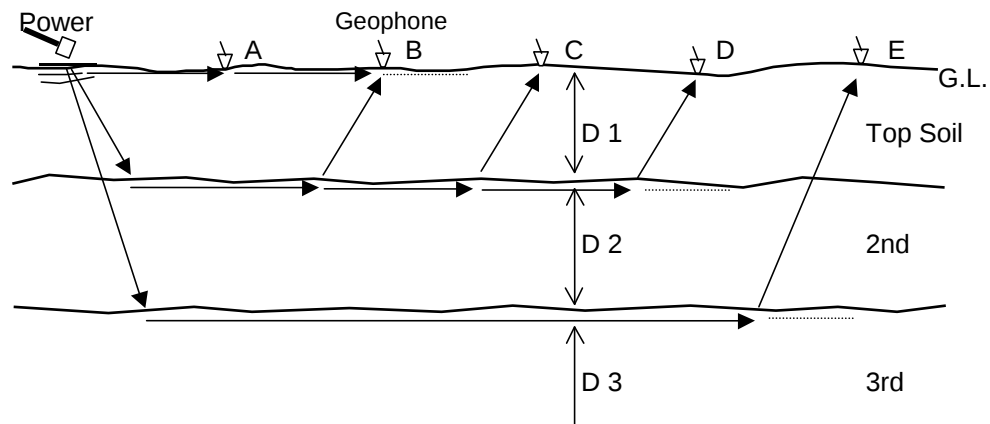
Material yang keras akan lebih sukar dikoyak, digali atau dikupas oleh alat-alat berat. Hal ini akan menurunkan produktivitas alat. Material yang umumnya tergolong keras adalah batu-batuan. Batuan dalam pengertian aplikasi alat-alat berat terbagi dalam tiga batuan dasar, yaitu :

- Batuan beku : Sifat keras, padat, pejal dan kokoh.
- Batuan sedimen : Perlapisan batuan dari yang lunak sampai ke yang keras.
- Batuan metamorf : Umumnya perlapisan keras, padat dan tidak teratur.

Nilai kekerasan tanah diukur dengan menggunakan Ripper meter atau bisa juga dengan menggunakan Seismic Test Meter. Besarnya nilai kekerasan ditunjukkan dalam satuan m/detik (Satuan Seismic Wave Velocity).

Secara sederhana gambaran Seismic Test Meter dilakukan seperti gambar 7. Dari hasilnya diketahui kekerasan dan kedalaman masing-masing lapisan.

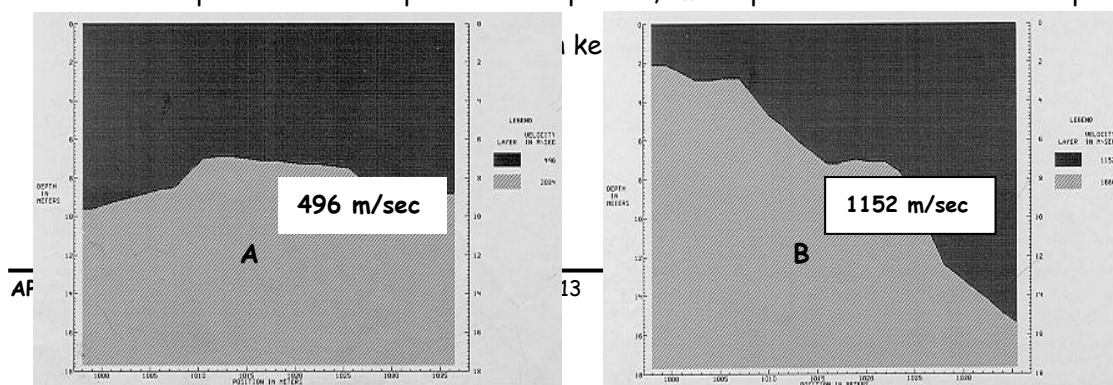
Gambar 7. Prinsip Pengukuran Seismic Test Meter.



Cara pengetesan :

Dengan menempatkan/sedikit tertanam alat geophone A B C D E dengan jarak tertentu kemudian dirangkaikan sedemikian rupa, ujung kabel pada power source, satu lagi dihubungkan dengan peralatan khusus (Signal Stacking Seismographs).

Setelah power source dipukul beberapa kali, maka pada alat tersebut didapat



Gambar 8. Contoh Hasil Test Seismic

Pada gambar hasil Seismic Wave Velocity grafik vertikal menunjukkan kedalaman lapisan (m) dan grafik horizontal menunjukkan jarak pengukuran (m).

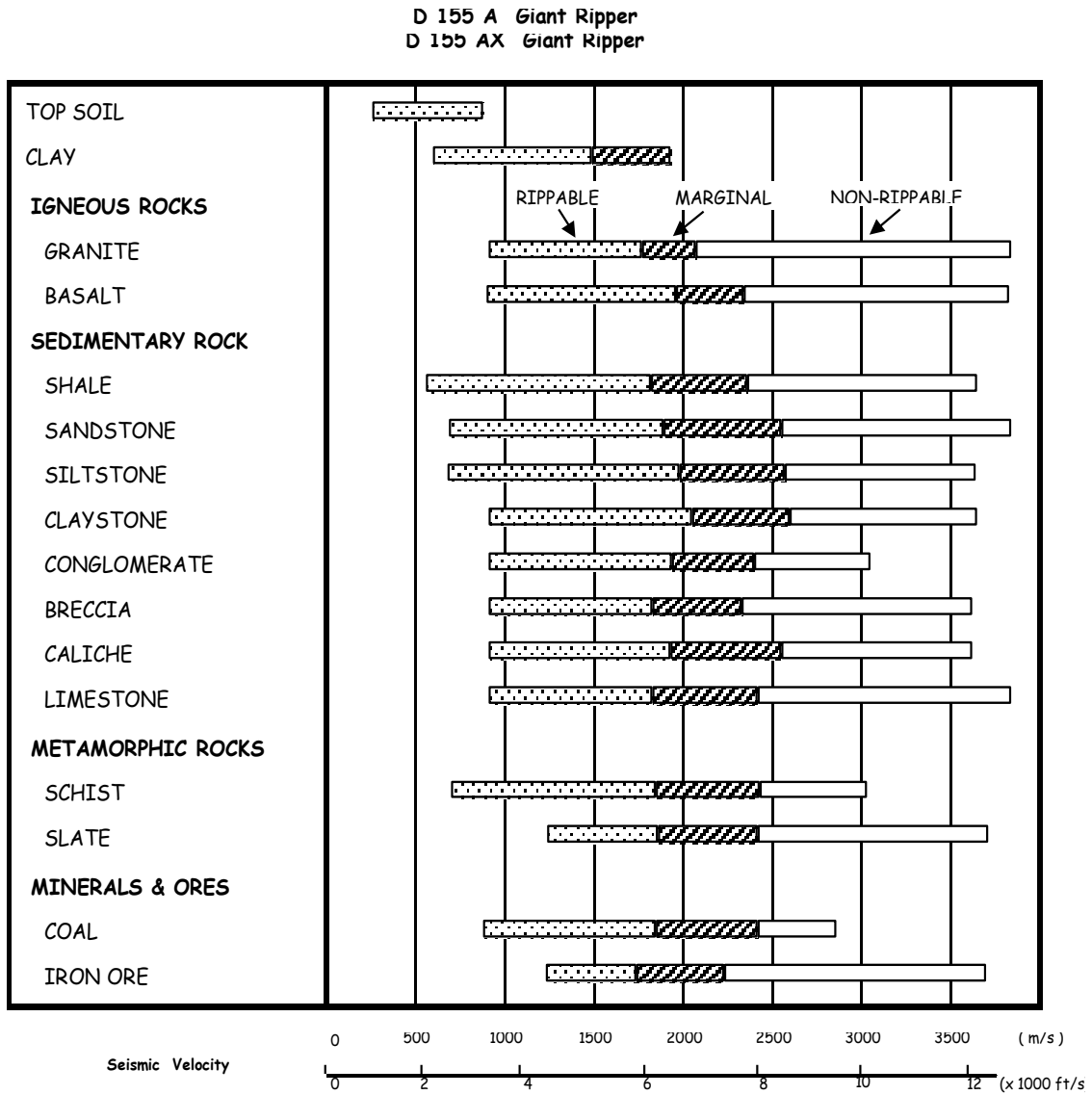
Gambar A didapatkan velocity lapisan 1 = 496 m/sec dan lapisan 2 = 2034 m/sec.

Gambar B didapatkan velocity lapisan 1 = 1152 m/sec dan lapisan 2 = 1686 m/sec.

Sehingga bisa disimpulkan tipe alat-alat berat yang cocok dengan kondisi kekerasan batuan tersebut.

Untuk memilih tipe alat-alat berat yang mampu melakukan ripping (penggaruan) pada daerah tertentu, disesuaikan dengan hasil test Seismic Wave Velocity, dapat ditunjukkan pada tabel 3. untuk bulldozer D 155A Giant ripper :

Tabel 3. Kemampuan Ripping Bulldozer D 155 A / AX



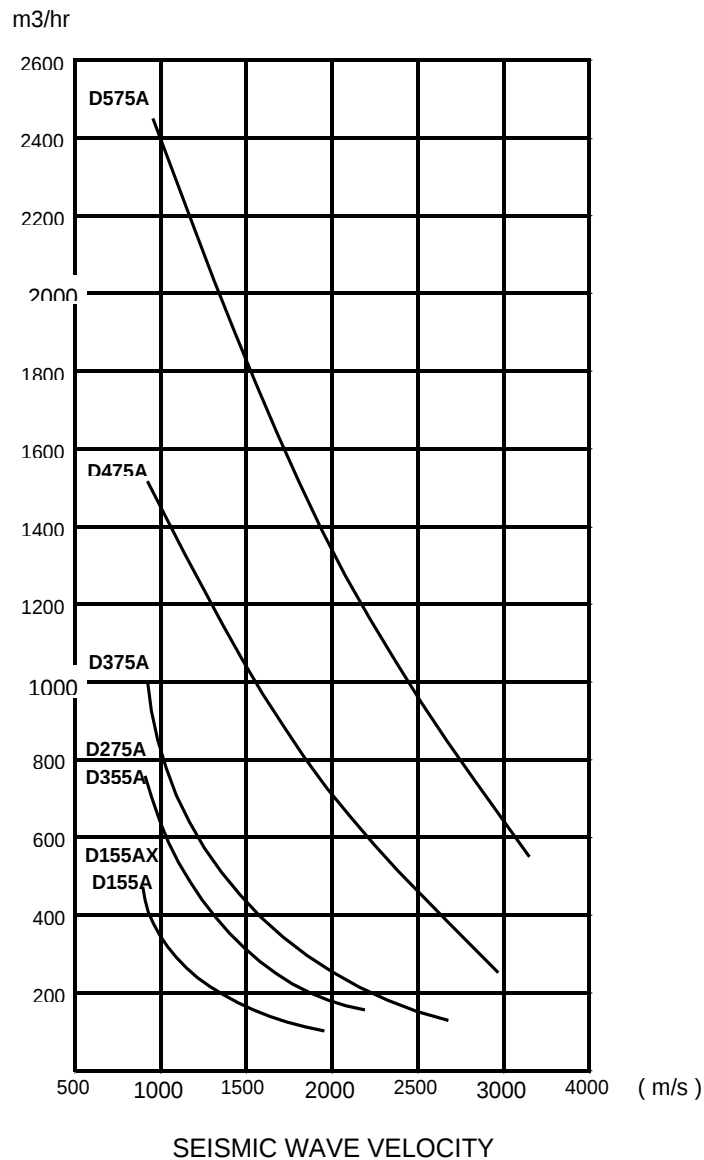
Estimasi produksi bisa dilihat pada kurva gambar 9. :

- Grafik mendatar.

Hasil test seismic dengan satuan meter/sec.

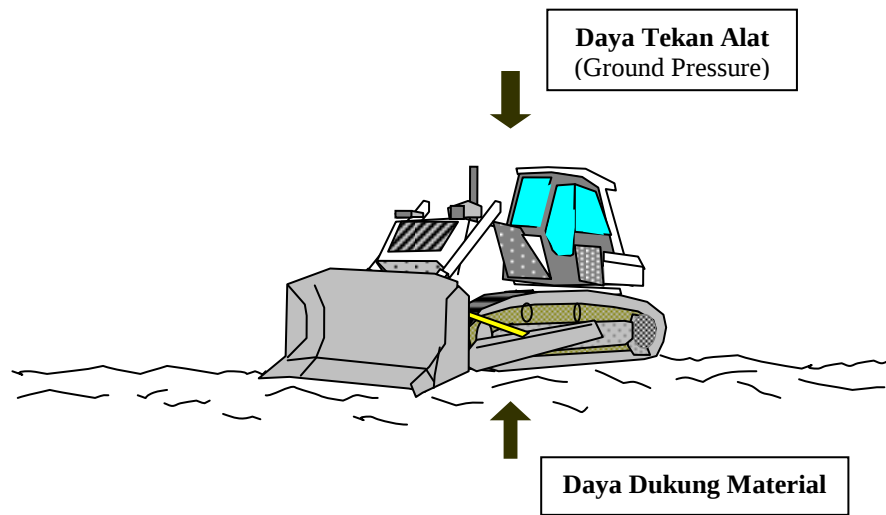
- Grafik vertikal

Produktivitas m^3/jam . Terdiri dari bulldozer tipe : D155, D 275, D355, D375, D475 dan D575A.



Gambar 9. Kurva Estimasi Produksi Ripping dari Bulldozer.

I.1.6. Daya Dukung Material

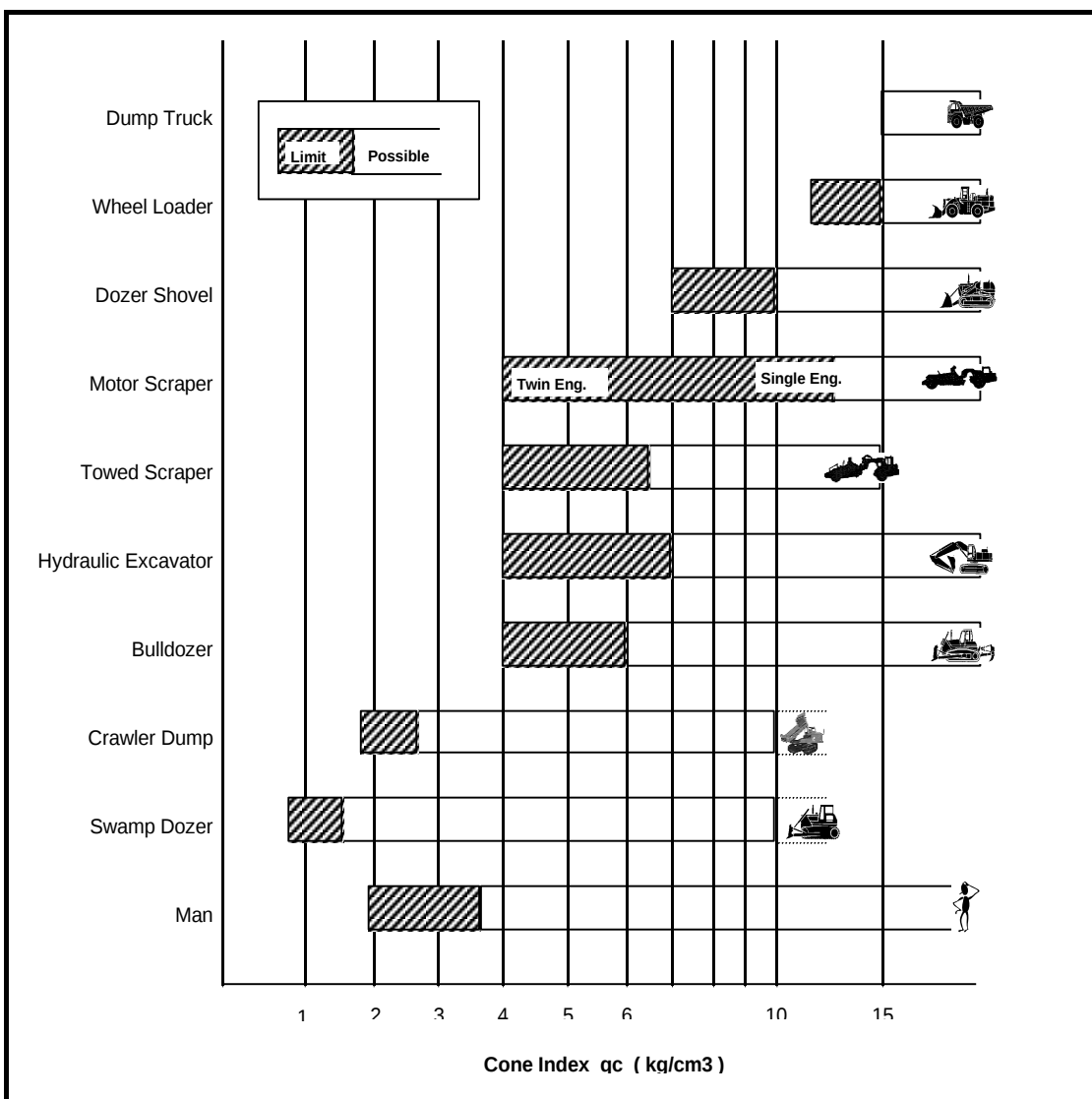


Gambar 10. Daya Dukung Material

Adalah kemampuan material untuk mendukung alat yang berada di atasnya. Apabila suatu alat berada di atas material, maka alat tersebut akan memberikan "daya tekan" ("ground pressure"), sedangkan perlawanan yang diberikan material adalah "daya dukung". Jika ground pressure alat lebih besar dari daya dukung material, maka alat tersebut akan terbenam. Nilai daya dukung material dapat diketahui dengan cara pengukuran/test langsung di lapangan. Alat yang umum digunakan untuk test daya dukung material, disebut : "Cone Penetrometer".

Untuk mengetahui jenis alat-alat berat yang sesuai berdasarkan daya dukung tanahnya dapat dilihat pada tabel 4.a. dan tabel 4.b. :

Tabel 4.a. Tabel Daya Dukung Tanah Untuk Alat-Alat Berat



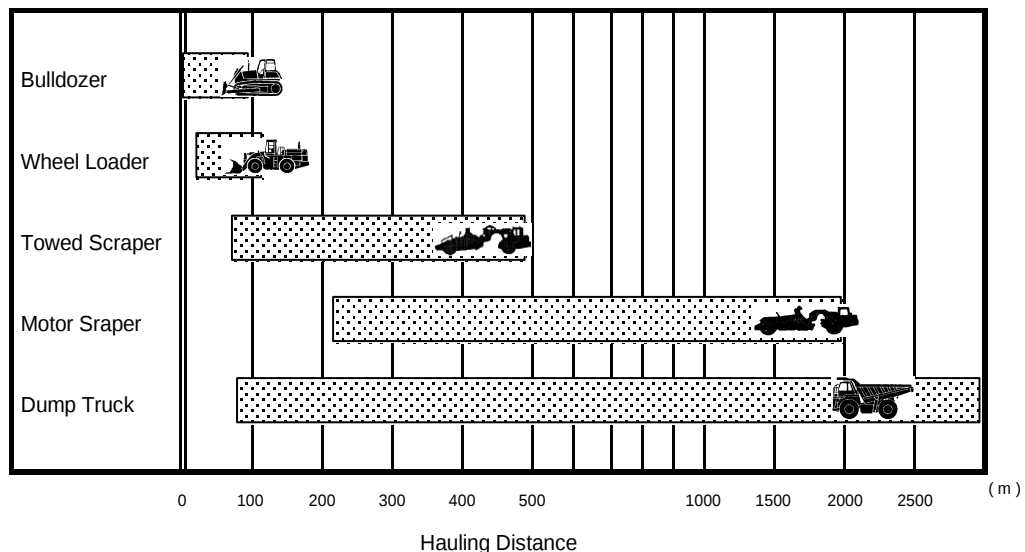
Tabel 4.b. Tabel Daya Dukung Tanah Untuk Alat-Alat Berat Komatsu

CONE INDEX	JENIS ALAT	DAYA TEKAN ALAT (Kg/cm ²)
2	Extra Swamp Dozer	0.15 - 0.30
2 - 4	Swamp Dozer	0.20 - 0.30
4 - 5	Small Bulldozer	0.30 - 0.60
5 - 7	Medium Bulldozer	0.60 - 0.80
7 - 10	Large Bulldozer	0.70 - 1.30
10 - 13	Motor Scraper	1.30 - 2.85
15	Dump Truck	3.20

I.1.7. Jarak Pemindahan Material

Pemilihan alat-alat berat untuk memindahkan material sangat ditentukan oleh jarak pemindahannya dan kondisi jalan yang akan dilalui. Pemindahan suatu material dengan dump truck, akan berbeda pilihannya dengan bulldozer, wheel loader ataupun motor scraper.

Skematik pemilihan A2B berdasarkan jarak pemindahan ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Skematik Pemilihan alat-alat berat berdasarkan jarak angkut

I.2. ANALISA BEBAN DAN TENAGA

Dengan melakukan analisa beban dan tenaga dari alat yang digunakan, maka dapat diketahui tingkat kemampuan dan kecepatan bekerja yang optimal dari alat tersebut untuk kondisi pekerjaan tertentu.

Tahap-tahap analisa yang dilakukan adalah :

- a) Menentukan beban total mesin / alat.
- b) Menentukan tenaga yang tersedia atau kombinasi "draw bar pull" dan kecepatan yang tersedia untuk melakukan pekerjaan.
- c) Memeriksa traksi kritis mesin/alat untuk menentukan tenaga tarik yang dapat digunakan.
- d) Membandingkan beban terhadap tenaga tarik yang digunakan dan memilih gigi operasi tertinggi yang dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan menarik.
- e) Mengadakan koreksi tenaga yang tersedia apabila mesin bekerja pada ketinggian tertentu.

Sebagai dasar untuk melakukan analisa tersebut diatas, maka perlu diketahui hal-hal sebagai berikut :

I.2.1. Beban / Tahanan

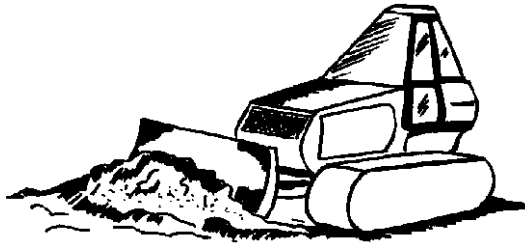
Adalah beban / tahanan pada bulldozer yang melakukan pekerjaan pemindahan tanah mekanis, berupa :

- a. **Beban Dorong**, pada bulldozer yang bekerja mendorong atau menggusur material, dihitung dengan formula :

$$\text{Beban Dorong} = KB \times BD \text{ (Kg)}$$

KB = Kapasitas blade (m^3)

BD = Berat material (kg/m^3)



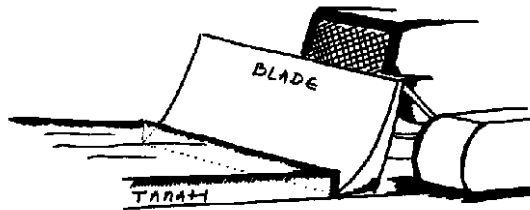
Gambar 12, Bulldozer menerima beban dorong

- b. **Beban Potong**, ditimbulkan sebagai reaksi material terhadap pemotongan yang dilakukan kepadanya. Secara teoritis dapat dihitung apabila **Shear Strength** atau **Draft Resistance** dari material diketahui.

$$\text{Beban Potong} = q \times dr \text{ (Kg)}$$

q = Luas Penampang tanah yang dipotong (cm^2)

dr = Shear Strength



Gambar 13, Bulldozer menerima beban potong

- c. **Beban Tarik**, merupakan tahanan yang timbul akibat adanya gesekan dari benda yang ditarik. Misalnya log (kayu gelondongan). Tahanan pada benda tersebut timbul karena adanya gesekan antara log dengan permukaan tanah.

Besarnya bervariasi tergantung berat log, cara penarikan dan keadaan tanah. Secara teoritis dapat dihitung dengan formula :

$$\text{Beban Tarik} = BK \times cq \text{ (Kg)}$$

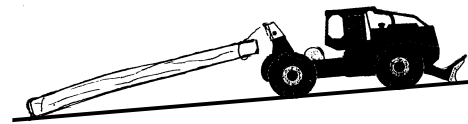
BK = Berat kayu (kg)

Cq = Koefisien gesek

Gambar 14a, Ground skidding



Gambar 14b, Arch skidding



Tabel 5. Koefisien Gesek :

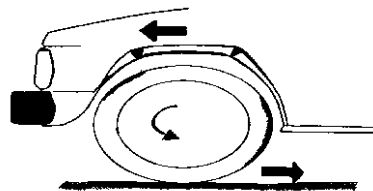
No	Metoda Operasi	Koefisien Gesek
1	Ground Skidding	0.90
2	Arch Skidding	0.35

- d. **Tahanan Gelinding**, adalah tahanan gelinding terhadap roda akibat adanya gesekan antara roda dengan permukaan tanah. Besarnya tergantung keadaan permukaan tanah dan berat kendaraan. Dapat dihitung dengan formula :

$$\text{Tahanan Gelinding} = W \times r \text{ (kg)}$$

W = Berat kendaraan (kg)

r = Koefisien tahanan gelinding



Gambar 15, Tahanan gelinding

Contoh Soal :

Berapakah tahanan gelinding dari D85ESS-2 yang sedang menarik scraper RS-16 pada pasir gembur ? Bila diketahui :

Berat D85ESS-2 = 21.470 kg

Berat RS - 16 = 10.500 kg

Koefisien tahanan gelinding pasir gembur adalah = 0,12

Jawab :

$$\begin{aligned}\text{Tahanan gelinding (RR)} &= W \times r = 10.500 \times 0,12 \\ &= 1.260 \text{ kg}\end{aligned}$$

Tabel 6.a. Konversi Derajat / % Kelandaian

DERAJAT	KONVERSI (%)	DERAJAT	KONVERSI (%)	DERAJAT	KONVERSI (%)
1	1.8	11	19.0	21	35.8
2	3.5	12	20.8	22	37.5
3	5.2	13	22.5	23	39.1
4	7.0	14	24.2	24	40.2
5	8.7	15	25.9	25	42.3
6	10.5	16	27.6	26	43.8
7	12.2	17	29.2	27	45.4
8	13.9	18	30.9	28	47.0
9	15.6	19	32.6	29	48.5
10	17.4	20	34.2	30	50.0

Tabel 6.b. Koefisien Tahanan Gelinding

KEADAAN PERMUKAAN JALAN	KOEFISIEN TAHANAN GELINDING (%)
Jalan terpelihara, ban tidak terbenam	2.00
Jalan terpelihara, ban agak terbenam	3.50
Ban terbenam, sedikit basah	5.00
Keadaan jalan jelek	8.00
Jalan berpasir gembur, jalan berkerikil	10.00
Keadaan jalan sangat jelek	15 - 20

- e. **Tahanan Kelandaian**, tahanan yang akan diderita oleh setiap alat yang mendaki. Ini timbul dikarenakan pengaruh gravitasi bumi. Tahanan ini akan

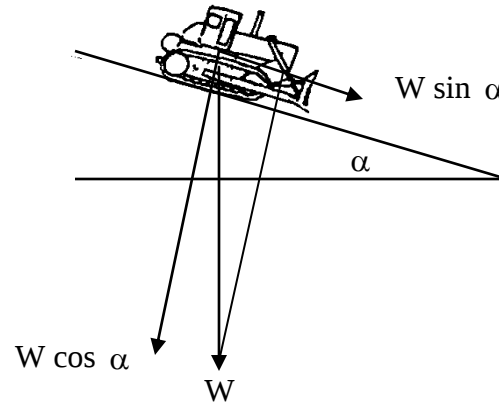
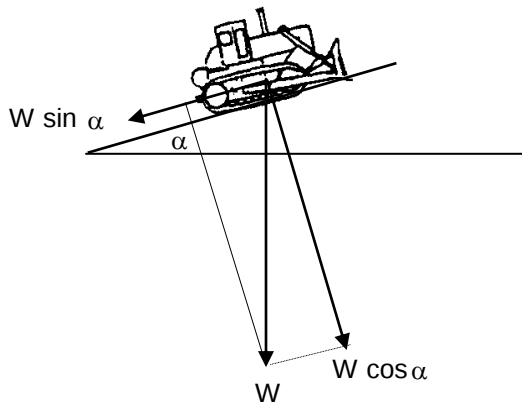
berubah menjadi bantuan (bantuan kelayakan) apabila alat menurun bukit.

Besarnya tahanan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Tahanan Kelayakan} = W \times \% k \text{ (kg)}$$

W = Berat kendaraan (kg)

$\% k$ = Kelayakan (%)



Gambar 16a, bulldozer mendaki bukit

Gambar 16b, bulldozer menurun bukit

Bulldozer yang mendaki bukit (16a) harus mengatasi tahanan kelayakan sebesar $W \sin \alpha$, sedangkan bulldozer yang menurun bukit (16b) mendapat bantuan karena gravitasi sebesar $W \sin \alpha$.

Contoh soal :

Bila bulldozer tipe D50A - 17 (berat = 12.250 kg) mendaki bukit dengan kelayakan 25,9 %, berapakah besar tahanan kelayakannya ?

Jawab :

$$\begin{aligned} \text{Tahanan kelayakan} &= W \times \% k = 12.250 \times 0,259 \\ &= 3.172,75 \text{ kg} \end{aligned}$$

- f. **Beban Total**, merupakan jumlah beban atau tahanan yang harus diatasi oleh alat pada suatu kondisi pekerjaan tertentu. Hendaknya dianalisa mengenai beban apa saja yang diderita oleh suatu alat dan dikaji dengan

secermat-cermatnya. Dibawah ini adalah kesimpulan pengaruh tahanan gelinding dan tahanan kelandaian terhadap jenis alat.

Menanjak : (Up - Hill)

Kendaraan beroda = Tahanan kelandaian + Tahanan gelinding

Kendaraan berantai = Tahanan kelandaian

Datar (level) :

Kendaraan beroda = Tahanan gelinding

Kendaraan berantai = Nol

Menurun : (Down - Hill)

Kendaraan beroda = Tahanan gelinding - Tahanan kelandaian

Kendaraan berantai = - (minus) Tahanan kelandaian

Jumlah beban-beban itulah yang harus diatasi oleh suatu alat. Dengan demikian beban total adalah sama dengan tenaga minimal yang dibutuhkan.

I.2.2. Tenaga Tersedia

Adalah tenaga yang tersedia pada suatu alat. Besar kecilnya tenaga ini tergantung Horse Power dari alat itu sendiri. Horse Power ini akan berubah menjadi beberapa tingkat tenaga tarik (drawbar pull). Besarnya tenaga tarik ini bervariasi tergantung dari berat operasi alat pada roda penggeraknya dan kecepatan kerja yang digunakan. Umumnya makin tinggi kecepatan, makin rendah tenaga tariknya dan sebaliknya.

I.2.3. Faktor Pembatas Tenaga

Tenaga yang tersedia pada suatu alat tidak dapat dipergunakan seluruhnya, sebab dibatasi oleh adanya hal-hal sebagai berikut :

a. Traksi Kritis.

Traksi adalah daya cengkram suatu alat akibat adanya **adhesi** antara roda penggerak dari alat tersebut dengan permukaan tanah. Batas kritis dari daya cengkram ini disebut **traksi kritis**. Sebab alat tidak mungkin dapat

memiliki daya cengkram melebihi batas kritis ini. Walaupun terhadap alat tersebut dilakukan sesuatu perubahan agar horse powernya meningkat.

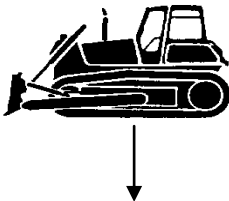
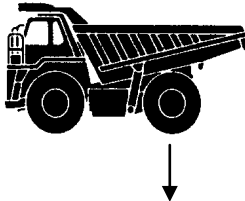
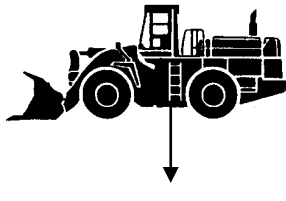
Besarnya nilai traksi kritis ini dapat dihitung dengan menggunakan formula :

$$\text{Traksi Kritis} = W \times ct$$

W = Berat kendaraan / alat pada roda penggeraknya (kg)

ct = Koefisien traksi

Hendaknya diperhatikan dengan cermat pada saat menentukan berat kendaraan pada roda penggeraknya. Perhatikan ikhtisar dibawah ini :

Crawler type tractor	2-wheel drive tractor	4-wheel drive tractor
		
Total weight of tractor	Weight imposed on the driving wheels	Total weight of tractor

Gambar 17. Titik berat sesuai dengan roda penggeraknya

Nilai traksi inilah yang merupakan tenaga dari alat yang dapat dimanfaatkan, sebab walaupun tenaga yang tersedia lebih besar dari traksi kritis, kita tidak dapat memanfaatkannya. Sebab daya cengkram maksimalnya adalah traksi Kritis, Tabel Koefisiensi Traksi dapat dilihat dihalaman berikut :

Tabel 7. Koefisiensi Traksi

TYPE DAN KEADAAN TANAH	RODA BAN KARET (RUBBER TYRE)	RANTAI KELABANG (CRAWLER)
Beton Kering	0.95	0.45
Jalan kering berbatu, ditumbuk	0.70	-

Jalan basah berbatu, ditumbuk	0.65	-
Jalan datar kering, tidak dipadatkan	0.60	0.90
Tanah kering	0.55	0.90
Tanah basah	0.45	0.85
Tanah gembur kering	0.40	0.60
Kerikil lepas / gembur	0.36	0.25
Pasir lepas	0.27	0.25
Tanah berlumpur	0.25	0.15

b. Ketinggian Daerah Kerja (Altitude)

Perubahan kadar oksigen dalam udara akan berpengaruh terhadap horse power engine dari suatu alat yang beroperasi pada suatu daerah dengan ketinggian tertentu.

Mengingat makin tinggi daerah, makin berkurang kandungan oksigennya, maka tenaga tersedia dari alat yang digunakan juga mengalami penurunan. Besarnya penurunan tenaga tergantung sistem pengisapan udara dari tipe engine pada alat tersebut.

Naturally Aspirated.

Diesel 4 tak. Alat dengan tenaga diesel jenis ini, akan mengalami penurunan 1 % pada setiap 100 m kenaikan diatas ketinggian 300 m DPL.

Diesel 2 tak. Akan mengalami penurunan sebesar 1 % untuk setiap 100 m kenaikan diatas ketinggian 150 m DPL.

Turbocharger. Mengalami penurunan 1 % untuk setiap 150 m kenaikan, pada ketinggian diatas 1500 m DPL.

Umumnya alat berat jarang digunakan untuk pekerjaan ditempat yang demikian tinggi.

I.3. FAKTOR-FAKTOR LAIN YANG PERLU DIPERHATIKAN

Dalam memilih alat-alat berat yang juga perlu diperhatikan adalah tentang iklim dan curah hujan, karena hal ini sangat penting untuk mengetahui sampai batasan mana landasan kerja itu akan rusak atau tidak apabila terkena air hujan, selain itu juga untuk

mengetahui apakah hal ini akan mengganggu kelangsungan kerja / operasi alat-alat berat nantinya. Dari iklim dan curah hujan akan terlihat berapa waktu kerja tersedia yang sebenarnya untuk operasional mengingat adanya curah hujan di daerah tersebut.

I.3.1. Iklim Dan Curah Hujan

Besarnya curah hujan dan hari hujan akan membatasi hari kerja pengoperasian alat-alat berat. Jumlah hari hujan dan curah hujan perlu dicatat untuk mengetahui jumlah hari kerja yang benar-benar tersedia di daerah yang bersangkutan.

Tabel 8. menunjukkan jumlah hari yang hilang selama menunggu tanah menjadi kering setelah hujan agar alat-alat berat dapat dioperasikan kembali.

Tabel 8. Jumlah Hari Hilang

Keadaan Tanah Curah Hujan (mm/hari)	BATU KERIKIL BATU TIDAK TERSARING	TANAH PASIR	TANAH LIAT	TANAH LEMPUNG
< 3	0	0	0	0 - 0,5
3 - 10	0	0	1 - 1,5	1,5 - 2
11 - 30	0 - 0,5	0,5 - 1	1,5 - 2	2 - 3
> 30	1	1,5 - 2	2 - 3	3 - 4

Catatan : - saluran pengeringan (drainage) daerah baik

- nilai-nilai diatas dapat berubah sesuai dengan keadaan topografi.

I.3.2. Waktu Penyelesaian Pekerjaan

Waktu penyelesaian pekerjaan atau sering disebut dengan target waktu yang ditetapkan untuk mengerjakan suatu proyek pemindahan tanah mekanis, sangat dipengaruhi oleh iklim / curah hujan. Hal ini telah disinggung pada pembahasan tentang iklim / curah hujan. Karena dari data curah hujan dapat diketahui hari kerja yang efektif untuk operasi, biasanya dihitung dengan menggunakan kalkulasi sebagai berikut :

Jumlah hari kerja efektif = jumlah/total hari kalender dari terget waktu yang tersedia - jumlah hari libur resmi/nasional - hari kerja yang hilang

Keterangan :

Hari kerja yang hilang yaitu tidak beroperasinya alat karena hujan, sehingga diperlukan waktu untuk menunggu tanah menjadi kering kembali, agar alat dapat dioperasikan lagi. Hari kerja yang hilang ini umumnya dimanfaatkan untuk merawat dan mereparasi/memperbaiki alat-alat berat yang rusak (break down).

Setelah hari kerja efektif diketahui, maka dapat dicari jumlah jam kerja yang tersedia. Untuk maksud ini perlu diketahui jam kerja tiap shift kerja, dan jumlah shift setiap harinya. Tabel 9a dan Tabel 9b dibawah ini menunjukkan jam kerja yang optimal berdasarkan jumlah shift kerja serta jumlah hari kerja yang tersedia dalam satu tahun.

Tabel 9a Jam kerja Optimal

JUMLAH SHIFT PER HARI-NYA	JAM KERJA PER HARI-NYA (A)	JAM KERJA OPTIMAL (B)	FAKTOR EFFISIENSI (B/A) × 100 %
1	8	5,5 - 6,5	75 %
2	16	10 - 11,5	70 %
3	24	13,5 - 15,5	60 %

Tabel 9b Jumlah Hari Kerja Efektif Per Bulan

BULAN	Jumlah Hari	Hari Kerja (hari)	Jam Kerja Efektif * (jam)
Januari	31	20	200
Februari	28	20	200
Maret	31	20	200
April	30	26	260
Mei	31	27	270

Juni	30	28	280
Juli	31	29	290
Agustus	31	29	290
September	30	30	300
Oktober	31	29	290
Nopember	30	28	280
Desember	31	24	240
T O T A L	365	310	3.100

* 10 Jam per hari

I.3.3. Volume Pekerjaan (Target Pekerjaan)

Yaitu jumlah material yang harus dipindahkan, atau yang harus ditimbun, dihitung dalam m³ atau ton. Dengan menggabungkan data volume pekerjaan dengan data waktu pengerjaan (penyelesaian pekerjaan) akan didapat target volume pekerjaan.

$$\begin{aligned}\text{Target Volume Pekerjaan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Waktu pengerjaan}} \\ &= \text{ton/jam atau m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

I.3.4. Persyaratan Pekerjaan

Apabila daerah (lokasi kerja) terletak didekat/dilingkungan pemukiman penduduk, maka dalam aplikasi alat-alat berat diperlukan persyaratan- persyaratan untuk keamanan dan keselamatan lingkungan.

I.3.5. Tenaga Kerja Lokal

Dibutuhkan penyerapan tenaga menengah sampai ke bawah, untuk pekerjaan seperti :

- Pembantu mekanik
- Pembantu operator
- Pembantu foreman
- Tenaga administrasi, dan lain sebagainya.

Apabila tenaga kerja tersebut diatas tersedia disekitar lokasi proyek, hal ini akan memberikan keuntungan, baik dari segi biaya maupun dari segi sosial. Dengan kata lain kebutuhan akan tenaga kerja mudah diperoleh sekaligus meningkatkan taraf hidup dan ekonomi penduduk setempat dimana proyek akan dibangun.

--- *** ---

BAB II

Pengenalan Jenis dan Fungsi Alat-Alat Berat dengan Perengkapan Kerjanya pada Berbagai Produk

Berkat kemampuan teknologi manusia dewasa ini, berbagai jenis alat-alat berat dan attachmentnya telah berhasil diciptakan sesuai dengan kegunaannya. Penggunaan alat-alat berat dan attachment yang keliru dari semestinya, akan mengakibatkan beberapa kerugian, seperti :

- Rendahnya kapasitas produksi alat
- Kualitas pekerjaan yang buruk
- Frekuensi kerusakan alat yang tinggi

Yang diuraikan disini adalah jenis alat-alat berat dan attachment yang umum digunakan pada pekerjaan :

- Pemindahan tanah (Earth Moving)
- Pembukaan lahan (Land Clearing)
- Penambangan (Mining)
- Perkayuan (HTI dan Logging)
- Irigasi dan Tambak (Construction)
- Pekerjaan konstruksi lainnya

dimana pada lingkup pekerjaan di atas akan dijumpai jenis dan sifat material yang berlainan, seperti : Lunak, keras, labil, ringan, berat dan lain-lain yang sangat berpengaruh terhadap aplikasi alat-alat berat.

II.1. JENIS ALAT-ALAT BERAT

II.1.1. BULLDOZER



Gambar 18. Bulldozer

Bulldozer adalah traktor beroda rantai, serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang besar. Digunakan untuk bermacam-macam pekerjaan, seperti menggali, mendorong, menggosur, mengurug dan sebagainya. Efisien untuk kondisi medan kerja yang berat sekalipun, seperti daerah

berbukit, berbatu, hutan dan sebagainya. Mampu beroperasi pada tanah kering hingga lembab. Pada kondisi tanah yang sangat lunak (liat berlumpur), dapat dipergunakan Swamp Bulldozer. Jarak pemindahan tanah dengan menggunakan bulldozer masih efisien sampai sejauh 100 meter.

II.1.2. DOZER SHOVEL



Gambar 19. Dozer Shovel

Dozer Shovel adalah pemuat beroda rantai. Digunakan untuk pekerjaan memuat seperti mengisi logging truck, dump truck, hopper atau memindahkan material jarak pendek secara load & carry. Efisien untuk dioperasikan di daerah yang mempunyai landasan kerja yang rata sampai dengan tidak rata atau

kasar, serta mampu bekerja dengan baik pada kondisi tanah kering hingga lembab.

II.1.3. HYDRAULIC EXCAVATOR



Gambar 20. Hydraulic Excavator

Hydraulic Excavator adalah alat serba guna yang dapat dipergunakan untuk menggali, memuat dan mengangkat material. Terutama dipergunakan untuk menggali parit-parit saluran air atau pipa (pipe line). Dengan mengganti kelengkapan kerja tambahan (attachment). Alat ini dapat juga dipakai untuk memecah batu, mencabut tunggul, membongkar aspal dan lain-lain. Konstruksi bagian atas dari hydraulic excavator dapat berputar 360 derajat, sehingga memungkinkan alat ini bekerja ditempat yang relatif sempit sekalipun.

II.1.4. WHEEL LOADER



Gambar 21. Wheel Loader

Wheel loader adalah alat pemuat beroda karet (ban), penggunaannya hampir sama dengan dozer shovel. Perbedaannya terletak pada landasan kerjanya, dimana landasan kerja untuk wheel loader harus relatif rata, kering dan kokoh. Dipergunakan terutama pada pengoperasian yang menuntut kecepatan & mobilitas tinggi, serta tidak diperlukan traksi yang besar (umumnya material yang dikerjakan dalam keadaan gembur dan tidak berat).

II.1.5. MOTOR GRADER

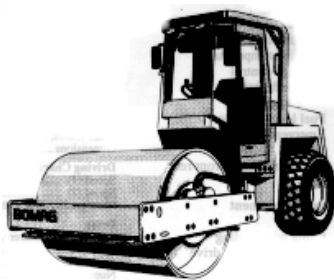


Gambar 22. Motor Grader

Digunakan untuk mengupas/ stripping, memotong serta meratakan permukaan tanah, terutama pada tahap-tahap penyelesaian, agar diperoleh

kerataan permukaan dengan tingkat ketelitian yang lebih baik. Motor grader digunakan juga untuk aplikasi lain seperti membuat kemiringan pada tanah/badan jalan, membentuk kemiringan tebing/slope atau membuat saluran air secara sederhana.

II.1.6. COMPACTOR



Gambar 23. Compactor

Alat ini digunakan untuk memadatkan tanah agar mencapai nilai kepadatan yang diinginkan, sesuai dengan beban/muatan serta frekuensi lintasan yang akan di derita oleh material yang dipadatkan tadi.

Compactor dengan vibro / getaran akan lebih cepat memadatkan material untuk mencapai kepadatan yang

diinginkan. Pemakaian kelengkapan smooth drum dipakai untuk memadatkan material yang bersifat lepas dan kandungan air (moisture contents) rendah, atau untuk pemadatan finishing; sedangkan kelengkapan pad-foot drum digunakan untuk material/tanah yang bersifat lunak dengan kandungan air cukup tinggi.

II.1.7. DUMP TRUCK



Gambar 24a. Dump Truck off road



Gambar 24b. Dump Truck on road

Merupakan peralatan utama dalam pekerjaan pemindahan material jarak menengah sampai jarak jauh (>500m). Pengisian muatan ke dump truck dilakukan oleh alat muat, sedangkan untuk pembongkaran muatan dapat dilaksanakan sendiri. Jenis Rigid Dump Truck digunakan pada medan kerja yang cukup terpelihara, tidak terlalu banyak tikungan tajam dan tanjakan tinggi. Dimana dalam kondisi ini Rigid Dump Truck mampu menerima beban penuh

serta beroperasi dengan kecepatan tinggi. Rigid Dump Truck terbagi dua, yaitu Dump Truck off road (gambar 24a), biasanya berkapasitas besar (40-240 ton) dan digunakan di pertambangan besar. Sedangkan yang on-road adalah truk yang berkapasitas antara 10-30 ton (gambar 24b). Articulated Dump Truck teristimewa dipergunakan pada medan kerja yang berat, berlumpur, banyak tikungan tajam dan tanjakan tinggi.

II.1.8. LOGGING TRUCK



Gambar 25. Logging Truck

Logging Truck adalah truck yang khusus dirancang untuk pekerjaan logging. Pekerjaan yang dimaksud adalah pengangkutan log (kayu gelondongan) dari TPK (tempat penumpukan kayu) ke log pond

(tempat pengumpulan kayu yang biasanya berada ditepi sungai) sebelum diolah atau dikapalkan. Bentuk dari logging truck hampir sama dengan truck biasa, hanya lebih panjang, tidak mempunyai bak tetapi hanya berupa kerangka besi penahan log kayu agar tidak jatuh pada waktu pengangkutan. Logging truck umumnya dilengkapi dengan

winch untuk menarik log-log kayu ke atas logging truck (self loading). Selain itu logging truck dilengkapi pula dengan wire rope untuk mengikat kayu pada saat pengangkutan. Umumnya logging truck mempunyai daya mesin (horse power) yang besar, hal ini mengingat kondisi muatan dan medan operasi logging truck umumnya berat serta jarak angkut yang jauh.

II.1.9. SCRAPER



Gambar 26. Scraper

Alat ini merupakan peralatan serbaguna yang dapat digunakan untuk menggali, memuat, mengangkut dan membongkar muatan sekaligus. Ada dua jenis scraper, yaitu towed scraper dan motor scraper.

Towed scraper dalam aplikasinya harus ditarik dengan bulldozer, karena tidak bermesin. Mampu menggali tanah yang cukup keras karena alat penggerakannya mempunyai traksi yang cukup tinggi, tapi daya mobilitasnya rendah. Jarak kerja efektif untuk towed scraper adalah 100~500m.

Motor scraper yang bermesin, daya galinya agak kurang dan untuk tanah yang keras, motor scraper harus dibantu bulldozer. Fungsi bulldozer adalah untuk mendorong scraper saat menggali/mengisi muatan. Keuntungan penggunaan motor scraper adalah mempunyai daya mobilitas yang cukup tinggi. Jarak pemindahan efektif untuk motor scraper lebih jauh dari towed scraper, yaitu 200 ~ 2000 m.

II.1.10. MOBILE CRUSHER



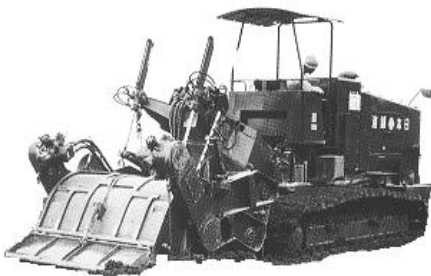
Gambar 27. Mobile Crusher

bergerak (mobile), berpindah tempat dari satu tempat ke tempat lainnya, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan. Kemampuan produktifitas kerjanya beragam sesuai dengan klas (horse power) yang dimiliki oleh mobile crusher tsb.

Alat ini digunakan untuk menghancurkan batu-batu menjadi ukuran tertentu tergantung dari ukuran yang telah di set. Sangat cocok digunakan di proyek konstruksi dan atau di quarry.

Alat penghancur batu ini dapat

II.1.11. SOIL STABILIZER



Gambar 28a. Crawler Soil Stabilizer



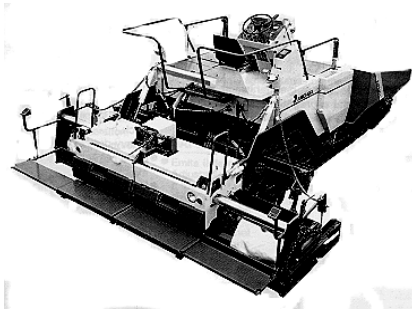
Gambar 28b. Wheel Soil Stabilizer

Soil stabilizer adalah peralatan yang digunakan untuk meningkatkan kestabilan tanah dengan cara mencampur tanah yang ber CBR (California Bearing Ratio) rendah dengan bahan aditif. Dengan rotor blade yang dipasang di bagian belakang unit, secara bersamaan dapat melakukan pekerjaan menggali, menghancurkan tanah asli dan mencampurnya dengan bahan stabilisasi (bahan aditif) yang sebelumnya telah ditebar.

Soil stabilizer cocok untuk pekerjaan konstruksi jalan, dimana kondisi tanah asli terlalu lunak, dan jika dipergunakan sebagai lapisan dasar (sub-grade) pada konstruksi jalan kurang memenuhi persyaratan. Ada beberapa jenis bahan aditif (stabilizing agent) yang umum dipakai yaitu : Kapur dolomit (lime); portland cement; asphalt; dan cleanset cement. Ada 2 (dua) tipe soil stabilizer yaitu : **crawler type**

dan **wheel type**. Crawler type menggunakan rantai (track) sebagai landasan geraknya, sedangkan wheel type menggunakan roda ban karet.

II.1.12. ASPHALT FINISHER

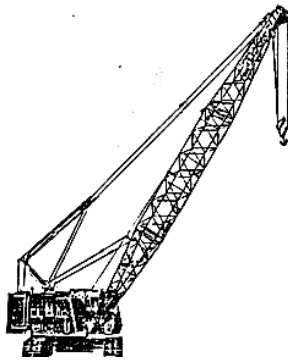


Gambar 29. Asphalt Finisher

Asphalt Finisher adalah peralatan yang khusus digunakan untuk menghampar aspal (finishing) dengan lebar penghamparan antara 2,5 ~ 6 m dan ketebalan antara 5 ~ 20 cm serta kecepatan 10 ~ 40 m/menit. Asphalt finisher sangat cocok digunakan untuk jenis material aspal hot-mix. Mesin ini

digerakkan oleh tenaga hidrolik dan terdapat dua tipe, yaitu **crawler type** dan **wheel type** (4 wheel drive). Untuk mengatur lebar penghamparan sesuai lebar jalan yang diinginkan dapat dilakukan dengan memanjang pendekkan screed, dan pengoperasian screed ini dilakukan dengan sistem hidrolik.

II.1.13. CRANE



Gambar 30. Crane

Crane adalah alat yang umumnya digunakan untuk mengangkat / memindahkan material dari tempat asal ke tempat lain, dengan cara mengaitkan material tersebut pada hook yang tergantung di wire rope. Jarak pemindahannya hanya sejauh radius putar towernya. Dengan diganti kelengkapan kerjanya alat ini juga dapat dipergunakan untuk menancapkan tiang pancang (pipe layer), menggali dan memuat (clampsell dan dragline).

Konstruksi bagian atas dapat berputar 360° seperti excavator, dengan jangkauan yang lebih jauh.

II.1.14. WHEEL TRACTORS



Gambar 31. Wheel Tractor

Jenis pekerjaan yang dapat dilakukan oleh wheel tractors adalah :

- pengangkutan (hauling) dengan trailer
- pembajakan (plowing) dengan alat plow (mouldboard plow, disk plow, chissel plow, stubble mulch plow)
- penggaruan/penggemburan (harrowing) dengan kelengkapan harrow (disk harrow, rollers harrow/dackers, tooth type harrow)
- pemberantasan gulma dengan rod weeders
- pemotongan rumput/alang-alang dengan rotary cutters (slasher)
- pemanenan dengan mesin harvester, umumnya untuk tanaman semusim

Alat ini lebih berfungsi sebagai alat penggerak (prime mover) beroda karet (ban), dimana dengan tambahan kelengkapan (attachment), akan mampu mengerjakan beberapa macam pekerjaan. Teristimewa alat ini dipergunakan di proyek-proyek perkebunan atau pertanian.

II.1.15. FORKLIFT



Gambar 32. Forklift

Merupakan alat pengangkat beroda ban karet yang dapat berfungsi juga untuk pengangkutan dan pemuatan. Dalam aplikasinya, forklift mengerjakan material-material yang mempunyai "bentuk" seperti paket, palet, karung, kotak dan lain-lain. Dengan mengganti perlengkapan kerja (attachment) tertentu, alat ini dapat mempunyai bermacam-macam fungsi aplikasi, seperti berikut :

- Alat bor dengan perlengkapan tambahan bor/drill
- Alat muat material "loose" dengan perlengkapan tambahan seperti bucket

Merupakan alat pengangkat beroda ban karet yang dapat berfungsi juga untuk pengangkutan dan pemuatan. Dalam aplikasinya, forklift mengerjakan material-material yang mempunyai "bentuk" seperti paket,

- Alat muat "log" dengan perlengkapan tambahan log clamp

Keistimewaan alat ini adalah mempunyai "turning radius" yang relatif kecil, sehingga sangat cocok untuk dioperasikan dipergudangan yang umumnya mempunyai lorong-lorong sempit.

II.1. 16. SKIDDER



Gambar 33. Skidder

Alat ini dipergunakan untuk menyalin log (kayu gelondongan) dengan sistem arch skidding (menyudut), dimana bagian depan ujung log akan terangkat

sehingga tahanan geser/sarad dari log yang ditarik menjadi kecil. Hal ini memungkinkan skidder mampu menarik log yang lebih berat.

Ada dua jenis skidder yaitu **wheel type skidder** dan **crawler type skidder**. Perbedaan utama dari kedua macam skidder ini terletak dari kerangka bawahnya. Wheel skidder dilengkapi roda ban karet memiliki tingkat kecepatan, manuver dan mobilitas lebih baik, sesuai untuk medan kerja yang relatif datar sampai bergelombang dengan kemiringan maksimum 15%. Sedangkan crawler skidder dilengkapi dengan rantai kelabang (track shoe), menghasilkan daya apung (float ability) lebih baik sesuai untuk daerah yang daya dukung tanahnya relatif rendah. Mempunyai daya cengkram (traksi) yang lebih baik dan mampu beroperasi pada daerah yang bergelombang sedang hingga tinggi dengan kemiringan maksimum 30%.

II.1.17. FORWARDER



Gambar 34. Forwarder

Alat ini dipergunakan untuk mengangkut kayu hasil tebangan dari dalam areal tebangan menuju tempat penumpukan kayu (TPK). Batang pohon yang ditebang dipotong-potong sesuai dengan ukuran tertentu dan kemudian

dimuat ke dalam bak forwarder. Pemanenan kayu yang menggunakan forwarder, umumnya menerapkan metoda cut to length, yaitu pohon setelah ditebang dipotong-potong menjadi ukuran panjang tertentu. Pangkal dan ranting pohon (limbah kayu) ditinggal di areal penebangan. Alat ini efektif untuk ekstraksi kayu dengan jarak antara 500 ~ 1500 m.

II.1.18. FELLER BUNCHER

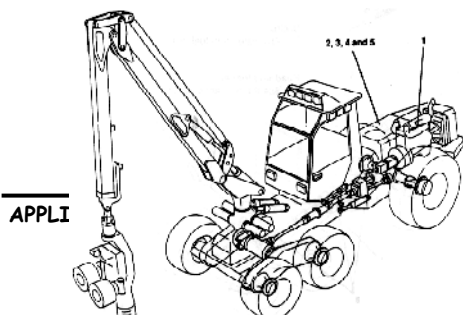


Gambar 35. Feller Buncher

Alat ini adalah mesin pemanen / penebang pohon yang dikendalikan oleh seorang operator dari dalam kabin. Bentuknya mirip dengan excavator hanya pada bagian ujungnya dilengkapi dengan **felling head**. Mampu menebang pohon dengan cepat terhadap pohon yang berdiameter sampai 50 cm. Kombinasi alat yang paling cocok adalah skidder, dengan menerapkan metoda **full tree** atau **tree length**.

II.1.19. HARVESTER

Alat ini adalah mesin pemanen/ penebang pohon yang dikendalikan oleh seorang



operator dari dalam kabin. Bentuknya mirip dengan Feller buncher, tetapi menggunakan kerangka bawah berupa roda ban karet. Mampu menebang dengan cepat terhadap pohon yang berdiameter sampai 50 cm. Kelebihan harvester dibanding feller buncher, ialah dapat memotong pohon hasil tebangan menjadi potongan-potongan dengan ukuran panjang tertentu (cross cutting). Penebangan menggunakan harvester umumnya menerapkan **metoda cut to length** dengan kombinasi alat yang cocok adalah forwarder.

II.1.20. LOG LOADER



Gambar 37. Log loader

Alat ini adalah alat pembantu penyusun pohon hasil tebangan feller buncher agar mudah ditarik oleh skidder (yang dilengkapi grapple), terutama batang-batang kayu yang berukuran kecil. Bentuk dasarnya merupakan modifikasi dari hydraulic excavator atau dapat juga excavator biasa dan mengganti bucket dengan log grapple. Penggunaan crawler loader diharapkan mampu beroperasi diareal hutan dengan kondisi landasan kerja yang kasar.

II.2. ALAT TAMBAHAN (ATTACHMENT)

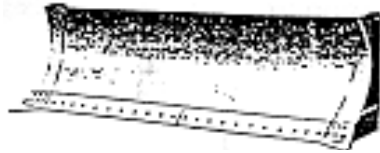
Alat tambahan adalah peralatan yang bukan standar yang dipasang pada alat-alat berat, traktor pertanian dan alat lainnya guna meningkatkan performancenya untuk mengerjakan suatu pekerjaan tertentu. Pemilihan jenis alat tambahan atau attachment yang cocok sangat ditentukan oleh jenis material dan jenis pekerjaan yang akan dihadapi. Oleh karena itu penggunaan attachment yang tepat akan memberi pengaruh terhadap

hasil kerja maupun terhadap peralatan itu sendiri, seperti kapasitas produksi dan tingkat kerusakan alat.

II.2.1. ALAT TAMBAHAN ATAU ATTACHMENT YANG UMUM DIPASANGKAN PADA BULLDOZER, DOZER SHOVEL DAN WHEEL LOADER

Attachment yang umum dipasangkan pada bulldozer, dozer shovel dan wheel loader adalah sebagai berikut :

II.2.1.1. ANGLE BLADE / ANGLE DOZER



Gambar 38. Angle Blade

sehingga material yang didorong dapat mengarah ke samping. Alat ini dipasang pada bulldozer dan/atau dozer shovel.

Alat ini dapat dipergunakan untuk menggali, mendorong atau menumpuk. Keistimewaan blade ini adalah dapat dimiringkan ke kiri atau ke kanan,

II.2.1.2. STRAIGHT BLADE / STRAIGHT TILT DOZER

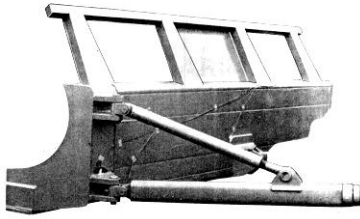


Gambar 39. Straight Blade

kemiringan hasil potongan. Alat ini efisien untuk penggalian / mendorong material yang memerlukan tenaga besar. Blade ini dipasangkan pada bulldozer.

Fungsi alat ini sama dengan angle blade, hanya lebih kokoh, tidak dapat dimiringkan tetapi dapat diangkat pada salah satu sisinya sehingga diperoleh

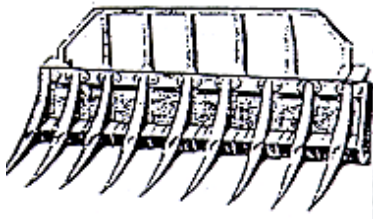
II.2.1.3. SHEAR BLADE



Gambar 40. Shear Blade

Merupakan blade yang dibentuk sedemikian rupa sehingga menyerupai pisau dan digunakan untuk menumbangkan pohon dengan memotong akar pohon terlebih dahulu dan menceraai-beraikan tunggul hingga rata dengan tanah. Alat ini memerlukan teknik penggunaan yang tinggi dan perawatan khusus dimana setiap 10 jam harus diasah. Alat ini dipasangkan pada bulldozer.

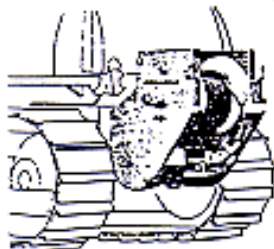
II.2.1.4. RAKE BLADE



Gambar 41. Rake Blade

Blade ini digunakan untuk mencabut sisa-sisa akar pohon dan menumpuknya beserta batang pohon, sehingga kerusakan top-soil akibat penumpukan dapat dihindari. Alat ini dipasangkan pada bulldozer.

II.2.1.5. TOWING WINCH



Gambar 42. Towing Winch

logging truck, winch ini digunakan untuk menarik dan mengangkat log ke atas truck.

Alat ini dipasangkan pada bagian belakang bulldozer, dozer shovel, skidder dan pada bagian belakang bawah dari logging truck. Umumnya digunakan untuk pekerjaan menarik seperti menarik kayu gelondongan, menarik portable camp, atau menarik unit yang terbenam. Pada

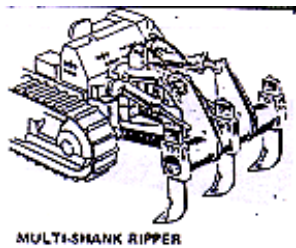
II.2.1.6. LOG CLAMP



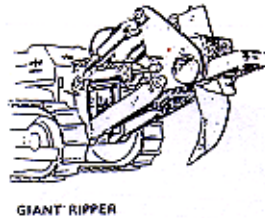
Alat ini dipasangkan pada dozer shovel atau wheel loader. Dipergunakan untuk mengangkat, memuat ataupun memindahkan batang-batang kayu atau log.

Gambar 43, Log clamp

II.2.1.7. RIPPER



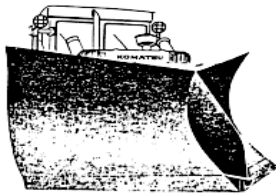
Gambar 44. Ripper



Digunakan untuk memecah, menggaruk, menggali lapisan batuan atau material keras lainnya agar menjadi bentuk

bongkahan sehingga material tersebut memungkinkan untuk digusur/didorong oleh bulldozer. Alat ini dipasangkan pada bulldozer.

II.2.1.8. SNOW PLOW



Dipasangkan pada bulldozer dan berfungsi untuk membersihkan salju dari jalan atau pada lokasi proyek.

Gambar 45. Snow Plow

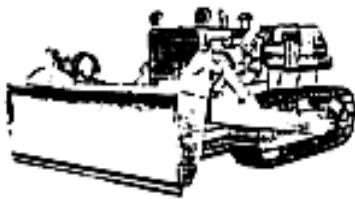
II.2.1.9. PUSHER PLATE



Gambar 46. Pusher Plate

Plate yang dipasangkan pada angle blade/straight blade yang berfungsi sebagai pelindung apabila bulldozer mendorong sesuatu, misalnya mendorong motor scraper.

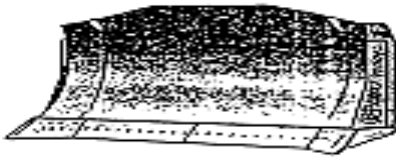
II.2.1.10. TRIMMING BLADE



Gambar 47. Trimming Blade

Bladenya dilengkapi dengan hydraulic cylinder yang dapat diayun ke belakang dan keluar. Digunakan untuk membongkar batu bara / bahan tambang lainnya yang bersifat curah pada pertambangan atau pada kapal pengangkut.

II.2.1.11. COAL BLADE

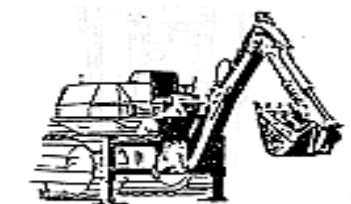


Gambar 48. Coal blade

blade/angle blade. Guna mencegah tumpahnya material yang didorong, pada kedua sisi end kit dipasang semacam sayap.

Digunakan untuk mendorong dan membawa material dengan specific gravity yang ringan seperti batu bara. Coal blade mempunyai kapasitas yang lebih besar dibanding straight

II.2.1.12. BACKHOE



II.2.1.12. COUNTER WEIGHT (FRONT & REAR WEIGHT)

Gambar 49. Backhoe

Dipasangkan pada bagian belakang bulldozer atau dozer shovel dan digunakan untuk penggalian dan pemuatan material hasil galian.



Gambar 50. Counter Weight

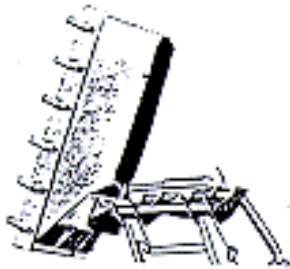
Berfungsi untuk menjaga keseimbangan tractor apabila tractor dilengkapi dengan attachment yang cukup berat pada bagian muka atau belakang. Front weight dipasang bila tractor menarik sesuatu yang berat seperti menarik plow atau harrow. Rear weight biasanya digunakan pada dozer shovel dan wheel loader.

II.2.1.14. ROCK BUCKET



Gambar 51. Rock Bucket

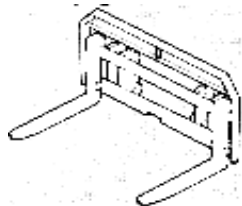
Digunakan untuk menggali dan memuat batu-batuan. Dibuat dari plat baja yang telah diperkuat dan dipasangkan pada dozer shovel/ wheel loader.



Gambar 52. Side Dump Truck

Bucket yang dipasangkan pada dozer shovel/ wheel loader yang dapat membuang material (dumping) ke samping, sehingga dapat menghemat cycle time operasi.

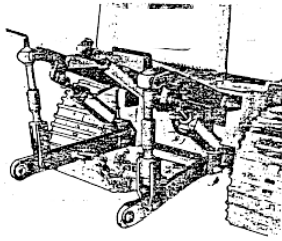
II.2.1.16. DUMPING FORK



Gambar 53. Dumping Fork

Merupakan attachment pada dozer shovel/wheel loader berupa garpu yang dapat mengangkat/ memuat barang berat dalam bentuk peti kemas.

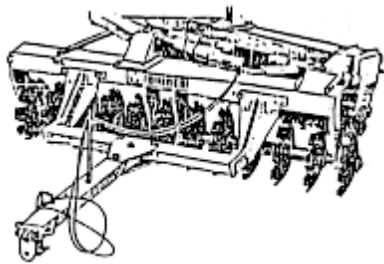
II.2.1.17. TREE POINT HITCH



Dipasang pada traktor (bulldozer) bagian belakang yang merupakan penyambung untuk peralatan pertanian (plow atau harrow). Fungsinya adalah menaikkan, menurunkan dan menarik peralatan pertanian/pengolah tanah.

Gambar 54. Tree Point Hitch

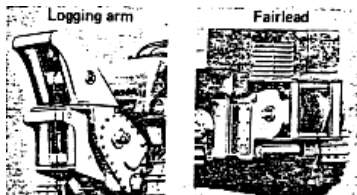
II.2.1.18. GIANT DISK PLOW & GIANT DISK HARROW



Gambar 56. Giant Disk Plow/Harrow dan harrow yang lain. Peralatan ini dipasangkan pada bagian belakang bulldozer dengan tambahan attachment three point hitch. Sebagai contoh yang sering digunakan adalah drawn type offset disk harrow towner 2700 pada bulldozer D65.

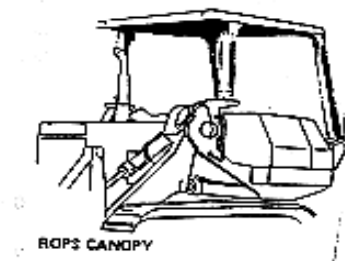
Merupakan peralatan untuk pengolahan tanah pertanian (plowing & harrowing). Peralatan ini bentuknya lebih besar dan mempunyai adaptasi yang jauh lebih tinggi terhadap kondisi tanah yang bagaimanapun dibandingkan jenis plow

II.2.1.19. LOGGING ARM & FAIR LEAD



Gambar 56. Logging Arm & Fair Lead bagian depan log yang ditarik.

Fair lead biasanya dipasang pada winch untuk menghindari kerusakan yang diakibatkan oleh adanya gesekan langsung antara wire rope dengan winch drum. Logging arm digunakan untuk mengangkat



Gambar 57. Steel Cab (Rops)

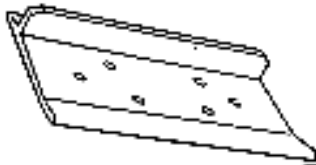
operator dan alat dari pohon yang tumbang. Steel cab atau cab guard disebut juga land clearing canopy. Sedangkan canvas canopy hanya melindungi operator terhadap sengatan panas matahari dan hujan. Digunakan pada pertambangan atau pekerjaan earth moving lainnya.

II.2.1.20. STEEL CAB (ROPS)

Merupakan canopy tertutup dan digunakan pada daerah panas dan berdebu atau pada daerah dengan sirkulasi udara yang keras.

Alat ini digunakan untuk melindungi

II.2.1.21. SINGLE GROUSER SHOE



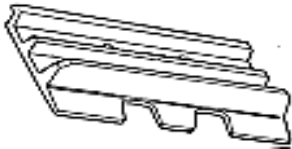
Gambar 58. Single Grouser Shoe

Merupakan tipe shoe yang dapat memberikan traksi besar. Dirancang untuk daerah operasi kasar dan berbatu-batu.

Umumnya digunakan untuk bulldozer.

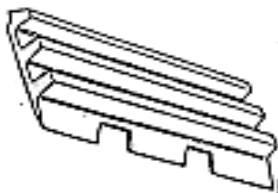
II.2.1.22. SEMI DOUBLE GROUSER SHOE

Digunakan untuk dozer shovel memberikan traksi besar dengan radius belokkan yang pendek.



Gambar 59. Semi Double Grouser Shoe

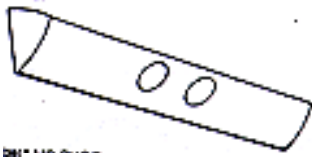
II.2.1.23. TRIPLE GROUSER SHOE



Gambar 60. Triple Grouser Shoe

Utama digunakan untuk dozer shovel memberikan traksi yang rendah tetapi dengan manuverability yang tinggi, dan efisien dioperasikan pada tanah lunak.

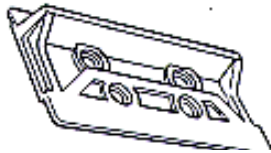
II.2.1.24. SWAMP SHOE



Gambar 61. Swamp Shoe

Shoe dengan bentuk segi tiga dan mempunyai bidang kontak dengan tanah yang lebih lebar. Digunakan pada daerah berlumpur (swamp).

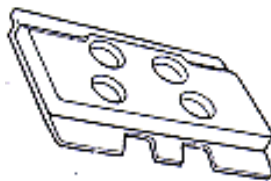
II.2.1.25. ROCK BED SHOE



Gambar 62. Rock Bed Shoe

Digunakan pada bulldozer untuk operasi di daerah berbatu.

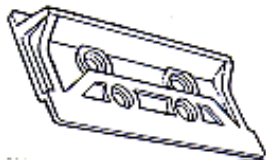
II.2.1.26. RUBBER SHOE



Gambar 63. Rubber Shoe

Hanya digunakan jika tractor (bulldozer & dozer shovel) berjalan di jalan raya sehingga tidak merusak permukaan jalan aspal.

II.2.1.27. SCORIA DISPOSAL SHOE

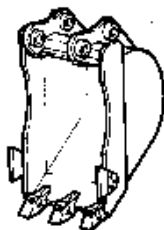


Gambar 65. Scoria Disposal Shoe

Terbuat dari besi mangan, tahan terhadap panas. Digunakan untuk operasi pada suhu tinggi.

II.2.2. PERLENGKAPAN UNTUK HYDRAULIC EXCAVATOR

II.2.2.1. SIDE CUTTER BUCKET



Gambar 66. Side Cutter Bucket

Side cutter bucket digunakan untuk penggalian-penggalian pada sisi tembok.

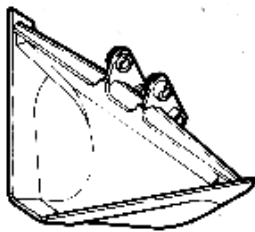
II.2.2.2. EJECTOR BUCKET



Gambar 67. Ejector Bucket

Digunakan untuk penggalian pada tempat yang sempit dan berlumpur.

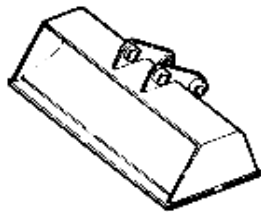
II.2.2.3. TRAPEZODIAL BUCKET



Gambar 68. Trapezoidal Bucket

Bucket ini berbentuk trapezoidal dan digunakan untuk pekerjaan pembuatan saluran irigasi dan drainase.

II.2.2.4. SLOPE FINISHING BUCKET



Gambar 69. Slope Finishing Bucket

Digunakan untuk meratakan slope atau timbunan. Dapat juga digunakan untuk menggali dan memadatkan tanah.

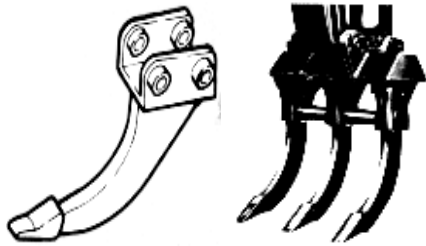
II.2.2.5. RIPPER BUCKET



Gambar 70. Ripper Bucket

Bucket ini biasanya digunakan untuk penggalian tanah-tanah yang keras dan berbatu.

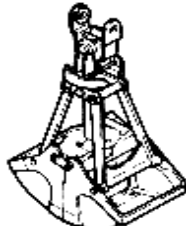
II.2.2.6. SINGLE/TRIPLE SHANK RIPPER



Gambar 71. Single/Triple Shank Ripper

Digunakan untuk penggalian dan pembongkaran tunggul atau beton.

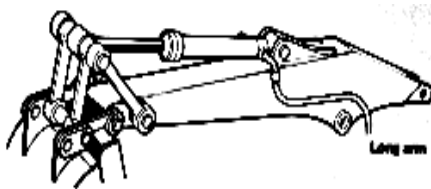
II.2.2.7. CLAMP SHELL BUCKET



Gambar 72. Clamp Shell Bucket

Biasanya digunakan untuk penggalian yang vertikal, seperti pada penggalian pondasi jembatan.

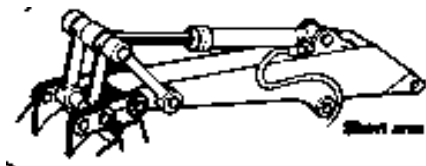
II.2.2.8. LONG ARM



Gambar 73. Long Arm

Long arm digunakan untuk penggalian yang lebih dalam atau penggalian yang memerlukan jangkauan yang lebih panjang.

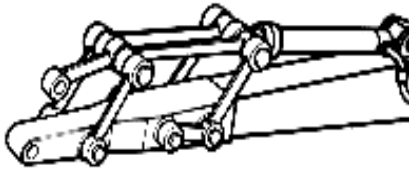
II.2.2.9. SHORT ARM



Biasanya digunakan untuk penggalian pada areal yang sempit.

Gambar 74. Short Arm

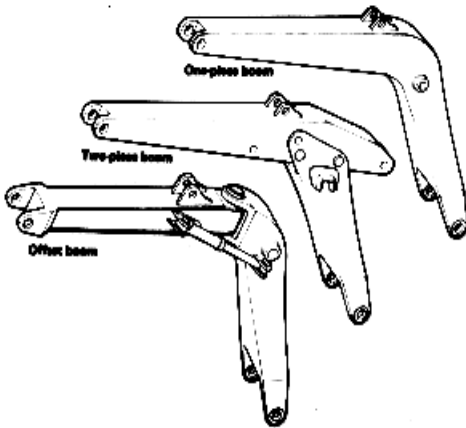
II.2.2.10. EXTENTION ARM



Gambar 75. Extention Arm

Attachment ini ditambahkan pada arm (standar) jika diperlukan penggalian yang lebih dalam.

II.2.2.11. BOOMS



Gambar 76. Boom

One Piece Boom

Biasanya digunakan untuk penggalian dan pemuatan material.

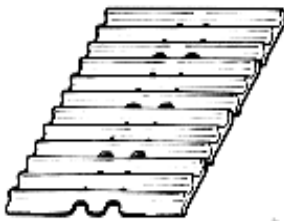
Two Piece Boom

Biasanya digunakan untuk berbagai macam penggalian material.

Offset Boom

Dapat digunakan untuk penggalian pada sisi-sisi gedung atau penggalian lainnya.

II.2.2.12. SHOES

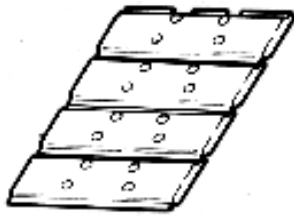


Gambar 77. Tripple Grouser Shoe

Tripple Grouser Shoe

Dapat digunakan untuk segala kondisi medan kerja, tanah lunak atau keras. Juga dapat digunakan pada areal yang berlumpur karena shoonya cukup lebar sehingga

menurunkan ground pressure alat.

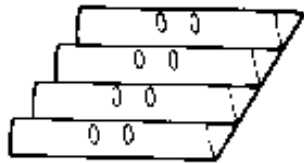


Gambar 78. Flat Shoe

memungkinkan terjadi slip pada saat beroperasi.

Flat Shoe

Digunakan pada pengoperasian di atas jalan aspal untuk memperkecil kerusakan jalan. Shoe ini mempunyai traksi kecil sehingga

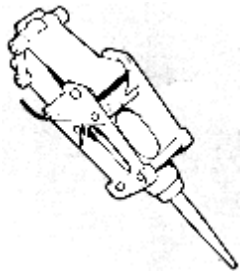


Gambar 79. Swamp Shoe

Swamp Shoe (Circular arc shoe)

Digunakan untuk operasi pada tanah-tanah lunak dan tidak beritu merusak permukaan tanah.

II.2.2.13. HYDRAULIC BREAKER



Gambar 80. Hydraulic Breaker

Dapat dipasangkan pada berbagai tipe alat, tetapi umumnya dipasangkan pada hydraulic excavator. Berfungsi untuk memecah batu-batuan, beton atau tanah yang keras.

Hydraulic breaker banyak digunakan pada pekerjaan di quarry, pertambangan, konstruksi dan operasi lainnya.

II.2.3. PERLENGKAPAN UNTUK COMPACTOR

Attachment yang umum digunakan pada compactor adalah :

II.2.3.1. SMOOTH DRUM

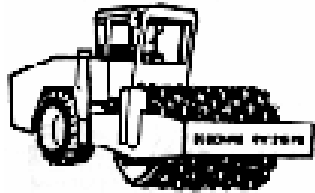


Gambar 81. Smooth Drum

Smooth drum biasanya digunakan untuk pemadatan tanah dan pasir serta batuan. Pada pembuatan jalan sering digunakan untuk pemadatan tanah dasar (sub grade) yang tidak lengket dengan moisture content yang cukup (agak kering), pemadatan lapisan perkerasan

dan lapisan penutup.

II.2.3.2. PAD FOOT



Gambar 82. Pad Foot

Permukaan rollernya tidak halus seperti pada smooth drum tetapi berlekuk-lekuk segi empat. Digunakan untuk pemadatan tanah dasar yang lengket atau liat (clay). Biasanya dipasangkan pada static weight roller.

II.2.3.3. BLADE



Gambar 83. Blade

Dipasang dibagian depan dari soil compactor. Digunakan untuk spreading material tanah/ lapisan perkerasan yang akan dipadatkan, sehingga efisiensi kerja compactor dapat lebih ditingkatkan.

II.2.3.4. SHEEP FOOT



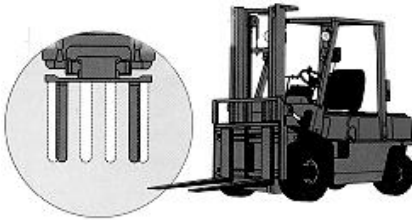
Gambar 84. Sheep Foot

Merupakan roller yang permukaannya berbentuk kerucut terpancung. Biasanya dipasangkan pada vibratory roller, dan digunakan untuk memadatkan tanah dengan plastisitas dan kohesifitas yang tinggi seperti tanah liat (clay).

II.2.4. PERLENGKAPAN UNTUK FORKLIFT

Attachment yang umum dipasangkan pada Forklift.

II.2.4.1. SIDE SHIFTER



Gambar 85. Side Shifter

Attachment ini berupa garpu dari forklift yang dapat diatur kesamping kiri atau kanan. Biasanya digunakan untuk pengangkutan bahan-bahan yang telah dipacking seperti container pada areal yang terbatas, misalnya pada gudang-gudang atau industri-industri manufacturing.

II.2.4.2. HINGED FORKS



Gambar 86. Hinged Forks

Digunakan untuk operasi membawa log-log kayu atau batang lain yang berbentuk bulat. Attachment ini terdiri dari garpu standar yang dapat di'bengkok'kan secara vertikal.

II.2.4.3. DUMPING BUCKET



Gambar 87. Dumping Bucket

Bucket pada forklift ini digunakan untuk mengangkut material yang lepas seperti pupuk; makanan ternak; batu bara dan sebagainya.

II.2.4.4. ROTATING FORKS



Gambar 88. Rotating Forks

Berupa garpu yang dapat diputar dan biasa digunakan untuk menangani barang-barang yang kecil atau berupa potongan-potongan yang akan dibongkar. Umumnya digunakan pada tempat pengolahan barang-barang bekas atau pada pengolahan makanan.

II.2.4.5. ROTATING CLAMPS



Gambar 89. Rotating Clamps

Berupa clamp yang dapat berputar dan digunakan untuk transportasi dan pemuatan roll kertas atau lainnya yang berbentuk roll. Umumnya digunakan pada gudang kertas, pabrik kertas dan percetakan.

II.2.4.6. MANIPULATOR



Gambar 90. Manipulator

Digunakan pada pengecoran-pengecoran besi untuk memegang material yang ditempa. Dapat pula digunakan untuk menempatkan batangan besi pada tanur dan mengeluarkannya.

II.2.4.7. R A M

Berupa besi kaku yang dipasangkan pada bagian depan menggantikan garpu. Biasanya digunakan untuk mengangkat gulungan kawat besi, gulungan kertas ataupun gulungan kabel yang tengahnya berlubang.

II.2.4.8. CRANE



Gambar 91. Crane

Dipasangkan pada bagian depan forklift dengan extending dan kaitan. Digunakan untuk menangani barang-barang dengan bentuk yang tidak teratur yang tak dapat ditangani oleh attachment lainnya, seperti

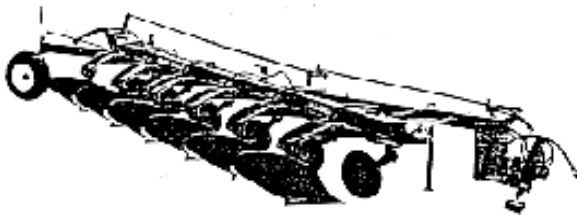
karung-karung, containers, bungkusan-bungkusan dengan kawat pengikat, mesin-mesin dan sebagainya.

Selain attachment di atas, masih terdapat beberapa attachment pada forklift sebagai pengganti garpu dengan penggunaan khusus; antara lain : load stabilizer, fork mover, swing shift, cradle fork, pole carrier, dumping fork, dumping bucket, blade bucket, skid fork dan lain-lain. Tetapi attachment ini tidak umum digunakan.

II.2.5. PERLENGKAPAN UNTUK WHEEL TRACTOR

Attachment yang digunakan pada Wheel Tractor umumnya dimaksudkan untuk pengolahan tanah dan transporting.

II.2.5.1. MOLDBOARD PLOW



Gambar 92. Moldboard Plow

Merupakan attachment untuk pengolahan tanah pertama. Moldboard plow berfungsi untuk memotong, mengangkat memberi aerasi yang baik pada tanah,

membasmi gulma dan serangga sehingga memungkinkan terjadinya perkecambahan yang baik bagi biji tanaman. Sisa tumbuhan yang terkubur dengan aerasi yang baik akan merangsang pertumbuhan micro organisme untuk menguraikan sisa-sisa tumbuhan tersebut sehingga akan menyuburkan tanah. Moldboard plow baik digunakan pada tanah-tanah lunak yang tidak banyak mengandung akar-akaran seperti pada tanah replanting.

II.2.5.2. DISK PLOW



Gambar 93. Disk Plow

Disk plow pada umumnya digunakan untuk pengolahan tanah pertama, yang kondisinya sebagai berikut :

- Tanah-tanah keras dan kering serta mengandung banyak akar-akar.
- Tanah yang lekat dimana moldboard plow susah untuk beroperasi.
- Tanah yang bertekstur gembur.
- Tanah dengan kedalaman pengolahan antara 12-16 inch.

II.2.5.3. CHISEL PLOW

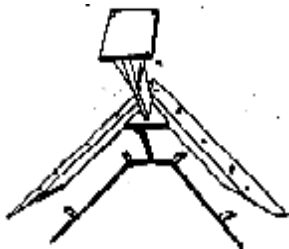


Gambar 94. Chisel Plow

Digunakan untuk pengolahan tanah pertama. Cara kerja chisel plow adalah menggaruk permukaan tanah dengan kedalaman olah 15 inch atau lebih. Tidak

dianjurkan untuk tanah basah, tetapi baik digunakan untuk tanah dengan kelembaban yang cukup dan tanah yang kering. Draft yang ditimbulkan oleh chisel plow lebih besar dibandingkan moldboard plow.

II.2.5.4. STUBBLE-MULCH PLOW

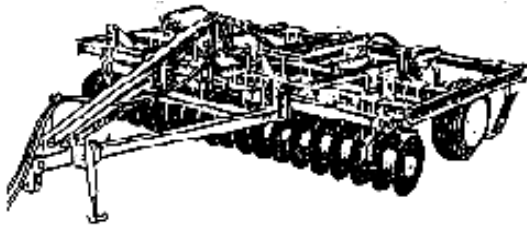


Gambar 95. Stubble-Mulch Plow

Stubble mulch plow atau wide sweep plow berfungsi untuk mematikan tumbuhan pengganggu dengan memotong akar tanaman. Umumnya digunakan untuk pengolahan tanah pertama. Pengoperasian yang efektif

untuk memberantas gulma dilakukan pada musim kemarau.

II.2.5.5. DISK TILLERS



Gambar 96. Disk Tiller
Disk tillers umumnya digunakan pada tanah kering, tetapi dapat juga dipakai untuk tanah-tanah basah atau lembab seperti sawah. Fungsi disk tillers adalah memotong dan mencampur tanah dengan sisa-sisa tumbuhan dimana penghancuran tanah tidak banyak terjadi, sangat baik untuk membunuh gulma.

Disk tillers umumnya digunakan pada tanah kering, tetapi dapat juga dipakai untuk tanah-tanah basah atau lembab seperti sawah. Fungsi disk tillers adalah memotong dan

II.2.5.6. LISTER & BEDDER

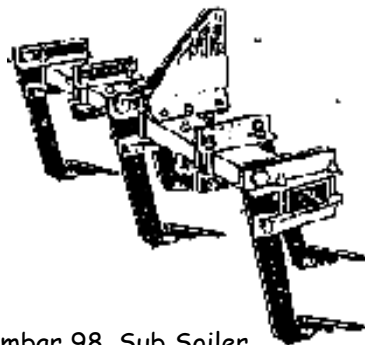


Gambar 97. Lister & Bedder

Merupakan attachment yang digunakan untuk memecah/menggemburkan tanah dan membuat alur penanaman.

Terdapat berbagai tipe lister dan bedder yang dapat disesuaikan dengan medan kerja.

II.2.5.7. SUB SOILER



Gambar 98. Sub Soiler

Digunakan untuk memecah lapisan tanah yang lebih bawah (dibawah top soil). Pemecah lapisan tanah yang lebih ke bawah dimaksudkan agar air dapat berinfiltrasi lebih dalam, demikian pula dengan akar tanaman.

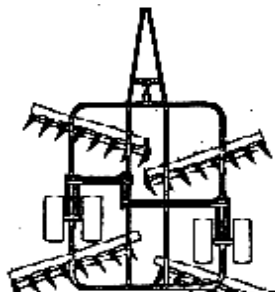
Sub soiler digunakan pada :

- Tanah yang relatif kering

- Tanah dengan lapisan bawah top soil yang sulit ditembus oleh air & udara
- Tanah dengan keasaman atau kebasaaan yang tinggi sehingga dapat menghambat pertumbuhan akar

Untuk menghindari pemadatan tanah, maka traktor harus berjalan sedikitnya satu feet dari jejak sebelumnya. Tidak dianjurkan penggunaan sub soiler pada tanah dengan lapisan dibawah top soil terdiri dari pasir.

II.2.5.8. DISK HARROW

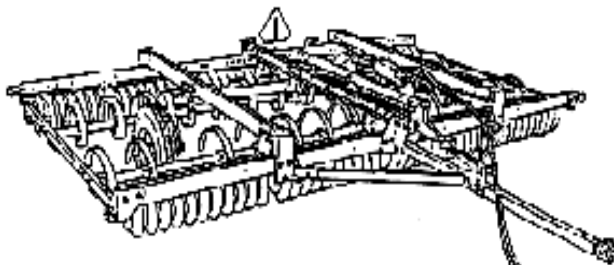


Gambar 99. Disk Harrow

Merupakan attachment untuk pengolahan tanah kedua (secondary tillage). Disk harrow berfungsi untuk menghancurkan gumpalan tanah dan menyeragamkan campuran tanah dengan sisa tumbuhan setelah pengolahan pertama. Terdapat berbagai jenis disk harrow yang dapat

disesuaikan dengan medan kerjanya.

II.2.5.9. ROLLER HARROW & PACKERS



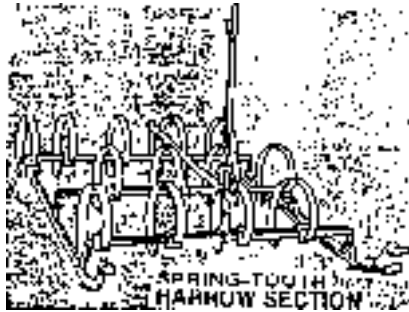
Gambar 100. Roller Harrow & Packers

Merupakan attachment untuk pengolahan tanah kedua. Tipe roller ini biasanya digunakan pada tanah yang belum

lama di plowing. Roller harrow berfungsi untuk menghancurkan lapisan permukaan tanah, menghancurkan gumpalan-gumpalan tanah dan menggemburkan tanah sehingga tanah siap untuk ditanami; sedangkan roller packer berfungsi

menghancurkan lapisan permukaan tanah, memecah gumpalan tanah dan memberikan aerasi yang baik pada tanah sehingga mempercepat pertumbuhan kecambah.

II.2.5.10. TOOTH TYPE HARROW



Gambar 101. Tooth Type Harrow

Digunakan untuk pengolahan tanah kedua dan berfungsi mengumpulkan sisa-sisa tanaman, memecah lapisan permukaan tanah, menghancurkan gumpalan tanah dan memberi aerasi yang baik pada tanah serta memperbaiki kelembaban tanah.

II.2.5.11. FIELD CULTIVATOR



Gambar 102. Field Cultivator

Digunakan untuk menyiapkan guludan penyemai, dengan membrantas gulma, mengumpulkan sisa-sisa rumput/gulma dengan menggaruk permukaan tanah, meningkatkan penyerapan air dan mencegah erosi akibat angin atau air.

Field Cultivator tidak memberi efek pemadatan seperti disk harrow dan bentuknya hampir sama dengan chisel plow hanya dalam pengoperasiannya chisel plow lebih dalam. Field Cultivator kadang dilengkapi dengan alat penanam.

II.2.5.12. ROD WEEDERS



Gambar 103. Rod Weeders

Digunakan untuk memberantas gulma setelah penanaman. Pemberantasan gulma dapat mulai dilakukan setelah penanaman sampai tanaman setinggi ground clearance dari traktor.

II.2.5.13. TRAILLER



Gambar 104. Trailler

untuk pengangkutan buah kelapa sawit atau material lainnya yang unloadingnya dapat dilakukan sekaligus, sedang yang non tipping dapat digunakan untuk berbagai keperluan; hanya untuk loading dan unloading memakai tenaga manusia.

Digunakan sebagai alat angkut pada kebun dimana truk sulit untuk beroperasi. Trailer yang dipasangkan dapat berupa tipping trailer ataupun non tipping.

Tipping trailler biasanya digunakan

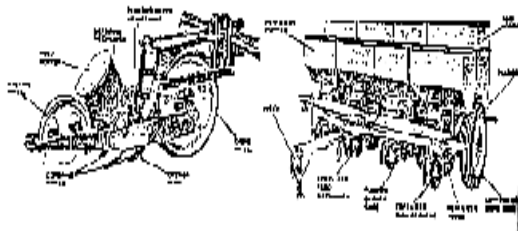
II.2.5.14. PLANTER (ALAT PENANAM)

Penanaman baru dapat berupa : benih, bibit, stek dan okulasi. Alat penanam yang umum digunakan adalah :



Gambar 105. Row Crop Planter

- Row Crop Planter : digunakan untuk menanam benih jagung, sorghum, kacang kedele dan kapas yang memerlukan kecepatan.

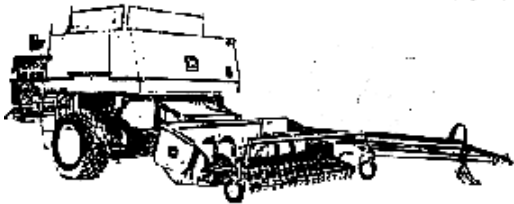


Gambar 106. Specialized Planters

Specialized Planters : merupakan alat penanam untuk tanaman-tanaman tertentu seperti potato planters, vegetable planters, cassava

planters, alat penanam bibit (transplanters) dan sebagainya.

II.2.5.15. HARVESTER (PEMANEN)



Gambar 107. Harvester

Terdapat beberapa harvester yang dapat dipasangkan pada wheel traktor, antara lain cassava harvester, potato harvester, beet harvester. Tetapi pada umumnya harvester untuk skala besar berupa mesin dengan penggerak sendiri.

BAB III

APLIKASI ALAT-ALAT BERAT DENGAN PERLENGKAPAN KERJANYA PADA BERBAGAI SEKTOR PROYEK

Agar alat-alat berat dapat berproduksi secara maksimal, tentunya tidak terlepas dari penerapan metoda kerja yang sesuai dengan fungsi atau kegunaan dari alat-alat berat itu sendiri. Untuk maksud tersebut, akan dibahas tentang metoda dan sistem kerja pada beberapa sektor proyek yang akan dikerjakan.

Secara garis besar sektor proyek yang akan dibahas di dalam Buku Seri Manajemen Alat-Alat Berat ini meliputi : **Sektor Proyek Pertanian** dan **Perkebunan** (Agriculture Project Sector), **Sektor Proyek Konstruksi** (Constructions Project Sector), **Sektor Proyek Perkayuan** (HTI/Logging Project Sector) dan **Sektor Proyek Pertambangan /Kuari** (Mining/Quarry Project Sector). Di dalam masing-masing sektor proyek tersebut akan dibahas mengenai jenis proyek dan bagan alir tahapan kerja proyek sekaligus jenis alat-alat berat yang terlibat di dalamnya.

III.1. SEKTOR PROYEK PERTANIAN DAN PERKEBUNAN (AGRICULTURE PROJECT SECTOR)

Secara umum jenis dan macam proyek di sektor proyek pertanian khususnya di sektor perkebunan dibedakan atas jenis komoditi yang akan dihasilkan (diproduksi) dan siklus hidup (*life cycle*) pertumbuhan/ perkembangan tanaman. Oleh karena itu komoditi/tanaman yang akan dikelola dibedakan atas dua kelompok, yaitu :

(1) Tanaman Tahunan,

Tanaman yang mempunyai siklus kehidupan (umur) lebih dari satu tahun di mana selama hidupnya proses pertumbuhan dan pembuahan berlangsung terus sampai tanaman tidak produktif lagi. Contoh untuk tanaman tahunan ini, antara lain : Kelapa sawit (palm oil), karet (rubber), coklat (cacao), kopi, teh, kelapa, lada, cengkeh, jambu mete dan pala.

(2) Tanaman Semusim,

Tanaman yang mempunyai siklus kehidupan (umur produksi) sampai dengan satu tahun dimana proses pertumbuhan dan pembuahan berlangsung sampai umur satu tahun atau satu musim tanam. Contoh untuk tanaman semusim ini, antara lain : Tebu (*sugarcane*), tembakau (*tobacco*), kapas (*cotton*) dan rasela (*goni*).

Proses pengembangan produksi komoditi/tanaman di sektor perkebunan dilakukan melalui dua program, yaitu : program **Intensifikasi** dan **Ekstensifikasi**. Program **Intensifikasi** adalah program yang lebih menekankan kepada perbaikan teknik budidaya dengan mengembangkan **teknologi kimia-biologis** untuk meningkatkan produksi per satuan luas. Disamping itu, peremajaan dan pengubahan komoditi juga dilakukan guna menjamin peningkatan produktivitas. Sedangkan **program Ekstensifikasi** merupakan program yang lebih ditekankan kepada perluasan dan pemanfaatan areal lahan kritis yang pada umumnya ditumbuhi alang-alang dan semak belukar menjadi areal yang produktif dengan mengembangkan **teknologi mekanis**.

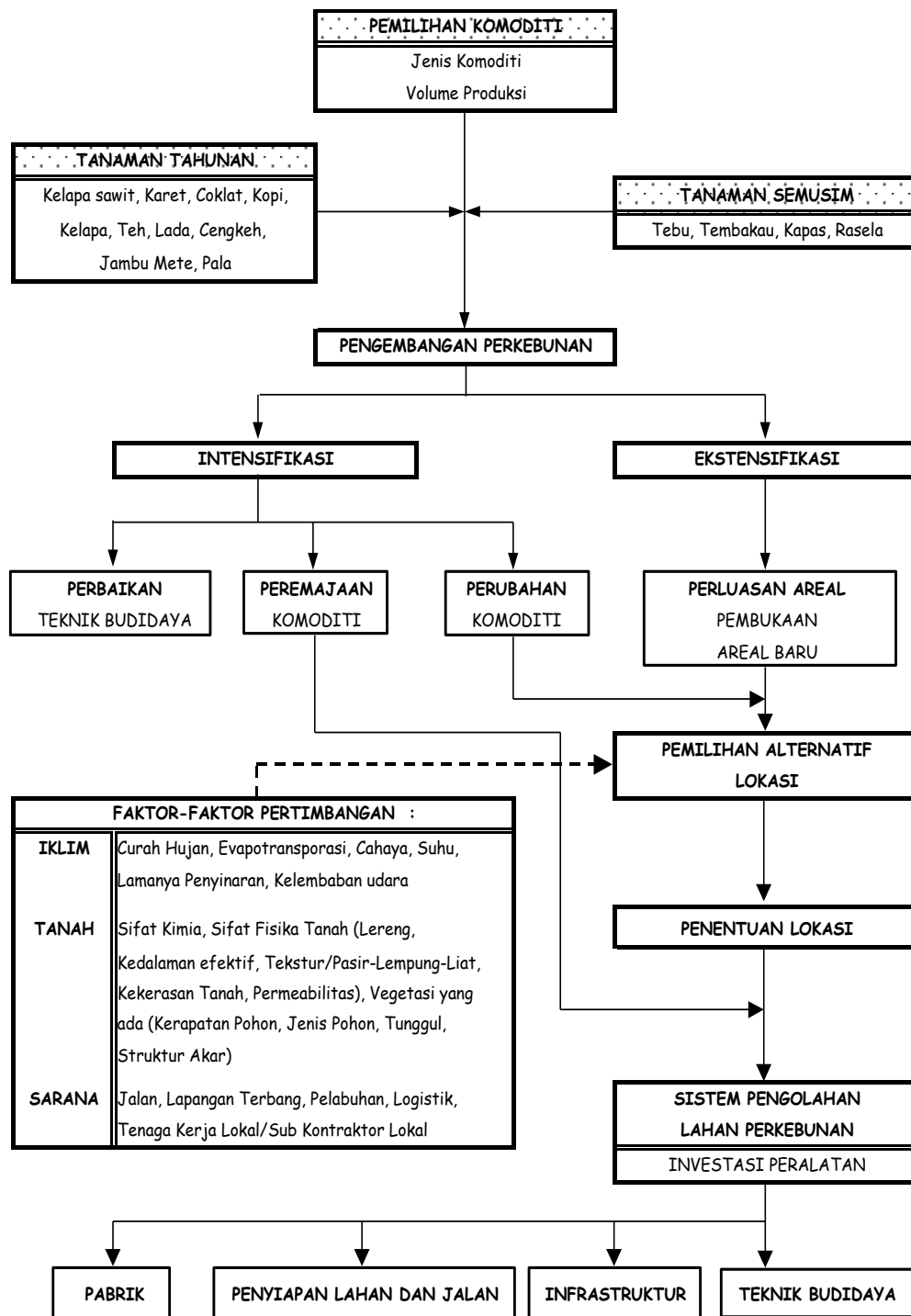
Program ekstensifikasi di sektor perkebunan diterapkan pada lahan-lahan kritis di luar Jawa, yang pada hakekatnya merupakan usaha-usaha perluasan areal yang pada tahap awalnya memerlukan satu proses penting yang dikenal dengan istilah **penyiapan lahan** (*land preparation*). Hamparan luas areal lahan yang tidak potensial dan produktif dengan sengaja diubah menjadi hamparan hijau yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Dan untuk maksud seperti itu, jelas dituntut tidak saja alat-alat berat dan ketrampilan teknis yang memadai tetapi juga pengetahuan manusia yang akan mengelolanya. Penguasaan pengetahuan tentang vegetasi, tanah dan iklim merupakan tuntutan dasar yang mutlak bagi setiap individu yang akan melaksanakan pekerjaan penyiapan lahan. Dari keseluruhan gambaran mengenai **proses pengembangan pertanian** di sektor perkebunan baik program intensifikasi maupun program ekstensifikasi dapat dilihat pada Gambar 108.

Jenis proyek yang akan dibahas lebih lanjut di sektor pertanian adalah proyek perkebunan dengan komoditi (tanaman) tahunan dan semusim. Proyek perkebunan dengan komoditi tanaman tahunan secara umum tidak terlalu banyak melibatkan alat-alat berat

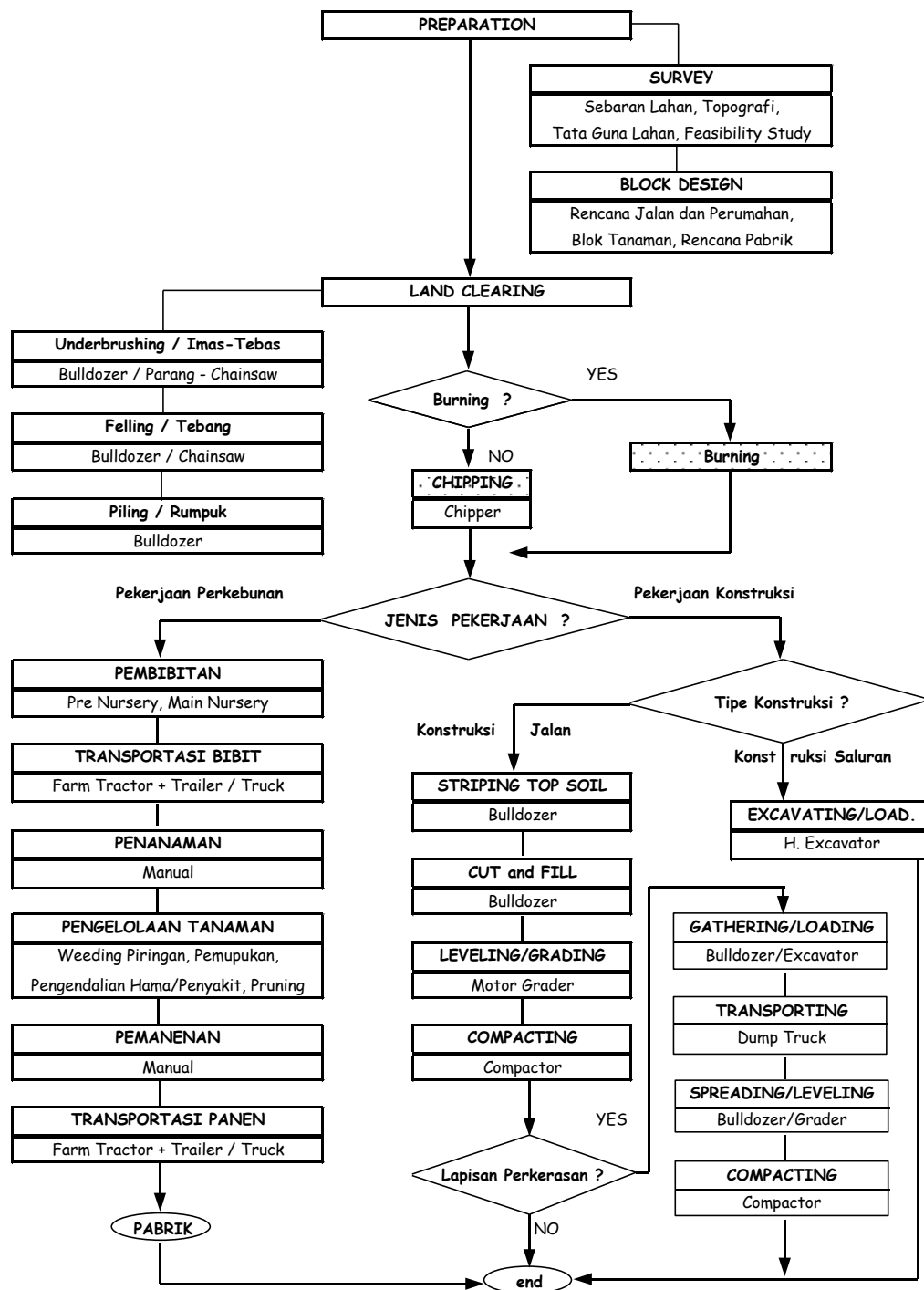
pada setiap tahap pekerjaan di banding dengan proyek perkebunan dengan komoditi tanaman semusim.

Untuk penjelasan lebih terperinci mengenai tahap pekerjaan proyek perkebunan yang dikaitkan dengan pemilihan dan pemakaian alat-alat berat, maka sebagai gambaran proses tersebut diambil dua contoh proyek perkebunan yaitu : proyek Perkebunan Kelapa Sawit untuk tanaman tahunan dan proyek Perkebunan Tebu untuk tanaman semusim.

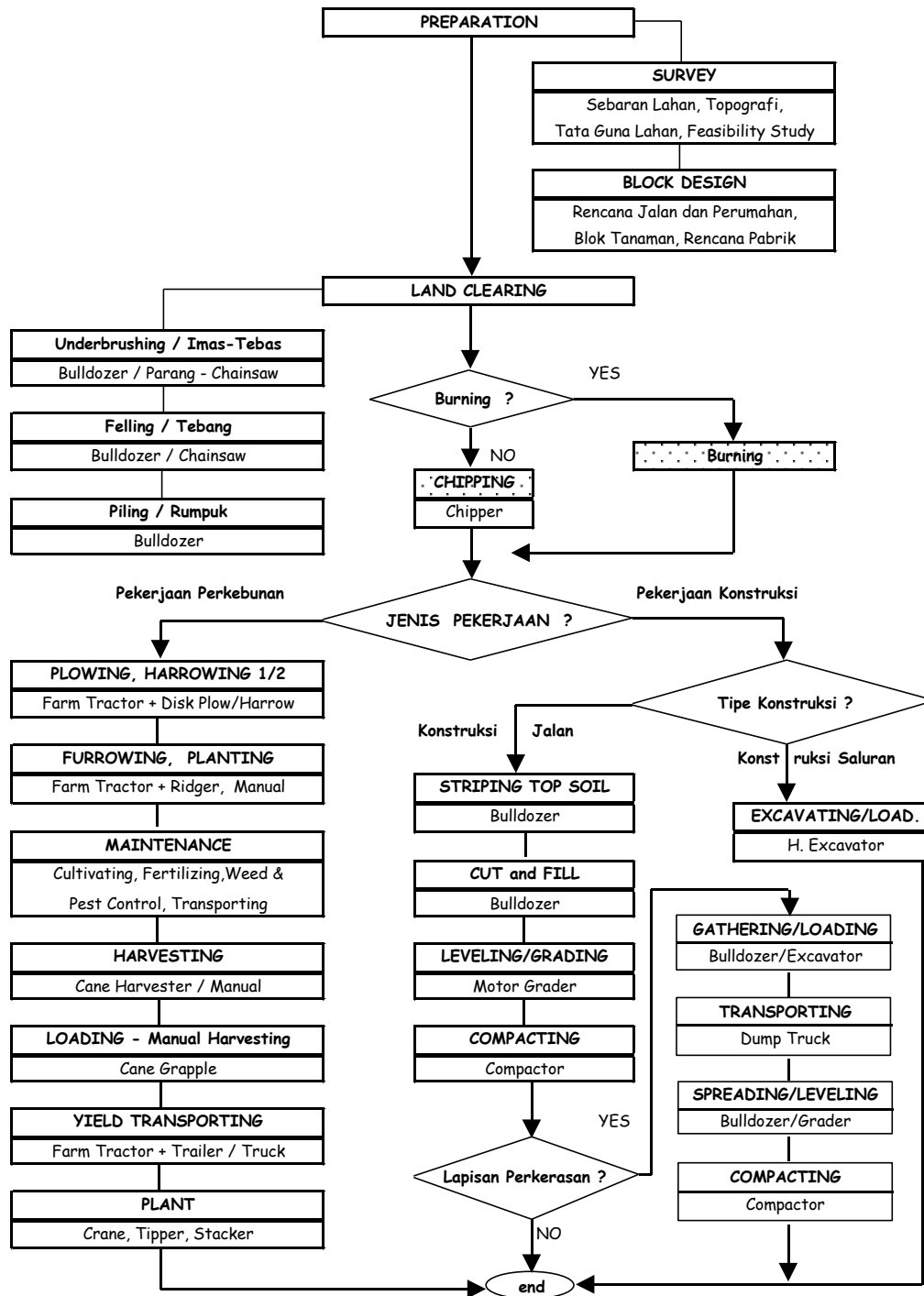
Bagan alir proses tahapan kerja sekaligus dengan alat-alat beratnya untuk proyek perkebunan kelapa sawit dapat dilihat pada Gambar 109. Sedangkan untuk perkebunan tebu pada Gambar 110.



Gambar 108. Program Intensifikasi dan Ekstensifikasi dalam Pengembangan Pertanian di Sektor Perkebunan.



Gambar 109. Tahapan Pekerjaan di Perkebunan Kelapa Sawit Sektor Perkebunan, Pertanian.



Gambar 110. Tahapan Pekerjaan di Perkebunan Tebu Sektor Perkebunan, Pertanian.

Gambar 109 dan Gambar 110, dapat dijelaskan disini mengenai tahapan kerja dari bagan alir proses kerja di Proyek Perkebunan Kelapa Sawit dan Perkebunan Tebu. Di dalam penjelasan ini dilakukan sekaligus baik untuk proyek perkebunan kelapa sawit maupun perkebunan tebu. Adapun uraian dari penjelasan kedua tahapan kerja proyek perkebunan tersebut sebagai berikut :

III.1.1. PEKERJAAN PERSIAPAN (PREPARATION).

Di dalam tahap persiapan ini terdapat dua hal yang harus dilakukan, yaitu : survey (sebaran lahan, topografi, tata guna lahan dan feasibility study) dan pembuatan rancangan blok perkebunan (rencana blok tanaman, rencana jalan, perumahan dan pabrik).

Survey, merupakan langkah awal yang sangat menentukan dalam rangka mencapai keberhasilan pekerjaan yang secara siklus akan berlangsung terus-menerus. Data hasil survey yang meliputi : sebaran lahan, topografi, tata guna lahan dan penyusunan feasibility study sebaiknya dilakukan dengan seksama sehingga informasi yang diperoleh dapat menjadi bahan acuan yang dapat dipercaya untuk membuat perencanaan pekerjaan proyek selanjutnya.

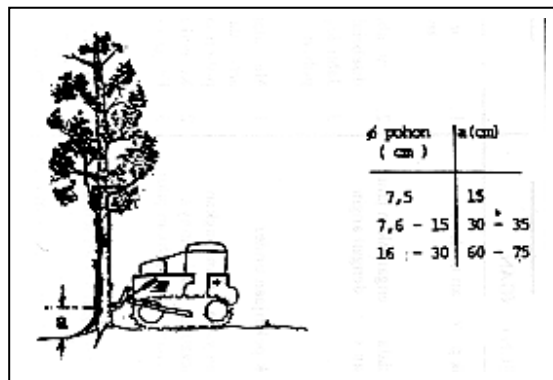
Pembuatan rancangan blok perkebunan, merupakan tahap pekerjaan selanjutnya di mana pada tahap ini dilakukan penetapan batas-batas blok sesuai dengan ukuran yang direncanakan, menetapkan letak jalan dan saluran, menetapkan letak bangunan kantor dan perumahan serta infrastruktur lainnya. Pembuatan rancangan blok perkebunan ini dibuat berdasarkan data hasil survey yang diperoleh. Oleh karena itu kualitas data survey semaksimal mungkin dapat dipercaya dan dipertanggung-jawabkan sehingga pembuatan rancangan blok perkebunan dapat dilakukan secara tepat.

III.1.2. LAND CLEARING

Land clearing atau pembukaan lahan merupakan proses pembersihan lahan dari unsur-unsur material (vegetasi) yang tidak diperlukan atau mengganggu lahan yang akan dipersiapkan untuk areal tanaman perkebunan. Pada prinsipnya *land clearing* terbagi atas tahap-tahap pekerjaan seperti berikut : *Underbrushing*/imas-tebas, *felling*/tebang dan *piling*/rumpuk.

III.1.2.1. UNDERBRUSHING

Underbrushing atau imas/tebas adalah kegiatan penebasan semak belukar termasuk penumbangan pohon yang berdiameter sampai dengan 30 cm dimana waktu penumbangannya relatif singkat dan dapat tumbang dengan sekali lintasan bulldozer. Teknik penumbangan underbrushing ditunjukkan pada gambar 111.

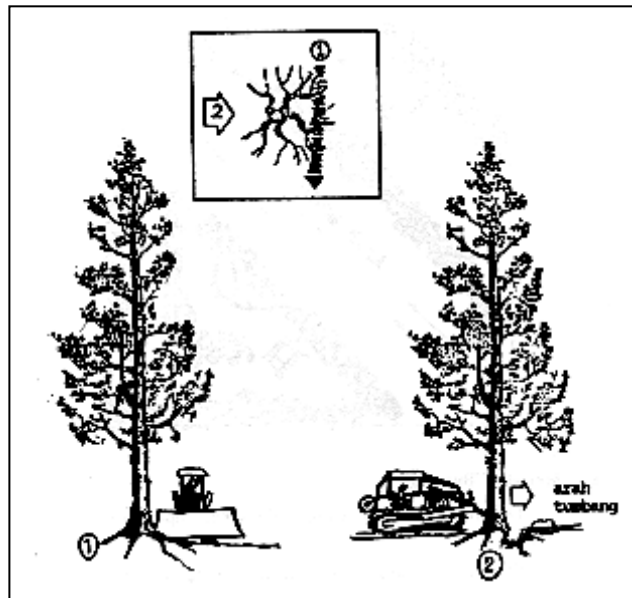


Gambar 111. Underbrushing

Peralatan yang biasanya terlibat pada proses pekerjaan ini terdiri dari bulldozer kelas D65E, D70LE sampai D85ESS dengan tenaga berkisar antara 110 - 220 HP atau secara manual dengan bantuan golok, parang atau kapak dan chain saw.

III.1.2.2. FELLING

Felling atau tebang merupakan kegiatan penumbangan semua pohon yang berdiameter lebih dari 30 cm berikut tunggul dan akar-akarnya tercabut dengan tetap menjaga agar kerusakan yang terjadi pada top soil sekecil mungkin. Untuk lebih jelasnya teknik penumbangan felling dapat dilihat pada gambar 112.



Gambar 112. Felling

Peralatan yang biasanya digunakan untuk pekerjaan ini adalah bulldozer kelas D65E sampai D155A dengan tenaga 165 - 320 HP, yang juga bisa dikombinasikan dengan chainsaw.

III.1.2.3. PILING

Piling atau rumpuk adalah kegiatan penumpukan pohon-pohon yang telah ditumbangkan. Pekerjaan ini harus dilakukan dengan hati-hati jangan sampai merusak top soil (lapisan tanah atas) yang merupakan lapisan tanah subur untuk pertumbuhan tanaman. Pekerjaan ini dilakukan

sebelum proses akhir penyiapan lahan perkebunan yaitu pembakaran tumpukan kayu atau proses pengepungan (*chipping*) tumpukan kayu.

Mengingat bahwa pembukaan dan penyiapan lahan pada dewasa ini cenderung untuk tidak melakukan pembakaran pada tumpukan kayu, maka proses selanjutnya diarahkan dengan cara tumpukan kayu tersebut dibuat menjadi kepingan-kepingan kecil (*chips*) dengan bantuan "CHIPPER MACHINE".

Peralatan yang biasa digunakan untuk pekerjaan piling dan pembuatan kepingan-kepingan (*chips*) adalah bulldozer kelas D65E sampai D85ESS yang dikombinasi dengan chainsaw dan chipper machine.

III.1.3. TAHAPAN PEKERJAAN BUDIDAYA TANAMAN

Pekerjaan perkebunan pada hakekatnya adalah pekerjaan-pekerjaan yang mencakup masalah pengelolaan tanaman, yaitu : dimulai dari penyiapan lahan, penyediaan bibit dan sarana produksi pertanian, pengangkutan baik bibit dan sarana produksi pertanian maupun hasil panen, pemeliharaan tanaman sampai dengan pemanenan.

Pada perkebunan tebu, penggunaan alat-alat berat lebih dominan dibanding pada perkebunan kelapa sawit. Hal ini disebabkan karena pada tanaman tebu diperlukan pengolahan tanah (*soil tillage*) untuk menjamin pertumbuhan tanaman yang baik mulai dari bibit sampai panen. Oleh karena itu, maka pada perkebunan tebu dan tanaman semusim lainnya cenderung menggunakan alat dan mesin pertanian (mekanisasi pertanian).

Tahap pekerjaan di sektor perkebunan tebu yang menggunakan alsintan (alat dan mesin pertanian) meliputi : pengolahan tanah (*soil tillage*), pembuatan alur tanam (*furrowing*) penanaman (*planting*), pemeliharaan (*cultivation, fertilizing, weed & pest control*) dan pemanenan hasil tanaman (*harvesting*) serta pengangkutan (*transporting*). Sedangkan pada sektor perkebunan kelapa sawit penggunaan alsintan relatif lebih terbatas seperti : Pada tahap land clearing dan

transportasi baik sarana produksi pertanian (bibit, pupuk, pestisida dan obat-obatan lainnya) maupun transportasi hasil panen.

Karena dalam penyusunan buku ini menitik beratkan kepada pemilihan dan pemakaian alat-alat berat dan mengingat bahwa di sektor perkebunan tebu lebih dominan di dalam penggunaan alsintan, maka pembahasan difokuskan kepada sektor perkebunan tebu. Adapun tahap-tahap pekerjaannya sebagai berikut :

III.1.3.1. LAND PREPARATION (PENYIAPAN LAHAN)

Secara umum tujuan utama dilaksanakannya pekerjaan penyiapan lahan adalah :

- a. Menyediakan tempat tumbuh yang sesuai bagi benih dan pembibitan,
- b. Membasmi tumbuhan pengganggu (gulma),
- c. Memperbaiki sifat fisik tanah, seperti : meningkatkan porositas dan aerasi tanah.

III.1.3.2. PLANTING (PENANAMAN)

Planting adalah kegiatan permulaan dari sistem pertanian setelah proses land preparation dimana tanaman ditanam dalam tanah dapat berupa : benih, bibit, stek dan okulasi. Perbedaan antara benih dan bibit terletak pada bentuknya, yaitu : benih dalam bentuk biji sedangkan bibit dalam bentuk perkecambahan atau anakan.

Peralatan yang biasa digunakan untuk kegiatan planting antara lain

- (1) **ROW CROP PLANTERS**
- (2) **GRAIN DRILLS**
- (3) **BROADCAST SEEDERS**
- (4) **SPECIALIZED PLANTERS**

III.1.3.3. MAINTENANCE (PEMELIHARAAN)

Maintenance (pemeliharaan) adalah suatu kegiatan pemeliharaan yang bertujuan agar tanaman selama masa pertumbuhannya dapat tumbuh secara optimal tanpa diganggu oleh hama penyakit tanaman dan tanaman pengganggu lainnya seperti : rumput-rumput liar dan sebagainya. tahap pekerjaan maintenance ini terdiri atas : cultivation (penyiangan rumput liar atau tanaman pengganggu lainnya), fertilizing (pemupukan) dan spraying (penyemprotan hama penyakit tanaman).

III.1.3.4. HARVESTING (PEMANENAN)

Harvesting adalah kegiatan penanganan suatu komoditi pertanian untuk dilakukan pemrosesan selanjutnya. Waktu yang terbaik bagi tanaman untuk dipanen adalah berbeda-beda tergantung pada kondisi tanaman itu sendiri dan keadaan cuaca. Patokan yang umum digunakan adalah pada saat tanaman memberikan hasil terbesar dengan mutu tertinggi.

Selain umur tanaman yang sudah masuk masa panen, faktor lain yang harus diperhatikan untuk tanaman pada umumnya adalah kadar air yang dikandungnya. Secara umum tingkat kadar air yang terbaik untuk dipanen adalah 13-14%. Hal ini sangat perlu untuk diperhatikan karena tingkat kadar air yang tinggi, disamping akan menimbulkan kesulitan pada proses pengeringan juga menyebabkan mutu hasil panen dapat menurun drastis. Khusus untuk tanaman tebu, patokan yang digunakan untuk dilakukan pemanenan adalah tingkat rendemen gula yang dikandungnya sudah mencapai pada fase tertinggi yang berbeda untuk masing-masing varietas.

Peralatan (mesin) yang digunakan untuk melakukan pekerjaan pemanenan tergantung pada jenis komoditi yang akan dipanen. Sebagai contoh : untuk tanaman biji-bijian digunakan COMBINE HARVESTER sedangkan untuk tanaman kapas digunakan PICKER. Khusus untuk alat panen di perkebunan tebu digunakan CANE HARVESTER dimana alat ini

dapat memanen batang-batang tebu baik dengan cara tebu potongan (chooped cane) maupun dengan cara tebu utuh (wholestalk cane).

III.1.3.5. TRANSPORTASI (PENGANGKUTAN)

Transportasi adalah kegiatan pengangkutan baik sarana produksi pertanian (saprotan) ke lokasi kebun atau tanaman maupun pengangkutan hasil panen dari kebun (lahan) ke pabrik untuk diolah selanjutnya. Faktor penting yang perlu diperhatikan adalah bagaimana transportasi hasil panen dari kebun (lahan) ke pabrik dijaga kontinuitasnya dimana jangan sampai pabrik berhenti operasinya karena kekurangan atau keterlambatan suplai bahan baku.

Disamping volume suplai yang mesti kontinyu dari kebun ke pabrik juga perlu diperhatikan sifat dari komoditi pada saat panen yang dikaitkan dengan waktu. sebagai contoh : tebu tidak boleh dibiarkan di lahan/lapangan lebih dari 24 jam setelah di panen dan harus segera dikirim ke pabrik. Hal ini disebabkan karena dapat menaikkan gula invert dan menurunkan kadar sukrosa sehingga pada akhirnya dapat menurunkan rendemen gula kristal.

Alat pengangkutan yang umum digunakan di perkebunan-perkebunan antara lain :

- (1) **FARM TRACTOR + TRAILER (CANE TRAILER)**
- (2) **TRUCK**
- (3) **LORI atau KERETA**

Di samping alat angkut juga dibutuhkan alat muat (loader) untuk memuat hasil panen (produk) ke atas alat angkut tersebut. Alat muat yang biasa digunakan di sektor perkebunan tebu adalah CANE GRAPPLE atau alat sejenisnya yang fungsinya dapat memegang dan memuat produk ke atas alat angkut.

III.1.4. PEKERJAAN KONSTRUKSI,

Pekerjaan-pekerjaan konstruksi di sektor perkebunan pada hakekatnya adalah penyiapan infrastruktur yang berupa jalan, jembatan, saluran, perumahan dan konstruksi bangunan lainnya yang berkaitan dengan pembangunan proyek perkebunan. Diantara pekerjaan penyiapan infrastruktur tersebut, pekerjaan pembuatan jalan dan saluran boleh dikatakan paling banyak melibatkan penggunaan alat-alat berat dalam proses pembuatannya.

Pada umumnya tipe jalan yang dibangun di kawasan perkebunan meliputi : jalan utama (*main road*), Jalan sekunder (*secondary road*) dan jalan tanam (*tertiery road*). Tingkat kualitas jalan perkebunan pada umumnya hanya sampai pada tingkat kualitas jalan tanpa lapisan perkerasan atau jalan tanah yang dipadatkan. Akan tetapi untuk jalan utama karena tingkat kesibukan lalu lintasnya relatif tinggi dan merupakan penghubung areal lahan kebun dengan pabrik, maka jalan tersebut diberi lapisan perkerasan seperti : batu pecah (*split*) dan kerikil sehingga jalan dapat digunakan baik pada musim hujan maupun musim kemarau.

III.2. SEKTOR KONSTRUKSI (CONSTRUCTIONS SECTOR)

III.2.1. PEMBUATAN JALAN (ROAD CONSTRUCTION)

Pengertian jalan pada prinsipnya adalah merupakan suatu garis dengan kelebaran tertentu menurut kebutuhannya, yang menghubungkan suatu tempat ke tempat lainnya. Perkembangan jalan dimulai adanya jalan setapak yang perkembangan selanjutnya fungsi jalan mempunyai arti lebih luas, yakni mencakup fungsi :

- Sosial
- Kebudayaan

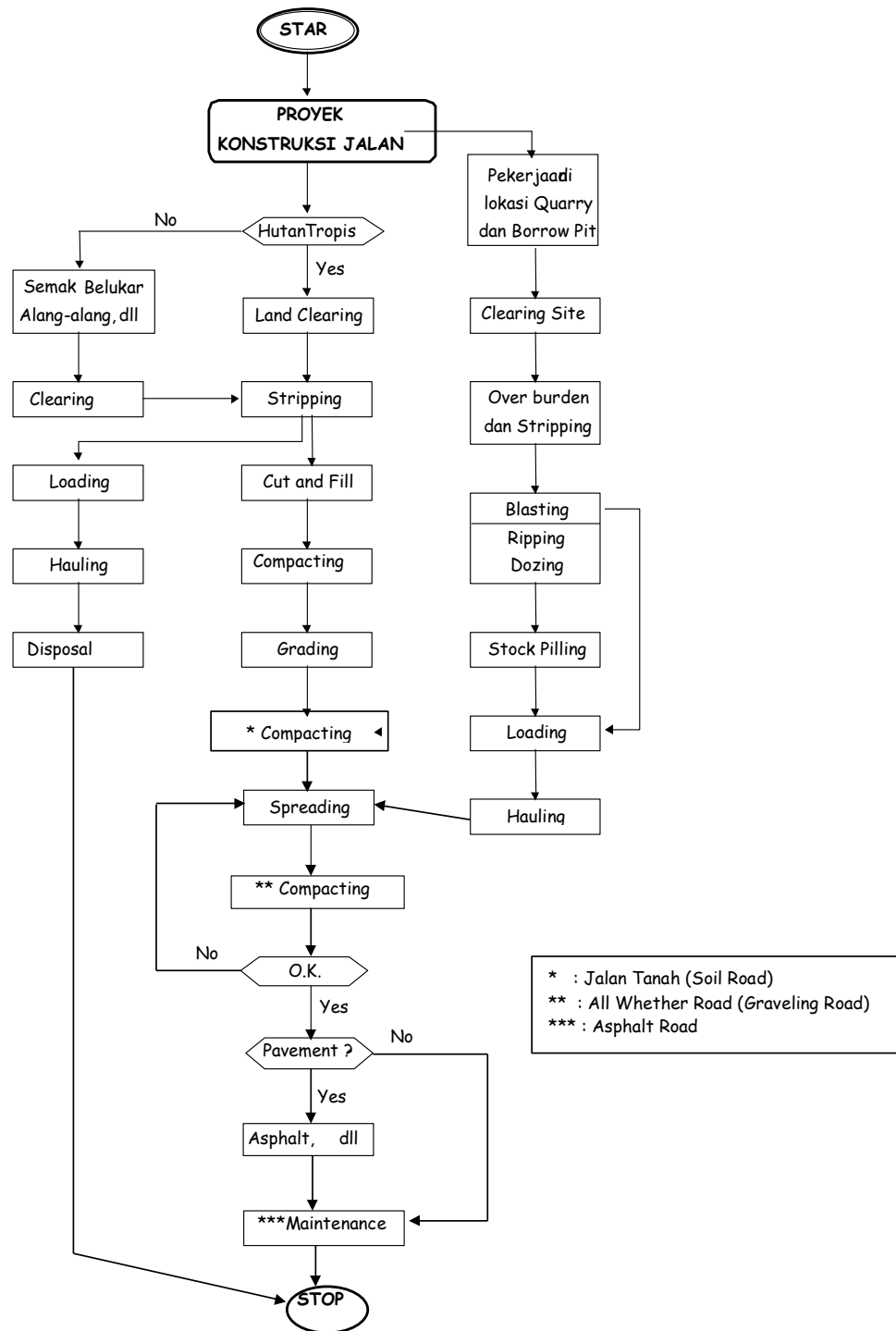
- Ekonomi
- Strategi
- Teknologi

Proyek konstruksi jalan yang mempunyai fungsi penting disegala aspek diatas sudah tentu dipelajari dengan matang baik mengenai disain, perencanaan, maupun untuk pelaksanaan konstruksinya, serta alat-alat berat yang akan dilibatkan untuk pekerjaan konstruksinya.

Secara umum diagram alir konstruksi pembuatan jalan bentuk konstruksi jalan ini dapat digambarkan seperti gambar 113 . Dari diagram alir ini, baik dari kegiatan land clearing sampai kegiatan pemadatan yang melibatkan alat-alat berat, akan dibahas kegiatan-kegiatan alat-alat berat secara umum sehubungan dengan pekerjaan pembuatan jalan tersebut.

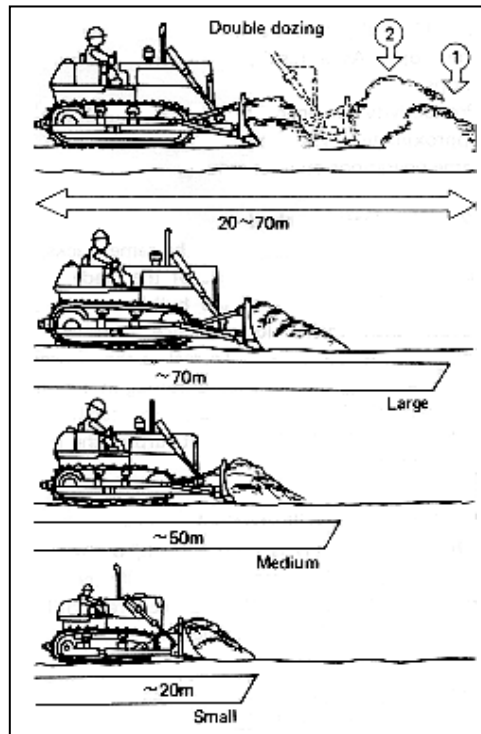
III.2.1.1. LAND CLEARING

Kegiatan land clearing disini hanya meliputi kegiatan pembersihan vegetasi (pohon-pohon) yang berada di areal daerah milik jalan (DMJ)



Gambar 113. Pembuatan Konstruksi Jalan

III.2.1.2. STRIPPING (PENGUPASAN LAPISAN ATAS)



Adalah suatu kegiatan pengupasan lapisan tanah serta material lainnya yang dianggap tidak memenuhi syarat sebagai material konstruksi jalan. Umumnya lapisan top soil ini bersifat elastis (labil) dan tidak memenuhi syarat serta harus disingkirkan dari badan jalan.

Pengupasan top soil dilakukan pada kedalaman antara 10 - 20 cm dengan menggosur kekanan/kiri dari DMJ. Alat-alat berat yang banyak terlibat dalam kegiatan ini adalah bulldozer dari kelas D 31 ~ D 85 atau antara 66 HP ~ 220

HP.

Gambar 114. Stripping Dengan Bulldozer

III.2.1.3. CUT AND FILL (GUSUR DAN TIMBUN)

Adalah kegiatan pemindahan tanah dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah, sehingga tercipta bentuk permukaan tanah yang relatif datar. Kegiatan ini dapat dilakukan setelah pekerjaan stripping.

Metoda cut and fill yang umum digunakan adalah sebagai berikut:

1. Downhill Dozing

Metoda ini sangat efektif dan efisien digunakan pada daerah yang kemiringan lerengnya tidak terlalu curam sampai datar.

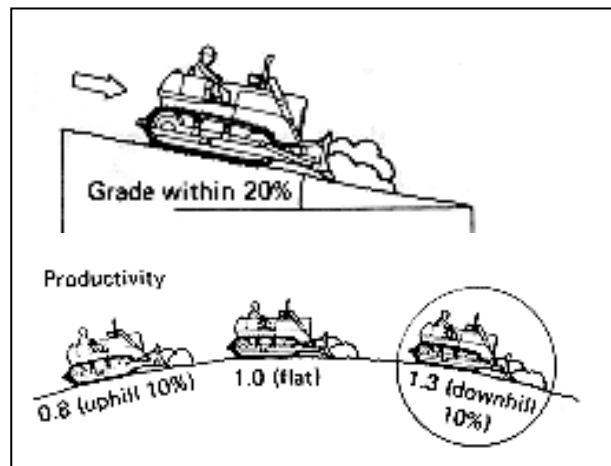
2. Sidehill Dozing

Metoda ini cukup efektif dan efisien untuk daerah yang agak berbahaya bagi keselamatan kerja / operasi, baik karena kemiringan lerengnya yang terlalu curam

maupun struktur tanah yang tidak stabil, sehingga tidak memungkinkan digunakannya metoda menurun lereng (downhill).

Pada umumnya, efisiensi operasi alat-alat berat mulai menurun pada kemiringan 13.9% ~ 17.4%. Limit beroperasinya alat-alat berat adalah pada kemiringan 20.8% ~ 24.2%.

Jika kemiringan ini terlampaui, maka tidak hanya efisiensi operasinya jauh menurun, tetapi juga sangat berbahaya bagi alat dan operator itu sendiri.



Gambar 115. Operasi Bulldozer pada Uphill dan Downhill

III.2.1.4. GRADING AND SPREADING

Adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk membentuk dan meratakan (leveling) badan jalan, serta menyebar ratakan material untuk lapisan perkerasan yang dibongkar dari dump truck. Atau merapikan kembali badan jalan yang kondisi permukaannya rusak.

Alat-alat berat yang umum digunakan untuk meratakan tanah atau menyebar material dengan hasil yang bagus ialah motor grader, dengan kelas dari GD31RC ~ GD605A (65 HP ~ 145 HP).

Apabila tidak diperlukan ketepatan perataan, cukup digunakan bulldozer dari kelas D31 ~ D 60/65 (66 HP ~ 170 HP).

III.2.1.5. COMPACTING



Adalah suatu kegiatan pemadatan material sampai pada tingkat kepadatan tertentu. Dalam pelaksanaannya, pemadatan ini dilakukan secara lapis demi lapis agar diperoleh kualitas hasil pemadatan yang sempurna.

Alat-alat berat yang umum digunakan adalah compactor BW 90 S ~ BW 212 dengan berat operasi 1,3 Ton ~ 18 Ton .

Kegiatan spreading dan compacting dapat dilakukan berulang 2 ~ 3 kali sesuai dengan tebalnya lapisan yang diinginkan.

Lapisan yang umum digunakan adalah jenis tanah urugan, pasir yang diambil dari lokasi borrow pit dan batuan yang diambil dari lokasi quarry.

III.2.1.6. PAVEMENT (PENGASPALAN)

Adalah suatu kegiatan pemberian lapisan penutup (aspalan) yang disebarkan setelah kegiatan compacting selesai. Alat-alat berat yang digunakan untuk memadatkan pada umumnya adalah tandem roller, seperti BW 16 R dan BW 20 R (Bomag) dari kelas 7 ~ 20 ton dan 11 ~ 24 ton.

Pekerjaan ini harus segera dilakukan sebelum aspalan itu menjadi kering (keras) atau mengalami proses pendinginan. Pemadatannya harus dilakukan dengan hati-hati dan perlahan-lahan dengan kecepatan antara 4 ~ 8 km/jam.

III.2.1.7. BORROW PIT

Adalah suatu areal tempat pengambilan material tanah urugan atau pasir yang diperlukan untuk bahan timbunan atau lapisan perkerasan .

Pekerjaan yang melibatkan alat-alat berat di areal borrow pit adalah :

1. **Clearing Site**, yaitu suatu kegiatan pembersihan material atau vegetasi yang ada di areal borrow pit yang dianggap tidak memenuhi syarat sebagai lapisan

perkerasan konstruksi jalan. Alat-alat berat yang terlibat adalah bulldozer dari kelas D 31 ~ D 80/85 (66 HP ~ 220 HP)

2. Stock Piling, yaitu suatu kegiatan pengumpulan material (lapisan perkerasan) agar material tersebut mudah dipindahkan ke dump truck. Alat-alat berat yang digunakan adalah bulldozer kelas D 31 ~ D 80 / 85.

Jika material yang akan digali tersebut agak keras biasanya dilakukan penggusuran atau ripping dahulu, baru kemudian dilakukan stock piling.

3. Loading, yaitu suatu kegiatan pemuatan material dari stock pile keatas alat angkut (dump truck). Biasanya alat-alat berat yang digunakan adalah excavator kelas PC 100 ~ PC 300 dengan kapasitas bucket 0,44 ~ 1,32 M³ atau dozer shovel dari kelas D31S ~ D75S dengan kapasitas bucket 0,8 ~ 2,2 M³.

4. Hauling, yaitu suatu kegiatan pengangkutan material (lapisan perkerasan) oleh alat angkut ke lokasi (pembuatan jalan). Umumnya menggunakan dump truck yang berkapasitas 8 ~ 32 ton.

III.2.1.8. Q U A R R Y

Adalah suatu areal / tempat pengambilan batuan yang diperlukan sebagai lapisan perkerasan. Lebih detailnya tentang quarry akan dibahas pada bab pembahasan sektor pertambangan.

III.2.1.9. DISPOSAL AREA

Adalah suatu areal yang disediakan sebagai tempat pembuangan material yang berasal dari lokasi proyek dan material tersebut tidak digunakan lagi sebagai material konstruksi jalan.

Disposal area pada proyek irigasi dan drainase, kadang-kadang juga terdapat pada kanan-kiri saluran tersebut, juga material tersebut dapat pula digunakan untuk pembuatan tanggul selama material tersebut memenuhi syarat sebagai bahan konstruksi.

Biasanya alat-alat berat yang digunakan pada disposal area ialah bulldozer yang tugasnya menggosur dan meratakan material buangan.

III.2.2. MULTI PURPOSE DAM

Adalah suatu bentuk penampungan air permukaan air hujan (sungai) yang berfungsi menaikkan permukaan air sungai yang bertujuan untuk pengairan, pembangkit tenaga listrik, atau sebagai tempat rekreasi. Bendungan yang akan dibahas disini sehubungan dengan penggunaan alat-alat berat adalah access road, diversion channel / tunnel (river diversion), cafferdam, main dam, dan spillway. Proses pekerjaan konstruksi multi purpose dam dapat dilihat pada gambar 117.

III.2.2.1. ACCESS ROAD

Adalah suatu kegiatan pembuatan jalan yang nantinya berfungsi sebagai sarana penghubung dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi di lokasi proyek. Proses pembuatannya sama dengan proses pembuatan jalan biasa seperti yang telah dibahas pada bab road construction.

Access road ini kadang-kadang juga terdapat di areal genangan air setelah bendungan selesai. Dengan kata lain access road ini dapat merupakan bangunan yang bersifat sementara.

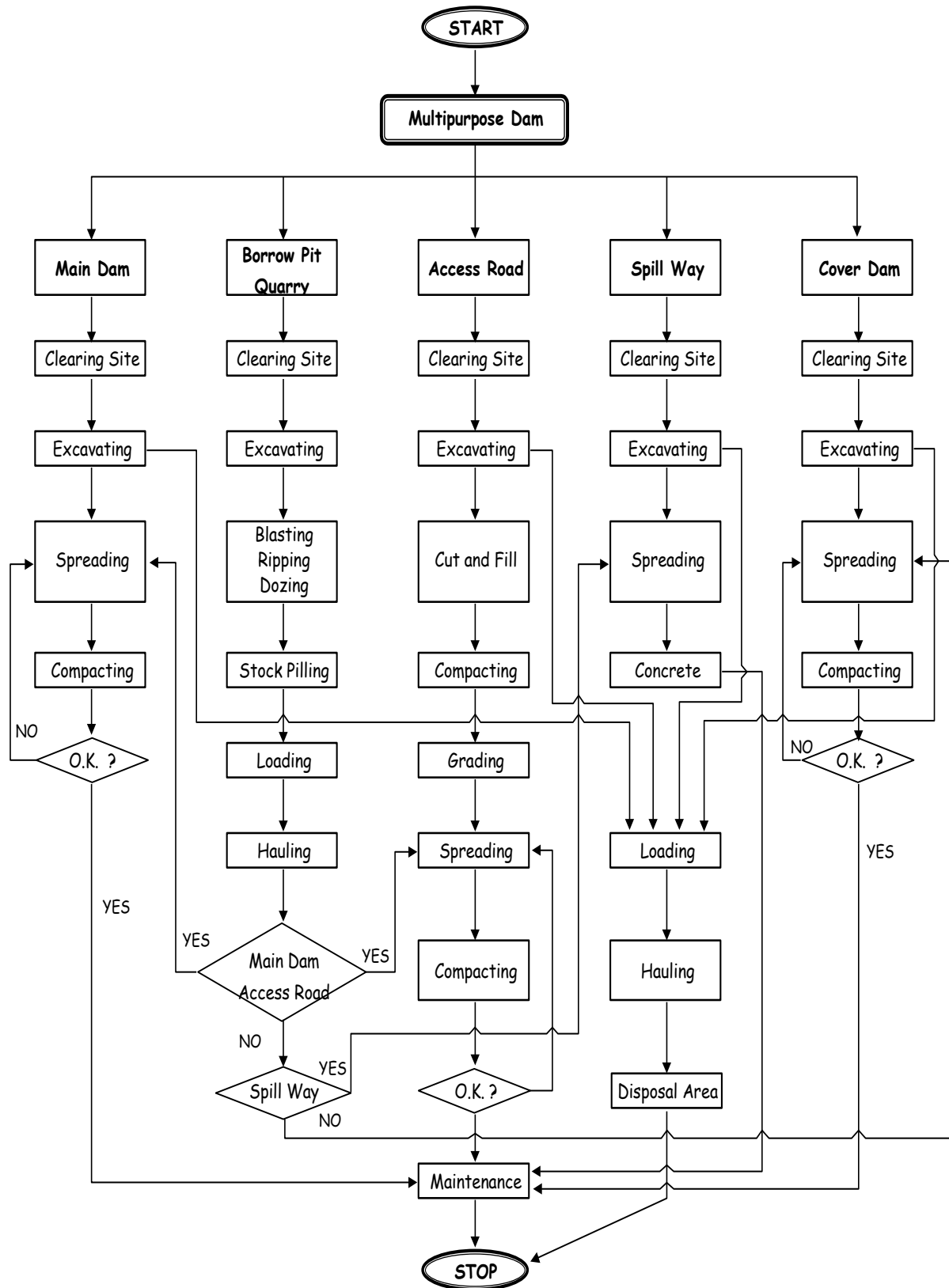
III.2.2.2. DIVERSION CHANNEL / TUNNEL

Adalah suatu saluran yang dibuat sebagai saluran pengelak dari lokasi pembuatan *main dam*, dimana aliran air sungai yang tadinya menuju lokasi *main dam* kemudian arahnya dibelokkan sehingga melalui saluran ini.

Saluran ini dapat berupa saluran terbuka yang dibuat di atas permukaan tanah yang dikenal dengan nama *diversion channel* atau *river diversion*, dan dapat pula berupa terowongan yang dikenal dengan nama *diversion tunnel*.

Kegiatan pembuatan saluran ini harus dibuat sebelum kegiatan konstruksi *main dam* dan *cofferdam* di mulai.

Pekerjaannya meliputi *stripping top soil* dan *excavation* yang kemudian dibuang ke *disposal area*.



Gambar 117. Proses Pekerjaan Konstruksi Multi Purpose Dam (Bendungan)

Alat-alat berat yang umum digunakan adalah :

- Bulldozer D 60/D 65 - D 150/D 155 (155 HP ~ 320 HP)
- Dozer Shovel D57S ~ D75S (135 HP ~ 350 HP)
- Wheel Loader WA 70 ~ WA 180 (107 HP ~ 280 HP)
- Dump Truck HD325 (32 Ton) dan Nissan CM80CD-TWD52 (4,25 ~ 19,2 Ton)

Tetapi untuk pekerjaan diversion tunnel, hanya melibatkan alat-alat berat, wheel loader, seperti WA 70 ~ WA 180 (107 HP ~ 280 HP).

Jadi wheel loader tersebut hanya membawa hasil galian dari dalam terowongan ke disposal area atau ke dump truck, atau ke stock pile jika material hasil penggaliannya dapat dimanfaatkan.

Pekerjaan pembuatan diversion tunnel akan dibahas lebih mendalam pada bab irigasi dan drainase.

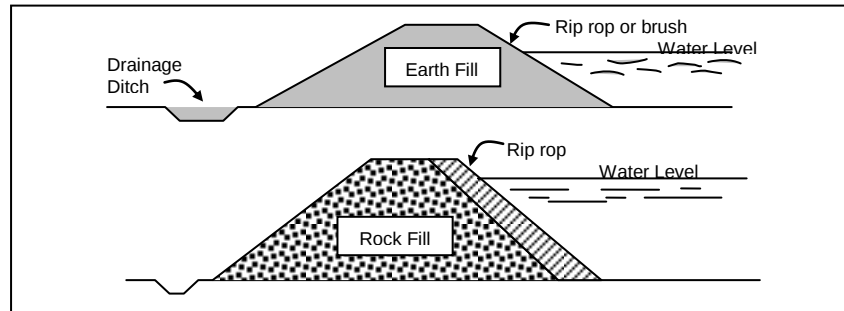
III.2.2.3. COFFER DAM

Adalah suatu bangunan tanggul yang bersifat sementara yang dimaksudkan untuk melindungi atau mencegah aliran air ke lokasi pembuatan main dam, sehingga lokasi tersebut selalu dalam keadaan kering.

Pembuatan konstruksi cofferdam ini dibuat sebelum pekerjaan main dam di mulai, dan pekerjaan diversion channel / tunnel selesai.

Cofferdam ini dibuat dengan mengelilingi lokasi main dam atau dapat pula di kedua ujung diversion channel / tunnel agar air tidak masuk atau kembali ke lokasi main dam (bentuk konstruksi cofferdam adalah seperti gambar 118).

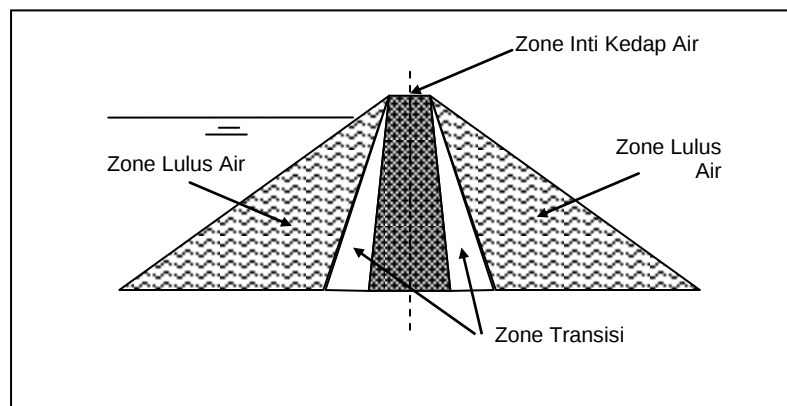
Proses pembuatan konstruksi cofferdam sehubungan dengan penggunaan alat-alat berat, akan dibahas lebih lanjut pada bab Irigation dan Drainage.



Gambar 118. Earthfill dan Rockfill Cofferdam

III.2.2.4. MAIN DAM

Adalah suatu bangunan tanggul yang bersifat permanen, dimana tanggul ini nantinya berfungsi sebagai pembendung aliran sungai, dimana aliran air yang tadinya dipindahkan melalui diversion channel / tunnel dialirkan kembali melalui saluran masuk dengan jalan membuka tanggul penutup ke arah main dam dan menutup kembali aliran air yang melalui diversion channel / tunnel. Salah satu bentuk konstruksi main dam yang umum digunakan adalah seperti terlihat pada gambar 119.



Gambar 119. Bendungan Tipe Urugan

Material konstruksi main dam dapat berupa tanah, batu atau gravel dan pasir, sehingga konstruksi main dam terbagi dalam beberapa zone, seperti zone lulus air, zone transisi dan zone inti kedap air.

Proses pekerjaan dengan menggunakan alat-alat berat dilakukan lapis per lapis yang meliputi pekerjaan :

➤ **STRIPPING DAN EXCAVATION**

Yaitu suatu pekerjaan pembersihan atau penggalian material yang tidak memenuhi syarat sebagai material konstruksi main dam yang kemudian di buang ke disposal area.

Alat-alat berat yang biasanya digunakan untuk pekerjaan ini adalah bulldozer dari kelas D60/D65 ~ D155, wheel loader dari kelas WA70 ~ WA180 atau dozer shovel dari kelas D57S ~ D75S, dan dump truck.

➤ **SPREADING**

Yaitu suatu kegiatan penyebaran material konstruksi untuk bahan pembuatan main dam. Biasanya spreading ini dilakukan oleh bulldozer D60/D65 ~ D80/D85

➤ **COMPACTING**

Yaitu suatu pekerjaan pemadatan material yang telah disebar. Biasanya pekerjaan dilakukan compactor, BW170PD ~ BW212PD

Pekerjaan konstruksi pembuatan main dam dilakukan secara lapis per lapis, sehingga kegiatan spreading dan compacting dapat berulang.

III.2.2.5. SPILL WAY

Adalah suatu bangunan yang dibuat sebagai saluran pelimpah air pada bendungan jika terjadi volume air yang melebihi kapasitas bendungannya. Pada spill way ini juga terdapat pula bangunan yang disebut emergency spill way yang berfungsi sebagai pelimpah air jika terjadi banjir besar.

Perbedaan antara spill way dan emergency spill way ini hanya terletak pada saat penggunaannya, dimana emergency spill way dipakai jika pelimpahan air dengan spill way belum cukup. Jadi emergency ini hanya digunakan jika keadaan banjir sudah memaksa untuk menggunakannya, dengan jalan meledakan lubang saluran yang telah dipasang bahan peledak sebelumnya.

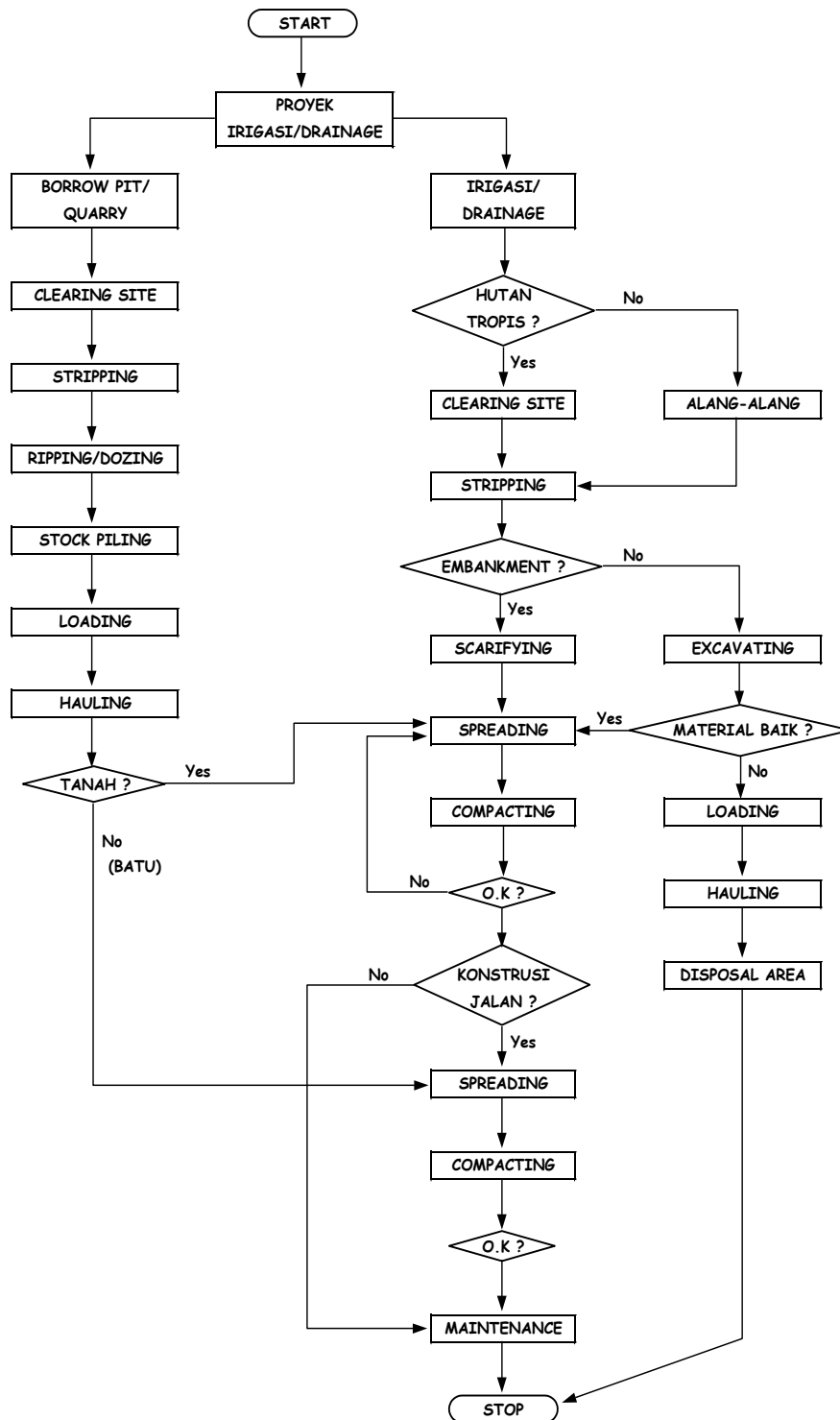
Dalam pelaksanaan pekerjaan ke dua spill way ini biasanya melibatkan alat-alat berat seperti bulldozer kelas D65E ~ D155A untuk dozing, dozer shovel kelas D57S ~ D75S untuk loading, motor scraper dari kelas WS16 ~ WS23 untuk excavating dan hauling dan kadang-kadang juga digunakan dump truck dengan kapasitas 4 - 5 ton untuk hauling.

Proses pekerjaan spill way ini adalah merupakan pekerjaan pembuatan tanggul (embankment) yang akan dibahas lebih lanjut pada bagian saluran irigasi dan drainase.

III.2.3. IRRIGATION DAN DRAINAGE

Irigasi adalah suatu sistim pemberian air pada suatu tanah guna menciptakan adanya kelembaban tanah yang merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman, dan sistim pengaturan pembuangan air yang sudah terpakai atau kelebihanannya disebut drainase.

Disini akan dibahas keterlibatan alat-alat berat terhadap pekerjaan konstruksi irigasi maupun drainase yang pada pokoknya adalah sama, yaitu pembuatan saluran, tanggul (embankment) dan road inspection, dimana diagram alir dari prosesnya adalah menunjukkan suatu proses pembuatan saluran irigasi dan drainase baru. Tetapi jika pekerjaannya merupakan rehabilitasi dari yang ada maka akan terdapat kegiatan pada proses yang tidak dilakukan. Adapun diagram alir tahap-tahap pekerjaannya adalah sebagai berikut :



Gambar 120. Proses Pembuatan Drainase dan Irigasi

III.2.3.1. LAND CLEARING

Adalah suatu kegiatan pembersihan permukaan tanah dari pepohonan, semak belukar, tunggul dan tumbuhan lainnya yang berada di daerah milik saluran. Dibawah ini akan dibahas mengenai pembuatan tanggul (embankment), dimana proses pekerjaannya meliputi, stripping (excavating), scarifying (jika perlu), spreading dan compacting.

III.2.3.2. STRIPPING

Adalah suatu pekerjaan pengupasan top soil di daerah milik saluran karena materialnya tidak memenuhi syarat untuk keperluan konstruksi, baik di daerah timbunan maupun galian. Alat-alat berat yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah bulldozer kelas D 31 ~ D 85. Dan apabila disposal arealnya berada di lain lokasi, maka diperlukan dump truck dan alat muat

III.2.3.3. CUT AND FILL

Adalah suatu kegiatan penggusuran dan atau penimbunan untuk membentuk saluran sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Alat-alat berat yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah bulldozer kelas D 31 ~ D 155 yang dilengkapi dengan ripper, atau hydraulic excavator kelas PC 100 ~ PC 300.

III.2.3.4. SPREADING

Adalah suatu kegiatan pekerjaan menyebar (meratakan) material bahan konstruksi. Pekerjaan ini biasanya dilakukan oleh bulldozer kelas D 31 ~ D 65 atau dengan motor grader kelas GD 510 ~ GD 621.

III.2.3.5. COMPACTING

Adalah suatu pekerjaan memadatkan material konstruksi sampai pada tingkat kepadatan tertentu. Pekerjaan pemadatan ini dilakukan setelah spreading secara lapis per lapis. Pekerjaan ini dilakukan dengan compactor kelas BW 170 ~ BW 212.

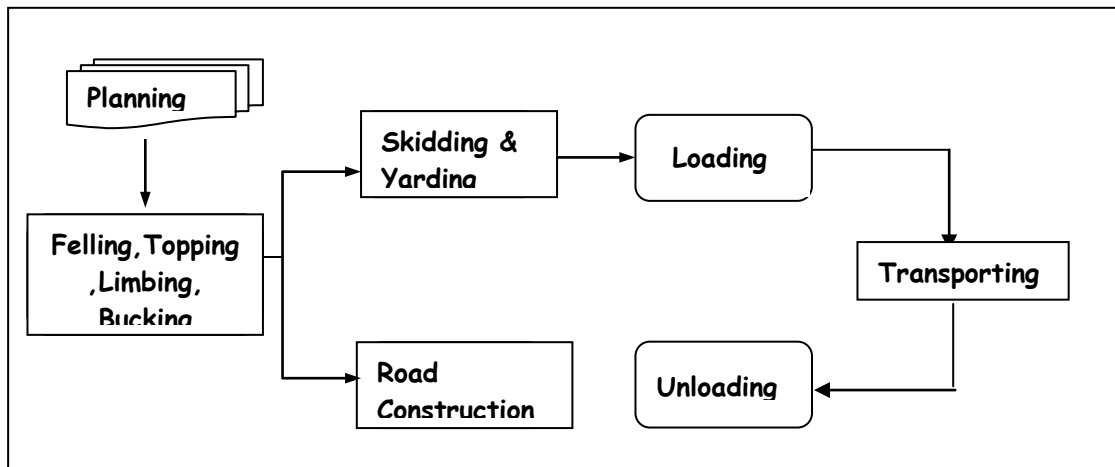
III.3. SEKTOR PERKAYUAN (LOGGING/HTI SECTOR)

Berdasarkan jenis alat-alat berat yang digunakan, proyek perkebunan ini dapat dibagi dalam 2 kegiatan besar, yaitu logging (HPH/IPK) dan HTI (Hutan Tanaman Industri).

Secara umum pengertian dari logging dan HTI adalah sebagai berikut. **Logging** adalah kegiatan pemanenan kayu dari hutan alam. Para kontraktor logging biasanya telah 'mengantongi' ijin HPH (Hak Pengusahaan Hutan) atau IPK (Ijin Pemanfaatan Kayu). Sedangkan **HTI** adalah hutan tanaman yang sengaja dibangun untuk dimanfaatkan kayunya, sebagai bahan baku pulp, kertas, particleboard, MDF dan keperluan lainnya.

Kayu dari kegiatan logging biasanya berupa log (kayu gelondongan) dengan kubikasi yang besar dan diameter rata-ratanya lebih dari 50 cm, umur rata-rata pohon yang ditebang lebih dari 25 tahun atau bahkan ratusan tahun. Pohon HTI biasanya berdiameter rata-rata 20cm dan umur rata-rata tanaman yang siap panen berkisar antara 7-8th.

Langkah-langkah kegiatan pemanenan kayu di logging dengan HTI tidak jauh berbeda. Langkah-langkah kegiatan pemanenan kayu tersebut dapat digambarkan seperti ilustrasi dibawah ini :



Gambar 121. Bagian-bagian dari sistem pemanenan

Langkah kerjanya dimulai dengan kegiatan *planning* hingga *unloading* di log pound atau di 'mill side'. Pembangunan jalan (*road construction*) dilakukan untuk mendukung kegiatan transportasi kayu dari areal tebangan tepatnya TPK menuju lokasi penumpukan kayu akhir di log pound atau menuju pabrik.

III.3.1. PLANNING

Planning/perencanaan adalah langkah pertama yang sangat menentukan dalam kegiatan pemanenan kayu, karena kegiatan ini yang akan mengatur jalannya pemanenan kayu, mengidentifikasi dan memprediksi kemungkinan munculnya permasalahan serta bagaimana mengatasinya, menentukan sistem kerja, jumlah & komposisi alat produksinya, berapa target produksi kayu yang harus dicapai, penentuan *setting layout* kerja pemanenan kayu dan nilai investasi yang harus dibutuhkan.

Sistem pemanenan kayu yang paling efektif, efisien serta memperoleh produksi kayu yang tinggi pada suatu areal pemanenan, belum tentu sama hasilnya untuk areal lain. Walaupun mempunyai perencanaan yang mirip atau bahkan sama sekalipun. Banyak hal yang mempengaruhi produktifitas pemanenan kayu, antara lain ialah :

- Potensi hutan dan penyebarannya
- Densitas kayu di areal pemanenan
- Ukuran kayu yang akan dipanen
- Jenis tanah dan kondisi topografi
- Iklim dan cuaca
- Sistem kerja pemanenan kayu yang diterapkan
- Peralatan dan unit kerja yang digunakan
- Kemampuan (*skill*) operator
- Rencana target produksi kayu
- Kondisi sosial masyarakat setempat serta ketersediaan tenaga kerja

Sistem pemanenan kayu dari hutan tanaman (HTI) umumnya dikenal ada 3 metoda kerja yaitu *Cut-to-Length System*, *Full tree* dan *Tree Length System*. *Cut-to-length system* adalah sistem pemanenan kayu dimana pohon-pohon yang telah ditebang, langsung dipotong-potong menjadi sortimen-sortimen tertentu, setelah itu diekstraksi keluar dengan menggunakan unit seperti forwarder. Sedangkan *Tree length sistem* ialah cara pemanenan dimana pohon-pohon yang telah

ditebang cukup dipotong ujung, cabang dan ranting kemudian berupa batang-batang yang panjang ditarik keluar (*skidding*) metoda ini populer diterapkan di areal HPH dan IPK. Alat yang digunakan untuk menumbangkan dapat menggunakan *feller bucher* atau *chain saw*. Sedangkan alat yang digunakan untuk *skidding* dapat menggunakan *skidder* atau *bulldozer*. Metoda lainnya ialah *full tree system*, dimana batang-batang pohon yang telah ditumbangkan, langsung ditarik keluar berikut cabang dan rantingnya. Metoda ini jarang sekali diterapkan karena mengalami kesulitan pada saat penanganan limbah kayunya.

Tabel 10a. Keuntungan Metode Pemanenan Kayu secara Mekanis

Cut-to-Length	Tree Length
◦ Lebih banyak diterapkan di areal Hutan Tanaman Industri	◦ Banyak diterapkan di Hutan Alam (Asli)
◦ Sangat efektif untuk kegiatan <i>thinning</i>	◦ Waktu untuk mempelajari metode ini relatif cepat, hal ini dapat meningkatkan <i>cost savings</i>
◦ Meminimalkan gangguan terhadap landasan kerja	◦ Menghemat biaya pembelian truck, karena sudah didesain untuk Tree Length
◦ Komputerisasi menghasilkan panjang log yang akurat dan memaksimalkan kualitas kayu	◦ Utilisasi <i>slash</i> atau pucuk daun dan ranting mudah dilakukan
◦ Ekstraksi dengan cara diangkut <i>forwarder</i> menghasilkan kayu tebangan yang bersih untuk <i>sawmills</i> dan <i>pulpmills</i>	◦ Penanganan kayu yang berukuran panjang lebih mudah dilakukan
◦ Lebih <i>comfortable</i> , unit tidak banyak <i>moving</i> sehingga operator lebih bisa berkonsentrasi untuk meningkatkan produksi kayunya	◦ Produktifitas <i>feller Buncher</i> sangat tinggi untuk melakukan <i>thinning</i> pada row pertama
◦ Untuk jarak <i>hauling</i> yang lebih dari 800 m penggunaan <i>forwarder</i> akan sangat efisien dan efektif	◦ Kemungkinan kebakaran pada areal hutan lebih kecil
◦ Efektif untuk daerah yang basah	

atau daya dukung tanahnya rendah.	
◦ <i>Sorting</i> log dapat langsung dilakukan (misal. berdasarkan diameter lognya)	

Tabel 10b. Kerugian Metode Pemanenan Kayu secara Mekanis

Cut-to-Length	Tree Length
◦ Produktifitas pemanenan lebih mudah dipengaruhi oleh perubahan topografi, bentuk dan ukuran pohon	◦ Kurang efektif untuk <i>thinning</i> ◦ Gangguan (soil disturbance) skidder lebih tinggi dibanding forwarder.
◦ Waktu yang diperlukan oleh operator untuk mencapai produktifitas puncak cukup lama, karena kompleksnya mesin yang digunakan	◦ Banyak serasah yang ditinggalkan berserakan, seperti daun dan pucuk pohon di areal tebangan.
◦ <i>Capital cost</i> untuk peralatan relatif lebih mahal dari metoda lain, khususnya bila dilihat secara kumulatif produksi per tahun	◦ Unit kerja yang terlibat dalam sistem ini lebih banyak bila dibanding dengan <i>Cut-to-length</i>
◦ Forwarder mungkin akan sedikit <i>underutilized</i> untuk pemanenan berskala kecil	◦ Sistem ini lebih banyak membutuhkan ruang gerak seperti <i>access road</i> dan <i>landing decks</i> yang luas
◦ Kegiatan <i>handling log</i> memakan waktu yang lebih lama, seperti waktu <i>loading</i> dan <i>unloading log</i>	

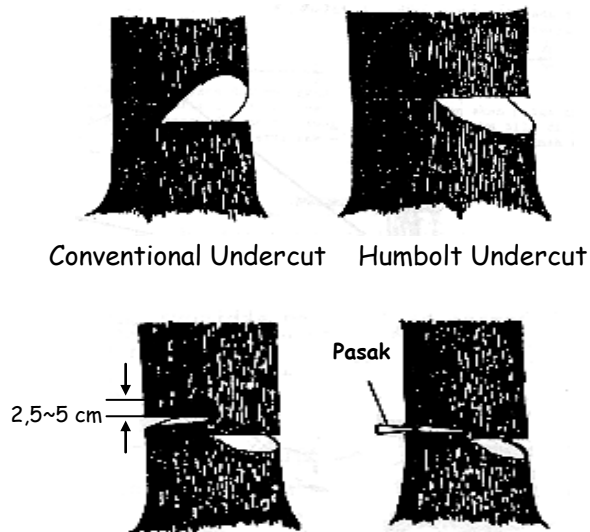
III.3.2. FELLING & BUCKING

Penebangan kayu terdiri dari kegiatan-kegiatan lain yang menunjang kegiatan pemanenan kayu, seperti berikut :

- Felling : Kegiatan penebangan pohon. Alat yang biasa digunakan adalah kapak, chainsaw dan mesin penumbang (Feller Buncher).
- Bucking : Pemotongan kayu-kayu hasil tebangan menjadi ukuran tertentu (sortimen). Sortimen ini biasa disebut *logs*, *bolts* atau *tree-length logs* bila hanya dipotong pucuknya saja.

- Measuring : Pengukuran panjang kayu hasil tebangan yang akan dijadikan sortimen tertentu
- Limbing : Pemangkasan ranting-ranting pohon dengan menggunakan chainsaw, kampak atau pun alat pemangkas (limber).
- Topping : Bagian dari bucking yang hanya memotong bagian pucuk pohon saja (atau canopy pohon).

Berikut ini adalah gambaran mengenai teknik-teknik penebangan pohon berdiameter besar dengan menggunakan chainsaw di areal HPH/IPK. Teknik penebangan ini diharapkan dapat mengurangi kerusakan batang pohon akibat kayu log yang patah dan rusak. Teknik penebangan ini berdasarkan bentuk topografi tanah sebagai landasan rebah pohon yang akan ditebang.



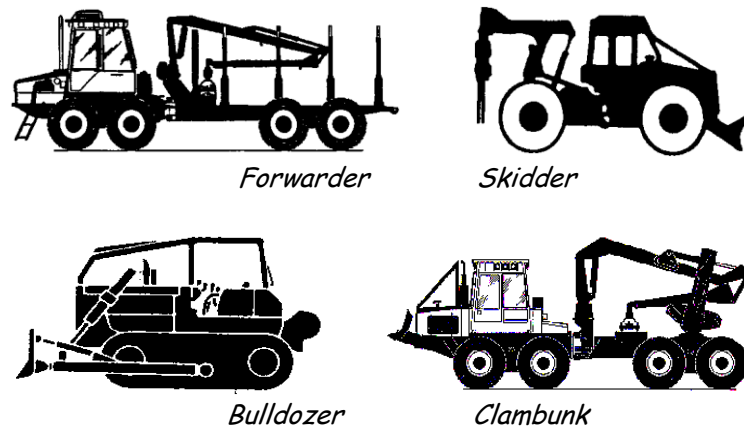
Gambar 122. Teknik-teknik penebangan dengan menggunakan chainsaw
III.3.3. SKIDDING & YARDING

Penyaradan (*skidding & yarding*) adalah kegiatan mengeluarkan kayu (ekstrakting) hasil tebangan ke TPN (tempat penumpukan kayu sementara) secara mekanis dengan menggunakan alat-alat berat.

Topografi hutan di Indonesia secara garis besar terbagi dalam 2 kondisi medan kerja, yaitu daerah dataran dan perbukitan, maka dalam mengeluarkan kayu dikenal 2 teknik penarikan. Kerja sarad sendiri (*skidding*) dan kerja tarik (*yarding*).

SKIDDING

Kerja sarad sendiri dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pada beberapa areal baik HPH maupun HTI, banyak menggunakan alat-alat berat seperti Forwarder, Skidder, Bulldozer dan Clambunk.



Gambar 123. Alat-alat berat untuk ekstraksi kayu

Skidder dan bulldozer untuk pemanenan kayu dengan metoda full tree/ tree length system, untuk sistem ini dapat juga menggunakan unit lain yang disebut dengan clambunk. Sedangkan forwarder digunakan untuk pemanenan kayu dengan metoda cut-to-length.

Untuk jarak skidding sampai dengan 600 m terutama untuk HPH, sangat efisien menggunakan bulldozer, sedangkan untuk jarak skidding antara 300-1.000m menggunakan skidder. Namun, pada beberapa areal pemanenan kayu khususnya untuk HPH dan IPK banyak yang telah mengkombinasikan skidder dengan bulldozer untuk unit kerja.

Bila dilihat dari posisi kayu saat ditarik oleh mesin penariknya, maka teknik penarikannya dapat dibedakan kedalam 2 metoda yaitu, ground skidding dan arch skidding.

Ground skidding adalah penyaradan kayu dengan posisi kayu rebah, sehingga seluruh batang kayu tersebut bergesekan dengan permukaan tanah. Tahanan yang

diakibatkan oleh gesekan kayu dengan tanah pada cara tersebut cukup besar, dan dipengaruhi oleh berat batang kayu, kondisi permukaan tanah, kelandaian kerja dan sebagainya. Cara ini biasanya diterapkan jika menggunakan bulldozer.

Arch skidding adalah penyaradan dengan posisi salah satu ujung dari batang kayu terangkat. Akibat dari posisi ini akan memperkecil gesekan antara batang kayu dengan permukaan tanah. Teknik ini banyak diterapkan jika menggunakan skidder dan clambunk.

Forwarding adalah ekstraksi kayu dengan posisi kayu tidak menempel dengan permukaan tanah, karena seluruh kayu diangkut didalam bak pengangkut unit kerjanya. Teknik ini tidak menimbulkan efek tahanan akibat gesekan kayu dengan permukaan tanah. Biasanya digunakan untuk kayu-kayu yang berukuran panjang antara 3 sampai 6 meter, seperti yang banyak dipanen di areal HTI. Teknik ini umumnya menggunakan forwarder.

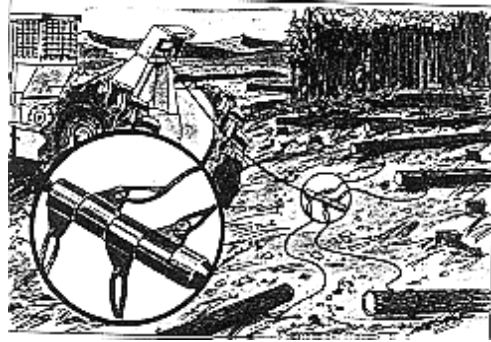
YARDING

Cable yarding digunakan untuk medan kerja yang berbukit dengan kelandaian kerja lebih dari 30%, sehingga penyaradan secara kerja tarik menggunakan kabel akan lebih efektif. Dalam pelaksanaannya dikenal beberapa teknik yarding yang membedakan antara teknik yang satu dengan yang lain antara lain ukuran peralatan yang digunakan, sistem yang diterapkan, areal pengoperasian, faktor-faktor operasi dan produktifitas masing-masing sistem.

Banyak istilah untuk sistem yang digunakan pada cable yarding ini, namun secara garis besar dapat dibagi dalam 3 kelompok besar yaitu Single Drum & Mainline System, High-Lead System dan Skyline System.

Single Drum & Mainline

adalah sistem ekstraksi kayu dengan kabel yang paling sederhana. Kayu ditarik dengan mainline (sling) yang dikait dengan menggunakan (hooked) pada kayu, atau mainline



Gambar 124. Cable Skidder

dihubungkan dengan kabel-kabel lain yang menggunakan choker. Operator akan menggerakkan drum winch untuk menggulung mainline dan menarik kayu mendekati mesin. Teknik ini digunakan oleh cable skidder.

High-Lead System adalah sistem yarding dengan menggunakan multi-drum. Sistem ini terdiri dari drum penarik dan kabel sling yang disebut mainline, lalu drum pengulur dan kabel sling yang disebut haulback. Kebanyakan yarder memiliki drum ketiga yang multiguna yang disebut strawline.

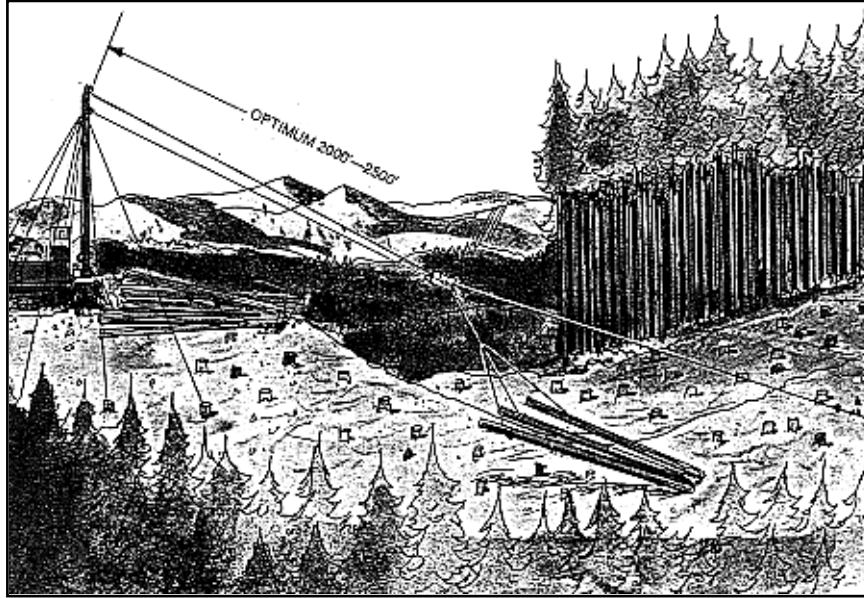


Gambar 125. High-Lead System

Sistem ini membentuk segitiga dengan kabel yang dikaitkan pada tunggul sebagai penopang katrol untuk penggerak kabel. Jadi kayu yang dapat ditarik adalah yang berada disekitar segitiga kabel tersebut, dengan cara dikaitkan dengan mainline.

Skyline System sistem ini menggunakan kabel yang dihubungkan antara 2 atau lebih titik pengikat, bila Highline system hanya diikat pada 2 tunggul saja. Titik

pengikat tersebut dapat berupa pohon dengan pohon atau pohon dengan tunggul. Sistem ini melibatkan pengikat yang menarik kayu secara lateral atau longitudinal.



Gambar 126. Skyline System

Untuk penarikan kayu secara lateral, seluruh kayu bergesekan dengan permukaan tanah atau sebagian besar salah satu ujungnya menempel pada tanah. Semakin dekat ke skyline maka gesekannya akan semakin kecil. Untuk penarikan secara longitudinal, kayu dapat seluruhnya menggantung diatas permukaan tanah atau sebagian kecil bergesekan dengan tanah, tergantung dari sistem kerja dan keadaan tanahnya.

III.3.4. LOADING & UNLOADING

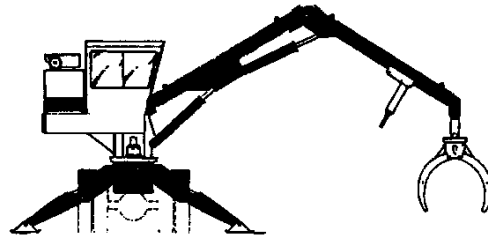
Kegiatan pemuatan (loading) dan pembongkaran (unloading) kayu adalah rangkaian kegiatan pemuatan kayu ke dalam alat angkut (logging truck) dari tempat penumpukan kayu sementara (TPN) dan pembongkaran kayu dari truk ke tempat penumpukan kayu (TPK) dengan menggunakan loader.

Jenis peralatan ini aplikasinya harus memenuhi kriteria yang disesuaikan dengan kebutuhan pekerjaan, yaitu :

- Memuat kayu ke alat angkut di daerah penebangan, terutama bila menggunakan skidder sebagai unit penyarad kayu hasil tebangan.
- Membongkar muatan truk logging dan melakukan sorting kayu di TPK.
- Mampu bergerak dengan lincah (bersifat 'mobile')

Produktifitas dan efisiensi loader tergantung beberapa hal, seperti :

- Kondisi lokasi dimana loader akan digunakan. Apakah di daerah penebangan untuk loading atau di log yard.
- Kesesuaian ukuran dan jenis mesin terhadap kondisi kerja. Hal yang mempengaruhinya adalah kemiringan lahan, kondisi permukaan tanah, ukuran kayu, beban minimum yang dapat mengungkit loader, lay-out daerah loading.
- Target produksi yang harus dicapai oleh loader itu sendiri.



Gambar 127. Static Log loader

Jenis loader itu sendiri ada dua macam, yaitu ; static loader dan mobile loader. Untuk static loader lebih dikenal dengan nama log loader, sedangkan mobile loader ada dua macam yaitu crawler loader dan wheel loader. Selain menggunakan crawler dan wheel loader, penggunaan excavator yang dilengkapi dengan rotary atau fixed grapple banyak juga dipergunakan di areal bekas logging atau hutan alam yang dipersiapkan untuk HTI.

Rotary grapple biasanya digunakan untuk memuat kayu dengan diameter kecil (10-30cm) dengan panjang berkisar antara 2-2.5m. Sedangkan fixed grapple digunakan untuk memuat kayu yang berdiameter lebih besar (20cm ke atas) dengan panjang antara 6-12 m.

III.3.5. TRANSPORTING

Ada dua pendekatan cara pandang dalam melihat kegiatan second transportation ini. Second transportation adalah mengangkut kayu hasil tebangan dari areal penebangan ke pabrik.

Pendekatan pertama adalah harus ditanam pengertian bahwa transportasi sangat penting dalam keseluruhan proses sistem pemanenan kayu. Transportasi kayu ini, apapun modelnya, adalah bagian yang tidak menghasilkan profit secara langsung, hanya menghabiskan dana saja. Tak akan untung hingga kayu sampai ke penanganan terakhir.

Pendekatan kedua adalah transportasi merupakan bagian terbanyak yang menelan dana yang termasuk dalam kegiatan logging. Estimasi biaya operasi kerja pemanenan kayu selalu berubah-ubah, namun bila biaya operasi transportasi mencapai 50-60% dari total biaya operasi cukup dapat diterima.

Selain biaya-biaya yang langsung seperti gambaran pendekatan di atas, seperti biaya operasi truk, kereta api, kapal penarik ponton, tongkang, biaya infrastrukturnya perlu juga diperhitungkan. Truk membutuhkan jalan, jembatan dan gorong-gorong, jalan angkut memerlukan perawatan (*maintenance*). Kereta api membutuhkan rel kereta. Tongkang membutuhkan alat bantu yang lain seperti crane dan areal penampungan kayu yang cukup luas. Dengan kata lain apapun bentuk dari alat transportasi yang dipilih, peralatan dan sarana pendukung sangat dibutuhkan, dan hal itu memakan biaya yang cukup besar.

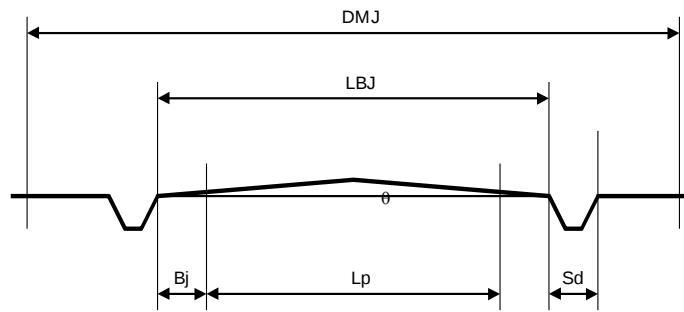
III.3.6. ROAD CONSTRUCTIONS

Pembuatan jalan (Road Construction) untuk transportasi kayu-kayu hasil tebangan merupakan kegiatan pendukung yang harus dilakukan dalam proses pemanenan kayu. Secara umum pembuatan jalan di HTI dan di HPH. tidak ada perbedaan, jalan ini dapat dibedakan ke dalam 2 tipe jalan yaitu 1) jalan di punggung bukit dan 2) jalan di lembah bukit.

Langkah-langkah pembuatan jalan (Road Construction) di HTI dan Logging adalah sebagai berikut :

- 1) Sub Grade : Lapisan paling bawah dari konstruksi jalan transportasi yang berfungsi sebagai pondasi jalan.
 - ⇒ Clearing dan Grabbing : Kegiatan pembersihan tanaman atau material yang ada di atas permukaan tanah. Pekerjaannya mirip dengan land clearing.
 - ⇒ Stripping Top Soil : Pengupasan lapisan paling atas dari tanah yang bersifat labil.
 - ⇒ Cut & Fill : Kegiatan perataan daerah milik jalan, memotong daerah yang menggantung (cutting) dan mengisi lubang-lubang (filling).
 - ⇒ Leveling / Grading : Kegiatan perataan, perapian dan pem-bentukan badan jalan.
 - ⇒ Compacting : Kegiatan pemadatan badan jalan.
- 2) Sub base : Lapisan kedua yang terdiri dari material-material tambahan seperti gravel untuk kegiatan perkerasan dan pemantapan bentuk jalan.
 - ⇒ Graveling : Kegiatan pemberian batu gravel dan perkerasan jalan di lapisan sub-base. Langkah-langkahnya adalah gathering (mengumpulkan gravel yang dibawa truk) loading; transporting gravel, spreading/leveling dan compacting.
 - ⇒ Stabilizing : Kegiatan menstabilkan tanah dengan mencampurnya dengan material lain, seperti bahan aditif.
- 3) Drainage : Pembuatan saluran-saluran air pembuangan di daerah milik jalan.
- 4) Road Maintenance : Kegiatan perawatan jalan selama digunakan.

Jalan transportasi di HTI dan di Logging HPH kebanyakan hanya sampai pada lapisan batuan atau gravel yang dipadatkan. Sedangkan ukuran jalan tergantung dari kendaraan yang akan digunakan serta pay loadnya. Namun secara garis besar dapat dibuat berdasarkan ukuran seperti dibawah ini.



Keterangan gambar :

DMJ	=	Daerah Milik Jalan	: 12 m
LBJ	=	Lebar Badan Jalan	: 10 m
Lp	=	Lebar Perkerasan	: 6 m
Bj	=	Bahu Jalan	: 1 m
Sd	=	Saluran drainage	: 0.5 m
Sdt	=	Kemiringan lebar perkerasan (θ)	: 4 – 5 %

Gambar 128. Design Ukuran Jalan Transportasi

III.4. SEKTOR PERTAMBANGAN (MINING SECTOR)

Kekayaan sumberdaya alam Indonesia sebagai modal dasar pembangunan sangat potensial, salah satunya adalah sumberdaya mineral (bahan galian) yang dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan, yaitu :

- Bahan galian strategis (golongan A) : antara lain, minyak bumi, gas alam, batubara, uranium, nikel, timah.
- Bahan galian vital (golongan B) : antara lain, besi, mangan, tembaga, seng, bauksit, emas, perak, platina, intan, belerang, yodium.

- Bahan galian industri (golongan C) : antara lain, asbes, mika, marmer, batu kapur, kaolin, pasir kwarsa, granit, andesit, tanah Liat, pasir.

Sejalan dengan meningkatnya kegiatan eksplorasi dan eksploitasi dibidang pertambangan dewasa ini dan masa depan, maka alat-alat berat sebagai salah satu bentuk teknologi telah dimanfaatkan dan dipergunakan pada usaha pertambangan ini. Penggunaan alat mekanis ini lebih populer, karena bila ditinjau dari segi teknis maupun ekonomisnya lebih menguntungkan.

Untuk lebih mengetahui dunia pertambangan, maka perlu diketahui apa dan bagaimana bahan galian itu ditambang sehingga dapat dihasilkan atau diproduksi. Pada penambangan bahan galian dikenal 3 (tiga) sistem penambangan, yaitu :

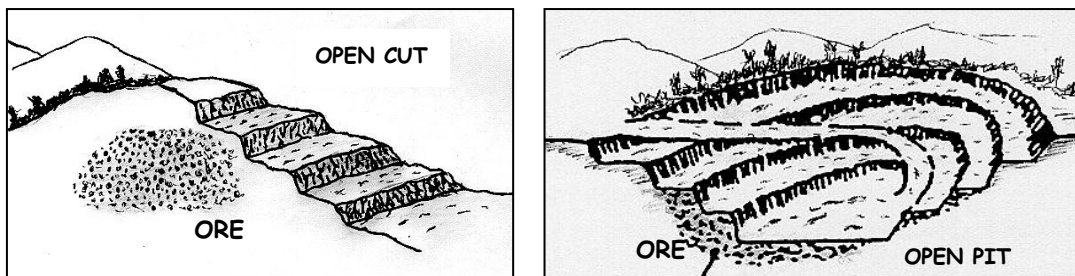
- Tambang Terbuka (surface mining)
- Tambang Bawah Tanah (underground mining)
- Tambang Bawah Air (marine mining)

Dari ke-3 (tiga) sistem yang ada ini, akan dibahas Tambang Terbuka, dimana tambang terbuka dapat dibedakan menjadi 4 (empat) metoda, yaitu :

1. Open Pit (open mine) dan Open Cut (open cast)

Metoda penambangan ini banyak digunakan pada operasi penambangan bahan galian bijih/ore. Adapun perbedaan dari metoda ini didasarkan pada profil penambangan dan cara/arrah penggaliannya, dapat dilihat pada gambar 129 , Contoh :

- Tambang Bijih Tembaga di Tembaga Pura (Irja)

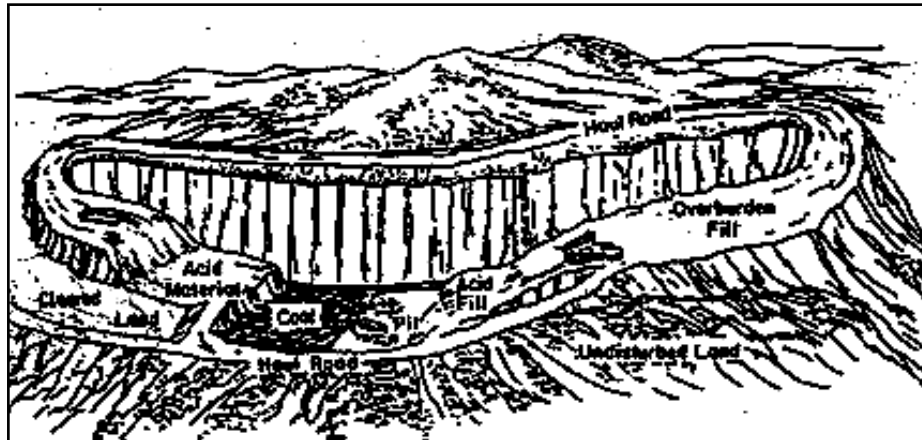


- Tambang Nikel di Soroako (Sulawesi), dsb.

Gambar 129. Open Cut dan Open Pit

2. Strip Mine

Metoda dari tambang terbuka yang khusus diterapkan pada endapan-endapan yang mempunyai perlapisan endapan cenderung horizontal, terutama diterapkan untuk penambangan batubara ataupun endapan garam. Contoh : Tambang batubara, di Tanjung Enim (Sumatera Selatan)

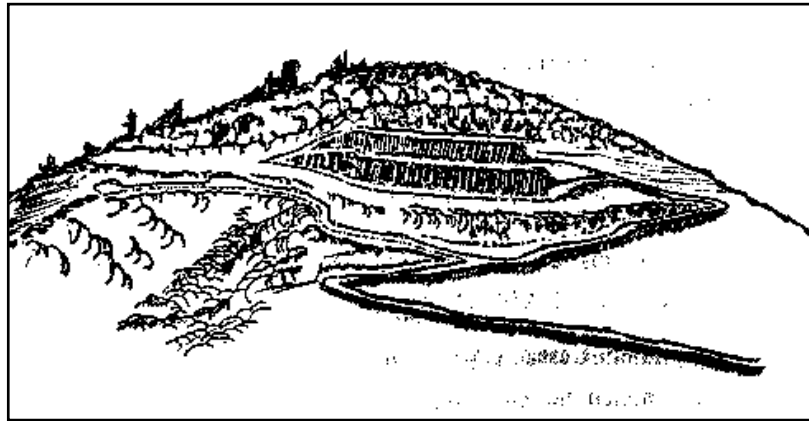


Gambar 130. Strip Mine

3. Quarry

Tambang terbuka yang diterapkan pada endapan mineral industri (bahan galian golongan C). Contoh :

- Granit di Karimun
- Andesit di Purwokerto / Sudamanik (Bogor)
- Batu gamping, pasir silika, tanah liat di seluruh Pabrik Semen.

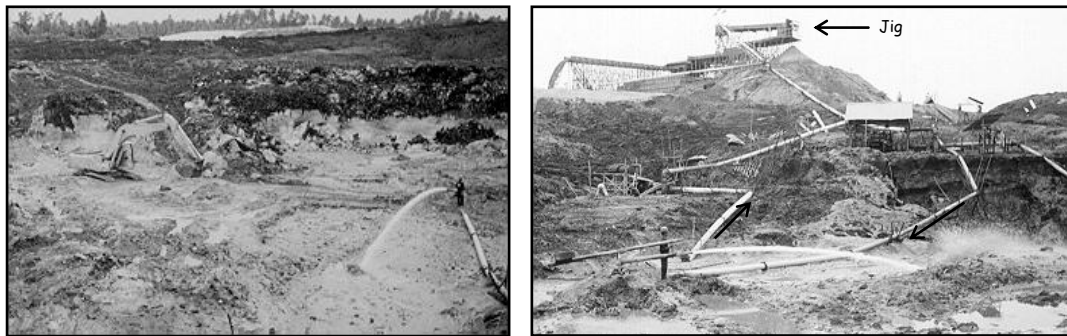


Gambar 131. Quarry

4. Alluvial Mine

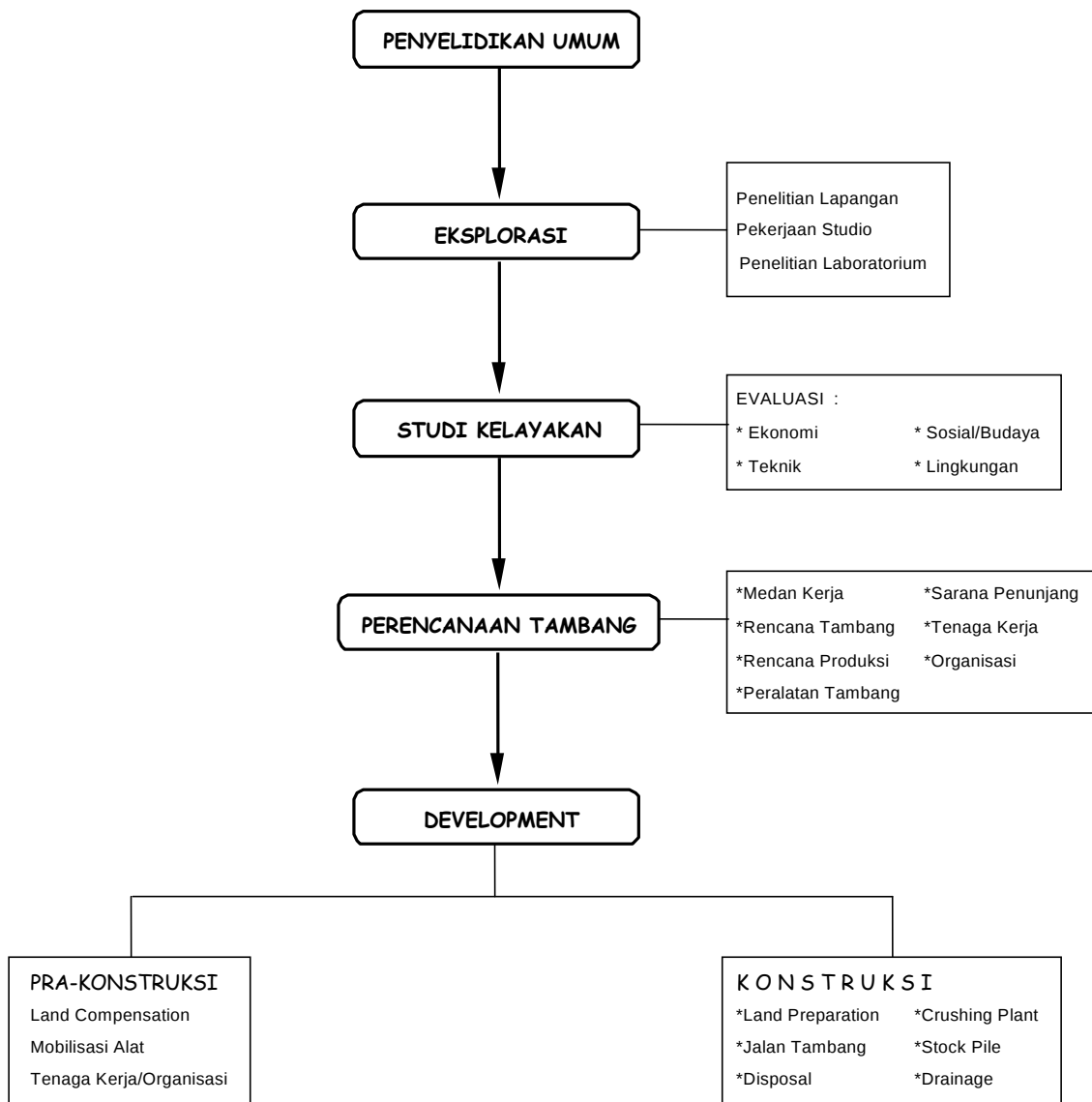
Disebut juga "Placer Mine", yaitu metoda penambangan yang diterapkan untuk endapan placer atau alluvial. Dalam operasionalnya biasanya untuk pengambilan ore-nya menggunakan monitor (tambang semprot) dan untuk pengupasan overburdennya digunakan alat-alat berat, contoh :

- Tambang timah di pulau Bangka, Belitung dan Singkep
- Tambang pasir besi di Cilacap
- Tambang intan di Kalimantan Selatan.



Gambar 132. Tambang Timah Bangka

Sebelum operasi penambangan dilaksanakan, perlu kiranya dilakukan pekerjaan pendahuluan, dimana untuk mengetahui apakah bahan galian yang akan dikerjakan mempunyai nilai ekonomis ataupun tidak ekonomis .



Gambar 133. Tahap-Tahap Awal Pekerjaan Penambangan

III.4.1. PENYELIDIKAN UMUM

Kegiatan ini merupakan kegiatan paling awal dan bersifat umum, dilakukan meliputi survey singkapan bahan galian tambang dengan memperhatikan situasi dan kondisi sekitar/lingkungan dimana bahan galian tersebut ditemukan.

III.4.2. EKSPLORASI

Tujuan dilakukan eksplorasi adalah untuk mengetahui dan mendapatkan data mengenai bahan galian meliputi : letak, kedudukan, bentuk dan keadaan serta penyebaran bahan galian. Dari hasil eksplorasi ini diharapkan dapat disimpulkan apakah bahan galian tersebut mempunyai cadangan dan kualitas yang bernilai ekonomis atau tidak. Adapun eksplorasi secara garis besar dibagi menjadi 3 (tiga) tahap, yakni :

1. Penelitian Lapangan, meliputi pekerjaan :

a. Pengukuran topografi

Bertujuan untuk pembuatan peta topografi yang diperlukan untuk mengetahui keadaan morfologi daerah penelitian, pemetaan geologi detail daerah dan pembuatan peta kerja tambang. Pembuatan peta topografi dilakukan dalam skala 1 : 1.000, 1 : 5.000, 1 : 10.000.

b. Pemboran

Bertujuan untuk mengetahui ketebalan lapisan tanah penutup (overburden), arah penyebaran, ketebalan dan kedalaman bahan galian, serta mengetahui stratigrafi dan struktur geologi.

c. Pengambilan contoh (sampling)

Bertujuan untuk keperluan pengamatan megaskopis serta analisa kualitas di laboratorium. Sampling biasanya dilakukan dengan pembuatan parit uji dan sumur uji serta hasil pemboran inti (inti bor).

2. Pekerjaan Studio, meliputi pekerjaan :

a. Penggambaran peta topografi, dengan demikian diketahui morfologi permukaan daerah yang akan dilakukan penambangan.

b. Pemetaan geologi, dalam peta tersebut akan tergambarkan singkapan dan pola penyebaran dari bahan galian yang selanjutnya dari peta geologi ini dapat membantu dalam rencana eksplorasi bawah permukaan, peta overburden, dan untuk keperluan perencanaan tambang.

- c. Perhitungan cadangan, berguna untuk mengetahui jumlah bahan galian yang potensial untuk dilakukan penambangan, biasanya dibagi menjadi cadangan pasti (terukur), cadangan terduga dan cadangan terkira.
- d. Umur tambang, berdasarkan pertimbangan ekonomi dan teknis, maka penambangan mempunyai batas ekonomis pertambangan. Setelah cadangan pasti diketahui, maka umur tambang dapat diketahui dengan perbandingan rencana produksi rata-rata dalam satu tahun.

3. **Penelitian Laboratorium**, sampling yang telah diambil selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisa secara **proximate** (kualitas bahan galian) dan **ultimate** (keseragaman ukuran bahan galian setelah dilakukan processing). Pekerjaan ini dilakukan selama kegiatan penambangan masih berlangsung.

III.4.3. STUDI KELAYAKAN

Maksud dilakukannya studi kelayakan ini untuk mengetahui kelayakan tambang secara teknik dan ekonomis yang nantinya akan diusahakan pada daerah yang akan dilakukan penambangan, baik ditinjau dari hasil eksplorasi, kesampaian daerah dan sarana perhubungan, sosial/budaya, lingkungan dan pemasarannya, yang sesuai dengan perkembangan teknologi saat ini.

Sedangkan tujuan studi ini yaitu untuk memberikan keyakinan bagi penanam modal (investor) agar dapat mengetahui nilai keuntungan dari investasi yang ditanamkan.

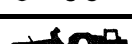
III.4.4. PERENCANAAN TAMBANG

Sebelum dilakukan operasi penambangan (eksploitasi) perlu dilakukan perencanaan tambang yang baik dan benar sebagai pendukung utama kelancaran produksi nantinya. Dalam perencanaan penambangan ini perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

- a. Kondisi medan kerja, yang perlu diperhatikan, yaitu : morfologi, aliran sungai beserta debit airnya dan karakteristik lapisan batuan/tanah penutupnya.

- b. Kriteria rencana tambang, beberapa parameter yang akan digunakan dalam rencana tambang antara lain : Tinggi, lebar dan lebar jenjang lokasi kerja; panjang, lebar dan kemiringan jalan tambang; tinggi, lebar dan kemiringan jenjang disposal, dsb.
- c. Jadwal rencana produksi, perkiraan produksi diatur sesuai dengan target produksi dan umur tambang yang direncanakan.
- d. Peralatan tambang, pekerjaan yang dilakukan untuk mendapatkan bahan galian yang siap diproduksi tidak lepas dari peralatan (alat-alat berat) yang digunakan, dimana masing-masing peralatan mempunyai spesifikasi dan kegunaan khusus.

Tabel 11. Alat-alat berat dan aplikasi pada pekerjaan penambangan

PERALATAN YANG DIGUNAKAN	PEKERJAAN / KEGIATAN						
	CLEARING GRUBBING	TOP SOIL REMOVAL	ROAD CONSTRUCTION	OVER BURDEN REMOVAL	MINING	PROCESSING PLANT	DELIVERY SHIPPING
BULLDOZER D65E, D85E, D155A, 	**	**	**	**	*	*	
BULLDOZER (RIPPER) D85E, D155A, D375A, 		*	**	**	**		
HIDRAULIC EXCAVATOR PC200, PC300, 	**	**	**	**	**	**	**
FRONT SHOVEL PC650, PC1000, 				**	**		
WHEEL LOADER WA180, WA250, 		**	*	**	*	**	**
MOTOR GRADER GD500, GD600, 			**				
COMPACTOR BW172D, BW212D, 			**				
DUMP TRUCK HD325, HD465, 		*		**	**	*	
ARTICULATED DUMP TRUCK HA 250, HA 270, 		*		**	**		
NISSAN DUMP TRUCK CWB 520 HDN, 		**	**	**	*	**	**
POWER SCRAPER WS16S, WS23S 		**	**	**			

(**) SUITABLE

(*) POSSIBLE

- e. Sarana penunjang, untuk memperlancar jalannya perusahaan, maka diperlukan beberapa sarana penunjang pokok, yaitu : jalan tambang, infrastruktur yang terdiri

dari kantor staff/karyawan, gudang, bengkel, mess/perumahan, pos keamanan, listrik dan lain-lain.

- f. Organisasi dan tenaga kerja, dengan menggunakan tenaga yang berkualitas, didukung ketrampilan dan motivasi serta semangat kerja yang tinggi, maka diharapkan perusahaan akan berjalan dengan efektif dan efisien semaksimal mungkin. Untuk menunjang tersebut diatas, perlu dibuat struktur organisasi dengan penempatan tenaga kerja yang sesuai dan mampu pada bidang pekerjaannya.

III.4.5. DEVELOPMENT

Kegiatan dan pekerjaan ini sangat penting sebelum dilakukan operasi penambangan (eksploitasi), yaitu dengan membangun sarana-sarana penunjang (infrastruktur) untuk mendukung kegiatan selanjutnya. Pekerjaan development meliputi :

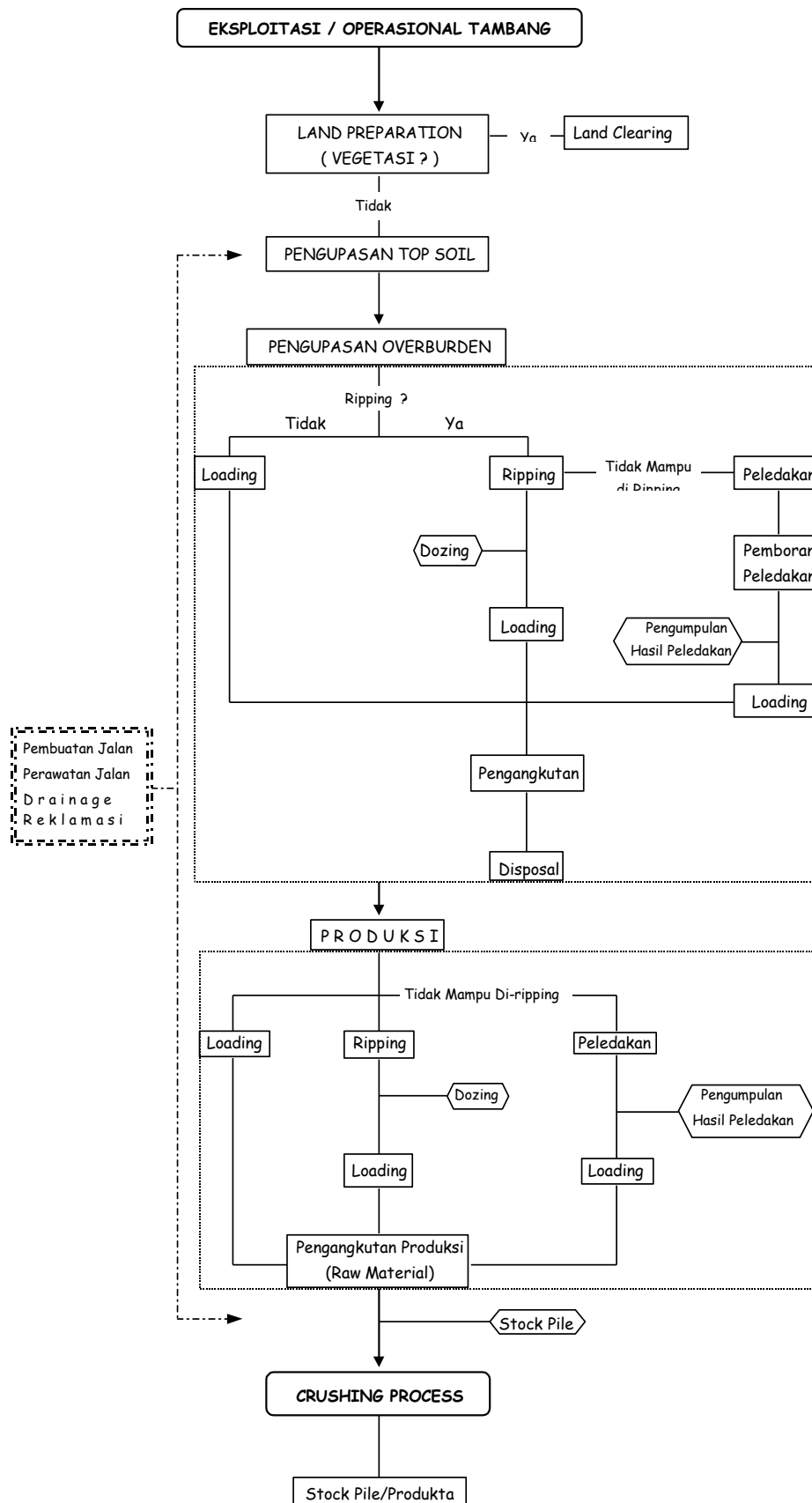
Pra-Konstruksi, pekerjaan ini meliputi : pematokan dan pembebasan daerah ganti rugi termasuk ganti rugi tanaman (land compensation); pengadaan dan mobilisasi peralatan; perekrutan tenaga kerja.

Konstruksi, Kegiatan ini terutama dikhususkan pada areal tambang dan sekitarnya, hal ini merupakan kegiatan pokok yang meliputi pekerjaan :

- a. Land preparation, yaitu kegiatan penyiapan areal penambangan dan sekitarnya, termasuk didalamnya kegiatan : pembersihan vegetasi (land clearing) serta pembangunan dan pembuatan sarana & prasarana operasi tambang.
- b. Konstruksi jalan tambang, untuk jalan tambang dikenal dua jenis jalan, yaitu :
 - Main haul road, yaitu jalan angkut utama untuk pengangkutan (bahan galian / overburden) dari permukaan (front) penambangan ke tempat pengolahan atau dari daerah penambangan ke jalan raya umum. Jalan ini perlu diperkeras dan bersifat permanen. Perawatan untuk jalan angkut utama merupakan syarat mutlak yang tidak dapat diabaikan, karena dengan perawatan yang baik dan berkesinambungan maka mobilitas alat angkut lebih cepat dan terjamin, kerusakan alat karena jalan jelek menjadi kecil.

- Acces road, yaitu jalan yang menghubungkan permuka penambangan (front kerja) ke jalan angkut utama atau jalan penghubung antara front kerja yang satu dengan lainnya, atau jalan yang menghubungkan bench/jenjang satu dengan lainnya. Jalan ini bersifat semi permanen dan sewaktu-waktu berubah sesuai dengan arah kemajuan tambang. Jalan ini cukup dirawat dengan motor grader.
- c. Konstruksi daerah disposal, kegiatan ini meliputi penyiapan lahan untuk pembuangan tanah termasuk pembuatan jembatan apabila areal disposal yang direncanakan melewati anak sungai (Creek).
- d. Pembuatan sistem drainage, kegiatan ini untuk mengendalikan air buangan dari tambang (hasil pengeringan tambang), mata air, maupun limpasan air hujan.
- e. Konstruksi lokasi processing (crushing plant), kegiatan penyiapan lahan untuk areal / daerah processing plants.
- f. Konstruksi lokasi stock pile, pembuatan areal untuk penumpukan produksi bahan galian (tambang) maupun dari produksi processing/crushing.
- g. Pembangunan infrastruktur

Setelah pekerjaan persiapan selesai dilakukan (development), maka pekerjaan produksi (eksploitasi) dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan kegiatan yang dapat dilihat pada gambar 134. berikut ini :



Gambar 134. Eksploitasi / Operasional Tambang

III.4.6. EKSPLOITASI

Eksplorasi adalah kegiatan operasi penambangan bahan galian itu sendiri, dimana tahap-tahap pekerjaannya adalah sebagai berikut :

III.4.6.1. LAND PREPARATION

yaitu pekerjaan penyiapan lahan untuk persiapan operasi penambangan, dan termasuk didalamnya kegiatan land clearing, apabila terdapat vegetasi. Land clearing adalah pekerjaan penebangan atau pembersihan lahan dari semak-semak, pohon-pohon kecil, dan sisa-sisa pohon yang sudah ditebang dan selanjutnya dikumpulkan di suatu tempat.

III.4.6.2. PENGUPASAN TOP SOIL

Setelah pekerjaan pembersihan lahan terhadap vegetasi selesai dilakukan dan top soil (tanah penutup) tampak, maka pekerjaan dilanjutkan dengan mengupas top soil tersebut setebal kurang lebih 20 Cm dengan bulldozer dan didorong serta diangkut ditempat yang sudah ditentukan dan nantinya digunakan untuk usaha reklamasi.

III.4.6.3. PENGUPASAN OVERBURDEN

yaitu pekerjaan mengupas/menggali lapisan tanah penutup untuk mendapatkan bahan galian. Lapisan tanah penutup ini digali dan dimuat oleh alat muat ke dump truck untuk dibawa ke tempat penimbunan (disposal).

Didalam operasi penambangan terdapat 2 (dua) pilihan yaitu melakukan pengupasan tanah penutup terlebih dahulu kemudian baru mengambil bahan galiannya, atau pengupasan tanah penutup dan pengambilan bahan galiannya dilakukan secara bersamaan. Keuntungan dan kerugian dari 2 (dua) pilihan tersebut yaitu :

a. Pilihan Pertama :

Keuntungan : Setelah tanah penutup selesai dikupas, maka akan didapatkan bahan galian secara terus menerus serta pengontrolan operasionalnya lebih mudah dilakukan.

Kerugian : Selama melakukan pengupasan tanah penutup tidak dapat berproduksi, membutuhkan investasi yang besar.

b. Pilihan Kedua :

Keuntungan : Dapat segera berproduksi, sehingga biaya pengupasan tanah penutup dapat ditutupi oleh hasil penjualan produksi, sehingga biaya investasi tidak terlampau besar .

Kerugian : Pengontrolan terhadap operasi menjadi lebih kompleks/sulit.

Cara pengupasan tanah penutup tergantung pada metoda penambangan yang diterapkan, dengan memperhatikan beberapa hal, yaitu :

- Jenis bahan galian, kualitas, kuantitas serta nilai ekonomisnya
- Dimensi endapan bahan galian
- Topografi daerah penambangan
- Struktur geologi batuan
- Sifat fisik serta kimia bahan galian dan batuan
- Target produksi yang akan dicapai / diinginkan
- Pertimbangan ekonomi dan dampak lingkungan.

Secara garis besar, kegiatan alat-alat berat dalam pekerjaan pengupasan tanah penutup dapat dibagi menjadi 3 (tiga) tahapan, yaitu :

1. Pengupasan atau Penggalan Tanah Penutup

Disamping hal-hal tersebut diatas, ada faktor yang perlu dipertimbangkan yaitu mengenai karakteristik tanah penutupnya. Secara umum tanah penutup berdasarkan kekerasan materialnya dapat diklasifikasikan menjadi 3 (tiga) kelas, yaitu :

a. Material Lunak

Yaitu material yang paling mudah untuk digali, bila dideteksi rippabilitasnya mempunyai nilai sampai dengan 500 m/sec. (kecepatan rambat gelombang meter/second), seperti :

- Material yang mengandung sedikit air, contoh : pasir, tanah biasa, campuran pasir dan tanah biasa, kerikil lepas
- Material yang banyak mengandung air, contoh : pasir lempungan, lempung pasir, lumpur, pasir yang mengandung air.

Alat-alat berat yang digunakan :

- Bulldozer, yang pemakaiannya sangat populer di Indonesia, kelas D 65 sampai dengan D 155 (165 HP s/d 320 HP)
- Motor scraper, bila topografi cenderung datar dan jarak kerja dibawah 2000 m, kelas yang sering digunakan WS16S, WS23S dengan kapasitas 16 M3 s/d 23 M3
- Excavator, merupakan alat-alat berat yang serba guna, seperti drag line, power shovel, backhoe, bucket wheel excavator, dengan kelas yang bervariasi.

b. Material Agak Keras Sampai Keras

Mempunyai nilai rippabilitas antara 500 s/d 2.500 m/sec., dan dalam aplikasi alat-alat berat dapat dibagi berdasarkan nilai rippabilitasnya :

- Nilai rippabilitas antara 500 s/d 700 m/sec., contoh tanah bias bercampur kerikil, sirtu dan kerikil lepas.

Alat-alat berat yang digunakan sama seperti di atas kecuali untuk motor scraper perlu dibantu bulldozer untuk membantu sebagai alat dorong.

- Nilai rippabilitas antara 700 s/d 1.250 m/sec., contoh shale, clay stone, kerikil yang tersemen agak kompak, batuan beku yang melapuk, dan batuan dengan banyak terdapat rekahan.

Alat-alat berat yang digunakan :

Bulldozer kelas D 85 s/d D 375 (190 HP s/d 525 HP) dengan attachment ripper, dimana presentase ripping dan dozing dalam satuan waktu kerja antara 20 % sampai dengan 40 %, excavator, power shovel, yang dibantu oleh bulldozer dengan diriping lebih dahulu

- Nilai rippabilitas antara 1.250 s/d 2.250 m/sec., contoh sand stone, limestone, slate, batuan beku yang melapuk sedang, material yang tersemen agak kompak sampai kompak.

Alat-alat berat yang digunakan :

Bulldozer, kelas D 155 s/d 475 (320 HP s/d 770 HP) yang dilengkapi giant ripper dengan presentase ripping dan dozing dalam satuan waktu kerja antara 50 % sampai dengan 70 %.

Pada kelas material ini dapat digunakan sistim peledakan dengan katagori ringan (smooth blasting), yaitu merekahkan batuan untuk memudahkan pemuatan nantinya (dengan dozer shovel, excavator, power shovel dan wheel loader yang dibantu bulldozer).

- Nilai rippabilitas antara 2.250 s/d 2.500 m/sec., contoh batuan beku andesit, granit, slate dan kwarsit. Untuk penggalian material ini pengupasannya disarankan dilakukan dengan peledakan.

Peralatan dan perlengkapan yang digunakan untuk peledakan :

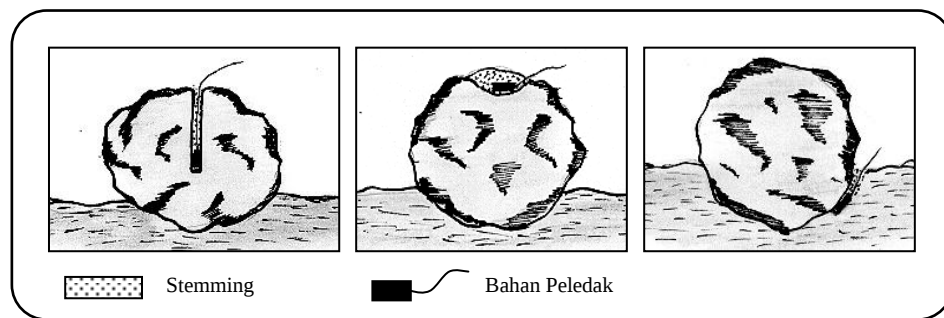
1. Alat bor untuk membuat lubang tembak (blast hole), seperti jack hammer, cable/churn drill, pneumatic rock drill, diamond drill, auger drill, rotary percussive drill.
2. Bahan peledak, beserta perlengkapannya, yaitu : dynamite/ nitroglyserin, anfo, detonator, hand/bench crimper, kawat rangkaian (circuit wiring : leg and connecting wire), tongkat/stick, peluit dan bendera.
3. Blasting machine dan perlengkapannya, yaitu : galvanometer dan ohmmeter.
4. Compresor

c. Material Masif (keras sekali)

Bahan galian/batuan yang keras, kompak, seperti batuan beku berbutir halus dan sitedified rock (batuan keras). Termasuk kategori material yang harus diledakkan dengan nilai rippabilitasnya > 4.000 m/sec.

Apabila hasil peledakan mempunyai ukuran lebih besar dari yang dikehendaki (over size), maka perlu dilakukan proses memperkecil batuan untuk memudahkan dalam pengangkutan, yaitu dengan cara :

- Peledakan ulang (secondary blasting) dengan membuat lubang tembak pada bongkah batuan dan kemudian diisi bahan peledak atau bahan peledak ditempelkan pada batuan (lihat gambar 135)
- Pemecahan batuan dengan hydraulic breaker atau drop ball hammer.



Gambar 135. Cara-Cara Secondary Blasting

Setelah pekerjaan pengupasan dan penggalian tanah penutup, selanjutnya dilakukan pekerjaan memuat dan mengangkut material (tanah penutup) ke tempat pembuangan.

2. Pemuatan Dan Pengangkutan Hasil Pengupasan Tanah Penutup Ketempat Pembuangan.

Adalah kegiatan memuat dan mengangkut material hasil kupasan (tanah penutup) ketempat pembuangan (ddisposal area/dumping area/waste area).

a. Pemuatan (Loading)

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk menunjang suksesnya operasi pemuatan, antara lain adalah :

- Karakteristik material

- Medan kerja, bila medan kerjanya berlumpur maka lebih sesuai bila digunakan type crawler loader. Sedangkan untuk medan kerja yang kering datar dan kokoh, sesuai digunakan wheel loader.
- Fleksibilitas, bila permukaan penambangannya berpindah-pindah, maka alat yang mobilitasnya tinggi seperti wheel loader lebih sesuai digunakan.
- Target produksi yang besar memerlukan alat yang dapat beroperasi secara kontinyu.

Alat yang digunakan :

- Dozer Shovel, mulai kelas D 57 sampai dengan D 75 (1,6 M³-2,2 M³)
- Wheel Loader, dari kelas WA 180 sampai dengan WA 800 (1,7 M³ - 10,5 M³)
- Excavator, power shovel atau excavator kelas PC 200 sampai dengan PC 1600 (0,93 M³ - 11 M³)

b. Pengangkutan (hauling)

Hal-hal yang menjadi pertimbangan dalam menentukan transportasi (hauling) ini, antara lain :

- Karakteristik material yang akan diangkut
- Jarak angkut
- Kondisi jalan dan tanjakan (slope) maksimum jalan
- Skala produksi yang akan dicapai (target produksi)
- Modal yang tersedia

Alat yang biasa digunakan :

- Bulldozer, apabila jarak kerja/dozing dibawah 100 meter, lebih sesuai dengan lapisan tanah penutup yang tidak terlalu tebal
- Wheel loader, apabila jarak kerja antara 50 - 150 meter
- Motor scraper, bila jarak kerja antara 150 - 2000 meter
- Dump truck, dengan jarak kerja 200 - 5.000 meter
- Belt Conveyor, bila diinginkan kontinuitas pengangkutan, jarak kerja antara 3.000 sampai 15.000 meter
- Kereta api/lori, dengan jarak kerja diatas 5.000 meter.

c. Kesesuaian kerja pemuatan dan pengangkutan

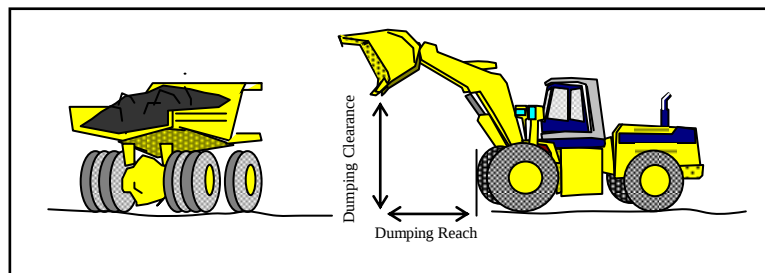
Yang dimaksud disini adalah keselarasan loader dan haulernya, sehingga operasi pemuatan dapat berjalan dengan baik dan lancar dengan sesedikit mungkin terbuangnya waktu menunggu unit dalam bekerja baik dari loader maupun haulernya. Untuk mencapai hal tersebut tentunya perlu dilakukan pengkajian yang layak dalam menentukan cara kerja, jenis alat, ukuran dan kemampuannya dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi seperti tersebut di muka, baik loader maupun haulernya. Untuk mengkaji kesesuaian kerjanya dapat dilakukan pengamatan sebagai berikut :

- Penyesuaian berdasarkan spesifikasi teknik alat

Langkah ini dilakukan terutama pada saat merencanakan pemilihan alat atau penggantian alat (replacement), dengan petunjuk teknis pemilihan seperti tabel 12 dibawah ini :

Tabel 12. Pemilihan Loader dan Dump Truck

Loader	Dump Truck	Guide to Select	Unit
Bucket Capacity	Maximum payload	2 ~ 5	Buckets
Dumping clearance (DC) Small & Medium Sized Large Sized	Dump body height (H) Dump body height (H)	$DC \geq H + 300$ $DC \geq H + (W/12)$	mm mm
Dumping Reach (DR) Small & Medium Sized Large Sized	Dump body width (W) Dump body width (W)	$DR \geq (W/6) + 500$ $DR \geq W/3$	mm mm



Gambar 136. Spesifikasi Wheel Loader ke Dump Truck

- Penyesuaian berdasarkan pengkajian "**Match Factor**"

Pengkajian ini dilakukan pada saat alat sudah digunakan dengan melakukan pengamatan waktu edar/siklus (cycle time) dari loader dan hauler, sehingga bila terjadi penyimpangan dapat segera diperbaiki. Pengkajian ini lebih dikenal dengan istilah sinkronisasi alat (pengaturan pola kegiatan kerja dan penyesuaian kemampuan alat yang berlainan jenis yang bekerja sama dalam satu sistim sehingga mencapai keselarasan kerja alat itu sendiri). Hasil kegiatan kerja yang optimal hanya dapat dicapai bila masing-masing alat yang berlainan jenis bekerja secara optimum. Untuk menentukan keselarasan alat digunakan terminologi dari Standfort University, US yang disebut "Match Factor" (MF).

Armada alat dikatakan selaras, bila :

$$MF = \frac{\text{Jumlah hauler} \times (\text{cycle time loader} \times \Sigma \text{Loading (n)})}{\text{Jumlah loader} \times \text{cycle time hauler}}$$

$$= 1$$

Keselarasan ini sangat sukar dicapai, sehingga bila nilai MF dapat didekati dengan toleransi yang relatif kecil maka penyimpangan-penyimpangan pengaturan kerja dapat terhindarkan, seperti mengecilnya efek "bunching" yaitu mengecilnya kesempatan alat angkut datang secara bersamaan, padahal sistem kerja pengangkutan bukan secara konvoi tetapi secara siklus.

3. Perataan dan Perawatan Tempat Pembuangan

Pekerjaan perataan dan perawatan tempat pembuangan digunakan alat :

- Bulldozer, umumnya digunakan kelas D 65 sampai dengan D 155 (180 HP - 320 HP)
- Motor grader, umumnya digunakan kelas GD 510 sampai dengan GD 825 (125 HP - 280 HP)

Selanjutnya daerah tersebut dapat dihijaukan kembali (reklamasi), sehingga diharapkan tempat timbunan tersebut terhindar dari bahaya kelongsoran.

Secara umum, metoda penambangan dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara :

- Benching System, yaitu penambangan /pengupasan material dengan membuat jenjang, cara ini dilakukan apabila lapisan tanah penutup cukup tebal/besar.
- Back Filling System, yaitu penambangan dengan cara menutup kembali daerah yang telah selesai dilakukan penambangan / selesai diambil bahan galiannya dengan lapisan tanah penutup.

III.4.7. PRODUKSI (PENGAMBILAN BAHAN GALIAN DAN PENGANGKUTAN)

Yaitu kegiatan penambangannya itu sendiri, dimana tata cara dan penggunaan alat-alat berat serupa dengan pengupasan tanah penutup. Hasil pemberaian bahan galian dimuat kedalam truck untuk selanjutnya dapat langsung dibawa/dikirim ke konsumen atau diangkut (pengangkutan) ke stock pile (ROM) untuk dilakukan pengolahan (processing). Khusus untuk alluvial mine, alat-alat berat yang digunakan berbeda, yaitu menggunakan :

- Kapal keruk (bucket ladder dredge), untuk penambangan lepas pantai
- Cara hydraulicking, yaitu menggunakan pipa semprot (monitor) dan pompa isap (giant pump), untuk penambangan di darat.

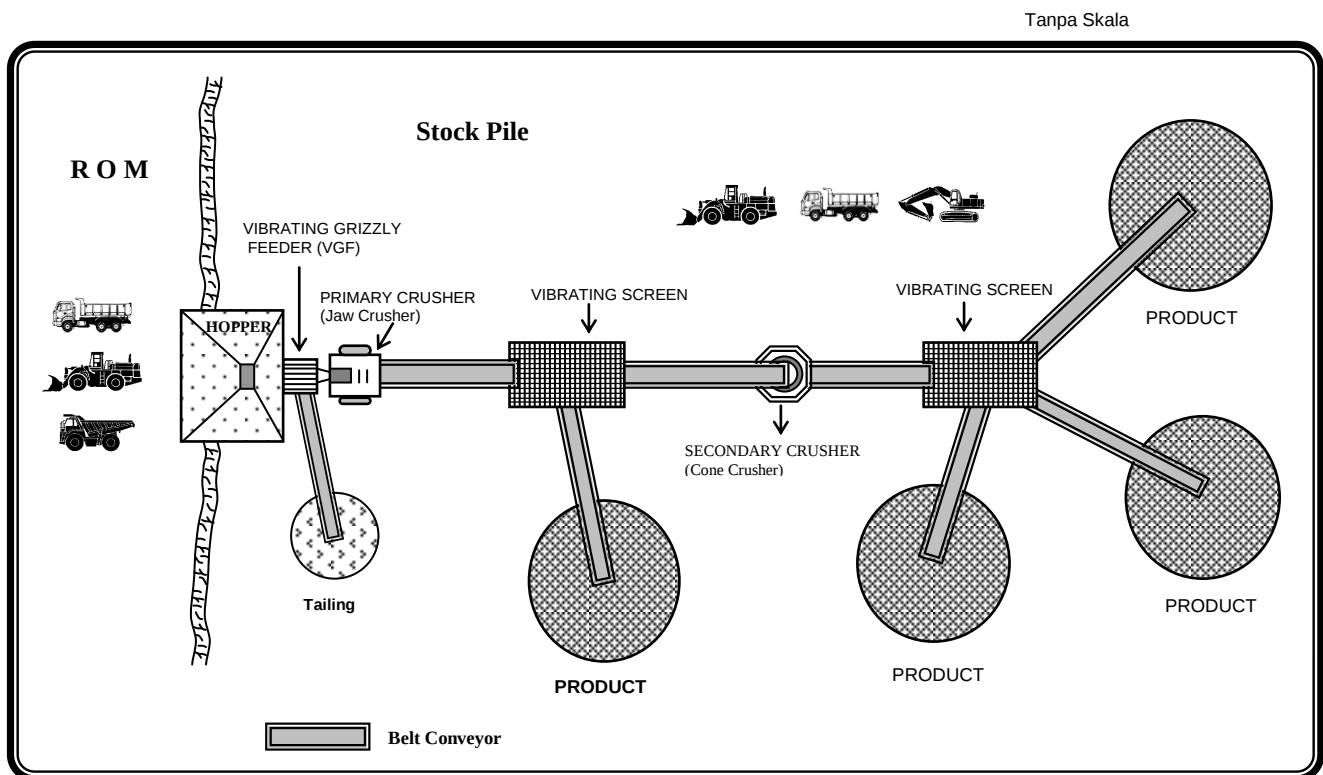
Untuk operasional di darat, preparasi tempat kerja dan pengupasan overburden tetap dilaksanakan oleh excavator, bulldozer (swamp), dan dump truck. Untuk mendapatkan bijih (pengolahan) pada penambangan alluvial khususnya timah dengan menggunakan "sluice box" dan "jig", sedangkan untuk pasir besi digunakan "magnetic separator".

Pada tahapan-tahapan kegiatan eksploitasi, mulai pekerjaan pengupasan top soil sampai dengan produksi, terdapat pekerjaan yang dilakukan bersamaan, yaitu pekerjaan pembuatan dan perawatan jalan serta kegiatan dewatering (drainage) dan reklamasi lahan bekas penambangan maupun pada daerah disposal.

III.4.8. CRUSHING PROCESS (PROCESSING)

Bahan galian sebelum dipasarkan ke konsumen ada yang perlu dilakukan pengolahan di lapangan (di/dekat lokasi penambangan), yaitu mengecilkan (memecahkan) dan menyeragamkan ukuran butirnya disesuaikan dengan permintaan konsumen. Adapun tahap-tahap pengolahan bahan galian secara garis besar adalah : Pemecahan (crushing), penyortiran (hand picking) dan pengelompokan ukuran butir. Proses dan peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 137.

Alat-alat berat yang biasa dan umum digunakan untuk kegiatan ini adalah wheel loader (WA 180, WA 420, WA 500), excavator (PC 200, PC 300, PC 400) dan dump truck (HD 325/465, CWB 450/520).



Gambar 137. Processing Plant.

BAB IV

PERHITUNGAN TAKSIRAN PRODUKSI ALAT-ALAT BERAT

Jenis peralatan untuk pekerjaan pemindahan tanah secara mekanis ada berbagai macam. Baik ditinjau dari segi kelas horse powernya, fungsi dan kegunaan serta manfaat khusus. Oleh karena itu cara perhitungan taksiran produktivitas alatpun beraneka ragam tergantung fungsi kegunaan alat tersebut. Walaupun demikian pada dasarnya adalah sama, yaitu :

Produksi Per Satuan Waktu	=	$\frac{\text{Produksi per Trip} \times \text{Jumlah Trip}}{\text{Persatuan Waktu} \times \text{Faktor Koreksi}}$
---------------------------	---	--

Dengan diketahuinya kapasitas produksi peralatan, berarti jumlah peralatan yang digunakan akan diketahui juga. Untuk mendapatkan nilai yang sesuai dengan hasil yang nyata di lapangan, maka dalam perhitungan secara teoritis harus dimasukkan faktor koreksi yang diperkenankan dan layak diterapkan sesuai dengan kondisi yang ada.

IV.1. KAPASITAS PRODUKSI BULLDOZER

Kapasitas bulldozer dapat ditentukan dengan ukuran dari beban yang didorong oleh blade. Apabila bulldozer digunakan untuk menggusur beban (misalnya tanah, pasir dan sebagainya) dalam saluran atau parit dengan tinggi yang sama dengan bladenya, maka blade tersebut akan terisi penuh menurut panjang dan tingginya.

Walaupun bentuk dari tanah yang didorong dibagian depan mempunyai kemiringan yang tidak teratur, tetapi dapat diperkirakan ekuvalen dengan kemiringan 2 : 1. Tetapi bila menggusur material tidak di dalam saluran atau parit, kapasitas blade akan menurun. Angka penurunan ini tergantung dari jenis blade, jenis material dan faktor kekerasannya.

Kapasitas Produksi Bulldozer (Dozing) :

$$KPD = \frac{KB \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z} \quad \text{m}^3 / \text{jam}$$

Keterangan :

KPD	= Produksi Dozing	(m ³ /jam)
KB	= Kapasitas Blade	(m ³)
FK	= Faktor Koreksi	
J	= Jarak Dorong	(meter)
F	= Kecepatan Maju	(meter/menit)
R	= Kecepatan Mundur	(meter/menit)
Z	= Waktu Tetap	(menit)

Kapasitas blade umumnya sudah dicantumkan oleh pabrik pembuat alat dalam "Hand Book", atau brosur-brosur teknis atau dapat pula dihitung : berdasarkan standar SAE J1285, cara menentukan kapasitas blade adalah sebagai berikut :

Untuk jenis straight dan single blade = $0.80 \times LH^2$



Keterangan :	L	= Panjang blade	(meter)
	H	= Tinggi blade	(meter)

Waktu tetap (Z) tergantung daripada jenis transmisi dan jumlah tangkai transmisi. Untuk produk Komatsu dapat dilihat pada tabel berikut :

JENIS TRANSMISSI	Z (menit)
Direct drive	
- Single lever	0,10
- Double lever	0,20
Torque flow	0,05

Contoh Kasus :

Hitunglah kapasitas produksi bulldozer D155A - 2 dengan data sebagai berikut :

Kapasitas blade = 11,9 m³ (Semi U-tilt dozer), dengan faktor blade = 0,90

Jarak Dorong = 30 meter dengan kec. maju = 3,7 km/jam, kec. mundur = 8,2 km/jam

Faktor Koreksi = 0,63 yang terdiri dari :

- Faktor kesiapan mesin = 0,90
- Faktor efisiensi waktu = 0,83
- Faktor ketrampilan operator = 0,85

Selain faktor koreksi di atas, kecepatan kerja juga harus dikoreksi, karena transmisi jenis torqueflow, kecepatan kerja selalu berubah sesuai beban kerja yang diterima. Oleh karena itu umumnya dalam kalkulasi teoritis kecepatan kerja dikoreksi seperti berikut :

- Kecepatan maju dikoreksi 75%
- Kecepatan mundur dikoreksi 85%

Jawab :

$$KPD = \frac{(11,9 \times 0,9) \times 60 \times 0,63}{30/46,25 + 30/116,17 + 0,05} \quad \text{m}^3/\text{jam}$$

$$KPD = 427,21 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas Produksi Bulldozer (Ripping) :

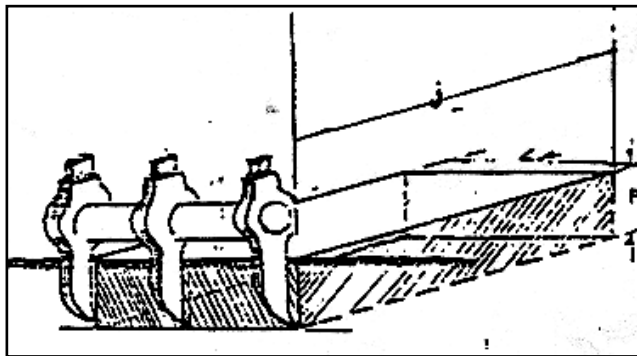
Untuk estimasi / taksiran produksi hasil ripping, disarankan mendapatkan hasil test seismic wave velocity sebab produktivitas ripping sangat dipengaruhi oleh jenis ripper maupun tipe alatnya. Setelah mendapatkan hasil test seismic wave velocity, bisa dibaca di spesifikasi dan aplikasi hand book sehingga produksi ripping dapat di estimasikan.

Tetapi jika test seismic wave velocity belum dilakukan, maka perhitungan taksiran produksi dibawah ini bisa digunakan lebih dahulu. Cara menghitung taksiran produksi ripping oleh bulldozer bisa dibedakan menjadi dua macam, yaitu :

- Multi Shank Ripper
- Giant Ripper

Taksiran Produksi Ripping dengan Multi Shank Ripper.

$$KPR = \frac{LK \times P \times J \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z} \text{ m}^3/\text{jam}$$

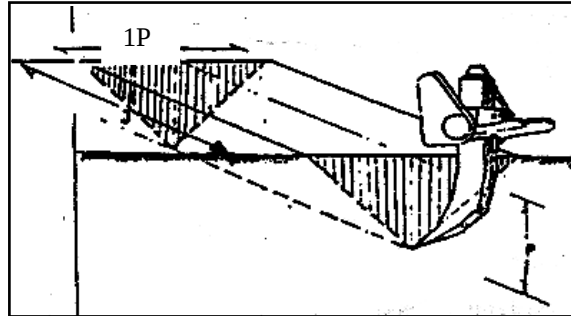


Keterangan :

KPR	= Taksiran Produksi Ripping	(m ³ /Jam)
LK	= Lebar Kerja	(meter)
P	= Kedalaman Penetrasi	(meter)
J	= Jarak Ripping	(meter)
FK	= Faktor Koreksi	
F	= Kecepatan Maju	(meter/menit)
R	= Kecepatan Mundur	(meter/menit)
Z	= Waktu Tetap	(menit)

Produksi Ripping dengan Giant Ripper.

$$KPR = \frac{\frac{1}{2} P^2 \times J \times 60 \times FK}{J/F + J/R + Z} \text{ m}^3/\text{jam}$$



Keterangan :

KPR	= Taksiran Produksi Ripping	(m ³ /Jam)
P	= Kedalaman Penetrasi	(meter)
J	= Jarak Ripping	(meter)
FK	= Faktor Koreksi	
F	= Kecepatan Maju	(meter/menit)
R	= Kecepatan Mundur	(meter/menit)
Z	= Waktu Tetap	(menit)

Contoh Kasus :

Sebuah bulldozer D375A digunakan untuk pekerjaan ripping. Jarak ripping rata-rata 30 meter. Data teknis bulldozer dan ripping adalah :

- Attachment yang digunakan adalah Giant ripper
- Kedalaman Penetrasi = 0,90 meter
- Faktor kesiapan mesin = 0,90
- Faktor efisiensi waktu = 0,83
- Efisiensi ketrampilan operator = 0,85

Berapakah produktivitas ripping dari bulldozer tersebut ?

Jawab :

$$KPR = \frac{\frac{1}{2} P^2 \times J \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z} \text{ m}^3/\text{jam}$$

- LK = Lebar kerja = P = 0,90 meter
- P = Kedalaman Penetrasi = 0,90 meter
- J = Jarak Kerja = 30 meter
- F = Kecepatan maju gigi 1 terkoreksi
= $0,75 \times 3,80 = 2,85 \text{ km/jam} = 47,5 \text{ m/menit}$
- R = Kecepatan mundur gigi 1 terkoreksi
= $0,85 \times 5,10 = 4,33 \text{ km/jam} = 72,17 \text{ m/menit}$
- Z = Waktu tetap = 0,05 menit
- FK = Faktor koreksi total (efisiensi kerja) = $0,90 \times 0,83 \times 0,85 = 0,63$

$$KPR = \frac{1/2 \times 0,90 \times 90 \times 30 \times 60 \times 0,63}{30/47,5 + 30/72,17 + 0,05}$$

$$= 417,27 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Kapasitas Produksi Gabungan Ripping - Dozing

Pada prakteknya pekerjaan ripping merupakan pekerjaan bantu terhadap dozing. Jadi setelah material itu di ripping pasti selanjutnya dilakukan dozing. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ripping tidak berdiri sendiri melainkan selalu berpasangan dengan dozing. Untuk mengetahui taksiran produksi gabungan ripping - dozing, digunakan rumus sebagai berikut :

$$TP = \frac{KPD \times KPR}{KPD + KPR} \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Dimana : KPD = Taksiran Produksi Dozing (m^3/jam)

KPR = Taksiran Produksi Ripping (m^3/jam)

IV.2. KAPASITAS PRODUKSI MOTOR GRADER

Motor grader dapat digunakan diberbagai jenis pekerjaan, misalnya : untuk perawatan jalan, penggalian parit, pemotongan tanah, dan lai-lain. Maka dari itu kapasitas produksi motor grader dapat bervariasi tergantung dari jenis pekerjaannya.

Untuk menghitung kapasitas produksinya, dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$KP = F \times (Le-Lo) \times 1000 \times FK \quad m^3/jam$$

- Dimana :
- KP = Kapasitas produksi (m^3/jam)
 - F = Kecepatan kerja (Km/jam)
 - Le = Panjang blade efektif (m)
 - Lo = Lebar overlap (m)
 - FK = Faktor koreksi atau efisiensi kerja, terdiri dari :
 - Faktor kesiapan alat (mesin) : 0,90
 - Faktor efisiensi waktu : 0,83
 - Faktor ketrampilan operator : 0,85

Angka ini tidak mutlak, pada dasarnya disesuaikan dengan kondisi yang ada.

Atau :

$$T = \frac{N \times D}{F \times FK} \quad \text{Jam}$$

atau

$$T = \frac{W \times D \times n}{(Le-Lo) \times F \times FK} \quad \text{Jam}$$

- N = Jumlah Trip
 - D = Panjang jalan
 - W = Lebar jalan
 - n = Jumlah passing
- $$N = \frac{W}{(Le-Lo)} \times n$$

Kecepatan kerja (F) umumnya tergantung kepada jenis pekerjaan yang dihadapi. Tetapi untuk pedoman dalam perhitungan dapat menggunakan tabel berikut :

Road repair	: 2 ~ 6 km/jam
Trenching	: 1,6 ~ 4 km/jam
Bank finishing	: 1,6 ~ 2,6 km/jam
Snow removal	: 7 ~ 25 km/jam
Field grading	: 1,6 ~ 4 km/jam
Leveling	: 2 ~ 8 KM/JAM

Contoh hitungan :

Sebuah motor grader GD621R digunakan untuk membentuk badan jalan di daerah perkebunan. Hitunglah kapasitas produksi motor grader tersebut (km/jam) apabila diketahui lebar jalan = 8 meter, kecepatan kerja = 2,6 km/jam, jumlah passing = 2.

- Faktor efisiensi waktu = 0.83
- Faktor ketrampilan operator = 0.85
- Faktor ketersediaan mesin = 0.90
- Sudut kerja blade = 60°

Jawab :

$$KP = (Le-Lo) \times F \times 1000 \times FK \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$KP = (3,2\text{m} - 0,3\text{m}) \times 2,8 \times 1000 \times 0,63 \text{ m}^2/\text{jam}$$

$$KP = 5115,6 \text{ m}^2/\text{jam} \text{ atau}$$

$$KP = \frac{(Le-Lo) \times F \times 1000 \times FK \text{ m}^2/\text{jam}}{W \times n} = \frac{5115,6}{8 \times 2 \times 1000} = 0,32 \text{ km}/\text{jam}$$

IV.3. KAPASITAS PRODUKSI HYDRAULIC EXCAVATOR

Untuk menghitung estimasi kapasitas produksi hydraulic excavator dapat menggunakan rumus sbb :

$$KP = \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{CT} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana : KB = Kapasitas Bucket (m^3)

bf = Bucket faktor

FK = Faktor Koreksi terdiri dari :

- Faktor kesiapan mesin
- Faktor efisiensi waktu
- Faktor ketrampilan operator

Ct = Cycle time (second)

CYCLE TIME

Perhitungan cycle time hydraulic excavator tergantung dari :

- a. **Ukuran alat** (ukuran yang kecil mempunyai siklus yang lebih cepat dibanding dengan yang lebih besar)
- b. **Kondisi kerja** (dengan kondisi kerja yang baik excavator memiliki siklus yang lebih cepat dibandingkan dengan kondisi kerja yang lebih berat)

Karena banyaknya variable yang dapat mempengaruhi kerja hydraulic excavator maka tidaklah mudah untuk menunjukkan dengan tepat berapa besar cycle time dari hydraulic excavator tersebut.

Cycle time hydraulic excavator terdiri dari :

- a. Excavating time (*digging time*)
- b. Swing time (*loaded*)
- c. Dumping time
- d. Swing time (*empty*)

Berdasarkan Komatsu Spesification Hand Book, maka standar dari cycle time komatsu hydraulic excavator adalah sebagai berikut :

Tabel 13. Cycle Time Komatsu Hydraulic Excavator

Model \ Range	Swing Angle	
	45° ~ 90°	90° ~ 180°
PC 60 - 7	10 - 13	13 - 16
PC 100 - 6	11 - 14	14 - 17
PC 120 - 6, PC 130 - 6	11 - 14	14 - 17
PC 150 - 6	13 - 16	16 - 19
PC 180 - 6	13 - 16	16 - 19
PC 200 - 6, PC 210 - 6	13 - 16	16 - 19
PC 220 - 6, PC 230 - 6	14 - 17	17 - 20
PC 240 - 6	15 - 18	18 - 21
PC 250 - 6	15 - 18	18 - 21
PC 300 - 6, PC 350 - 6	15 - 18	18 - 21
PC 380 - 6	16 - 19	19 - 22
PC 400 - 6, PC 450 - 6	16 - 19	19 - 22
PC 750 - 6	18 - 21	21 - 24
PC 800 - 6	18 - 21	21 - 24
PC 1000 - 1	22 - 25	25 - 28
PC 1600 - 1	24 - 27	27 - 30

Tabel 14. Conversion faktor untuk Backhoe

Digging Condition Digging Depth ----- Specified Max. Digging depth	Dumping Condition			
	Easy (Dump onto spoil pile)	Normal (Large Dump Target)	Rather Difficult (Small Dump Target)	Difficult (Small Dump target requiring max. dumping reach)
< 40%	0.7	0.9	1.1	1.4
40% ~ 75%	0.8	1.0	1.3	1.6
75% <	0.9	1.1	1.5	1.8

Untuk menghitung cycle time dapat juga dengan cara menggunakan tabel-tabel di atas dengan cara sebagai berikut :

$$\text{Cycle time} = \text{Standar cycle time} \times \text{Conversion faktor}$$

BUCKET FACTOR

Bucket factor tergantung dari jenis material yang akan digali. Menurut tabel dari Komatsu Spesification Hand Book , bucket faktor adalah sebagai berikut :

Tabel 15.a. Bucket factor untuk **Backhoe**

Excavating Condition		Bucket Factor
Easy	Clayey Soil, Clay, or Soft Soil	1.1 ~ 1.2
Average	Sandy Soil, Sand Soil	1.0 ~ 1.1
Rather Difficult	Sandy Soil with Gravel	0.8 ~ 0.9
Difficult	Loading Blasted Rock	0.7 ~ 0.8

Tabel 15.b. Bucket factor untuk **Loading Shovel**

Excavating Condition		Bucket Factor
Easy	Clayey Soil, Clay, or Soft Soil	1.0 ~ 1.2
Average	Sandy Soil, Sand Soil	1.0 ~ 1.1
Rather Difficult	Sandy Soil with Gravel	0.8 ~ 0.9
Difficult	Loading Blasted Rock	0.7 ~ 0.8

Contoh kasus :

Tentukan kapasitas produksi galian tanah berpasir yang bercampur kerikil (gravel) menggunakan Hydraulic excavator PC 200, sudut swing 180° , attachment yang digunakan adalah standar bucket dengan kapasitas 0,93 (bucket factor = 0,85)

Jawaban :

$$\begin{aligned}
 KP &= \frac{KB \times bf \times 3600 \times FK}{Ct} = \frac{0.93 \times 0.85 \times 3600 \times 0.63}{19} \\
 &= 94.36 \text{ m}^3/\text{jam (LCM)}
 \end{aligned}$$

Catatan : Faktor koreksi terdiri dari ,

- efisiensi waktu = 0,83
- kesiapan mesin = 0.90
- ketrampilan operator = 0,85

IV.4. KAPASITAS PRODUKSI DUMP TRUCK

Perhitungan estimasi kapasitas produksi dump truck dipengaruhi juga oleh kapasitas produksi dari alat muatnya. Apakah menggunakan excavator, wheel loader, shovel loader atau alat muat lainnya. Hubungan itu dapat dilihat dari rumus yang digunakan untuk perhitungan kapasitas produksi dump truck dibawah ini.

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT} = \frac{C \times 60 \times FK}{LT + HT + RT + t1 + t2} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{(n \times ctl) + J/V1 + J/V2 + t1 + t2} \text{ m}^3/\text{jam}$$

Dimana :

- TP = Kapasitas produksi
- C = Kapasitas (volume) vesel m^3 (lcm)
Atau payload dalam ton, dapat dilihat dari brosur (leflet) yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat truck.
- FK = Faktor Koreksi
- Faktor ketersediaan mesin
 - Faktor ketrampilan operator
 - Faktor efisiensi waktu
- CT = Cycle Time dump truck
- LT = Waktu untuk mengisi dump truck (loading time)
- HT = Waktu angkut (hauling time)
- RT = Waktu kembali kosong
- n = Jumlah rit pemuatan/truck
- ctl = Cycle time loader atau excavator
- J = Jarak angkut dump truck
- V1 = Kecepatan angkut rata-rata
- V2 = Kecepatan kembali (kosong) rata-rata
- t1 = Waktu dumping (bongkar muatan)
- t2 = Waktu yang dibutuhkan untuk atur posisi menjelang pemuatan

Cycle Time Dump Truck (CT)

Secara garis besar cycle time dump truck ialah total waktu yang diperlukan oleh truck tersebut dalam satu siklus produksi., yang terdiri dari beberapa tahap sebagai berikut :

a. Loading Time (LT)

Adalah waktu yang diperlukan oleh loader (excavator, wheel loader, shovel loader) untuk memuat material ke atas vessel dump truck, hingga kapasitas vessel tertentu. Bentuk persamaannya adalah :

$$LT = (n \times c_{tl}) \text{ menit}$$

b. Hauling Time (HT) dan Returning Time (RT)

Hauling time adalah waktu yang diperlukan oleh truk untuk mengangkut material dari lokasi pemuatan ke tempat pembongkaran. Returning time adalah waktu yang diperlukan oleh truk kembali dari lokasi pembongkaran ke tempat pemuatan (dalam kondisi kosong).

Hauling Time (HT) dan Returning Time (RT) dipengaruhi oleh jarak angkut dan kecepatan baik sewaktu bermuatan maupun kembali kosong. Sedangkan kecepatannya dipengaruhi oleh berat muatan dan kondisi jalan (slope dan permukaan jalan), yang disebut dengan tahanan kelandaian **GR** (*Grade Resistance*) dan **RR** (*Rolling Resistance*). Hauling time dan returning time di setiap seksi jalan dapat dihitung dengan cara sbb :

$$HT + RT = \frac{J}{V1} + \frac{J}{V2}$$

Dimana :

HT = Hauling Time (menit)

RT = Return Time (menit)

J = Jarak angkut atau jarak kembali kosong (m)

V1 = Kecepatan angkut (m/menit)

V2 = Kecepatan kembali kosong (m/menit)

c. Dumping Time (DT)

Adalah waktu yang diperlukan truk untuk membongkar muatan (dumping). Cara mendapatkan datanya dapat dilakukan pencatatan langsung di lapangan atau dengan melihat data dari tabel di bawah ini :

Tabel 16. Dumping Time

Operating Conditions	t1 (minute)
Favorable	0.5 ~ 0.7
Average	1.0 ~ 1.3
Unfavorable	1.5 ~ 2.0

d. Spot & Delay Time (SDT)

Adalah waktu yang dibutuhkan dump truck untuk menempatkan pada posisi tertentu dan waktu menunggu alat muat untuk melakukan pemuatan. Cara mendapatkan datanya dapat juga langsung melakukan pengamatan di lapangan atau dengan bantuan tabel seperti di bawah ini :

Tabel 17. Spot & Delay Time

Operating Conditions	t2 (minute)
Favorable	0.5 ~ 0.7
Average	1.0 ~ 1.3
Unfavorable	1.5 ~ 2.0

e. Hal-Hal Yang Mempengaruhi Hauling atau Returning Time

Gaya yang membebani truk pada saat truk menanjak pada kemiringan tertentu yang mengakibatkan berkurangnya kecepatan truck tersebut. Untuk menghitung kecepatan tersebut maka diperlukan perhitungan grade resistance dan rolling resistance

• GRADE RESISTANCE

Tabel 18. Grade Resistance

Sudut	% ($\sin \alpha$)	Sudut	% ($\sin \alpha$)
1	1.8	13	22.5
2	3.5	14	24.2
3	5.2	15	25.9
4	7.0	16	27.6
5	8.7	17	29.2
6	10.5	18	30.9
7	12.2	19	32.6
8	13.9	20	34.2
9	15.6	21	35.8
10	17.4	22	37.5
11	19.0	23	39.1
12	20.8	24	40.2

Grade Resistance =

- $R_{GB} = GVW \cdot \sin \alpha$ (pada saat ada beban)

- $R_{GK} = W \cdot \sin \alpha$ (pada saat kosong)

- GVW = Berat Total dari truck

• ROLLING RESISTANCE

Adalah gaya gesekan antara ban dengan permukaan jalan yang dilalui truk.

Untuk mengetahui besarnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

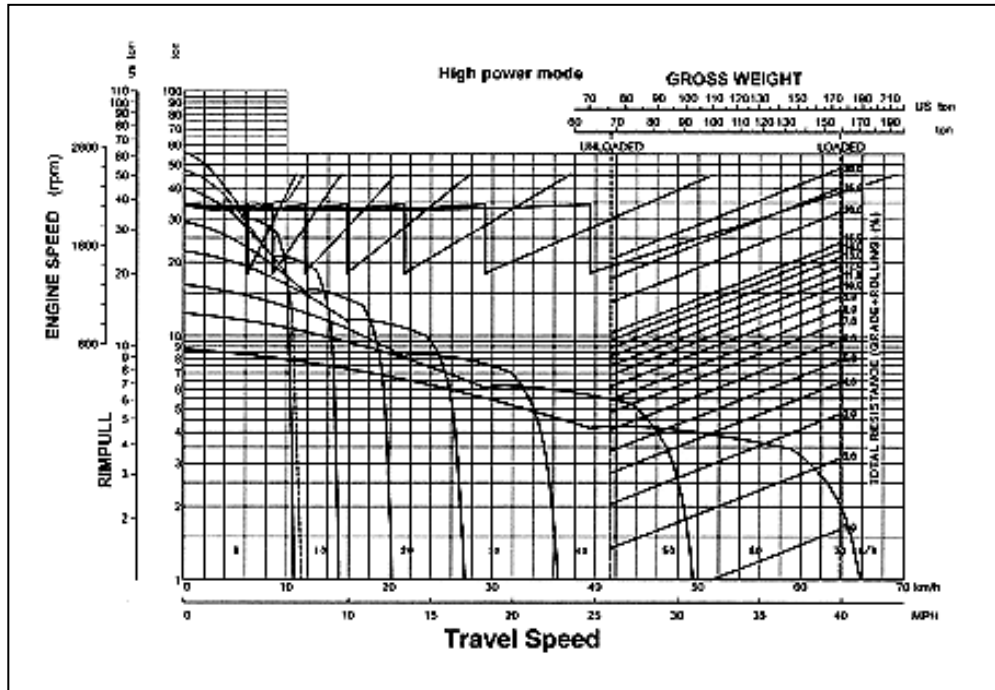
Tabel 19. Rolling Resistance

Haul Road Conditions	Koefisien Rolling Resistance
Jalan terawat baik, permukaan halus & rata, tidak lembek	2%
Sama seperti kondisi diatas hanya roda truck agak tenggelam	3.5%
Kurang terawat, lembek dan roda truck agak tenggelam	5.0%
Tidak terawat, road base tidak di compact atau stabilized	8.0%
Loose sand atau jalan gravel	10.0%
Sama sekali tidak terawat, lembek, berlumpur dan rusak	15 ~ 20%

$R_R = GVW \cdot \text{Koefisien } R_R$

$W \cdot \text{Koefisien } R_R$

Di bawah ini dapat dilihat Dump Truck Travel Performance Curve untuk HD785-5. Kurva ini menggambarkan kemampuan suatu truk dengan beban tertentu, bergerak di atas jalan pada kondisi kelandaian dan permukaan jalan tertentu.



Gambar 138. Pembacaan Grafik Travel Performance HD785-5

Cara pembacaan grafik :

Pertama kali tentukan terlebih dahulu berapa besar GVW (Gross Vehicle Weight) truck dan berapa % total grade dan rolling resistance sesuai dengan kondisi jalan. Dengan menentukan besarnya GVW, tarik garis ke bawah memotong garis total resistance. Dari titik hasil perpotongan ini tarik garis mendatar kekiri sampai memotong garis rimpull. Dengan demikian kita sudah dapat menentukan besarnya kemampuan tarik atau rimpull truck (dalam ton). Untuk dapat mengetahui truck berjalan pada kecepatan berapa dan menggunakan speed berapa dapat dengan cara menarik garis vertikal ke bawah dari titik hasil perpotongan antara garis mendatar untuk mengetahui besarnya rimpul tadi dengan kurva kecepatan.

Titik hasil perpotongan ini menunjukkan truck menggunakan speed berapa dan apabila dari titik ini kita tarik garis vertikal ke bawah sampai memotong garis travel speed maka kita dapat mengetahui truck berjalan pada kecepatan berapa. Untuk mengetahui batasan kecepatan truck pada saat berjalan menurun dapat diketahui dengan cara seperti diatas, tetapi untuk total resistance bernilai negatif karena truk berjalan menurun. Hal ini penting diketahui oleh operator /driver dump truck guna mencegah terjadinya over running (ban memutar engine).

• SPEED FACTOR

Untuk mendapatkan kecepatan rata-rata yang mendekati kenyataannya maka kecepatan secara teoritis yang didapatkan dari grafik di atas kita kalikan dengan speed factor. Speed factor tersebut adalah seperti tabel di bawah ini :

Tabel 20. Speed Factor

Jarak tiap etape dari jalan hauling	Waktu saat dan persiapan untuk start	Waktu bergerak/travel pada tiap etapenya.
0 ~ 100	0,25 ~ 0,50	0,50 ~ 0,70
100 ~ 250	0,35 ~ 0,60	0,60 ~ 0,75
250 ~ 500	0,50 ~ 0,65	0,70 ~ 0,80
500 ~ 750	0,60 ~ 0,70	0,75 ~ 0,80
750 ~ 1000	0,65 ~ 0,75	0,80 ~ 0,85
1000 ~	0,70 ~ 0,85	0,80 ~ 0,90

Average speed = speed factor x travel speed

Time per section = Distance per each section : average speed

IV.5. KAPASITAS PRODUKSI LOADER

Produktivitas alat untuk pekerjaan pemuatan (loading) yang diuraikan disini adalah pemuatan dengan menggunakan **wheel loader** atau **crawler loader (Dozer Shovel)** Besarnya produktivitas loading tergantung dari :

- Kapasitas kerja
- Cycle Time

a. Beban Kerja (Rated Load)

Kapasitas kerja sangat dipengaruhi oleh nilai Static Tipping Load yang dimiliki alat tersebut. Makin besar nilai Static Tipping Load, makin besar kapasitas kerja alat tersebut. Batas aman beban kerja berdasarkan standar SAE J 818 adalah sebagai berikut :

- Beban kerja Doser Shovel (track loader) = 35 % x besarnya nilai **Static Tipping Load**
- Beban kerja Wheel Loader = 50 % x besarnya nilai **Full Turn Static Tipping Load**

Static Tipping Load adalah beban minimal yang diangkat oleh loader dimana kondisi loader mulai terjungkit. Kondisi loader pada saat mengangkat adalah :

- Bucket pada posisi maximum tilt back
- Arm pada posisi mengangkat dan pada jangkauan maximum ke depan
- Berat operasi dan peralatannya sesuai dengan spesifikasi
- Articulated steer loader dalam posisi full turn

Full Turn Static Tipping Load adalah nilai static tipping load pada posisi wheel loader membelok penuh kekiri atau kekanan. Pada umumnya nilai full turn static tipping load ini **lebih kecil** dari nilai static tipping load pada posisi straight

Formula perhitungan produktifitas loading adalah sbb :

$$KP = \frac{KB \times bf \times 60 \times FK}{CT} = \frac{KB \times bf \times 60 \times FK}{(J/F + J/R) n + Z} \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Dimana :

- KP : Kapasitas Produksi (m³/jam)
- KB : Kapasitas Bucket
- Bf : Bucket Faktor
- FK : Faktor Koreksi

- J** : Jarak Angkut (meter)
F : Kecepatan maju (km/jam)
R : Kecepatan mundur (km/jam)
n : $n = 1$ untuk metode Cross Loading
 $n = 2$ untuk metode V Shape Loading
Z : Waktu yang diperlukan untuk memindahkan transmisi atau disebut dengan waktu tetap (menit)

Kapasitas Bucket

Dalam memperhitungkan kapasitas bucket, kapasitas heaped bucket dikalikan dengan bucket faktor yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 21. Bucket Factor Loader

Loading Condition	Wheel Loader	Dozer Shovel
Easy Loading	1.00 ~ 1.10	1.00 ~ 1.10
Average Loading	0.85 ~ 0.95	0.95 ~ 1.00
Rather Difficult Loading	0.80 ~ 0.85	0.90 ~ 0.95
Difficult Loading	0.75 ~ 0.80	0.85 ~ 0.90

Nilai Z

Nilai Z (waktu tetap) selain dipengaruhi oleh metode pemuatan material ke atas dump truck, juga dipengaruhi oleh jenis transmisi yang digunakan pada loader / shovel (lihat tabel dibawah ini)

Tabel 22. Nilai waktu tetap (Z)

Metoda Loading Jenis Transmisi	Waktu Tetap (menit)		
	V-Shape Loading	Cross Loading	Load & Carry
Direct Drive	0,25	0,35	-
Hydroshift	0,20	0,30	-
Torque Flow	0,20	0,30	0,35

b. Cycle Time

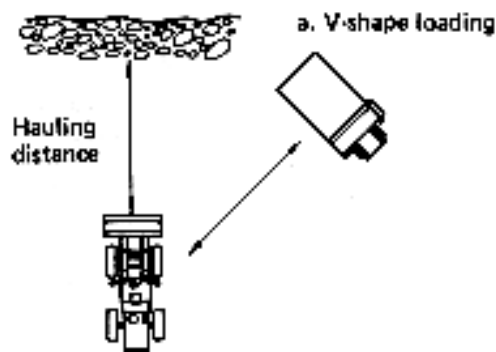
Dalam memperhitungkan cycle time perlu diperhatikan terlebih dahulu tentang metode loading wheel loader terhadap dump truck.

Ada 2 metode yaitu **V shape loading** dan **Cross loading**.

Apabila terdapat lebih dari satu loader ,metode cross loading dapat dikombinasi dengan memposisikan loader sejajar dan truck setelah diisi oleh loader pertama , bergerak maju lagi untuk diisi oleh loader kedua sehingga akan mempercepat cycle time. Metode ini disebut **pass loading** dan biasa dipakai pada perusahaan-perusahaan yang besar.

Untuk mengetahui cycle time dapat juga menggunakan tabel seperti di bawah ini :

Metode V shape loading



Gambar 139. Metode V Shape Loading

Tabel 23.a. Average cycle time for Wheel Loader

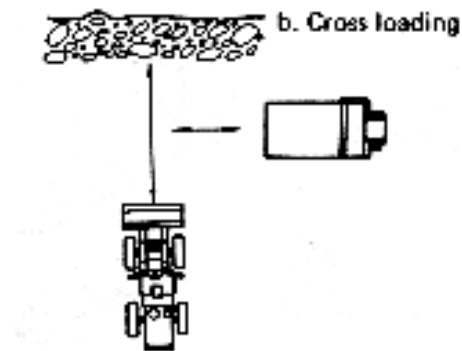
Loading Conditions \ Bucket Size		~ 3 m ³	3,1 ~ 5 m ³	5,1 m ³ ~
A	Easy	0,45	0,55	0,65
B	Average	0,55	0,65	0,70
C	Rather difficult	0,70	0,70	0,75
D	Difficult	0,75	0,75	0,80

Unit : min

Tabel 23.b. Average cycle time for Dozer Shovel

Loading Conditions \ Bucket Size		~ 3 m ³	3,1 ~ 5 m ³
A	Easy	0,55	0,60
B	Average	0,60	0,70
C	Rather difficult	0,75	0,75
D	Difficult	0,80	0,80

Unit : min

Metode Cross loading

Gambar 140. Metode Cross Loading

Tabel 24.a. Average cycle time for Wheel Loader

Loading Conditions \ Bucket Size		~ 3 m ³	3,1 ~ 5 m ³	5,1 m ³ ~
A	Easy	0,40	0,50	0,60
B	Average	0,50	0,60	0,65
C	Rather difficult	0,65	0,65	0,70
D	Difficult	0,70	0,75	0,75

Unit : min

Tabel 24.b. Average cycle time for Dozer Shovel

Loading Conditions \ Bucket Size		$\sim 3 \text{ m}^3$	$3,1 \sim 5 \text{ m}^3$
A	Easy	0,55	0,60
B	Average	0,60	0,70
C	Rather difficult	0,75	0,75
D	Difficult	0,80	0,80

Unit : min

Kecepatan kerja (working speed)

Kecepatan maju dan mundur biasanya menggunakan F1/F2 dan R1/R2, tergantung ketrampilan operator dan kondisi medan kerjanya. Dalam menentukan kecepatan maju atau mundur alat harus dikalikan dengan speed faktor . Speed faktor yang biasa digunakan adalah sekitar 0,8. Tujuan dikalikan dengan speed faktor ini adalah untuk mendapatkan kecepatan kerja yang mendekati kenyataan di lapangan. Sedangkan waktu tetap umumnya berkisar antara 0,5 - 0,7 menit

Contoh Kasus :

Hitung produktivitas loading D75S -5 apabila diketahui nilai static tipping loadnya = 14 ton, kapasitas bucket $2,2 \text{ m}^3$ dengan sistem Cross Loading. Data-data lain yang digunakan adalah sbb :

- Kecepatan maju **F1** = 0 - 3,3 km/jam
- Kecepatan mundur **R1** = 0 - 4,3 km/jam
- Waktu tetap **Z** = 0,6 menit
- Jarak muat **J** = 7,5 meter
- Faktor koreksi **FK** = 0,63
- Bucket factot **BF** = 0,90
- Berat jenis material **BJ** = 2,45

Perhitungan :

$$KP = \frac{Kb \times Bf \times Bj \times 60 \times FK}{(J/F + J/R) n + z}$$

Dimana : Kapasitas kerja = 35% x 14 ton = 4,9 ton

Kapasitas bucket = 2,2 m³

Beban kerja = Kb x Bf x Bj

$$= 2,2 \times 0,90 \times 2,45 = 4,85 \text{ ton}$$

Beban kerja < kapasitas kerja (memenuhi syarat)

J = 7,5 meter

F = (0,8 x 3,3 x 1000)/60 = 44,00 m/menit

R = (0,8 x 4,3 x 1000)/60 = 57,33 m/menit

Z = 0,6 menit

n = 1

Maka :

$$KP = \frac{4,85 \times 60 \times 0,63}{(7,5/44 + 7,5/57,33) + 0,6} = 203,70 \text{ ton/jam}$$

Metode Load & Carry

Selain metode V shape loading dan Cross loading ada juga metode Load & Carry dimana Wheel loader berfungsi juga sebagai alat angkut dengan ketentuan jarak angkut (*hauling distance*) tidak boleh lebih dari 150 meter. Untuk menghitung kapasitas produksinya dapat menggunakan rumus sbb:

$$KP = \frac{KA \times 60 \times FK}{J/F \times J/R \times z}$$

Dimana :

- KP : Kapasitas Produksi (m^3/jam)
 KA : Kapasitas Angkut
 FK : Faktor Koreksi
 J : Jarak Angkut (meter)
 F : Kecepatan maju (km/jam)
 R : Kecepatan mundur (km/jam)
 Z : Waktu yang diperlukan untuk memindahkan transmisi atau disebut dengan Waktu Tetap (menit)

IV.6. KAPASITAS PRODUKSI LOGGING TRUK (TRANSPORTING)

Produktivitas logging truck dengan muatan berupa logs (kayu gelondongan) dapat menggunakan rumus sbb:

$$KP = \frac{Km \times 60 \times FK}{\frac{J}{V_1} + \frac{J}{V_2} + Wm + Wb + Z}$$

- Keterangan : KP = Kapasitas Produksi (m^3/jam)
 Km = Kapasitas Muat (m^3)
 FK = Faktor Koreksi
 J = Jarak angkut (km)
 V_1 = Kecepatan angkut (km/menit)
 V_2 = Kecepatan kembali (kosong) (km/menit)
 Wm = Waktu muat
 Wb = Waktu bongkar
 Z = Spot time

- Kapasitas muat tergantung kepada besarnya pay load atau kemampuan angkut logging truck.
- Kecepatan angkut dipengaruhi oleh kondisi jalan .
- Waktu muat dapat dihitung dengan cara sbb :

$$W_m = \frac{K_m}{K_a} \times CT$$

Keterangan :
 W_m = Waktu muat (menit)
 K_m = Kapasitas muat (ton)
 K_a = Kapasitas angkat dari loader (ton)
 CT = Cycle Time (menit)

d. Spot time adalah waktu yang terpakai untuk keperluan :

- Menurunkan trailer dan memasang pada hook prime mover (jika alat pengangkutnya berupa pole trailer)
- Atur posisi di loading area untuk dimuati kembali

Spot time biasanya berkisar antara 4 - 6 menit

e. Waktu bongkar muatan tergantung dari cara menurunkan muatannya , apakah memakai bantuan alat atau tidak , bila menggunakan loader waktu bongkar muatan biasanya berkisar antara 3 - 4 menit

Contoh perhitungan :

Untuk mengangkut kayu (log) dari TPK (Tempat Penumpukan Kayu) ke Log pond yang berjarak 30 km digunakan logging trallier dengan pay load 35 ton. Alat untuk memuat digunakan wheel loader dengan kapasitas kerja 6,5 ton dan cycle time 0,9 menit. Kecepatan angkut truck bermuatan 30 km/jam.

Kecepatan kembali kosong 45 km/jam

Waktu bongkar 3 menit

Spot time 5 menit

Faktor koreksi 0,63

Hitung taksiran produksi dari logging trallier tersebut, jika data-data kayu sebagai berikut : Panjang kayu rata 15 m, diameter rata-rata 0,80 m, dan berat jenis kayu 0,85 ton/m³.

Perhitungan :

$$KP = \frac{KM \times 60 \times FK}{J/V_1 + J/V_2 + W_m + W_b + Z}$$

Dimana :
 Km = 35 ton
 FK = 0,63
 J = 30 Km
 V₁ = 30 Km/jam = 0,50 km/menit
 V₂ = 45 Km/jam = 0,75 km/menit
 Berat kayu per batang = 0,785 × 0,85 × 0,85 × 15 × 0,85 = 6,40 ton
 Jumlah batang kayu yang dapat diangkut = 35 ton/6,4 ton = 5 batang
 W_m = 5 × 0,9 = 4,50 menit
 W_b = 3 menit
 Z = 5 menit

$$\begin{aligned} KP &= \frac{6,4 \times 5 \times 60 \times 0,63}{30/0,5 + 30/0,75 + 4,50 + 3 + 5} \\ &= 1209,6/112,50 \\ &= 10,75 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

IV.7. KAPASITAS PRODUKSI COMPACTOR

Pemadatan adalah proses fisik dimana berat jenis dari bahan yang dipadatkan akan bertambah .

Tiga faktor penting yang dapat mempengaruhi pemadatan adalah :

- Material gradation
- Moisture content
- Compactive effort

Material gradation menunjukkan distribusi (% terhadap berat) dari ukuran tanah yang berbeda. Tanah disebut berkualitas baik apabila distribusi dari berbagai macam ukuran partikel tanahnya tersebar merata atau dengan kata lain bahwa ukuran partikel tanah cenderung heterogen. Pemadatan terhadap tanah seperti ini akan lebih mudah dilakukan.

Moisture content adalah kandungan air dalam tanah.

Jumlah kandungan air ini sangat penting dalam proses pemadatan . Air akan melumasi

partikel-partikel tanah sehingga akan membantu saling bergeser sampai pada kondisi padat tertentu.

Perlu diketahui sehubungan dengan kandungan air tanah ini ,bahwa untuk tanah yang terlalu kering atau terlalu basah akan sangat sulit dilakukan pemadatan.

Moisture content optimum adalah kandungan air tertentu yang dapat membantu proses pemadatan yang optimal.

COMPACTIVE EFFORT adalah berbagai macam cara pemadatan dari suatu alat pemadat seperti :

- Static weight or pressure : Rod Roller
- Kneeding action or manipulation : Sheep foot roller
- Impact or sharp blow : Penumbuk
- Vibration : Vibration roller

Kapasitas produksi pemadatan ada 2 versi yaitu :

Dalam satuan **volume** dari material yang dipadatkan dengan rumus :

$$KP = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N} \quad (m^3/jam)$$

Keterangan : KP = Kapasitas Produksi (m^3/jam)

LK = Lebar Kerja efektif (m)

F = Kecepatan kerja (km/jam)

H = Ketebalan material yang dipadatkan (m)

N = Jumlah lintasan (passing)

FK = Faktor Koreksi terdiri dari :

- faktor ketersediaan mesin
- faktor efisiensi waktu
- faktor ketrampilan operator

Dalam satuan **luas area** yang dipadatkan dengan rumus :

$$KP = \frac{LK \times F \times 1000 \times FK}{N} \quad (M^2/Jam)$$

* **Lebar kerja efektif** adalah lebar drum compactor - lebar overlap (tabel 25a)

* **Kecepatan kerja** tergantung tipe compactor yang digunakan (tabel 25b)

- * **Ketebalan pemadatan** adalah ketebalan setiap lapis pemadatan tergantung spesifikasi tingkat kepadatan atau berdasarkan hasil tes yang dilakukan.
- * **Jumlah passing atau lintasan** adalah banyaknya lintasan yang diperlukan tergantung dari spesifikasi teknis atau hasil tes yang dilakukan. Tapi pada umumnya jumlah lintasan seperti pada tabel 26

Tabel 25 a. Lebar kerja (pemadatan) efektif

Type of Equipment	Effective compaction width (W)
Macadam roller	Driving wheel width - 0,2m
Tandem roller	Driving wheel width - 0,2m
Soil compactor	(Driving wheel width x 2) - 0,2 m
Tire roller	Outside-to-outside distance of most outside tires - 0,3 m
Large vibratory roller	Roller width - 0,2 m
Small vibratory roller	Roller width - 0,1m
Bulldozer	(Width of track shoe x 2) - 0,3 m

Tabel 25 b. Kecepatan kerja

Road roller	About 2,0 km/hr
Tire roller	About 2,5 km/hr
Vibration roller	About 1,5 km/hr
Soil compactor	About 4 ~ 10 km/hr
Tamper	About 1,0 km/hr

Tabel 26. Jumlah lintasan (passing)

Tire roller	3 ~ 5
Road roller	4 ~ 8
Vibration roller	4 ~ 12
Soil compactor	4 ~ 12

Contoh Kasus :

Tentukan kapasitas produksi pemadatan untuk pekerjaan penimbunan badan jalan.

Alat yang digunakan adalah compactor BW 212 PD .

Data-data pekerjaan adalah sbb :

Berdasarkan penyelidikan pekerjaan tanah telah dipelajari tebal lapisan tanah timbunan setelah dipadatkan = 30 cm, dan diperlukan 6 lintasan untuk dapat mencapai kepadatan tanah yang diperlukan. Sedangkan faktor pengembangan volume material tanah adalah sebagai berikut :

Kondisi awal	Kondisi asli	Kondisi gembur	Kondisi padat
A	1,00	1,43	0,90
B	0,70	1,00	0,63
C	1,11	1,59	1,00

Jawab :

Berdasarkan tabel di atas maka tebal lapis pemadatan = 30 cm x 1,59 = 48 cm

$$KP = \frac{LK \times F \times H \times 1000 \times FK}{N}$$

$$= \frac{(2,1 - 0,2) \times 1,5 \times 0,48 \times 1000 \times 0,63}{6}$$

$$= 143,64 \text{ m}^3/\text{jam (lcm/jam) atau } 90,49 \text{ ccm/jam}$$

Catatan , Faktor koreksi terdiri dari : - ketersediaan mesin = 0,90

- efisiensi waktu = 0,83

- ketrampilan operator = 0,85

$$0,90 \times 0,83 \times 0,85 = 0,63$$

IV.8. KAPASITAS PRODUKSI WHEEL TRACTOR

Kapasitas produksi wheel tractor yang dimaksud ialah wheel tractor yang digunakan untuk pengolahan tanah, seperti membajak atau menggaru. Produktivitasnya dipengaruhi oleh kecepatan kerja dan lebar kerja implement yang ditarik. Dan umumnya kapasitas kerjanya dinyatakan dalam satuan luasan (Ha/Jam). Secara teori dapat menggunakan rumus sbb :

$$KP = \frac{LK \times V \times 1000 \times FK}{10000}$$

Keterangan : KP = Kapasitas produksi (ha/jam)

LK = Lebar kerja (m)

V = Kecepatan maju (km/jam)

FK = Faktor koreksi (efisiensi kerja)

- **Lebar kerja** adalah lebar dari peralatan pertanian (attachment)
- **Kecepatan maju** merupakan kecepatan rata-rata dari operasinya
- **Efisiensi** merupakan ratio antara kapasitas kerja efektif (aktual) di banding kapasitas kerja teoritis.

Hal ini merupakan indikator berapa banyak waktu hilang karena membelok, ketrampilan operator, performance alat, dan faktor-faktor lainnya.

IV.9. KAPASITAS PRODUKSI SKIDDING / PENYARADAN

Produktifitas alat yang digunakan untuk skidding, baik itu bulldozer maupun skidder dapat ditaksir dengan formula :

$$KP = \frac{KT \times 60 \times FK}{J/F + J/R + CH + DCH + Z} \quad M^3/Jam$$

Keterangan :

KP	=	Kapasitas produksi (M^3 /Jam)
FK	=	Faktor koreksi
J	=	Jarak sarad (meter)
F	=	Kecepatan sarad (m / menit)
R	=	Kecepatan kembali (m / menit)
CH	=	Waktu untuk ikat sling (menit)
DCH	=	Waktu untuk melepas sling (menit)
Z	=	Waktu tetap (menit)
KT	=	Kapasitas tarik

1. Kapasitas Tarik

Alat berat yang akan dipakai untuk menyard log memiliki sejumlah tenaga yang bersumber dari tenaga engine, dan tenaga ini disebut tenaga tarik (drawbar pull).

Apabila alat tersebut digunakan untuk menyard log (kayu gelondongan), tenaga yang tersedia tidak dapat dimanfaatkan seluruhnya, karena ada faktor-faktor yang membatasinya, yaitu :

➤ Traksi kritis

Adalah kemampuan traksi yang besarnya tergantung dari besarnya daya cengkram dari alat pada landasan kerja. Kemampuan traksi ini ada batas kritisnya yang apabila terlampaui, maka alat akan mengalami "slip".

Untuk lebih jelasnya mengenai traksi kritis dapat dilihat pada Bab. I.2. Analisa Beban dan Tenaga halaman 24 - 25.

➤ Ketinggian daerah kerja

Tenaga mesin alat berat harus dikoreksi apabila beroperasi diatas ketinggian 300 m dpl, sebab tenaga mesin akan berkurang 1 % pada setiap kenaikan 100 meter. Untuk operasi logging, biasanya dibawah ketinggian 400 meter dpl, sebab hutan yang berada diatas ketinggian ini umumnya sudah dijadikan hutan lindung.

Setelah tenaga yang tersedia dikoreksi, maka diperoleh tenaga tarik yang bermanfaat (P). Nilai P inilah yang digunakan untuk menanggulangi semua tahanan

yang timbul waktu menyarad log. Macam-macam tahanan yang timbul pada pekerjaan penyaradan adalah : gesekan log (SR); tahanan kelandaian Alat (GR) dan tahanan gelinding alat beroda (RR).

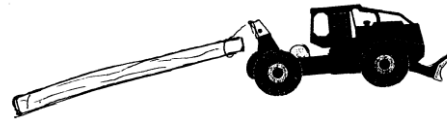
➤ Gesekan log

Besarnya tergantung metoda penyaradan dan jenis alat yang digunakan, yaitu :

- Metoda ground skidding : $SR = BK (0,9 \pm K \%)$
- Metoda arch skidding : $SR = BK (0,3 \pm K \%)$



Metoda ground skidding



Metoda arch skidding

dimana ; SR = Tahanan gesek log (Kg)
 BK = Berat log (Kg)
 K = Kelandaian (%)

➤ Tahanan Kelandaian Alat

Apabila alat berat mendaki suatu kelandaian, maka timbul gaya yang berusaha menghambat, sebaliknya apabila menuruni kelandaian, maka gaya tersebut membantu kemampuan alat. Gaya ini timbul akibat adanya pengaruh gaya tarik (gravitasi) bumi. Besarnya tahanan kelandaian/bantuan kelandaian dapat diperkirakan dengan formula :

$\text{Tahanan Kelandaian} = W \times \%k \text{ (Kg)}$

W = Berat kendaraan (kg)
 $\%k$ = Kelandaian (%)

➤ Tahanan Gelinding (Rolling Resistance)

Diperhitungkan terhadap alat-alat yang menggunakan roda (roda besi atau roda ban). Tahanan ini timbul karena pengaruh kondisi landasan kerja terhadap roda. Besarnya dapat dihitung dengan formula :

$$\text{Tahanan Gelinding} = W \times r \text{ (Kg)}$$

W = Berat kendaraan (Kg)

r = Koefisien tahanan gelinding

Koefisien tahanan gelinding dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 27. Koefisien tahanan gelinding

Type dan keadaan tanah	Roda Ban (%)	Roda Ban/Serat Baja (%)
Besi	1.0	
Beton	2.0	2.3
Jalan berbatu, ditumbuk	2.9	2.8
Kayu dipadatkan	2.5	
Jalan datar kering, tidak dipadatkan	4.5	3.5
Tanah kering	10.0	4.0
Tanah basah	11.5	4.5
Tanah gembur kering	16.0	9.0
Kerikil lepas / gembur	15.0	12.0
Pasir lepas	15.0	12.0
Tanah berlumpur		16.0

Besarnya jumlah tahanan adalah merupakan nilai minimal dari besarnya tenaga yang dibutuhkan (T). Dengan membandingkan nilai T dengan nilai P akan didapatkan kemungkinan sebagai berikut :

- ✓ $T > P$ = alat akan slip akibatnya tidak dapat menarik beban
- ✓ $T < P$ = alat dapat bekerja dengan kecepatan tertentu

Jadi dapat disimpulkan bahwa alat mampu menarik beban apabila T (jumlah tahanan atas tenaga yang dibutuhkan harus lebih kecil dari P (traksi kritis atau tenaga bermanfaat). Dengan berpedoman hal tersebut, maka kapasitas tarik dapat ditaksir dengan perhitungan :

- Kapasitas tarik Bulldozer :

$$KT = \frac{W (ct - K)}{BK (f + K)} \text{ batang}$$

- Kapasitas tarik Skidder :

$$KT = \frac{W (ct - K - r)}{BK (f + K)} \text{ batang}$$

Keterangan :

- KT = Kapasitas tarik (Kg)
- W = Berat operasi total alat (Kg)
- ct = Koefisien traksi (%)
- K = Kelandaian bukit (%)
- r = Koefisien tahanan gelinding (%)
- f = Faktor : 0.9 (ground skidding) ; 0.35 (arch skidding)
- BK = Berat kayu (kg)

Contoh Perhitungan :

Hitung kapasitas tarik Bulldozer D65E-8 (jungle spec. + Winch), apabila diketahui berat operasi = 18.090 Kg, Koefisien traksi 0,85, kelandaian bukit 20 %, rata-rata berat log 8.125 Kg, metode penyaradan ground skidding, densitas kayu/log 0.85. Jarak skidding 500 m, dan kecepatan kembali kosong menggunakan transmisi F2 : 6,80 km/jam

Jawab :

$$KT = \frac{W (ct - K)}{BK (f + K)} \text{ batang}$$

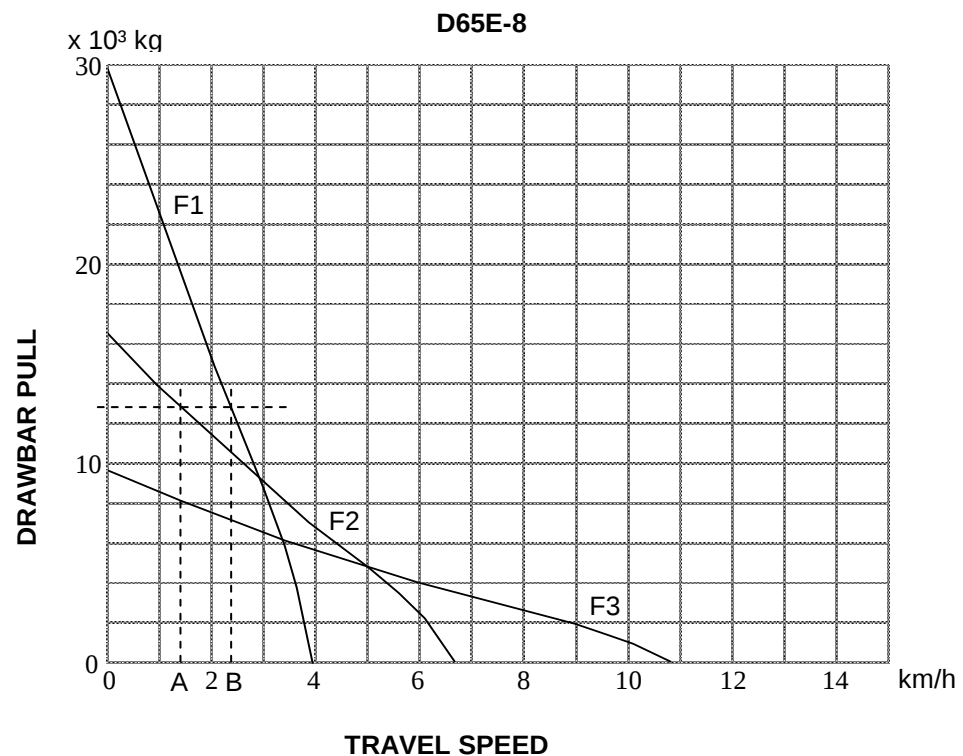
$$KT = \frac{18.090 (0,85 - 0,20)}{8.125 (0,90 + 0,2)} = 1,31 \text{ batang}$$

Dengan mengadakan pembulatan ke bawah, maka kita dapatkan KT = 1 batang atau $1 \times 8.125 \text{ Kg} = 8.125 \text{ Kg}$. Jika density kayu 0,85 maka $KT = 9,56 \text{ m}^3$

Jadi kapasitas tarik D60E-6 = 9,56 m³

2. Memilih Kecepatan Kerja

Beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan kerja antara lain, ketrampilan operator, sistem transmisi, keadaan medan operasi, dan lain-lain. Salah satu cara untuk memilih kecepatan kerja adalah dengan jalan menggunakan kurva drawbar pull vs travel speed.



Gambar 141. Kurva Drawbar Pull vs Travel Speed

Apabila jumlah tahanan sudah diketahui, maka dengan menggunakan kurva tersebut dapat diketahui kecepatan yang paling optimal. Sebagai contoh, diambil besarnya tahanan berdasarkan data perhitungan sebelumnya, yaitu :

a) Tahanan kelandaian D65E-8 = $18.090 \times 0,2 = 3.618 \text{ Kg}$

b) Tahanan gesek log : 1 log = $8.125 (0,9 + 0,2) = 8.937,5 \text{ Kg}$

Total tahanan : 1 log = $3.618 + 8.937,5 = 12.555,5 \text{ Kg}$

Berdasarkan kurva diatas, maka kecepatan yang dapat digunakan adalah :

Menarik 1 log , bisa menggunakan :

F1 dengan kecepatan +/- 1,45 km/jam (A)

F2 dengan kecepatan +/- 2,40 km/jam (B)

Kesimpulan dari gambaran diatas adalah kecepatan optimal dari alat berat = 2,40 km/jam bila menarik 1 batang log menggunakan transmisi 2 dan 1,45 km/jam jika menggunakan transmisi 1.

Untuk alat berat yang dilengkapi dengan sistem transmisi powershift, maka dapat diambil kecepatan maksimal dari suatu gigi yang dipilih kemudian dikalikan faktor :

- Maju, faktor = 0,75
- Mundur, faktor = 0,85

3. Waktu untuk Ikat / Lepas Sling

Besarnya waktu untuk mengikat sling terhadap log maupun melepaskannya, sangat bervariasi. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa unsur, seperti keadaan blok tebang, topografi, jenis pengikat, ketrampilan tenaga kerja dan sebagainya. Untuk keperluan taksiran perhitungan, angka pengalaman dibawah ini umum digunakan :

- Waktu ikat sling = 2 menit/batang
- Waktu melepas sling = 1 menit/batang

4. Waktu Tetap

Yang termasuk waktu tetap disini adalah total waktu yang diperlukan untuk :

- Manuver dari jalan sarad ke blok tebangan (pulang - pergi)
- Manuver dari jalan ke TPK (pulang - pergi)
- Waktu untuk mengulur, menarik winch diperjalanan
- Waktu untuk pindah gigi , dan lain-lain

Besarnya waktu inipun bervariasi tergantung kemudahan yang dijumpai dilapangan. Makin sulit atau makin berat situasi dan kondisi lapangan, makin tinggi waktu tersebut. Waktu tetap berkisar antara 2 - 6 menit.

Contoh Perhitungan :

Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh kapasitas tarik dan kecepatannya, yaitu :

Menarik 1 batang

$$\text{Kapasitas tarik} = 1 \times 8.125 \text{ Kg} = 8.125 \text{ Kg} = 9,56 \text{ m}^3$$

$$\text{Kecepatan} = 2,40 \text{ km/jam} \text{ (40 m/menit)}$$

Dengan data diatas, produktifitas skidding dapat dihitung dalam alternatif :

Menarik 1 batang

$$KP = \frac{KT \times 60 \times FK}{J/F + J/F + CH + DCH + Z} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$KP = \frac{9,56 \times 60 \times 0,63}{500/30 + 500/85 + 3 + 6} \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$KP = 361,37 / 31,55 = \underline{\underline{11,45 \text{ m}^3/\text{jam}}}$$

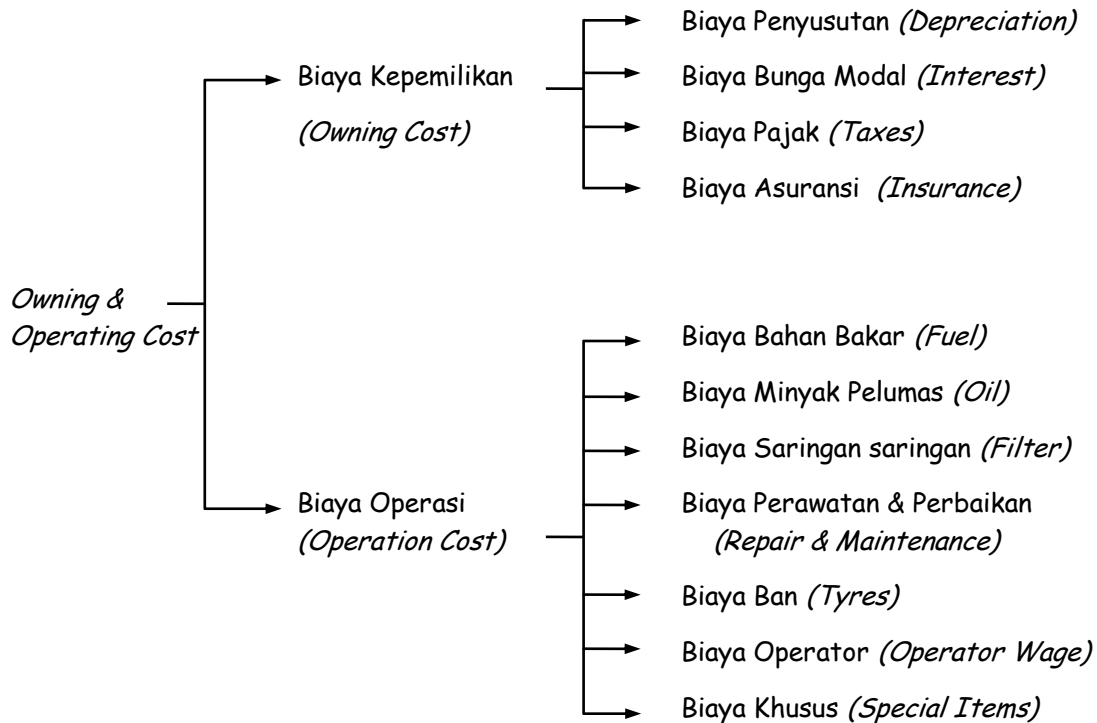
BAB V

FAKTOR EKONOMI DAN PEMILIHAN ALAT-ALAT BERAT

V.1. BIAYA KEPEMILIKAN DAN OPERASI (*OWNING AND OPERATING COST*)

Owning & operating cost adalah estimasi perhitungan yang dibuat untuk mengetahui besarnya biaya kepemilikan (*Owning cost*) dan biaya operasi (*Operating cost*) alat (mesin) untuk suatu masa tertentu. Masa tertentu ini adalah suatu masa dimana umur ekonomi atau Umur kegunaan atau nilai buku dari suatu unit sudah habis. Umur kegunaan alat dapat dilihat pada Tabel 26. Nilai *Owning & Operating cost* dapat dijadikan acuan untuk memperkirakan biaya yang harus dikeluarkan pada suatu pekerjaan yang dilakukan oleh suatu mesin. Sehingga dapat dipakai sebagai acuan untuk memperkirakan keuntungan dan kerugian suatu pekerjaan yang dilakukan oleh suatu mesin.

Owning & Operating cost terdiri dari dua unsur, yaitu biaya kepemilikan (*owning cost*) dan biaya operasi (*operation cost*). Komponen-komponen yang termasuk dalam *owning cost & operation cost* adalah sebagai berikut :



Tabel 26. Umur Kegunaan Alat-Alat Berat Berdasarkan aplikasi dan Kondisi Operasi.

Jenis & Type Unit	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III
Crawler Tractors D21 - D37 D41 - D85 D155 - D355 D375 - D475	- menarik scraper atau implemen pertanian - Spreading 12,000 Hr 15,000 18,000 22,000	- Digging, dozing, ripping, soft rock dan material ringan lainnya - Mendorong scraper, skidding - Land Clearing 10,000 Hr 12,000 15,000 18,000	- Digging, dozing, ripping batuan atau material yang keras 8,000 Hr 10,000 12,000 15,000
Dozer Shovel D31 - D57 D75	- Loading material ringan dari stock pile dengan waktu idle 12,000 Hr 16,000	- Loading material dari stockpile secara continue - Excavation pada material ringan dan loading 10,000 Hr 13,000	- Excavation pada material bank dan loading - Loading material hasil blasting 8,000 Hr 11,000
Hydraulic Excavators PC27R - PC45R PC60 - PC400 PC750 PC1000 - PC1600	- Slope finishing, digging pada material ringan dan pekerjaan ringan lainnya 10,000 Hr 12,000 22,000 40,000	- Excavating dan loading secara continue - Operasi dengan breaker 8,000 Hr 10,000 20,000 35,000	- Excavation pada material keras yang masih asli (bank) 6,000 Hr 8,000 18,000 30,000
Dump Truck HD255 - HD985 Others	- operasi pada Jalan relative datar dan terawat baik 25,000 Hr 50,000	- Operasi pada kondisi yang sangat bervariasi, pertambangan, quarry maupun konstruksi, dengan kondisi jalan bervariasi 20,000 Hr 40,000	- Sering beroperasi pada kondisi overload dan jalan yang mempunyai kemiringan besar. 15,000 Hr 30,000
Articulated Dump Truck	20,000 Hr	15,000 Hr	10,000 Hr

Jenis & Type Unit	Kondisi I	Kondisi II	Kondisi III
Motor Grader	- Finishing dan pekerjaan-pekerjaan ringan lainnya 20,000 Hr	- Maintenance dan memperbaiki konstruksi jalan - Membersihkan salju 15,000 Hr	- Maintenance atau repair jalan yang keras dan melakukan ripping. 12,000 Hr
Compactor	- Spreading dan Compacting tanah berpasir 15,000 Hr	- Spreading dan Compacting berbagai jenis tanah dengan sedikit campuran batu 12,000 Hr	- Spreading dan compacting material yang berbatu kondisi impact tinggi 8,000 Hr
Wheel Loaders WA80 - WA470 WA500 - WA900	- Loading material ringan dari stock pile - Operasi sering berhenti karena menunggu truck 12,000 Hr 15,000	- Loading secara terus menerus dari stock pile - Excavating ringan dan loading 10,000 Hr 12,000	- Excavation dan loading pada material kondisi bank - Loading batuan hasil blasting 8,000 Hr 10,000
Wheel Dozers	15,000 Hr	12,000 Hr	8,000 Hr

Owning & operating cost alat-alat berat sangat bervariasi, karena dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain :

- Tipe pekerjaan dimana alat berat beroperasi
- Harga bahan bakar dan pelumas di lokasi kerja
- Nilai suku bunga pinjaman bank dan faktor-faktor lainnya.

V.1.1. BIAYA KEPEMILIKAN (*OWNING COST*)

Biaya kepemilikan merupakan jumlah dari nilai biaya penyusutan, bunga modal, biaya asuransi dan pajak. Biaya kepemilikan ini merupakan Biaya Tetap (*Fixed Cost*), yaitu biaya yang tetap diperhitungkan meskipun alat tidak dioperasikan.

V.1.1.1. Biaya Penyusutan (*Depreciation Cost*)

Metode yang populer digunakan untuk menghitung biaya penyusutan adalah metode garis lurus (*Straight Line*). Metode ini mempunyai pengertian, bahwa nilai

modal turun, karena dikurangi nilai penyusutan yang sama besar sepanjang umur kegunaan alat. Penyusutan metode garis lurus dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Penyusutan} = \frac{\text{Harga Mesin} - \text{Nilai sisa}}{\text{Umur Kegunaan Alat}}$$

Keterangan :

Nilai sisa alat berat = 20 % dari harga baru mesin.

Pada Alat yang menggunakan roda karet ,

Nilai Penyusutan = Harga mesin baru - Nilai sisa - Harga ban

V.1.1.2. Bunga Modal, Asuransi, Pajak

a. Bunga Modal

Bunga modal harus diperhitungkan agar tidak merugi dalam menggunakan modal kerjanya. Keuntungan yang diperoleh harus lebih besar dari bunga modalnya, agar tidak merugi.

b. Asuransi

Besar asuransi yang harus dibayarkan sangat tergantung dari harga alat, jenis asuransi yang diminta, jangka waktu pengasuransian alat, jenis pekerjaan yang dilaksanakan, lokasi pekerjaan dan lain sebagainya.

c. Pajak

Di negara kita, belum ada peraturan definitif mengenai pajak terhadap kepemilikan alat berat. Pajak kepemilikan alat berat sudah termasuk dalam pajak kekayaan perusahaan.

d. Perhitungan bunga Modal (*Interest*) dan asuransi (*Insurance*)

Bunga Modal dan Asuransi dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Int \& Ins} = \frac{1 - \frac{(n-1)(1-r)}{2n} \times \text{Harga Alat} \times (\text{Int} + \text{Ins})}{\text{Jam Kerja Pertahun}}$$

Keterangan :	n	=	Umur ekonomi alat (dalam tahun)
	r	=	Nilai sisa alat (%)
	Ins	=	Asuransi
	Int	=	Bunga Bank

V.1.2. BIAYA OPERASI ALAT (*OPERATING COST*)

Biaya operasi alat (*Operating Cost*) adalah biaya yang timbul apabila alat tersebut beroperasi. Biaya operasi alat (*Operating Cost*) merupakan biaya tidak tetap (*Variable Cost*). Biaya operasi pada umumnya berbeda-beda, tergantung pada jenis alat, kondisi medan operasinya, jenis pekerjaan yang dilakukan dan lain sebagainya. *Operating Cost* Merupakan jumlah dari komponen biaya berikut ini :

V.1.2.1. Biaya Bahan Bakar (*Fuel Cost*)

Kebutuhan bahan bakar perjam umumnya berbeda-beda, tergantung pada jenis alat, kondisi medan operasinya, jenis pekerjaan yang dilakukan dan lain sebagainya. Data-data kebutuhan bahan bakar perjam dapat diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, atau dapat diperoleh dari pabrik atau dealer yang bersangkutan. Dapat dilihat pada Tabel 27,28,29,30,31.

Estimasi Biaya Bahan Bakar per Jam = Konsumsi Bahan Bakar per Jam x Harga Bahan bakar setempat.

V.1.2.2. Biaya Pelumas dan Filter (*Oil & Filter Cost*)

Konsumsi minyak pelumas per jam pada suatu mesin dapat dihitung dengan membagi jumlah (Liter) minyak pelumas yang diisikan sesuai kapasitasnya dengan interval waktu pengantiannya (jam). Dapat dilihat pada Tabel 32.

Pada umumnya komponen alat-alat berat memerlukan pelumas terdiri dari :

- a. Oli mesin
- b. Oli Transmisi
- c. Oli Hidrolis
- d. Oli final drive
- e. Gemuk

Biaya Minyak Pelumas = Konsumsi Minyak Pelumas per jam x Harga minyak pelumas setempat.

Biaya Filter = Harga filter yang dimaksud dibagi interval waktu penggantian filter. Untuk penghitungan biaya filter ini biasanya diperhitungkan sebesar 50 % dari jumlah biaya pelumas, diluar biaya bahan bakar.

V.1.2.3. Biaya Ban (*Tire Cost*)

Keausan ban sangat dipengaruhi oleh keadaan medan, spesifikasi ban, kecepatan dan tekanan angin serta kualitas ban itu sendiri.

Biaya Ban = Harga ban dibagi umur pemakaian (Jam)

Umur pemakain Ban dapat dilihat pada Tabel 33.

V.1.2.4. Biaya Perbaikan & Perawatan (*Repair & Maintenance Cost*)

Komponen biaya ini lebih tepat dikatakan sebagai "biaya cadangan untuk reparasi". Karena belum tentu biaya yang dikeluarkan sebesar itu, bisa lebih kecil, dan bisa lebih besar. Pelaksanaan pemeriksaan dan perawatan periodik yang rutin dan tepat, akan mencegah terjadinya kerusakan besar, sehingga menjamin mesin senantiasa dalam kondisi yang baik, sehingga bisa menekan biaya perbaikan dan memperpanjang umur pakai alat. Perkiraan biaya *Repair & Maintenance* dapat dilihat pada Tabel 35.

V.1.2.5. Biaya-biaya Khusus (*Special Item Cost*)

Untuk suku cadang yang keausannya lebih cepat dibandingkan yang lain, tidak termasuk dalam biaya perbaikan, tetapi termasuk dalam kategori biaya khusus.

Misalnya, Ripper point, Ripper shank, dan lain sebagainya. Umur kegunaan item-item khusus dapat dilihat pada Tabel 34.

Perhitungan biaya khusus ini dengan persamaan :

$$\text{Biaya Khusus} = \frac{\text{Harga per item} \times \text{jumlah item yang diperlukan}}{\text{Umur kegunaan item tsb. (Jam)}}$$

V.1.2.6. Upah Operator (*Operator Wage*)

Cara menghitung komponen biaya ini, tergantung pada sistim penggajian operator dan pembantu operator. Jika dengan gaji bulanan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Upah Operator} = \frac{\text{Rata-rata upah operator dan pembantu operator per bulan}}{\text{Jam kerja per bulan}}$$

Tabel 27. Pemakaian Bahan Bakar Bulldozer Berdasarkan Penerapan dan Kondisi Operasinya

Range	Low	Medium	High
Satuan Jenis Alat	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.
D20/21A,P,PL - 7 D31E,P - 20	3 - 5 4,5 - 8,5	4 - 6 7 - 11	5,5 - 7,5 9 - 13
D37E,P - 5 D41E,P - 6 D50A - 17	4,5 - 9 5,5 - 9 7,5 - 14	7 - 11,5 8 - 12 11 - 17	10 - 14 11 - 15 15 - 20
D53A,P - 17 D58E,P - 1 D60E-8,D65E - 8 D65E - 12 D65EX,P,PX - 12 D85E - SS - 2A D85A,E,P - 21 D155A - 3 D155AX - 3 D155A - 2 D275A - 2 D355A - 3	8 - 14,5 8,5 - 15 11 - 23,5 14 - 20 15 - 22 16 - 22,5 18 - 24 23 - 29 23 - 29 28 - 35 32 - 38 36 - 43	11,5 - 17,5 13 - 19 15,5 - 24,5 18,5 - 25 19,5 - 26,5 21 - 28 24 - 30 34 - 39 34 - 39 38 - 45 44 - 50 49 - 56	16 - 21 16,5 - 22 21,5 - 30 23,5 - 31 26 - 32 27 - 34 30 - 36 40 - 50 40 - 50 49 - 56 56 - 62 63 - 70
D375A - 3 D475A - 2 D575A - 2	44 - 52 60 - 70 91 - 106	60 - 68 81 - 92 122 - 139	73 - 81 99 - 110 145 - 160

Keterangan:

Rendah : Pergerakan mesin idle atau berjalan tanpa beban.

Sedang : Pekerjaan pemindahan tanah biasa, menarik scraper atau pekerjaan mendorong yang mudah

Tinggi : Ripping, pekerjaan mendorong yang berat dan operasi yang terus menerus dengan tenaga penuh tanpa idle

Tabel 28. Pemakaian Bahan Bakar Hydraulic Excavator Berdasarkan Penerapan dan Kondisi Operasinya

Range	Low	Medium	High
Satuan	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.
Jenis Alat			
PC12R-8, PC15R- 8	0,8 - 1,2	1,2 - 1,8	1,6 - 1,9
PC20R - 8	1,2 - 1,7	1,7 - 2,1	2,1 - 2,3
PC25R - 8	1,5 - 2,1	2,1 - 2,6	2,6 - 2,9
PC27R - 8	1,6 - 2,3	2,3 - 2,8	2,8 - 3,2
PC30R - 8, PC35R - 8	2,0 - 2,8	2,8 - 3,4	3,4 - 3,9
PC40R - 8, PC45R - 8	2,7 - 4,1	4,1 - 5,4	5,4 - 6,3
PC60 - 7	3,8 - 5,0	5,0 - 6,0	6,0 - 6,9
PC100 - 6	4,4 - 6,6	6,6 - 8,4	8,4 - 10,3
PC120 - 6, PC130 - 6	4,5 - 6,7	6,7 - 8,7	8,7 - 10,6
PC150 - 5	5,6 - 8,5	8,5 - 10,8	10,8 - 13,2
PC160 - 6	6,7 - 9,7	9,7 - 11,7	11,7 - 14,3
PC180LC, NLC - 6	6,7 - 9,7	9,7 - 11,7	11,7 - 14,3
PC200, LC, PC210, LC - 6	7,8 - 11,0	9,9 - 12,5	12,5 - 14,9
PC210, LC - 6	8,2 - 11,5	10,3 - 13,2	13,2 - 15,8
PC220, LC, LC230, LC-6	9,8 - 14,0	12,7 - 15,6	15,6 - 18,7
PC240, NLC, LC - 6	10,0 - 14,3	13,0 - 15,9	15,9 - 19,1
PC250LC - 6	9,8 - 14,0	12,7 - 15,6	15,6 - 18,7
PC300, LC - 6	13,3 - 21,0	18,0 - 23,3	22,0 - 25,1
PC350, LC - 6	13,3 - 21,0	18,0 - 23,3	22,0 - 25,1
PC400, LC - 6	21 - 26	24 - 29	27 - 34
PC450, LC - 6	21 - 26	24 - 29	27 - 34
PC750, LC, SE - 6	29 - 37	35 - 46	44 - 45
PC800, SE - 6	29 - 37	35 - 46	44 - 45
PC1000, LC, SE - 1	36 - 45	44 - 55	53 - 64
PC1000SP - 1	39 - 48	47 - 59	57 - 68
PC1600 - 1	52 - 65	64 - 79	78 - 95
PC1600SP - 1	55 - 68	67 - 83	82 - 100
PW100 - 3	6,9 - 9,8	9,8 - 11,9	11,9 - 13,4
PW150 - 1	6,2 - 8,7	8,7 - 10,5	10,5 - 12,0
PW170 - 5	6,8 - 9,5	8,5 - 10,1	11,0 - 13,1
PW210 - 1	7,9 - 11,1	10,0 - 12,6	12,6 - 15,1

Keterangan :

Ringan : digunakan untuk pekerjaan ringan dan sering idle

Sedang : operasi secara terus menerus tetapi pada saat tertentu idle

Tinggi : Operasi secara terus menerus dengan beban maksimum.

Tabel 29. Pemakaian Bahan Bakar Wheel Loader Berdasarkan Penerapan dan Kondisi Operasinya

Range	Low	Medium	High
Satuan Jenis Alat	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.
WA80 - 1, WR8 - 1 WR11 - 1	4,3 - 6,4 4 - 7,5	5,9 - 8,0 7,5 - 10,5	7,5 - 9,6 9,5 - 13,5
WA120 - 3	5 - 8,5	9 - 12	12 - 16
WA180 - 3	7,5 - 11	13 - 16	16 - 21
WA250 - 3	8,1 - 11,7	13,0 - 16,7	17,6 - 22,1
WA320 - 3	10,3 - 15,7	17,9 - 22,2	23 - 29
WA380 - 3	13,5 - 17,7	21 - 25	28 - 33
WA420 - 3	16 - 21	24 - 29,4	34 - 38
WA470 - 3	19,5 - 24,5	26 - 34	36 - 46
WA500 - 3	25 - 30	32 - 41	45 - 54
WA600 - 1	32 - 41	44 - 53	60 - 72
WA700 - 3	44 - 52	61 - 69	85 - 95
WA800 - 2	53 - 59	73 - 80	102 - 111
WA900 - 1	56 - 62	77 - 84	107 - 117

Keterangan :

Rendah : digunakan untuk pekerjaan ringan dan sering idle

Sedang : Operasi muat secara kontinyu, tetapi pada saat tertentu idle menunggu dump truk.

Berat : Operasi secara kontinyu dengan beban maksimum.

Tabel 30. Pemakaian Bahan Bakar Motor Grader Berdasarkan Penerapan dan Kondisi Operasinya.

Range	Low	Medium	High
Satuan Jenis Alat	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.
GD510 Series	9 - 12	13 - 17	18 - 22
GD520 Series	9,5 - 12,5	15 - 18	20 - 23
GD610, 620 Series	10 - 15	15 - 20	21 - 27
GD661A - 1	13 - 17	20 - 24	27 - 31
GD700 Series	12 - 18	19 - 26	25 - 33
GD825A - 2	17 - 23	27 - 33	37 - 43

Keterangan :

Rendah : Perawatan ringan dan traveling tanpa beban

Sedang : Perawatan Jalan dengan sedikit beban, pembersihan salju ringan

Tinggi : Penggalan parit, menebar batu kerikil dan pekerjaan penggarukan.

Tabel 31. Pemakaian Bahan Bakar Dump Truck Berdasarkan Peranan dan Kondisi Operasinya

Range	Low	Medium	High
Satuan	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.	Ltr. / hr.
Jenis Alat			
HD255 - 5	8,2 - 9,4	13,8 - 15,7	19,4 - 21,9
HD325 - 6	12 - 14	21 - 24	29 - 34
HD405 - 5	13 - 15	23 - 26	32 - 37
HD465 - 5	19 - 22	32 - 37	46 - 52
HD605 - 5	21 - 24	35 - 41	51 - 57
HD785 - 3	25 - 29	43 - 48	60 - 68
HD985 - 3	27 - 32	47 - 53	66 - 75
HD1200M - 1	31 - 36	52 - 60	74 - 84
HD1200 - 1	34 - 39	57 - 65	80 - 91
HD1600M - 1	42 - 49	72 - 82	101 - 114
HA250 - 3	6 - 7	10 - 20	15 - 17
HA270 - 3	6 - 7	10 - 20	15 - 17

Keterangan :

Rendah : Waktu muat yang lama, saat bermuatan jalannya turun, kondisi jalan terawat baik.

Sedang : Waktu muat normal, saat bermuatan menanjak, kondisi jalan terawat baik.

Tinggi : Waktu muat singkat, saat bermuatan menanjak tajam, kondisi jalan normal.

Tabel 32. Penggunaan Minyak Pelumas dan Gemuk Pada Alat-alat Berat (liter / jam)

Application Machine Model	Crankcase (Ltr/Hr)	Tansmission (Ltr/Hr)	Final Drive (Ltr/Hr)	Hydraulic Control (Ltr/Hr)	Grease (Kg/Hr)
BULLDOZER					
D20/21A, E, P, PL - 7	0.02	0.03	0.01	0.02	0.02
D31E, P-20	0.02	0.06	0.02	0.03	0.02
D41E, P - 6	0.08	0.10	0.02	0.04	0.02
D50/53A, P - 17	0.06	0.06	0.01	0.03	0.02
D58E, P - 1	0.06	0.06	0.01	0.03	0.02
D65E, EX, P, PX - 12	0.08	0.05	0.05	0.03	0.02
D85E - SS - 2 A	0.08	0.05	0.06	0.03	0.02
D85A, E, P - 21	0.12	0.09	0.08	0.10	0.02
D155A - 3	0.15	0.06	0.12	0.05	0.02
D155AX - 3	0.15	0.06	0.12	0.05	0.02
D155A - 2	0.25	0.14	0.11	0.10	0.02
D275A - 2	0.23	0.12	0.04	0.05	0.02
D355A - 3	0.29	0.19	0.14	0.10	0.02
D375A - 3	0.23	0.15	0.07	0.06	0.02
D475A - 2	0.27	0.21	0.09	0.09	0.02
D31S, Q - 20	0.02	0.06	0.02	0.03	0.01
D57S - 1	0.11	0.09	0.03	0.06	0.01
D75S - 1	0.11	0.12	0.04	0.06	0.02
HYDRAULIC EXCAVATOR					
PC12R - 8, PC15R - 8	0.015	-	0.001	0.007	0.01
PC20R - 8	0.015	-	0.001	0.013	0.02
PC25R - 8, PC27R - 8	0.023	-	0.001	0.015	0.02
PC30R - 8, PC35R - 8	0.03	-	0.002	0.01	0.02
PC40R - 8, PC45R - 8	0.04	-	0.002	0.01	0.02
PC60 - 7	0.03	0.002	0.005	0.02	0.03
PC100 - 6	0.07	0.003	0.005	0.02	0.05
PC120 - 6, PC130 - 6	0.07	0.003	0.005	0.02	0.05
PC150 - 5	0.047	0.007	0.005	0.067	0.06
PC200, LC - 6, PC210, LC - 6	0.10	0.006	0.005	0.04	0.07
PC220, LC - 6, PC230 - 6	0.10	0.006	0.005	0.04	0.08
PC300, LC - 6	0.12	0.013	0.01	0.100	0.10
PC350, LC - 6	0.12	0.013	0.01	0.100	0.10
PC400, LC - 6	0.14	0.022	0.012	0.14	0.12
PC450, LC - 6	0.14	0.022	0.012	0.14	0.12
PC750 - 6, PC800 - 6	0.15	0.03	0.02	0.22	0.16
PC1000 - 1	0.204	0.041	0.090	0.325	0.18
PC1600 - 1	0.304	0.074	0.085	0.750	0.20
PW100 - 3	0.048	0.008	0.016	0.025	0.05
PW150 - 1	0.024	0.009	0.020	0.095	0.06
PW170 - 5	0.074	0.012	0.021	0.068	0.07
PW210 - 1	0.106	0.010	0.018	0.075	0.08

Application Machine Model	Crankcase (Ltr/Hr)	Tansmission (Ltr/Hr)	Final Drive (Ltr/Hr)	Hydraulic Control (Ltr/Hr)	Grease (Kg/Hr)
DUMP TRUCKS					
HD255 - 5	0.11	0.08	0.02	0.04	0.02
HD325 - 5	0.15	0.11	0.02	0.07	0.02
HD405 - 6	0.15	0.11	0.02	0.07	0.02
HD465 - 5	0.26	0.12	0.03	0.12	0.02
HD605 - 5	0.26	0.12	0.03	0.12	0.02
HD785 - 3	0.27	0.17	0.06	0.22	0.03
HD985 - 3	0.27	0.17	0.06	0.22	0.03
HD1200M - 1	0.45	0.84	0.23	0.38	0.05
HD1200 - 1	0.45	-	0.22	0.38	0.05
HD1600M - 1	0.52	1.32	0.28	0.35	0.05
HA250 - 3	0.11	0.04	0.07	0.11	0.02
HA270 - 3	0.11	0.04	0.09	0.11	0.02
WHEEL LOADERS					
WA80 - 1	0.03	-	0.01	0.03	0.01
WA120 - 3	0.05	0.02	0.02	0.04	0.01
WA180 - 3	0.05	0.03	0.02	0.04	0.01
WA250 - 3	0.05	0.03	0.02	0.04	0.01
WA320 - 3	0.12	0.04	0.03	0.06	0.01
WA380 - 3	0.12	0.04	0.04	0.07	0.01
WA420 - 3	0.12	0.06	0.06	0.07	0.01
WA470 - 3	0.14	0.06	0.07	0.08	0.01
WA500 - 3	0.15	0.12	0.08	0.09	0.02
WA600 - 1	0.20	0.12	0.11	0.11	0.02
WA700 - 1	0.24	0.11	0.25	0.23	0.03
WA800 - 2	0.40	0.14	0.36	0.28	0.04
WA900 - 1	0.40	0.14	0.36	0.28	0.04
WD600 - 1	0.20	0.12	0.11	0.11	0.02
GRADERS					
GD500 Series	0.11	0.03	0.09	0.03	0.02
GD600 Series	0.11	0.04	0.09	0.03	0.02
GD700 Series	0.16	0.04	0.13	0.08	0.04
GD825A - 2	0.16	0.04	0.13	0.09	0.04

Tabel 33. Umur Kegunaan Ban Berdasarkan kondisi Kerja

MACHINE	Ringan (Hr)	Sedang (Hr)	Berat (Hr)
Off - Highway Dump Trucks	3500	2500	1500
Articulated Dump Trucks	3500	2500	1500
Motor Graders	3000	2000	1000
Wheel Loaders	3000	2000	1000
Wheel Dozers	3000	2000	1000
Hydraulic Excavators	3000	2000	1000

Keterangan :

Kondisi Ringan : Berjalan pada jalan yang dirawat baik, keausan ban secara normal

Kondisi Sedang : Berjalan pada permukaan jalan berkerikil, keausan ban normal, tetapi ada kemungkinan ban rusak akibat tertusuk batu-batuan.

Kondisi Berat : Keausan ban kebanyakan disebabkan oleh batu-batuan dan ban sering pecah karena tertusuk batu.

Tabel 34. Umur Kegunaan Item-item Khusus Berdasarkan Kondisi Kerja

ITEM	Ringan (Hr)	Sedang (Hr)	Berat (Hr)
Ripper Point	150	30	15
Shank Protector	1500	450	150
Shank	7000	3500	2000

Tabel 35. Biaya Perbaikan Rata-rata Perjam Selama Umur Kegunaan Alat-alat Berat.

Model Mesin	Umur Kegunaan Alat (USD/Jam)		
	0 - 10000	0 - 15000	0 - 20000
Bulldozer			
D31	5,49 - 6,50	6,05 - 7,15	7,14 - 8,45
D41	6,79 - 7,80	7,47 - 8,58	8,83 - 10,14
D50	8,19 - 8,49	9,01 - 9,34	10,65 - 10,04
D65	9,00 - 11,00	9,90 - 12,10	11,69 - 14,30
D85	11,60 - 15,00	12,75 - 16,49	15,07 - 19,50
D155	15,00 - 17,00	16,49 - 18,69	19,50 - 22,09
D275A	19,07 - 23,00	20,98 - 25,29	24,80 - 29,89
D355A	19,07 - 23,00	20,98 - 25,29	24,80 - 29,89
D375A	21,00 - 24,00	23,10 - 26,40	27,30 - 31,20
D475A	27,00 - 31,00	29,69 - 34,00	35,09 - 40,30
Hydraulic Excavator			
PC100-6	2,10 - 2,24	2,31 - 2,41	2,79 - ,86
PC200-6	3,00 - 3,80	3,30 - 4,18	3,40 - 4,93
Pc220-6	4,0 - 5,00	4,40 - 5,50	5,20 - 6,50
PC300-6	5,20 - 6,00	5,72 - 6,60	6,75 - 7,80
P400-6	7,50 - 9,00	8,25 - 9,90	9,75 - 11,69
PC650-6	13,00 - 15,00	14,30 - 16,50	16,90 - 19,50
PC1000-1	17,00 - 20,00	18,69 - 22,00	22,10 - 26,00
Wheel Loader			
WA180	2,60 - 3,00	2,86 - 3,30	3,38 - 3,90
WA420	5,00 - 5,80	5,50 - 6,38	6,50 - 7,54
WA500	7,40 - 8,40	8,139 - 9,24	8,13 - 10,92
WA600	8,80 - 10,00	9,67 - 11,00	11,44 - 13,00
WA700	12,24 - 14,00	13,47 - 15,4	15,92 - 18,20
WA800	14,50 - 17,00	15,95 - 18,69	18,85 - 22,09
Motor Grader			
GD500	4,10 - 4,80	4,50 - 5,27	5,33 - 6,24
GD600	4,50 - 5,20	4,95 - 5,72	5,85 - 6,75
GD700	6,00 - 7,00	6,60 - 7,70	7,80 - 9,10
GD825A	8,00 - 9,20	8,80 - 10,12	10,40 - 1,95
Dump Truck			
HD325 - 6	6,00 - 6,40	6,60 - 7,04	7,80 - 8,31
HD465 - 6	8,50 - 9,80	9,35 - 10,78	11,05 - 12,73
HD 785 - 6	10,40 - 12,00	11,44 - 13,20	13,52 -15,60
CWB520HDN	2,50 - 3,00	2,75 - 3,30	3,25 - 3,90

V.2. POPULASI DAN KESERAGAMAN ALAT-ALAT BERAT

Populasi dan keseragaman alat-alat berat dimasukan dalam faktor ekonomis sebab akan mempengaruhi biaya perbaikan dan perawatan serta biaya-biaya karena kerusakan lainnya dari alat berat.

Populasi alat berat pada suatu tempat atau daerah akan memberi pengaruh terhadap penyediaan suku cadang dan tenaga terampil dalam menangani alat berat tersebut. Populasi alat berat yang banyak menyebabkan suku cadangnya tersedia , demikianpun dengan tenaga-tenaga manusia yang terampil menangani alat tersebut akan makin banyak, akibatnya harga suku cadang dan jasa manusia yang mengerjakan juga dapat bersaing dan mudah didapatkan. kualitas pekerjaan akan lebih baik/meningkat, maka alat berat yang Break Down akan lebih cepat ditangani sehingga Down-Time dapat diperpendek dan availability alat-pun menjadi tinggi, dengan demikian alat tersebut akan semakin produktif.

Alat yang seragam dalam suatu proyek akan memudahkan dalam penyediaan suku cadang dan tenaga terampil yang menangani alat tersebut, dengan demikian biaya perbaikan dan perawatan akan menjadi lebih murah serta availability-pun menjadi lebih tinggi pula.

Keseragaman alat ini menyangkut merk, jenis, type, kelas dan attachment yang digunakan. Pemilihan yang seragam tidak lepas dari faktor teknis yang ada, sehingga bisa ditentukan apakah alat berat tersebut dapat beroperasi atau tidak.

V.3. MOBILISASI ALAT-ALAT BERAT

Merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan, khususnya untuk proyek/pekerjaan dimana sarana transportasi sangat minim.

Dari segi ekonomis dapat dipertimbangkan jenis alat yang mobilisasinya termurah sampai ke proyek, tetapi secara teknis masih efisien untuk digunakan. Dalam hal ini terdapat kecenderungan makin kecil alat, semakin murah dan mudah mobilisasinya. Untuk proyek yang lokasinya mudah dicapai oleh segala jenis kendaraan, mobilisasi alat berat tidak begitu penting dipertimbangkan dalam pemilihan alat berat. Untuk lokasi yang sulit

dicapai seperti pada suatu pulau atau pedalaman dimana sarana transportasi-nya sangat minim, maka pemilihan peralatan sesuai dengan sarana transportasi yang lebih ekonomis perlu dipertimbangkan, karena biaya mobilisasi yang cukup tinggi.

V.4. CONTOH PEMILIHAN ALAT-ALAT BERAT (QUARRY)

PT Jalan Prima akan melaksanakan proyek pembangunan jalan, untuk itu dibutuhkan material tanah merah dan pasir batu. Untuk mendapatkan material tersebut PT Jalan Prima melakukan penambangan sendiri (Quarry) dengan data-data sebagai berikut :

Jarak jalan angkut : 7,500 meter dari lokasi Quarry Tanah Merah ke proyek
: 5,000 meter dari lokasi Quarry Pasir Batu ke Proyek

Analisis Waktu Kerja

Item		Tanah Merah	Pasir Batu
a.	Jam kerja per shift :	8 Jam	8 Jam
b.	Jam istirahat per shift :	1 Jam	1 Jam
c.	Jam kerja efektif per shift :	7 Jam	7 Jam
d.	Jumlah shift per hari :	2 Shift	2 Shift
e.	Hari kerja per bulan :	25 Hari	25 Hari
f.	Jam kerja efektif per hari :	14 Jam	14 Jam
g.	Jam kerja efektif per bulan :	350 Jam	350 Jam

Target Produksi : 10,000 LCM/hari Tanah Merah
7,500 LCM/hari Pasir Batu
(di Quarry untuk overburden pada umumnya tipis)

Tanah Merah	10,000 LCM/hari	714.29 LCM/jam
Pasir Batu	7,500 LCM/hari	535.71 LCM/jam

Operasional : Tanah Merah Dozing : 40 %
Excavating/Loading : 60 %
Pasir Batu Ripping/Dozing : 60 %
Excavating/Loading : 40 %

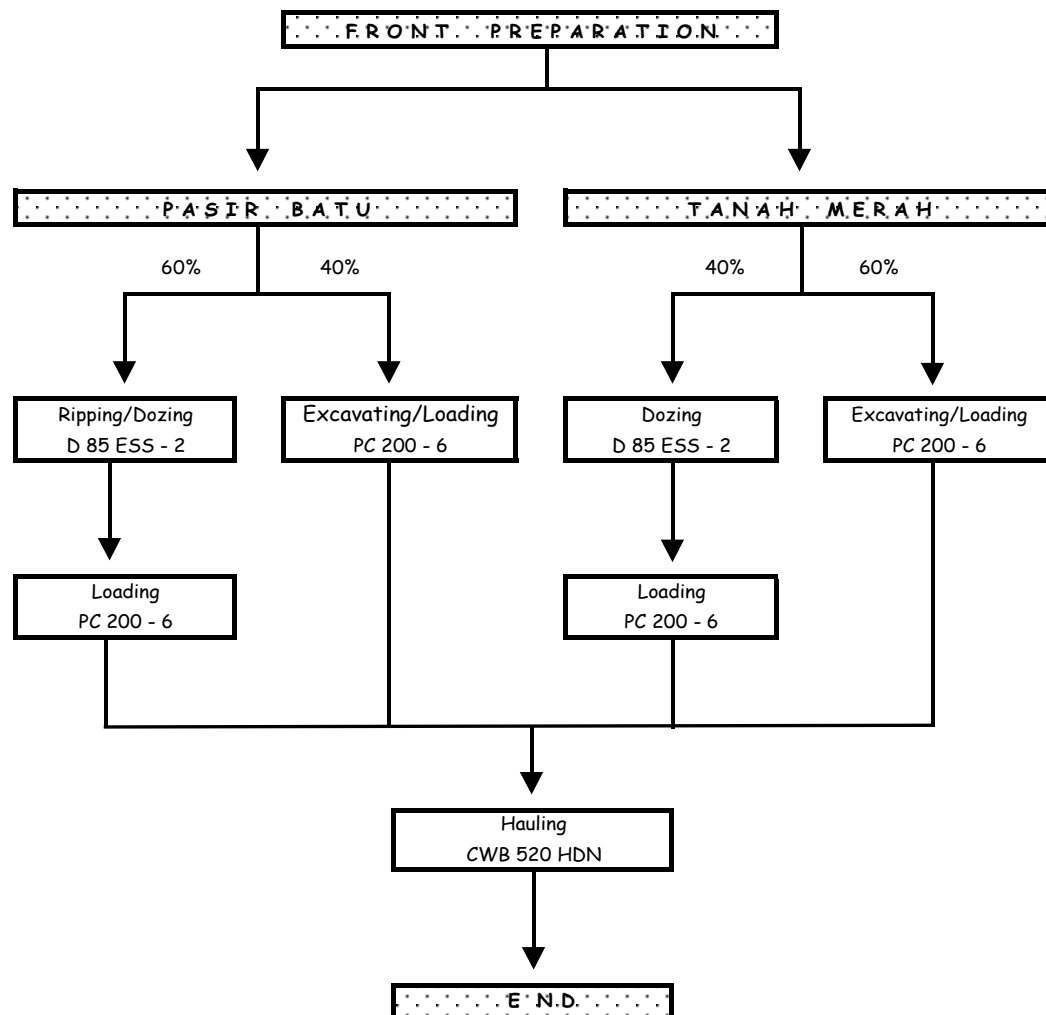
Sifat-sifat Material :

Diskripsi	Tanah Merah	Pasir Batu	Unit
Density	1.90	2.40	T/BCM
	1.55	1.40	T/LCM
Swelling Factor	1.23	1.71	

Efisiensi Faktor :

- a. Machine Availability : 0,90
- b. Time Efficiency Factor : 0,85
- c. Operator's Skill Factor : 0,80

Tahap-tahap Pekerjaan dan Pemilihan Peralatan :



Perhitungan Volume Pekerjaan (Sesuai Dengan Target Produksi) :

TAHAP PEKERJAAN	VOLUME PEKERJAAN (LCM/HARI)
TANAH MERAH	
- Dozing 40 % D 85 ESS - 2	4,000
- Loading PC 200 - 6	
- Excavating / Loading 60 % PC 200 - 6	6,000
- Hauling Nissan CWB 520 HDN	10,000
PASIR BATU	
- Ripping Dozing 60 % D 85 ESS - 2 (Ripper)	4,500
- Loading PC 200 - 6	
- Excavating / Loading 40 % PC 200 - 6	3,000
- Hauling Nissan CWB 520 HDN	7,500

Estimasi Produktivitas Alat-alat Berat

MACHINE MODEL	Machine Productivity	Satuan Produksi
D 85 ESS - 2		
- Dozing (Tanah Merah)	136,95	LCM/Jam
- Ripping/Dozing (Pasir Batu)	100,48	LCM/Jam
PC 200 - 6		
- Loading (Tanah Merah)	146,36	LCM/Jam
- Loading (Pasir Batu)	115,25	LCM/Jam
- Excavating/Loading (Tanah Merah)	120,53	LCM/Jam
- Excavating/Loading (Pasir Batu)	92,20	LCM/Jam
CWB 520 HDN		
- Hauling Tanah Merah	21,57	LCM/Jam
- Hauling Pasir Batu	29,69	LCM/Jam

Biaya Pemilikan dan Operasi Alat

MACHINE MODEL	UNIT PRICE (US\$/hr)	OWNING AND OPERATING COST		
		Owning Cost (US\$/hr)	Operating Cost (US\$/hr)	TOTAL (US\$/hr)
D 85 ESS - 2	195,000	17.29	16.59	33.88
PC 200 - 6	125,000	12.86	4.85	17.70
CWB 520 HDN	70,000	6.24	5.73	11.96

Perhitungan Produksi, Biaya Satuan Produksi dan Jumlah Unit Yang Dibutuhkan Untuk Mencapai Target Produksi Tanah Merah dan Batu Pasir.

Tahap Pekerjaan dan Tipe Alat	Target Produksi (lcm/hari)	Waktu Tersedia (jam)	Produksi Alat (lcm/jam)	O & O Cost (US\$/Jam)	Jumlah Alat (unit)	Biaya Per Ton (US\$/lcm)	Biaya Total (US\$)
TANAH MERAH							
Dozing (D85ESS-2)	4,000	14	136.95	33.88	2	0.247	989.66
Loading (PC200-6)	4,000	14	146.36	17.70	2	0.121	483.82
Excavating/Loading (PC200-6)	6,000	14	120.53	17.70	4	0.147	881.25
Hauling (CWB520HDN)	10,000	14	21.57	11.96	33	0.555	5,546.99
PASIR BATU							
Ripping/Dozing (D85ESS-2+Ripper)	4,500	12	100.48	33.88	4	0.337	1,517.32
Loading (PC200-6)	4,500	12	115.25	17.70	4	0.154	691.11
Excavating/Loading (PC200-6)	3,000	12	92.20	17.70	3	0.192	575.92
Hauling CWB520HDN	7,500	12	29.69	11.96	21	0.403	3,021.22

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonimuous, 1983, Ripping Operation Method, Komatsu Singapore PTE. LTD. , Singapore
2. Anonimuous, 1983, Suitable Mine Planning & Operation, Komatsu Singapore PTE. LTD. , Singapore
3. Anonimuous, 1983, Performance /Owning & Operating Cost Calculation, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
4. Anonimuous, 1983, Dam Construction, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
5. Anonimuous, 1983, Road Construction, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
6. Anonimuous, 1983, Aplikasi Alat-Alat Berat, Technical Consulting Department, PT United Tractors, Jakarta
7. Anonimuous, 1983, Logging Operation, Komatsu Singapore PTE. LTD.,Singapore
8. Anonimuous, 1983, Agriculture, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
9. Anonimuous, 1983, Trafficability, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
10. Anonimuous, 1983, Irrigation, Komatsu Singapore PTE. LTD., Singapore
11. Anonimuous, 1981, Dasar-Dasar Aplikasi Alat-Alat Berat, PT United Tractors. Jakarta
12. Anonimuous, 1997, Specification And Application Handbook, Edition 18, Komatsu LTD. Tokyo
13. Anonimuous, 1999, Specification And Application Handbook, Edition 20, Komatsu LTD. Tokyo
14. Buckingham, Frank, 1976, Fundamentals of Machine Operation, Deere & Company, Moline, Illinois
15. Cummins, A.B. And Given, I. A. 1973, Mining Engineering Handbook, Society Mining Engineers of The American Institut of Mining , Methallurgical, and Petroleu Engineer, Inc New York
16. Mosher, A. T., 1978, An Introduction To Agricultural Extension, Agricultural Development Council, New York

17. Peurifoy, R.L., 1970. *Contruction Planning, Equipment And Methods*, Edition 2, McGraw-Hill Kogakushata LTD., Tokyo
18. Smith, H. P. And Wilkes, L. H., 1977, *Farm Machinery and Equipment*, Tata McGraw-Hill Publishing Company LTD., New Delhi
19. Sosrodarsono, Suyono, Dan Takeda, Kensaku, 1977, *Bendungan Type Urugan*, PT Pradnya Paramita, Jakarta
20. Sudarsono, Djoko Untung, 1979, *Konstruksi Jalan Raya*, Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta Selatan
21. Sugiyanto, L. H. 1984. *Manajemen Alat-Alat Besar*. Technical Consulting Department. PT United Tractors. Jakarta.

