SERI DIKTAT KULIAH

Pemindahan Tanah Mekanis



Andi Tenrisukki Tenriajeng

GD PENERBIT GUNADARMA

Pemindahan Tanah Mekanis

Pemindahan Tanah Mekanis

Oleh : Andi Tenrisukki Tenriajeng
Desain : Restu Ibu

Diterbitkan pertama kali oleh Gunadarma
© Hak Cipta dilindungi undang-undang
Jakarta 2003

KATA PENGANTAR

Bismillaahir Rahmaanir Rahiem
Assalaamu 'Alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Seri Diktat Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis ini. Seri Diktat Kuliah ini sengaja ditulis untuk digunakan khusus untuk kalangan sendiri untuk memenuhi tuntutan iklim pembelajaran yang kondusif dan sistematis di lingkungan Jurusan Teknik Sipil Universitas Gunadarma khususnya Mata Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis/Alat Berat.

Eksistensi alat berat dalam proyek-proyek dewasa ini baik proyek konstruksi maupun proyek manufaktur sangatlah penting guna menunjang pemerintah baik dalam pembangunan infrastruktur maupun dalam ekspor hasil-hasil tambang, misalnya semen dan batubara. Keuntungan-keuntungan dengan menggunakan alat-alat berat antara lain: waktu yang sangat cepat, tenaga yang besar, dan nilai-nilai ekonomis. Namun demikian tidaklah mudah dalam menentukannya, baik ukuran kapasitas maupun jumlah alat-alat berat tersebut. Hal ini sangat tergantung pada kondisi lapangan ataupun pada target produksi dan skala proyeknya.

Seri Diktat Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis ini disusun berdasarkan kombinasi antara teoritis dan pengalaman praktis di lapangan yang berhubungan langsung dengan pekerjaan alat-berat sehingga nantinya bisa diharapkan bisa mendapatkan gambaran akan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap aplikasi dan produksi alat-alat berat. Karena dari faktor-faktor tersebut bisa mengakibatkan kerugian atau mendatangkan keuntungan dalam penggunaan alat-alat berat tersebut. Seri Diktat Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis ini terdiri atas 8 bab dimana setiap bab membahas topik yang saling berkaitan, disertai dengan contoh-contoh soal dan pembahasannya tentang manajemen dan taksiran produksi alat-alat berat, serta gambar-gambar yang mereferensikan aplikasi alat berat bersangkutan dalam earth moving. Bab I membicarakan Sifat-Sifat Fisik Material/Tanah, Bab II membahas tentang Fungsi dan Aplikasi Alat Berat dan Attachmentnya, Bab III mengulas tentang Analisa Beban dan Tenaga, Bab IV menyajikan Land Clearing dan Produksinya, Bab V berisi tentang Earth Moving dan Produksinya, Bab VI mengulas tentang Biaya Pemilikan dan Operasi, Bab VII menyajikan Contoh-Contoh Soal disertai Penyelesaiannya, serta Bab VIII menampilkan Gambar-Gambar yang mereferensikan aplikasi penggunaan alat berat dalam Earth Moving.

Tiada gading yang tak retak, "statement" ini juga berlaku di sini. Oleh karena itu kritik yang konstrukstif, inovatif, dan pragmatis sangat diharapkan untuk perbaikan

selanjutnya. Juga selaksa terima kasih ditujukan kepada pihak Universitas Gunadarma yang telah bersedia menerbitkan Seri Diktat Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis ini untuk digunakan di lingkungan sendiri. Demikian juga buat ketiga "jundi-ku" 'Urwatul Wutsqa, Muhammad Fikri Shidqullah, dan 'Afifah Shidqiyah Khairunnisa yang telah menciptakan suasana tersendiri dengan gangguan-gangguan kecilnya selama proses penyusunan Seri Diktat Kuliah ini.
Semoga bermanfaat !!!

Wassalaamu 'Alaikum Wr. Wb.

Depok, Oktober 2002

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL xii

BAB I SIFAT FISIK MATERIAL 1
1.1. Pendahuluan 1
1.1.1. Pengembangan Material 1
1.1.2. Berat Material 7
1.1.3. Bentuk Material 8
1.1.4. Kohesivitas (Daya Ikat) Material 8
1.1.5. Kekerasan Material 8
1.1.6. Daya Dukung Tanah 9

BAB II FUNGSI DAN APLIKASI ALAT BERAT DAN ATTACHMENTNYA 11
2.1. Kegunaan Alat-Alat Berat 11
2.1.1. Bulldozer 11
2.1.2. Dozer Shovel 17
2.1.3. Wheel Loader 18
2.1.4. Excavator 21
2.1.5. Scraper 22
2.1.6. Motor Grader 29
2.1.7. Compactor 31
2.1.7.1. Smooth Steel Roller 33
2.1.7.2. Vibration Roller 34
2.1.7.3. Mesh Grid Roller 36
2.1.7.4. Segment Roller 37
2.1.7.5. Pneumatic Tired Roller 37
2.1.7.6. Sheep Foot Type Roller 38
2.1.8. Dump Truck 39
2.1.9. Crane 42
2.1.10. Ditcher 42
2.2. Fungsi dan Kegunaan Attachment 42
2.2.1. Angle Blade 42
2.2.2. Straight Blade 43
2.2.3. Shear Blade 43
2.2.4. Rake Blade 43
2.2.5. Towing Winch 43

2.2.6. Log Clamp / Fork Clamp 43
2.2.7. Ripper 44
2.2.8. Fair Lead 44
2.2.9. Tree Pusher 44
2.2.10. Disc Plow / Disc Harrow 44

BAB III ANALISA BEBAN DAN TENAGA 45
3.1. Beban / Tahanan 45
3.1.1. Beban Dorong 45
3.1.2. Beban Potong 45
3.1.3. Beban Tarik 46
3.1.4. Tahanan Gelinding 46
3.1.5. Tahanan Kelandaian 48
3.1.6. Beban Total 50
3.2. Tenaga Yang Tersedia 51
3.3. Faktor Pembatas Tenaga 53
3.3.1. Traksi Kritis 54
3.3.2. Ketinggian Daerah Kerja (Altitude) 56

BAB IV LAND CLEARING DAN PRODUKSI 58
4.1. Pekerjaan Land Clearing 58
4.1.1. Proses Pengerjaan Land Clearing 59
4.1.2. Metode Kerja Land Clearing 59
4.1.2.1. Metode Penebasan dan Penumbangan 60
4.1.2.2. Metode Penumpukan (Pilling) 62
4.1.2.3. Metode Pembakaran 63
4.1.2.4. Metode Harrowing 63
4.2. Jenis Alat yang Digunakan 64
4.2.1. Bulldozer yang Dipasang pada Traktor 64
4.2.2. Bilah Khusus yang Dipasang pada Traktor 65
4.2.3. Garu yang Dipasang pada Traktor 67
4.2.4. Rantai dan Kabel Baja yang Ditarik Traktor 68
4.3. Taksiran Faktor Koreksi Produksi 69
4.4. Taksiran Produktivitas Alat untuk Pekerjaan Land Clearing 72

BAB V EARTH MOVING DAN PRODUKSI 79
5.1. Proses Kerja Pemindahan Tanah 79
5.1.1. Pengupasan Top Soil (Stripping) 79
5.1.2. Penggalian (Excavating) 80
5.1.3. Pengangkutan (Hauling) 80
5.1.4. Dumping 80

5.2. Taksiran Produktivitas Alat Untuk Pekerjaan Pemindahan Tanah 83
5.2.1. Taksiran Produktivitas Bulldozer 83
5.2.2. Taksiran Produktivitas Shovel / Wheel Loader 89
5.2.2.1. Taksiran Produksi Loading 90
5.2.2.2. Taksiran Produksi Load and Carry 94
5.2.3. Taksiran Produksi Dump Truck 94
5.2.4. Taksiran Produksi Excavator 98

BAB VI BIAYA PEMILIKAN DAN OPERASI 103
6.1. Manajemen Peralatan Konstruksi 103
6.2. Biaya Pemilikan dan Operasi 106
6.2.1. Biaya Pemilikan 107
6.2.2. Biaya Operasi 108
6.3. Estimasi Biaya Pemilikan & Operasi Alat per Jam 110

BAB VII SOAL & PENYELESAIAN 119

BAB VIII GAMBAR-GAMBAR REFERENSI 148

DAFTAR PUSTAKA 174

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Titel	Halaman
Gambar 1-1	Keadaan Material dalam Earth Moving	2
Gambar 1-2	Menentukan Nilai Kekerasan Tanah dengan Seismic Test Meter	9
Gambar 1-3	Ground Pressure Versus Daya Dukung Tanah	10
Gambar 2-1	Angle Dozer	12
Gambar 2-2	Straight Dozer	13
Gambar 2-3	Universal Blade	14
Gambar 2-4	Straight Balde	14
Gambar 2-5	Angling Blade	15
Gambar 2-6	Cushion Blade	15
Gambar 2-7	Bowldozer Blade	16
Gambar 2-8	Universal Blade	16
Gambar 2-9a	Benturan antara Trackshoe dengan Bebatuan	16
Gambar 2-9b	Trackshoe berjalan pada tempat yang miring	17
Gambar 2-9c	Trackshoe slip dengan tempat berpijak	17
Gambar 2-9d	Trackshoe terlalu kendor	17
Gambar 2-9e	Trackshoe terlalu tegang	17
Gambar 2-10	Konstruksi Wheel Loader	18
Gambar 2-11	Konstruksi Wheel Loader	19
Gambar 2-12	Proses Kerja Loader	20
Gambar 2-13	Scraper Bermesin Ganda	22
Gambar 2-14	Cutting Blade pada Bagian Bawah Depan dari Bowl	23
Gambar 2-15	Cara Pemuatan Scraper	24
Gambar 2-16	Elevating Scraper	25
Gambar 2-17	Kemungkinan Posisi Blade Motor Grader	30
Gambar 2-18	Konfigurasi Motor Grader	31
Gambar 2-19	Konfigurasi Motor Grader	31
Gambar 2-20	Illustrasi Compactor dalam Pekerjaan Jalan Raya	33
Gambar 2-21	Three Wheel Rollers	33
Gambar 2-22	Penggilas Tandem dengan Getaran, Berporos Dua	34
Gambar 2-23	Vibratory Roller	35
Gambar 2-24	Bagian-Bagian Penting Vibration Roller	36
Gambar 2-25	Mesh Grid Roller	36
Gambar 2-26	Segment Roller	37
Gambar 2-27	Pneumatic Tired Roller	38
Gambar 2-28	Pneumatic Tired Roller	38
Gambar 2-29	Sheep Foot Roller (Wheel)	39

Gambar 2-30	Sheep Foot Roller Bermesin	39
Gambar 2-31	Dump Truck	41
Gambar 2-32	Ripper Bercakar Tiga yang Dipasang pada Traktor Hidrolis	44
Gambar 3-1	Ikhtisar Penentuan Tahanan Gelinding	46
Gambar 3-2	Draw Bar Pull vs Travel Speed (D65E-6)	52
Gambar 3-3	Rim Pull vs Travel Speed (KOMATSU S6D 105 ENGINE)	53
Gambar 3-4	Ikhtisar Penentuan Traksi Kritis	54
Gambar 3-5	Ikhtisar Penentuan Berat Kendaraan pada Roda Penggeraknya	55
Gambar 4-1	Cara Pengerjaan Land Clearing vs Peralatan	58
Gambar 4-2	Metode Perimeter	60
Gambar 4-3	Metode Out Crop	61
Gambar 4-4	Metode Contour	61
Gambar 4-5	Metode Zig-Zag	62
Gambar 4-6	Metode Penumpukan yang Disarankan	62
Gambar 4-7	Metode Pembakaran yang Disarankan	63
Gambar 4-8	Metode Harrowing - Lompat Kijang	64
Gambar 4-9	Bilah V yang Dipasang pada Traktor untuk Membersihkan Lahan	65
Gambar 4-10	Bilah V yang Dipasang pada Traktor untuk Membelah Pohon	66
Gambar 4-11	Bilah Pembersih yang Dipasang pada Traktor	66
Gambar 4-12	Garu Pembersih Tanah yang Dipasang pada Traktor	67
Gambar 4-13	Garu Jepit yang Dipasang pada Traktor	68
Gambar 4-14	Rantai Ditarik Traktor Digunakan untuk Membersihkan Lahan	68
Gambar 5-1	Ikhtisar Sistem Kerja Pemindahan Tanah	81
Gambar 5-2	Perhitungan Volume Blade secara Empiris	84
Gambar 5-3	Multi Shank Ripper	86
Gambar 5-4	Giant Ripper	88
Gambar 5-5	Load and Carry Method	89
Gambar 5-6	Cross Loading Method	90
Gambar 5-7	V - Shape Loading Method	91
Gambar 5-8	Step Loading / Pass Loading Method	92
Gambar 5-9	Dasar Operasi Dump Truck	94
Gambar 5-10	Dasar Operasi Dump Truck	95
Gambar 6-1	Biaya Pemilikan dan Operasi Alat Besar	107
Grafik 7-1	Perkiraan Produksi Dozing Universal Blade dan Straight Blade untuk Bulldozer Tipe D7, D8, D9, dan D10	120
Gambar 8-1	Traktor Roda Rantai Mendorong Scraper Swa-Muat	149
Gambar 8-2	Scraper Sedang Ditarik Oleh Traktor Roda Dua	149
Gambar 8-3	Bulldozer yang Dikendalikan secara Hidrolis	150
Gambar 8-4	Bulldozer Roda Rantai	150
Gambar 8-5	Bulldozer Roda Ban	151
Gambar 8-6	Mengoperasikan Dua Bulldozer Secara Berdampingan	151
Gambar 8-7	Tractor Roda Kelabang dan Scraper Swa-Muat	152

Gambar 8-8	Scraper Penaik Tanah Jenis Roda Ban yang Ditarik Traktor	152
Gambar 8-9	Scraper Jenis Roda Ban yang ditarikTraktor Mesin Tunggal	153
Gambar 8-10	Traktor dan Scraper Mesin Ganda	153
Gambar 8-11	Scraper dengan Dua Bak	153
Gambar 8-12	Scraper Penaik Tanah Jenis Roda Ban yang Ditarik Traktor	154
Gambar 8-13	Sheep Foot Roller yang Ditarik Traktor	154
Gambar 8-14	Penggilas Tumbuk dan Pendorong yang Berjalan Sendiri	155
Gambar 8-15	Penggilas Roda Kisi yang Dibebani Pemberat Ditarik Traktor	155
Gambar 8-16	Sheep Foot Roller Bergetar jenis yang Ditarik	156
Gambar 8-17	Penggilas Silinder Baja Bergetar	156
Gambar 8-18	Loader Jenis Roda Rantai	157
Gambar 8-19	Loader yang Dipasang pada Traktor Roda Ban	157
Gambar 8-20	Loader yang Dipasang pada Traktor Roda Ban dengan Sambungan Sendi	158
Gambar 8-21	Shovel Mekanis Roda Rantai yang Dioperasikan dengan Kabel	158
Gambar 8-22	Diagram Ruang Bebas bagi Shovel Mekanis yang Dioperasikan dengan Kabel	159
Gambar 8-23	Shovel Depan yang Digerakkan Secra Hidrolis sedang memuat Material ke Dalam Truck	159
Gambar 8-24	Mesin Gali-Seret Roda Rantai	160
Gambar 8-25	Mesin Gali-Seret Swa-Mesin (Berjalan Sendiri) Roda Ban	160
Gambar 8-26	Mesin Gali-Seret-Truck	161
Gambar 8-27	Diagram Batas-Batas Mesin Gali-Seret	161
Gambar 8-28	Ember mesin Gali-Seret Berukuran Sedang	162
Gambar 8-29	Ember mesin Gali-Seret sedang Menumpahkan Muatannya	162
Gambar 8-30	Back Hoe Roda Rantai yang Digerakkan Secara Hidrolis	163
Gambar 8-31	Back Hoe Roda Ban yang Digerakkan Secara Hidrolis	163
Gambar 8-32	Back Hoe Roda Ban yang Digerakkan Secara Hidrolis sedang Memuati Truck	164
Gambar 8-33	Dump Truck Kapasitas Rata 100 yd cubic	164
Gambar 8-34	Dump Truck yang Digerakkan Secara Hidrolis	165
Gambar 8-35	Kereta Curah Bawah, Muatan 150 ton, Motor Diesel 940 HP	165
Gambar 8-36	Kereta Curah Bawah sedang Dimuati oleh Sebuah Mesin Gali-Seret	166
Gambar 8-37	Kereta Curah Bawah sedang Menuju ke Tempat Pembuangan	166
Gambar 8-38	Hydraulic Crane Roda Ban dengan Boom Telescopic	167
Gambar 8-39	Ember Clameshell dengan Jangkauan Luas dan Kapasitas Besar	167
Gambar 8-40	Mengisi Pabrik Sistem Batch dengan Clamshell	168
Gambar 8-41	Gradall sedang membentuk Lereng Sisi Saluran	168
Gambar 8-42	Gradall sedang membersihkan saluran Drainase	169
Gambar 8-43	Back Hoe Digunakan untuk Menggali Parit	169
Gambar 8-44	Mesin Gali Jenis Roda	170
Gambar 8-45	Mesin Gali Parit Jenis Roda sedang Membuang Tanah Galian ke Dalam Tempat	170
Gambar 8-46	Mesin Gali Jenis Roda sedang Menumpahkan Tanah ke Dalam Truck	171
Gambar 8-47	Mesin Gali Jenis Tangga	171

Gambar 8-48	Roda Pemotong yang Terpasang pada Penggerak Roda Rantai	172
Gambar 8-49	Alat Gali Roda sedang Memuati Bottom-Dump-wagon	172
Gambar 8-50	Bulldozer sedang Mengisi Alat Muat Jebakan	173
Gambar 8-51	Garu Cakram yang Dipakai Untuk Mencampur Tanah	173
Gambar 8-52	Mesin Pelumat-Pemantap Tanah yang Berjalan Sendiri	174

DAFTAR TABEL

Tabel	Titel	Halaman
Tabel 1.1	Swelling Factor	3
Tabel 1.2	Faktor Konversi Volume Tanah/Material	4
Tabel 1.3	Load Factor, Prosentase Swell dan Berat dari Berbagai Bahan	6
Tabel 1.4	Daya Dukung Tanah untuk Alat Berat KOMATSU	10
Tabel 2.1	Variasi Penggunaan Scraper untuk Berbagai Jenis Jarak Angkut dan Kondisi Rute	26
Tabel 2.2	Karakteristik Off High Way Dump Truck	40
Tabel 3.1	Koefisien Tahanan Gelinding (Crr)	47
Tabel 3.2	Konversi Derajat / % Kelandaian	49
Tabel 3.3	Koefisien Traksi Berdasarkan Tipe & Keadaan Tanah dan Jenis Roda	55
Tabel 4.1	Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja	69
Tabel 4.2	Nilai Efisiensi Kerja Alat	70
Tabel 4.3	Nilai Efisiensi Operator	70
Tabel 4.4	Blade Factor untuk Bulldozer	71
Tabel 4.5	Bucket Factor untuk Wheel Loader dan Dozer Shovel	71
Tabel 4.6	Pay Load factor untuk Motor Scraper dan Towed Scraper	72
Tabel 4.7	Berat Material	72
Tabel 4.8	Klasifikasi Hutan Berdasarkan Diameter Pohon dan Jumlah Pohon Setiap Hektar & Faktor Efisiensi Kerja per Hektar Tumbang Underbrushing / Pilling	77
Tabel 4.9	Klasifikasi Hutan	78
Tabel 5.1	Alat-Alat Berat yang Umum Digunakan pada Pekerjaan Pemindahan Tanah	82
Tabel 5.2	Waktu Tetap (Z) untuk Produk KOMATSU	84
Tabel 5.3	Waktu Tetap (Z) Berdasarkan Metode Pemuatan dan Jenis Transmisi	93
Tabel 5.4	Waktu Dumping dan Persiapan Loading Berdasarkan Kondisi Operasi	97
Tabel 5.5	Efisiensi Kerja Berdasarkan Kondisi Operasional Alat	99
Tabel 5.6	Bucket Factor Back Hoe dan Loading Shovel	100
Tabel 5.7	Konversi Faktor Kedalaman dan Kondisi Penggalian	100
Tabel 5.8	Standard Cycle Time untuk Loading Shovel	101
Tabel 5.9	Standard Cycle Time untuk Back Hoe	101
Tabel 6.1	Bulldozer Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption	113
Tabel 6.2	Dozer Shovel Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption	114
Tabel 6.3	Pipe Layers Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption	114
Tabel 6.4	Hydraulic Excavator Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption	115
Tabel 6.5	Bulldozer, Dozer Shovel Lubricants Consumption - Hourly Consumption Lubricants	116
Tabel 6.6	Hydraulic Excavator Lubricants Consumption - Hourly Consumption Lubricants	117

Tabel 6.7	Dump Truck, Wheel Loader Lubricants Consumption - Hourly Consumption Lubricants	118
Tabel 6.8	Approximate Tire Life	118
Tabel 6.9	Approximate Usable Hours of Special Items	119
Tabel 7.1	Kecepatan Dorong dan Draw Bar Pull Bulldozer	122
Tabel 7.2	Kecepatan dan Draw Bar Pull Crawler Tractor, Berat 12 ton	126
Tabel 7.3	Daftar Rim Pull	128
Tabel 7.4	Perhitungan Produksi Clearing	132
Tabel 7.5	Tekanan Barometer Rata-Rata untuk Pelbagai Ketinggian DPL	133
Tabel 7.6	Data dan Prestasi Alat (Dump Truck)	139
Tabel 7.7	Data Spesifikasi dan Prestasi Traktor	143
Tabel 7.8	Data dan Prestasi Alat (Power Shovel)	146
Tabel 7.9	Tarikan Tepi-Roda yang Tersedia	147

1 SIFAT FISIK MATERIAL

1.1. PENDAHULUAN

Material yang berada di permukaan bumi ini sangat beraneka ragam, baik jenis, bentuk dan lain sebagainya. Oleh karenanya alat yang dapat dipergunakan untuk memindahkannya pun beraneka ragam juga. Yang dimaksud dengan material dalam bidang pemindahan tanah (earth moving), meliputi tanah, batuan, vegetasi (pohon, semak belukar, dan alang-alang) dimana kesemuanya mempunyai karakteristik dan sifat fisik masing-masing yang berpengaruh besar terhadap alat berat terutama dalam hal :

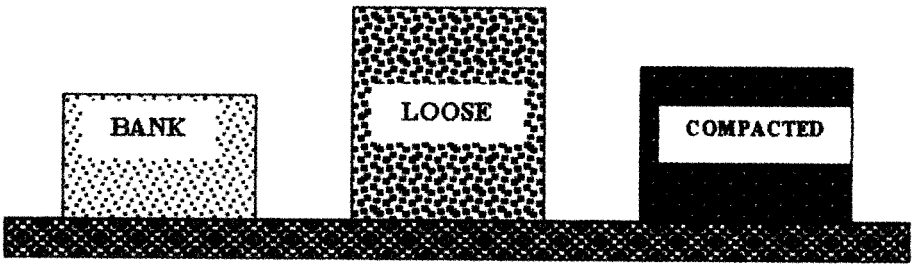
a. Menentukan jenis alat yang akan digunakan dan taksiran produksi atau kapasitas produksinya.
b. Perhitungan volume pekerjaan.
c. Kemampuan kerja alat pada kondisi material yang ada.

Dengan demikian, mutlak diperlukan kesesuaian alat dengan kondisi material. Jika tidak, akan menimbulkan kesulitan berupa tidak efisiennya alat yang otomatis akan menimbulkan kerugian karena banyaknya "loss time". Beberapa sifat fisik material yang penting untuk diperhatikan dalam pekerjaan tanah adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan Material
2. Berat Material
3. Bentuk Material
4. Kekerasan Material
5. Daya Dukung Tanah.

1.1.1. Pengembangan Material

Yang dimaksud dengan pengembangan material adalah perubahan berupa penambahan atau pengurangan volume material (tanah) yang diganggu dari bentuk aslinya. Dari faktor tersebut bentuk material dibagi dalam 3 (tiga) keadaan seperti ditunjukkan pada Gambar 1-1.



Gambar 1-1. Keadaan Material dalam Earth Moving

*** Keadaan Asli *(Bank Condition)***

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi disebut keadaan asli (bank). Dalam keadaan seperti ini butiran-butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam ukuran alam atau bank measure = Bank Cubic Meter (BCM) yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.

*** Keadaan Gembur *(Loose Condition)***

Yaitu keadaan material (tanah) setelah diadakan pengerjaan (disturb), tanah demikian misalnya terdapat di depan dozer blade, di atas truck, di dalam bucket dan sebagainya. Material yang tergali dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume (mengembang). Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran tanah. Dengan demikian volumenya menjadi lebih besar. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam loose measure = Loose Cubic Meter (LCM) yang besarnya sama dengan BCM + % swell x BCM dimana faktor "swell" ini tergantung dari jenis tanah. Dengan demikian dapat dimengerti bahwa LCM mempunyai nilai yang lebih besar dari BCM.

*** Keadaan Padat *(Compact)***

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali dengan disertai usaha pemadatan. Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan). Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara di antara partikel-partikel tanah tersebut. Dengan demikian volumenya berkurang, sedangkan beratnya tetap. Volume tanah setelah diadakan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan bank, hal ini tergantung dari usaha pamadatan yang dilakukan. Ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam compact measure = Compact Cubic Meter (CCM). Sebagai gambaran berikut ini disajikan Tabel mengenai faktor kembang tanah:

Tabel 1.1. Swelling Factor

Jenis Tanah	Swell (% BM)
Pasir	5 - 10
Tanah Permukaan (top soil)	10 - 25
Tanah Biasa	20 - 45
Lempung (clay)	30 - 60
Batu	50 - 60

Perlu diketahui bahwa angka-angka yang tertera pada Tabel 1.1. di atas tidak pasti, tergantung dari berbagai faktor yang dijumpai secara nyata di lapangan. Selain itu perlu diketahui faktor tanah yang dapat berpengaruh terhadap produktivitas alat berat, yaitu: berat material, bentuk material, kekerasan, dan daya ikat (cohesivity). Sebagai contoh untuk tabel di atas adalah sebagai berikut:

Tanah biasa pada keadaan asli (Bank) : 1 m^3
Swell 20% - 45% : 0,2 - 0,45 m^3
Volume dalam keadaan lepas : 1,2 - 1,45 m^3.

Dalam perhitungan produksi, material yang didorong atau digusur dengan blade, yang dimuat dengan bucket atau vessel, kemudian dihampar adalah dalam kondisi gembur. Untuk menghitung 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 suatu faktor yang disebut "faktor konversi" yang dapat dibaca dengan mudah pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Faktor Konversi Volume Tanah/ Material

Jenis Material	Kondisi Awal	Perubahan Kondisi Berikutnya		
		Kondisi Asli	Kondisi Gembur	Kondisi Padat
Sand Tanah Berpasir	(A)	1.00	1.11	0.99
	(B)	0.90	1.00	0.80
	(C)	1.05	1.17	1.00
Sand Clay / Tanah Biasa	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.80	1.00	0.72
	(C)	1.11	1.39	1.00
Clay / Tanah Liat	(A)	1.00	1.25	0.90
	(B)	0.70	1.00	0.63
	(C)	1.11	1.59	1.00
Gravelly Soil / Tanah Berkerikil	(A)	1.00	1.18	1.08
	(B)	0.85	1.00	0.91
	(C)	0.93	1.09	1.00
Grovels / Kerikil	(A)	1.00	1.13	1.29
	(B)	0.88	1.00	0.91
	(C)	0.97	1.10	1.00
Kerikil Besar dan Padat	(A)	1.00	1.42	1.03
	(B)	0.70	1.00	0.91
	(C)	0.77	1.10	1.00
Pecahan Batu Kapur, Batu Pasir, Cadas Lunak, Sirtu	(A)	1.00	1.65	1.22
	(B)	0.61	1.00	0.74
	(C)	0.82	1.35	1.00
Pecahan Granit, Basalt, Cadas Keras, dan lainnya	(A)	1.00	1.70	1.31
	(B)	0.59	1.00	0.77
	(C)	0.76	1.30	1.00
Pecahan Cadas, Broken Rock	(A)	1.00	1.75	1.40
	(B)	0.57	1.00	0.80
	(C)	0.71	1.24	1.00
Ledakan Batu Cadas, Kapur Keras	(A)	1.00	1.80	1.30
	(B)	0.56	1.00	0.72
	(C)	0.77	1.38	1.00

Keterangan : (A) : Asli
(B) : Gembur (loose)
(C) : Padat (compact)

Disamping itu dikenal pula cara perhitungan volume dari berbagai keadaan tanah sebagai berikut:

* ***Pengembangan (swelling),*** dapat dihitung dengan rumus

$$Sw = \left(\frac{B - L}{L}\right) x\ 100\%$$

* ***Penyusutan (shrinkage),*** dapat dihitung dengan rumus

$$Sh = \left(\frac{C - B}{C}\right) \times 100\%$$

dimana:

Sw : Swell = % pengembangan
Sh : Shrinkage = % penyusutan
B : Berat jenis tanah keadaan asli
L : Berat jenis tanah keadaan lepas
C : Berat jenis tanah keadaan padat

Cara lain adalah dengan menggunakan Load Factor (LF) yaitu prosentase pengurangan density material dalam keadaan asli menjadi keadaan lepas. Load factor ditentukan sebagai berikut:

$$LF = \frac{Berat\ Jenis\ Tanah\ Gembur}{Berat\ Jenis\ Tanah\ Asli}$$

$$= \frac{Volume\ Tanah\ Asli}{Volume\ Tanah\ Lepas}$$

Volume Tanah asli = LF x Volume Tanah Lepas, dengan demikian:

$$Sw = \left(\frac{B}{L} - 1\right) \times 100\%$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{L}{B}\right)} - 1 \times 100\%$$

$$= \frac{1}{LF} - 1 \times 100\%.$$

Daftar Load Factor, prosentase swell dan berat dari berbagai jenis material dapat dilihat pada Tabel 1-3.

Tabel 1-3. Daftar Load Factor, Prosentase Swell dan Berat dari Berbagai Bahan

Material	Lb/BCY	% Swell	Lb/LCY	LF (%)
Bauksit	3200	33	2400	75
Caliche	3800	82	2100	55
Cinders	1450	52	950	66
Karnotit, Bijih Uranium	3700	35	2750	74
Lempung, tanah liat asli	3400	22	2800	82
Lempung, kering untuk digali	3100	23	2500	81
Lempung, basah untuk digali	3500	25	2800	80
Lempung & Kerikil : kering	2800	41	2000	71
Lempung & Kerikil : basah	3100	11	2800	80
Batu Bara: antrasit muda	2700	35	2000	74
Tercuci	2500	35	1850	74
Bitumen muda	2150	35	1600	74
Tercuci	1900	35	1400	74
Batuan lapukan				
75% batu 25% tanah biasa	4700	43	3300	70
50% batu 50% tanah biasa	3850	33	2900	75
25% batu 75% tanah biasa	3300	25	2650	80
Tanah-Kering padat	3200	25	2550	80
Basah	3400	27	2700	79
Lanau (loam)	2600	23	2100	81
Batu granit-Pecah	4600	64	2800	61
Kerikil, siap pakai	3650	12	3250	89
Kering	2850	12	2550	89
Kering 1/4" - 2" (6 - 51 mm)	3200	12	2850	89
Basah 1/4" - 2 " (6 - 51 mm)	3800	12	3400	89
Pasir & Tanah liat-Lepas	3400	27	2700	79
Padat	-	-	4050	-
Gips dengan pecahan agak besar	5350	75	3050	57
Pecahan lebih kecil	4700	75	2700	57
Hematit, bijih besi	4900	18	4150	85
Batu kapur-pecah	4400	69	2600	59
Magnetit, bijih besi	5500	18	4700	85
Pyrit, bijih besi	5100	18	4350	85
Pasir batu	4250	67	2550	60
Pasir-Kering lepas	2700	12	2400	89
Sedikit basah	3200	12	2850	89
Basah	3500	12	2900	89
Pasir & Kerikil-Kering	3250	12	2900	89
Basah	3750	10	3400	91
Slag-Pecah	4950	67	2950	60
Batu-Pecah	4950	67	2700	60
Takonit	7100-9450	75-72	4100-5400	57-58
Tanah Permukaan (Top Soil)	2300	43	1600	70
Traprock - Pecah	4400	49	2950	67

Contoh Soal:

1. Bila 300 BCM (Bank Cubic Meter) tanah biasa asli digemburkan, maka berapakah volumenya sekarang ?

Jawab:

Dari Tabel faktor konversi, diperoleh data bahwa tanah biasa, faktor konversi dari asli ke gembur adalah 1,25, maka:

Volume gembur = Volume asli x faktor
= 300 x 1,25
= 375 LCM (Loose Cubic Meter).

2. Terdapat 400 LCM tanah biasa asli yang sudah digemburkan. Jika kemudian tanah ini dipadatkan dengan compactor, maka berapakah volumenya sekarang ?

Jawab:

Kembali lihat Tabel. Kemudian akan diperoleh faktor konversi tanah biasa dari gembur ke padat sebesar 0,72, maka:

Volume padat = Volume gembur x faktor
= 400 x 0,72
= 288 CCM (Compacted Cubic Meter).

ASSIGMENT # 01

* Untuk keperluan penaksiran biaya yang dibutuhkan, seorang petugas bagian perencanaan meminta bantuan saudara untuk bersama-sama melakukan perhitungan. Data-datanya adalah sebagai berikut:

Nama Proyek : PENGURUGAN DAN PENGGALIAN TANAH BIASA UNTUK PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS GUNADARMA JALAN AKSES UI KELAPA DUA CIMANGGIS, DEPOK.

Volume : Tanah galian 60.000 BCM
Tanah timbunan 800.000 CCM

Keterangan : 40% galian dapat digunakan untuk timbunan. Sisanya harus beli tanah dari Bekasi. Harga tanah sampai di Proyek sebesar Rp. 250.000,- per truck yang isinya 5 m3.

Tugas Saudara : Menghitung berpakah biaya yang diperlukan untuk pembelian tanah di Proyek Gunadarma tersebut.

1.1.2. Berat Material

Berat adalah sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kemampuan suatu alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, mengangkut dan lain-lain, akan dipengaruhi oleh berat material tersebut. Berat material ini akan berpengaruh terhadap volume yang diangkut atau didorong, dalam hubungannya

dengan Draw Bar Pull (DBP) atau Tenaga Tarik yang tersedia pada alat bersangkutan. Pada saat sebuah dump truck mengangkut tanah dengan berat 1,5 t/m^3, alat dapat bekerja dengan baik. Tetapi pada saat mengangkat tanah seberat 1,8 t/m^3, ternyata alat pengangkut mengalami beban berat sehingga unit terlihat berat menggelindingkan rodanya. Berat material ini dihitung dalam satuan berat (kg, ton, lb), dimana biasanya dihitung dalam keadaan asli atau dalam keadaan lepas.

1.1.3. Bentuk Material

Faktor ini harus difahami karena akan berpengaruh terhadap banyak sedikitnya material tersebut dapat menempati suatu ruangan tertentu. Mengingat material yang kondisi butirannya 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. Ukuran butir ini akan berpengaruh terhadap pengisian bucket, misalnya pada pengisian munjung (heaped) dan rongga-rongga tanah yang terbentuk dalam bucket. Berapa material yang mampu ditampung oleh suatu ruangan dapat dihitung dengan cara mengoreksi ruangan tersebut dengan suatu faktor yang disebut "faktor muat" yaitu dengan "bucket factor" atau "pay load factor".

1.1.4. Kohesivitas (Daya Ikat) Material

Yang dimaksud dengan kohesivitas material adalah daya lekat atau kemampuan saling mengikat di antara butir-butir material itu sendiri, sifat ini jelas berpengaruh terhadap alat, misalnya pengaruhnya terhadap spillage factor (faktor pengisian). Material dengan kohesivitas tinggi akan mudah menggunung, dengan demikian apabila material ini berada pada suatu tempat, akan munjung. Volume material yang menempati ruangan ini ada kemungkinan bisa melebihi volume ruangannya, misalnya tanah liat. Sedangkan material dengan kohesivitas yang kurang baik, misalnya pasir, apabila menempati suatu ruangan akan sukar menggunung, melainkan permukaannya cenderung rata.

1.1.5. Kekerasan Material

Material yang keras akan lebih sukar dikoyak, digali atau dikupas oleh alat berat. Hal ini akan menurunkan produktivitas alat. Material yang umumnya tergolong keras adalah bebatuan. Batuan dalam pengertian earth moving terbagi dalam 3 (tiga) batuan dasar, yaitu:

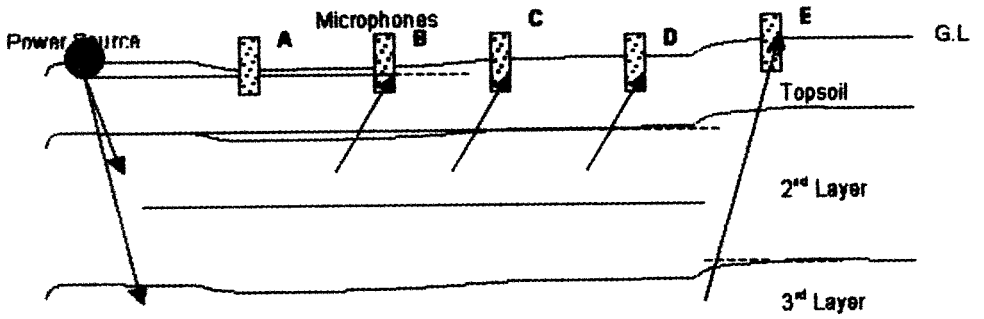
a. Batuan beku : sifat keras, padat, pejal dan kokoh.
b. Batuan sedimen : merupakan perlapisan dari yang lunak sampai yang keras.

c. Batuan metamorf : umumnya pelapisan dari yang keras, padat dan tidak teratur.

Pengukuran kekerasan tanah bisa dilakukan dengan cara shear meter, ripper meter, seismic (suara atau getaran), dan soil investigation drill (pengeboran). Untuk penentuan nilai kekerasan tanah yang diukur dengan menggunakan seismic test meter, besarnya nilai kekerasan ditunjukkan dalam satuan m/det (Satuan Seismic Wave Velocity Batuan). Secara sederhana gambaran seismic test meter dilakukan seperti Gambar 1-2. Hasilnya bisa diketahui kekerasan dan kedalaman masing-masing lapisan keras sampai yang lunak.

*** Cara Pengetesan**

Dengan menempatkan sedikit tertanam alat geophone A B C D E dengan jarak tertentu kemudian dirangkaikan sedemikian hingga 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 kertas printer yang memberi gambaran kekerasan material tersebut. Dengan demikian dapat disimpulkan tipe alat berat yang cocok dan jumlah masing-masing tipe sesuai volume yang diketahui.

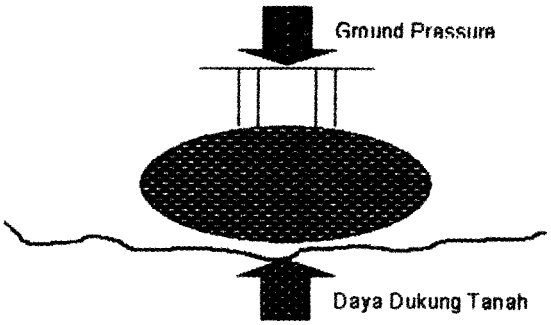


Gambar 1-2. Menentukan nilai kekerasan tanah dengan Seismic Test Meter

1.1.6. Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah didefenisikan sebagai kemampuan tanah untuk mendukung alat yang berada di atasnya. Jika suatu alat berada di atas tanah, maka alat tersebut akan memberikan "ground pressure", sedangkan perlawanan yang diberikan oleh tanah adalah "daya dukung". Jika ground pressure alat lebih besar dari daya dukung tanah, maka alat tersebut akan terbenam. Demikian pula sebaliknya, alat akan berada dalam keadaan aman untuk dioperasikan jika ground pressure lebih kecil dari daya dukung tanah dimana alat tersebut berada. Hal ini perlu dicermati oleh setiap pelaksana

di lapangan untuk menghindari "loose" atau kerugian yang akan diderita oleh perusahaan.



Gambar 1-5. Ground Pressure versus Daya Dukung Tanah

Nilai daya dukung tanah dapat diketahui dengan cara pengukuran (test) langsung di lapangan. Alat yang umum digunakan untuk test daya dukung tanah disebut : "cone penetrometer". Untuk mengetahui alat besar apa yang sesuai berdasarkan daya dukung tanahnya dapat dilihat pada Tabel 1.4.

Tabel 1.4. Tabel Daya Dukung Tanah untuk Alat Besar KOMATSU

Cone Index	Jenis Alat	Daya Tekan Alat (Kg/cm2)
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

2 FUNGSI DAN APLIKASI ALAT BERAT DAN ATTACHMENTNYA

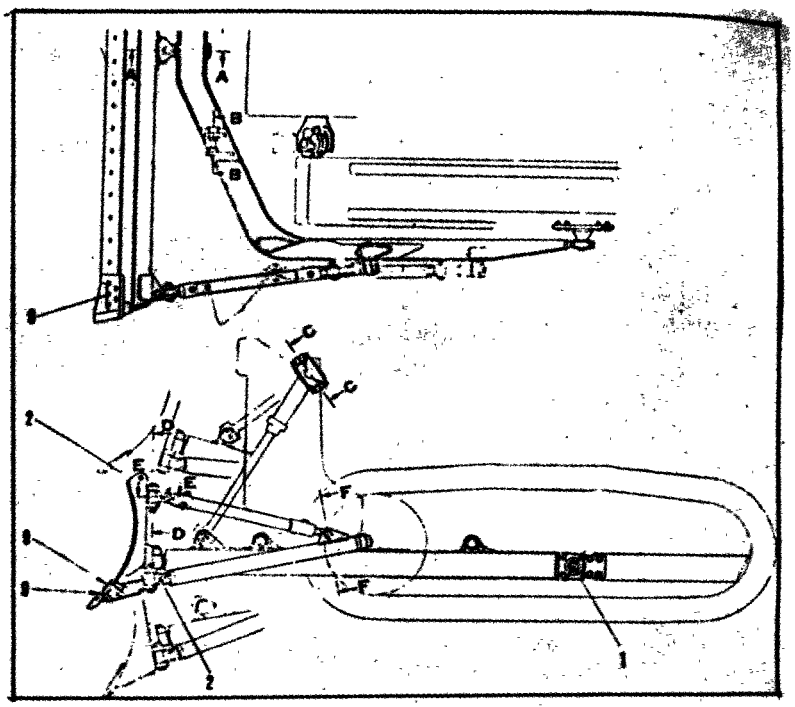
2.1. KEGUNAAN ALAT-ALAT BERAT

Penggunaan alat-alat berat yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh berupa kerugian antara lain rendahnya produksi, tidak tercapainya jadwal atau target yang telah ditentukan, atau kerugian biaya perbaikan yang tidak semestinya. Oleh karena itu sebelum menentukan tipe dan jumlah peralatan dan attachmentnya, sebaiknya dipahami terlebih dahulu fungsi dan aplikasinya. Terdapat beraneka macam alat berat yang sering dipergunakan dalam pekerjaan konstruksi, tetapi yang akan dibahas dalam hal ini adalah peralatan yang berhubungan dengan pekerjaan pemindahan tanah (earthmoving technic) yang umumnya diproduksi atau disuplai oleh "suplier" alat berat seperti PT. United Tractor, PT. Trakindo, dan lain sebaginya. Adapun earthmoving technic yang biasa dilakukan antara lain: penyiapan lahan pertanian, perkebunan, perayuan, konstruksi jalan dan penambangan batubara, nikel, timah dan lain-lain. Pendapat dan penafsiran mengenai fungsi dan aplikasi alat berat bisa bermacam-macam, akan tetapi pada prinsipnya tidak banyak perbedaan. Pada seri diktat kuliah ini, tipe alat berat yang akan dibahas antara lain adalah sebagai berikut:

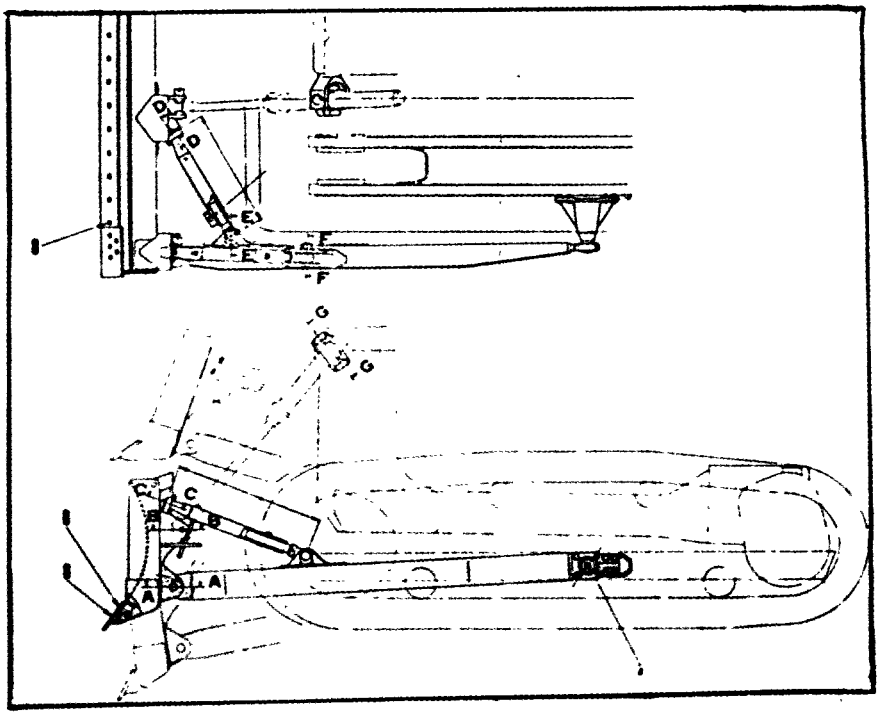
2.1.1. Bulldozer

Bulldozer adalah salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai (track shoe) untuk pekerjaan serbaguna yang memiliki kemampuan traksi yang tinggi. Bisa digunakan untuk menggali (digging), mendorong (pushing), menggusur, meratakan (spreading), menarik beban, menimbun (filling) dan lain-lain. Mampu beroperasi di daerah yang lunak sampai keras. Dengan swamp dozer untuk daerah yang sangat lunak, dan di daerah yang sangat keras perlu dibantu dengan ripper (alat garu) atau blasting (peledakan dengan tujuan pemecahan pada ukuran tertentu). Mampu beroperasi pada daerah yang miring dengan sudut kemiringan tertentu, berbukit apalagi di daerah yang rata. Jarak dorong efisien berkisar antara 25 - 40 meter dan tidak lebih dari 100 meter. Jarak mundur tidak boleh terlalu jauh, bila perlu gerakan mendorong dilakukan secara estafet. Mendorong pada daerah turunan lebih efektif dan produktif daripada di daerah tanjakan. Attachment yang biasa menyertainya antara lain: bermacam-macam blade, towing, winch, ripper, tree pusher, harrow, disc plough, towed scraper, sheep foot roller, peralatan pipe layer, dan lain-lain.

Pada dasarnya bulldozer adalah alat yang menggunakan traktor sebagai penggerak utamanya, artinya traktor yang dilengkapi dengan dozer attachment dalam hal ini perlengkapannya (attachment) adalah blade. Sebenarnya, bulldozer adalah nama jenis dari dozer yang mempunyai kemampuan untuk mendorong ke muka. Lain halnya dengan angle dozer, selain mendorong lurus ke depan, juga memungkinkan untuk mendorong ke samping dengan sudut 250 terhadap kedudukan lurus (Gambar 2-1 dan Gambar 2-2).



Gambar 2-1. Angle Dozer



Gambar 2-2. Straight Dozer

Menurut track shoenya bulldozer dibedakan atas crawler tractor dozer (dengan roda kelabang), wheel tractor dozer (dengan roda ban) dan swamp bulldozer (untuk daerah rawa-rawa). Sedangkan berdasarkan penggerak bladenya, bulldozer dibedakan atas cable controlled (kendali kabel) dan hydraulic controlled (kendali hidrolis).

Pada proyek-proyek konstruksi, terutama proyek yang ada hubungannya dengan pemindahan tanah (earth moving), bulldozer digunakan pada pelaksanaan pekerjaan sebagai berikut :

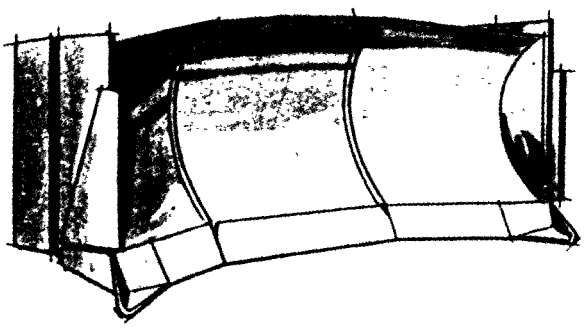
* Pembersihan medan dari kayu-kayuan, pokok-pokok / tonggak-tonggak pohon dan bebatuan.
* Pembukaan jalan kerja di pegunungan maupun di daerah berbatu-batu.
* Memindahkan tanah yang jaraknya hingga kurang lebih 100 meter.
* Menarik scraper
* Menghampar tanah isian (fills)
* Menimbun kembali trencher
* Pembersihan medan
* Pemeliharaan jalan kerja

* Menyiapkan bahan-bahan dari soil borrow pit dan quarry pit (tempat pengambilan bahan).

Dalam pengoperasian, bulldozer dilengkapi dengan blade yang dapat distel sedemikian rupa sesuai kebutuhan yang diinginkan. Untuk itu dikenal berbagai macam blade yang dipakai pada bulldozer dan/atau angle dozer yaitu :

*** Universal Blade (U-Blade)**

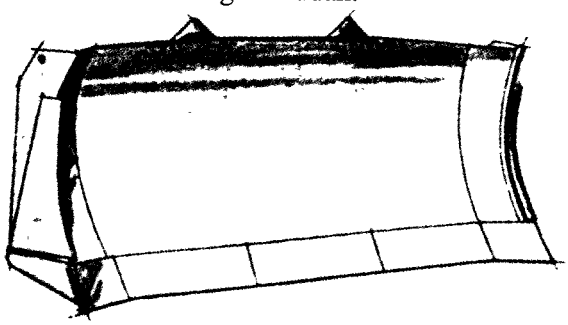
Blade jenis ini dilengkapi dengan sayap (wing) yang terdapat di sisi blade untuk efektifitas produksi. Hal ini memungkinkan bulldozer membawa/mendorong muatan lebih banyak karena kehilangan muatan yang relatif kecil dalam jarak yang cukup jauh. Umumnya bulldozer dengan blade jenis ini digunakan untuk pekerjaan reklamasi tanah (land reclamation), stock pile work, dan sebagainya. Secara umum universal blade dapat dilihat pada Gambar 2-3.



Gambar 2-3. Universal Blade

*** Straight Blade (S-Blade)**

Straight Blade (Gambar 2-4) cocok digunakan untuk segala jenis lapangan, blade ini juga merupakan modifikasi dari U-blade, manuver lebih mudah dan blade ini dapat juga menghandel material dengan mudah.

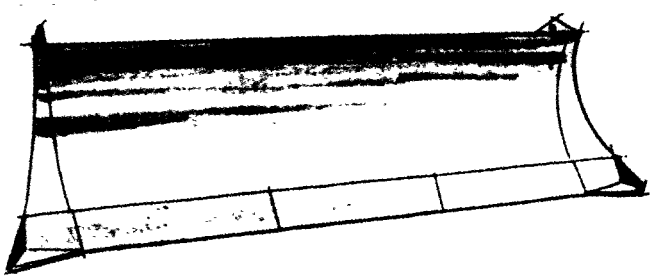


Gambar 2-4. Straight Balde

*** Angling Blade (A-Blade)**

Angling blade dibuat untuk posisi lurus dan menyudut. Blade ini juga dibuat untuk :

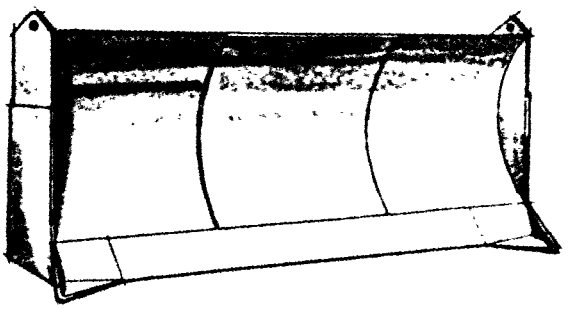
a. Pembuangan ke samping (side casting)
b. Pembukaan jalan (pioneering roads)
c. Menggali saluran (cutting ditches)
d. Pekerjaan lainnya yang sesuai.



Gambar 2-5. Angling Blade

*** Cushion Blade (C-Blade)**

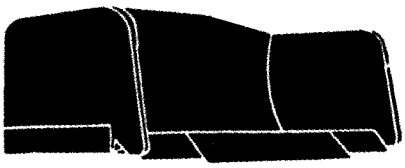
Cushion Blade (C-Blade) dilengkapi dengan bantalan karet (rubber cushion) yang berfungsi untuk meredam tumbukan. Selain digunakan untuk push-loading, juga dipakai untuk pemeliharaan jalan dan pekerjaan dozing lainnya mengingat lebar C-blade ini memungkinkan untuk meningkatkan kemampuan manuver.



Gambar 2-6. Cushion Blade

*** Bowldozer**

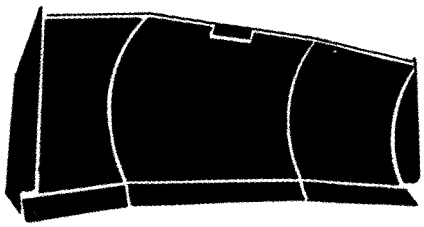
Blade jenis ini diciptakan untuk membawa atau mendorong material dengan jumlah kehilangan yang sesedikit mungkin, hal ini dapat terjadi karena adanya dinding-dinding besi di samping blade. Blade ini juga dapat dipakai untuk jarak yang cukup jauh.



Gambar 2-7. Bowldozer

*** Universal Blade (U-Blade for Light Material)**

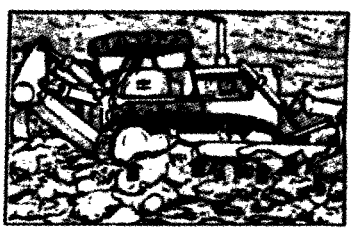
Blade jenis ini didisain untuk pekerjaan dengan material yang terlepas (noncohesive material), seperti stock pile dari tanah lepas atau gembur, reklamasi dengan tanah lepas (gembur). Ukuran blade ditentukan berdasarkan ukuran bulldozer.



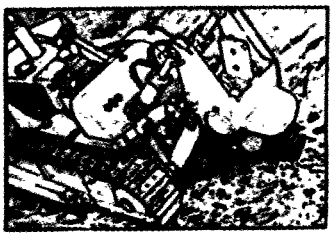
Gambar 2-8. Universal Blade

Pada umumnya untuk jenis crawler tractor (traktor roda kelabang), biaya perbaikan bulldozer yang terjadi sebagian besar adalah perbaikan untuk undercarriage (bagian bawah), kerusakan-kerusakan tersebut (Gambar 2-9a - 2-9 e) timbul karena :

- Benturan-benturan pada saat bulldozer berjalan cepat, yaitu benturan-benturan antara trackshoe dengan bebatuan.
- Terlalu sering berjalan pada tempat yang miring, atau terlalu sering berputar membalik pada satu arah.
- Terlalu sering trackshoe selip dengan tanah tempat berpijak atau membelok secara tajam dan tiba-tiba.
- Karena setelan trackshoe terlalu kendor atau terlampau tegang.



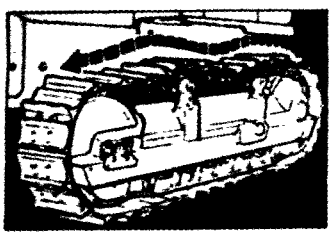
Gambar 2-9a. Benturan antara Trackshoe dengan Bebatuan



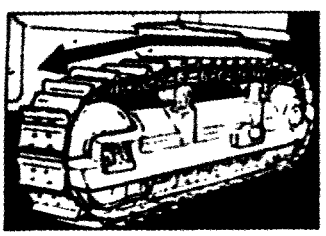
Gambar 2-9b. Trackshoe berjalan pada tempat yang miring



Gambar 2-9c. Trackshoe slip dengan tanah tempat berpijak



Gambar 2-9d. Trackshoe terlalu kendor



Gambar 2-9e. Trackshoe terlalu tegang

2.1.2. Dozer Shovel

Dozer shovel adalah sebuah alat berat pemuat beroda rantai (track loader) yang biasa digunakan untuk memuat material/tanah atau batu ke dalam alat pengangkut (dump truck atau hopper pada belt conveyor) atau memindahkan material ke tempat lain dengan jarak angkut sangat terbatas (load and carry). Hanya bisa beroperasi di daerah yang keras dan agak keras. Pada landasan yang kurang rata sekalipun, daya

cengkeram lebih kuat, tetapi kurang produktif di daerah yang lunak dan basah, mampu mengambil sendiri tanah merah asli atau yang agak lunak. Memerlukan daerah pemuatan (loading point) sedikit agak lebar tetapi perpindahan daerah operasi kurang cepat (kurang mobile). Selain bucket, attachment lainnya adalah log clamp (penjepit kayu bulat/kepiting).

2.1.3. Wheel Loader

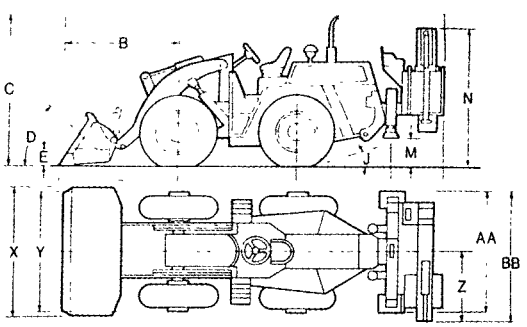
Wheel loader adalah suatu alat berat yang mirip dengan dozer shovel, tetapi beroda karet (ban) sehingga baik kemampuan maupun kegunaannya sedikit berbeda yaitu: hanya mampu beroperasi di daerah yang keras dan rata, kering tidak licin karena traksi di daerah basah akan rendah, tidak mampu mengambil tanah "bank" sendiri atau tanpa dibantu dozing/stock pilling terlebih dahulu dengan bulldozer.

Metode pemuatan pada alat pemuat / loader baik track shovel maupun wheel loader dikenal 3 (tiga) macam, yaitu:

a. I - shape / cross loading
b. V - shape loading
c. Pass loading, dan metode lain yang jarang digunakan adalah "load and carry".

Kelebihan wheel loader adalah mobilitasnya yang tinggi dan manuver daerah pemuatan loading point lebih sempit dibanding dengan track shovel dan kerusakan permukaan loading point lebih kecil karena menggunakan ban karet. Salah satu kekurangannya adalah dalam menempatkan muatan ke dalam dump truck kurang merata bahkan kadang-kadang bisa miring, walaupun faktor ini sangat dipengaruhi oleh skill operator.

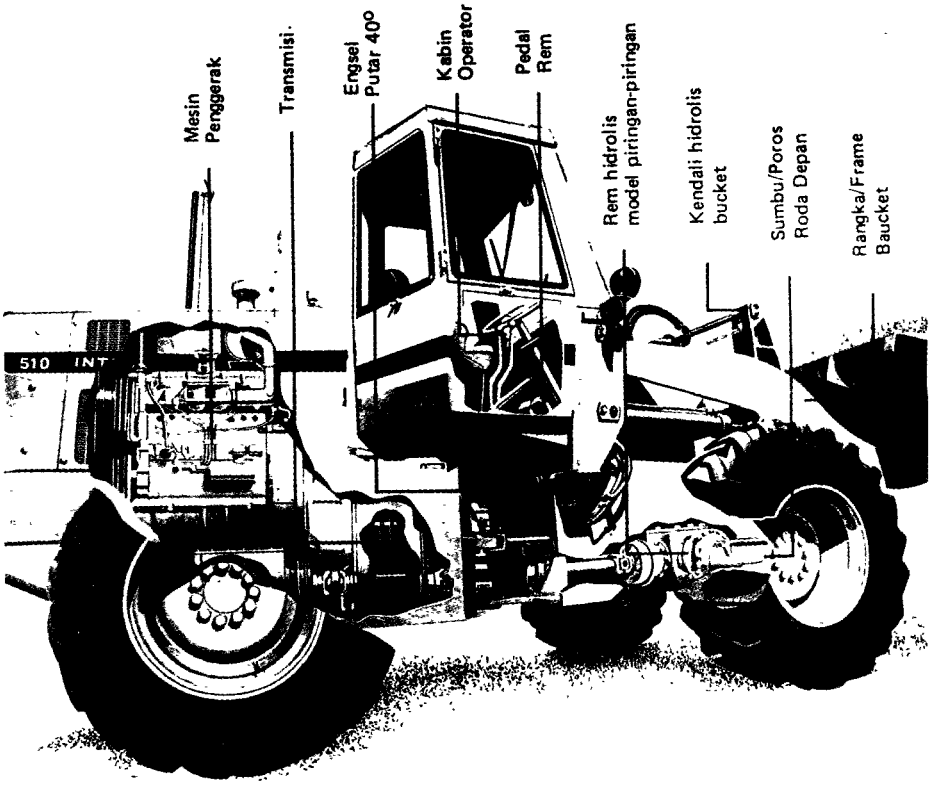
Pada prakteknya, wheel loader diperoleh dengan menambahkan bucket container yang dipasang di bagian depan. Konstruksinya dapat dilihat pada Gambar 2-10 dan Gambar 2-11.



Gambar 2-10. Konstruksi Wheel Loader

Bucket digunakan untuk menggali, memuat tanah atau material yang granular, mengangkatnya dan diangkut untuk kemudian dibuang (dumping) pada suatu ketinggian pada dump truck dan sebagainya. Loader ini sangat kaku, untuk

menggerakkan bucket dapat dengan cable atau hydraulic. Tenaga gali pada keadaan horizontal (bucket tidak diangkat) didapat dari gerakan prime movernya, sehingga praktis baik kendali cabel maupun hydraulic hanya mempunyai fungsi untuk menggerakkan bucket ke atas dan ke bawah. Untuk menggali, bucket harus didorong pada material, jika telah penuh, traktor mundur dan bucket diangkat ke atas untuk selanjutnya material dibongkar di tempat yang telah ditentukan. Untuk saat ini, umumnya loader dibuat dengan kendali hydraulic yang dilengkapi dengan "tangan-tangan (arms)" yang kaku untuk mengoperasikan bucketnya.



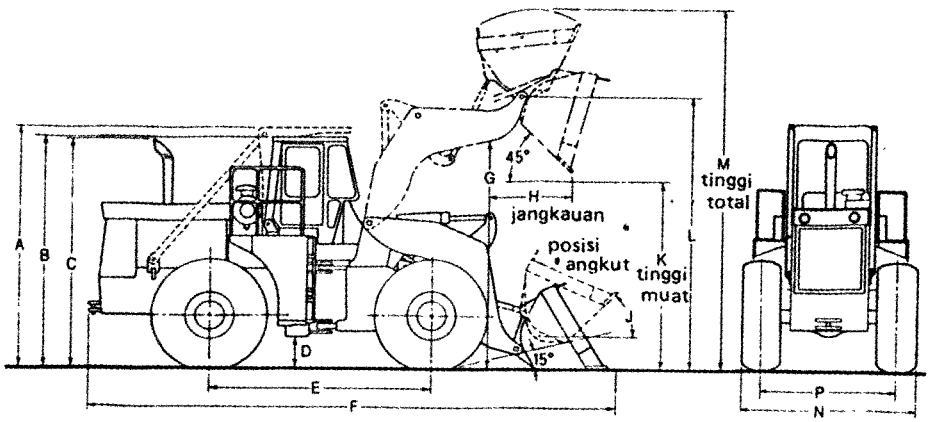
Gambar 2-11. Konstruksi Wheel Loader

Ukuran bucket bervariasi antara 1/4 cuyd sampai dengan 25 cuyd kapasitas munjung terbesar. Yang biasa dipakai dan tersedia banyak adalah loader dengan ukuran bucket sampai dengan 5 cuyd. Loader bucket sifatnya lebih permanen dipasang pada traktor dibandingkan dengan blade bulldozer dengan memperhatikan perbandingan proporsional ukuran bucket dengan traktor, sehingga pada waktu loader bekerja dengan bucket penuh pada keadaan ekstrim tidak sampai terguling ke depan (terjungkal). Produsen alat berat biasanya memberikan angka keamanan 2 untuk

mengimbangi "terjungkalnya" loader ke depan, artinya perbandingan berat imbang dengan berat bucket pada waktu penuh dalam keadaan ekstrim adalah dua kali. Untuk memperbesar angka keamanan terhadap bahaya guling, berat traktor biasanya diperbesar 40 @ 60% lebih besar dari "kapasitas muatan terguling (tipping load capacity)", dengan demikian ukuran bucket dan traktor harus betul-betul proporsional.

Sebagai contoh, jika kapasitas nominal bucket B dengan faktor keamanan terhadap guling 2, maka berat loader T = 2B, dan diperbesar 40% sampai 60%, atau kira-kira 50%, dengan demikian berat traktor harus 1/2 T, atau kira-kira 3 kali berat bucket dalam keadaan penuh. Bucket loader direncanakan untuk membongkar muatan yang mempunyai ketinggian 8 - 15 feet, dengan ketinggian tersebut dipandang cukup untuk membongkar muatan ke atas dump truck. Dalam pengoperasian loader, antara posisi memuat dan membongkar biasanya memerlukan jarak untuk manuver. Jika jarak tersebut terbatas akan menimbulkan problema. Solusinya lebih cocok digunakan traxcavator (crawler tractor) karena loader tipe ini melakukan manuver dengan perlahan-lahan.

Untuk pengoperasian bucket dipakai "kendali hidrolis" (hydraulic controlled), sedangkan kendali kabel (cabel controlled) sudah jarang digunakan pada excavator-loader. Penggunaan loader biasanya adalah untuk memuat material dan membawa, serta membongkar seperti terlihat pada Gambar 2-12. Jika daerah sekitar material yang dikerjakan datar, maka loader dapat bergerak dengan leluasa dalam posisi yang menyenangkan.



Gambar 2-12. Proses Kerja Loader

Penggunaan loader yang lain adalah untuk menggali pondasi basement, dengan syarat ruangnya memungkinkan untuk bekerjanya loader. Disamping itu dapat juga digunakan untuk memuat material yang telah diledakkan, misalnya pada pembuatan

terowongan, pada daerah pengambilan batu (quarrying). Loader dapat juga digunakan untuk menggali butiran-butiran lepas bebatuan untuk dibongkar ke dalam "grizly hopper" pada crusher plant.

2.1.4. Excavator

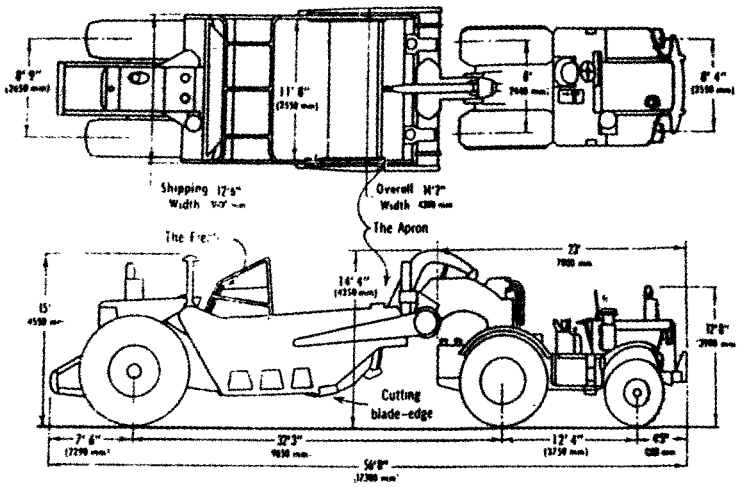
Karakteristik penting dari hydraulic excavator adalah pada umumnya menggunakan tenaga diesel engine dan full hydraulic system. Excavating operation paling efisien adalah menggunakan metode heel and toe (ujung dan pangkal), mulai dari atas permukaan sampai ke bagian bawah. Bagian atas bisa berputar (swing) 360 derajat. Dalam konfigurasi back hoe, ukuran boom lebih panjang sehingga jangkauan lebih jauh, tetapi bucket lebih kecil. Ini bukan berarti produksinya lebih rendah, karena putaran swingnya bisa lebih kecil yang berarti cycle timenya lebih pendek (lebih cepat). Pada konfigurasi yang lain adalah loading shovel, biasanya boom lebih pendek, tetapi bucket lebih besar, ketinggian permukaan galian lebih tinggi, jangkauan pendek ketinggian muat lebih besar, cycle time swing lebih lama. Hal ini bukan berarti produksinya lebih rendah, karena ukuran bucketnya lebih besar daripada back hoe. Kelebihan excavator adalah bisa mendistribusikan muatan ke seluruh bagian vessel dengan merata. Artinya lebih mudah dalam mengatur muatan sehingga jalannya dump truck bisa seimbang. Biasanya back hoe pada Komatsu bucketnya kecil (jenis PC 300 ke bawah), sedangkan untuk loading shovel, bucketnya lebih besar seperti PC 400 ke atas.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan excavator adalah dalam hal kapasitas bucketnya, kondisi kerja, bisa menggali pada daerah yang lunak sampai keras, tetapi bukan tanah asli berupa batuan keras. Bila batuan keras perlu dilakukan ripping atau blasting lebih dahulu. Untuk tanah yang keras, bila operator mempunyai skill yang kurang baik, akan mengakibatkan tekanan hydraulic yang berlebihan. Hal ini akan mengakibatkan kerusakan atau usia alat yang pendek. Tinggi permukaan galian, untuk back hoe bisa mencapai 6 meter, sedangkan untuk loading shovel bisa mencapai 10 meter. Mobilitas excavator cukup baik karena menggunakan track shoe yang digerakkan secara hidrolik, tetapi bukan berarti mampu berjalan jauh karena bisa mengakibatkan panas pada travel motornya. Oleh karena itu, dalam perjalanan jauh, disarankan setiap 1 km diperlukan berhenti kira-kira 10 menit. Mampu beroperasi di medan kerja yang agak sempit sekalipun (kurang dari 25 meter) tergantung dari jenis dump truck yang digunakan. Pada landasan kerja yang kurang baik (lembek) masih bisa beroperasi, bila diperlukan dapat menggunakan bantuan landasan kerja dari kayu bulat yang ditata walaupun tanah di bawahnya sangat lembek. Efisiensi dari alat ini sangat dipengaruhi oleh skill operator dan kualitas mekanik yang menanganinya.

2.1.5. Scraper

Scraper adalah suatu alat berat beroda ban (tire) yang biasa dipakai memuat / mengangkut dan membuang (spreading) secara individu dengan atau tanpa dibantu pendorong (bulldozer). Pada kenyataannya di lapangan dikenal 2 (dua) jenis scraper, yaitu:

a. Towed Scraper, dimana dalam pengoperasiannya ditarik oleh bulldozer karena tidak dilengkapi dengan mesin, dengan demikian tenaganya diambil dari bulldozer.
b. Motor Scraper, dalam pengoperasiannya ada yang menggunakan mesin tunggal (front) dan ada yang menggunakan mesin ganda (front and rear). Scraper yang bermesin tunggal harus dibantu pendorong (bulldozer) sedang yang bermesin ganda tidak harus dibantu pendorong bulldozer. Jarak angkut motor scraper antara (500 - 2000 meter), sangat efektif digunakan untuk material/tanah yang diambil dalam kondisi tidak terlalu keras dan medan operasinya memotong atau meratakan bukit yang cukup luas. Sedangkan Towed Scraper mempunyai jarak angkut yang tidak lebih dari 500 meter.

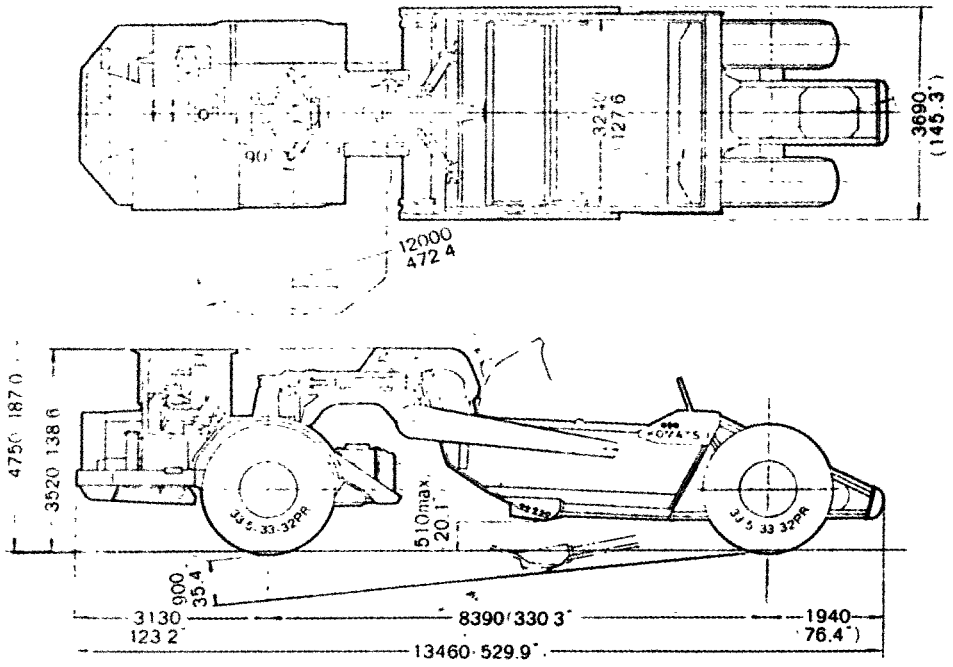


Gambar 2-13. Scraper Bermesin Ganda

Ditinjau dari penggerak utamanya wheel tractor, terdapat 2 (dua) macam tipe traktor beroda ban, yaitu:

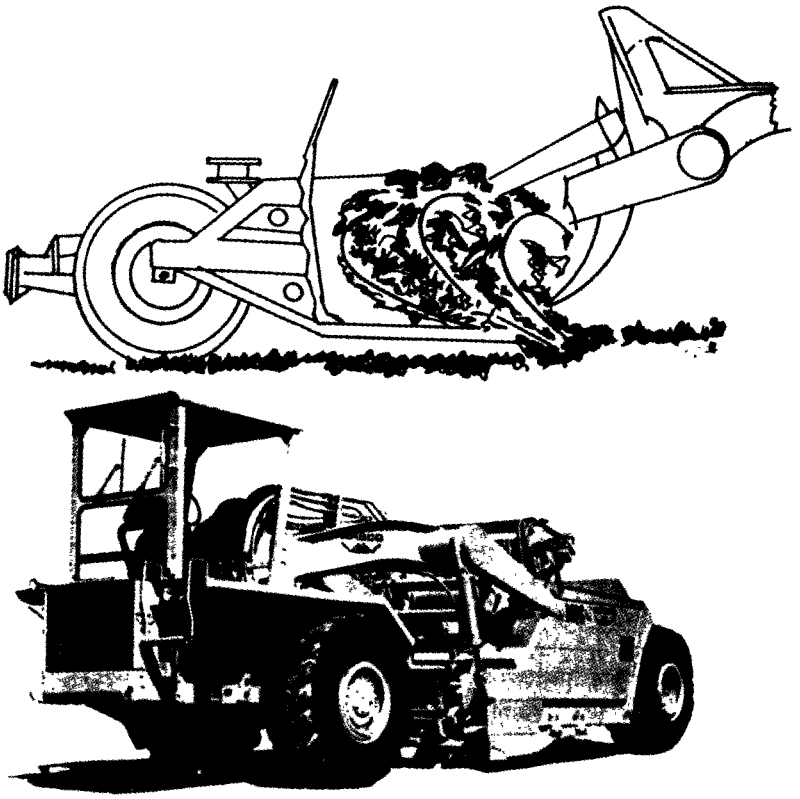
a. Single axle prime mover (traktor penarik dengan jumlah roda dua)
b. Two axle prime mover (traktor penarik dengan roda empat)

Traktor dengan jumlah roda dua mempunyai traksi lebih besar, karena seluruh tenaga dilimpahkan pada roda yang jumlahnya lebih sedikit. Disamping itu traktor dengan roda dua lebih lincah, tetapi sedikit riskan akan bahaya dalam pengoperasiannya dibanding dengan traktor dengan roda empat.



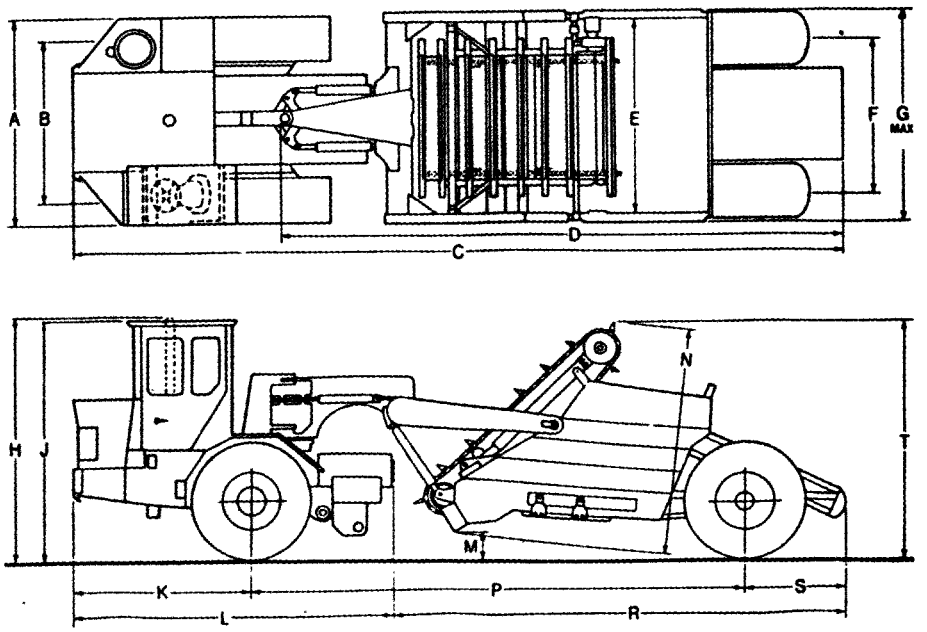
Gambar 2-14. Cutting Blade pada bagian bawah depan dari Bowl

Bagian utama dari scraper adalah bowl (mangkok) yang berfungsi sebagai pemuat, pengangkut dan pembongkar. Di bagian bawah depan dari bowl terdapat cutting blade (lihat Gambar 2-14), di bagian dinding depan dari scraper terdapat "gate" yang dapat digerakkan disebut appron, dimana material yang telah digali dapat dikeluarkan lewat gate ini dengan cara mengangkat appron dan menggerakkan bowl ke depan. Di bagian belakang (lihat Gambar 2-13) terdapat suatu ejector gate yang berfungsi untuk memuat dan membongkar. Ejector ini bergerak ke belakang dan selanjutnya dalam posisi yang praktis vertikal geraknya diperluas dari sisi satu ke sisi yang lain. Pada saat akan memuat, ejector gate ini berada pada posisi dekat dengan appron dan cutting edge, kemudian bergerak ke belakang manakala muatan telah bertambah. Cara pemuatan scraper ditunjukkan pada Gambar 2-15.



Gambar 2-15. Cara Pemuatan Scraper

Dengan adanya ejector ini memberikan muatan yang 4% lebih besar kepada bowl, karena ejector dapat mengkonsentrasikan material yang dimuat ke bagian depan bowl, sehingga muatan praktis jumlahnya lebih besar oleh traktor dengan mesin tunggal tersebut. Hal ini akan memperbesar traksi sehingga kemungkinan terjadinya slip lebih kecil. Jenis scraper lain yang dapat memberikan muatan lebih besar adalah "elevating scraper" seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2-16. Elevator membantu memasukkan material ke dalam bowl dalam arah yang berlawanan dengan gerakan material. Peralatan lengkap kombinasi antara traktor penarik dengan bowl unitnya mempunyai 2,3 atau 4 poros, atau dalam hal ini dapat mempunyai 2 poros jika prime movernya adalah crawler tractor. Kombinasi yang biasanya terdapat di lapangan adalah poros 3 (three axle) scraper, dalam hal ini traktor mempunyai 2 poros dengan demikian dapat dioperasikan terpisah.



Gambar 2-16. Elevating Scraper

Scraper sangat efektif digunakan pada pekerjaan tanah dengan kondisi tanah dalam keadaan lepas tergaruk, memuat kemudian membongkarnya menjadi lapisan-lapisan yang teratur. Kemampuan ini dapat dipakai dalam pengerjaan tanah seperti :

- Stripping top soil (pengupasan permukaan tanah)
- Perataan contour sekeliling "bulding site"
- Penggalian untuk saluran dramase dan saluran irigasi
- Penggalian dan pengurugan (cut and fill earthwork) untuk badan jalan, dan sebagainya.

Umumnya lapisan top soil yang digaruk oleh scraper mempunyai ketebalan kira-kira 10 cm untuk setiap pass. Untuk mendapatkan biaya yang seekonomis mungkin, maka harus diketahui terlebih dahulu bentuk, luas dan keadaan lapangan sehingga dalam penggunaannya akan diperoleh scraper yang tepat dengan lapangan yang bersangkutan. Jika lapangan pekerjaan (job site) tidak terlalu luas, maka scraper yang kecil dengan crawler tractor mungkin akan lebih ekonomis. Tetapi jika job site sangat luas, seperti pekerjaan lapangan terbang dan sejenisnya, maka scraper dengan prime mover wheel tractor akan lebih ekonomis karena scraper jenis ini mempunyai kecepatan yang relatif besar. Pada pekerjaan cut and fill pemindahan material dari suatu tempat ke tempat lain dapat dilakukan oleh scraper, misalnya pada proyek dam,

jalan raya, bandar udara, dan lain sebagainya. Ekonomis tidaknya scraper yang digunakan dalam pekerjaan cut and fill sangat dipengaruhi oleh :

- Material yang tersedia yang akan diangkut
- Panjang rute pengangkutan
- Keadaan rute pengangkutan
- Peralatan pembantu lain yang digunakan.

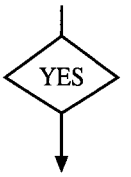
Untuk berbagai jenis jarak angkut dan kondisi rute pengangkutan, variasi penggunaan berbagai macam scraper sangat diperlukan untuk menciptakan produktivitas scraper, seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Variasi Penggunaan Scraper untuk Berbagai Jenis Jarak Angkut dan Kondisi Rute Pengangkutan

Jarak Pengangkutan	Material dan Kondisi Rute Pengangkutan	Jenis Prime Mover dan Scraper yang Digunakan
Pendek	Kasar	Crawler Tractor.
Pendek	Baik	2 Wheel Tractor.
Menengah	Keras	Crawler Tractor atau Twin Engine Wheel.
Menengah	Sedang	Wheel Tractor dengan Tree Pusher (jika diperlukan).
Panjang	Sedang sampai Keras	2 atau 4 Wheel Tractor (dengan bantuan traktor pendorong dan / atau penarik.

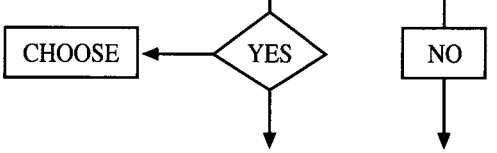
Untuk memperoleh kinerja scraper yang produktif dan efisien, mka mutlak diperlukan kesesuaian antara performance alat dengan kondisi pekerjaan yang dihadapi, hal ini dapat dijawab melalui pemilihan scraper yang benar. Berikut ini ditampilkan chart untuk pemilihan scraper.

1. Apakah pekerjaan itu memang untuk scraper ?
   - Apakah mesin bisa melakukan manuver tanpa kesulitan tenaga di lokasi pekerjaan ?
   - Apakah ukuran batuan > 57 dm^3 ?
   - Apakah jarak pembuangan antara 30 m - 2 1/2 km ?

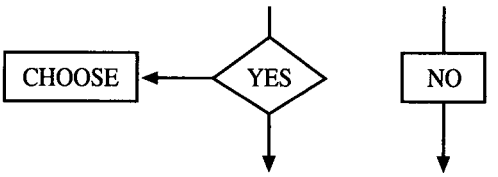




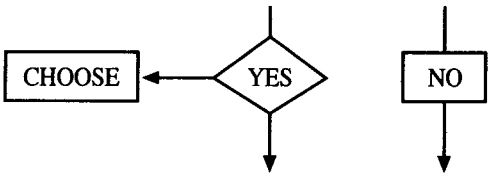
2. Scraper dengan elevator, bermesin tunggal
   - Apakah ada batuan yang berukuran > 28 dm^3 ?
   - Apakah moisture content tanah > 30% ?
   - Apakah kemiringan medan > 10 - 12% untuk jalannya scraper saat kosong ?
   - Apakah kemiringan medan > 5 - 6% untuk jalannya scraper saat terisi ?
   - Apakah dalam satu waktu siklus ?



3. Scraper dengan elevator, bermesin ganda
   - Apakah terdapat batuan yang berukuran > 42 dm^3 ?
   - Apakah moistue content tanah > 35% ?
   - Apakah kemiringan medan > 10 - 12% untuk jalannya scraper saat kosong ?
   - Apakah kemiringan medan > 5 - 6% untuk jalannya scraper saat terisi ?
   - Apakah keadaan medan tidak baik ?

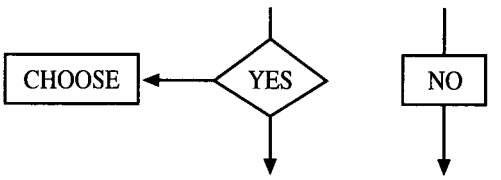


4. Scraper Tarik-Dorong, Bermesin ganda
   - Apakah ada 2 operator yang dapat bekerja sama dengan baik ?
   - Apakah material / bahan tidak merusak ban ?
   - Apakah ada supervisi / pemeriksaan tambah ?



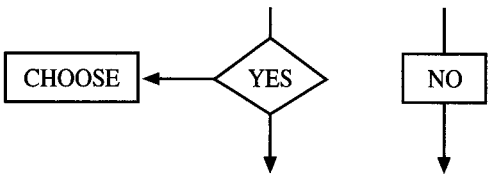
Scraper biasa (konvensional), bermesin ganda

- Apakah tanahnya becek ?
- Apakah kemiringan medan > 10 - 12% untuk jalannya scraper saat kosong ?
- Apakah kemiringan medan > 5 - 6% untuk jalannya scraper saat terisi ?
- Apakah mesin kedua dapat menghasilkan tambahan produksi scraper lebih 1/3 nya dari scraper biasa (konvensional) bermesin tunggal, dengan ukuran yang sama ?



6. Scraper biasa (konvensional), bermesin tunggal

- Apakah tanahnya cukup baik ?
- Apakah kemiringan medan > 10 - 12% untuk jalannya scraper saat kosong ?
- Apakah kemiringan medan > 5 - 6% untuk jalannya scraper saat terisi ?
- Apakah mesin kedua tidak dapat menghasilkan tambahan produksi scraper lebih 1/3 nya dari scraper biasa (konvensional) bermesin tunggal, dengan ukuran yang sama ?



7. Pertimbangkan metode-metode lainnya

Shovel, dump truck, dump wagon, bulldozer, dragline, dan lain-lain.

2.1.6. Motor Grader

Untuk keperluan perataan tanah, digunakan grader, disamping untuk membentuk permukaan yang dikehendaki. Hal ini bisa dilaksanakan karena blade dari grader dapat diatur sedemikian rupa seperti terlihat pada Gambar 2-17. Jenis grader pada prinsipnya dibedakan atas:

- Motor grader, yang mempunyai penggerak sendiri
- Towed grader, dalam operasinya memerlukan penggerak lain.

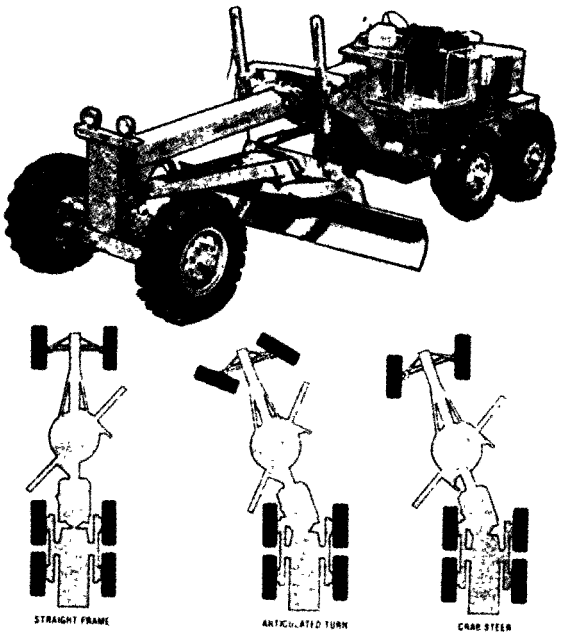
Dari kedua jenis grader tersebut di atas, yang kini banyak digunakan adalah motor grader. Motor grader digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah, terutama pada tahap finishing agar diperoleh hasil pekerjaan dengan kerataan dan ketelitian yang optimal, disamping itu dapat pula digunakan untuk membuat kemiringan tanah atau badan jalan atau slope dan bisa juga digunakan untuk membuat parit-parit kecil.

Blade dari motor grader ini dapat diatur sedemikian rupa sehingga fungsinya bisa dirubah menjadi angle dozer, bulldozer, atau tilting dozer, ini jelas lebih flexible daripada jenis dozer. Variasi posisi blade ini tidak berarti bahwa motor grader adalah variasi bentuk dari jenis dozer, karena dalam pekerjaan penggusuran tanah, bulldozer jauh lebih efektif daripada grader, hal ini disebabkan tenaga yang tersedia dan juga letak centroid (titik berat) pada blade bulldozer. Sudut blade yang dipakai dalam pekerjaan perataan mendatangkan problem tersendiri terhadap roda-roda motor grader, alasan inilah yang menyebabkan mengapa dalam perencanaan motor grader modern, roda-rodanya dapat diatur (flexible), dengan cara memiringkan roda-roda bagian depan. Miringnya roda-roda tersebut yang membentuk sudut dengan arah gerakan memberikan kestabilan dalam pengendalian.

Sebagaimana diketahui bahwa motor grader adalah tipe peralatan yang dapat dipakai dalam berbagai variasi pekerjaan konstruksi (grading). Kemampuan ini akibat dari gerakan-gerakan flexible yang dipunyainya terhadap blade dan roda-roda ban. Keserbagunaan ini diperbesar dengan perlengkapan-perlengkapan lainnya, seperti :

- Scarifier teeth (ripper dalam bentuk penggaruk kecil) dipasang di bagian depan blade dan dapat dikendalikan secara tersendiri.
- Pavement widener (untuk mengatur penghamparan)
- Elevating grader unit (alat pengatur grading).

Pada pekerjaan pembuatan jalan, penggunaan dasar dari motor grader dalam membentuk permukaan dan final grading, tidak hanya permukaannya saja tetapi juga bahu dan taludnya sekaligus. Juga grader dapat menggali saluran drainase sepanjang jalan misalnya dalam bentuk V atau bentuk lainnya.



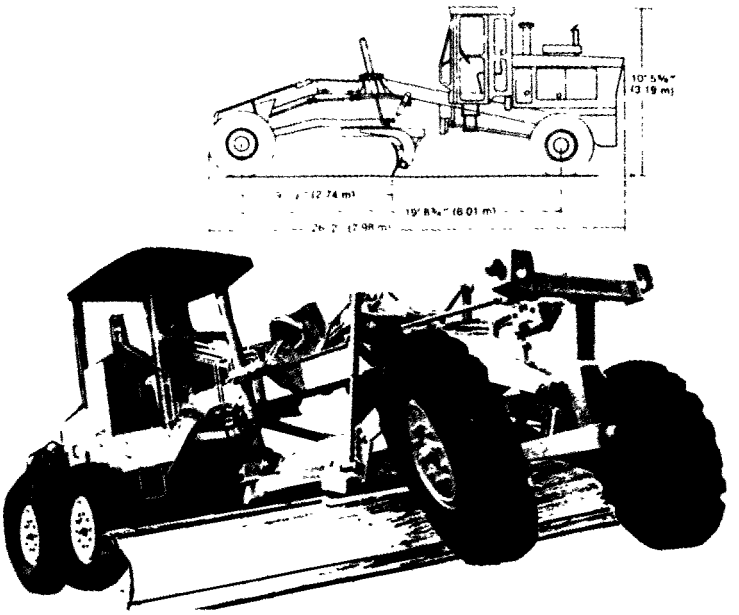
Gambar 2-17. Kemungkinan Posisi Blade Motor Grader

Motor grader dengan blade standar (blade yang dilengkapi oleh scarifer) sangat baik untuk mencampur dan menaburkan material, juga mengaduk dan meratakan gundukan tanah (windrow) yang belum lama ditempatkan pada badan jalan. Kemampuan manuver yang besar pada motor grader menyebabkan motor grader cocok digunakan pada pekerjaan perataan yang luas, misalnya lapangan terbang. Perataan ini tidak terbatas pada perataan yang halus, pada permukaan yang relatif rata, tetapi juga pada permukaan yang tidak "selevel".

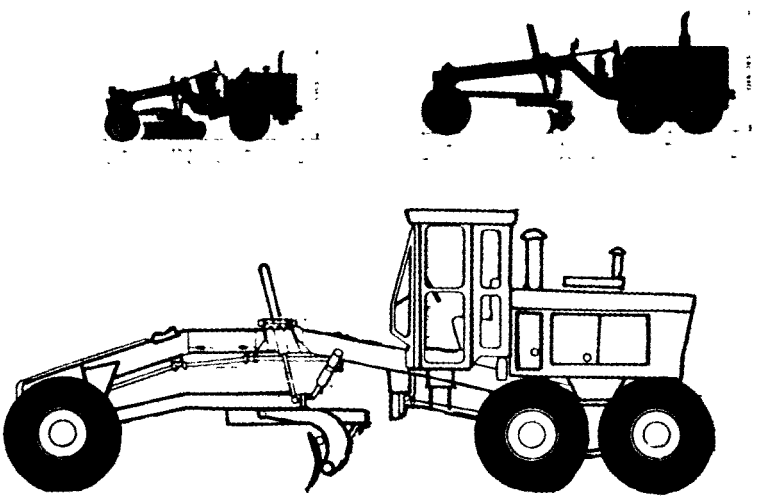
Selain pekerjaan-pekerjaan yang disebut di atas, motor grader juga mampu beroperasi dalam variasi pekerjaan-pekerjaan lain, dengan cara menambah peralatan khusus (attachment) pada motor grader tersebut. Peralatan khusus tersebut di antaranya adalah :

- Special short blade (blade pendek), berfungsi untuk menggali saluran dangkal yang berbentuk persegi empat dengan ukuran tertentu. Selain itu attachment ini mampu mengerjakan perkerasan jalan, sebagai tambahan lebar pada jalan yang telah ada.
- Elevating conveyor, yang berfungsi untuk menampung material lepas yang melewati blade, kemudian mengangkatnya dan membuang ke samping.

Perlengkapan-perlengkapan khusus tadi dimaksudkan untuk lebih meningkatkan kinerja dari motor grader, dengan tujuan untuk memudahkan pelaksanaan pekerjaan konstruksi yang bersangkutan.



Gambar 2-18. Konfigurasi Motor Grader



Gambar 2-19. Konfigurasi Motor Grader

2.1.7. Compactor

Dalam pelaksanaan konstruksi jalan dan lapangan terbang, atau konstruksi-

konstruksi lain yang memerlukan stabilitas dan kepadatan tertentu diperlukan peralatan untuk pamadatan. Pemadatan adalah usaha penyusunan kembali letak butir tanah sehingga pada tanah tersebut dicapai letak butiran yang rapat.

Alat ini (compactor) digunakan untuk memadatkan tanah atau material sedemikian hingga tercapai tingkat kepadatan yang diinginkan. Jenis rodanya bisa terbuat dari besi seluruhnya atau ditambahkan pemberat berupa air atau pasir, bisa terbuat dari karet (berupa roda ban) dengan bentuk kaki kambing (sheep foot). Ada juga yang ditarik dengan alat penarik seperti bulldozer, atau bisa menggunakan mesin penarik sendiri, yang berkuran kecil bisa menggunakan tangan dengan mengendalikannya ke arah yang akan dipadatkan. Untuk pemadatan pengaspalan biasanya menggunakan road roller, tire roller atau drum roller, tetapi untuk pemadatan tanah biasanya menggunakan sheep foot roller atau drum roller.

Pada dasarnya tipe dan jenis compactor adalah sebagai berikut :

a. Smooth steel rollers (penggilas besi dengan permukaan halus). Jenis ini dibedakan lagi menjadi beberapa macam, jika ditinjau dari cara pengaturan rodanya, diantaranya :
   - Three wheel rollers (penggilas roda tiga)
   - Tandem rollers (penggilas tandem)
b. Pneumatic tired rollers (penggilas roda ban angin)
c. Sheep foot type rollers (penggilas kaki kambing)
d. Vibratory rollers (penggilas getar)
e. Vibratory plate compactor (alat pemadat-getaran)
f. Alat-alat penggilas lain :
   - Mesh grid rollers (penggilas dengan roda anyaman)
   - Segment rollers (penggilas dengan roda terdiri dari lempengan-lempengan).

Jenis-jenis compactor di atas mempunyai spesifikasi tersendiri untuk dipakai dalam usaha pemadatan bagi berbagai jenis tanah, atau dengan memperhatikan berbagai faktor, misalnya :

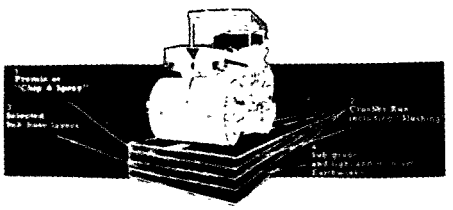
- Untuk tanah plastis dan cohesive, maka alat pemadat sheep foot roller adalah paling cocok, sebab alat ini memadatkan dari lapisan bagian bawah akibat "kaki kambing" yang terdapat padanya. Demikian juga penggunaan pneumatic roller yang cukup berat sangat efektif untuk digunakan.
- Pasir dan / atau kerikil berpasir, vibrating roller dan pneumatic tired roller sering dipergunakan untuk tanah jenis ini.
- Pasir bercampur lempung atau tanah liat, compactor yang sesuai untuk jenis tanah ini antara lain segmented rollers.

2.1.7.1. Smooth Steel Roller

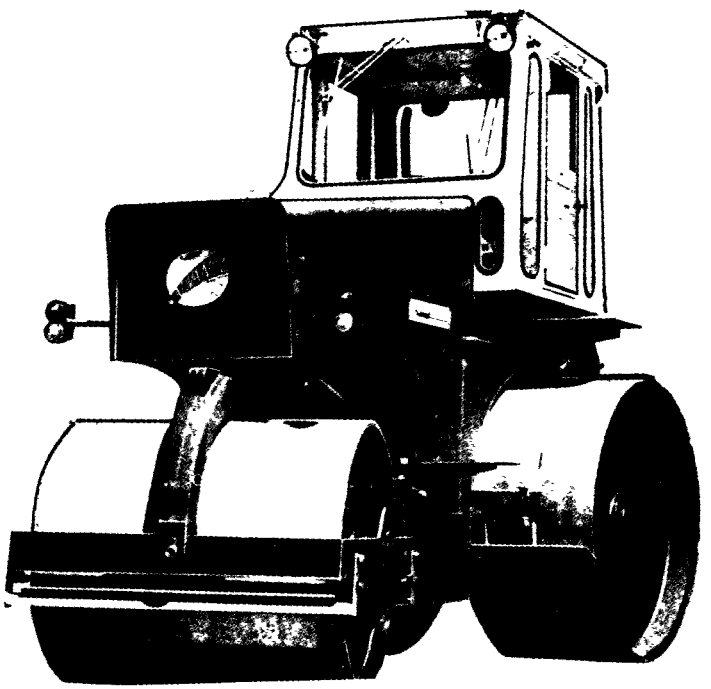
Smooth steel roller adalah jenis penggilas dengan permukaan roda yang terbuat dari baja rata. Umumnya digerakkan dengan power unit yang bersatu (self propelled). Ditinjau dari konfigurasi roda penggilasnya, compactor jenis ini dibedakan atas :

*** Three Wheel Roller**

Three wheel roller ini sering juga disebut Macadam roller, karena jenis ini sering digunakan dalam usaha-usaha pemadatan material yang berbutir kasar. Untuk menambah bobot dari three wheel roller ini, maka roda silinder yang kosong diisi dengan zat cair (minyak atau air) atau kadang-kadang juga diisi dengan pasir. Pada umumnya berat compactor ini berkisar antara 6 -12 ton. Penambahan bobot akibat pengisian zat cair pada roda silinder dapat meningkatkan beratnya 15% - 35%.



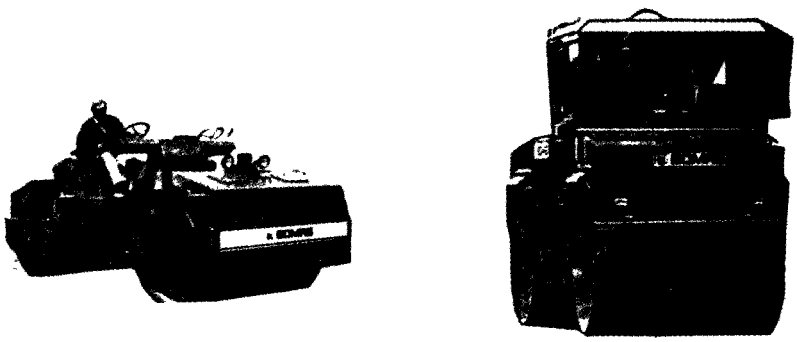
Gambar 2-20. Illustrasi Compactor dalam Pekerjaan Jalan Raya



Gambar 2-21. Three Wheel Rollers

*** Tandem Roller**

Jenis lain dari smooth steel roller adalah tandem rollers yang terdiri atas berporos 2 (two axle) dan berporos 3 (three axle tandem rollers). Penggunaan dari penggilas ini umumnya untuk mendapatkan permukaan yang agak halus, misalnya pada penggilasan aspal beton dan lain-lain. Tandem roller ini memberikan lintasan yang sama pada masing-masing rodanya, beratnya antara 8 - 14 ton, penambahan berat yang diakibatkan oleh pengisian zat cair (ballasting) berkisar antara 25% - 60% dari berat penggilas. Untuk mendapatkan penambahan kepadatan pada pekerjaan penggilasan biasanya digunakan three axle tandem roller. Sebaiknya tandem roller jangan digunakan untuk menggilas batu-batuan yang keras dan tajam karena akan merusak roda-roda penggilasnya.



Gambar 2-22. Penggilas Tandem dengan Getaran, Berporos Dua.

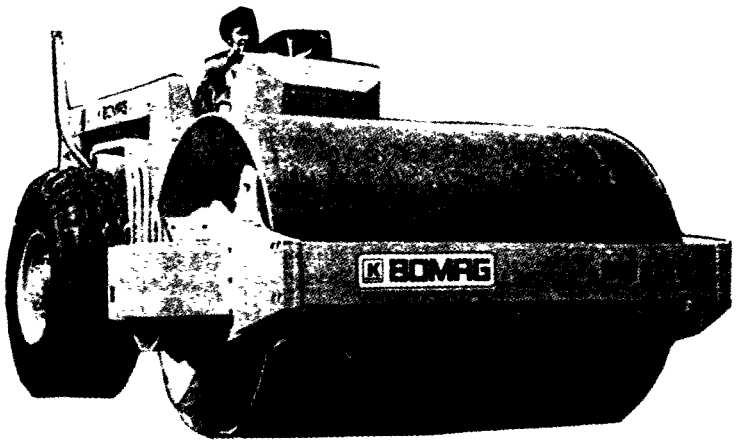
2.1.7.2. Vibration Roller

Versi lain dari tandem roller adalah vibration roller (penggilas getar). Vibration roller mempunyai efisiensi pemadatan yang sangat baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan oleh vibration roller adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir-butir tanah cenderung mengisi bagian-bagian kosong yang terdapat di antara butir-butirnya. Sehingga akibat getaran ini tanah menjadi padat dengan susunan yang lebih kompak.

Dalam proses pemadatan yang dilakukan dengan menggunakan vibration roller, perlu diperhatikan faktor-faktor berikut :

- frekuensi getaran
- amplitudo getaran
- gaya sentrifugal yang bekerja.

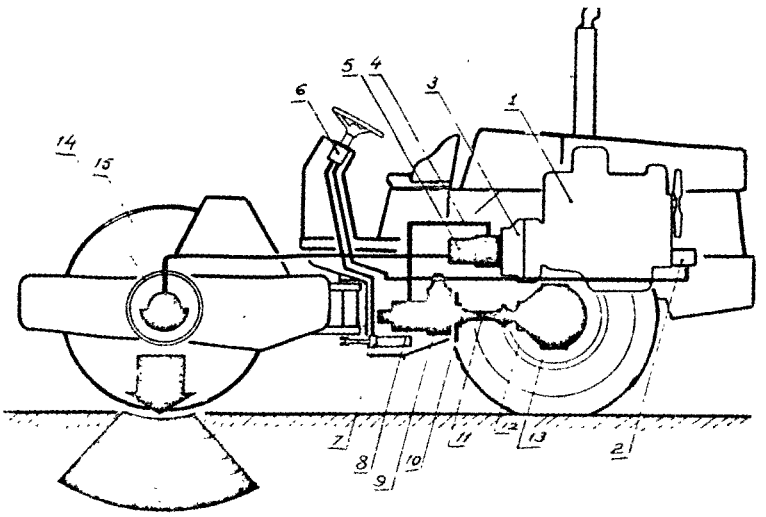
Sistem pendorong, vibrasi dan sistem mengemudi dioperasikan oleh tekanan hidrostatis, untuk menjamin penanganan yang termudah.



Gambar 2-23. Vibratory Roller

Bagian-bagian penting dari penggilas dengan getaran (vibration roller) secara visual dapat dilihat pada Gambar 2-24 sebagai berikut :

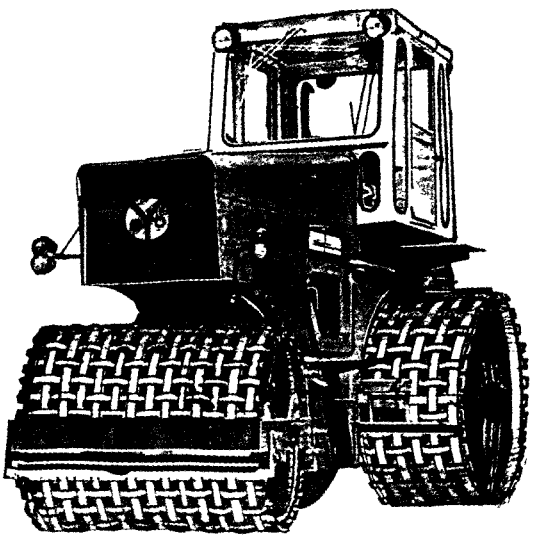
1. Engine (mesin)
2. Steering pump (pompa kemudi)
3. Power driver (pembagi daya)
4. Propelling pump (pompa propeler)
5. Vibration pump (pompa penggetar)
6. Steering valve (katup kemudi)
7. Steering silinder (silinder kemudi)
8. Propelling motor (motor penggerak/pemutar)
9. Transmission (transmisi)
10. Parking brake (rem parkir)
11. Universal joint (sambungan universal)
12. Differential gear (roda gigi differensial)
13. Planetory gear (roda gigi planet)
14. Vibration motor (motor getaran)
15. Vibrator (penggetar)



Gambar 2-24. Bagian-Bagian Penting Vibration Roller

2.1.7.3. Mesh Grid Roller

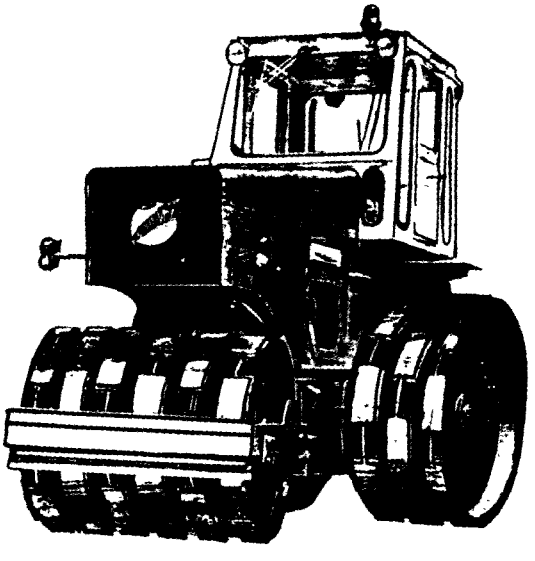
Penggilas jenis lain adalah mesh grid roller dimana roda penggilasnya berbentuk anyaman. Penggilas ini memberi efek "pemadatan dari bawah" yang dikarenakan bentuk roda penggilasnya. Mesh grid roller optimal digunakan untuk menggilas lapisan tanah yang berbutir kasar.



Gambar 2-25. Mesh Grid Roller

2.1.7.4. Segment Roller

Penggilas ini disebut segment roller sebab roda-rodanya tersusun dari lempengan-lempengan. Seperti halnya dengan mesh grid roller, segment roller pun memberikan efek "pemadatan dari bawah" walaupun masuknya roda ke dalam tanah tidak begitu dalam. Keuntungan lain adalah kelebihan air yang terdapat pada lapisan tanah dapat ditekan ke luar, sehingga yang tertinggal hanya cukup untuk memberikan kepadatan maksimal.



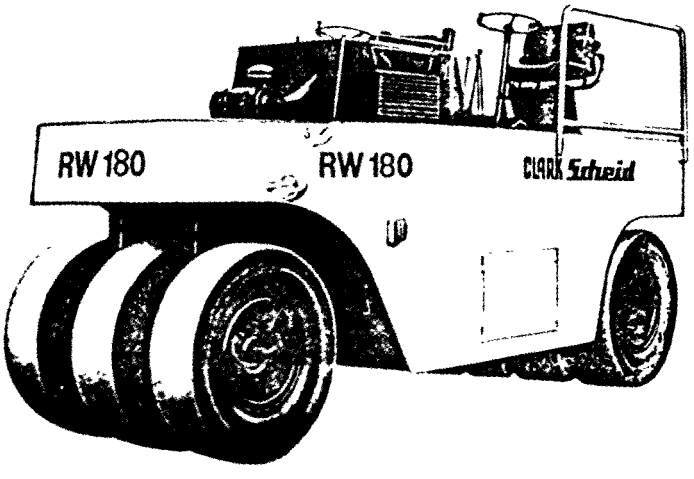
Gambar 2-26. Segment Roller

2.1.7.5. Pneumatic Tired Roller

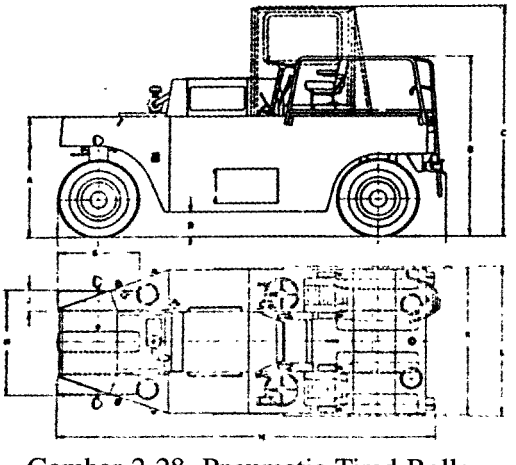
Roda-roda penggilas jenis ini terdiri atas roda-roda ban karet yang dipompa (pneumatic). Susunan dari roda muka dan roda belakang selang-seling sehingga bagian yang tidak tergilas oleh roda bagian depan akan digilas oleh roda bagian belakang. Roda-roda ini menghasilkan "kneading action" (tekanan) terhadap tanah sehingga membantu konsolidasi tanah. Tekanan yang diberikan oleh roda terhadap permukaan tanah dapat diatur dengan cara mengubah tekanan ban. Makin besar tekanan ban, makin besar pula tekanan yang terjadi pada tanah. Sumbu dari roda dapat "bergoyang" mengikuti perubahan permukaan tanah, hal ini dapat memperbesar "kneading action" tadi.

Pneumatic tired roller sangat cocok digunakan pada pekerjaan penggilasan bahan granular, juga baik digunakan pada penggilasan lapisan hot mix sebagai "penggilas

antara". Sebaiknya tidak digunakan untuk menggilas lapisan yang berbatu dan tajam karena akan mempercepat kerusakan pada roda-rodanya. Bobotnya dapat ditingkatkan dengan mengisi zat cair atau pasir pada dinding-dinding mesin. Jumlah roda biasanya 9 sampai 19 buah, dengan konfigurasi 9 buah (4 roda depan dan 5 roda belakang), 11 buah (5 roda depan dan 6 roda belakang), 13 buah (6 roda depan dan 7 roda belakang), 15 buah (7 roda depan dan 8 roda belakang).



Gambar 2-27. Pneumatic Tired Roller

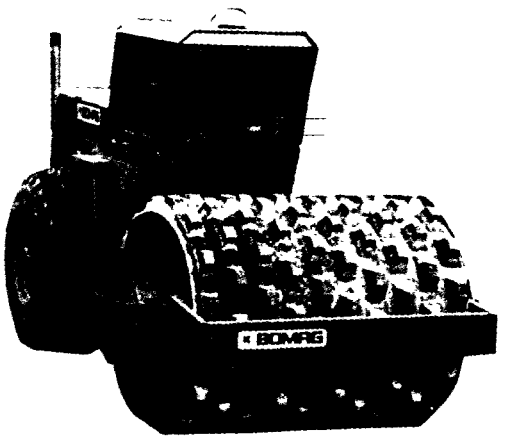


Gambar 2-28. Pneumatic Tired Roller

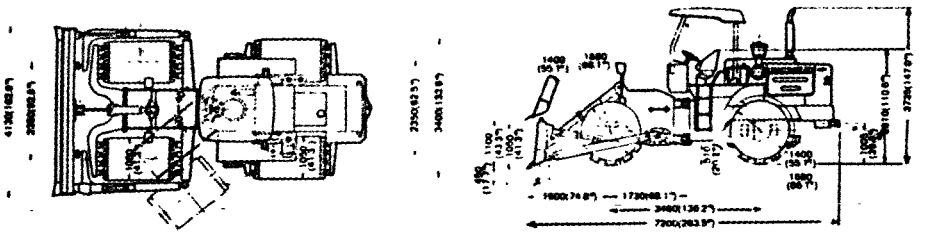
2.1.7.6. Sheep Foot Type Roller

Prinsip dari sheep foot roller adalah sebuah silinder yang di bagian luarnya dipasang kaki-kaki. Pada kaki-kaki ini terjadi tekanan yang tinggi, sehingga kaki-

kaki ini masuk ke dalam tanah dan memberikan efek "pemadatan dari bawah". Sheep foot roller ini baik digunakan untuk tanah berpasir dengan sedikit mengandung lempung, juga untuk tanah yang plastis dan kohesif. Sangat efektif digunakan untuk memadatkan material lepas dengan tebal lapisan antara 15 - 25 cm. Selain sheep foot roller dengan tarikan (towed) juga terdapat sheep foot roller yang bermesin yang dapat bergerak sendiri dengan kecepatan mencapai sekitar 32 km/jam. Untuk sheep foot roller yang ditarik, jika tenaga traktor penariknya cukup besar, biasanya ditarik beberapa jauh, berjajar ke samping, satu garis atau kombinasi keduanya. Ukuran sheep foot roller ini antara 3 - 5 ton , namun ada juga yang 12 - 30 ton.



Gambar 2-29. Sheep Foot Roller (Wheel)



Gambar 2-30. Sheep Foot Roller bermesin

2.1.8. Dump Truck

Dump truck adalah suatu alat yang digunakan untuk memidahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh (500 meter atau lebih). Muatannya diisikan oleh alat pemuat, sedangkan untuk membongkar muatannya, alat ini dapat bekerja sendiri. Ditinjau dari besar muatannya, dump truck dapat dikelompokkan ke dalam 2 (dua) golongan, yaitu:

- on High Way Dump Truck, muatannya lebih kecil dari 20 m3
- off High Way Dump Truck, muatannya lebih besar 20 m3.

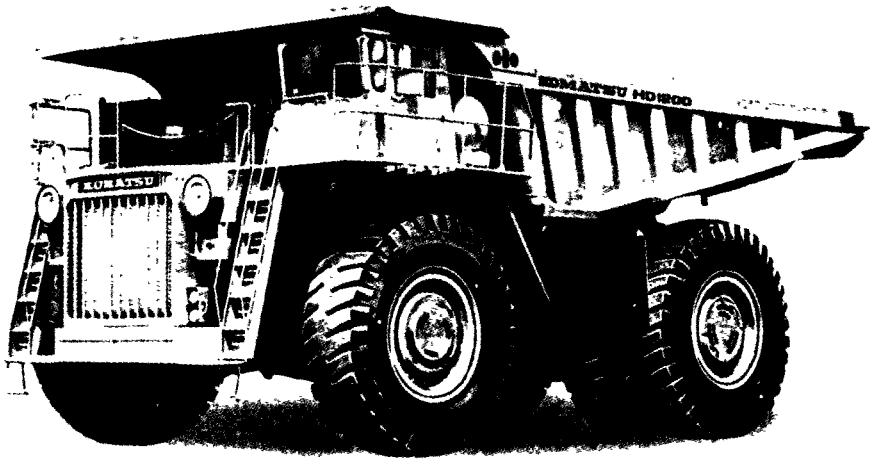
Bila truck tersebut digunakan untuk mengangkut kayu biasanya disebut Logging Truck atau ada yang menggunakan Trailler. Untuk tipe on High Way Dump Truck ada yang menggunakan roda penggerak depan dan belakang (four wheel drive) ada juga yang hanya dilengkapi dengan penggerak roda belakang saja (rear wheel drive). Sedangkan untuk tipe off High Way Dump Truck terdapat perbedaan-perbedaan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Karakteristik off High Way Dump Truck

Karakteristik	Deskripsi
Power Train	Sederhana, engine terpasang di depan penggerak pada roda belakang, mekanis atau electris.
Distribusi Berat	Beban di bawah pada bagian belakang truck. Pada muatan penuh, 67% beban berada pada roda belakang (4 ban) dan 33% pada roda depan. Pada saat kosong distribusi beban adalah 50 : 50.
Grade ability	Memiliki rasio daya beban yang tinggi, dapat melewati slope sampai dengan 18%.
Maneuverability	Baik, memiliki wheel base yang pendek sehingga memudahkan manuver.
Kekokohan	Struktur cocok untuk kondisi kerja yang berat dan beban kejut yang berat.
Tipe Material	Semua ukuran batu. Material dengan kerapatan yang tinggi memberikan distribusi berat yang baik.
Dumping	Baik pada lokasi dumping, pada hopper memerlukan manuver mundur, waktu dumping berkisar 40 - 60 detik.
Loading	Memiliki loading height yang tinggi sehingga agak menyulitkan pemuatan dengan front and loader seperti wheel loader atau track loader.
Breaking	Baik, jarak antara axle yang pendek memiliki tendensi skid pada jalan yang licin.

*** Pemilihan Truck**

Kapasitas truck yang dipilih harus berimbang dengan alat pemuatnya (loader), jika perbandingan ini kurang proporsional, maka ada kemungkinan loader ini banyak menunggu atau sebaliknya. Perbandingan yang dimaksudkan yaitu antara kapasitas truck dan kapasitas loader adalah 4 @ 5 : 1 atau dengan perkataan lain kapasitas truck 4 @ 5 kali kapasitas loader. Perbandingan ini juga akan berpengaruh terhadap waktu pemuatan (loading time).



Gambar 2-31. Dump Truck

Beberapa pertimbangan (keuntungan dan kerugian) yang harus diperhatikan dalam pemilihan ukuran truck adalah sebagai berikut :

*** Truck Kecil**

Keuntungan dengan menggunakan truck berukuran kecil adalah sebagai berikut :

- Lebih lincah dalam beroperasi
- Lebih mudah mengoperasikannya
- Lebih fleksibel dalam pengangkutan jarak dekat
- Pertimbangan terhadap jalan kerja lebih sederhana
- Penyesuaian terhadap kemampuan loader lebih mudah
- Jika salah satu truck dalam satu unit angkutan tidak bekerja, tidak akan bermasalah terhadap total produksi.

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut :

- Waktu hilang lebih banyak, akibat banyaknya truck yang beroperasi, terutama waktu pemuatan (loading)
- Excavator lebih sukar untuk memuatnya karena kecilnya bak
- Lebih banyak sopir yang diperlukan
- Biaya pemeliharaan lebih besar karena lebih banyak truck, begitu pula tenaga pemeliharaan.

*** Truck Besar**

Keuntungan dengan menggunakan truck berukuran besar adalah

sebagai berikut :

- Untuk kapasitas yang sama dengan truck kecil , jumlah unit truck besar lebih sedikit
- Sopir atau crew yang digunakan lebih sedikit
- Cocok untuk angkutan jarak jauh
- Pemuatan dari loader lebih mudah sehingga waktu yang hilang lebih sedikit.

Sedangkan kerugiannya adalah sebagai berikut :

- Jalan kerja harus diperhatikan karena kerusakan jalan relatif lebih cepat akibat berat truck yang besar
- Pengoperasiannya lebih sulit karena ukurannya yang besar
- Produksi akan sangat berkurang jika salah satu truck tidak jalan (untuk jumlah yang relatif kecil).
- Maintenance lebih sulit dilaksanakan.

2.1.9. Crane

Adalah alat yang pada umumnya digunakan untuk mengangkat atau memindahkan material dari tempat asal ke tempat yang lebih tinggi atau lebih rendah. Juga dapat digunakan untuk mengisi atau membongkar muatan dengan perantaraan selling atau wire rope.

2.1.10. Ditcher

Alat ini dirancang khusus untuk menggali parit atau saluran. Konstruksinya dibuat sedemikian rupa hingga memungkinkan untuk memperoleh bentuk saluran atau parit yang sekaligus jadi.

2.2. FUNGSI DAN KEGUNAAN ATTACHMENT

2.2.1. Angle Blade

Angle blade atau disebut juga angle dozer dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti menggali, menggusur, mendorong atau menumpuk. Blade ini dapat distel membentuk sudut ke kiri atau ke kanan, oleh karena itu material yang digusur dapat mengarah ke samping. Ujung end bit ini menonjol keluar untuk memotong, merusak akar (tunggul), memakai C frame sehingga tumpuan dorongan kuat di tengah bagian blade, cocok untuk pekerjaan logging dan land clearing. Penyetelan blade bisa dimiringkan ke depan atau ke belakang untuk memudahkan pembuangan ke samping.

2.2.2. Straight Blade (Straight Tilt Blade)

Bentuknya kokoh, sangat efisien untuk pekerjaan galian yang memerlukan tenaga lebih besar. Disamping itu dapat pula digunakan untuk menggusur, mendorong atau menumpuk. Kemiringan blade digerakkan secara hidrolis langsung dari tempat operator berada, hingga memudahkan operator untuk mengaturnya. Kegunaan "tilt" di sini adalah untuk memiringkan posisi blade agar diperoleh kemiringan hasil pemotongan. Bisa digunakan pada pekerjaan-pekerjaan proyek konstruksi dan mining (pertambangan).

2.2.3. Shear Blade

Konstruksinya dibuat sedemikian rupa sehingga berbeda dengan blade lainnya. Alat ini dipergunakan untuk berbagai keperluan seperti:

- Menumbangkan pohon dengan memotong akar pohon terlebih dahulu.
- Mencerai-beraikan tunggul hingga rata dengan permukaan tanah.
- Menumpuk.

Salah satu kekurangan alat ini adalah memerlukan teknik penggunaan yang tinggi dan perawatan khusus, yaitu setiap 10 jam kerja blade harus diasah. Alat ini sudah jarang dipakai karena merusak kayu yang bisa dimanfaatkan.

2.2.4. Rake Blade

Kegunaan alat ini teristimewa untuk:

- Untuk mencabut sisa-sisa akar pohon
- Menumpuk batang pohon.

Kerusakan top soil yang diakibatkan oleh alat ini lebih kecil dibanding apabila menggunakan blade tipe lainnya. Kegunaan lain bisa untuk memilih ukuran batuan-batuan tertentu.

2.2.5. Towing Winch

Alat ini dipasang pada bagian belakang traktor atau bulldozer, dozer shovel atau skidder. Digunakan untuk pekerjaan menarik, seperti menarik kayu gelondongan, menarik portable camp. Selain itu dapat pula dipakai untuk membantu menarik traktor yang terbenam.

2.2.6. Log Clamp / Fork Clamp

Umumnya digunakan pada dozer shovel atau wheel loader. Digunakan untuk mengangkat, memuat ataupun memindahkan kayu-kayu bulat atau log.

2.2.7. Ripper

Digunakan untuk memecah, menggali lapisan batuan atau material keras lainnya agar menjadi bongkahan-bongkahan hingga selanjutnya memungkinkan untuk digusur atau didorong oleh dozer blade.



Gambar 2-32. Ripper bercakar tiga yang dipasang pada traktor yang dioperasikan secara hidraulik.

2.2.8. Fair Lead

Alat ini biasanya dipasangkan pada winch yang berfungsi untuk menghindarkan kerusakan yang diakibatkan oleh adanya gesekan langsung antara wire rope dengan housing winch.

2.2.9. Tree Pusher

Alat ini digunakan untuk merobohkan pohon dengan jalan mendorong. Makin tinggi posisi mendorong, makin mudah pohon ditumbangkan.

2.2.10. Disc Plow / Disc Harrow

Alat ini digunakan untuk membajak tanah yang masih virgin. Karena piringannya (disc) besar, maka tanah disamping dibajak sekaligus pula dibalik dan digemburkan. Tetapi untuk menghaluskan tanah, perlu digunakan jenis harrow yang piringannya lebih kecil.

3 ANALISA BEBAN DAN TENAGA

Analisa ini penting untuk dipelajari, karena dengan mengetahui 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. Dalam melakukan analisa beban dan tenaga, perlu diperhatikan tahap-tahap analisa yang dilakukan, yaitu:

a. Menentukan beban total mesin atau alat
b. Menentukan tenaga yang tersedia atau kombinasi "draw bar pull" dan kecepatan yang tersedia untuk melakukan pekerjaan.
c. Memeriksa traksi kritis mesin atau 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 di atas, maka perlu diketahui tentang beban/tahanan yang bekerja, tenaga yang tersedia pada mesin atau alat, dan faktor pembatas tenaga.

3.1. BEBAN / TAHANAN

Adalah beban / tahanan pada traktor yang melakukan pekerjaan pemindahan tanah mekanis berupa beban dorong, beban potong, beban tarik, tahanan gelinding, tahanan kelandaian, dan beban total.

3.1.1. Beban Dorong

Beban ini terdapat pada traktor yang bekerja mendorong atau menggusur material, dimana besarnya dihitung dengan menggunakan formula:

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

dimana : KB : Kapasitas Blade (m^3)
BD : Berat Material (kg/m^3)

3.1.2. Beban Potong

Ditimbulkan sebagai reaksi material terhadap pemotongan yang dilakukan terhadapnya,

yang secara teoritis dapat dihitung apabila shear strength atau draft resistance dari material diketahui.

Beban Potong = q x dr (kg)

dimana : q : Luas penampang tanah yang dipotong (cm^2)
dr : Shear strength.

3.1.3. Beban Tarik

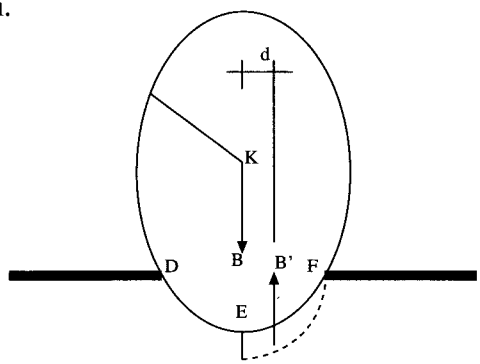
Beban tarik merupakan tahanan yang timbul akibat adanya gesekan dari benda yang ditarik. Misalnya log. Pada benda tersebut beban tarik timbul karena adanya gesekan antara log dengan permukaan tanah yang besarnya bervariasi tergantung pada berat log, cara penarikan dan keadaan tanah. Secara teritis besarnya beban tarik dapat dihitung dengan formula:

Beban Tarik = BK x cg (kg)

dimana : BK : Berat Kayu (kg)
Cg : Koefisien Gesek

3.1.4. Tahanan Gelinding

Adalah tahanan gelinding terhadap roda yang akan menggelinding akibat adanya gesekan antara roda dengan permukaan tanah. Besarnya tergantung keadaan permukaan tanah dan berat kendaraan. Roda dengan jari-jari (r), beban (B) yang berititk tangkap di K akan menimbulkan "lekukan" pada permukaan jalan. Bila roda tidak bergerak, maka beban terbagi ke seluruh permukaan DEF yang reaksinya berimpit/satu garis dengan titik tangkap B yaitu K. Bila roda mulai bergerak, permukaan DE mulai terlepas, sehingga titik tangkap reaksi bergeser ke arah B' sejarak d dari E. Oleh karena itu akan timbul momen perlawanan sebesar M = B.d. Perlu diketahui makin lunak tanah bersangkutan makin besar jarak d tadi.



Gambar 3-1. Ikhtisat Penentuan Tahanan Gelinding

Secara praktis tahanan gelinding dapat dihitung dengan rumus:

Tahanan Gelinding = W x Crr (kg)

dimana : W : Berat kendaraan (kg)
Crr : Koefisien tahanan gelinding

Penentuan besarnya nilai koefisien tahanan gelinding sangat dipengaruhi oleh kondisi permukaan jalan yang dilalui oleh peralatan, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Koefisien Tahanan Gelinding (Crr)

No.	Kondisi Permukaan Jalan	Nilai Koefisien (%)
1.	Jalan terpelihara, ban tidak terbenam	2
2.	Jalan terpelihara, ban agak terbenam	3,50
3.	Ban terbenam, sedikit basah	5
4.	Keadaan jalan jelek	8
5.	Jalan berpasir gembur, jalan berkrikil	10
6.	Keadaan jalan sangat jelek	15 - 20

Contoh Soal

1. Berapakah tahanan gelinding dari D85A-12 yang sedang menarik scraper RS-16 pada pasir gembur ? Bila diketahui berat D85A-12 sebesar 22.000 kg dan berat RS-16 sebesar 10.500 kg. Koefisien tahanan gelinding untuk pasir gembur adalah 0,12.

Jawab:

Tahanan gelinding (RR) = W x Crr
= 10.500 x 0,12 = 1260 kg.

2. Sama seperti soal 1, tetapi Scraper RS-16 dimuati tanah biasa dengan berat material 1725 kg/m3. Muatan RS-16 adalah 16 m3. Berapakah Rolling Resistance-nya ?

Jawab:

Tahanan gelinding = W x Crr
= 38.000 x 0,12 = 4572 kg.

ASSIGNMENT #02

Sebuah dump truck HD200 digunakan untuk menarik scraper RS-12 bermuatan tanah biasa. Jika diketahui berat HD200 20 ton, berat Rs-12 9,2 ton, koefisien tahanan gelinding 0,12, berat material 1725 kg/m3, hitunglah besarnya tahanan gelinding yang diderita oleh dump truck HD200.

3.1.5. Tahanan Kelandaian

Jika suatu kendaraan bergerak melalui suatu tanjakan, maka diperlukan tenaga traksi tambahan sebanding dengan besarnya landai tanjakan tadi, demikian pula jika menurun, akan terjadi pengurangan tenaga traksi, hal ini terjadi karena adanya pengaruh gravitasi. Dengan demikian tahanan kelandaian adalah tahanan yang akan diderita oleh setiap alat yang mendaki dikarenakan pengaruh gravitasi bumi. Tahanan ini akan berubah menjadi bantuan (bantuan kelandaian) apabila alat menuruni bukit. Kelandaian dinyatakan dalam %, yaitu perbandingan antara perubahan ketinggian per satuan panjang jalan. Besarnya tahanan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Tahanan Kelandaian} = W \times \%\, k \qquad (\text{kg})$$

dimana : W : Berat kendaraan (kg)
% k : Kelandaian (%)

Dalam penentuan besarnya tahanan kelandaian, mutlak harus diperhatikan faktor konversi berdasarkan derajat kelandaian seperti tercantum pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Konversi Derajat / % Kelandaian

Derajat	Konversi (%)
1	1,8
2	3,5
3	5,2
4	7,0
5	8,7
6	10,5
7	12,2
8	13,9
9	15,6
10	17,4
11	19,0
12	20,8
13	22,5
14	24,2
15	25,9
16	27,6
17	29,2
18	30,9
19	32,6
20	34,2
21	35,8
22	37,5
23	39,1
24	40,2
25	42,3
26	43,8
27	45,4
28	47,0
29	48,5
30	50,0

Contoh Soal :

Bila suatu bulldozer tipe D50A-16 mendaki bukit dengan kelandaian 25,9%, berapakah besar tahanan kelandaiannya jika diketahui berat D50A-16 sebesar 11.400 kg ?

Jawab:

Tahanan Kelandaian = W x % k
= 11.400 x 0,259 = 2952,60 kg.

ASSIGNMENT #03

Bulldozer D85A-18 digunakan untuk menarik scraper RS-16 bermuatan tanah biasa. Kelandaian bukit 10 derajat. Berat D85A-18 sebesar 22 ton, sedangkan berat RS-16 termasuk muatannya 29 ton. Berapakah tahanan kelandaian yang diderita D85A-18 ?

3.1.6. Beban Total

Beban total merupakan jumlah beban atau tahanan yang harus diatasi oleh alat pada suatu kondisi pekerjaan tertentu. Dalam hal ini hendaknya dianalisis mengenai beban-beban apa saja yang diderita suatu alat dan dikaji dengan secermat-cermatnya. Berikut ini adalah kesimpulan mengenai 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 inilah yang harus diatasi oleh suatu alat. Dengan demikian beban total adalah sama dengan tenaga yang dibutuhkan.

Contoh Soal:

Sebuah track tipe traktor sedang menarik scraper di suatu medan dengan kemiringan lapangan (% sin) = 5% pada jalan berkerikil. Koefisien tahanan gelinding sebesar 0,12, berapkah besar tenaga yang dubutuhkan agar track tipe traktor tersebut dapat menarik scraper jika diketahui berat traktor 26 ton, berat scraper 16 ton dan berat muatan 4 ton ?

Jawab:

Tenaga yang dibutuhkan = beban total
= Tahanan traktor + Tahanan scraper.

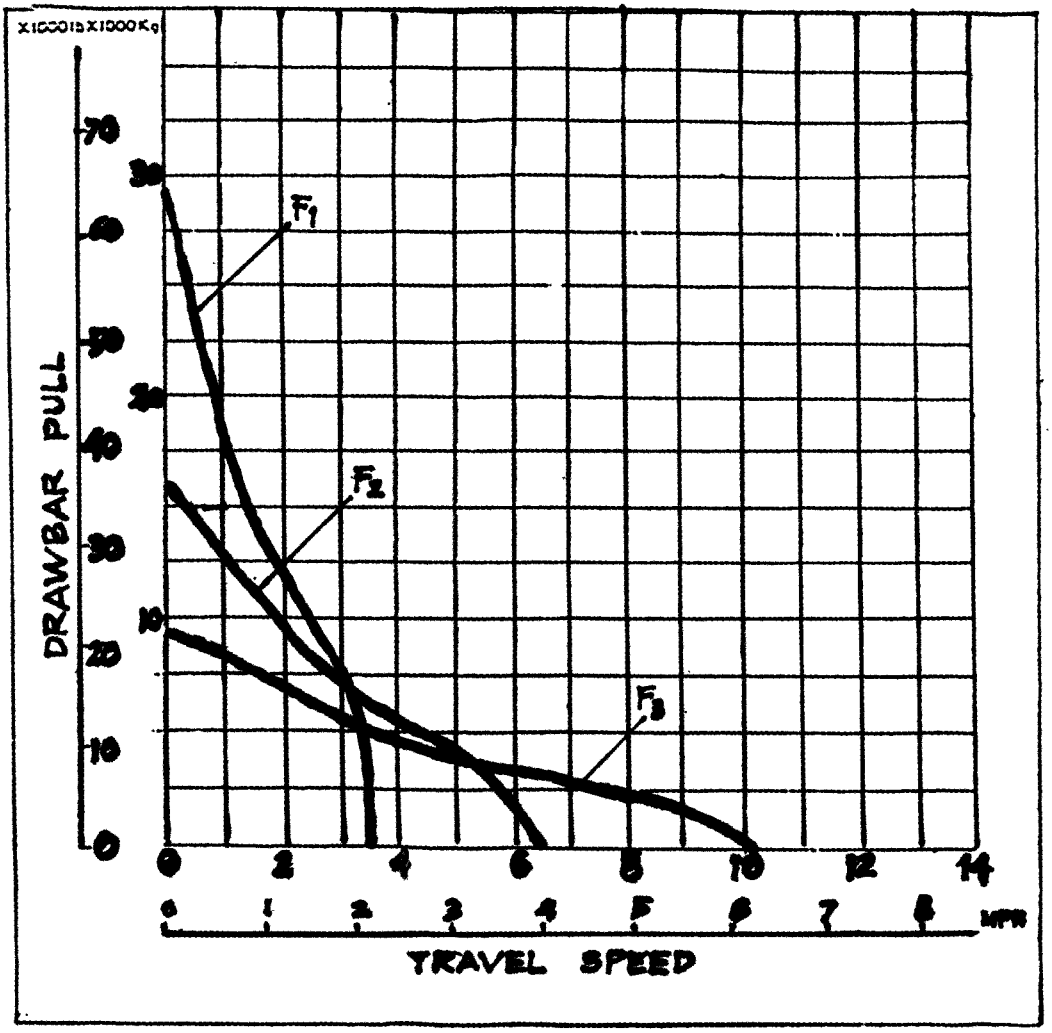
Tahanan Traktor,
Hanya tahanan kelandaian saja (GR)
GR = W x %k = 26.000 x 5% = 1300 kg.

Tahanan Scraper,
Tahanan gelinding + Tahanan kelandaian
(W x Crr) + W x %k
(20.000 x 0,12) + (20.000 x 5%)
2.400 + 1000 = 3.400 kg.

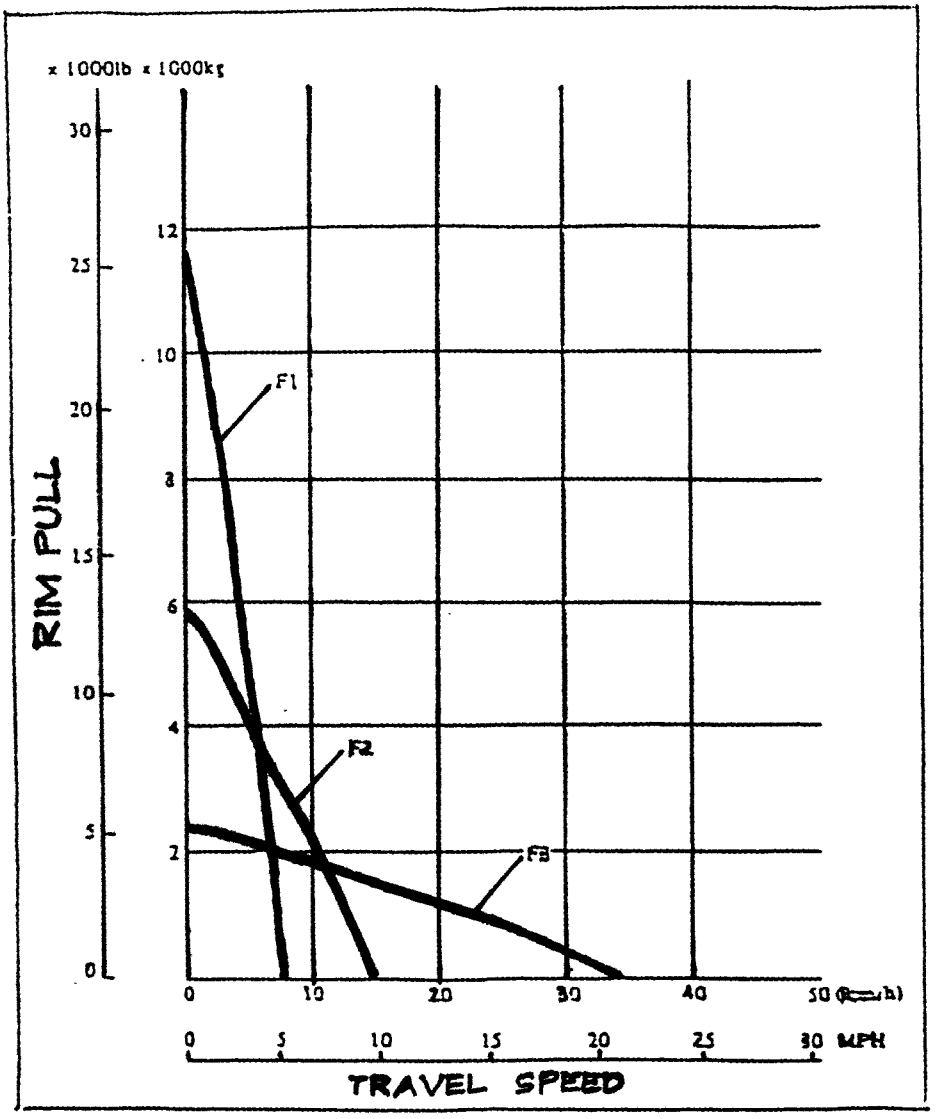
Jadi tenaga yang dibutuhkan = 1.300 + 3.400 = 4.700 kg.

3.2. TENAGA YANG TERSEDIA

Adalah tenaga yang tersedia pada suatu alat. Besar kecilnya tenaga ini tergantung "horse power" dari alat itu sindiri. Horse power ini akan berubah menjadi beberapa tingkat tenaga tarik (drawbar pull). Besarnya tenaga tarik ini bervariasi, umumnya makin tinggi kecepatan makin rendah tenaga tariknya, demikian pula sebaliknya (lihat Gambar 3-2 dan Gambar 3-3). Yang perlu diperhatikan adalah drawbar pull dan travel speed dapat berubah tergantung pada kondisi permukaan medan kerja dan berat alat.



Gambar 3-2. Draw Bar Pull vs Travel Speed (D65E-6)



Gambar 3-3. Rimpull vs Travel Speed
KOMATSU W90 - 2 Wheel Loader
(KOMATSU S6D 105 ENGINE)

3.3. FAKTOR PEMBATAS TENAGA

Tenaga yang tersedia pada suatu alat tidak dapat dipergunakan seluruhnya karena dibatasi oleh adanya faktor traksi kritis dan ketinggian daerah kerja (altitude).

3.3.1. Traksi Kritis

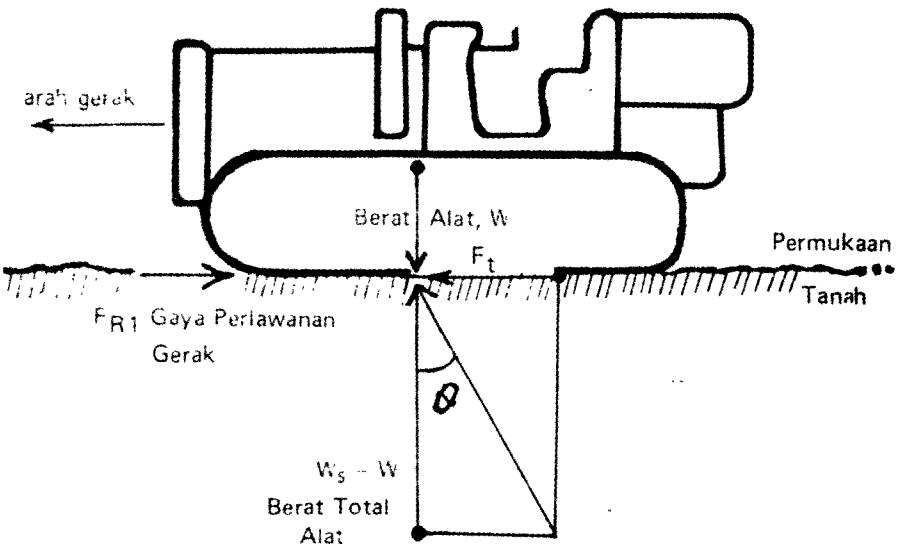
Traksi kritis adalah daya cengkram suatu alat akibat adanya adhesi antara roda penggerak dari alat tersebut dengan permukaan tanah. Batas kritis dari daya cengkram ini disebut traksi kritis, sebab alat tidak mungkin dapat memiliki daya cengkram melebihi batas kritis ini, walaupun terhadap alat tersebut dilakukan sesuatu perubahan agar "horse powernya" meningkat. Jika terdapat geseran yang cukup antara permukaan roda dengan permukaan jalan, maka tenaga mesin dapat dijadikan tenaga traksi maksimal. Tetapi sebaliknya jika tidak cukup terdapat geseran antara roda dengan permukaan jalan, maka kelebihan tenaga mesin dilimpahkan kepada roda dan akan mengakibatkan terjadinya selip. Koefisien traksi dapat disebut sebagai suatu faktor yang harus dikalikan dengan berat total kendaraan untuk memperoleh traksi kritis. Besarnya nilai traksi kritis ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Traksi Kritis (TK) = W x Ct

Keterangan:

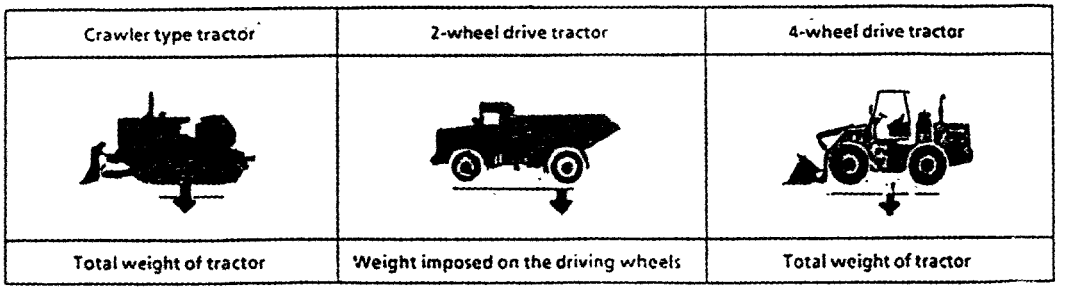
W : Berat kendaraan / alat pada roda penggeraknya (kg)

Ct : koefisien traksi.



Gambar 3.4. Ikhtisar Penentuan Traksi Kritis

Dalam penentuan berat kendaraan pada roda penggeraknya, hendaknya diperhatikan dengan cermat. Untuk itu perhatikan ihktisar berikut ini.



Gambar 3-5. Ikhtisar Penentuan Berat Kendaraan pada Roda Penggeraknya

Nilai traksi inilah yang merupakan tenaga dari alat yang dapat dimanfaatkan, sebab kendatipun tenaga yang tersedia lebih besar dari traksi kritis, kita tidak dapat memanfaatkannya. Sebab daya cengkram maksimumnya adalah traksi kritis. Berikut adalah Koefisien traksi yang diperoleh berdasarkan tipe dan keadaan tanah serta jenis roda.

Tabel 3.3. Koefisien Traksi Berdasarkan Tipe & Keadaan Tanah, dan Jenis Roda

Tipe & Keadaan Tanah	Jenis Roda	
	Roda Ban	Track
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
Krikil lepas / gembur	0.36	0.25
Pasir lepas	0.25	0.25
Tanah berlumpur	0.20	0.15

Contoh Soal :

Sebuah bulldozer D60E-6 digunakan untuk menarik harrow merek Towner tipe 800 series. Berat D60E-6 adalah 18 ton. Berat harrow kira-kira 4 ton. Menurut aturan pabrik produsen harrow, tipe 800 series akan memberikan tahanan sebesar 4500 kg apabila ditarik di tempat rata. Apabila D60E -6 tersebut harus menariknya di tempat

yang mempunyai kelandaian 8%, buktikan bahwa bulldozer D60E-6 mampu menariknya, jika diketahui koefisien traksi 0,65. !!!

Jawab :

Tahanan yang menjadi beban D60E-6 adalah tahanan kelandaian D60E-6 + Tahanan Towner.

Tahanan kelandaian D60E-6 :

GR = W x %k
= 18.000 x 8%
= 1.440 kg.

Tahanan Towner :

4.500 + (4.000 x 8%) = 4.500 + 320 = 4.820 kg.

Total Tahanan = 1.440 + 4.820 = 6.260 kg.

Tenaga yang bermanfaat = Traksi kritis

Traksi kritis D60E-6 sebesar : TK = 18.000 x 0,65 = 11.700 kg.

Kesimpulan : 11.700 > 6.260, berarti D60E-6 mampu menarik harrow. (q.e.d)

3.3.2. 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 tempat beroperasinya alat, makin berkurang prosentase oksigen ini, maka tenaga alat yang tersedia harus dikoreksi karenanya. Besarnya penurunan tenaga tergantung sistem pengisapan udara dari segi engine pada alat tersebut. Berdasarkan naturally aspirated, dikelompokkan sebagai berikut :

- *Diesel 4-tak*, Alat dengan tenaga diesel jenis ini, akan mengalami penurunan tenaga 1% pada setiap 100 m kenaikan di atas ketinggian 300 m dpl.
- *Diesel 2-tak*, Akan mengalami penurunan sebesar 1% untuk setiap 100 m kenaikan di atas ketinggian 150 m dpl.
- *Turbocharger*, Mengalami penurunan 1% untuk setiap 150 m kenaikan, pada ketinggian di atas 1500 m dpl.

Tenaga mesin akan berkurang sebesar 1% setiap kenaikan tempat 100 m di atas ketinggian 300 m, atau berkurang 3% setiap kenaikan tempat 1.000 feet di atas ketinggian 750 m ((2.500 feet). Rumus ini biasanya hanya berlaku untuk mesin 4 tak. Sebagai contoh, suatu mesin 200 HP 4 tak harus bekerja pada ketinggian 6.000 feet, maka hilangnya tenaga mesin adalah sebesar :

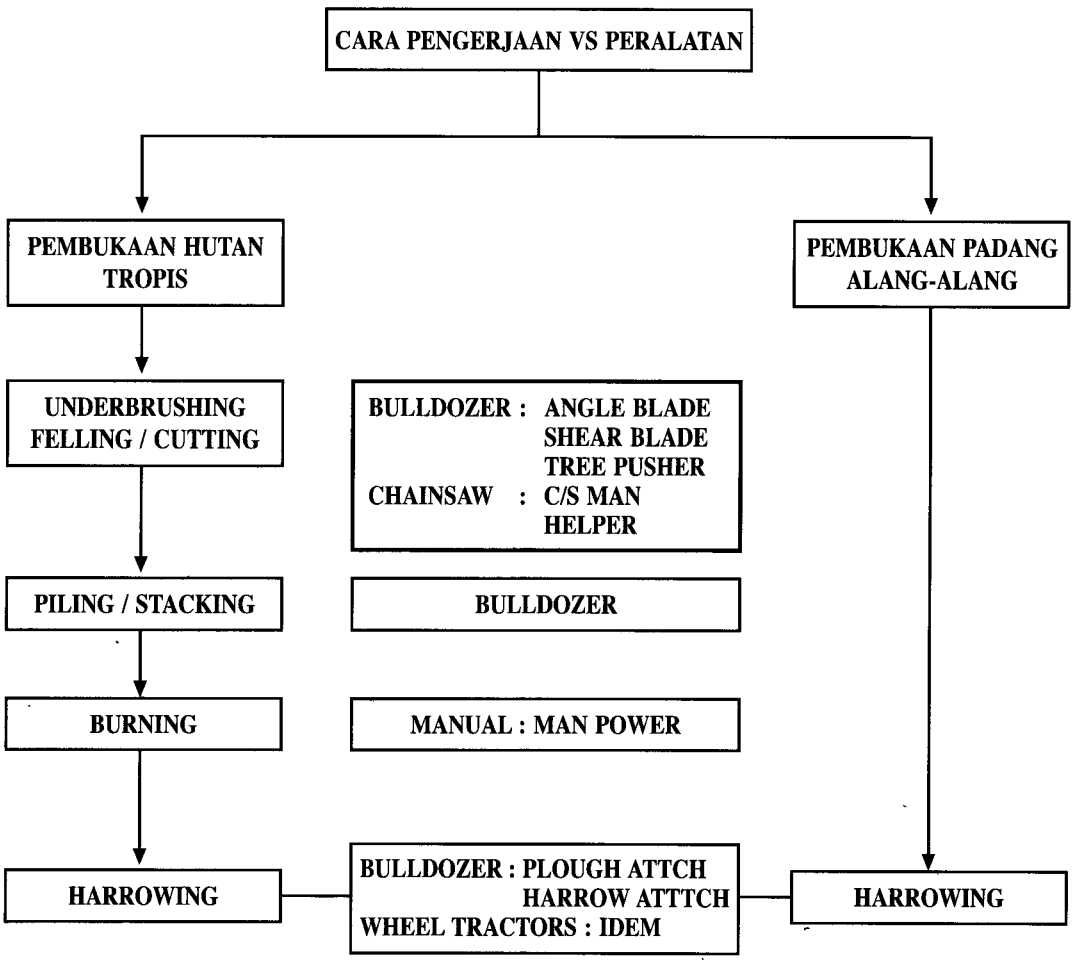
$$\frac{3\% \text{ x } 200 \text{ HP x } (6.000 - 2.500)}{1.000} = 21 \text{ HP}$$

Untuk mesin 2 tak, biasanya kehilangan tenaga tersebut diperhitungkan sebesar 1%. Turbocharger dapat mengurangi kehilangan tenaga mesin, dan menaikkannya sampai 125%, yang bekerja dengan cara menginjeksi oksigen ke dalam silinder. Umumnya alat besar jarang digunakan untuk pekerjaan di tempat yang demikian tinggi.

4 LAND CLEARING DAN PRODUKSI

4.1. PEKERJAAN LAND CLEARING

Umumnya proses pekerjaan land clearing pada proyek-proyek konstruksi dilakukan dengan memperhatikan lahan dan peralatan yang tersedia, seperti ditunjukkan pada Gambar 4-1 berikut.



Gambar 4-1. Cara pengerjaan land clearing vs peralatan

4.1.1. Proses Pengerjaan Land Clearing

Pada proses pengerjaan land clearing, hal yang umum dilakukan adalah meliputi pekerjaan :

*** Underbrushing**

Underbrushing adalah sebuah kegiatan yang lebih menjurus kepada pembabatan pepohonan yang berdiameter maksimum 30 cm dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan penumbangan pepohoan yang lebih besar.

*** Felling / Cutting**

Adalah kegiatan penumbangan pepohonan yang berdiameter lebih dari 30 cm. Dalam spesifikasi pekerjaan yang tersedia, biasanya disebutkan persyaratan-persyaratan tertentu, seperti misalnya pohon harus ditumbangkan berikut tunggul (bonggolnya) dengan mengupayakan kerusakan top soil sekecil mungkin, kayu-kayu yang produktif harus dipotong menjadi 2 atau 4 bagian yang kelak dapat dimanfaatkan bagi keperluan transmigran dan sebagainya.

*** Piling**

Kegiatan pengumpulan kayu-kayu yang kemudian dikumpulkan menjadi tumpukan-tumpukan kayu pada jarak tertentu. Perlu diperhatikan adanya jalur tumpukan yang sesuai dengan arah angin.

*** Burning**

Adalah pembakaran kayu-kayu yang telah ditumbangkan dan cukup kering, dengan tidak melalaikan kayu-kayu yang dapat dimanfaatkan. Dalam spesfikasi pekerjaan umumnya diharuskan abu sisa pembakaran disebar dengan rata untuk menambah kesuburan tanah.

4.1.2. Metode Kerja Land Clearing

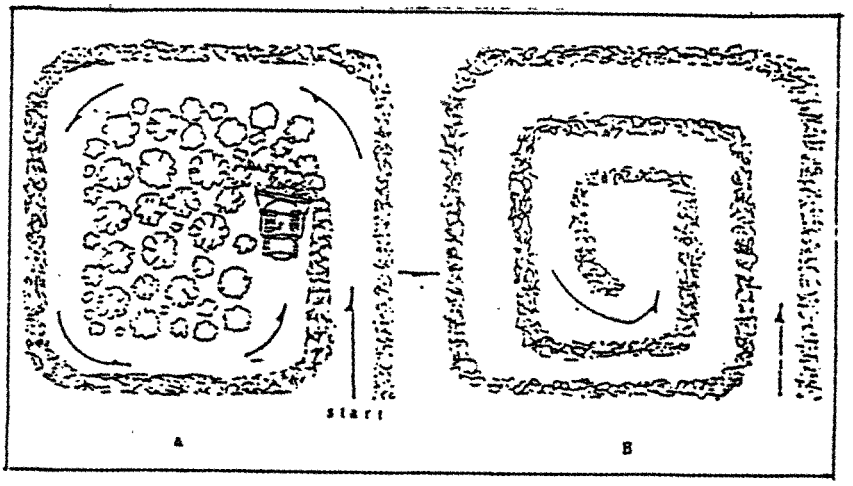
Metode kerja atau cara pengerjaan yang tepat dan benar akan sangat berpengaruh terhadap produktivitas alat. Untuk menentukan metode mana yang paling tepat tergantung banyak faktor seperti volume / spesifikasi proyek, waktu yang tersedia, dan lain-lain. Berdasarkan pengalaman, untuk proyek dengan volume besar sedangkan waktu yang tersedia relatif singkat, maka bulldozer merupakan alat yang efisien. Sehingga dengan demikian pembahasan mengenai cara pengerjaan (metode kerja) selanjutnya lebih dititik beratkan pada penggunaan bulldozer.

4.1.2.1. Metode Penebasan dan Penumbangan

Pekerjaan penebasan dan penumbangan dikerjakan secara bersamaan. Untuk kegiatan ini dikenal beberapa metode, seperti metode perimeter, metode out crop, metode contour, dan metode zig-zag. Dari keempat metode tersebut di atas, metode mana yang paling tepat untuk digunakan sangat tergantung pada kondisi medannya.

*** Metode Perimeter**

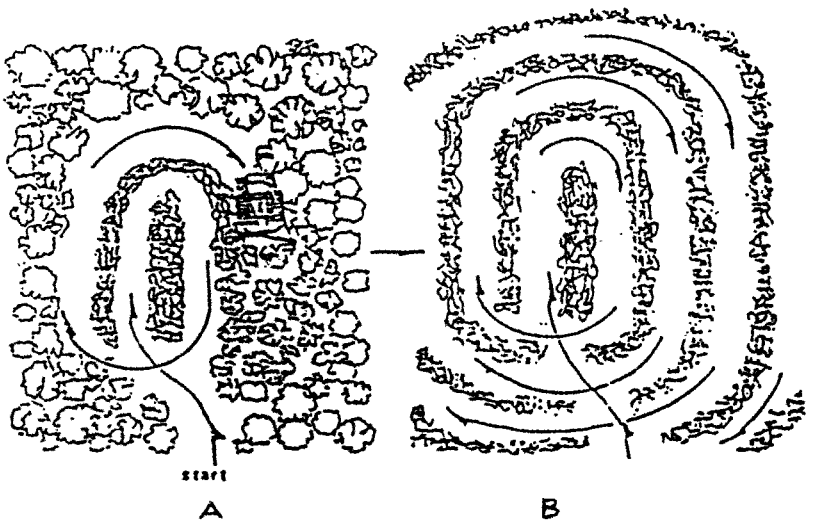
Metode ini cocok diterapkan pada areal yang rata. Setelah plot areal yang akan dibuka telah ditentukan, maka bulldozer mulai menebas atau menumbangkan pohon, dari luar menuju ke dalam, mengelilingi plot areal dengan arah gerak bulldozer berlawanan dengan arah jarum jam (Gambar 4-2.A.). Penumbangan dilakukan sedemikian rupa, sehingga arah tumbangnya pohon tidak mengganggu pohon-pohon yang belum tumbang, melainkan jatuh di areal yang telah dikerjakan (Gambar 4-2.B).



Gambar 4-2. Metode Perimeter

*** Metode Out Crop**

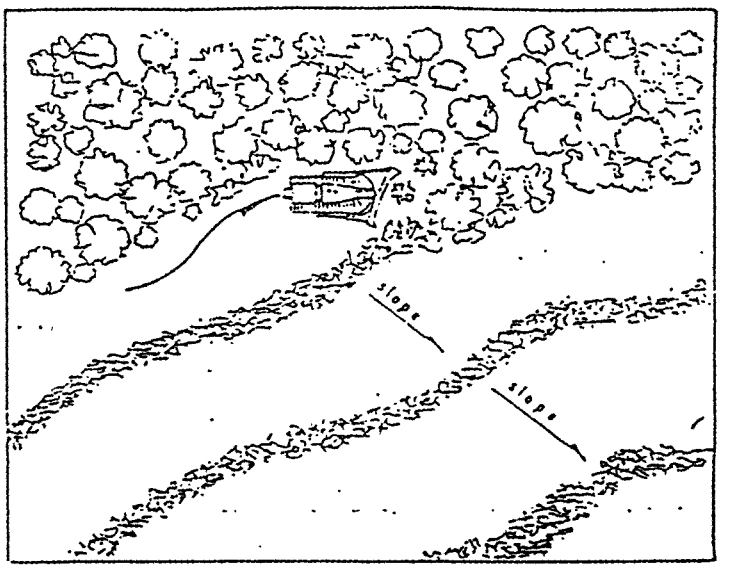
Sama seperti metode perimeter, metode out crop cocok diterapkan untuk areal yang rata. Perbedaannya terletak pada arah gerak bulldozer. Pada metode ini penebasan/penumbangan dimulai dari tengah-tengah plot areal menuju keluar dengan gerak bulldozer searah jarum jam seperti ditunjukkan pada Gambar 4-3. A dan Gambar 4-3.B.



Gambar 4-3. Metode Out Crop

*** Metode Contour**

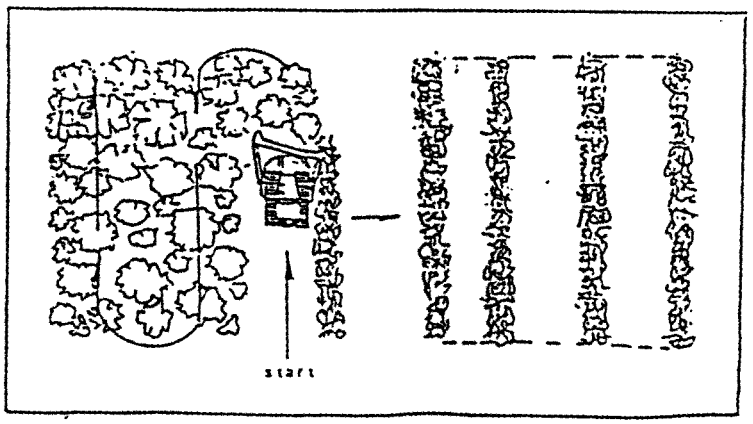
Metode ini umumnya diterapkan pada areal yang berbukit. Bulldozer menebas / menumbangkan dari atas bukit ke bawah pada daerah dengan ketinggian yang sama (contour yang sama) seperti ditunjukkan pada Gambar 4-4.



Gambar 4-4. Metode Contour

*** Metode Zig-Zag**

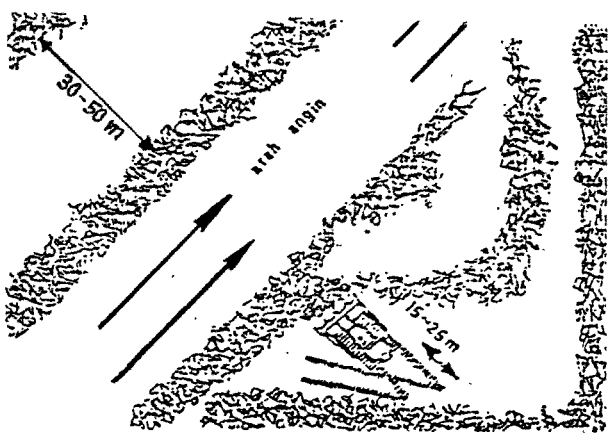
Sama seperti metode perimeter dan out crop, metode zig-zag dapat diterapkan pada areal yang rata. Metode zig-zag dapat dilihat pada Gambar 4-5.



Gambar 4-5. Metode Zig-Zag

4.1.2.2. Metode Penumpukan (Piling)

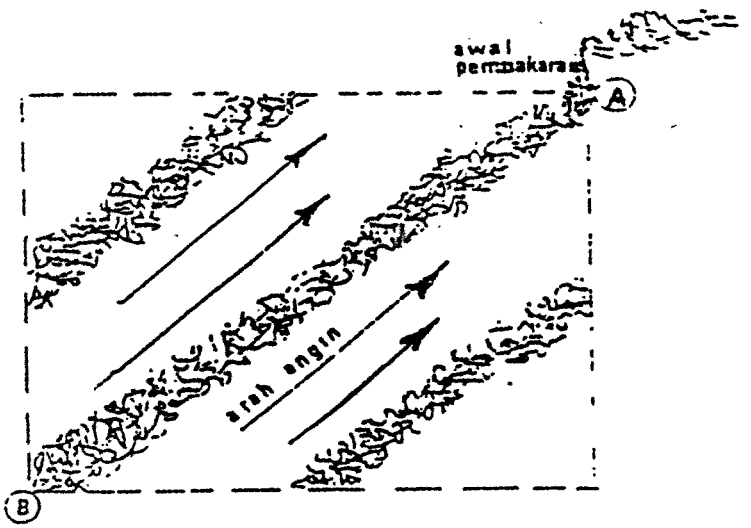
Umumnya hasil tebangan seperti pohon, ranting daun dan sebagainya ditumpuk memanjang searah dengan arah angin dan mengikuti garis contour. Jarak gusur bulldozer sekitar 15 - 25 m, sehingga nantinya jarak tumpukan satu sama lainnya menjadi sekitar 30 - 50 m. Metode penumpukan (piling) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-6.



Gambar 4-6. Metode Penumpukan yang disarankan

4.1.2.3. Metode Pembakaran

Dalam pembakaran, yang sangat perlu diperhatikan adalah arah mata angin. Pada Gambar 4-7, disarankan pembakaran tidak dimulai dari ujung B, karena apinya akan sulit dikendalikan dan lagi pula hasil pembakaran menjadi tidak sempurna.

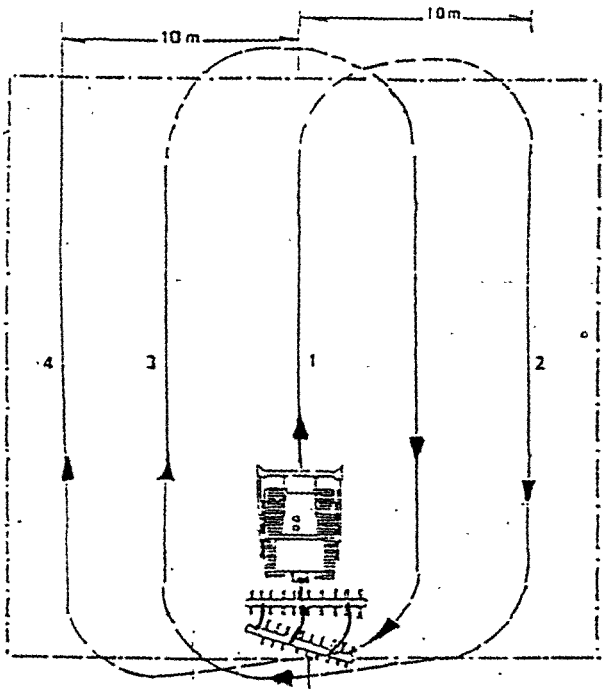


Gambar 4-7. Metode Pembakaran yang disarankan

Jalur timbunan yang ada harus dibuat sesempit dan setinggi mungkin untuk mengurangi jumlah tanah yang terbakar, karena dalam pembakaran, humus tanah akan ikut terbakar sehingga dapat mengurangi kesuburan.

4.1.2.4. Metode Harrowing

Dewasa ini telah dikenal berbagai metode harrowing. Salah satu metode yang memiliki efisiensi kerja tertinggi adalah "metode lompat kijang" (Gambar 4-8). Berdasarkan data dan pengalaman, metode ini memiliki efisiensi kerja sekitar 98,8%.



Gambar 4-8. Metode Harrowing-Lompat Kijang

4.2. JENIS ALAT YANG DIGUNAKAN

Beberapa jenis alat digunakan untuk membersihkan lahan, dengan bermacam-macam tingkat keberhasilan, seperti :

- Bulldozer yang dipasang pada traktor
- Bilah khusus yang dipasang pada traktor
- Garu yang dipasang pada traktor
- Rantai dan kabel baja yang ditarik oleh traktor.

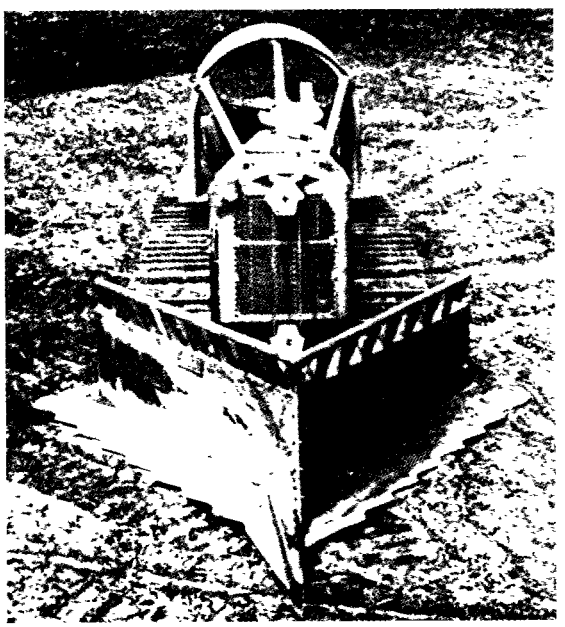
4.2.1. Bulldozer yang Dipasang pada Traktor

Dahulu bulldozer umumnya digunakan untuk membersihkan lahan, namun sekarang bulldozer tersebut dapat diganti oleh bilah khusus yang dipasang pada traktor. Dalam hal ini penggunaan bulldozer dianggap kurang efisien karena sebelum menumbangkan pepohonan yang besar bulldozer terlebih dahulu harus menggali tanah di seputar pohon dan memotong akar-akar utamanya yang akan meninggalkan lubang yang tidak dikehendakidi tanah, disamping memerlukan waktu yang lebih banyak. Juga ketika menumpuk pepohonan dan tumbuhan lain yang telah tumbang,

bulldozer mengangkut tanah yang cukup banyak ke tempat penumpukan, yang menjadikan pembakaran lebih sukar.

4.2.2. Bilah Khusus yang Dipasang pada Traktor

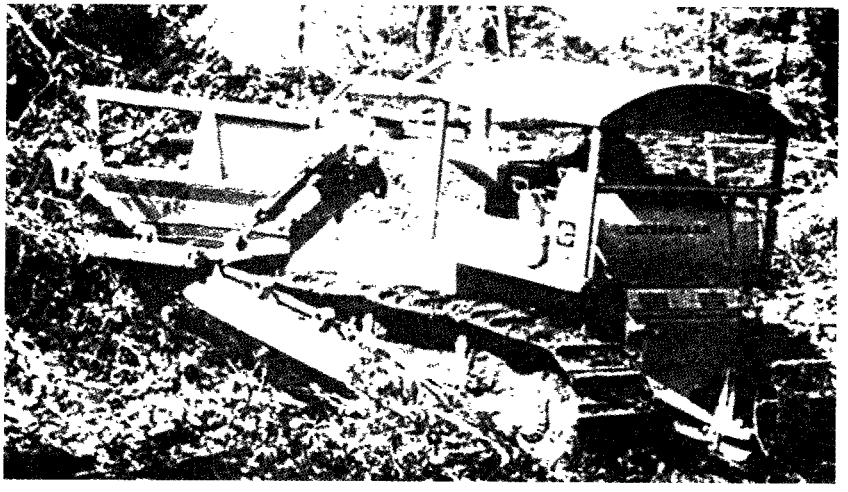
Terdapat dua jenis bilah khusus yang digunakan untuk menumbangkan pohon, dimana keduanya dipasang pada ujung depan traktor yaitu bilah menyudut-tunggal dengan penusuk menonjol pada sisi depan, memanjang di depan bilah sehingga penusuk tersebut dapat dipaksa masuk ke dalam atau menembus pohon untuk membelah atau melemahkannya. Jadi jika pohon tersebut terlalu besar untuk ditumbangkan dalam satu passing, batangnya akan terbelah dan hanya sebagian yang ditumbangkan. Juga, traktor tersebut dapat melakukan passing mengitari sebatang pohon dengan penusuk yang memasuki tanah untuk memotong akar-akar mendatar utamanya. Dapat juga digunakan untuk menyingkirkan tanggul-tanggul dan menumpuk bahan untuk pembakaran. Jenis bilah khusus lainnya adalah bilah berbentuk V, dengan penusuk yang mencuat di ujung depannya (Gambar 4-9) yang mempunyai keuntungan bilah tersebut memungkinkan bergeser sepanjang permukaan tanah, dengan demikian dapat melakukan pemotongan tumbuhan rata dengan permukaan. Namun demikian, bilah tersebut dapat juga diturunkan ke bawah permukaan untuk menyingkirkan tunggul pohon. Juga bilah tersebut dapat dinaikkan untuk memungkinkan penusuk bersangkutan bisa menusuk pohon di atas permukaan tanah. Bilah-bilah khusus tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-10 dan Gambar 4-11.



Gambar 4-9. Bila V yang dipasang pada traktor untuk membersihkan lahan.



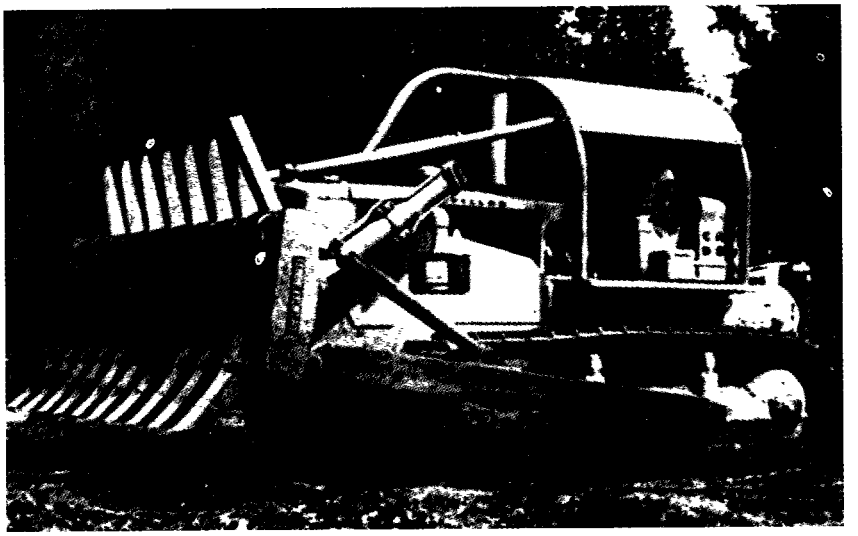
Gambar 4-10. Bilah V yang dipasang pada traktor yang sedang membelah pohon



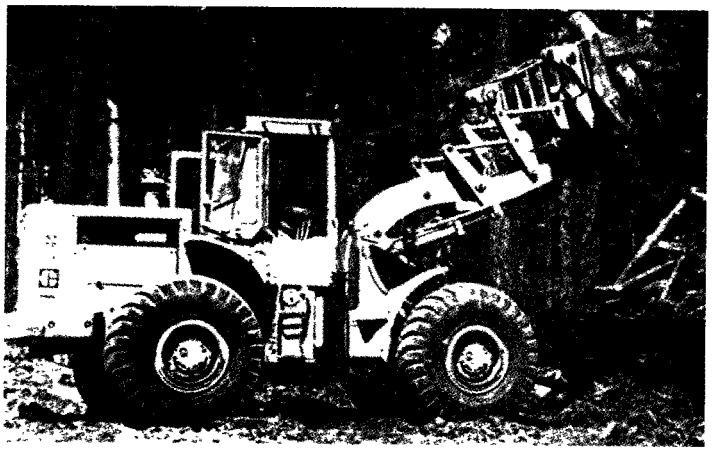
Gambar 4-11. Bilah pembersih yang dipasang pada traktor.

4.2.3. Garu yang Dipasang pada Traktor

Garu ini dapat digunakan untuk membongkar dan menumpuk pohon, batu dan material sejenis lainnya tanpa mengangkut tanah yang terlalu banyak, karena material berbutir seperti pasir dan kerikil akan dengan mudah lolos di antara geriginya. Pengaturan gerigi dilakukan menurut pesanan yang terasedia untuk penggunaan pada kondisi tanah yang bermacam-macam. Akan tetapi beberapa bahan berupa plastik cenderung menyatu dengan tetumbuhan dan menyumbat celah-celah di antara geriginya. Garu ini dapat merupakan alat yang efektif ketika digunakan untuk menumpuk material yang dibersihkan menjadi suatu tumpukan yang siap untuk dibakar. Selanjutnya terdapat jenis garu jepit yang dipasang pada traktor yang digunakan untuk mengangkat pohon dan belukar yang telah tumbang dan mengangkutnya ke tempat-tempat pembakaran atau ke tempat pembuangan yang lain. Untuk beberapa proyek, cara penanganan material yang demikian adalah lebih baik daripada menggunakan garu yang diapsang pada traktor untuk mendorongnya di permukaan tanah. Menggunakan garu jenis ini akan mengurangi bahkan meniadakan terangkutnya tanah ke tempat penumpukan. Juga karena jangkaunnya yang tinggi, garu jepit dapat lebih efektif pada pengacakan setumpuk material untuk meningkatkan laju pembakaran.



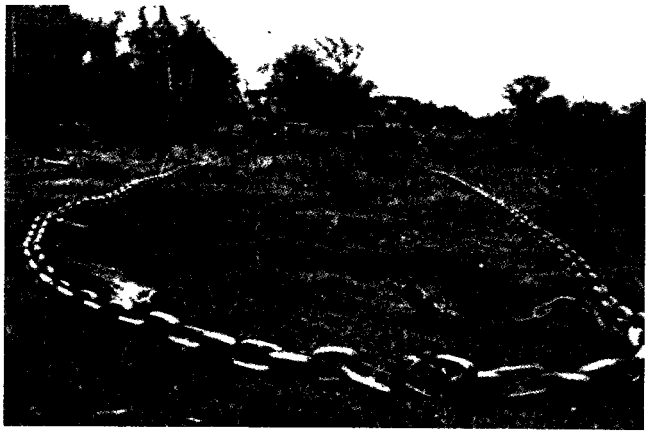
Gambar 4-12. Garu pembersih tanah yang dipasang pada traktor.



Gambar 4-13. Garu jepit yang dipasang pada traktor.

4.2.4. Rantai dan Kabel Baja yang Ditarik Traktor

Dilakukan dengan menempatkan sebuah rantai kuat yang diatrik oleh dua buah traktor. Ini sangat efektif untuk menumbangkan pepohonan dan membabat belukar yang agak tandus. Keefektifan rantai ini dapat ditingkatkan dengan menyertakan potongan-potongan baja misalnya potongan-potongan rel pendek pada mata rantai yang dipasang tegak lurus terhadap mata rantai pada rantai tersebut. Berat tambahan ini akan membuat rantai lebih dekat ke permukaan tanah dan lebih banyak menyingkirkan belukar dan tumbuhan yang lebih rendah. Passing kedua pada daerah yang beberapa bulan sebelumnya telah dirantai tarik dengan arah yang berlawanan dengan passing pertama, akan mengurangi tetumbuhan yang masih bertahan hidup.



Gambar 4-14. Rantai ditarik traktor digunakan untuk membersihkan lahan.

4.3. TAKSIRAN FAKTOR KOREKSI PRODUKS

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi yang menggunakan alat-alat besar, produktivitas alat mutlak perlu diketahui untuk beberapa keperluan, seperti:

- Penentuan jumlah alat yang dibutuhkan
- Perhitungan biaya produksi
- Taksiran waktu yang diperlukan.

Jika suatu alat belum ditempatkan di lapangan untuk melakukan pekerjaan, maka sulit untuk mengetahui nilai produktivitas yang sebenarnya dari alat tersebut. Yang dapat diketahui hanyalah taksiran produksinya. Agar diperoleh nilai yang mendekati dengan kenyataan di lapangan, maka dalam kalkulasi harus dimasukkan faktor koreksi yang layak diterapkan pada kondisi di Indonesia. Faktor koreksi tersebut dapat pula digunakan untuk produksi pada earth moving. Faktor koreksi tersebut antara lain sebagai berikut

1. Faktor Efisiensi Waktu

Efisiensi waktu merupakan salah satu faktor yang harus diperhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat yang digunakan yang dinilai berdasarkan kondisi pekerjaan seperti ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Efisiensi Waktu Berdasarkan Kondisi Kerja

Kondisi Kerja	Efisiensi
Menyenangkan	0.90
Normal	0.83
Buruk / Jelek	0.75

2. Faktor Efisiensi Kerja

Sebagaimana efisiensi waktu, efisiensi kerja pun mutlak diperhitungkan untuk menentukan taksiran produksi alat dengan memperhatikan keadaan medan dan keadaan alat. Nilai efisiensi kerja ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Nilai Efisiensi Kerja Alat

Keadaan Medan	Keadaan Alat			
	Memuaskan	Bagus	Biasa	Buruk
Memuaskan	0.84	0.81	0.76	0.70
Bagus	0.78	0.75	0.71	0.65
Biasa	0.72	0.69	0.65	0.60
Buruk	0.63	0.61	0.57	0.52

3. Faktor Efisiensi Operator

Seperti efisiensi waktu dan efisiensi kerja, efisiensi opertaor mutlak harus diperhitungkan dalam penentuan taksiran produksi alat. Nilai efisiensi di sini sangat dipengaruhi oleh ketrampilan operator yang mengoperasikan alat bersangkutan. Nilai efisiensi opertor dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Nilai Efisiensi Operator

Kondisi Kerja	Effisiensi
Baik	0.90 - 1.00
Normal	0.83
Jelek	0.50 - 0.60

4. Faktor Ketersediaan Alat (Machine Availability)

Faktor ketersediaan alat (machine availability) adalah ketersediaan mesin agar selalu dapat dioperasikan. Hal ini tidak hanya tergantung kepada kualitas maupun kemampuan mesin, tetapi juga tergantung kepada dukungan spare parts & service dari dealer atau pabrik pembuat alat. Demikian juga dengan kualitas kemampuan pemeliharaan, fasilitas workshop & parts stock yang dimiliki user sangat mempengaruhi ketersediaan (availability) mesin.

5. Faktor Pembatas Operasi

Dalam pengoperasian alat dikenal adanya faktor pembatas dalam operasi pemuatan, menggali dan mengangkut. Dalam perhitungan, besarnya nilai faktor pembatas tersebut diperhitungkan dengan menggunakan tabel-tabel berikut.

Tabel 4.4. Blade Factor untuk Bulldozer

Kondisi Operasi Untuk Dozing	Blade Factor	
Mudah digusur	Blade mendorong tanah penuh, untuk tanah yang loose, lepas, kandungan airnya rendah	1.10 - 0.90
Sedang	Blade tidak penuh medorong tanah, untuk tanah dengan campuran gravel, pasir atau 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 digusur	Untuk batuan hasil ledakan atau batuan berukuran besar dan tertanam kuat pada tanah	0.40 - 0.60

Tabel 4.5. Bucket Factor Untuk Wheel Loader dan Dozer Shovel

Kelompok Material		Faktor Muat	
		Tanah Tebing (Asli)	Tanah Gembur
Butir Campuran Lembab		0.95 - 1.00	0.95 - 1.00
Butir Seragam	(3 mm	0.95 - 1.00	0.85 - 0.90
	3 mm - 9 mm	0.90 - 0.95	
	12 mm - 24 mm	0.85 - 0.90	
	> 24 mm	0.75 - 0.90	
Material Hasil Peledakan	Diledakkan baik	0.95 - 1.00	
	Sedang	0.95 - 1.00	
	Diledakkan buruk (dengan blok-blokbatu)	0.95 - 1.00	
Lempung Lembab			1.00 - 1.10
Tanah, batu besar, berakar			0.80 - 1.00
Material yang bersifat mengikat			0.85 - 0.95

Tabel 4.6. Pay Load Factor Untuk Motor Scraper dan Towed Scraper

Jenis Material	Pasir	Pasir Campur Tanah	Tanah	Tanah Campur
Pay Load Factor	0.90	0.80	0.70	0.65

Tabel 4.7. Berat Material

Material	Tanah Asli (Kg/m3)	Tanah Gembur (Kg/m3)
Liat	2015	1650
Liat gembur, kering	1840	1485
Liat gembur, basah	2075	1725
Liat campur, kerikil, kering	1650	1185
Liat campur, kerikil, basah	1840	1650
Tanah biasa kering	1780	1550
Tanah biasa basah	2075	1725
Tanah dan batu	2290	1725
Kerikil kering	1900	1425
Kerikil basah	2250	2015
Pasir batu	2550	1580
Pasir kering	1600	1125
Pasir lembab	1900	1680
Pasir basah	2075	1840
Pasir & kerikil kering	2015	1725
Pasir & kerikil basah	2250	2015
Hancuran batu	-	1600
Batu besar	2600	1725
Lapisan olahan	1365	960

4.4. TAKSIRAN PRODUKTIVITAS ALAT UNTUK PEKERJAAN LAND CLEARING

Seperti telah dijelaskan pada bagian terdahulu, bahwa proses pengerjaan land clearing dibedakan antara pembukaan hutan tropis dan pembukaan padang alang-alang. Untuk pengerjaan hutan tropis, prosesnya terdiri dari underbrushing, felling, piling (stacking), burning dan harrowing. Sedangkan pengerjaan padang alang-alang dapat langsung ke plowing - harrowing.

Taksiran produktivitas alat besar untuk setiap proses tersebut dapat dihitung dengan menggunakan rumus-rumus sebagai berikut :

1. *Underbrushing*

$$TP = \frac{LK \times F \times FK}{10.000} \quad (\text{ha/jam})$$

Keterangan:
TP : Taksiran produksi underbrushing (ha/jam)
LK : Lebar kerja (meter)
F : Kecepatan maju (m/jam)
FK : Faktor koreksi.

Contoh Soal :

Sebuah Bulldozer akan dipergunakan untuk pekerjaan hutan kelas V. data-data yang diketahui dari pabrik pembuat alat tersebut adalah sebagai berikut:

Horse power	: 180 HP / 2000 rpm
Lebar traktor	: 3 meter
Lebar blade	: 3,6 meter
Kecepatan maju	: 3,5 km/jam
Kecepatan mundur	: 4 km/jam.
Ketersediaan mesin	: ditaksir 0,9
Efisiensi waktu	: 0,83
Efisiensi kerja	: 0,6.

Hitung taksiran produksi underbrushing dari bulldozer tersebut !!!

Jawab :

$FK = 0,9 \times 0,83 \times 0,6 = 0,45$

$$TP = \frac{LK \times F \times FK}{10.000}$$

$$= \frac{3,6 \times 3.500 \times 0,45}{10.000}$$

$$= \mathbf{0,567\ ha/jam.}$$

2. Penumbangan (Felling)

$$TP = \frac{60}{\Sigma\ (Jn\ x\ tn)} \qquad (\text{ ha/jam })$$

Keterangan:
TP : Taksiran Produksi felling (ha/jam)
Jn : Jumlah pohon berdiameter N cm per ha
tn : waktu penumbangan per pohon yang berdiameter N cm.

Contoh Soal:

Sebuah bulldozer D65E, digunakan untuk pekerjaan penumbangan (felling) pada hutan tropis yang memiliki kondisi kerapatan sebagai berikut:

Ø pohon (cm)	Jumlah pohon/ha
7 - 30	700
31 - 60	150
61 - 90	5
91 - up	5

Waktu penumbangan per pohon dengan bulldozer tersebut diketahui sebagai berikut:

Ø pohon (cm)	Waktu penumbangan per pohon/menit		
	D 65 E	D 85	D 155
31 - 60	1	0,4	0,35
61 - 90	5	1,75	1,20
91 - 120	25	3,5	2,2
121 - Up	-	8	4,5

Berapakah taksiran produksi penumbangan dari bulldozer tersebut ?

Jawab:

Ø pohon (cm)	Jl	tn	Jl x tn
31 - 60	150	1	150
61 - 90	5	5	25
91 - Up	5	25	125
	Σ (Jn x tn)		300

$$TP = \frac{60}{\Sigma\ (Jn\ x\ tn)}$$

$$= \frac{60}{300} = \textbf{0,20 ha/jam.}$$

3. Penumpukan (Pilling)

$$TP = \frac{J\ x\ LK\ x\ 1{,}25\ x\ FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z\right)\ 10.000}$$

Keterangan:

TP : Taksiran produksi penumpukan *(pilling)* dalam ha/jam
LK : Lebar kerja (meter)
1,25 : Faktor koreksi lebar kerja
FK : Faktor koreksi effisiensi
F : Kecepatan maju (m/jam)
R : Kecepatan mundur (m/jam)
Z : Waktu tetap (jam).

Contoh Soal:

Sebuah bulldozer yang dilengkapi "rake blade" digunakan untuk pekerjaan penumpukan (pilling) pada suatu proyek land clearing hutan kelas IV. Data spesifikasi alat tersebut diketahui sebagai berikut:

Horse power	: 200 HP / 1800 rpm
Berat operasi	: 20 ton
Lebar traktor	: 3,1 meter
Lebar rake blade	: 3,5 meter
Kecepatan maju	: 3,2 km/jam
Kecepatan mundur	: 3,7 km/jam
Waktu tetap	: 0,13 menit
Faktor ketersediaan mesin	: 0,9
Faktor effisiensi waktu	: 0,83
Faktor effisiensi kerja	: 0,6
Jarak gusur perkiraan	: 30 meter.

Hitung taksiran produksi penumpukan (*pilling*) dari bulldozer tersebut !!!

Jawab:

Faktor koreksi = 0,9 x 0,83 x 0,6 = 0,45

$$TP = \frac{J \times LK \times 1{,}25 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z\right)} \; 10.000$$

$$= \frac{30 \times 3{,}5 \times 1{,}25 \times 0{,}45}{\left(\frac{30}{3200} + \frac{30}{3700} + 0{,}002\right)} \; 10.000$$

$$= \mathbf{0{,}303\ ha/jam.}$$

4. Penggaruan (Harrowing)

$$TP = \frac{LK \times F \times FK}{10.000} \quad (\text{ ha/jam })$$

Keterangan:

TP : Taksiran produksi penggaruan (harrowing) dalam ha/jam.
LK : Lebar kerja (meter)
F : Kecepatan maju (m/jam)
FK : Faktor koreksi.

Contoh Soal:

Sebuah bulldozer digunakan menarik alat untuk harrowing yang memiliki lebar kerja 3,7 meter. Jika diketahui kecepatan maju rata-rata dari bulldozer sebesar 4 km/jam, faktor ketersediaan mesin 0,9, effisiensi waktu 0,83 dan effisiensi kerja 0,75. Berapakah produktivitas bulldozer tersebut ???

Jawab:

Faktor koreksi = 0,9 x 0,83 x 0,75 = 0,56

$$TP = \frac{LK \times F \times FK}{10.000} = \frac{3{,}7 \times 4.000 \times 0{,}56}{10.000}$$

= **0,83 ha/jam.**

Tabel 4.8. Klasifikasi Hutan Berdasarkan Diameter Pohon dan Jumlah Pohon Setiap Hektar & Faktor Efisiensi Kerja per. Hektar Tumbang Underbrushing / pilling.

Ø pohon	KELAS HUTAN								
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0 - 30	100	200	400	600	700	1000	1000	1100	1100
31 - 60	50	50	100	125	150	150	200	225	250
61 - 90	-	-	5	5	5	5	10	10	10
91 - 120	-	-	-	-	5	5	5	5	10

	FAKTOR EFISIENSI KERJA									
UBRUSH	D65E	0,90	0,75	0,65	0,57	0,48				
	D85A	0,95	0,87	0,80	0,74	0,68	0,60	0,60	0,58	0,58
	D155A	0,95	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70
PILING	D65E	0,75	0,60	0,56	0,50	0,40				
	D85A	0,90	0,80	0,72	0,68	0,60	0,56	0,54	0,52	0,50
	D155A	0,90	0,84	0,80	0,76	0,72	0,65	0,62	0,58	0,56

Tabel 4.9. Klasifikasi Hutan

KELAS HUTAN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jumlah pohon ekuivalen	1 s/d 300	301 s/d 1500	1502 s/d 2700	2704 s/d 3900	3904 s/d 5100	5101 s/d 6300	6301 s/d 7500	7501 s/d 8700	8701 s/d 9900	9901 s/d 11100

Cara Menggunakan Tabel 4.9. :

Misalkan dalam 1 ha terdapat komposisi pohon sebagai berikut :

a. 7 s/d 30 cm = 100 pohon
b. 31 s/d 60 cm = 50 pohon
c. 62 s/d 90 cm = 30 pohon
d. 91 s/d 120 cm = 5 pohon,

maka jumlah pohon ekuivalen dengan 7 s/d 30 cm adalah :

100 + (50 x f1) + (30 x f2) + (5 x f3), dimana f adalah faktor dari hasil multiple linear regression analysis. Nilai yang diperoleh adalah sebagai berikut :

$f_1 = 28,33$
$f_2 = 68,34$
$f_3 = 189,81.$

Dengan demikian, jumlah ekuivalen pohon dengan diamter 7 s/d 30 cm menjadi :

100 + (50 x 28,3) + (30 x 68,34) + (5 x 189,81) = 4514,25.

Dari Tabel 4.9, dapat dilihat jumlah pohon 4514,25 ini termasuk dalam Kelas V.

5 EARTH MOVING DAN PRODUKSI

5.1. PROSES KERJA PEMINDAHAN TANAH

Pada dasarnya pekerjaan pemindahan tanah adalah sama yaitu memindahkan material (tanah) dari suatu tempat ke tempat lainnya, akan tetapi proses pekerjaan dalam pelaksanaannya dapat berbeda-beda, hal ini dimungkinkan karena adanya faktor-faktor sebagai berikut:

1. Sifat-sifat fisik material / tanah
2. Jarak angkut / pemindahan
3. Tujuan akhir pekerjaan
4. Keadaan situasi / kondisi lapangan (topografi)
5. Tuntutan kualitas
6. Skala proyek (besar kecilnya proyek).

Secara garis besar dan berlaku umum, Ikhtisar sistem kerja pemindahan tanah (earth moving) diperlihatkan pada Gambar 5-1.

Dalam pekerjaan pemindahan tanah, sebelumnya perlu dilakukan land clearing. Setelah pekerjaan land clearing tersebut selesai, maka proses selanjutnya adalah: pengupasan top soil (lapisan atas) atau stripping, penggalian (excavating), hauling, dan dumping.

5.1.1. Pengupasan Top Soil (Lapisan Atas) atau Stripping

Top soil pada pekerjaan konstruksi (bangunan, jalan, dan lain-lain) merupakan material yang harus dibuang karena dapat berakibat kurang stabil terhadap hasil suatu pekerjaan pemindahan tanah. Lain halnya jika tujuan pemakaian adalah untuk pertanian / perkebunan, maka top soil merupakan unsur yang sangat berguna sehingga harus ditangani dengan cermat dan hati-hati agar kerusakan dan kehilangan tanah humus tersebut dapat diminimalisir. Begitu pula pada pekerjaan-pekerjaan mining, penambangan nickel, timah, dan batu bara dilaksanakan dengan menyisihkan atau menyimpan top soil di suatu tempat, yang nantinya setelah selesai mendapatkan hasil tambang bisa dipakai kembali untuk reklamasi (back felling) sehingga kondisi permukaan tanah bisa dilakukan penanaman kembali (reboasasi). Kegiatan untuk mengupas top soil tersebut dinamakan stripping.

5.1.2. Penggalian (Excavating)

Excavating adalah suatu kegiatan penggalian material (tanah) yang akan digunakan atau akan dibuang. Hal ini dipengaruhi oleh 3 (tiga) kondisi sebagai berikut:

Kondisi I : Bila tanah biasa (normal), bisa langsung dilakuakn penumpukan stock atau langsung dimuat (loading).

Kondisi II : Bila kondisi tanah keras harus dilakukan penggaruan (ripping) terlebih dahulu, kemudian dilakukan stock pilling dan pemuatan (loading).

Kondisi III : Bila terlalu keras dimana pekerjaan ripping tidak ekonomis (tidak mampu) mesti dilakukan peledakan (blasting) guna memecah belahkan material terlebih dahulu sebelum dilakukan stock pilling kemudian dilakukan pemuatan (loading).

5.1.3. Pengangkutan (Hauling)

Pengangkutan material (tanah) oleh alat angkut dilakukan dengan menggunakan dump truck, motor scraper atau wheel loader (load and carry) atau bisa juga dengan bulldozer jika jarak angkut kurang dari 100 meter. Pada hauling yang menggunakan dump truck biasanya pada hauling road mesti dilakukan road maintenance yang biasanya dikerjakan oleh motor grader, bulldozer, maupun compactor dan dibantu oleh truck water sprayer.

5.1.4. Dumping

Dumping adalah suatu kegiatan pembuangan material (tanah) dari alat angkut yang biasanya diteruskan dengan 3 (tiga) tujuan pekerjaan antara lain :

**** Pekerjaan Construction***

Dumpingnya diteruskan dengan spreading, grading dan compacting. Alat yang digunakan untuk meratakan dari dumping (spreading) adalah bulldozer, kemudian perataan yang lebih halus (grading) dengan menggunakan motor grader, dan selanjutnya dilakukan pemadatan (compacting) dengan menggunakan compactor.

**** Pekerjaan Pertambangan (Cement)***

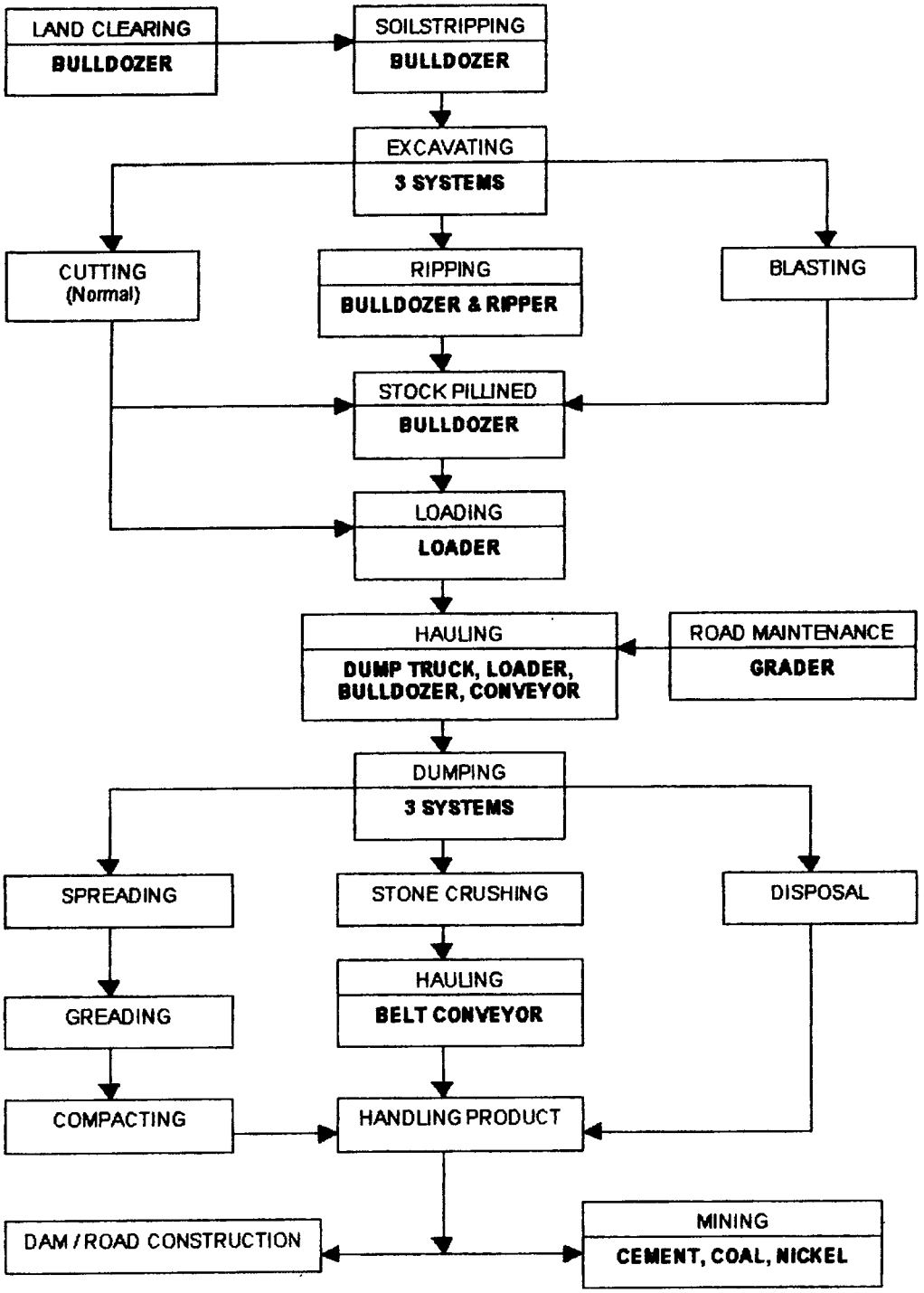
Dumpingnya menuju stone crusher kemudian diangkut (hauling) melewati belt conveyor untuk seterusnya dikirim ke pabrik (handling product).

**** Pekerjaan Pertambangan (Batu Bara)***

Dumping tanah tutup (over bourden), dibuang ke disposal dan diratakan oleh bulldozer. Demikian pula over bourden untuk nickel maupun timah hampir sama dengan over bourden untuk tambang batu bara.

Secara sederhana, jenis alat-alat berat yang umum digunakan pada pekerjaan pemindahan tanah diperlihatkan pada Tabel 5.1. berikut.

Gambar 5-1. Ikhtisar sistem kerja Pemindahan Tanah



Gambar 5-1. Ikhtisar sistem kerja Pemindahan Tanah

Tabel 5.1. Alat-Alat Berat yang Umum Digunakan pada Pekerjaan Pemindahan Tanah

Jenis Pekerjaan	Jenis Alat	Jenis Attachment
Pengupasan Top Soil (Stripping)	Bulldozer	Angle Blade, Straight Blade
Pemotongan / Penggalian	Bulldozer Excavator Scraper Grader Dragline Clamp Shell Power Shovel Trencher Ditcher	Angle Blade, Shear Blade
Penggaruan (Ripping)	Bulldozer	Ripper
Penumpukan (Stock Pilling)	Bulldozer Dozer Shovel Wheel Loader	Angle Blade, Straight Blade
Pemuatan (Loading)	Dozer Shovel Wheel Loader Excavator Power Shovel Motor Scraper	
Pengangkutan (Hauling)	Dump Truck Motor Scraper Wheel Loader	
Penyebaran (Spreading) atau Grading	Bulldozer Motor Grader	Angle Blade, Straight Blade

5.2. TAKSIRAN PRODUKTIVITAS ALAT UNTUK PEKERJAAN PEMINDAHAN TANAH (EARTH MOVING)

Terdapat berbagai Jenis perlatan untuk pekerjaan pemindahan tanah secara mekanis, baik ditinjau dari segi kelas "horse power", fungsi dan kegunaannya maupun manfaat khusus peralatan tersebut. Oleh karena itu cara perhitungan taksiran produktivitas perhitungan taksiran produktivitas alat pun beraneka ragam tergantung fungsi dan kegunaan alat tersebut. Walaupun demikian pada dasarnya sama, yaitu :

Produksi per Satuan Waktu = Produksi per Trip x Trip per Satuan Waktu x Faktor Koreksi

Dalam hal ini pembahasan cara perhitungan dibatasi pada alat-alat sebagai berikut :

- Bulldozer:
  - Dozing
  - Ripping
- Dozer Shovel / Wheel Loader
- Excavator
- Dump Truck.

5.2.1. Taksiran Produktivitas Bulldozer

** Dozing*

Untuk pekerjaan dozing, taksiran produksi bulldozer dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

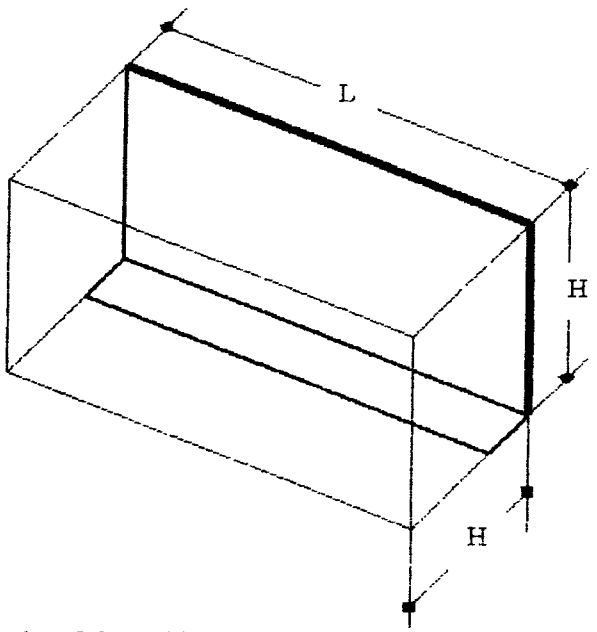
KB : Kapasitas blade (m^3)
FK : Faktor koreksi
J : Jarak dorong (meter)
F : Kecepatan maju (meter/menit)
R : kecepatan mundur (meter/menit)
Z : Waktu tetap (menit).

Kapasitas blade umumnya sudah dicantumkan oleh pabrik pembuat alat dalam hand book, atau brosur-brosur teknis atau dapat pula dihitung secara empiris (Gambar 5-2) sebagai berikut:

$$V = L \times H \times H$$
$$= L \times H2$$

Keterangan :

V : Volume blade (m^3)
L : Penjang blade (meter)
H : Tinggi blade (meter)



Gambar 5-2. Perhitungan Volume Blade secara Empiris

Sedangkan waktu tetap (Z) tergantung dari jenis transmisi dan jumlah tangkai transmisi yang digunakan. Untuk produk KOMATSU dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut ini:

Tabel 5.2. Waktu tetap (Z) untuk Produk KOMATSU

No.	Jenis Transmisi	Z (menit)
1.	Direct Drive	
	- Single Lever	0,10
	- Double Lever	0,20
2.	Torque Flow	0,05

Contoh Soal:

Sebuah bulldozer E memiliki data-data teknis sebagai berikut:

Horse power	: 155/1800 rpm
Berat operasi	: 17 ton
Lebar blade	: 3,5 meter
Tinggi blade	: 0,6 meter
Lebar Traktor	: 3 meter
Kecepatan maju	: 3,2 km/jam
Kecepatan mundur	: 4 km/jam.

Apabila bulldozer tersebut digunakan untuk menggusur tanah dengan jarak dorong rata-rata 40 meter, berapakah produksi per jam nya jika diketahui:

Waktu tetap	: 0,10 menit
Faktor ketersediaan mesin	: 0,9
Efisiensi waktu	: 0,83
Efisiensi kerja	: 0,75
Efisiensi operator	: 0,8
Blade faktor	: 0,85.

Jawab:

FK = 0,9 x 0,83 x 0,75 x 0,8 x 0,85 = 0,38

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z}$$

$$= \frac{(3,5 \times 0,6^2) \times 60 \times 0,38}{\frac{40}{53,33} + \frac{40}{66,66} + 0,10}$$

= **19,81 m³/jam.**

**** Ripping***

Untuk keperluan estimasi atau taksiran produksi hasil ripping, disarankan mendapatkan hasil test seismic wave velocity karena produktivitas ripping sangat dipengaruhi oleh jenis ripper maupun tipe unitnya. Tetapi jika test seismic wave velocity belum dilakukan, maka pertimbangan-pertimbangan produksi di bawah ini bisa digunakan lebih dahulu.

Cara perhitungan taksiran produksi ripping oleh bulldozer bisa dibedakan atas multi shank ripper dan giant ripper seperti yang akan dibahas berikut ini.

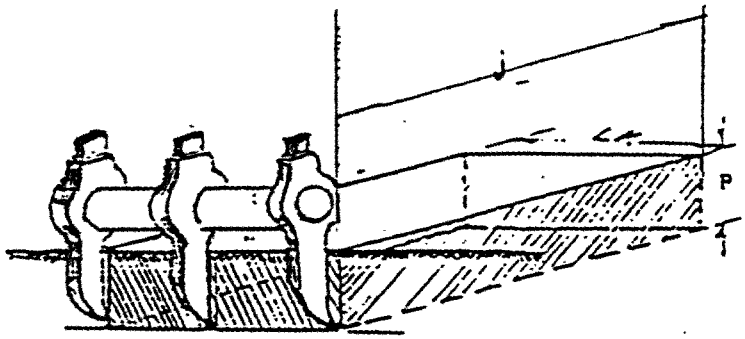
1. Taksiran Produksi Ripping dengan Multi Shank Ripper

Taksiran produksi ripping secara manual dengan multi shank ripper dapat dilakukan dengan menggunakan formula berikut :

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

Keterangan:

TP : Taksiran produksi ripping (m^3/jam)
LK : Lebar kerja (meter)
P : Kedalaman penetrasi (meter)
J : Jarak ripping (meter)
FK : Faktor koreksi
F : Kecepatan maju (m/menit)
R : Kecepatan mundur (m/menit)
Z : Waktu tetap (menit).



Gambar 5-3. Multi Shank Ripper

Contoh Soal:

Sebuah bulldozer 300 HP digunakan untuk pekerjaan ripping. Jarak ripping rata-rata 30 meter. Data-data teknis bulldozer dan ripper adalah sebagai berikut:

Lebar kerja : 3,2 meter
Kedalaman penetrasi : 0,3 meter

Kecepatan maju : 2,5 km/jam
Kecepatan mundur : 3 km/jam
Waktu tetap : 0,10 menit
Faktor ketersediaan mesin : 0,9
Efisiensi waktu : 0,83
Efisiensi kerja : 0,8
Efisiensi operator : 0,85
Konversi material bank-gembur : 1,2 (ditaksir).

Berapakah produktivitas ripping dari bulldozer tersebut ???

Jawab:

FK = 0,9 x 0,83 x 0,8 x 0,85 = 0,5

$$TP = \frac{LK \times P \times J \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z}$$

$$= \frac{3{,}2 \times 0{,}3 \times 30 \times 50 \times 0{,}5}{\frac{30}{41{,}66} + \frac{30}{50} + 0{,}10}$$

= 608,45 m^3/jam (bank condition)
= 608,45 x 1,2
= 730,14 m^3/jam (loose condition)
= **730 m^3/jam.**

Jadi produktivitas ripping dari bulldozer tersebut sebesar 730 m^3/jam.

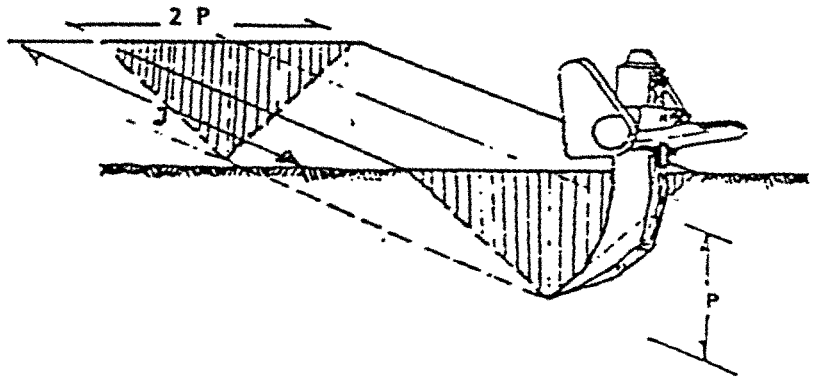
2. Taksiran Produksi Ripping dengan Giant Ripper

Taksiran produksi ripping secara manual dengan giant ripper dapat dilakukan dengan menggunakan formula berikut :

$$TP = \frac{P^2 \times J \times 60 \times FK}{\frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z}$$

Keterangan:
TP : Taksiran produksi ripping (m^3/jam)
P : Kedalaman penetrasi (meter)

J : Jarak ripping (meter)
FK : Faktor koreksi
F : Kecepatan maju (m/menit)
R : Kecepatan mundur (m/menit)
Z : Waktu tetap (menit).



Gambar 5-4. Giant Ripper

3. Taksiran Produksi Gabungan Ripping - Dozing

Pada prakteknya pekerjaan ripping merupakan pekerjaan bantu terhadap dozing. Jadi setelah material bersangkutan diripping pasti selanjutnya didozing. 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:

$$TP = \frac{TD \times TR}{TD + TR} \quad (\ m^3/jam\ )$$

Keterangan:
TD : Taksiran produksi dozing (m^3/jam)
TR : Taksiran produksi ripping (m^3/jam).

Contoh:

Sebuah bulldozer digunakan untuk pekerjaan ripping-dozing. Bila produksi dozing sebesar 20 m^3/jam dan produksi ripping sebesar 703 m^3/jam, berpakah produksi gabungan ripping-dozing ?

Jawab:

$$TP = \frac{TD \times TR}{TD + TR}$$

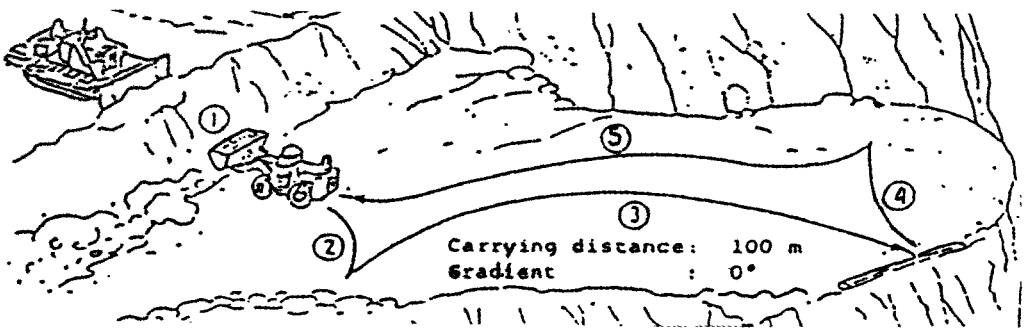
$$= \frac{20 \times 703}{20 + 703}$$

$$= \mathbf{19{,}46\ m^3/jam.}$$

Jadi taksiran produksi gabungan ripping-dozing sebesar 19,46 m3/jam.

5.2.2. Taksiran Produktivitas Shovel / Wheel Loader

Sebagaimana telah diketahui, bahwa loader umumnya digunakan untuk memuat (loading) material ke atas dump truck dan alat angkut lainnya yang sering digunakan di proyek-proyek konstruksi dan mining. Oleh karena itu dalam perhitungan taksiran produktivitasnya pun diarahkan pada pekerjaan pemuatan (loading). Namun khusus untuk wheel loader, disamping digunakan untuk loading, juga dapat digunakan untuk pengangkutan jarak dekat ((100 meter). Pekerjaan ini populer dikenal dengan load and carry method seperti Gambar 5-5.



Gambar 5-5. Load and Carry Method

Langkah-langkah dalam load and carry method ini adalah sebagai berikut:

1. Loading
2. Return to carry
3. Hauling
4. Return from dumping
5. Returning to loading.

5.2.2.1. Taksiran Produksi Loading

Dalam pekerjaan pemuatan (loading) dikenal 3 (tiga) metode, yaitu :

** Cross Loading (I - Shape Loading)*

Taksiran produktivitas produksi loading dengan metode cross loading (I - Shape loading) dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

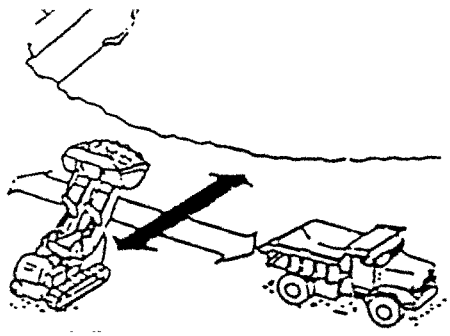
$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT}$$

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R}\right) n + Z}$$

Keterangan :

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)
FK : Faktor koreksi
- Availability mesin
- Skill operator
- Efisiensi kerja

J : Jarak angkut (meter)
F : Kecepatan maju (meter/menit)
R : Kecepatan mundur (meter/menit)
n : n = 1 (cross loading method)
n = 2 (V - shape loading method)
Z : Waktu tetap / pindah perseneling.
CT : Cycle time.



Gambar 5-6. Cross Loading Method

** V-Shape Loading*

Taksiran produktivitas produksi loading dengan V - Shape loading method dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

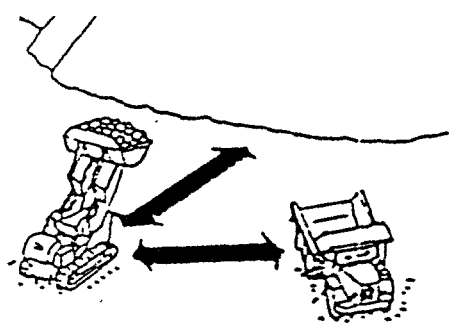
$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT}$$

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R}\right) n + Z}$$

Keterangan :

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)
FK : Faktor koreksi
- Availability mesin
- Skill operator
- Efisiensi kerja

J : Jarak angkut (meter)
F : Kecepatan maju (meter/menit)
R : Kecepatan mundur (meter/menit)
n : n = 1 (cross loading method)
n = 2 (V - shape loading method)
Z : Waktu tetap / pindah perseneling.
CT : Cycle time.



Gambar 5-7. V - Shape Loading Method

** Step Loading / Pass Loading*

Taksiran produktivitas produksi loading dengan step loading / pass loading method dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

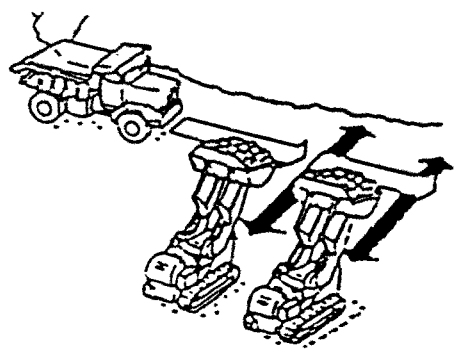
$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{CT}$$

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R}\right) n + Z}$$

Keterangan :

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)
FK : Faktor koreksi
- Availability mesin
- Skill operator
- Efisiensi kerja

J : Jarak angkut (meter)
F : Kecepatan maju (meter/menit)
R : Kecepatan mundur (meter/menit)
n : n = 1 (cross loading method)
n = 2 (V - shape loading method)
Z : Waktu tetap / pindah perseneling.
CT : Cycle time.



Gambar 5-8. Step Loading / Pass Loading Method

Nilai Z (waktu tetap) juga dipengaruhi oleh metode tersebut, disamping tergantung dari jenis transmisi dari shovel / loader. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Waktu tetap (Z) Berdasarkan Metode Pemuatan dan Jenis Transmisi

Jenis Transmisi	Waktu Tetap (menit)		
	V-Shave Loading	Cross Loading	Load and carry
Direct Drive	0,25	0,35	-
Hydroshift	0,20	0,30	-
Torque Flow	0,20	0,30	0,35

Contoh :

Sebuah Shovel (Torque Flow) yang mempunyai bucket 1,8 m^3 digunakan untuk mengisi dump truck, dengan menggunakan V - Shape Loading Method. Jika diketahui :

Jarak muat	: 5 m
Kecepatan maju	: 3 km/jam
Kecepatan mundur	: 3,5 km/jam
Faktor ketersediaan mesin	: 0,9
Efisiensi waktu	: 0,83
Efisiensi kerja	: 0,8
Efisiensi operator	: 0,85
Bucket faktor	: 0,8

Tentukan produktivitas dari shovel tersebut !!!

Jawab :

$$FK = 0,9 \times 0,83 \times 0,8 \times 0,85 \times 0,8 = 0,4$$

$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R}\right) n + Z}$$

$$= \frac{1.8 \times 60 \times 0,4}{\left(\frac{5}{50} + \frac{5}{58,33}\right) 2 + 0,2}$$

$$= \mathbf{116\ m^3/jam.}$$

Jadi produktivitas shovel tersebut sebesar 116 m^3/jam.

5.2.2.2. Taksiran Produksi Load and Carry

Taksiran produksi load and carry dapat dihitung secara empiris dengan menggunakan formula berikut ini :

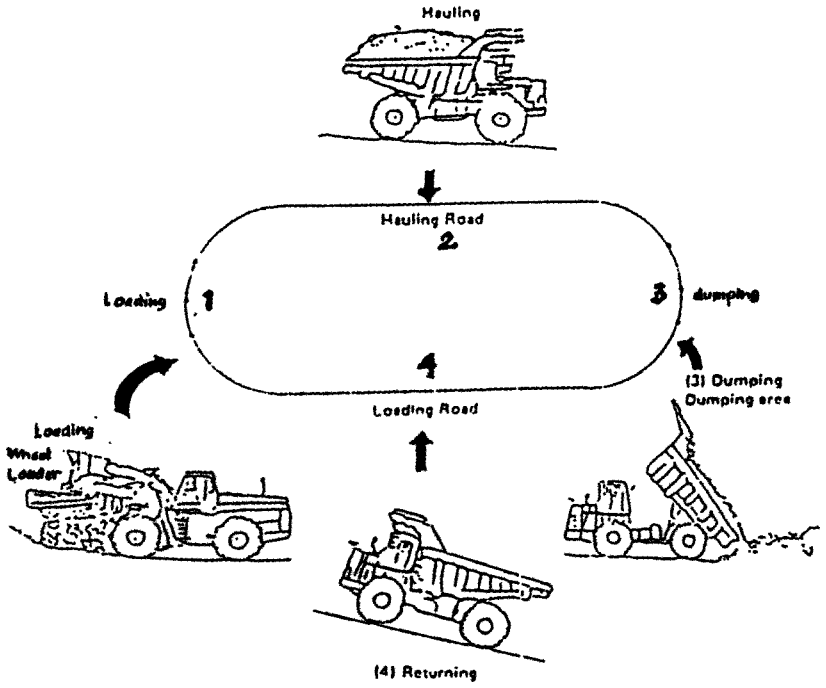
$$TP = \frac{KB \times 60 \times FK}{\left(\frac{J}{F} + \frac{J}{R}\right) n + Z} \quad (m^3/jam)$$

Keterangan:

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)
FK : Faktor koreksi
J : Jarak angkut (meter)
F1 : Kecepatan muat (m/menit)
F2 : Kecepatan kosong (m/menit)
z : loading time + Turning time + Dumping time.

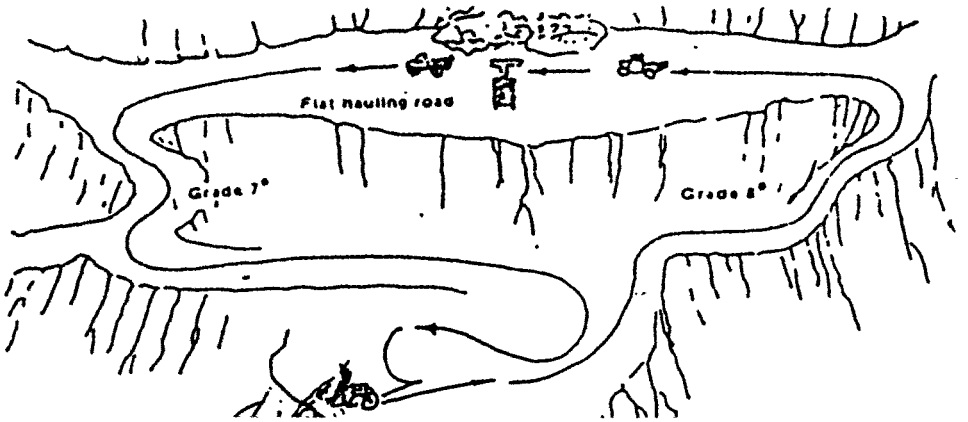
5.2.3. Taksiran Produksi Dump Truck

Dasar beroprasinya dump truck ditunjukkan pada Gambar 5-9. Prosesnya meliputi loading, hauling, dumping, returning.



Gambar 5-9. Dasar operasi dump truck

Bila dirinci lebih lanjut meliputi: start loading, akhir loading, hauling, tiba disposal, mulai dumping, akhir dumping, returning (loading road), tiba di loading road area.



Gambar 5-10. Dasar operasi dump truck

Taksiran produksi dump truck dapat dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut :

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT}$$

$$= \frac{C \times 60 \times FK}{LT + HT + RT + t_1 + t_2}$$

$$= \frac{C \times 60 \times FK}{(n \times ct) + \frac{J}{v_1} + \frac{J}{v_2} + t_1 + t_2} \quad (m^3/jam)$$

Keterangan:

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)

C : Kapasitas vessel Lcm atau ton
Bila menggunakan pay load PL = ton, maka harus dikalikan berat jenis material BD = ton/m^3.

FK : Faktor korekasi, dipengaruhi oleh:
- machine availability
- skill operator
- efisiensi waktu.

CT : Cycle time per rit dari dump truck.
n : Jumlah rit pemuatan/loading truck
ct : Cycle time per rit shovel
J : Jarak angkut dump truck
v_1 : Kecepatan angkut
v_2 : Kecepatan kembali
t_1 : Waktu dumping
t_2 : Waktu atur posisi muat.

Untuk memperoleh nilai dari Kapasitas Vessel (C) dalam satuan m^3, bisa dilakukan dengan melihat pada leaflet atau data spesifikasi masing-masing tipe alat, atau ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C = n \times KB \times BF$$

dimana :
n : Jumlah rit pengisian
KB : Kapasitas bucket shovel
BF : Bucket factor.

Sedangkan nilai n ditentukan dengan formula :

$$n = \frac{C}{KB \times BF}$$

dimana :
C : Kapasitas vessel
KB : Kapasitas Bucket
BF : Bucket factor.

Biasanya nilai n di sini dibulatkan ke atas atau ke bawah, tergantung kemampuan dump truck / shovel yang digunakan serta jenis material yang ditangani.

Penentuan nilai Cycle time (CT) dalam satuan menit dapat dihitung dengan menggunakan formula :

$$CT = LT + HT + RT + t_1 + t_2$$

dimana :
LT : Waktu loading = (n x ct) dalam satuan menit
HT : Waktu hauling = J/v_1 dalam satuan menit
RT : Waktu returning = J/v_2 dalam satuan menit.

t_1 : Waktu dumping = ... menit
t_2 : Waktu akan muat = ... Menit.

Sedangkan waktu buang (dumping) dan persiapan loading dipengaruhi oleh kondisi operasional seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Waktu Dumping dan Persiapan Loading Berdasarkan Kondisi Operasi

Kondisi Operasi	Waktu Dumping (menit)	Waktu Siap Loading (menit)
Baik	0,50 - 0,70	0,10 - 0,20
Sedang	1,00 - 1,30	0,25 - 0,35
Buruk	1,50 - 2,00	0,40 - 0,50

Contoh Soal :

Sebuah dump truck memiliki kapasitas vessel 5 m^3 digunakan mengangkut tanah biasa dengan jarak angkut 2 km. Jika diketahui :

Kecepatan angkut : 40 km/jam
Kecepatan kembali : 30 km/jam
Dengan alat pemuat wheel loader yang mempunyai kapasitas bucket 1,8 m^3.
Cycle time : 0,4 menit
Dengan kondisi operasi : sedang
Machine availability factor : 0,9
Efisiensi waktu : 0,83
Efisiensi operator : 0,85
Efisiensi kerja : 0,8
Bucket factor : 0,85.

Hitung produktivitas dari dump truck tersebut !!!

Jawab :

$$TP = \frac{C \times 60 \times FK}{CT}$$

**** Mencari nilai Kapasitas Vessel***

$C = n \times KB \times BF$

$$n = \frac{C}{Kb \times BF}$$

$$= \frac{5}{1{,}8 \times 0{,}85}$$

$= 3{,}26 \sim 3$ kali

Jadi : $C = 3 \times 1{,}8 \times 0{,}85 = 4{,}59\ m^3$.

**** Mencari nilai dump truck Cycle time***

$$CT = LT + HT + RT + t_1 + t_2$$

$$= n \times ct + \frac{J}{v_1} + \frac{J}{v_2} + t_1 + t_2$$

$$= 3 \times 0{,}4 + \frac{2000}{6666{,}66} + \frac{2000}{500} + 1{,}2 + 0{,}3$$

$= 1{,}2 + 3 + 4 + 1{,}2 + 0{,}3 = 9{,}7$ menit.

**** Mencari Faktor koreksi (total) :***

$FK = 0{,}83 \times 0{,}85 \times 0{,}8 \times 0{,}9 = 0{,}5$

$$TP = \frac{4{,}59 \times 60 \times 0{,}5}{9{,}7} = 14{,}2\ m^3/jam.$$

Jadi produktivitas dump truck tersebut sebesar **14,2 m³/jam.**

5.2.4. Taksiran Produksi Excavator

Produktivitas excavator dapat dihitung secara empiris dengan menggunakan formula berikut ini :

$$TP = \frac{KB \times BF \times 3600 \times FK}{CT} \qquad (m^3/jam)$$

dimana :

TP : Taksiran produksi (m^3/jam)
KB : Kapasitas bucket (m^3)
BF : Bucket factor
FK : Faktor koreksi (total)
CT : Cycle time (detik).

Untuk menentukan besarnya nilai efisiensi kerja yang sangat dipengaruhi oleh kondisi operasional peralatan dapat dilakukan dengan melihat Tabel 5.5. berikut ini.

Tabel 5.5. Efisiensi Kerja Berdasarkan Kondisi Operasional Alat

Kondisi Operasi	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Normal - Sedang	0,75
Kurang Baik	0,67
Buruk	0,58

Sedangkan besarnya nilai faktor koreksi (total) = FK dipengaruhi oleh :

- skill operator
- machine availability
- efisiensi kerja
- faktor lain yang mempengaruhi produktivitas alat
- faktor konversi kedalaman galian jika menggali di bawah landasan excavator.

Selanjutnya nilai bucket fakctor = BF dapat dilihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6. Bucket Factor Back Hoe dan Loading Shovel

Back Hoe

Kondisi Operasi / Penggalian		Bucket Factor
Mudah	Tanah Clay, agak lunak	1,20 - 1,10
Sedang	Tanah asli kering, berpasir	1,10 - 1,00
Agak Sulit	Tanah asli berpasir & berkerikil	1,00 - 0,80
Sulit	Tanah keras bekas ledakan	0,80 - 0,70
Loading Shovel		
Mudah	Tanah Clay, agak lunak (biasa)	1,10 - 1,00
Sedang	Tanah gembur campur kerikil	1,00 - 0,95
Agak Sulit	Batu keras bekas ledakan ringan	0,95 - 0,90
Sulit	Batu keras bekas ledakan	0,90 - 0,85

Sedangkan konversi faktor yang meliputi kedalaman dan kondisi penggalian yang dilakukan dengan back hoe ditunjukkan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7. Konversi Faktor Kedalaman dan Kondisi Penggalian

Back Hoe

Kedalaman Galian	Kondisi Penggalian*			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit Sekali
< 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

* Dikalikan dengan Cycle time

Penentuan besarnya nilai cycle time untuk Loading Shovel dapat dilihat pada Tabel 5.8

Tabel 5.8. Standard Cycle Time untuk Loading Shovel

Model	Waktu (detik)
PC 400	16 - 20
PC 650	18 - 22
PC 1000	20 - 24
PC 1600	27 - 31

Sedangkan besarnya nilai cycle time untuk back hoe dapat dilihat pada Tabel 5.9.

Tabel 5.9. Standard Cycle Time untuk Back Hoe

Back Hoe

Range / Model	(detik)	
	Swing Angle	
	45° - 90°	90° - 180°
PC 60	10 - 13	13 - 16
PW 60	10 - 13	13 - 16
PC 80	11 - 14	14 - 17
PC 100	11 - 14	14 - 17
PW 100	11 - 14	14 - 17
PC 120	11 - 14	14 - 17
PC 150	13 - 16	16 - 19
PW 150	13 - 16	16 - 19
PC 180	13 - 16	16 - 19
PC 200	13 - 16	16 - 19
PC 210	14 - 17	17 - 20
PW 210	14 - 17	17 - 20
PC 220	14 - 17	17 - 20
PC 240	15 - 18	18 - 21
PC 280	15 - 18	18 - 21
PC 300	15 - 18	18 - 21
PC 360	16 - 19	19 - 22
PC 400	16 - 19	19 - 22
PC 650	18 - 21	21 - 24
PC 1000	22 - 25	25 - 28
PC 1600	24 - 27	27 - 30

Contoh Soal :

Sebuah proyek irigasi, diantaranya saudara diminta untuk mengerjakan galian parit dengan menggunakan excavator PC 200-5 back hoe, dengan bucket capacity 30% dari maximum diggingnya. Kondisi galian sedang, normal atau tanah biasa, volume galian 2000 m^3. Jika diketahui machine availability factor 90%, faktor skill operator 85%, faktor efisiensi waktu 85% dan sudut swing operator 600 - 15 detik. Tentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan galian tersebut.

Jawab :

Volume galian = 2000 m^3 (bank condition)
= 2000 x 1,25
= 2500 m^3 (loose condition).

Faktor Koreksi : FK = 0,9 x 0,85 x 0,85 x 0,75 = 0,49

$$TP = \frac{KB \times BF \times 3600 \times FK}{CT \times 0.9}$$

$$= \frac{0,8 \times 1,1 \times 3600 \times 0,49}{15 \times 0,9}$$

$$= \frac{1552,32}{13,5}$$

= 114,98 m^3/jam

Jadi waktu yang diperlukan = $\frac{2500}{114,98}$ = **21,74 jam.**

6 BIAYA PEMILIKAN & OPERASI

6.1. MANAJEMEN PERALATAN KONSTRUKSI

Secara umum, faktor-faktor penting yang merupakan permasalahan pokok dalam manajemen peralatan konstruksi mencakup: pemilihan alat, kepemilikan alat, pengoperasian / penggunaan alat, rencana pemeliharaan dan perbaikan alat serta penggantian komponen peralatan.

* *Pemilihan Alat*

Pemilihan alat penting untuk dilakukan karena sangat erat kaitannya dengan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tingkat produksi alat. Faktor-faktor tersebut mencakup masalah: tipe dan ukuran alat, efisiensi alat, kondisi tempat kerja serta pengaturannya, tipe pekerjaan, serta pengalaman operator. Meskipun satu jenis peralatan digunakan pada dua proyek berbeda, tingkat produksinya belum tentu sama tergantung dari jenis pekerjaannya. Secara umum tingkat produksi alat dilihat berdasarkan per unit peralatan (biasanya dalam satuan produksi per jam). Tingkat produksi per jam setiap alat (berdasarkan tipe maupun ukurannya) yang telah diketahui akan sangat berguna sebagai pertimbangan keputusan terhadap kesesuaian alat dengan spesifikasi jenis dan kondisi pekerjaan yang akan dikerjakan. Pada kenyataannya kondisi lokasi pekerjaan serta manajemen konstruksi untuk setiap proyek dapat berlainan meskipun terdapat kesamaan pada jenis kegiatannya, hal ini dapat berpengaruh terhadap tingkat produktivitas alat.

Untuk mendapatkan tingkat produksi alat untuk setiap proyek dihitung berdasarkan siklus waktu kerja tiap-tiap alat. Berapa lama total waktu yang dibutuhkan oleh sebuah alat untuk menyelesaikan satu jenis pekerjaan. Untuk semua tipe alat, data-data mengenai total waktu ini dikumpulkan dan dibuat rata-rata produksi per jamnya. Selain tingkat produksi, dipengaruhi juga oleh pengalaman operator maupun pengawas operasional alat. Operator maupun pengawas operator alat dapat berupa karyawan perusahaan maupun personal dari luar yang profesional di bidangnya. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah masalah biaya yang harus dikeluarkan termasuk kaitannya dengan pembelian maupun penyewaan alat, baik untuk keperluan pemindahan alat dari tempat penyimpanan ke lokasi proyek, termasuk masalah perakitan alat sebelum digunakan maupun pembongkarannya setelah alat selesai digunakan.

** Kepemilikan Alat*

Terdapat tiga alternatif dalam kepemilikan alat, yaitu:

- Membeli alat konstruksi. Umumnya untuk peralatan dengan pemakaian yang rutin sehingga dengan membeli alat maka biaya penggunaan alat per jamnya akan lebih rendah.
- Menyewa peralatan konstruksi (biasanya dengan perjanjian leasing). Umumnya untuk peralatan konstruksi yang hanya digunakan untuk pekerjaan dengan waktu relatif singkat. Dengan menyewa, biaya penggunaan alat per jamnya akan lebih tinggi tetapi resiko terhadap kontraktor lebih rendah.
- Menyewa peralatan konstruksi dan merencanakan akan membelinya kelak. Umumnya disebabkan kondisi keuangan yang kurang memungkinkan untuk membeli peralatan. Tetapi diharapkan bila kondisi keuangan di masa mendatang diperkirakan membaik, maka alternatif pembelian dapat dilakukan.

** Pengoperasian / Penggunaan Alat*

Dalam pengoperasian alat, direncanakan metoda kerja paling efektif yang dipilih dari beberapa alternatif cara pengerjaan. Untuk itu dibuat gambar posisi alat, urutan kerja, cara kerja, dan sebagainya. Gambar dibuat skematis sehingga mudah dibaca, mudah dimengerti oleh pelaksana atau pengawas yang bertugas di lapangan. Pembuatan metoda kerja ditunjang oleh faktor-faktor berikut:

- Pengalaman dalam pekerjaan sejenis yang dilaksanakan oleh unit kerja perusahaan, yang sudah ditulis dan didokumentasi dalam kumpulan pelaksanaan pekerjaan.
- Manual metoda konstruksi perusahaan yang telah disusun dan dikembangkan secara bertahap.

Agar supaya alat dapat berproduksi secara maksimal, serta menghindari terjadinya kerusakan yang berlebihan karena kesalahan pengoperasian diharuskan memperhatikan buku petunjuk manual pengoperasian alat yang dikeluarkan oleh produsen serta alat dioperasikan oleh operator yang terlatih, terampil dan mengerti karakteristik alat bersangkutan.

** Rencana Pemeliharaan dan Perbaikan Alat*

Alat-alat berat sebagai asset perusahaan harus dipelihara, dirawat dengan baik agar selama umur ekonomisnya menguntungkan perusahaan dan bermanfaat mendukung penyelesaian suatu proyek yang sedang dikerjakan (berdaya guna tinggi).

Agar kondisi tersebut dapat dicapai, perlu diperhatikan beberapa petunjuk penting sebagai berikut :

1. Pelaksanaan pemeliharaan dengan kategori periodik, harus berpedoman pada jadwal penggunaan dan ketentuan pelaksanaan perawatan yang dicantumkan di dalam buku petunjuk manual pemeliharaan alat yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat.
2. Perlu dipahami ketentuan dan cara pemeliharaan sebagaimana tercantum dalam buku petunjuk manual pemeliharaan atau petunjuk-petunjuk yang diperoleh dari literatur-literatur peralatan.
3. Semua komponen alat harus dikenakan pemeliharaan periodik sesuai jadwal yang telah ditentukan dalam manual pemeliharaan.
4. Pemeliharaan harus dilakukan oleh mekanik yang mampu dan kompeten, agar pemeliharaannya terlaksana dengan benar.
5. Setiap alat harus dibuatkan buku Riwayat Alat, yang dicatat setiap kali dilakukan pemeliharaan atau perbaikan alat. Catatan tersebut mencakup: kapan tanggal pemeliharaannya, mekanik atau bengkel yang mengerjakannya, dan bahan atau suku cadang yang dipakai/diganti.
6. Setiap penggantian suku cadang, perlu diteliti terlebih dahulu data sebelumnya serta penyebab kerusakan.
7. Untuk pemeliharaan harian, dilakukan sebelum alat beroperasi dan operator alat dilibatkan.
8. Untuk pemeliharaan mingguan atau bulanan, harus dijadwalkan agar tidak mengganggu keseimbangan kombinasi alat di lapangan yang berakibat menurunnya produksi atau progres lapangan.
9. Biaya pemeliharaan dan perbaikan dicatat dalam buku khusus.
10. Untuk menunjang peralatan tidak rusak selama dipakai, maka kondisinya harus dijaga untuk selalu siap operasi sepanjang waktu dengan Preventive Maintenance Schedule (Jadwal Pemeliharaan Pencegahan).

**** Penggantian Komponen Peralatan***

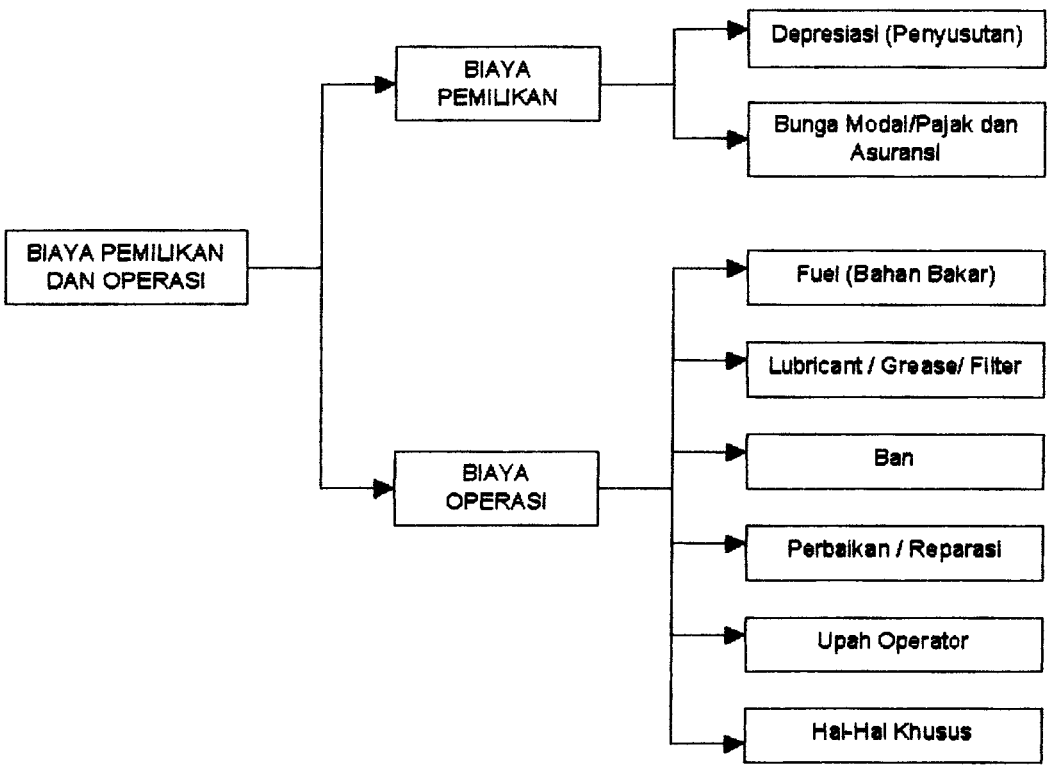
Perencanaan program penggantian komponen peralatan yang baik dapat mereduksi berkurangnya nilai produksi yang dihasilkan. Hal ini berhubungan dengan masalah waktu penggantian yang dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

- Biaya penyusutan (depreciation cost)
- Biaya kepemilikan (ownership cost)
- Biaya penggantian (replacement cost)
- Biaya penurunan nilai produktivitas alat (downtime cost)
- Biaya pemeliharaan (maintenance cost)
- Biaya pengalihan alat yang sudah tua (cost of obsolescence).

Umur pakai alat erat kaitannya dengan umur ekonomis alat (economic life) yaitu periode waktu antara awal pemakaian alat sampai pemakaian tidak ekonomis lagi, yang dinyatakan berdasarkan hasil studi ekonomi bahwa biaya yang diperlukan untuk alat berat yang baru lebih rendah dibandingkan dengan alat yang telah dimiliki saat itu dipertahankan untuk ekstra periode tertentu.

6.2. BIAYA PEMILIKAN DAN OPERASI

Secara umum, biaya pemilikan dan operasi suatu alat besar dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 6.1. Biaya Pemilikan dan Operasi Alat Besar

Tinggi rendahnya biaya pemilikan suatu alattidak hanya tergantung dari harga alat tersebut, tetapi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- Kondisi medan kerja
- Tipe pekerjaan
- Harga lokal dari bahan-bahan dan minyak pelumas

- Tingkat bunga
- Pajak dan asuransi
- Biaya rupa-rupa

6.2.1. Biaya Pemilikan

Yang dimaksud dengan biaya pemilikan adalah biaya yang menunjukkan jumlah antara penyusutan (depresiasi) alat, bunga dan asuransi alat.

**** Biaya Penyusutan (Deprersiasi)***

Penyusutan (depresiasi) adalah harga modal yang hilang pada suatu peralatan yang disebabkan oleh umur pemakaian. Guna menghitung besarnya biaya penyusutan perlu diketahui terlebih dahulu umur kegunaan dari alat yang bersangkutan dan niali sisa alat pada batas akhir umur kegunaannya. Terdapat banyak cara yang digunakan untuk menentukan biaya penyusutan. Salah satu metoda yang banyak digunakan adalah "straight line method" yaitu turunnya nilai modal dilakukan dengan pengurangan nilai penyusutan yang sama besarnya sepanjang umur kegunaan dari alat tersebut, sebagai berikut :

$$\textbf{Depresiasi} = \frac{\textbf{Harga mesin - (Harga ban*) - Harga sisa (Rupiah)}}{\textbf{Umur kegunaan (jam)}}$$

* Untuk alat-alat yang menggunakan crawler, harga ban tidak ada.

**** Bunga Modal, Pajak, dan Asuransi***

Bunga modal tidak hanya berlaku bagi peralatan yang dibeli dengan sistem kredit, tetapi dapat juga dari uang sendiri yang dianggap sebagai pinjaman. Jangka waktu peminjaman jarang yang lebih dari 2 (dua) tahun pada saat ini. Besar kecilnya nilai asuransi tergantung pada baru tidaknya peralatan, kondisi medan kerja, dan tipe pekerjaan yang ditangani.

Perhitungan bubga modal, pajak dan asuransi dapat disatukan dengan menggunakan rumus :

$$\textbf{Bunga Modal + Pajak + Asuransi} = \frac{\textbf{Faktor x Harga Mesin x Bunga per tahun}}{\textbf{Jam Pemakaian per tahun}}$$

dimana :

Faktor : $\frac{1 - (n - 1)(1 - r)}{2n}$

n : Umur ekonomis (*life time*) alat (tahun)

r : Nilai sisa alat (%).

Biaya pemilikan alat mempunyai nilai yang tetap walau alat tidak dioperasikan.

6.2.2. Biaya Operasi

Biaya operasi peralatan adalah biaya yang dikeluarkan hanya apabila alat tersebut dioperasikan. Biaya ini terdiri atas :

**** Bahan Bakar***

Kebutuhan bahan bakar dan pelumas per jam berbeda untuk setiap alat atau merk dari mesin. Data-data ini biasanya dapat diperoleh dari pabrik produsen alat atau dealer alat yang bersangkutan atau dari data lapangan. Pemakaian bahan bakar dan pelumas per jam akan bertambah bila mesin bekerja berat dan berkurang bila bekerja ringan. Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan rumus :

Biaya Bhn. Bakar (Fuel) = Keb. Bhn. Bakar per Jam x Harga Bhn. Bakar per Liter

**** Bahan Pelumas, Gemuk, Saringan (Filter)***

Untuk kebutuhan bahan-bahan tersebut, seperti pada kebutuhan bahan bakar, masing-masing alat besar dalam kebutuhan per jam berbeda sesuai dengan kondisi pekerjaan, bahan pelumas yang terdiri atas :

- oli mesin
- oli transmisi
- oli hidrolis
- oli final drive
- gemuk.

Biaya Bahan Pelumas = Kebutuhan Bahan Pelumas x Harga Pelumas per Liter

Sedangkan biaya filter biasanya diambil 50% dari jumlah biaya pelumas di luar bahan bakar atau dalam rumus hitungan :

$$\textbf{Biaya Filter per Jam} = \frac{\textbf{Jumlah Filter x Harga Filter}}{\textbf{Lama Penggantian Filter (jam)}}$$

** Ban*

Umur ban dari alat sangat dipengaruhi oleh medan kerjanya di samping kecepatan dan tekanan angin. Selain itu kualitas ban yang digunakan juga berpengaruh. Umur ban biasanya diperkirakan sesuai kondisi medan kerjanya.

$$\textbf{Ban} = \frac{\textbf{Harga Ban (Rupiah)}}{\textbf{Umur Kegunaan (jam)}}$$

** Perbaikan (Reparasi)*

Biaya perbaikan ini merupakan biaya perbaikan dan perawatan alat sesuai dengan kondisi operasinya. Makin keras alat bekerja per jam makin besar pula biaya operasinya. Biaya perbaikan (reparasi) alat dapat ditentukan dengan menggunakan formula berikut :

$$\textbf{Biaya Reparasi} = \frac{\textbf{Faktor Perbaikan x (Harga mesin - Harga Ban)}}{\textbf{Umur Kegunaan Alat (jam)}}$$

dimana :

Faktor perbaikan biasanya ditentukan berdasarkan pengalaman.

** Hal-Hal Khusus*

Beberapa parts yang keausannya lebih cepat dibanding parts lainnya tidak termasuk dalam biaya perbaikan, tetapi dimasukkan dalam hal-hal khusus.

** Upah Operator*

Salah satu cara untuk menghitung upah operator per jam adalah :

$$\textbf{Upah Operator} = \frac{\textbf{Upah Operator + Pembantu per Bulan (Rupiah)}}{\textbf{Jam Operasi per Bulan (jam)}}$$

** Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)*

Biaya tidak langsung terdiri atas: biaya pool, biaya kantor, biaya resiko, keuntungan dan sebagainya. Biaya ini biasanya dihitung sebesar 15% - 25% dari total biaya penggunaan peralatan bersangkutan.

** Biaya Satuan Pekerjaan*

Dari uraian di atas sudah dapat dihitung masing-masing: jumlah prosentase (produksi) peralatan, dan biaya pemakaian peralatan. Jika jumlah prosentase (produksi) dinyatakan sebagai: P m^3 atau ton/jam, dan biaya pemakaian perlatan dinyatakan sebagai: B Rp/jam, maka biaya satuan pekerjaan (BSP) adalah :

$$\textbf{BSP} = \frac{B}{P} \quad \textbf{Rp/m}^3 \textbf{ atau Rp/ton.}$$

6.3. ESTIMASI BIAYA PEMILIKAN & OPERASI ALAT PER JAM

MERK/MODEL : D85A-18 BERLAKU MULAI :
ATTACHMENT : WINCH TANGGAL : 7 AGUSTUS 2002

HARGA ALAT : USD 151.735
USD 15.174
USD 136.562

1. BIAYA PEMILIKAN ALAT:

a. Depresiasi : $\frac{\text{Nilai Penyusutan}}{\text{Umur Pakai Alat}} = \frac{136.562}{12.000 \text{ jam}} = 11.380$ USD/jam

b. Int, Tax, Ins (ITI) $= \dfrac{\left(1 - \frac{(n-1)(1-r)}{2n}\right) \text{ x harga alat x (ITI)}}{\text{Jam Pemakaian Alat per Tahun}}$

$= \frac{0{,}625 \text{ x } USD \text{ } 151.735 \text{ x } ,13}{2000 \text{ } jam} = 6.164$ USD/jam

Jumlah Biaya Pemilikan Alat = 17. 544 USD/jam.

2. BIAYA OPERASI ALAT

a. Bahan bakar : 28.50 x lt/jam x USD 0,152/lt = 4.316 USD/jam
b. Oli mesin : 0.14 x lt/jam x USD 0.606/lt = 0.085 USD/jam

c. Oli transmisi	:	0.17 x lt/jam x USD 0.606/lt	= 0.103 USD/jam
d. Oli final drive	:	0.08 x lt/jam x USD 0.606/lt	= 0.048 USD/jam
e. Oli hidrolis	:	0.13 x lt/jam x USD 0.758/lt	= 0.098 USD/jam
f. Gemuk	:	0.02 x lt/jam x USD 0.909/lt	= 0.018 USD/jam
g. Filter	:	0.05 x lt/jam x USD (B+c+d+e+f+g)	= 0.177 USD/jam

Jumlah Biaya Bahan Bakar, Oli, dll = 4.848 USD/jam

h. Biaya Repair & Maintenance : $\frac{\text{Repair Factor x Harga Mesin}}{\text{Umur Pakai Alat}}$

$\frac{0.92 \text{ x USD } 151.735}{12.000}$ = 11.633 USD/jam

i. Upah Operator	:		= 0.608 USD/jam
j. Biaya S. Item	:	Wire Rope USD 365/150 jam	= 2.433 USD/jam

Jumlah Biaya Operasi = 19. 522 USD/jam

3. JUMLAH BIAYA PEMILIKAN DAN OPERASI ALAT = 37.331 USD/jam

n : Umur ekonomis alat (Umur pakai alat : Jam pakai alat) = 6 Tahun
R : Nilai sisa alat = 10%, Inst = 12%, Ins, dll = 1%.

Tabel 6.1. Bulldozer Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption

Range Amount	Low		Medium		High	
Machine	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr
D20/21 A,E,P,PL	0.8 ~ 1.3	3 ~ 5	1.1 ~ 1.6	4 ~ 6	1.5 ~ 2.0	5.5 ~ 7.5
D37E,P	1.2 ~ 2.4	4.5 ~ 9	1.8 ~ 3	7 ~ 11.5	2.6 ~ 3.7	10 ~ 14
D40A	1.5 ~ 2.4	5.5 ~ 9	2.1 ~ 3.2	8 ~ 12	2.9 ~ 4.0	11 ~ 15
D41A,E,P	1.5 ~ 2.4	5.5 ~ 9	2.1 ~ 3.2	8 ~ 12	2.9 ~ 4.0	11 ~ 15
D50A	2.0 ~ 3.7	7.5 ~ 14	2.9 ~ 4.5	11 ~ 17	4.0 ~ 5.3	15 ~ 20
D53A,P	2.1 ~ 3.8	8 ~ 14.5	3.0 ~ 4.6	11.5 ~ 17.5	4.2 ~ 5.5	16 ~ 21
D58E,P	2.2 ~ 4.0	8.5 ~ 15	3.4 ~ 5.0	13 ~ 19	4.4 ~ 5.8	16.5 ~ 22
D60A	2.6 ~ 4.8	10 ~ 18	3.7 ~ 5.7	14 ~ 21.5	5.2 ~ 7.0	19.5 ~ 26.5
D60E	3.0 ~ 5.2	11.5~19.5	4.1 ~ 6.2	15.5 ~ 23.5	5.7 ~ 7.7	21.5 ~ 29
D63E	2.3 ~ 4.2	9 ~ 16	3.7 ~ 5.3	14 ~ 20	4.8 ~ 6.3	18 ~ 21
D65A	2.6 ~ 4.8	10 ~ 18	2.6 ~ 4.8	14 ~ 21.5	5.2 ~ 7.0	19.5 ~ 26.5
D65E	2.9 ~ 4.8	11 ~ 19	4.0 ~ 6.1	15 ~ 23	5.5 ~ 7.4	21 ~ 28
D68E,P	3.4 ~ 5.3	13 ~ 20	4.6 ~ 6.6	17.5 ~ 25	6.3 ~ 8.2	24 ~ 31
D75A	4.2 ~ 5.9	16 ~ 22.5	5.5 ~ 7.4	21 ~ 28	7.1 ~ 9.0	27 ~ 34
D83E,P	4.5 ~ 6.2	17 ~ 23.5	5.8 ~ 7.9	22 ~ 30	7.4 ~ 9.2	28 ~ 35
D85A,E,P	5.0 ~ 6.6	19 ~ 25	6.6 ~ 8.5	25 ~ 32	8.5 ~ 10.0	32 ~ 38
D135A	5.5 ~ 7.9	21 ~ 30	6.9 ~ 9.5	26 ~ 36	9.8 ~ 12.7	37 ~ 48
D155A	7.4 ~ 9.2	28 ~ 35	10.0 ~ 11.9	38 ~ 45	12.9 ~ 14.8	49 ~ 56
D355A	9.5 ~ 11.4	36 ~ 43	12.9 ~ 14.8	49 ~ 56	16.7 ~ 18.5	63 ~ 70
D375A	11.6 ~ 13.7	44 ~ 52	15.9 ~ 18.0	60 ~ 68	19.3 ~ 21.4	73 ~ 81
D455A	14.8 ~ 16.1	56 ~ 61	20.1 ~ 23.2	76 ~ 88	25.4 ~ 26.2	96 ~ 101
D475A	15.4 ~ 18.5	60 ~ 70	21.4 ~ 24.3	81 ~ 92	26.7 ~ 29.1	99 ~ 110
D50F	3.4 ~ 4.8	13 ~ 18	4.5 ~ 5.8	17 ~ 22	5.3 ~ 6.6	20 ~ 25
D60F	4.5 ~ 6.3	17 ~ 24	5.8 ~ 7.7	22 ~ 29	7.1 ~ 8.7	27 ~ 33

Low : Machine movement mainly consisting of idles running or travelling unloaded.
Medium : Average earth moving, scraper hauling or easy operation.
High : Ripping, heavy pushing and operation continued without rest at full bulldozer.

Tabel 6.2. Dozer Shovel Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption

Range Amount	Low		Medium		High	
Machine	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr
D20S,Q	0.8 ~ 1.3	3 ~ 5	1.1 ~ 1.6	4 ~ 6	1.5 ~ 2.0	5.5 ~ 7.5
D21S,Q	0.8 ~ 1.3	3 ~ 5	1.2 ~ 1.7	4.5 ~ 6.5	1.6 ~ 2.1	6 ~ 8
D31S,Q	1.2 ~ 2.2	4.5 ~ 8.5	1.7 ~ 2.8	6.5 ~ 10.5	2.2 ~ 3.3	8.5 ~ 12.5
D41S,Q	2.0 ~ 3.0	7.5 ~ 11.5	2.8 ~ 3.8	10.5 ~ 14.5	3.6 ~ 4.6	13.5 ~ 17.5
D53S	2.4 ~ 3.8	9 ~ 14.5	3.7 ~ 4.8	14 ~ 18	4.9 ~ 5.8	18.5 ~ 22
D57S	3.3 ~ 4.4	12.5~16.5	4.6 ~ 5.7	17.5 ~ 21.5	5.9 ~ 7.0	22.5 ~ 26.5
D60S	3.4 ~ 4.8	13 ~ 18	4.8 ~ 5.8	18 ~ 22	6.1 ~ 7.1	23 ~ 27
D65S	3.4 ~ 4.8	13 ~ 18	4.8 ~ 5.8	18 ~ 22	6.1 ~ 7.1	23 ~ 27
D66S	3.4 ~ 4.8	13 ~ 18	4.8 ~ 5.8	18 ~ 22	6.1 ~ 7.1	23 ~ 28
D75S	4.5 ~ 6.1	17 ~ 23	6.3 ~ 7.7	24 ~ 29	7.9 ~ 9.5	30 ~ 36
D95S	5.8 ~ 7.1	22 ~ 27	7.9 ~ 9.2	30 ~ 35	10.0 ~ 11.4	38 ~ 43
D155S	8.7 ~ 10.0	33 ~ 38	11.9 ~ 13.2	45 ~50	15.1 ~ 16.4	57 ~ 62

Low : Operation mainly without full load engine.
Medium : Average loading on ground or hill without full load on engine.
Loading operation accompanied by travelling from stockpile
High : Ripping, heavy pushing and operation continued without rest at full bulldozer.

Tabel 6.3. Pipe Layers Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption

Range Amount	Low		Medium		High	
Machine	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr
D155C	3.4 ~ 4.5	13 ~ 17	5.3 ~ 6.3	20 ~ 24	6.9 ~ 7.9	26 ~ 30
D355C	4.2 ~ 5.3	16 ~ 20	5.8 ~ 6.9	22 ~ 26	7.4 ~ 8.5	28 ~ 32
D375C	4.2 ~ 5.3	16 ~ 20	5.8 ~ 6.9	22 ~ 26	7.4 ~ 8.5	28 ~ 32

Tabel 6.4. Hydraulic Excavator Fuel Consumption - Hourly Fuel Consumption

Range / Amount	Low		Medium		High	
Machine	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr	U.S Gal/hr	Ltr/hr
PC05	0.2 ~ 0.3	0.8 ~ 1.2	0.3 ~ 0.4	1.3 ~ 1.8	0.4 ~ 0.5	1.6 ~ 1.9
PC10	0.3 ~ 0.4	1.3 ~ 1.7	0.4 ~ 0.6	1.7 ~ 2.1	0.6 ~ 0.6	2.1 ~ 2.3
PC15	0.4 ~ 0.6	1.5 ~ 2.1	0.6 ~ 0.7	2.1 ~ 2.6	0.7 ~ 0.8	2.6 ~ 2.9
PC20	0.4 ~ 0.6	1.6 ~ 2.3	0.6 ~ 0.7	2.3 ~ 2.8	0.7 ~ 0.8	2.8 ~ 3.2
PC30	0.5 ~ 0.7	2.0 ~ 2.8	0.7 ~ 0.9	2.8 ~ 3.4	0.9 ~ 1.0	3.4 ~ 3.9
PC40	0.7 ~ 1.1	2.7 ~ 4.1	1.1 ~ 1.4	4.1 ~ 5.4	1.4 ~ 1.7	5.4 ~ 6.3
PC60,L	1.0 ~ 1.3	3.8 ~ 5.0	1.3 ~ 1.6	5.0 ~ 6.0	1.6 ~ 1.8	6.0 ~ 6.9
PC90	1.1 ~ 1.5	4.1 ~ 5.8	1.5 ~ 1.9	5.8 ~ 7.3	1.9 ~ 2.3	7.3 ~ 8.8
PC100,L	1.2 ~ 1.7	4.4 ~ 6.6	1.7 ~ 2.2	6.6 ~ 8.4	2.2 ~ 2.7	8.4 ~ 10.3
PC120	1.2 ~ 1.8	4.5 ~ 6.7	1.8 ~ 2.3	6.7 ~ 8.7	2.3 ~ 2.8	8.7 ~ 10.6
PC150,LC	1.5 ~ 2.2	5.6 ~ 8.5	2.2 ~ 2.9	8.5 ~ 10.8	2.9 ~ 3.5	10.8 ~ 13.2
PC150HD,NHD	1.3 ~ 2.1	5.1 ~ 7.9	2.0 ~ 2.6	7.7 ~ 9.9	2.6 ~ 3.2	9.9 ~ 12.1
PC180LC,LLC,NLC	1.8 ~ 2.6	6.7 ~ 9.7	2.6 ~ 3.1	9.7 ~ 11.7	3.1 ~ 3.7	11.7 ~ 14.3
PC200,LC	2.1 ~ 2.9	7.8 ~11.0	2.6 ~ 3.3	9.9 ~ 12.5	3.3 ~ 3.9	12.5 ~ 14.9
PC210,LC	2.2 ~ 3.0	8.2 ~11.5	2.7 ~ 3.2	10.3 ~ 12.2	3.5 ~ 4.2	13.2 ~ 15.8
PC220,LC	2.6 ~ 3.7	9.8 ~14.0	3.4 ~ 4.1	12.7 ~ 15.6	4.1 ~ 4.9	15.6 ~ 18.7
PC240,NLC,LC	2.5 ~ 3.8	10 ~ 14.3	3.4 ~ 4.2	13.0 ~ 15.9	4.2 ~ 5.0	15.9 ~ 19.1
PC280,NLC,LC	2.9 ~ 4.5	11 ~ 17	3.8 ~ 5.0	14.5 ~ 19.1	4.7 ~ 5.4	17.7 ~ 20.5
PC300,NLL, LC	3.3 ~ 5.2	13 ~ 19.8	4.7 ~ 5.8	16.9 ~ 21.9	5.5 ~ 6.2	20.7 ~ 23.5
PC360LC	3.2 ~ 5.0	12.1 ~ 19	4.3 ~ 5.6	16.1 ~ 21.2	5.2 ~ 6.0	19.6 ~ 22.7
PC400,LC	4.9 ~ 6.2	18.7 ~ 24	5.7 ~ 7.0	21.7 ~ 26.4	6.5 ~ 8.1	24.7 ~ 30.6
PC650,LC,SE	6.9 ~ 9.0	26 ~ 34	5.8 ~ 11.1	32 ~ 42	10.6 ~ 13.2	40 ~ 50
PC1000,LC,SE	9.5 ~ 11.9	36 ~ 45	11.6 ~ 14.5	44 ~ 45	14 ~ 16.9	53 ~ 64
PC1600	13.7~17.2	52 ~ 65	16.9 ~ 20.9	64 ~ 79	20.6 ~ 25.1	78 ~ 95
PW60	1.1 ~ 1.5	4.1 ~ 5.5	1.5 ~ 1.7	5.5 ~ 6.6	1.7 ~ 2.0	6.6 ~ 7.6
PW100	1.8 ~ 2.6	6.9 ~ 9.8	2.6 ~ 3.1	9.8 ~ 11.9	3.1 ~ 3.5	11.9 ~ 13.4
PW150	1.6 ~ 2.3	6.2 ~ 8.7	2.3 ~ 2.8	8.7 ~ 10.5	2.8 ~ 3.2	10.5 ~ 12.0
PW210	2.1 ~ 2.9	7.9 ~ 11	2.6 ~ 3.3	10.0 ~ 12.6	3.3 ~ 4.0	12.6 ~ 15.1

Tabel 6.5. Bulldozer, Dozer Shovel Lubricants Consumption - Hourly Consumption Lubricants

Application Unit Q'TY	*(1) Crankcase		*(2) Transmission		*(3) Final Drive		Hydraulic Control		Grease	
Machine Model	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr
D20/21A,E,P,PL	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.044	0.02
D31E,P	0.01	0.02	0.02	0.06	0.01	0.02	0.01	0.03	0.044	0.02
D40/41A, E,P	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.02	0.044	0.02
D50/53A,P	0.02	0.06	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.03	0.044	0.02
D58E,P	0.02	0.06	0.02	0.06	0.01	0.01	0.01	0.03	0.044	0.02
D63E	0.02	0.06	0.02	0.06	0.01	0.02	0.01	0.03	0.044	0.02
D60/65A,E,P	0.02	0.06	0.03	0.11	0.02	0.07	0.03	0.11	0.044	0.02
D68E,P	0.02	0.06	0.03	0.11	0.02	0.07	0.03	0.11	0.044	0.02
D75A	0.03	0.12	0.04	0.14	0.02	0.06	0.03	0.11	0.044	0.02
D83E,P	0.03	0.12	0.04	0.16	0.02	0.07	0.03	0.11	0.044	0.02
D80/85A,E,P	0.03	0.12	0.02	0.09	0.02	0.08	0.03	0.10	0.044	0.02
D135A	0.03	0.11	0.03	0.11	0.02	0.08	0.03	0.10	0.044	0.02
D155A	0.07	0.25	0.04	0.14	0.03	0.11	0.03	0.10	0.044	0.02
D355A	0.08	0.29	0.05	0.19	0.04	0.14	0.03	0.10	0.044	0.02
D375A	0.06	0.23	0.04	0.15	0.02	0.07	0.02	0.06	0.044	0.02
D455A	0.08	0.31	0.07	0.25	0.05	0.18	0.05	0.19	0.044	0.02
D475A	0.07	0.27	0.06	0.21	0.02	0.09	0.02	0.09	0.044	0.02
D20/21S,Q	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.022	0.01
D315S,Q	0.01	0.02	0.02	0.06	0.01	0.02	0.01	0.03	0.022	0.01
D41S,Q	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.04	0.022	0.01
D53S	0.01	0.05	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.04	0.022	0.01
D57S	0.03	0.11	0.02	0.09	0.01	0.03	0.02	0.06	0.022	0.01
D60S / 65S	0.02	0.06	0.03	0.11	0.01	0.05	0.02	0.06	0.044	0.02
D66S	0.03	0.10	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.04	0.044	0.02
D75S	0.03	0.11	0.03	0.12	0.01	0.04	0.02	0.06	0.044	0.02
D95S	0.03	0.11	0.04	0.12	0.02	0.09	0.03	0.10	0.044	0.02
D155S	0.07	0.25	0.04	0.14	0.03	0.12	0.05	0.18	0.044	0.02

*(1) Including lubricant oil of compressor for Portable Air Compressor
*(2) Including the oils in the torque converter, main clutch and steering cases, differential, etc.
*(3) Including the oils in the tandem case of Motor Grader.

Tabel 6.6. Hydraulic Excavator Lubricants Consumption - Hourly Consumption Lubricants

Application Unit Q'TY	*(1) Crankcase		*(2) Transmission of Swing Machinery		Final Drive		Hydraulic Control		Grease	
Machine Model	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	Lb	Kg
PC05	0.004	0.015	-	-	0.001	0.001	0.005	0.018	0.02	0.01
PC10	0.003	0.013	-	-	0.001	0.001	0.004	0.015	0.04	0.02
PC15	0.005	0.020	-	-	0.001	0.001	0.004	0.015	0.04	0.02
PC20	0.003	0.010	0.001	0.002	0.001	0.001	0.005	0.018	0.04	0.02
PC30	0.003	0.011	0.001	0.002	0.001	0.002	0.005	0.018	0.04	0.02
PC40	0.005	0.018	0.001	0.002	0.001	0.003	0.006	0.023	0.07	0.03
PC60,L	0.005	0.020	0.001	0.002	0.001	0.003	0.009	0.034	0.07	0.03
PC90	0.005	0.020	0.001	0.002	0.001	0.006	0.009	0.034	0.09	0.04
PC100,L	0.013	0.049	0.001	0.004	0.002	0.006	0.013	0.050	0.11	0.05
PC120	0.013	0.049	0.001	0.004	0.002	0.005	0.013	0.050	0.11	0.05
PC150LC	0.012	0.047	0.002	0.007	0.001	0.008	0.018	0.067	0.13	0.06
PC150HD,NHD	0.006	0.026	0.002	0.005	0.002	0.003	0.015	0.055	0.13	0.06
PC180LC,LLC	0.013	0.050	0.002	0.007	0.001	0.008	0.018	0.067	0.15	0.07
PC200LC	0.020	0.076	0.002	0.009	0.002	0.004	0.022	0.085	0.15	0.07
PC210LC	0.027	0.102	0.002	0.007	0.001	0.008	0.020	0.075	0.18	0.08
PC220LC	0.020	0.076	0.002	0.009	0.002	0.004	0.022	0.085	0.18	0.08
PC240NLC,LC	0.027	0.103	0.002	0.007	0.001	0.011	0.020	0.075	0.18	0.08
PC280NLC,LC	0.028	0.105	0.002	0.007	0.003	0.007	0.020	0.075	0.22	0.10
PC300NLC,LC	0.029	0.109	0.006	0.023	0.002	0.012	0.026	0.098	0.22	0.10
PC360LC	0.032	0.121	0.003	0.012	0.003	0.011	0.030	0.113	0.26	0.12
PC400LC	0.037	0.140	0.003	0.012	0.003	0.080	0.034	0.128	0.26	0.12
PC650	0.042	0.158	0.009	0.035	0.021	0.090	0.063	0.240	0.35	0.16
PC1000	0.054	0.204	0.011	0.041	0.024	0.085	0.086	0.325	0.40	0.18
PC1600	0.080	0.304	0.020	0.074	0.022	0.006	0.198	0.750	0.44	0.20
PW60	0.005	0.020	0.002	0.006	0.002	0.016	0.012	0.044	0.07	0.03
PW100	0.013	0.048	0.002	0.008	0.004	0.020	0.007	0.025	0.11	0.05
PW150	0.006	0.024	0.002	0.009	0.005	0.018	0.025	0.095	0.13	0.06
PW210	0.028	0.106	0.003	0.010	0.005	0.005	0.020	0.075	0.18	0.08

*(1) Including lubricant of PTO case.
*(2) Including lubricant differential gear box.

Tabel 6.7. Dump Truck, Wheel Loader Lubricants Consumption - Hourly Consumption Lubricants

Application Unit Q'TY	Crankcase		Transmission		Final Drive		Hydraulic Control		Grease	
Machine Model	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	U.S Gal	Ltr	Lb	Kg
GD313A	0.01	0.04	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.03	0.04	0.02
GD461A	0.01	0.03	0.01	0.03	0.02	0.06	0.01	0.03	0.04	0.02
GD500 series	0.03	0.11	0.01	0.03	0.02	0.09	0.01	0.03	0.04	0.02
GD600 series	0.03	0.11	0.01	0.04	0.02	0.09	0.01	0.03	0.04	0.02
GD700 series	0.04	0.16	0.01	0.04	0.03	0.13	0.02	0.08	0.09	0.04
GD725A	0.03	0.11	0.01	0.02	0.04	0.14	0.02	0.06	0.09	0.04
GD825A	0.04	0.16	0.01	0.04	0.03	0.13	0.02	0.09	0.09	0.04
WS23	0.07	0.28	0.10	0.37	0.04	0.16	0.04	0.17	0.13	0.06
WS23S	0.04	0.14	0.07	0.25	0.02	0.08	0.05	0.17	0.13	0.06
WS16	0.12	0.46	0.04	0.16	0.07	0.26	0.01	0.30	0.09	0.04
WS16S	0.04	0.14	0.06	0.21	0.02	0.08	0.04	0.17	0.09	0.04
JV60 series	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JV80 series	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JV100 series	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JV110 series	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JV140 series	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JV180 series	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 6.8. Approximate Tire Life

Machine	Easy Condition	Medium Condition	Severe Condition
Motor Scrapers	3.000	2.000	1.000
Towed Scrapers	5.000	4.000	3.000
Off Highway Dump Trucks	3.500	2.500	1.500
Articulated Dump Trucks	3.500	2.500	1.500
Motor Graders	3.000	2.000	1.000
Wheel Loaders	3.000	2.000	1.000
Wheel Dozers	3.000	2.000	1.000
Hydraulic Excavators	3.000	2.000	1.000
	Travelling on well maintenance road, or in silt or sand, tire wear is normal	Travelling on gravelly surface, tire wear is normal but occasionally cut by rocks	Tire wear mostly due to rock cut, liable to puncture frequently

The life varies brand and material. Tires may be used above or below the tire life expectancy given in this tab

Tabel 6.9. Approximate Usable Hours of Special Items

Items	Easy Range	Medium Range	Severe Range
Ripper Point	250	30	15
Shank Protector	1.500	450	150
Shank	7.000	3.500	2.000

7 SOAL & PENYELESAIAN

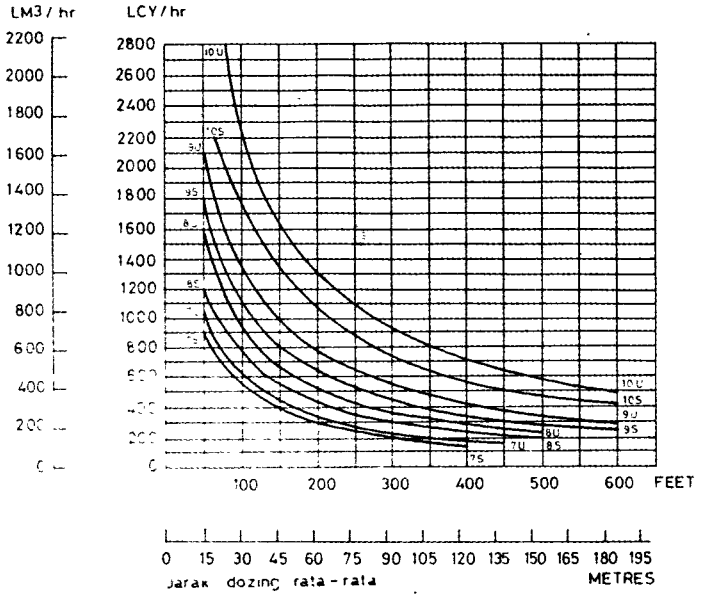
Soal # 01

Tentukan produksi rata-rata per jam untuk sebuah Bulldozer tipe D 8S (dengan tilt silinder), tanah lempung keras dengan rata-rata jarak dorong 150 feet (45 m), landai turun 15%, memakai cara "slot dozing (gusuran celah)". Berat jenis material 2650 lb/lcy (1600 kg/Lm3), keadaan operator sedang, job efficiency dihitung 50 min/jam.

Penyelesaian :

Faktor koreksi :
Lempung keras (sulit untuk dipotong) : 0,80
Grade Correction (koreksi kemiringan) : 1,19
Slot dozing (penggusuran satu jalan) : 1,20
Operator (sedang) : 0,75
Efisiensi kerja (50 min/jam) : 0,84
Koreksi karena berat; 2300:2650 : 0,87.

Grafik 7.1. Perkiraan Produksi Dozing untuk Universal Blade dan Straight Blade untuk Bulldozer Tipe D7, D8, D9, dan D10.



Dari Grafik 7.1. terbaca produksi maksimum untuk Bulldozer tipe D 8S sebesar 550 LCY/jam, jadi:

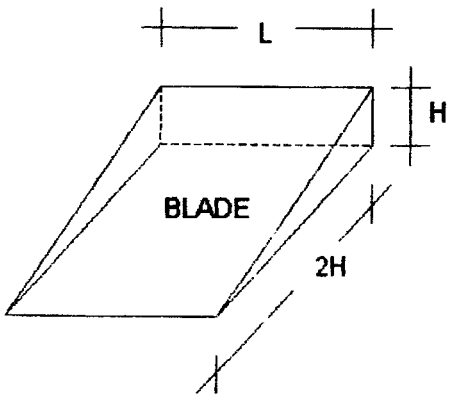
Produksi aktual = Produksi maksimum x faktor koreksi
= 550 LCY/jam x (0,80 x 1,19 x 1,20 x 0,75 x 0,84 x 0,87)
= 344 LCY/jam.

Soal # 02

Tentukan (secara teoritis) taksiran produksi bulldozer tipe 105 HP dengan ketentuan sebagai berikut :

- Tanah topsoil berat : 2300 lb/BCY, swell 43%
- Koefisien traksi : 0,90
- Jarak dorong : 60 m
- Bulldozer yang digunakan : 105 HP
- Straight blade : panjang 3,15 m
  tinggi 960 mm
- Berat total : 11.700 kg (25.800 lbs).

Penyelesaian :



Kapasitas Blade $= \frac{3,15 \times 0,96 \times (2 \times 0,96)}{2}$

$= 2,90\ Lm^3$
$= 3,79$ LCY
$= 3,79 : 1,43 = 2,65$ BCY.

Berat beban = 2,65 x 2300 = 6095 lbs
Kecepatan dorong ditentukan berdasarkan Tabel 7.1 berikut ini.

Tabel 7.1. Kecepatan Dorong dan Draw Bar Pull Bulldozer

Gigi (gear)		Speed		Draw Bar Pull (DBP)	
		mph	km/jam	lbs	kg
Forward (maju)	1st	1.4	2.3	26.000	12.066
	2nd	2.0	3.0	17.450	7.915
	3rd	2.9	4.7	12.300	5.580
	4th	3.7	6.0	9.300	4.220
	5th	4.4	7.1	7.750	3.515
	6th	5.7	9.2	5.640	2.565
Reverse (mundur)	1st	1.6	2.6	23.600	10.750
	2nd	3.4	5.5	10.250	4.650
	3rd	4.4	7.1	7.700	3.495

Dari Tabel 7.1. Kecepatan dorong sebesar :

DBP = 6905 lbs; DBP = 7.750 lbs
Kecepatan = 4,4 mph
DBP = 5.640 lbs
Kecepatan = 5,7 mph.

DBP = 6905 lbs; Kecepatan = $4{,}4 \times \left[\frac{7750 - 6905}{7750 - 5640} \times (5{,}7 - 4{,}4)\right] = 4{,}92$ mph.

DBP yang digunakan (diperiksa dengan traksi kritis)

Traksi kritis : 0,9 x 25.800 lbs = 23.220 lbs, jadi Bulldozer dapat bekerja.

Kecepatan mundur juga bisa menggunakan gear 3 dengan kecepatan 4,4 mph.

* ***Waktu Siklus :***

- Mendorong 60 m dengan kecepatan 4,92 mph $= \frac{60 \times 60}{4{,}92 \times 1.609} = 0{,}454$ menit

- Mundur 60 m dengan kecepatan 4,4 mph $= \frac{60 \times 60}{4{,}92 \times 1.609} = 0{,}50$ menit

- Waktu tetap (pindah persneling) = 0,10 menit

Total waktu siklus = 0,454 + 0,50 + 0,10 = 1,054 menit.

* ***Faktor Koreksi***

- Operator sedang : 0,75
- Material (hard to cut with tilt cylinder) : 0,80
- Slot dozing (metode celah) : 1,20
- Efisiensi kerja : 0,84

* ***Jumlah Trip*** = $\frac{60}{1,054}$ = 56 trip

* ***Produksi Teoritis*** = 56 x 2,65 = 148,4 BCY

* ***Produksi Aktual*** = 148,4 x (0,75 x 0,80 x 1,20 x 0,84) = **89,75 BCY.**

Soal # 03

Tentukan produksi ripping dengan data single shank ripper yang ditarik oleh traktor tipe D9H.CAT jika diketahui :

Jarak (space) ripping : 0,915 m
Kedalaman ripping : 0,610 m
Panjang ripping : 91 m
Kecepatan ripping : 1,6 km/jam = 26,6 m/menit
Waktu balik : 0,25 menit
Asumsi waktu : 60 menit/jam.

Penyelesaian :

Total cycle time = $\frac{91}{26,6}$ + 0,25 = 3,6 menit.

Jumlah trip per jam = $\frac{60}{3,6}$ = 16,6 trip/jam

Produksi per trip = 91 x 0,915 x 0,6 = 50,7 BM3/trip

Produksi per jam = 50,7 BM3/trip x 16,6 trip/jam = 841,62 BM3/jam

Perlu diingat bahwa hasil ini 10% - 20% lebih tinggi dari produksi sebenarnya, jadi :

Produksi aktual : 80% x 841,62 BM3/jam = 673,20 BM3/jam, atau

90% x 841,62 BM3/jam = 757,40 BM3/jam.

Jadi produksi sebenarnya antara 673,20 BM3/jam - 757,4 BM3/jam. Produksi ini belum dikoreksi dengan *kondisi pekerjaan (job condition), peralatan* dan *operator.*

Soal # 04

Tentukan produksi dari Bachoe, dengan kapasitas bucket 1,75 cuyd yang menggali tanah biasa, swell 43%, dalam pemotongan 6 feet, sudut swing 900, dengan kondisi pekerjaan dan tata laksana sedang.

Penyelesaian :

Ukuran bucket 1,75 cuyd, dalam keadaan munjung lebih kurang 2 cuyd, swell 43%.

Kapasitas bucket $= \frac{2}{1,43} = 1,39$ BCY

Time cycle :

Pengisian bucket	: 7 detik
Mengangkat beban & swing	: 10 detik
Dumping (pembuangan)	: 5 detik
Swing kembali	: 5 detik
Waktu tetap, percepatan, dll	: 4 detik

Total time cycle = (7 + 10 + 5 + 5 + 4) = 31 detik (0,5 menit.

Jumlah Trip : $T = \frac{60}{0,5} = 120$ trip/jam.

Produksi Teoritis = 1,39 BCY/trip x 120 trip/jam = 166,8 BCY.

Faktor Koreksi :

- Efisiensi kerja (50 min/jam) = 0,84
- Kondisi kerja & tata laksana sedang = 0,65
- Faktor swing & kedalaman galian.
  Tanah biasa = 9,7 feet.
  Kedalaman optimum = 6,0/9,7 x 100% = 60%

- Swing 900 = 0,91
- Faktor pengisian = 0,85

Faktor Koreksi Total = 0,84 x 0,65 x 0,91 x 0,85 = 0,42

Produksi per jam = 166,8 BCY/jam x 0,42 = **70,06 BCY/jam.**

Soal # 05

Sebuah loader dengan kapasitas bucket 5 cuyd mengerjakan gravel dengan berat 1660 kg/m3, dengan ukuran (9 mm, jarak manuver d1 = d2 = 15 feet, operasi konstan, dengan truck sewa, dengan kecepatan operasi: maju = 260 fpm, mundur = 440 fpm. Tentukan produksi dari loader tersebut.

Penyelesaian :

Bucket 5 cuyd kira-kira memuat 6 LCY.

Waktu Siklus:
- Fixed time : 0,40 menit
- material (9 mm) : - 0,02 menit
- Truck sewa : + 0,04 menit
- Operasi konstan : - 0,02 menit
- Maju 2 x 15/260 : + 0,11 menit
- Mundur 2 x 15/440 : + 0,07 menit

Total Waktu Siklus = 0,58 menit.

Trip per jam = 60/0,58 = 103,44 trip/jam.

Produksi maksimum teoritis = 6 x 103,44 = 620,64 cuyd/jam

Faktor Koreksi :
- Bucket fill factor : 0,85
- Efisiensi kerja siang : 0,83
- Tata laksana - kondisi pekerjaan baik : 0,75

Faktor Koreksi Total = 0,85 x 0,83 x 0,75 = 0,529

Produksi aktual loader = 620,64 x 0,529 = **328,31 LCY/m^3.**

Soal # 06

Sebuah scraper dengan kapasitas bowl 8 m3 peres, berat kosong 10 ton, panjang blade 2,40 m, mengerjakan tanah dengan berat 1400 kg/BM3, swell 20% dengan kondisi lapangan (haul route) datar. Jika diketahui jarak angkut sekali jalan = 400 meter, tebal lapisan penggalian 10 cm, dan pengurugan 20 cm loose, tentukan taksiran produksi dari scraper tersebut !!!

Penyelesaian :

Misalkan scraper ditarik oleh crawler tractor, berat 12 ton dengan DBP yang ada seperti tercantum pada Tabel 7.2. berikut :

Tabel 7.2. Kecepatan dan Draw Bar Pull Crawler Tractor, Berat 12 ton

Gear	Speed (km/jam)	DBP (kg)
1st	2,36	9000
2nd	3,80	5340
3rd	4,51	4050
4th	6,45	2540
5th	10,00	1530

RR untuk ban karet = 70 kg/ton
RR untuk crawler tractor = 30 kg/ton
Volume yang ada dalam scraper (loose) = 8 x 1,30 = 10,40 m^3.

$$\text{Jarak buang} = \frac{10,40}{0,20 \times 2,40} = 21,67 \text{ meter}$$

$$\text{Jarak muat} = \frac{8,00}{0,10 \times 2,40} = 33,34 \text{ meter}$$

Berat scraper = 10.000 kg
Berat muatan = 8 x 1.400 = 11.200 kg

Total berat : 10.000 + 11.200 = 21.200 kg.

DBP yang diperlukan :

- Untuk tractor = 12 x 30 = 360 kg
- Untuk scraper = 21,2 x 70 = 1484 kg

Total DBP yang diperlukan : 360 + 1484 = 1844 kg.

Dari Tabel 7.2. terlihat bahwa scraper masih bisa dijalankan pada gear 4^{th} , atau dengan kecepatan 7 km/jam. Sekalipun demikian, pada saat membuang ataupun memuat, scraper tidak dioperasikan pada kecepatan tersebut, mengingat "kesulitan" pada tanah bersangkutan pada waktu memuat maupun membuang, karena tidak bisa secara ideal ditentukan tebal lapisan yang uniform pada kecepatan tersebut. Sehingga waktu yang kita perhitungkan menjadi :

- Muat, gigi kesatu = $\frac{33,34}{\frac{2.360}{60}}$ = 0,85 menit

- Buang, gigi kesatu = $\frac{21,67}{\frac{2,360}{60}}$ = 0,55 menit

- Putar 2 kali per trip @ 0,5 menit = 1,00 menit
- Waktu tetap = 1,00 menit
- Waktu tidak tetap diperhitungkan berdasarkan

kecepatan 7 km/jam = $\frac{2 \times 400}{7000 : 60}$ = 6,85 menit

Waktu Siklus Total = (0,85 + 0,55 + 1,00 + 1,00 + 6,85) = 11,25 menit.

- Jumlah trip per jam = $\frac{60}{11,25}$ = 5,33 trip/jam.

- Produksi maksimum teoritis = 5,33 trip/jam x 8 m^3/trip = 42,64 m^3/jam (BANK)

- Faktor Koreksi :
  - Efisiensi wakti (45 menit/jam) = 0,83
  - Tata laksana - kondisi pekerjaan baik = 0,75

Faktor Koreksi Total = (0,83 x 0,75) = 0,62

- Jadi Taksiran produksi scraper = 0,62 x 42,64 BM^3/jam = 26,44 BM^3/jam.

Soal # 07

Sebuah truck dengan spesifikasi sebagai berikut :

Berat kosong = 37.000 lb
Kapasitas muatan = 40.000 lb
Berat total kendaraan = 77.000 lb (34.900 kg).

Dengan distribusi beban pada roda adalah sebagai berikut :

Poros depan = 12.000 lb
Poros kerja = 32.500 lb
Poros belakang = 32.500 lb (1 lb = 0,4536 kg, dan 1 mile = 1,609 km)

Digunakan power shovel kapasitas 3 cuyd dengan produksi 312 cuyd/jam. Memindahkan tanah berat 2.700 lb/bcy, swell 25%, jarak angkut 1 mile, dan grade rata-rata 2,5% terhadap horizontal. Jika diketahui Tahanan gelinding 60 lb/ton, Tahanan kelandaian 20 lb/ton/% grade, dan koefisien traksi sebesar 0,6, tentukan produksi dari truck tersebut, dan berapa jumlah truck yang dibutuhkan untuk melayani power shovel tersebut ?

Penyelesaian :

Tabel 7.3. Daftar Rimpull

Gear	Speed (mph)	Rimpull (lb)
1st	3,2	19.900
2nd	6,3	10.100
3rd	11,9	5.350
4th	20,8	3.060
5th	32,7	1.945

Tahanan gelinding = 60 lb/ton
Tahanan kelandaian : 2,5 x 20 lb/ton = 50 lb/ton

Tahanan total = 110 lb/ton

Rimpull yang diperlukan = 110 lb/ton x 34,9 ton = 3839 lb.
Pada waktu mengangkut beban kecepatan maksimum truck bisa mencapai 11,9 mph.

Tahanan gelinding = 60 lb/ton
Tahanan kelandaian = 50 lb/ton

Tahanan Total = 10 lb/ton (dikurangi karena pada waktu pulang, menurun).

Berat kosong truck = 37.000 lb x 0,4536 kg/lb = 16.780 kg.
Rimpull yang diperlukan = 10 lb/ton x 16,78 ton = 167,8 lb

Pada waktu kosong, kecepatan maksimum truck bisa mencapai 32,7 mph.

Wakti Siklus :

Loading = $\frac{15\ cuyd}{312\ cuyd\ /\ jam}$ = 0,0482 jam

Mengangkut = $\frac{1\ mile}{11{,}9\ mph}$ = 0, 0840 jam

Kembali = $\frac{1\ mile}{32{,}7\ mph}$ = 0,0306 jam

Waktu tetap (percepatan, dll) 2 menit = 0,0330 jam

Membuang dan Mengatur Posisi 1 menit = 0,0165 jam.

Total Waktu Siklus = 0,2123 jam (12,8 menit)

Jumlah trip/jam = 60/12,8 = 4,68 trip (4 trip

Produksi 1 truck per jam = 4 trip/jam x 15 cuyd/trip
= 60 cuyd/jam (bank condition).

Faktor Koreksi :

- Waktu kerja 50 menit/jam = 0,83 x 0,75 = 0,6225 ≈ 0,62
- Tata laksana kerja baik = 0,75.

Total produksi = 0,62 x 60 bcy/jam = 37,2 bcy/jam.

Dilayani oleh power shovel dengan produksi 312 bcy/jam, maka :

Jumlah truck yang dibutuhkan : $\frac{312\ bcy\ /\ jam}{37{,}2\ bcy\ /\ jam}$ = 8,3871 ≈ 9 buah truck.

Soal # 08

Tentukan produksi pemadatan pneumatic tired roller 10 ton dengan mesin penggerak sendiri (self propelled) dengan lebar efektif 1800 mm, untuk mencapai kepadatan yang digunakan dengan tebal 10 cm diperlukan 4 passing, kecepatan yang digunakan 7 mph (± 11 km/jam).

Penyelesaian :

Diketahui : W : 1800 mm = 1,8 m
S : 11 km/jam
P : 4
L : 10 cm = 100 mm

Dalam satuan metrik, Taksiran produksi dihitung sebagai berikut :

$$TP = \frac{W \times S \times L}{P}$$

$$= \frac{1{,}8 \times 11 \times 100}{4}$$

$$= 495 \text{ M}^3 \text{ (compacted) per jam.}$$

Taksiran produksi ini belum memperhitugkan faktor koreksi.

Soal # 09

Sebuah motor grader dioperasikan untuk meratakan lapangan sepak bola milik PT. FIKRI SHIDQULLAH yang berlokasi di daerah Kemirimuka Depok dengan ukuran 80' x 360'. Dalam hal ini diasumsikan setiap passing motor grader, blade 11 feet "meliputi" 8 feet. Untuk meratakan gundukan tanah diperlukan 4 (empat) passing. Kecepatan maksimum maju 4 mph dan kembali 12 mph, kecepatan rata-rata berikut waktu akibat percepatan dan lain-lain dihitung Va = 6 mph. Efisiensi sebesar 80%.

Penyelesaian :

$$N = \frac{80}{8} \times 4 = 40 \text{ pass}$$

$$d = 360 \text{ feet}$$

Va = 6 mph = 6 x 88 fpm

E = 0,80

$$T = \frac{2 \times 360 \times 40}{(6 \times 88) \times 0{,}8} = 68 \text{ menit.}$$

Jadi untuk mengerjakan perataan lapangan sepak bola yang berukuran 80' x 360' diperlukan waktu 68 menit.

Soal # 10

Tentukan produksi clearing dengan traktor D 9 H, dengan keadaan kemiringan medan wajar, tanah keras, drainase baik, kayu keras 85% dengan beberapa rumpun tanaman lunak. Banyaknya pohon rata-rata per acre adalah sebagai berikut :

Diameter	< 1' (30 cm)	31 - 60 cm	61 - 90 cm	91-121 cm	121-180 cm	> 180 cm
Range Jumlah Pohon	450 buah	15 buah	3 buah	3 buah	2 buah	1 buah

Penyelesaian :

$$T = X \{ A(B) + M_1 . N_1 + M_2 . N_2 + M_3 . N_3 + M_4 . N_4 + DF \}$$

Dari Tabel 7.4. diperoleh :

- Kayu keras 85%, diperoleh nilai X = 1,3
- $A = 1 + \frac{(450 + 15 + 3 + 3 + 2 + 1 - 400)}{200} \times 1 = 1{,}3$
- B = 18 menit

Jadi T = 1,3 { 1,3 (18) + 0,2 (15) + 0,5 (3) + 1,5 (3) + 4 (2) +8 (1,2) } = 65 menit/acre

T = 160 menit/hectare.

Tabel 7.4. Perhitungan Produksi Clearing

Jenis Traktor	Base Time (menit)	Diameter Range				> 180 cm (per foot)
		30-60 cm M1	60-90 cm M2	90-120 cm M3	120-180 cm M4	
D6D	40	0,8	4,0	8,0	25	-
D7G	28	0,5	2,0	4,0	12	4
D8K	21	0,3	1,5	2,5	7	2,0
D9H	18	0,2	0,5	1,5	4	1,2

Keterangan Tabel :

1. **Traktor** : Didasarkan pada model traktor yang dapat bekerja pada lapangan dengan kemiringan yang wajar (kemiringan di bawah 10%) dengan keadaan "footing" (track) yang baik, medan tidak berbatu-batu, pepohonan campuran lunak dan keras (pada Tabel adalah merek CAT). Traktor dalam keadaan "layak" untuk dioperasikan, blade tajam, dan diatur sebaik-baiknya.

2. **Base Time** : Menggunakan waktu (dalam menit) yang diperlukan bagi setiap traktor untuk "meliput" setiap acre (0,405 ha), material ringan dimana tidak ada pohon yang perlu pengerjaan khusus. Waktu yang diperlukan dipengaruhi oleh "kelebatan" pohonnya, yang diameternya kurang dari 12 inci (30 cm).

   a. Lebat : 600 pohon atau lebih per acre (1480 pohon/ha) base time ditambah 100%. Jadi A = 2,0.
   b. Sedang : 400-600 pohon per acre (990-1480 pohon/ha) base time tetap, A = 1,0.
   c. Ringan : Kurang dari 400 pohon per acre (990 pohon/ha) base time dikurangi 30%. A=0,7.

   Untuk rumpun yang lebat, base time ditambah 100%, A = 2,0.

3. **Diameter Range** :
   M^1 : menunjukkan waktu yang diperlukan (dalam menit) untuk memotong pohon dengan diamter rata-rata 1' - 2' (31 - 60 cm).
   M^2 : menunjukkan waktu yang diperlukan (dalam menit) untuk memotong pohon dengan diamter rata-rata 2' - 3' (61 - 90 cm).
   M^3 : menunjukkan waktu yang diperlukan (dalam menit) untuk memotong pohon dengan diamter rata-rata 3' - 4' (91 - 120 cm).

4. Kolom diameter di atas 6' (180 cm), menunjukkan jumlah waktu (dalam menit) yang dibutuhkan oleh suatu jenis traktor untuk memotong 1 feet (30 cm) kayu dengan diameter di atas 180 cm.
   Dengan demikian, untuk menumbangkan sebuah pohon dengan diameter 240 cm, dibutuhkan 8 x 1,2 atau kurang lebih 10 menit jika dipakai tractor D9H.

Soal # 11

Sebuah traktor dioperasikan dengan mesin diesel 4 langkah. Apabila diuji pada kondisi standar, mesin tersebut menghasilkan 130 dkrg (daya kuda roda gila). Berapa daya kuda yang mungkin pada ketinggian 3.600 feet ? jika temperatur rata-rata harian di lokasi tersebut adalah 72 °F.

Penyelesaian :

Diketahui :

Hc : 130
Ps : 29,92 inci
P0 : 26,14 inci (dari tabel 7.5)
Ts : 520 °F
T0 : 460 + 72 = 532 °F.

Tabel 7.5. Tekanan Barometer Rata-rata untuk Pelbagai Ketinggian DPL

Ketinggian DPL (feet)	Tekanan Barometer (in.Hg)
0	29,92
1.000	28,86
2.000	27,82
3.000	26,80
4.000	25,82
5.000	24,87
6.000	23,95
7.000	23,07
8.000	22,21
9.000	21,36
10.000	20,55

Mencari Nilai H_0 :

$$H_c = H_0 \frac{P_3}{P_0}\sqrt{\frac{T_0}{T_3}}$$

$$H_0 = H_c \frac{P_0}{P_3}\sqrt{\frac{T_3}{T_0}}$$

$$= 130 \times \frac{26{,}14}{26{,}92}\sqrt{\frac{520}{532}} = 112{,}7 \text{ dk.}$$

Maka daya kuda mesin yang mungkin, akan berkurang hingga 112,7 sebagai hasil dari temperatur dan ketinggian yang bertambah tersebut.

Soal # 12

Tentukan kemampuan menanjak sebuah traktor roda rantai yang menarik scraper (memuat sendiri) roda ban karet bertekanan tinggi dengan data-data sebagai berikut :

- Daya kuda traktor = 180 DK.
- Berat traktor = 40.500 lb atau 20,25 ton
- Draw Bar Pull pada gear 1st = 33.714 lb.
- Draw Bar Pull yang tersedia = 0,85 x 33.714 = 28.600 lb.
- Berat scraper + muatan = 78.960 lb = 39,48 ton
- Jalan angkutan = tanah beralur, tidak rata
- Tahanan gelinding untuk traktor = 160 lb/ton
- Tahanan gelinding untuk scraper = 210 lb/ton
- Kelebihan tahanan gelinding traktor = 50 lb/ton.

Penyelesaian :

Kemampuan menanjak tersebut ditentukan sebagai berikut :

- Tahanan gelinding traktor	: 20,25 x 50	= 1.012 lb
- Tahanan gelinding scraper	: 39,48 x 210	= 8.291 lb
Tahanan gelinding total		= 9.303 lb

Draw Bar Pull yang tersedia untuk mengatasi tanjakan adalah :

- Draw Bar Pull maksimum tersedia = 28.600 lb
- Dibutuhkan untuk tahanan gelinding = - 9.303 lb

Tarikan yang tersedia untuk tanjakan = 19.297 lb.

Berat gabungan traktor dan scraper bermuatan :

- Traktor = 20,25 ton
- Scraper = 39,48 ton

Jumlah = 59,73 ton.

Tarikan yang diperlukan per ton per 1% tanjakan = 20 lb

Tarikan yang diperlukan per 1% tanjakan untuk beban total = 20 x 59,73 = 1.195 lb.

Untuk traktor saja, tanjakan maksimum yang mungkin akan menjadi :

- Draw Bar Pull maksimum tersedia = 28.600 lb
- Tarikan yang diperlukan untuk tahanan gelinding = -1.012 lb

Tarikan yang tersedia untuk tanjakan = 27.588 lb

Tarikan yang diperlukan per 1% tanjakan = 20 x 20,25 = 405 lb.

Tanjakan maksimum yang mungkin : 27.588 / 405 = 68% (asalkan roda tidak tergelincir).

Soal # 13

Tentukan kemampuan menanjak sebuah kereta dengan muatannya yang ditarik oleh traktor roda yang berjalan pada perseneling ketiga pada ketinggian permukaan laut, jika diketahui :

- Momen puntir ternilai pada 2.100 rpm= 750 lb-ft
- Perbandingan transmisi total perseneling = 41,0
- Radius gelinding, dimuati = 29,38 inch
- Berat kotor = 138.500 lb
- Tahanan gelinding = 50 lb per ton.

Penyelesaian :

$$K = \frac{972 \times T \times G}{R \times W} - \frac{N}{20}$$

$$= \frac{972 \times 750 \times 41,0}{29,38 \times 138 .500} - \frac{50}{20}$$

$$= 7,3 - 2,5 = 4,8\%.$$

Nilai 4,8% diperoleh dengan menggunakan momen puntir mesin sepenuhnya. Jika yang digunakan hanya 85% sebagai tindakan keamanan, maka kemampuan menanjak itu menjadi :

$$K = 7,3 \times 0,85 - 2,5 = 3,7\%.$$

Jika tahanan gelinding jalan angkutan diizinkan bertambah menjadi 80 lb/ton, dan 85% torsi yang dipakai, maka kemampuan menanjak itu menjadi :

$$K = 6,2 - (80/20) = 2,2\%.$$

Soal # 14

Pada pekerjaan penggalian tanah, PT. FIKRI SHIDQULLAH mengalami pembengkakan biaya melampaui cost estimate. Saudara diminta untuk membantunya dalam suatu pembuatan analisis untuk menentukan metode yang tepat guna mengurangi biaya penggalian dan pengangkutan tanah. Bahannya adalah tanah biasa, dan perhitungan pekerjaan didasarkan atas informasi berikut :

- Ukuran shovel mekanis = 1,5 yd cubic
- Kedalaman galian = 12 feet
- Sudut putaran = 1200
- Ukuran truck yang digunakan = 6 yd cubic (ukuran bongkah)
- Waktu pergi-pulang per truck = 19 menit
- Jumlah truck yang dipakai = 8 unit.

Penyelesaian :

Waktu yang dihabiskan oleh shovel untuk membersihkan dasar tempat galian, pindah, dan untuk perbaikan-perbaikan mengurangi waktu penggalian yang sebenarnya sampai sekitar 30 men per jam.

Dasar tempat galian tersebut berlumpur dan beralur dalam karena drainase buruk yang mengurangi efisiensi alat-alat angkut. Hasil rata-rata = 108 yd cubic. Biaya langsung menggali dan mengangkut tanah ditentukan sebagai berikut :

- Shovel, operator dan tukang lumas		= Rp. 218.750,- per jam
- Truck dan pengemudi	: 8 @ Rp. 72.000	= Rp. 576.000,- per jam
- Overhead langsung dan pengawasan		= Rp. 78.000,- per jam
Biaya keseluruhan		= Rp. 872.750,- per jam
Biaya per yd cubic	: Rp. 872.750 / 108	= Rp. 8081,-

Analisis ini menunjukkan bahwa produksi tersebut dapat diperbesar dengan mengambil langkah-langkah berikut :

1. Menggunakan bulldozer kecil untuk menjaga dasar tempat galian tetap bersih dan dengan drainase baik.
2. Mengurangi kedalaman galian sampai optimum.
3. Mengurangi sudut putaran sampai 750 dengan memperbaiki dasar tempat galian.
4. Memperbaiki kondisi pekerjaan sampai baik dengan pemeliharaan tempat galian dan jalan angkut sebagaimana mestinya dan menggali dengan kedalaman galian yang optimum.
5. Memperbaiki kondisi pengelolaan sampai menjadi baik dengan melakukan servis peralatan pada akhir kerja regu dan dengan membayar premi sebesar Rp. 100 per yd cubic, untuk dibagi di antara para pekerja, bagi produksi di atas 120 yd cubic per jam.
6. Mengurangi waktu pergi pulang truck sampai menjadi 15 menit dengan memperbaiki jalan angkut dan dasar tempat penggalian.
7. Menyediakan truck tambahan untuk mengangkut pertambahan hasil sovel.

Jika ditempuh langkah-langkah yang dianjurkan tadi, maka produksi yang mungkin dari shovel itu akan sebagai berikut :

- Waktu menggali sebenarnya yang diperkirakan	: 50 menit per jam
- Hasil ideal	: 240 yd cubic
- Faktor kedalaman - putaran	: 1,07
- Faktor pengelolaan - pekerjaan	: 0,75
- Hasil yang mungkin : 240 x 1,07 x 0,75	: 193 yd cubic per jam.

Jumlah truck yang dibutuhkan untuk mengangkut tanah :

- Asumsikan truck bekerja 50 menit per jam		
- Jumlah trip per jam per truck	: 50 / 15	= 3,33
- Volume yang diangkut per jam per truck	: 3,33 x 6	= 20 yd cubic
- Jumlah truck yang diperlukan	: 193 / 20	= 9,6
Diperlukan 10 buah truck		

Biaya langsung penggalian dan pengangkutan tanah yang telah ditinjau kembali akan menjadi sebagai berikut :

- Shovel, operator dan tukang lumas	= Rp.	218.750,- per jam
- Truck dan pengemudi : 10 @ Rp. 72.000	= Rp.	720.000,- per jam
- Overhead langsung dan pengawasan	= Rp.	78.000,- per jam
- Biaya bulldozer dan operator	= Rp.	69.375,- per jam
- Biaya premi : 73 yd cubic@ Rp.100,-	= Rp.	7.300,- per jam
Biaya keseluruhan	= Rp.	1.093.425,- per jam
Biaya per yd cubic : Rp.1.093.425 / 193	= Rp.	5.665,-
Saving biaya netto : Rp. (8.081- 5.665)	= Rp.	2.416,-

Penghematan ini cukup besar untuk menunjukkan pengaruh finansial dengan menerapkan teknik yang bijaksana dalam pemilihan peralatan dan penganalisaan pekerjaan. Kegagalan menerapkan perhitungan teknik pada pengerjaan suatu proyek merupakan salah satu sebab mengapa satu kontraktor dapat menyelesaikan proyek dengan menderita kerugian, sedangkan kontraktor lainnya akan menyelesaikan proyek yang sama dengan mendapatkan keuntungan.

Soal # 15

Tunjukkan pengaruh tanjakan atas biaya pengangkutan tanah dengan menggunakan dump truck, jika diketahui data-data proyek adalah sebagai berikut :

- Proyek memerlukan 1.000.000 yd cubic tanah (ukuran bongkah). Bahan tersebut berupa tanah biasa yang baik dengan berat 2.700 lb/yd cubic ukuran bongkah, swell 25%.
- Tempat pengambilan bahan 1 memerlukan pengangkutan rata-rata sejauh 0,66 mil dengan melalui tanjakan rata-rata sebesar 2,2 %. Tempat pengambilan bahan 2 memerlukan pengangkutan rata-rata sejauh 0,78 mil dengan melalui tanjakan rata-rata sebesar 1,4%.
- Kedua tempat pengambilan bahan dapat dicapai dengan mudah oleh truck yang memungkinkan menempatkan truck pada kedua sisi shovel dengan sudut putar tidak melebihi 900. Penggalian dapat dilakukan dengan kedalaman galian optimum. Kondisi pekerjaan dan pengelolaan sangat baik dengan faktor pengelolaan tidak kurang dari 0,80.
- Tanah digali dengan sebuah shovel mekanis yang berukuran 3 yd cubic, dengan produksi 0,80 x 390 = 312 yd cubic/jam ukuran bongkah.

- Tahanan gelinding rata-rata jalan angkut diperkirakan sebesar 60 lb/ton.
- Koefisien traksi antara ban truck dengan jalan angkut rata-rata sebesar 0,60.
- Tanah tersebut akan diangkut dengan truck curah bawah, dengan kapasitas cembung sebesar 15 yd cubic ukuran bongkah.
- Ketinggian tempat rata-rata 600 di atas permukaan laut.
- Spesifikasi untuk truck adalah sebagai berikut :
  - Kapasitas beban manfaat : 40.000 lb
  - Mesin : diesel, 200 DK
  - Berat kosong : 36.800 lb
  - Berat kotor, bermuatan : 76.800 lb
  - Distribusi berat bruto :
    - Sumbu depan : 12.000 lb
    - Sumbu penggerak : 32.400 lb
    - Sumbu penggerak gandengan : 32.400 lb.
- Ukuran ban-ban pada sumbu-sumbu penggerak dan gandengan : 24,00 x 25.

Penyelesaian :

Untuk menyelesaikan soal # 15, gunakan Tabel 7.6 berikut ini.

Tabel 7.6. Data dan Prestasi Alat (Dump Truck)

Gear	Kecepatan (mph)	Tarikan Tepi Roda (lb)
1st	3,2	19.900
2nd	6,3	10.100
3rd	11,9	5.350
4th	20,8	3.060
5th	32,7	1.945

Tarikan tepi roda maksimum yang dapat digunakan oleh truck bermuatan, sebagaimana yang dibatasi oleh koefisien traksi akan sebesar 32.400 x 0,6 = 19.440 lb. Ini cukup tinggi untuk meniadakan bahaya tergelincirnya ban, kecuali mungkin pada gear 1st . Biaya angkut tanah dari tempat penggalian bahan (quarry) 1 ditentukan sebagai berikut :
Gabungan pengaruh tahanan gelinding dan tanjakan bagi truck bermuatan akan menjadi :

Tahanan gelinding	= 60 lb per ton
Tahanan tanjakan : 2,2 20	= 44 lb per ton
Tahanan total	= 104 lb per ton

Berat kotor truck = 76.800 / 2.000 = 38,4 ton
Tarikan tepi roda yang diperlukan = 38,4 x 104 = 3.994 lb
Kecepatan maksimum truck bermuatan = 11,9 mph.

Gabungan pengaruh tahanan gelinding dan tanjakan bagi truck kosong akan menjadi :
Tahanan gelinding = 60 lb per ton
Tahanan tanjakan : 2,2 x 20 = - 44 lb per ton

Tahanan total = 16 lb per ton.

Berat kotor truck = 66.800 / 2.000 = 18,4 ton
Tarikan tepi roda yang diperlukan = 18,4 x 16 = 294 lb
Kecepatan maksimum truck bermuatan = 32,7 mph.

Waktu siklus dalam setiap operasi pergi-pulang :
- Memuat : 15 yd cubic / 312 yd cubic per jam = 0,0482 jam
- Waktu hilang di tempat penggalian dan mempercepat :1,5 menit = 0,0250 jam
- Perjalanan ke timbunan : 0,66 mil / 11,9 mph = 0,0555 jam
- Membuang, berbalik, dan mempercepat : 1 menit = 0,0167 jam
- Perjalanan ke tempat penggalian : 0,66 mil / 32,7 mph = 0,0202 jam

Waktu perjalanan pergi-pulang = 0,1656 jam.

- Asumsikan bahwa truck-truck tersebut akan beroperasi rata-rata 50 menit per jam.
- Jumlah perjalanan per jam : 1/0,1656 x 50/60 = 5,02
- Volume tanah yang diangkut per truck : 15 x 5,02 = 75,3 yd cubic per jam.
- Jumlah truck yang diperlukan : 312 / 75,3 = 4,15 (4 buah truck.

Jika sebuah truck dan pengemudinya membutuhkan biaya $ 32,40 per jam, maka biaya angkut tanah akan menjadi : $ 32,40 / 75,3 = $ 0,429 per yd cubic.

Biaya angkut tanah dari tempat penggalain (quarry) 2 ditentukan sebagai berikut : Gabungan pengaruh tahanan gelinding dan tanjakan bagi truck bermuatan akan menjadi :

Tahanan gelinding = 60 lb per ton
Tahanan tanjakan : 1,4 x 20 = - 28 lb per ton

Tahanan Total = 32 lb per ton.

Berat kotor truck = 38,4 ton
Tarikan tepi roda yang diperlukan : 38,4 x 32 = 1.229 lb

Tarikan tepi roda yang tersedia pada gear 5th adalah 1.945 lb, yang lebih besar dari yang diperlukan oleh truck. Dinding-dinding tepi tambahan dapat dipasang untuk memperbesar kapasitas truck. Beban kotor haruslah dibatasi sampai seberat yang ditarik oleh tarikan yang tidak melebihi 80% tarikan tepi roda, dengan tarikan tepi roda yang tersisa dicadangkan untuk mempercepat truck dan digunakan pada bagian-bagian jalan angkut yang bertahanan gelinding lebih tinggi atau tanjakan-tanjakan yang curam.
Tarikan tepi roda netto yang tersedia : 0,80 x 1.945 = 1.556 lb
Tarikan tepi roda yang diperlukan untuk 15 yd cubic = 1.229 lb

Kelebihan tarikan tepi roda = 327 lb.

Beban tambahan yang mungkin : 327 / 32 = 10,2

Volume tambahan yang mungkin : $\frac{10,2 \times 2000}{2700}$ = 7,55 yd cubic.

Agar dapat mengimbangi beban tambahan dinding-dinding sisi tambahan, maka volume tanah harus diperbesar dengan tidak lebih dari 7 yd cubic. Ini menghasilkan keseluruhan volume sebesar 22 yd cubic per muatan.

Gabungan pengaruh tahanan gelinding dan tanjakan atas truck kosong akan menjadi :

Tahanan gelinding = 60 lb per ton
Tahanan tanjakan : 1,4 x 20 = 28 lb per ton

Tahanan Total = 88 lb per ton.

Berat truck kosong, termasuk dinding sisi tambahan = 19 ton
Tarikan tepi roda yang diperlukan : 19 x 88 = 1.672 lb
Kecepatan maksimum truck kosong = 32,7 mph.

Waktu siklus dalam setiap operasi pergi-pulang :

- Memuat : 22 yd cubic / 312 yd cubic per jam = 0,0707 jam
- Waktu hilang di tempat penggalian dan mempercepat : 2 menit = 0,0333 jam
- Perjalanan ke timbunan : 0,78 mil / 32,7 mph = 0,0238 jam
- Membuang, berbalik, dan mempercepat : 1,5 menit = 0,0250 jam
- Perjalanan ke tempat penggalian : 0,78 mil / 32,7 mph = 0,0238 jam

Waktu perjalanan pergi-pulang = 0,1766 jam.

- Asumsikan bahwa truck-truck tersebut akan beroperasi rata-rata 50 menit per jam.
- Jumlah perjalanan per jam : 1/0,1766 x 50/60 = 4,72
- Volume tanah yang diangkut per truck : 22 x 4,72 = 103,8 yd cubic per jam.
- Jumlah truck yang diperlukan : 312 / 103,8 = 3,01 (3 buah truck.

Jika sebuah truck dan pengemudinya membutuhkan biaya $ 32,40 per jam, maka biaya angkut tanah akan menjadi : $ 32,40 / 103,8 = $ 0,312 per yd cubic.

Perbandingan biaya angkut tanah dari kedua tempat penggalian (quarry) akan memperlihatkan seberapa jauh penghematan-penghematan yang dapat dicapai dengan penggunaan tempat-tempat penggalian yang berbeda.

Biaya angkut dari tempat penggalian (quarry) 1	= $ 0,429 per yd cubic
Biaya angkut dari tempat penggalian (quarry) 2	= $ 0,312 per yd cubic
Penghematan	= $ 0,117 per yd cubic.

Faktor lain yang menguntungkan pada quarry 2 adalah pengurangan jumlah armada truck dari 4 buah menjadi 3 buah.

Soal # 16

Sebuah proyek mengharuskan kontraktor PT. FIKRI SHIDQULLAH Tbk. menggali dan mengangkut 1.900.000 yd cubic tanah biasa. Kontrak tersebut harus diselesaikan dalam waktu 1 tahun. Dengan mengoperasikan tiga regu, dengan waktu kerja sebenarnya 7 jam per regu, 6 hari seminggu, diperkirakan akan terdapat 5600 jam kerja, 350 yd cubic per jam ukuran bongkah, yang harus diperoleh dengan shovel mekanis (power shovel) kapasitas 4 yd cubic. Diketahui kondisi pekerjaan adalah sebagai berikut :

- Jarak angkut, 1 arah	: 3,5 mil
- Kelandaian	: - 0,5% (dari tempat galian ke tempat timbunan)
- Berat tanah di tempat	: 2600 lb per yd cubic
- Swell	: 30%
- Berat tanah lepas : 2600/1,3	: 2000 lb per yd cubic
- Ketinggian tempat	: 800 feet di atas permukaan laut.

Untuk mengangkut tanah kontraktor PT. FIKRI SHIDQULLAH Tbk. Merencanakan menggunakan scraper curah bawah roda ban yang diatrik traktor, yang dapat dibeli dengan perseneling standar atau menurut pesanan. Data spesifikasi dan prestasi alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

Tabel 7.7. Data Spesifikasi dan Prestasi Traktor

Uraian	Traktor Standar	Traktor Pesanan
Mesin traktor	150 dkr	150 dkr
Kecepatan maksimum	19,8 mph	27,4 mph
Efisiensi mekanis	82%	82%
Tarikan tepi roda kecepatan maksimum	2.330 lb	1.685 lb

Kapasitas cembung scraper standar adalah 32.000 lb atau 16 yd cubic ukuran lepas, berdasarkan kemiringan 3 : 1. Pajang dalam rata-rata kereta 7,1 ft 1 in. Kapasitas cembung scraper dengan peninggian dinding sisi 2 ft 0 in sebesar 46.800 lb atau 23,4 yd cubic ukuran lepas berdasarkan kemiringan 3 : 1.
Saudara diminta untuk membantu PT. FIKRI SHIDQULLAH Tbk dalam menentukan penggunaan alat. Bagaimana seharusnya manajemen memutuskan untuk menggunakan peralatan standar atau peralatan pesanan ???

Penyelesaian :

	Traktor Standar	Traktor Pesanan
Berat kotor traktor dan scraper	29.400 lb	29.400 lb
Berat kotor dinding isi	-	1.600 lb
Beban manfaat	32.000 lb	46.800 lb
Berat Total	61.400 lb	77.800 lb
Berat kotor	30,7 ton	38,9 ton
Biaya sampai diserahkan	$ 36.200	$ 36.900
Biaya per jam termasuk pengemudi	$ 27,40	$ 28,80*

* Biaya per jam lebih tinggi untuk peralatan pesanan diperbolehkan karena perlatan tersebut dihadapkan pada kondisi yang lebih berat

* ***Peralatan Standar***

Pengaruh gabungan tahanan gelinding dan tanjakan bagi alat yang bermuatan adalah :

Tahanan gelinding = 80 lb per ton
Tahanan tanjakan : 0,5 x 20 = - 10 lb per ton

Total = 70 lb per ton

Berat kotor kendaraan = 30,7 ton
Tarikan tepi roda : 30,7 x 70 = 2.149 lb
Tarikan tepi roda tersedia = 2.330 lb.

Traktor dapat menarik scraper bermuatan, dengan kelebihan tarikan tepi roda untuk percepatan. Tarikan tepi roda yang diperlukan untuk perjalanan kembali ke power shovel akan menjadi :

4,7 ton x 90 lb per ton = 1.323 lb

yang akan memungkinkan berjalan dengan kecepatan maksimum.

Waktu siklus dalam setiap operasi pergi-pulang :

- Volume tanah per muatan : 16 / 1,30 = 12,3 yd cubic ukuran bongkah
- Memuat : 12,3 yd cubic / 350 yd cubic per jam = 0,0351 jam
- Waktu hilang di tempat penggalian dan mempercepat : 1,5 menit = 0,0250 jam
- Perjalanan ke timbunan: 3,5 mil / 19,8 mph = 0,1770 jam
- Membuang, berbalik, dan mempercepat : 1,0 menit = 0,0167 jam
- Perjalanan ke tempat penggalian : 3,5 mil / 19,8 mph = 0,1770 jam

Waktu perjalanan pergi-pulang = 0,4308 jam.

- Asumsikan bahwa scraper tersebut akan beroperasi rata-rata 45 menit per jam.
- Jumlah perjalanan per jam : (1/0,4308) x (45/60) = 1,74
- Volume tanah yang diangkut per scraper : 12,3 x 1,74 = 21,4 yd cubic per jam.
- Jumlah scraper yang diperlukan : 350 / 21,4 = 16,4 (17 buah scraper.

Volume tanah sebenarnya yang diangkut per jam oleh scraper adalah 350 / 17 = 20,6 yd cubic.

Biaya angkut per yd cubic : $ 27,40 / 20,6 = $ 1,330.

* ***Peralatan Pesanan***

Pengaruh gabungan tahanan gelinding dan tanjakan bagi alat yang bermuatan adalah :

Tahanan gelinding = 50 lb per ton (untuk memberi rasa aman)
Tahanan tanjakan : 0,5 x 20 = - 10 lb per ton

Total = 40 lb per ton

Berat kotor kendaraan = 38,9 ton
Tarikan tepi roda yang diperlukan: 38,9 x 40 = 1.556 lb
Tarikan tepi roda tersedia pada 27,4 mph = 2.330 lb.

Traktor dapat menarik scraper bermuatan, dengan kelebihan tarikan tepi roda untuk percepatan. Tarikan tepi roda yang diperlukan untuk perjalanan kembali ke power shovel akan menjadi :

15,5 ton x 60 lb per ton = 930 lb

yang akan memungkinkan berjalan dengan kecepatan maksimum.

Waktu siklus dalam setiap operasi pergi-pulang :

- Volume tanah per muatan : 23,4 / 1,30 = 18,0 yd cubic ukuran bongkah
- Memuat : 18,0 yd cubic / 350 yd cubic per jam = 0,0515 jam
- Waktu hilang di tempat penggalian dan mempercepat :1,5 menit = 0,0333 jam
- Perjalanan ke timbunan: 3,5 mil / 27,4 mph = 0,1277 jam
- Membuang, berbalik, dan mempercepat : 1,5 menit = 0,0333 jam
- Perjalanan ke timbunan : 3,5 mil / 27,4 mph = 0,1277 jam

Waktu perjalanan pergi-pulang = 0,3652 jam.

- Asumsikan bahwa scraper tersebut akan beroperasi rata-rata 45 menit per jam.
- Jumlah perjalanan per jam : (1/0,3652) x (45/60) = 2,05
- Volume tanah yang diangkut per scraper : 18 x 2,05 = 36,9 yd cubic per jam.
- Jumlah scraper yang diperlukan : 350 / 36,9 = 9,5 (10 buah scraper.

Volume tanah sebenarnya yang diangkut per jam oleh scraper adalah 350 / 10 = 35 yd cubic.

Biaya angkut per yd cubic : $ 28,80 / 35 = $ 0,825.

Pengurangan biaya angkut tanah dengan alat pesanan sebesar :

Jika menggunakan alat standar = $ 1,330 per yd cubic
Jika menggunakan alat pesanan = $ 0,825 per yd cubic

Penghematan = $ 0,505 per yd cubic.

Jadi total saving bagi proyek sebesar : 1.900.000 x $ 0,505 = $ 959,500.

Soal # 17

Di sebuah proyek pekerjaan tanah, dijumpai kondisi pekerjaan sebagai berikut :

- Berat tanah = 2.700 lb per yd cubic ukuran bongkah
- Pengembangan = 25%
- Berat tanah lepas : 2.700/1,25 = 2.160 lb per yd cubic
- Jarak angkut (jalan datar) = 1,5 mil
- Tahanan gelinding = 50 lb per ton.

Tanah tersebut akan digali dengan power shovel, yang hasilnya sebesar 280 yd cubic per jam. Spesifikasi alat angkut adalah sebagai berikut :

- Jenis = scraper curah bawah yang ditarik traktor
- Motor traktor = 200 dkr (daya kuda rem)
- Kapasitas scraper = 16 yd cubic (ukuran cembung)
- Kapasitas scraper : 16 / 1,25 = 12,8 yd cubic ukuran bongkah
- Berat traktor dan scraper = 36.800 lb
- Berat muatan 16 yd cubic @160 lb = 34.560 lb

Berat bermuatan bruto = 71.360 lb (35,68 ton)

Biaya per jam termasuk operator = $ 31,60.

Penyelesaian :

Untuk menyelesaikan soal # 17, gunakan Tabel 7.8 berikut ini.

Tabel 7.8. Data dan Prestasi Alat (Power Shovel)

Gear	Kecepatan (mph)	Tarikan Tepi Roda (lb)
1st	3,0	20.250
2nd	5,8	10.450
3rd	11,1	5.520
4th	19,4	3.130
5th	30,5	1.990

** Prestasi pada Ketinggian Permukaan Laut*

Prestasi pada ketinggian permukaan laut :

- Tarikan tepi roda yang diperlukan: 35,68 x 50 = 1.784 lb
- Kecepatan maksimum bermuatan = 30,5 mph
- Kecepatan maksimum kosong = 30,5 mph.

Waktu siklus dalam setiap operasi pergi-pulang :

- Memuat : 12,8 yd cubic / 280 yd cubic per jam= 0,0458 jam
- Waktu hilang di tempat penggalian dan mempercepat :1,5 menit = 0,0250 jam
- Perjalanan ke timbunan: 1,5 mil / 30,5 mph = 0,0493 jam
- Membuang, berbalik, dan mempercepat : 1,5 menit = 0,0250 jam
- Perjalanan ke timbunan : 3,5 mil / 27,4 mph = 0,0493 jam

Waktu perjalanan pergi-pulang = 0,1944 jam.

- Asumsikan bahwa scraper tersebut akan beroperasi rata-rata 45 menit per jam.
- Jumlah perjalanan per jam : (1/0,1944) x (45/60) = 3,86
- Volume tanah yang diangkut per scraper : 12,8 x 3,86 = 49,5 yd cubic per jam.
- Jumlah scraper yang diperlukan : 280 / 49,5 = 5,7 (6 buah scraper.

Volume tanah sebenarnya yang diangkut per jam oleh scraper adalah 280 / 6 = 46,7 yd cubic.

Biaya angkut per yd cubic : $ 31,60 / 46,7 = $ 0,677.

* ***Prestasi Pada Ketinggian 5000 ft***

Kehilangan tarikan tepi roda yang tersedia : $\frac{0{,}03\ (5000 - 1000)}{1000}$ x 100 = 12%

Faktor koreksi untuk tarikan tepi roda pada 5000 ft : 0,88

Tabel 7.9. Tarikan Tepi-Roda yang Tersedia

Gear	Kecepatan (mph)	Tarikan Tepi-Roda pada Ketinggian Permukaan Laut (lb)	Tarikan Tepi-Roda pada Ketinggian 5000 ft (lb)
1st	3,0	20.250	17.820
2nd	5,0	10.450	9.196
3rd	11,1	5.250	4.620
4th	19,4	3.150	2.772
5th	30,5	1.990	1.751

- Tarikan tepi-roda untuk alat yang bermuatan : 1.784 lb
- Kecepatan maksimum bermuatan : 19,4 mph
- Tarikan tepi-roda yang diperlukan : 15,5 x 50 : 775 lb
- Kecepatan maksimum kosong : 30,5 mph.

Waktu siklus dalam setiap operasi pergi-pulang :

- Memuat : 12,8 yd cubic / 280 yd cubic per jam = 0,0458 jam
- Waktu hilang di tempat penggalian dan mempercepat : 1,75 menit = 0,0290 jam
- Perjalanan ke timbunan: 1,5 mil / 19,4 mph = 0,0773 jam
- Membuang, berbalik, dan mempercepat : 1,75 menit = 0,0290 jam
- Perjalanan ke tempat galian : 1,5 mil / 30,5 mph = 0,0493 jam

Waktu perjalanan pergi-pulang = 0,2304 jam.

- Asumsikan bahwa scraper tersebut akan beroperasi rata-rata 45 menit per jam.
- Jumlah perjalanan per jam : (1/0,2304) x (45/60) = 3,25
- Volume tanah yang diangkut per scraper : 12,8 x 3,25 = 41,6 yd cubic per jam.
- Jumlah scraper yang diperlukan : 280 / 41,6 = 6,7 $\approx$ 7 buah scraper.

Volume tanah sebenarnya yang diangkut per jam oleh scraper adalah 280 / 7 = 40 yd cubic.

Biaya angkut per yd cubic : $ 31,60 / 40 = $ 0,790.

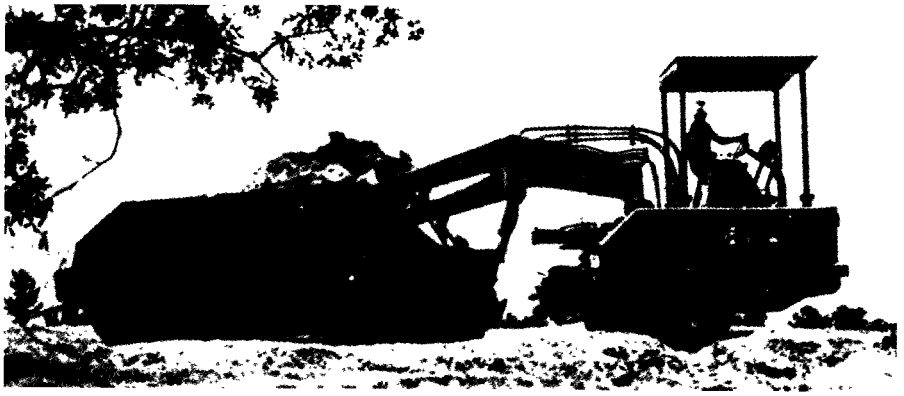
Dalam perhitungan untuk ketinggian 5000 ft di atas permukaan laut, kehilangan waktu oleh alat di tempat galian dan di tempat membuang ditambah 0,25 menit untuk mengimbangi pengaruh kehilangan daya pada ketinggian tersebut.

8 GAMBAR-GAMBAR REFERENSI

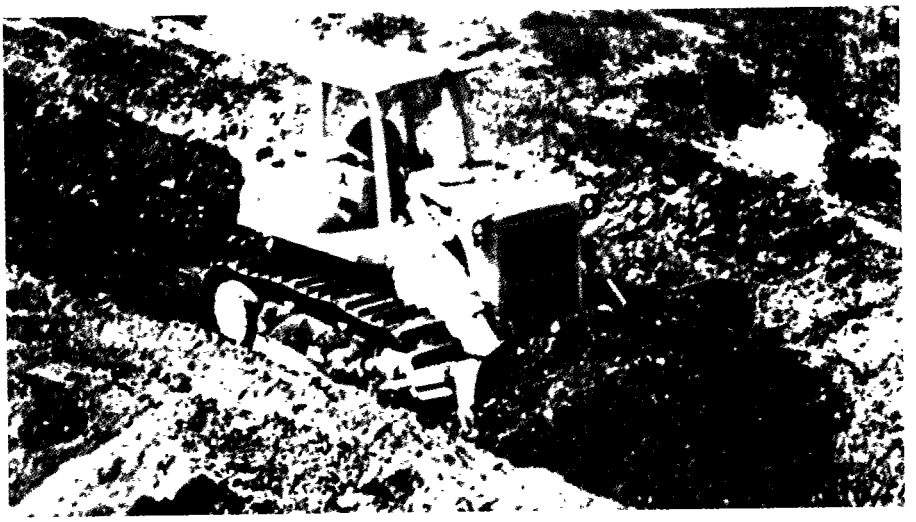
Gambar alat-alat berat yang dipakai pada Pemindahan Tanah Mekanis (Earth Moving) berikut ini sengaja ditampilkan untuk membantu memberikan gambaran visual kepada pembaca, khususnya bagi para mahasiswa Jurusan Teknik Sipil yang sedang mempelajari masalah yang berhubungan dengan Pemindahan Tanah Mekanis. Gambar-Gambar tersebut disadur dari buku Perencanaan, Peralatan, dan Metode Konstruksi, Jilid 1, edisi keempat, karangan R.L. Peurifoy, W.B. Ledbetter, dan Djoko Martono, diterbitkan oleh Penerbit Erlangga, Jakarta, pada tahun 1988.



Gambar 8-1. Traktor roda rantai mendorong scraper swa-muat
(Caterpillar Tractor Co.)



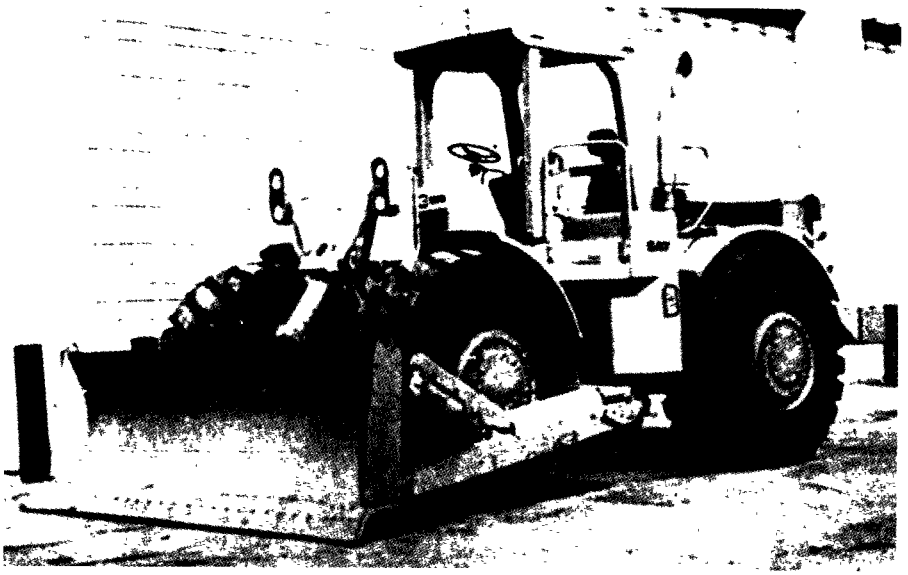
Gambar 8-2. Scraper sedang ditarik oleh traktor roda dua.



Gambar 8-3. Bulldozer yang dikendalikan secara hidrolis
(Caterpillat Tractor Co)



Gambar 8-4. Bulldozer roda rantai (Caterpillar Tractor Co)



Gambar 8-5. Bulldozer Roda Ban (Caterpillar Tractor Co)



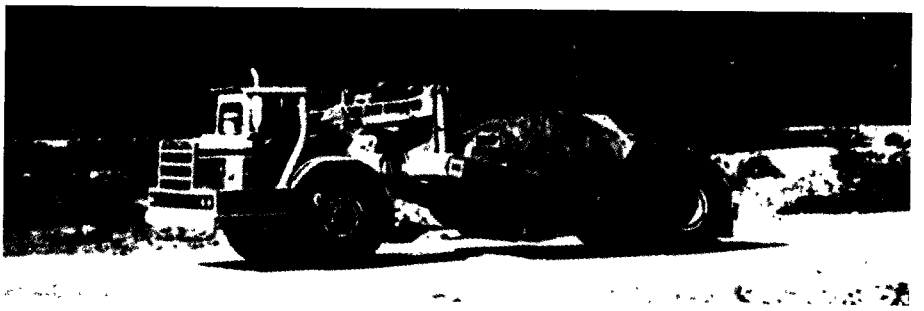
Gambar 8-6. Mengoperasikan dua bulldozer secara berdampingan



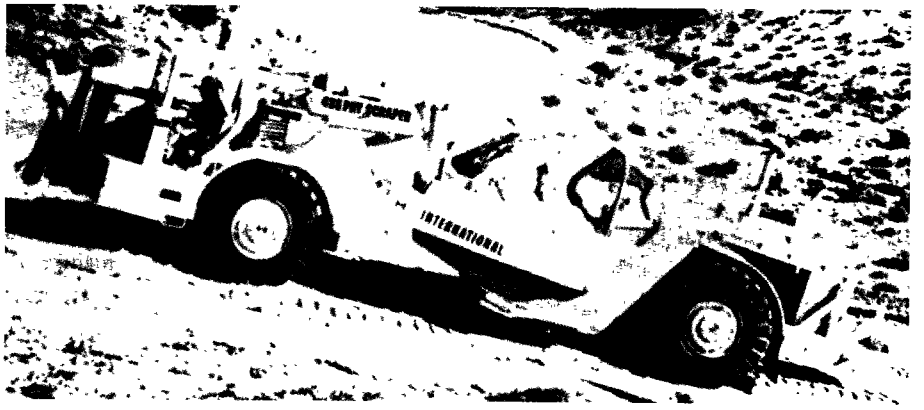
Gambar 8-7. Traktor roda kelabang dan scraper swa-muat



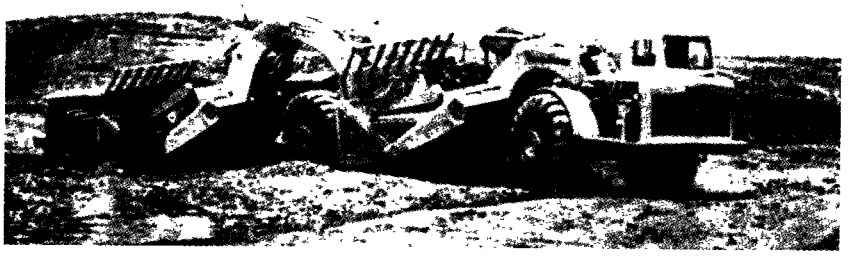
Gambar 8-8. Scraper penaik tanah jenis roda ban yang ditarik traktor



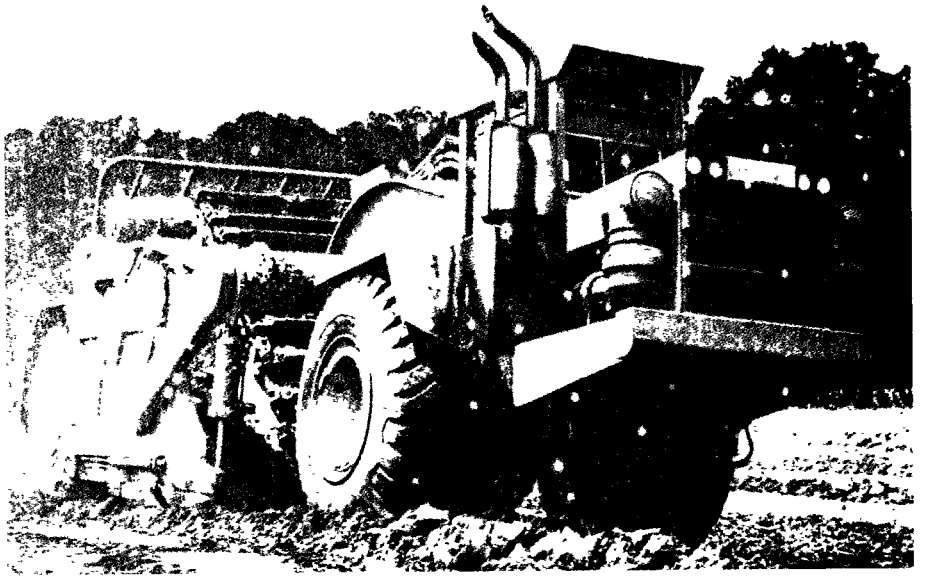
Gambar 8-9. Scraper jenis roda ban yang ditarik traktor mesin tunggal



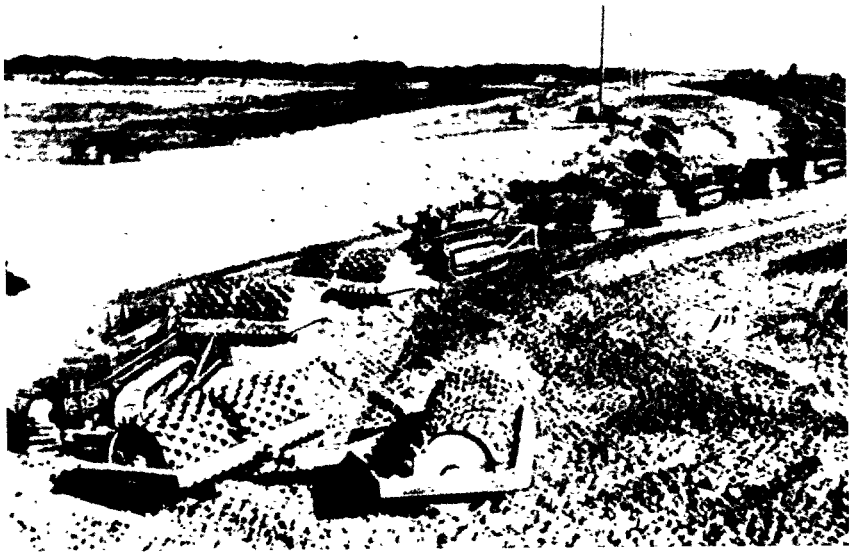
Gambar 8-10. Traktor dan scraper mesin ganda



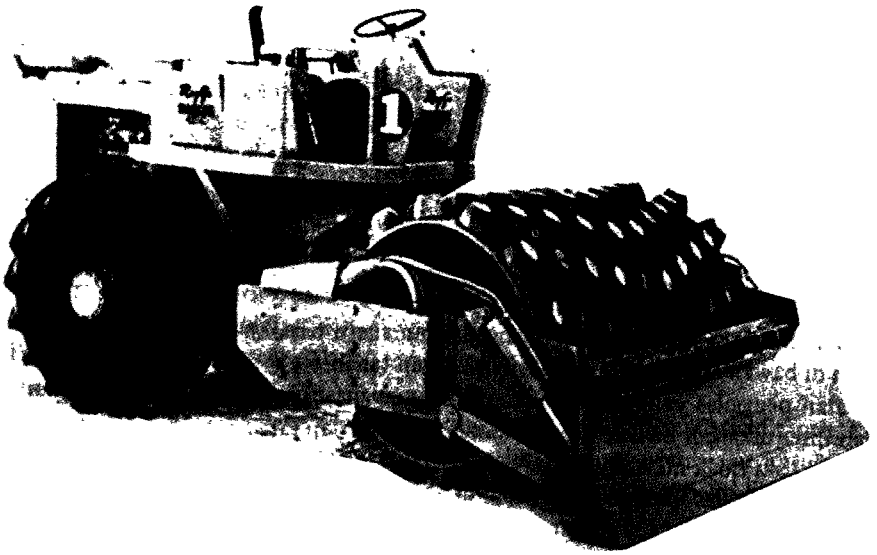
Gambar 8-11. Scraper dengan dua bak



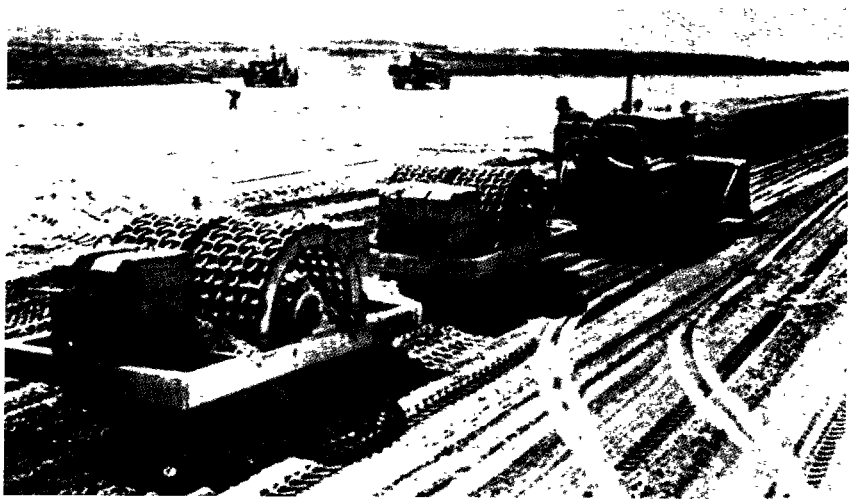
Gambar 8-12. Scraper penaik tanah jenis roda ban yang ditarik traktor



Gambar 8-13. Sheep foot roller yang ditarik traktor



Gambar 8-14. Penggilas tumbuk dan pendorong yang berjalan sendiri



Gambar 8-15. Penggilas roda kisi yang dibebani pemberat yang ditarik traktor



Gambar 8-16. Sheep foot roller bergetar jenis yang ditarik



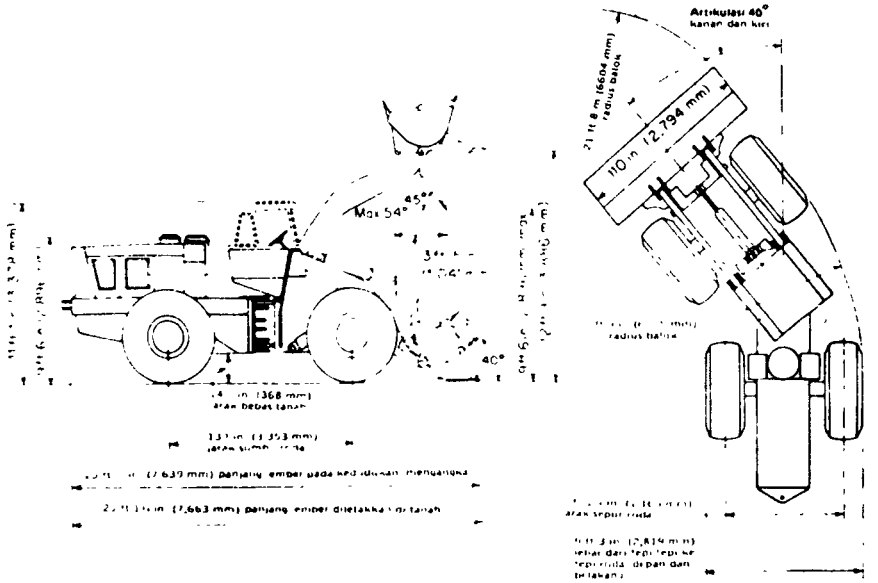
Gambar 8-17. Penggilas silinder baja bergetar



Gambar 8-18. Loader jenis Roda Rantai. (Caterpillar Tractor Co)



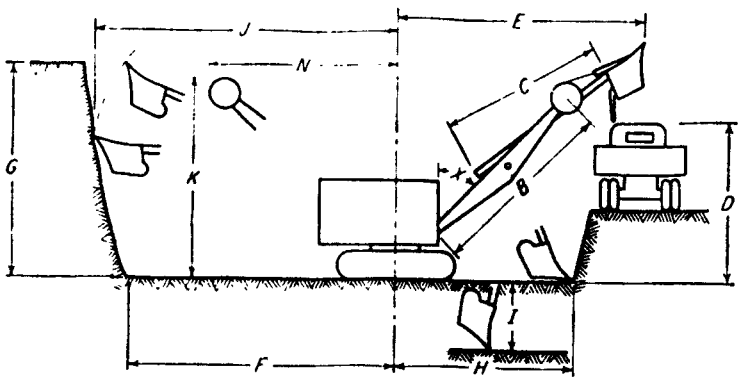
Gambar 8-19. Loader yang dipasang pada Traktor Roda Ban (Caterpillar Tractor Co)



Gambar 8-20. Loader yang dipasang pada traktor roda ban dengan sambungan sendir (International Harvester Company)



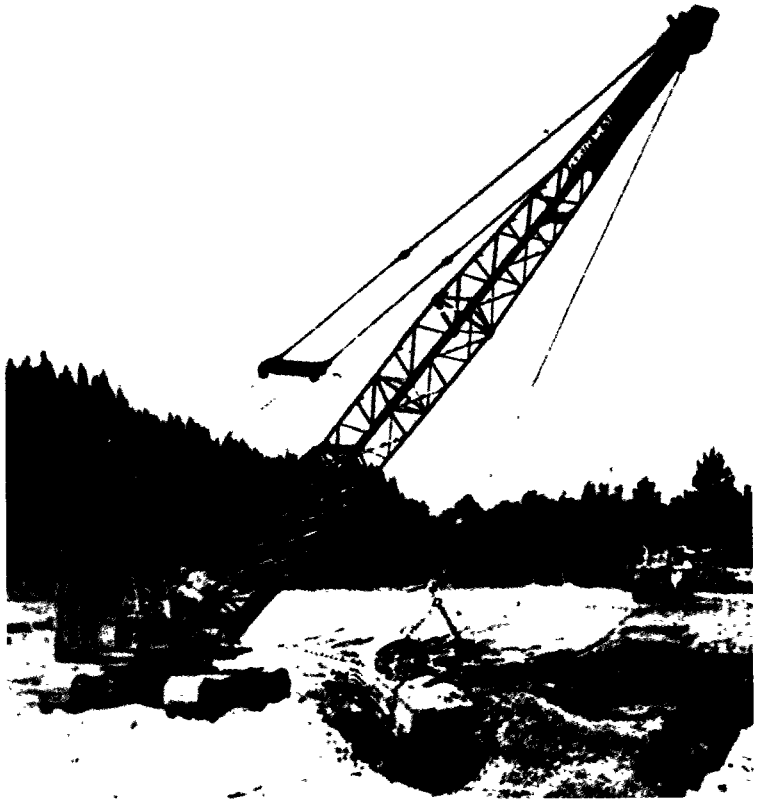
Gambar 8-21. Shovel Mekanis roda rantai yang dioperasikan dengan kabel (Northwest Engineering Company)



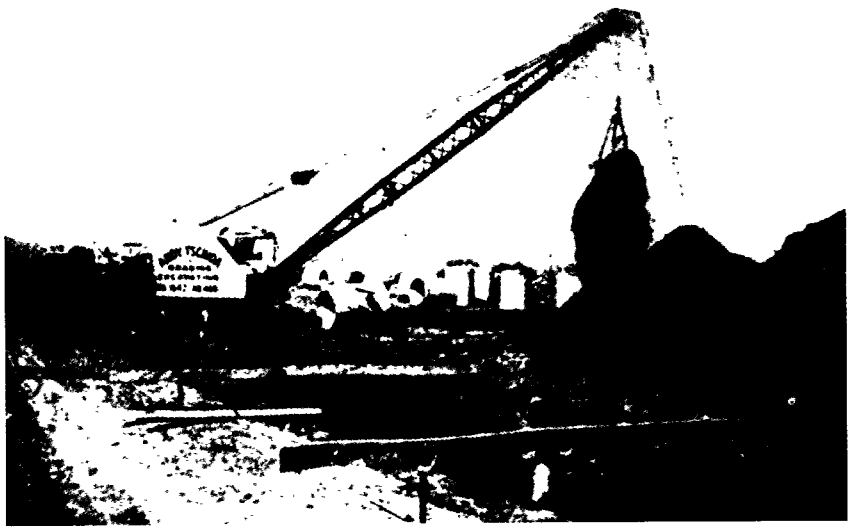
Gambar 8-22. Diagram ruang bebas bagi shovel mekanis yang dioperasikan dengan kabel



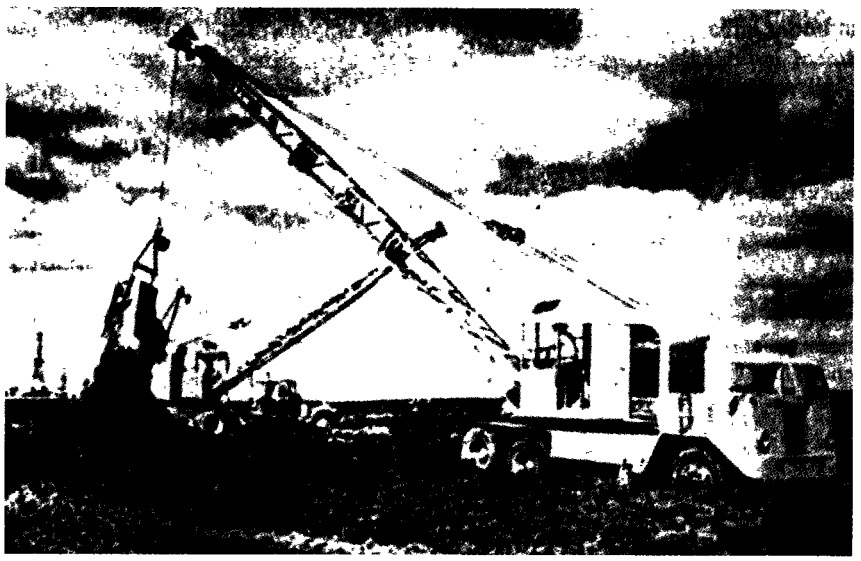
Gambar 8-23. Shvel Depan yang digerakkan secara hidrolis sedang memuat bahan ke dalam truck. (Caterpillar Tractor Co)



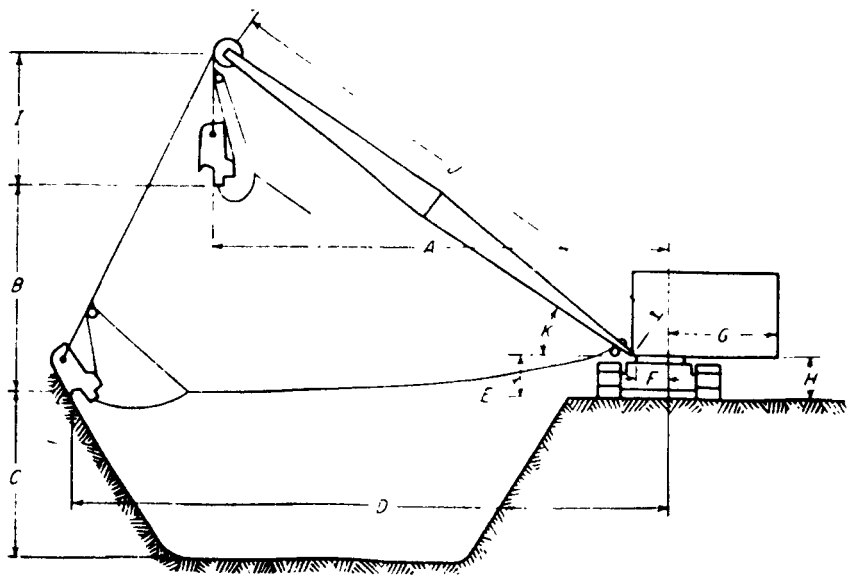
Gambar 8-24. Mesin Gali-Seret roda rantai (Northwest Engineering Company)



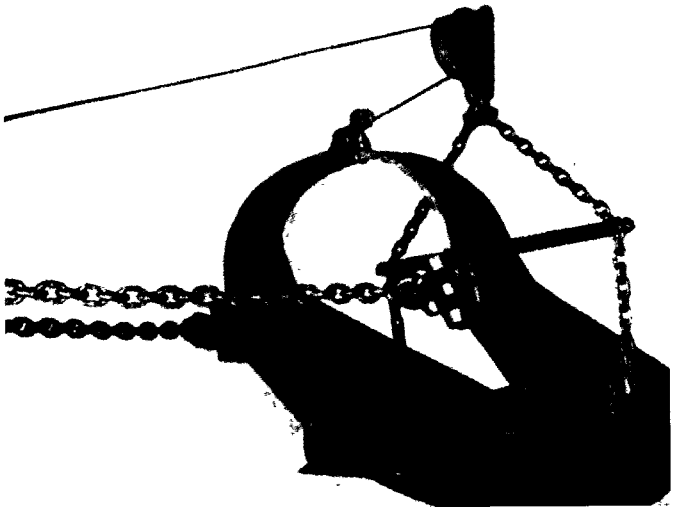
Gambar 8-25. Mesin Gali-Seret swa-mesin (berjalan sendiri) roda ban.



Gambar 8-26. Mesin Gali-Seret-Truck



Gambar 8-27. Diagram batas-batas mesin gali-seret



Gambar 8-28. Ember mesin gali-seret berukuran sedang



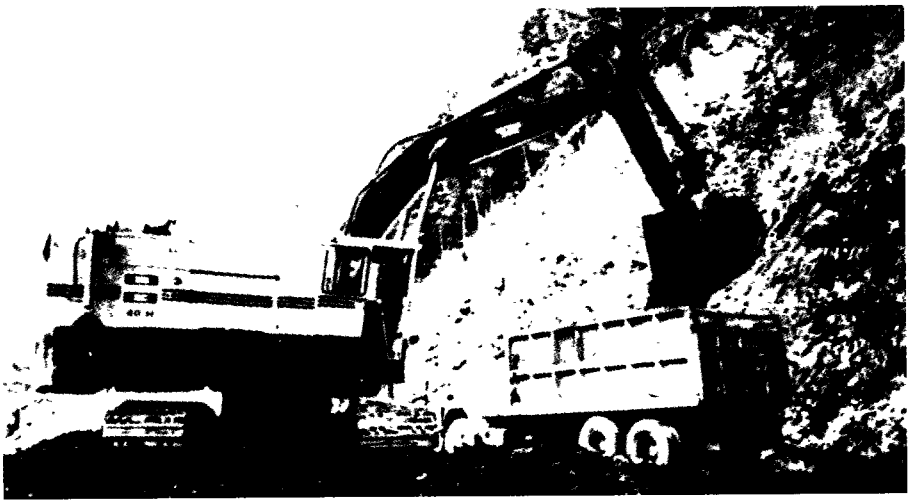
Gambar 8-29. Ember mesin gali-seret sedang menumpahkan muatannya



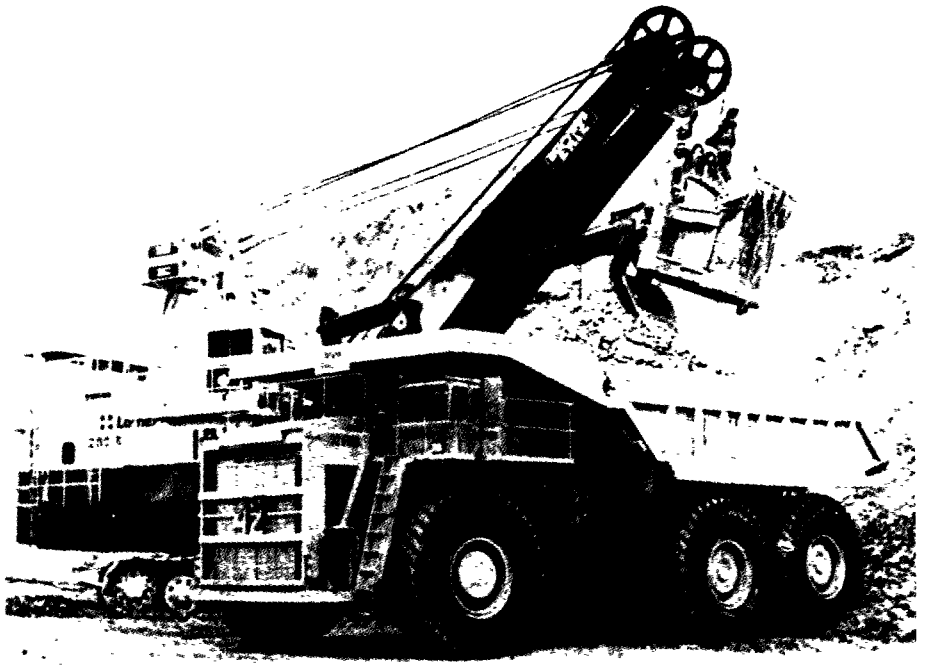
Gambar 8-30. Back Hoe roda rantai yang digerakkan secara hidrolis
(Drott Manufacturing Company)



Gambar 8-31. Back Hoe roda ban yang digerakkan secara hidrolis
(Drott Manufacturing Company)



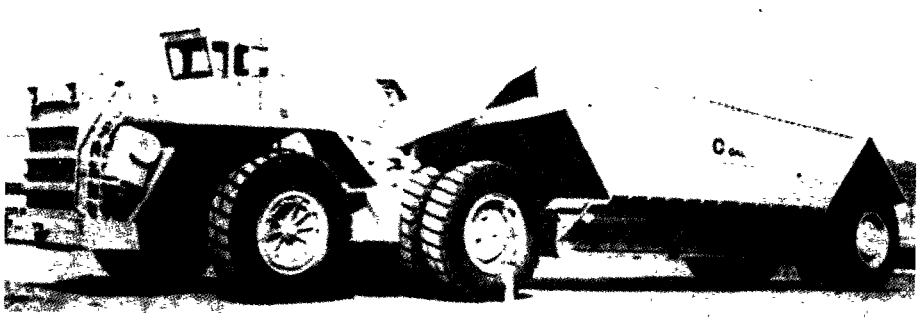
Gambar 8-32. Back Hoe roda rantai yang digerakkan secara hidrolis sedang memuati truck (Bacyrus-Erie Company)



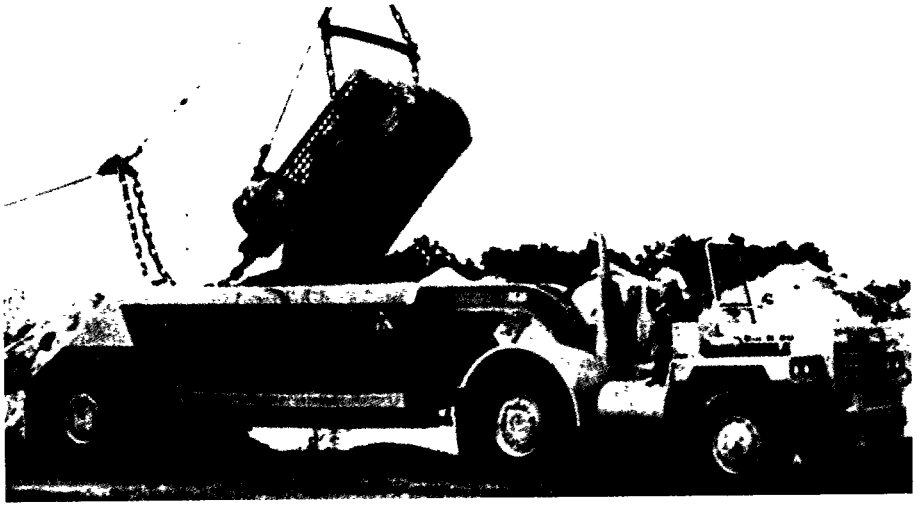
Gambar 8-33. Dump Truck kapasitas rata 100 yd cubic



Gambar 8-34. Dump Truck yang digerakkan secara hidrolis



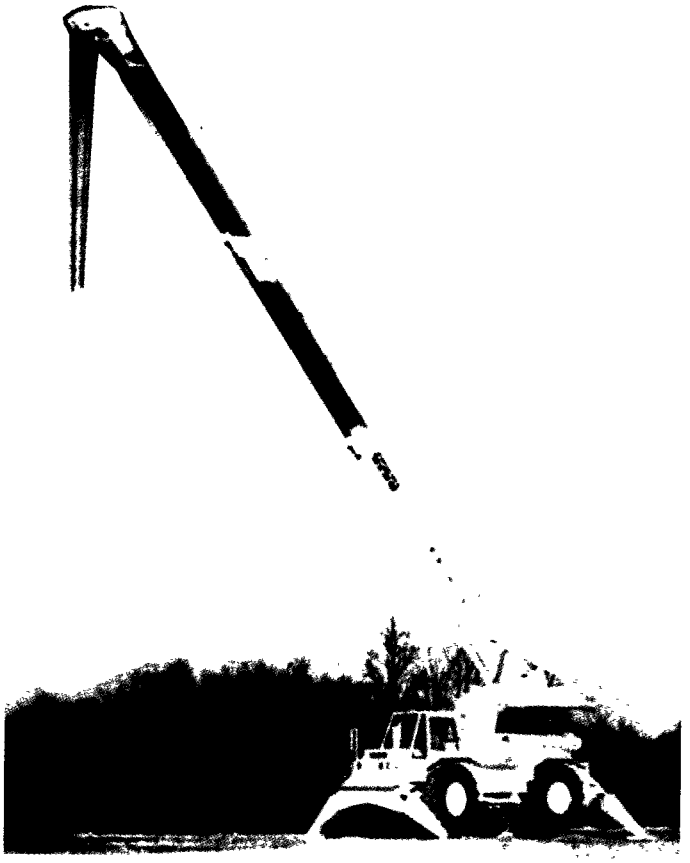
Gambar 8-35. Kereta Curah Bawah, muatan 150 ton, motor diesel 940 HP



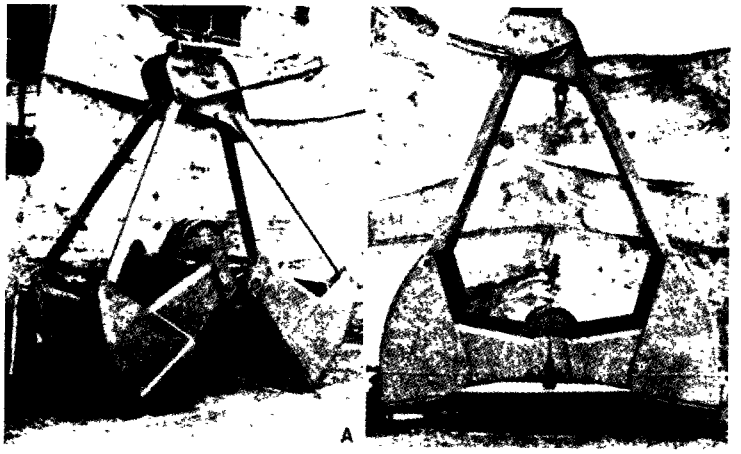
Gambar 8-36. Kereta Curah Bawah sedang dimuati oleh sebuah mesin Gali-Seret



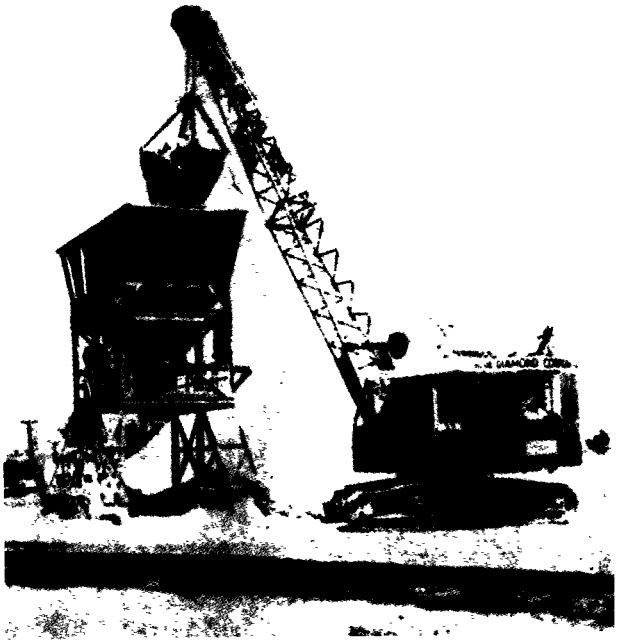
Gambar 8-37. Kereta Curah Bawah sedang menuju ke tempat pembuangan



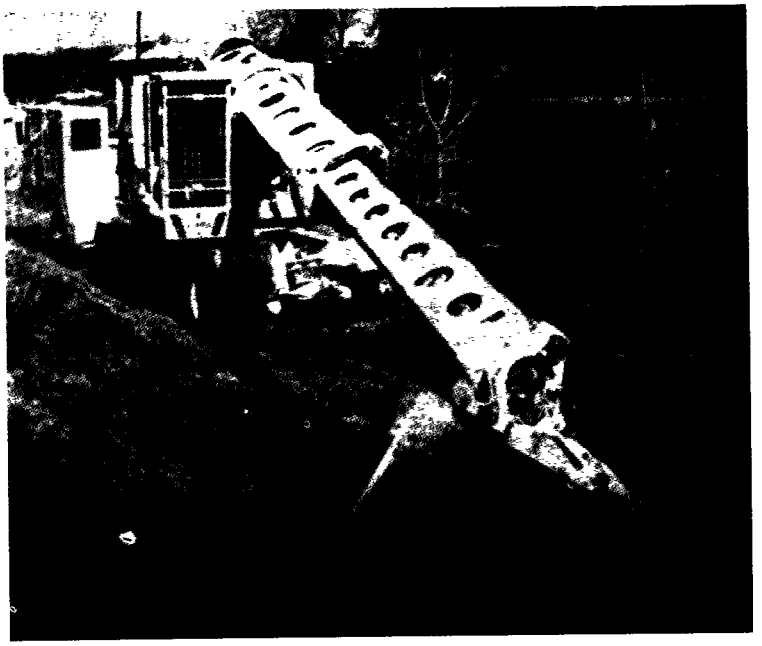
Gambar 8-38. Hydraulic Crane roda ban dengan boom telescopic



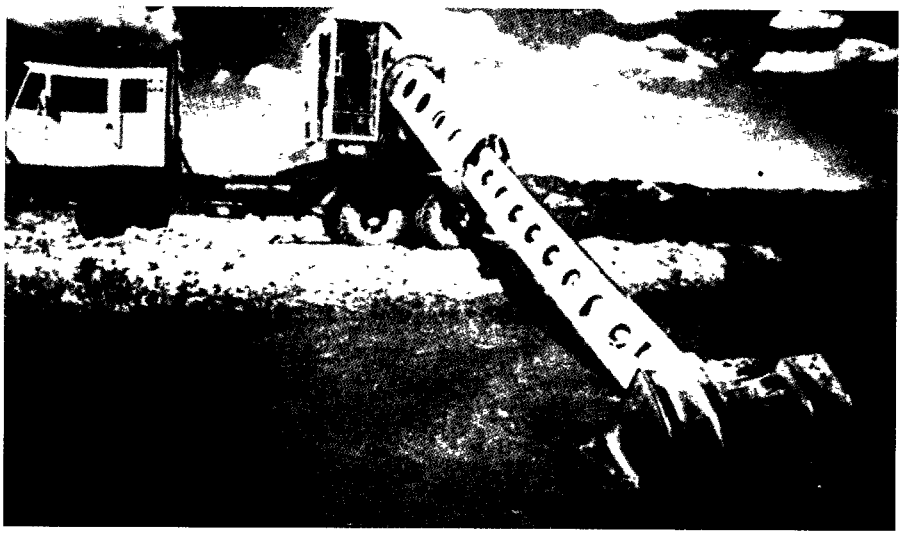
Gambar 8-39. Ember Clamshell dengan jangkauan luas dan kapasitas besar



Gambar 8-40. Mengisi pabrik sistem batch dengan clamshell



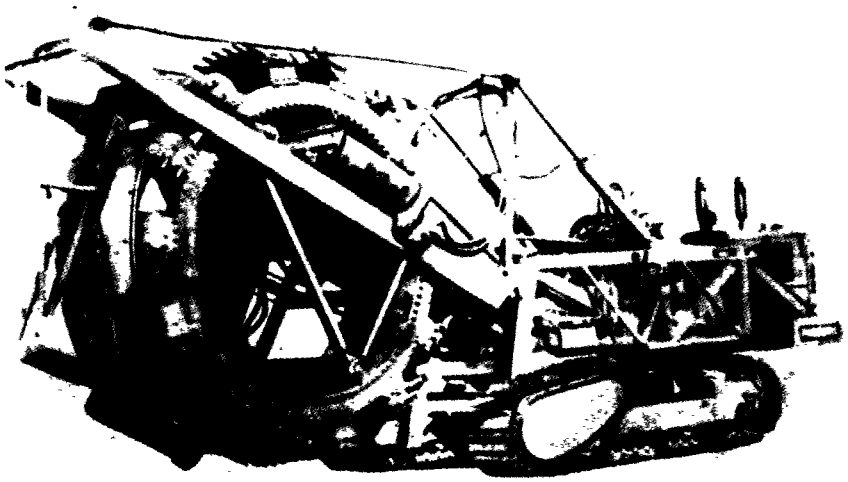
Gambar 8-41. Gradall sedang membentuk lereng sisi saluran



Gambar 8-42. Gradall sedang membersihkan saluran drainase



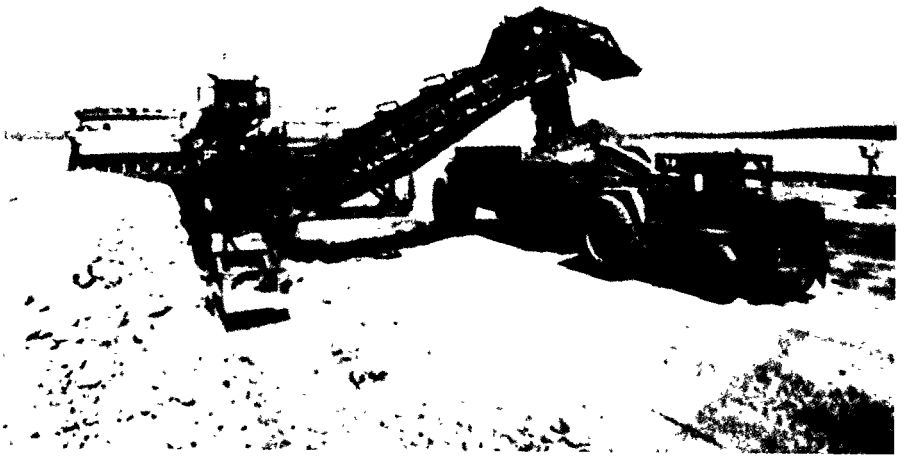
Gambar 8-43. Back Hoe digunakan untuk menggali parit



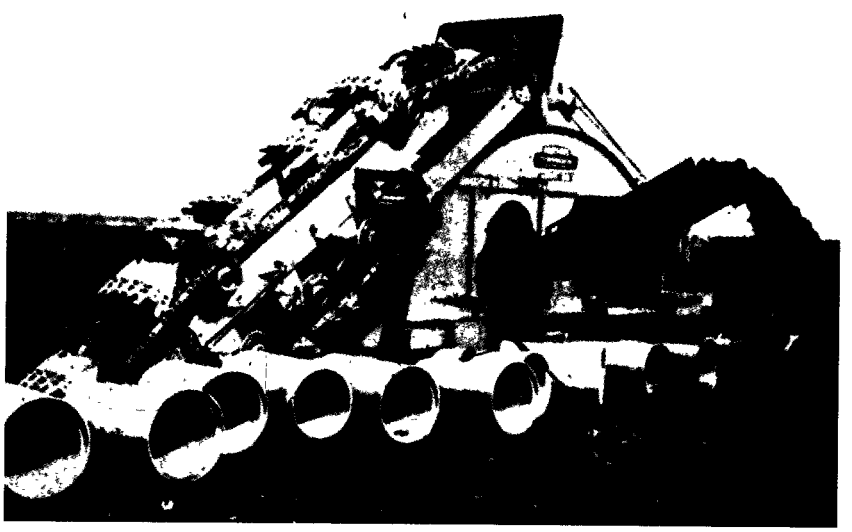
Gambar 8-44. Mesin Gali Jenis Roda



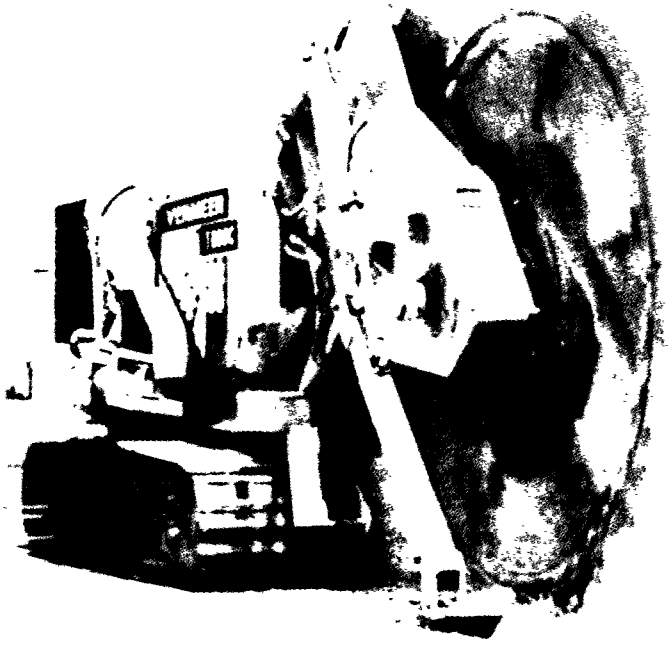
Gambar 8-45. Mesin Gali Parit Jenis Roda sedang membuang tanah galian ke dalam tempat pembuangan tanah



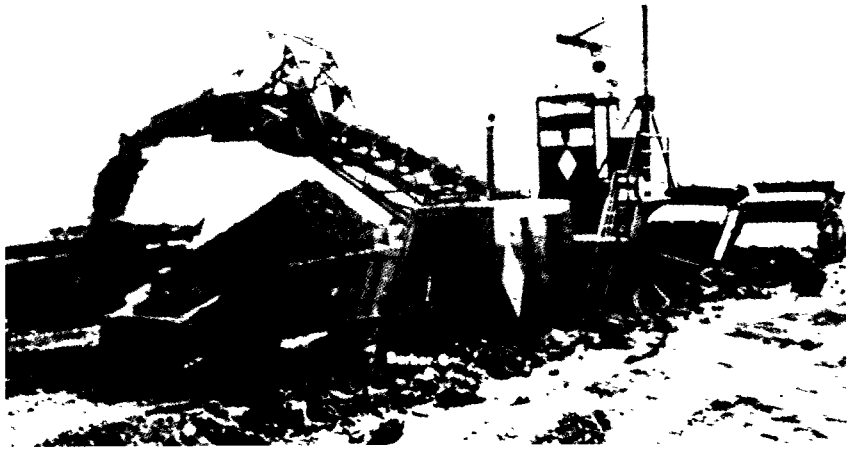
Gambar 8-46. Mesin Gali Jenis Roda sedang menumpahkan tanah ke dalam truck



Gambar 8-47. Mesin Gali Jenis Tangga



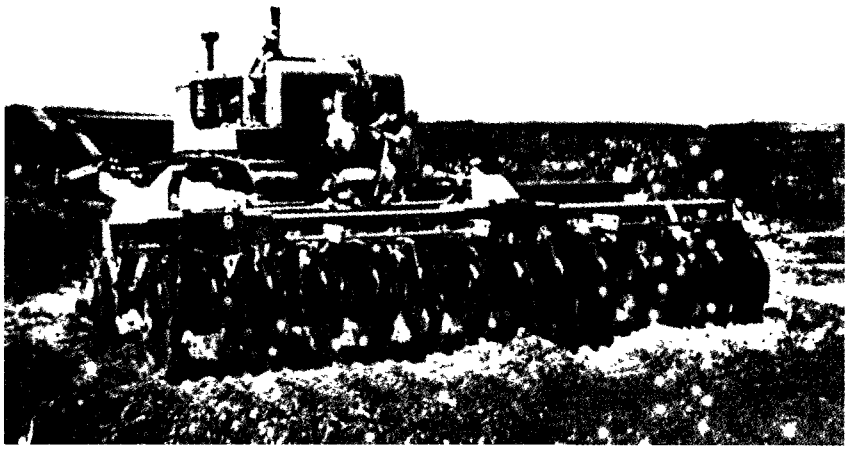
Gambar 8-48. Roda Pemotong yang terpasang pada penggerak roda rantai



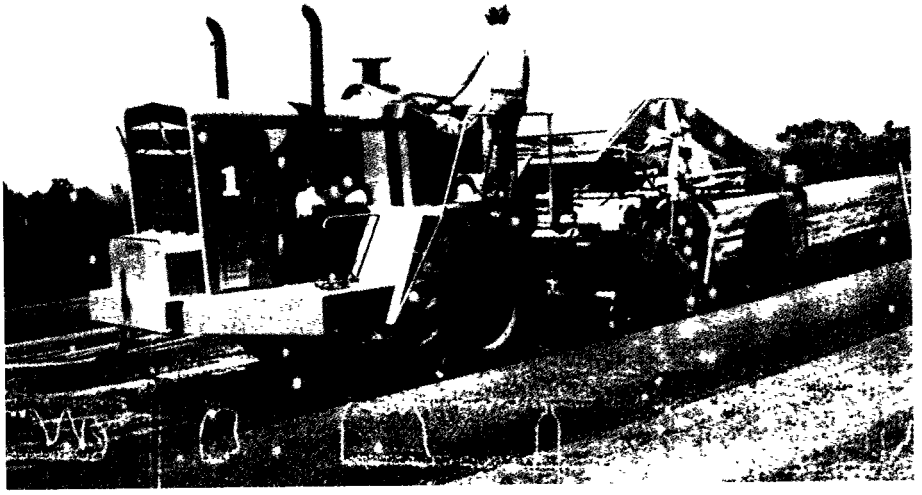
Gambar 8-49. Alat Gali Roda sedang memuati bottom dump wagon



Gambar 8-50. Bulldozer sedang mengisi alat muat jebakan



Gambar 8-51. Garu Cakram yang Dipakai Untuk Mencampur Tanah



Gambar 8-52. Mesin Pelumat-Pemantap Tanah yang Berjalan Sendiri

DAFTAR PUSTAKA

Brosur dan Leaflet dari Produsen Alat-alat Besar : Caterpillar dan Komatsu.

Caterpillar Performance Hand Book. 10th ed. Caterpillar. 1979.

Komatsu Bulldozer. Komatsu.

Majalah Konstruksi No. 2 Tahun VI. Edisi Februari 1982.

O'Brien, J.J, and Zilly, R.G; Contractor Management Handbook, 2nd Ed. McGraw-Hill Inc, New York. 1991.

Peurifoy,; Construction Planning, Equipment, and Methods, 3rd ed. McGraw-Hill, New York. 1979.

Peurifoy R.L, W.B. Ledbetter, Djoko Martono; Perencanaan, Peralatan, dan Metode Konstruksi, Terjemahan Indonesia, edisi keempat - Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1988.

PT. United Tractors - Training Center Department; Aplikasi dan Produksi Alat-alat Berat. Jakarta. 1993.

PT. United Tractors; Dasar-Dasar Aplikasi Alat Berat. Buku Pegangan Kursus Dasar Aplikasi Alat Berat. Jakarta. 1981.

Rohmanhadi; Alat-Alat Berat dan Penggunaannya. Badan Penerbit Pekerjaan Umum - Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Jakarta. 1982.

Schutte, S.D, and Liska, R.W,; Building Construction Estimating; McGraw-Hill Inc. New York.1994.

Wilopo, Djoko; Manajemen Peralatan Konstruksi; Program Pascasarjana Untar, Jakarta.1999.