

PENGELOLAAN ALAT BERAT

Ir.Muhammad Islah,S.T.,M.T.

KATA PENGANTAR

Ass. Wr. Wb.

Dengan mengucapkan syukur kehadiran ALLAH SWT, maka buku ajar mata kuliah **Pengelolaan Alat Berat** pada Program Studi Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Banjarmasin ini dapat diselesaikan.

Dengan adanya buku ajar ini diharapkan dapat lebih memudahkan di dalam memahami materi perkuliahan, khususnya mata kuliah Alat Berat & PTM, baik bagi pengajar maupun mahasiswa.

Buku ajar ini disusun berdasarkan beberapa literatur dan pengalaman praktisi di lapangan.

Akhirnya penulis mengharapkan agar buku ajar ini dapat bermanfaat, baik bagi mahasiswa maupun pembaca pada umumnya.

Bangkinang, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Tujuan Instruksional Umum.....	1
1.2. Tujuan Instruksional Khusus.....	1
1.3. Umum.....	1
1.4. Pekerjaan Tanah.....	2
1.5. Pengelompokan Alat Berat.....	3
1.6. Fungsi Dan Guna Alat Berat	4
1.7. Rangkuman	8
1.8. Soal-Soal Latihan	10
1.9. Daftar Pustaka.....	11
BAB II BIAYA PEMILIKAN DAN OPERASI	13
2.1. Tujuan Instruksional Umum.....	13
2.2. Tujuan Instruksional Khusus.....	13
2.3. Pengertian.....	13
2.4. Biaya Pemilikan	13
2.5. Biaya Operasi (<i>Operating Cost</i>).....	17
2.6. Rangkuman	20
2.7. Soal-Soal Latihan	22
2.8. Daftar Pustaka.....	22
BAB III PRODUKSI ALAT BERAT	23
3.1. Tujuan Instruksional Umum.....	23
3.2. Tujuan Instruksional Khusus.....	23
3.3. Produksi Alat.....	23
3.4. Kapasitas Alat (q).....	24
3.5. Waktu Siklus (Cm).....	24
3.6. Efisiensi Kerja (E).....	25

3.7.	Faktor Konversi Volume Tanah	26
3.8.	Perhitungan Produksi Bulldozer (pek. penggusuran)	27
3.9.	Perhitungan Produksi <i>Dozer Shovel</i> Dan <i>Wheel Loader</i>	30
3.10.	Perhitungan Produksi Excavator (pek. penggalian)	32
3.11.	Perhitungan Produksi <i>Dump Truck</i> (alat angkut)	35
3.12.	Rangkuman	38
3.13.	Soal-Soal Latihan	40
3.14.	Daftar Pustaka	41
LAMPIRAN		43
TENTANG PENULIS		49

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Tujuan Instruksional Umum

Setelah mengikuti kuliah ini, mahasiswa akan dapat menjelaskan mengenai peranan alat berat, menyebutkan jenis-jenis alat berat, menjelaskan pekerjaan pemindahan tanah dengan alat berat, dan menyebutkan pengelompokan alat berat dengan baik dan benar.

1.2. Tujuan Instruksional Khusus.

Setelah mempelajari bab ini dan mengerjakan soal pelatihannya diharapkan mahasiswa akan dapat:

- a. Menjelaskan mengenai peranan alat berat dengan benar.
- b. Menyebutkan jenis-jenis alat berat dengan benar.
- c. Menjelaskan pekerjaan pemindahan tanah dengan alat berat dengan benar.
- d. Menyebutkan pengelompokan alat berat dengan benar.

1.3. Umum

Penggunaan alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan sipil umumnya dan pekerjaan pemindahan tanah khususnya sudah merupakan hal yang tidak bisa dipisahkan lagi bagi kegiatan pembangunan. Hal ini disebabkan karena dengan penggunaan alat berat dalam kegiatan pembangunan atau pelaksanaan suatu proyek, maka banyak keuntungan dan kemudahan yang akan diperoleh, antara lain:

- a. Mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan-pekerjaan dengan volume besar dan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
- b. Dapat melaksanakan jenis pekerjaan yang sukar/sulit atau yang tidak dapat dikerjakan oleh tenaga manusia.
- c. Efisiensi (produksi tinggi biaya rendah), mengatasi keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan lain-lain.

Tetapi tidak semua hal tersebut di atas dapat dicapai, karena penggunaan alat berat juga membutuhkan beberapa hal penting sebagai penunjangnya, yaitu:

- a. Perencanaan yang matang dalam hal pemilihan jenis dan jumlah alat berat serta metode pelaksanaannya, baik secara individu atau gabungan, yang akan digunakan pada suatu proyek, artinya fungsi dan guna alat harus sesuai dengan kondisi pekerjaan tersebut, yang meliputi kapasitas & produksi alat, kondisi medan kerja, kondisi peralatan dan kondisi pemeliharaan (suku cadang).
- b. Perhitungan biaya investasi alat, yang meliputi biaya pemilikan dan operasi alat, di mana pembiayaan dari alat akan dibiayai oleh alat itu sendiri, yang artinya kalau alat tidak berproduksi (nganggur!?), maka merupakan kerugian bagi pemilik alat.

Untuk hal tersebut di atas, maka sebelum menggunakan peralatan berat harus benar-benar memahami hal-hal yang berkaitan dengan penggunaan alat berat tersebut, agar kita dapat terhindar dari kerugian, baik karena kesalahan memilih jenis dan jumlah alat maupun di dalam perhitungan investasi alat.

1.4. Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah di sini khususnya adalah pekerjaan pemindahan tanah, karena menggunakan alat berat maka dinamakan Pemindahan Tanah Mekanis (P.T.M.).

Di dalam pelaksanaan pekerjaan sipil (fisik), seperti jalan, jembatan, pengairan serta gedung dan pabrik, pekerjaan tanah merupakan hal yang sangat penting dan kadang-kadang merupakan bagian terbesar dari seluruh pekerjaan.

Pekerjaan tanah yang dimaksud adalah:

- a. Menggali/membongkar (*excavate*) tanah dari tanah asli atau dari tempat penimbunan tanah (*soil borrow pit*).
- b. Mengangkut tanah
- c. Membuang tanah
- d. Menempatkan tanah/mengampar tanah/menimbun tanah

- e. Meratakan tanah
- f. Memadatkan tanah.

Untuk melaksanakan pekerjaan tanah selain harus mengenal alatnya juga harus diketahui sifat-sifat dari tanah tersebut, terutama faktor konversi volume tanah (asli, lepas atau padat).

1.5. Pengelompokan Alat Berat

Alat berat dapat dikelompokkan atas:

1. Pengelompokan berdasarkan penggerak utama (prime mover).
2. Pengelompokan menurut fungsinya.

1. Pengelompokan berdasarkan penggerak utama (prime mover):

Traktor Sebagai Penggerak utama (Prime Mover).

Dibedakan atas:

- a. Traktor (sebagai penggerak utama/prime mover)
 - 1) Traktor roda kelabang (*crawler*)
 - 2) Traktor roda karet (*wheel*).
- b. *Bulldozer* (terutama sebagai alat penggusur)
 - 1) Dibedakan menurut *blade*:
 - *Straight Bulldozer* (dengan *blade* lurus)
 - *Abgling Bulldozer* (dengan *blade* miring)
 - *Universal Bulldozer* (dengan *blade* universal)
 - *Cushion Bulldozer* (dengan *blade cushion*)
 - 2) Dibedakan menurut *tracknya*:
 - *Bulldozer* dengan roda kelabang
 - *Wheel dozer* dengan roda ban karet.
 - 3) *Ripper* (terutama sebagai alat pembajak):
 - *Hinge* (bajak kaku tunggal)
 - *Parallelogram*
 - *Adjustable parallelogram* (dapat disetel):
 - *Single Shank* (bajak tunggal)
 - *Multi Shank* (bajak banyak)

- 4) *Scrapper* (terutama sebagai alat pengelupas)
 - *Standard Scrapper* (*scrapper* bermesin)
 - *Towed Scrapper* (*scrapper* yang ditarik)
- 5) *Motor Grader* (terutama sebagai alat untuk *grading*)
- 6) *Loader* (terutama sebagai alat pemuat)
 - *Wheel Loaders* (*Loader* dengan roda ban)
 - *Track Loaders* (*Loaders* dengan roda kelabang)

2. Pengelompokan Menurut Fungsinya

- a. Traktor.
- b. Alat Pembersih Lapangan:
 - *Bulldozer* (mesin-mesin penggusur)
 - *Ripper* (mesin-mesin pembajak)
- c. Alat Pengangkat dan Pemuat:
 - *Backhoe* (mesin-mesin pangeduk belakang)
 - *Power Shovel* (mesin-mesin pangeduk depan)
 - *Dragline* (mesin-mesin pangeduk tarik)
 - *Clamshell* (mesin-mesin pengeruk jipit)
 - *Loaders* (mesin-mesin pemuat)
- d. Alat Penggali dan Pengangkut:
 - *Scrapper* (mesin-mesin pengelupas & pengangkut)
 - *Truck* (alat angkut)
- e. Alat Pembentuk Permukaan:
 - *Motor Grader* (mesin-mesin perata)
- f. Alat Pematat:
 - *Roller* (mesin gilaspada)

1.6. Fungsi dan Guna Alat Berat

1. Traktor

Traktor adalah alat yang mengubah energi mesin menjadi energi mekanik. Sebenarnya traktor ini adalah prime mover (penggerak utama) dari sebagian alat-alat berat. Penggunaan utama dari traktor ini adalah sebagai penarik atau pendorong beban yang memerlukan tenaga yang agak besar, tetapi juga kadang-kadang traktor digunakan untuk keperluan lain.

Di dalam memilih traktor, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, antara lain:

- a. Ukuran yang diperlukan untuk pekerjaan tertentu, sehingga traktor tersebut betul-betul dapat bekerja efektif.
- b. Macam/jenis pekerjaan yang akan dikerjakan, misal: menarik *scraper*, mengerjakan *ripping* dan lain-lain.
- c. Kondisi tempat kerja.
- d. Traksi yang tersedia pada traktor.
- e. *Haul distance* atau jarak angkut yang ada.
- f. Pengangkutannya (mobilisasi/demobilisasi) ke lokasi pekerjaan (proyek).
- g. Pekerjaan lanjutan setelah pekerjaan pertama selesai.

Pada prinsipnya traktor dibedakan menjadi, yaitu:

- a. Traktor roda kelabang (*Crawler Tractor*)
- b. Traktor roda ban (*Wheel Tractor*), yang terbagi atas:
 - 1) Roda dua
 - 2) Roda empat

2. Traktor Roda Kelabang (*Crawler Tractor*)

Alat ini merupakan alat yang paling penting dan banyak penggunaannya dalam dunia konstruksi. Penggunaan-penggunaan tersebut antara lain:

- a. Sebagai tenaga penggerak untuk mendorong dan menarik beban.
- b. Sebagai tenaga penggerak untuk *winch* dan alat angkut.
- c. Sebagai tenaga penggerak *blade* (*Bulldozer*)
- d. Sebagai tenaga penggerak *front-end bucket Loader*.

Dalam perdagangan, traktor dibedakan dari ukuran tenaganya, yaitu tenaga gerak (*flywheel*) berkisar antara 65 HP, 75 HP, 105 HP sampai dengan 700 HP.

Pemilihan akan kebutuhan ukuran traktor adalah faktor yang paling penting di lapangan, hal tersebut ada hubungannya dengan tenaga tarik yang tersedia dan tahanan gelinding yang ada, karena hal ini pengaruhnya besar sekali terhadap produktivitas alat yang bersangkutan.

Gaya tarik traktor (tenaga yang tersedia) biasanya dinyatakan dalam:

HP (*Horse Power* – Inggris)

PK (*Paarde Kracht* – Belanda)

PS (*Pfadder Starke* – Jerman)

atau kadang-kadang dalam KW (Kilo Watt).

Walaupun spesifikasi *Crawler Tractor* berbeda-beda (tergantung pabrik pembuatnya), tetapi biasanya kecepatan traktor tersebut dibatasi maksimal 7 – 8 mph (*mile per hour*) atau $\pm 10 \div 12$ km/jam.

Tipe *Crawler Tractor* ini digunakan terutama bila dibutuhkan gesekan yang besar antara roda dan permukaan tanah, untuk mendapatkan tenaga yang maksimum (tidak slip), pada waktu traktor bekerja, misalnya: menggosok tanah, menarik *scraper*, menarik beban muatan dan sebagainya.

Pada umumnya untuk traktor tipe *crawler* ini, biaya perbaikan *bulldozer* sebagian besar adalah untuk perbaikan *undercarriage* (bagian bawah), kerusakan-kerusakan tersebut disebabkan oleh beberapa hal, seperti terlihat pada gambar 1.1.

3. Traktor Beroda Ban

Berbeda dengan *crawler tractor*, maka *wheel tractor* ini dilengkapi dengan roda ban pompa (*pneumatic*).

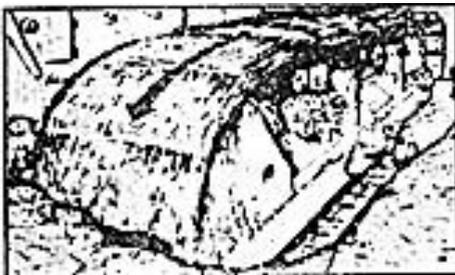
Penggunaan *wheel tractor* ini dimaksudkan untuk mendapatkan kecepatan yang lebih besar, sebagai konsekuensinya tenaga tariknya menjadi lebih kecil.



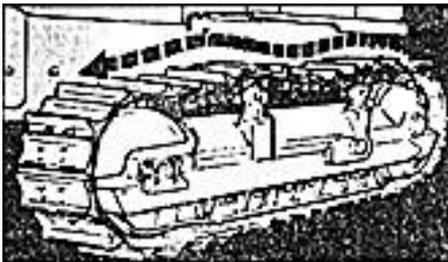
1. Benturan-benturan waktu *bulldozer* berjalan cepat, benturan-benturan antara *trackshoe* dengan batuan.



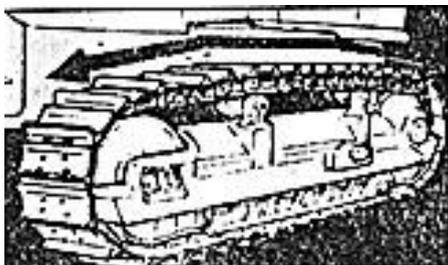
2. Terlalu sering berjalan pada tempat yang miring, atau sering berputar membalik pada satu arah.



3. Terlalu sering *trackshoe* selip dengan tanah tempat berpijak atau membelok secara tajam dan tiba-tiba.

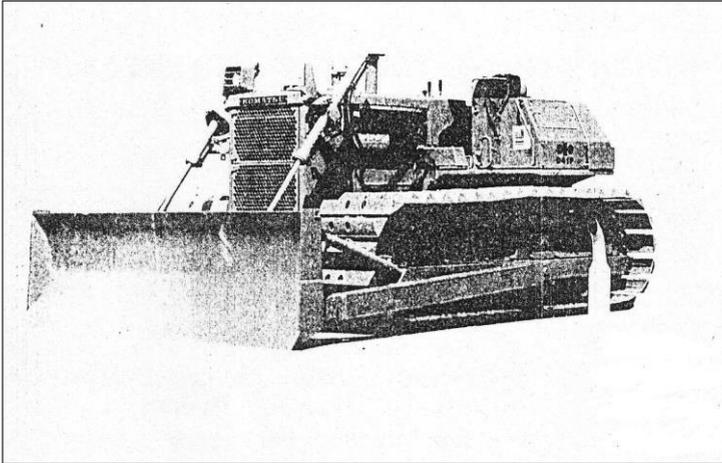


4. Karena setelan *trackshoe* terlalu kendur.

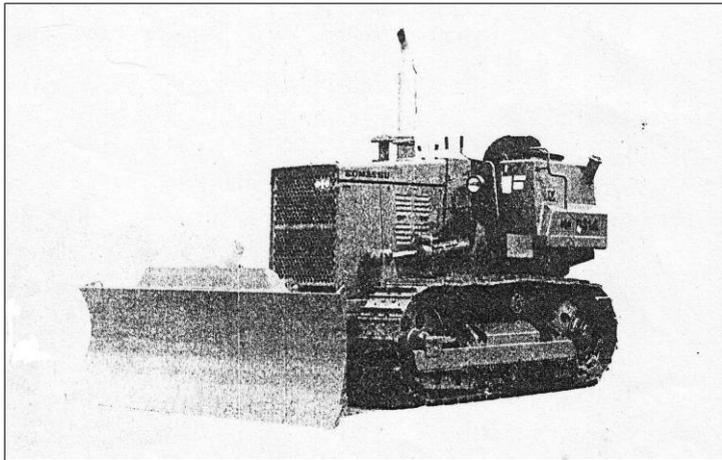


5. *Trackshoe* terlalu tegang.

Gambar 1.1. Beberapa Penyebab Kerusakan Pada *Bulldozer*



Gambar 1.2. Bulldozer dengan Roda Kelabang Tipe “Swamp”



Gambar 1.3. Bulldozer dengan roda kelabang tipe “Crawler”

1.7. Rangkuman

Penggunaan alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan sipil umumnya dan pekerjaan pemindahan tanah khususnya sudah merupakan hal yang tidak bisa dipisahkan lagi bagi kegiatan pembangunan. Hal ini disebabkan

karena dengan penggunaan alat berat dalam kegiatan pembangunan atau pelaksanaan suatu proyek, maka banyak keuntungan dan kemudahan yang akan diperoleh.

Di dalam pelaksanaan pekerjaan sipil (fisik), seperti jalan, jembatan, pengairan serta gedung dan pabrik, pekerjaan tanah merupakan hal yang sangat penting dan kadang-kadang merupakan bagian terbesar dari seluruh pekerjaan.

Untuk melaksanakan pekerjaan tanah selain harus mengenal alatnya juga harus diketahui sifat-sifat dari tanah tersebut, terutama faktor konversi volume tanah (asli, lepas atau padat). Alat berat dapat dikelompokkan atas:

1. Pengelompokan berdasarkan penggerak utama (prime mover).
2. Pengelompokan menurut fungsinya.

1. Pengelompokan Berdasarkan Penggerak Utama (Prime Mover):

Traktor Sebagai Penggerak utama (Prime Mover).

Dibedakan atas:

- a. Traktor (sebagai penggerak utama/prime mover)
 - 1) Traktor roda kelabang (*crawler*)
 - 2) Traktor roda karet (*wheel*).
- b. *Bulldozer* (terutama sebagai alat penggusur)
 - 1) Dibedakan menurut *blade*:
 - *Straight Bulldozer* (dengan *blade* lurus)
 - *Abgling Bulldozer* (dengan *blade* miring)
 - *Universal Bulldozer* (dengan *blade* universal)
 - *Cushion Bulldozer* (dengan *blade cushion*)
 - 2) Dibedakan menurut *tracknya*:
 - *Bulldozer* dengan roda kelabang
 - *Wheel dozer* dengan roda ban karet.
 - 3) *Ripper* (terutama sebagai alat pembajak):
 - *Hinge* (bajak kaku tunggal)
 - *Parallelogram*
 - *Adjustable parallelogram* (dapat disetel):
 - *Single Shank* (bajak tunggal)

➤ *Multi Shank* (bajak banyak)

- 4) *Scraper* (terutama sebagai alat pengelupas)
 - *Standard Scraper* (*scraper* bermesin)
 - *Towed Scraper* (*scraper* yang ditarik)
- 5) *Motor Grader* (terutama sebagai alat untuk *grading*)
- 6) *Loader* (terutama sebagai alat pemuat)
 - *Wheel Loaders* (*Loader* dengan roda ban)
 - *Track Loaders* (*Loaders* dengan roda kelabang)

2. Pengelompokan Menurut Fungsinya.

- a. Traktor.
- b. Alat Pembersih Lapangan:
 - *Bulldozer* (mesin-mesin penggusur)
 - *Ripper* (mesin-mesin pembajak)
- c. Alat Pengangkat dan Pemuat:
 - *Backhoe* (mesin-mesin pengeduk belakang)
 - *Power Shovel* (mesin-mesin pengeduk depan)
 - *Dragline* (mesin-mesin pengeduk tarik)
 - *Cl;amshell* (mesin-mesin pengeruk jipit)
 - *Loaders* (mesin-mesin pemuat)
- d. Alat Penggali dan Pengangkut:
 - *Scraper* (mesin-mesin pengelupas & pengangkut)
 - *Truck* (alat angkut)
- e. Alat Pembentuk Permukaan:
 - *Motor Grader* (mesin-mesin perata)
- f. Alat Pemasat:
 - *Roller* (mesin gilasa)

1.8. Soal-Soal Latihan

1. Sebutkan keuntungan penggunaan alat berat dalam suatu pekerjaan konstruksi?
2. Dalam pekerjaan apa, penggunaan alat berat paling banyak dilakukan?
3. Sebutkan dua macam jenis alat berat berdasarkan jenis rodanya?

4. Sebutkan jenis alat berat berdasarkan penggerak utamanya?
5. Sebutkan pekerjaan apa saja yang termasuk di dalam pekerjaan tanah mekanis (PTM)?
6. Sebutkan 2 (dua) hal penting yang perlu diperhatikan dalam hal penggunaan alat berat, agar penggunaan alat berat tersebut dapat mencapai tujuan yang diinginkan.
7. Pada sebuah pekerjaan pemindahan tanah, jelaskan fungsi/ kegunaan alat-alat berat berikut:
 - a. *Bulldozer*
 - b. *Wheel Loader*
 - c. *Dump Truck*
 - d. *Motor Grader*
 - e. *Tandem Roller*
8. Jelaskan perbedaan utama jenis alat *Excavator (Backhoe)* dengan *Shovel*?
9. Apakah yang dimaksud dengan *Bulldozer* dengan roda kelabang tipe 'Swamp'?
10. Sebutkan beberapa factor penting yang harus diperhatikan di dalam perencanaan peralatan untuk sebuah pekerjaan konstruksi?

1.9. Daftar Pustaka

- Frick, Heinz, Ir. 1990. *Peralatan Pembangunan Konstruksi, Penggunaan dan Pemeliharaan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Moh. Anas Aly, Ir. 1982. *Analisa Biaya Peralatan dan Pekerjaan*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1989. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1987. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1984. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

- Rochmanhadi, Ir. 1996. *Analisa Gerak dan Waktu*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1990. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- R.L. Peurifoy. 1979. *Construction Planning, Equipment, And Methods*. Tokyo: McGrawHill, INC.
- _____. 1979. *Prinsip Dasar Pemindahan Tanah*. Jakarta: Caterpillar Tractor Co.
- _____. 1984. *Alat Berat*, Bandung: Polytechnic Education Development Center (PEDC).

BAB II

BIAYA PEMILIKAN DAN OPERASI

2.1. Tujuan Instruksional Umum

Setelah mengikuti kuliah ini, mahasiswa akan dapat menghitung biaya pemilikan dan operasi alat berat dengan baik dan benar.

2.2. Tujuan Instruksional Khusus.

Setelah mempelajari bab ini dan mengerjakan soal pelatihannya diharapkan mahasiswa akan dapat:

- a. Menghitung mengenai biaya pemilikan alat berat dengan benar.
- b. Menghitung biaya operasi alat berat dengan benar.

2.3. Pengertian

Di dalam setiap kegiatan pembangunan, penggunaan alat-alat berat hampir tidak dapat dihindarkan lagi. Di dalam penggunaan alat berat, hal yang sangat penting adalah memperhitungkan biaya peralatan atau biaya satuan pekerjaan dengan alat berat (lebih jauh dibahas pada mata kuliah *Estimasi Biaya*).

Biaya satuan pekerjaan dengan alat berat ini didapat dari perhitungan dengan rumus:

$$\text{Biaya Satuan Pekerjaan} = \frac{\text{Biaya Pemilikan} + \text{Operasi (Rp./jam)}}{\text{Kapasitas Produksi (m}^3\text{/jam)}}$$

2.4. Biaya Pemilikan

Biaya pemilikan atau *owning cost* adalah biaya yang perlu dikeluarkan untuk keperluan pemilikan alat selama umur ekonomis alat.

Umur ekonomis alat tergantung pada kondisi kerja atau kondisi lapangan, pada kondisi normal, umur ekonomis alat biasanya diasumsikan selama 5 tahun atau 10.000 jam (1 tahun = 2000 jam).

Biaya pemilikan terdiri atas komponen-komponen biaya sebagai berikut:

- a. Biaya penyusutan (depresiasi)
- b. Biaya bunga, asuransi dan pajak

a. Biaya Penyusutan (Depresiasi)

Adalah biaya yang diperhitungkan dengan bertambahnya umur alat berkaitan dengan penggunaan alat selama umur ekonomis alat, sehingga alat menjadi berkurang nilai jualnya pada tahun terakhir.

Ada beberapa cara untuk menghitung biaya penyusutan alat, tetapi yang paling mudah adalah cara linear (*Straight Line Method*), yaitu:

$$D = \frac{H - S}{N}$$

Di mana:

D = depresiasi per jam

H = harga alat, tidak termasuk ban dalam rupiah

S = nilai sisa alat (*salvage value*) dalam rupiah

N = umur ekonomis alat dalam jam

Karena alat-alat berat pada saat ini kebanyakan belum dibuat di Indonesia, maka terpaksa harus dibeli dari luar negeri, sehingga di dalam penawaran harga alat-alat berat tersebut terdapat tingkatan-tingkatan atau istilah-istilah seperti berikut:

- FOB = *Freight On Board*, artinya harga alat berat sampai dinaikkan di atas kapal untuk dibawa ke Indonesia.
- CIF = *Cost Insurance and Freight*, artinya selain harga alat berat itu sendiri termasuk asuransi angkutan laut atau udara dan juga termasuk biaya angkutan.
- C & F = *Cost and Freight*, artinya tidak termasuk biaya asuransi. Jadi harga-harga di atas belum termasuk pajak (PPN) dan bea masuk.

Full Landed Cost = harga alat berat setelah sampai di Indonesia, artinya semua sudah dibayar termasuk asuransi, angkutan, bea masuk, pajak (PPN = 10 %) dan lain-lain.

Pelaksana biasanya dianjurkan memakai harga alat-alat berat yang *Full Landed Cost* pada penawarannya.

Contoh:

Harga pembelian alat berat jenis *Bulldozer D 85 A (Full Landed Cost)* adalah Rp. 500.000.000,- (Lima Ratus Juta Rupiah). Alat berat tersebut akan digunakan pada pekerjaan tanah yang kebanyakan pada medan kerja yang tergolong berat. Hitung biaya penyusutan dari alat tersebut!

Penyelesaian:

Umur ekonomis alat	= 5 tahun (1 tahun = 1500 jam kerja efektif)
Nilai sisa alat pada tahun ke 5	= 10 % x Rp. 500.000.000,- = Rp. 50.000.000,-
Jadi biaya penyusutan	= $\frac{(Rp.500.000.000 - Rp.50.000.000)}{(5 \times 1500)}$ = Rp. 60.000,- / jam

b. Biaya bunga, asuransi dan pajak.

Bunga diperhitungkan karena biasanya pembelian alat dilakukan tidak secara kontan atau secara kredit, atau juga dengan istilah *leasing*, sehingga besarnya bunga pertahun tergantung kepada suku bunga yang berlaku di Bank pemberi pinjaman pada saat transaksi pembelian terjadi.

Asuransi diperhitungkan sebagai pengamanan peralatan terhadap kemungkinan (risiko) yang merugikan yang mungkin terjadi selama pengangkutan (mobilisasi & demobilisasi) atau pengoperasian alat, terutama di medan kerja yang sulit seperti daerah rawa (All Risk, TLO dll).

Pajak diperhitungkan berdasarkan undang-undang perpajakan yang berlaku di Indonesia, maka setiap peralatan yang dibeli atau dimiliki harus membayar pajak. Besarnya pajak pertahun diperhitungkan terhadap nilai

atau pada tahun yang bersangkutan (tergantung umur alat). Meskipun demikian, dalam perhitungan besarnya pajak adalah tetap sepanjang tahun (linear).

Untuk kemudahan, perhitungan bunga, asuransi dan pajak dapat dihitung sekaligus (tidak terpisah-pisah) secara linear, dengan rumus sebagai berikut:

Biaya bunga, ass & pj k

$$= \frac{\text{faktor} \times \text{harga alat} \times \text{bunga, ass \& pj k perthn}}{\text{jam kerja per tahun}}$$

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

di mana:

n = umur kegunaan alat

r = nilai sisa alat dalam %

Contoh:

Dari soal di atas, bunga pinjaman adalah 12 % pertahun, asuransi *all risk* adalah 6 % pertahun dan pajak yang harus dikeluarkan adalah 2 % pertahun.

Penyelesaian:

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

$$\text{Faktor} = 1 - \frac{(5-1) (1-0,1)}{2 \times 5}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya bunga, asuransi \& pajak} &= \frac{0,64 \times 500.000.000 \times 0,20}{1500} \\ &= \text{Rp. 42.666,67 / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi biaya pemilikan alat} &= \text{Rp. } 60.000,- + \text{Rp. } 42.666,67 \\ &= \text{Rp. } 102.666,67 / \text{jam} \end{aligned}$$

2.5. Biaya Operasi (*Operating Cost*).

Adalah biaya yang perlu dikeluarkan bila alat beroperasi atau bekerja, baik biaya yang keluar secara rutin harian atau per jam maupun biaya berkala.

Biaya operasi rutin antara lain adalah biaya untuk keperluan bahan bakar, pelumas dll.

Sedangkan biaya operasi berkala antara lain adalah biaya untuk keperluan filter, ban, pemeliharaan, bagian-bagian khusus dll.

Dalam memperhitungkan biaya operasi alat, biasanya biaya operasi ini dikelompokkan dalam komponen-komponen biaya sbb:

- a. Biaya bahan bakar
- b. Biaya bahan pelumas
- c. Biaya filter
- d. Biaya ban
- e. Biaya pemeliharaan
- f. Biaya upah operator dan pembantunya

a. Biaya bahan bakar.

Biaya bahan bakar dihitung dengan cara mengalikan pemakaian bahan bakar dalam liter atau galon per jam dengan bahan bakar per liter atau per jam.

Cara yang paling teliti untuk menghitung pemakaian bahan bakar adalah dengan melakukan pengukuran pemakaian bakar di lapangan.

Dari data-data lapangan yang telah dikumpulkan, dapat diambil kesimpulan bahwa pemakaian bahan bakar alat dipengaruhi beberapa faktor.

▪ Faktor-faktor yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar:

- 1) Mutu alat.

Alat yang bermutu baik akan menggunakan bahan bakar lebih sedikit.

- 2) Jenis alat

Jenis alat yang mempunyai pembebanan tetap (misal: mesin gilas) pada umumnya memakai bahan bakar relatif lebih sedikit.

3) Kondisi pekerjaan.

Kondisi pekerjaan secara umum dapat dibagi dalam 3 (tiga) tingkat yaitu: ringan, sedang dan berat. Pada penggalian tanah, tingkat pekerjaan adalah tanah lunak (ringan), tanah keras (sedang) dan tanah berbatu (berat). Makin berat tingkat pekerjaan, makin banyak pemakaian bahan bakarnya.

4) Faktor lain.

Faktor-faktor lain yang mempengaruhi pemakaian bahan bakar antara lain adalah tinggi tempat (elevasi), temperatur dll.

▪ **Perkiraan pemakaian bahan bakar:**

Ada beberapa cara untuk memperkirakan pemakaian bahan bakar antara lain adalah dengan cara pengukuran atau pencatatan secara langsung di lapangan, menggunakan pedoman-pedoman atau tabel yang telah dibuat oleh pabrik pembuat alat yang bersangkutan, dan penggunaan rumus pendekatan yang sesuai:

1) Tabel pemakaian bahan bakar.

Lihat buku Tabel-Tabel Biaya Pemilikan & Operasi Alat Berat (Komatsu, Caterpillar dll).

2) Rumus pemakaian bahan bakar.

Bilamana buku manual tidak memberikan pedoman mengenai pemakaian bahan bakar, maka sebagai pendekatan, rumus berikut ini bisa digunakan:

Motor Bensin:

Pemakaian bahan bakar per jam = faktor x 0,23 liter per HP

Motor Diesel:

Pemakaian bahan bakar per jam = faktor x 0,15 liter per HP

Tabel 2.1. Faktor Pemakaian Bahan Bakar

NO.	JENIS ALAT	TINGKAT PEMBEBANAN		
		RENDAH	SEDANG	TINGGI
1.	Clamshell, dragline	0,40	0,50	0,70
2.	Crane	0,30	0,40	0,50

NO.	JENIS ALAT	TINGKAT PEMBEBANAN		
		RENDAH	SEDANG	TINGGI
3.	Grader	0,45	0,60	0,85
4.	Track Loader	0,50	0,75	0,90
5.	Wheel Loader	0,45	0,60	0,85
6.	Off Highway Truck	0,25	0,35	0,50
7.	Elevating Scraper	0,50	0,65	0,80
8.	Standard Scraper	0,45	0,60	0,75
9.	Tandem Scraper	0,45	0,65	0,80
10.	Shovel, Hoe	0,50	0,60	0,70
11.	Crawler Tractor	0,45	0,60	0,80
12.	Wheel Tractor	0,50	0,65	0,85
13.	Wagon	0,50	0,65	0,80

b. Biaya Bahan Pelumas dan Minyak Hidrolis.

Pemakaian bahan pelumas dan minyak hidrolis disamping dipengaruhi oleh jenis alat dan sifat pekerjaannya, juga dipengaruhi oleh konstruksi mesin dan jangka waktu penggantian bahan pelumas dan minyak hidrolis.

Seperti halnya dengan pemakaian bahan bakar, pemakaian bahan pelumas (*lubricant*) dan minyak hidrolis untuk setiap jenis alat, biasanya dicantumkan dalam buku manual dari alat yang bersangkutan.

Bilamana buku manual tidak memberikan data-data mengenai pemakaian bahan pelumas dan minyak hidrolis ini, maka kebutuhan bahan pelumas & minyak hidrolis dapat dihitung dengan rumus.

Rumus pemakaian bahan pelumas:

$$\text{Pemakaian bahan pelumas} = \frac{HP \times OF \times 0,006 C}{7,4} \times \frac{C}{t} (\text{liter/jam})$$

di mana:

HP = *Horse Power* mesin

OF = *Operating Factor*

Kondisi medan:

baik = 0,35;

sedang = 0,60;

jelek = 0,75

C = isi carter mesin dalam liter

t = jumlah jam antara penggantian pelumas

$$\text{Rumus Pemakaian Minyak Hidrolis} = \frac{C}{t} \times 1,2 \text{ (liter/jam)}$$

dimana:

C = isi tangki minyak hidrolis (liter)

t = periode waktu penggantian minyak (jam)

Contoh penggunaan biaya operasi alat:

Jenis alat: Bulldozer Komatsu D 85 A

Biaya operasi:

1. Bahan bakar minyak Tabel 3 / (1) kondisi medan *High*:
 - Bahan bakar = 36,8 ltr/jam x Rp. /ltr
2. Bahan pelumas dan gemuk Tabel 4:
 - Oli mesin (*crankcase*) = 0,14 ltr/jam x Rp. /ltr
 - Oli transmissi (*transmission*) = 0,17 ltr/jam x Rp. /ltr
 - Oli gardan (*final drive*) = 0,08 ltr/jam x Rp. /ltr
 - Oli hidrolik (*Hydraulic Control*) = 0,13 ltr/jam x Rp. /ltr
 - gemuk (*grease*) = 0,02 kg/jam x Rp. /ltr
3. Biaya filter = 50% x biaya pelumas (Rp. /jam)
4. Biaya pemeliharaan = $\frac{90\% \times Rp.500 \text{ jt}}{10.000 \text{ jam}}$
5. $\frac{\text{Biaya operator dan pembantu} = 2,50 \times Rp./jam}{\text{Biaya operasi} = Rp..... /jam}$

2.6. Rangkuman

Di dalam setiap kegiatan pembangunan, penggunaan alat-alat berat hampir tidak dapat dihindarkan lagi. Di dalam penggunaan alat berat, hal yang sangat penting adalah memperhitungkan biaya peralatan atau biaya satuan pekerjaan dengan alat berat (lebih jauh dibahas pada mata kuliah *Estimasi Biaya*).

Biaya satuan pekerjaan dengan alat berat ini didapat dari perhitungan dengan rumus:

$$\text{Biaya satuan pekerjaan} = \frac{\text{Biaya Pemilikan} + \text{Operasi (Rp./jam)}}{\text{Kapasitas Produksi (m}^3\text{/jam)}}$$

Biaya pemilikan atau *owning cost* adalah biaya yang perlu dikeluarkan untuk keperluan pemilikan alat selama umur ekonomis alat.

Umur ekonomis alat tergantung pada kondisi kerja atau kondisi lapangan, pada kondisi normal, umur ekonomis alat biasanya diasumsikan selama 5 tahun atau 10.000 jam (1 tahun = 2000 jam).

Biaya pemilikan terdiri atas komponen-komponen biaya sebagai berikut:

- a. Biaya penyusutan (depresiasi)
- b. Biaya bunga, asuransi dan pajak

Biaya operasi alat adalah biaya yang perlu dikeluarkan bila alat beroperasi atau bekerja, baik biaya yang keluar secara rutin harian atau per jam maupun biaya berkala.

Biaya operasi rutin antara lain adalah biaya untuk keperluan bahan bakar, pelumas dll.

Sedangkan biaya operasi berkala antara lain adalah biaya untuk keperluan filter, ban, pemeliharaan, bagian-bagian khusus dll.

Dalam memperhitungkan biaya operasi alat, biasanya biaya operasi ini dikelompokkan dalam komponen-komponen biaya sbb:

- a. Biaya bahan bakar
- b. Biaya bahan pelumas
- c. Biaya filter
- d. Biaya ban
- e. Biaya pemeliharaan
- f. Biaya upah operator dan pembantunya

2.7. Soal-Soal Latihan

1. Hitung *Biaya Pemilikan dan Operasi* alat berikut:
Nama / Jenis / Tipe alat: *Dump Truck / HD 200*
Harga alat (*Full Landed Cost*): Rp. 200 juta
Kondisi medan: biasa / sedang
Nilai sisa alat: 25 %
Biaya asuransi per tahun: 3 %
Biaya bunga per tahun: 24 %
Biaya pajak per tahun: 3 %
1 hari = 8 jam kerja; Investasi alat selama 6 tahun (1 tahun = 2000 jam).
Data-data lainnya asumsikan sendiri!

2.8. Daftar Pustaka

- Moh. Anas Aly, Ir. 1982. *Analisa Biaya Peralatan dan Pekerjaan*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1984. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1990. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- _____. 1984. *Alat Berat*, Bandung: Polytechnic Education Development Center (PEDC).

BAB III

PRODUKSI ALAT BERAT

3.1. Tujuan Instruksional Umum

Setelah mengikuti kuliah ini, mahasiswa akan dapat menghitung kapasitas produksi alat-alat berat dengan baik dan benar.

3.2. Tujuan Instruksional Khusus

Setelah mempelajari bab ini dan mengerjakan soal perlatihannya diharapkan mahasiswa akan dapat:

- Menjelaskan mengenai produksi alat berat dengan benar.
- Menyebutkan faktor-faktor konversi volume tanah dengan benar.
- Menghitung waktu siklus alat berat dengan benar.
- Menghitung kapasitas produksi alat-alat berat dengan benar.

3.3. Produksi Alat

Produksi Alat Berat (Q) adalah kemampuan alat berat untuk memindahkan/menggusur, mengeruk dan mengangkat tanah dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu jam (m^3/jam).

Produksi alat terbagi atas dua, yaitu:

- Produksi per “individu” alat (Produksi alat).
- Produksi per “grup” alat (Produksi per unit pekerjaan).

Rumus Umum:

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{Cm} \times E$$

di mana:

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

q = kapasitas alat per *cycle* (siklus) dalam m^3 .

- N = jumlah siklus (*cycle*) per jam = 60/ Cm
Cm = waktu siklus (*cycle time*) dalam menit.
E = efisiensi kerja (*job efficiency*), tergantung kondisi kerja dan kondisi lapangan.

Dari rumus di atas dapat terlihat bahwa produksi alat berat tergantung pada:

1. Kapasitas alat.
2. Waktu siklus
3. Efisiensi kerja

3.4. Kapasitas Alat (q)

Kapasitas alat (q) atau produksi per siklus adalah kemampuan alat menggosur / mengeruk / mengangkat dalam satu kali operasi, atau satu siklus (m^3).

Kapasitas alat ditentukan dari jenis dan tipe alat, di mana ada dua pengertian mengenai kapasitas alat, yaitu:

- Kapasitas Peres, adalah volume material di dalam *bucket* atau alat untuk menempatkan material yang lainnya yang diukur rata dengan seluruh tepian/pinggiran *bucket*.
- Kapasitas Munjung adalah volume material di dalam *bucket* yang diusahakan “*menggunung*” sesuai sifat materialnya.

3.5. Waktu Siklus (Cm).

Waktu siklus adalah proses gerakan dari suatu alat mulai dari gerakan awal sampai kembali ke gerakan awal tadi lagi, yaitu terdiri dari 4 proses kegiatan:

1. Membongkar tanah
2. Memindahkan tanah
3. Membuang tanah
4. Kembali ke posisi semula

Waktu siklus, terutama gerakan-gerakannya untuk tiap jenis alat berat akan berbeda, misalnya:

- Siklus kerja *Dump Truck*: memuat – mengangkut – membuang – kembali.
- Siklus kerja *Bulldozer*: menggusur – ganti *persnelling* – mundur.
- Waktu siklus selain ditentukan oleh jenis alat, juga ditentukan oleh:
- Jenis pekerjaan, misalnya untuk *Bulldozer*: menggusur atau memotong.
- Metode kerja, misalnya *Backhoe* menggali tanah kemudian dibuang begitu saja, siklusnya akan berbeda kalau *Backhoe* menggali tanah kemudian tanah tersebut dimuat ke atas *Dump Truck* atau tanah tersebut ditimbun yang merupakan *stockpile*.

Dasar penentuan waktu siklus untuk perencanaan proyek, tender/lelang, analisis investasi alat dan lain-lain adalah dengan melihat dua kondisi, yaitu:

1. Apakah alat sudah ada di lapangan dan medan kerja sudah ada/siap?
2. Apakah alat belum ada di lapangan dan medan kerja belum ada/siap?

Pada kondisi 1 dalam hal alat dan medan kerja sudah ada, maka dengan mudah dapat dipantau waktu siklus dengan mencoba alat beberapa kali untuk suatu jarak kerja dan kemudian mengambil rata-ratanya.

Pada kondisi 2, maka perlu dilakukan penelitian dengan cara memperkirakan waktu siklus dari beberapa kondisi lapangan yang paling mendekati kondisi sebenarnya, atau mengikuti petunjuk dari pabrik pembuat dengan penyesuaian seperlunya.

Waktu siklus terdiri dari dua macam:

1. Waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk: memuat, membuang dan manuver (mengatur posisi untuk memuat dan membuang).
2. Waktu tidak tetap adalah waktu yang digunakan untuk berjalan dari tempat pengambilan material sampai ke tempat pembuangan dan kembali dari tempat pembuangan ke tempat pengambilan material. Waktu tidak tetap/variabel berubah-ubah tergantung dari:
 - jarak angkut
 - kondisi jalan

3.6. Efisiensi Kerja (E).

Efisiensi kerja merupakan suatu faktor yang tergantung kepada kondisi kerja dan kondisi pemeliharaan alat, yaitu:

1. Kondisi Kerja:
 - a. Keadaan topografi
 - b. Pemilihan kombinasi peralatan
 - c. Volume pekerjaan, cuaca dan penerangan
 - d. Rencana dan cara kerja.
 - e. Kemampuan operator dan pengawas.
2. Kondisi pemeliharaan alat:
 - a. Keteraturan pelumasan dan *greasing*
 - b. Kondisi ujung pisau
 - c. Persediaan suku cadang.

Tabel 3.1. Efisiensi Kerja.

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Pemeliharaan				
	Sangat bagus	Bagus	Sedang	Jelek	Sangat Jelek
Sangat Bagus	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Bagus	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Jelek	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Sangat Jelek	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

3.7. Faktor Konversi Volume Tanah

Volume tanah terdiri atas tiga kondisi yaitu:

- kondisi asli, belum dikerjakan alat berat.
- kondisi lepas, telah dikerjakan dengan alat berat
- kondisi padat, telah dipadatkan dengan alat berat.

Faktor konversi volume tanah tergantung pada jenis tanah, seperti terlihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Faktor Konversi Volume Tanah.

JENIS MATERIAL	KONDISI	PERUBAHAN KONDISI		
		KONDISI ASLI	KONDISI GEMBUR	KONDISI PADAT
TANAH BERPASIR	ASLI	1,00	1,11	0,99
	GEMBUR	0,90	1,00	0,80
	PADAT	1,05	1,17	1,00
CLAY/TANAH BIASA	ASLI	1,00	1,25	0,90
	GEMBUR	0,80	1,00	0,72
	PADAT	1,11	1,39	1,00
CLAY/TANAH LIAT	ASLI	1,00	1,25	0,90
	GEMBUR	0,70	1,00	0,63
	PADAT	1,11	1,59	1,00
GRAVELY SOIL/TANAH BERKERIKIL	ASLI	1,00	1,18	1,08
	GEMBUR	0,85	1,00	0,91
	PADAT	0,93	1,09	1,00
GRAVEL/KERIKIL	ASLI	1,00	1,13	1,03
	GEMBUR	0,88	1,00	0,91
	PADAT	0,97	1,10	1,00
KERIKIL BESAR DAN PADAT	ASLI	1,00	1,42	1,29
	GEMBUR	0,70	1,00	0,91
	PADAT	0,77	1,10	1,00
PECAHAN BATU KAPUR, BATU PASIR, CADAS LUNAS, SIRTU	ASLI	1,00	1,65	1,22
	GEMBUR	0,61	1,00	0,74
	PADAT	0,82	1,35	1,00
PECAHAN GRANIT, BASALT, CADAS KERAS	ASLI	1,00	1,70	1,31
	GEMBUR	0,59	1,00	0,77
	PADAT	0,76	1,30	1,00
PECAHAN CADAS, BROCKEN ROCK	ASLI	1,00	1,75	1,40
	GEMBUR	0,57	1,00	0,80
	PADAT	0,71	1,24	1,00
LEDAKAN BATU CADAS, KAPUR KERAS	ASLI	1,00	1,80	1,30
	GEMBUR	0,56	1,00	0,72
	PADAT	0,77	1,38	1,00

3.8. Perhitungan Produksi Bulldozer (pek. pengurusan).

1. Kapasitas atau produksi per siklus (q).

$$q = L \times H^2 \times a$$

di mana:

L = lebar sudu (*blade/pisau*) dalam m

H = tinggi sudu (*blade/pisau*) dalam m

a = faktor sudu (*blade factor*) → tabel

Dalam menghitung produktivitas standar dari *Bulldozer*, volume tanah yang dipindahkan dalam satu siklus dianggap sama dengan lebar sudu x (tinggi sudu)².

$$\text{Volume tanah yang dipindahkan} = L \times H^2$$

Sesungguhnya produksi per siklus akan berbeda-beda tergantung dari tipe tanah, sehingga faktor sudu diperlukan untuk penyesuaian karena pengaruh tersebut.

Tabel 3.3. Faktor Sudu Dalam Penggusuran

Derajat pelaksanaan penggusuran		Faktor sudu
Penggusuran ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudu penuh tanah lepas: kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, bahan/material untuk timbunan persediaan (<i>stockpile</i>).	1,1 – 0,9
Penggusuran sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudu penuh: Tanah bercampur kerikil atau <i>split</i> , pasir, batu pecah.	0,9 – 0,7
Penggusuran agak sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering, dan tanah asli.	0,7 – 0,6
Penggusuran sulit	Batu-batu hasil ledakan, batu-batu berukuran besar-besar.	0,6 – 0,4

2. Waktu Siklus (Cm)

Waktu yang dibutuhkan *Bulldozer* dalam satu siklus (menggusur, ganti *persnelling* dan mundur) adalah:

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \text{ (menit)}$$

di mana:

D = jarak gusur (m)

F = kecepatan maju (m/menit)

R = kecepatan mundur (m/menit)

Z = waktu untuk ganti *persnelling* (menit)

a. Kecepatan maju, kecepatan mundur.

Biasanya kecepatan maju berkisar antara $3 \div 5$ km/jam dan kecepatan mundur antara $5 \div 7$ km/jam. Jika mesin menggunakan TORQFLOW (otomatis) maka faktor kecepatan maju diambil 0,75 dari maksimum dan faktor kecepatan mundur 0,85 dari maksimum.

b. Waktu ganti *persnelling*/waktu tetap.

- 1) Mesin gerak langsung (kopling/*direct drive*):
 - tongkat tunggal 0,10 menit
 - tongkat ganda 0,20 menit
- 2) TORQFLOW (otomatis) 0,05 menit

Contoh:

Berapa produksi sebuah *Bulldozer* 320 HP jika melaksanakan pekerjaan penggusuran tanah dengan kondisi sbb:

Lebar sudu : 4,13 m

Tinggi sudu : 1,59 m

Jarak gusur : 40 m

Tipe tanah : tanah liat berpasir

Efisiensi kerja : 0,75 (baik)

Kecepatan : F ($0 \div 3,7$ km/jam)

R ($0 \div 8,2$ km/jam)

Penyelesaian:

1. Produksi per siklus: $q = 4,13 \times (1,59)^2 \times 0,80 = 8,5 \text{ m}^3$
 2. Waktu siklus.
 - Kecepatan maju $F = 3,7 \times 0,75 = 2,8 \text{ km/jam} = 46,7 \text{ m/menit}$
 - Kecepatan mundur $R = 8,2 \times 0,85 = 7,0 \text{ km/jam} = 116,7 \text{ m/menit}$
 - Waktu ganti *persnelling* $Z = 0,05$ menit
- $$\text{waktu siklus} = \frac{40}{46,7} + \frac{40}{116,7} + 0,05$$
- Faktor konversi volume tanah: asli = 0,80 ; lepas = 1,00

Produktivitas untuk kondisi tanah asli:

$$Q = \frac{8,5 \times 60 \times 0,75 \times 0,80}{1,25} = 243 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas untuk kondisi tanah lepas:

$$Q = \frac{8,5 \times 60 \times 0,75 \times 1,00}{1,25} = 304 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3.9. Perhitungan Produksi *Dozer Shovel* Dan *Wheel Loader*.

1. Kapasitas atau produksi per siklus (q).

$$q = q_1 \times K$$

di mana:

q_1 = kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi

K = faktor *bucket* lihat → tabel 3.4.

Tabel 3.4. Faktor *Bucket*

Kondisi pemuatan		Faktor
Pemuatan ringan	Pemuatan material/bahan dari <i>stockpile</i> atau material yang telah dikeruk oleh ekskavator lain, dengan tidak memerlukan lagi daya gali dan bahan dapat dimuat munjung ke dalam <i>bucket</i> . Contoh: pasir, tanah berpasir, tanah <i>colloidal</i> dengan kadar air sedang dll.	1,0 – 0,8
Pemuatan sedang	Pemuatan dari <i>stockpile</i> tanah lepas yang lebih sukar dikeruk dan dimasukkan ke dalam <i>bucket</i> tetapi dapat dimuat sampai hampir munjung (antara peres dan munjung /penuh) Contoh: pasir kering, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir padat dsb, atau menggali dan memuat gravel lunak langsung dari bukit asli.	0,8 – 0,6
Pemuatan yang agak sulit	Pemuatan batu belah atau batu cadas belah, tanah liat yang keras pasir campur gravel, tanah berpasir, tanah <i>colloidal</i> yang liat, tanah liat dengan kadar air yang tinggi, bahan-bahan tsb telah ada pada <i>stockpile</i> /persediaan sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material-material tersebut.	0,6 – 0,5
Pemuatan	Batu bongkah besar-besar dengan bentuk yang	0,5 – 0,4

Kondisi pemuatan		Faktor
yang sulit	tidak beraturan dengan banyak ruang diantara tumpukannya batu hasil ledakan batu-batu bundar yang besar-besar, pasir campuran batu-batu bundar tersebut, tanah berpasir, tanah campur lempung, tanah liat yang tidak bisa dimuat-gusur ke dalam <i>bucket</i>	

2. Waktu Siklus (Cm)

Waktu siklus dapat dihitung dengan rumus berikut:

- Pada pemuatan melintang:

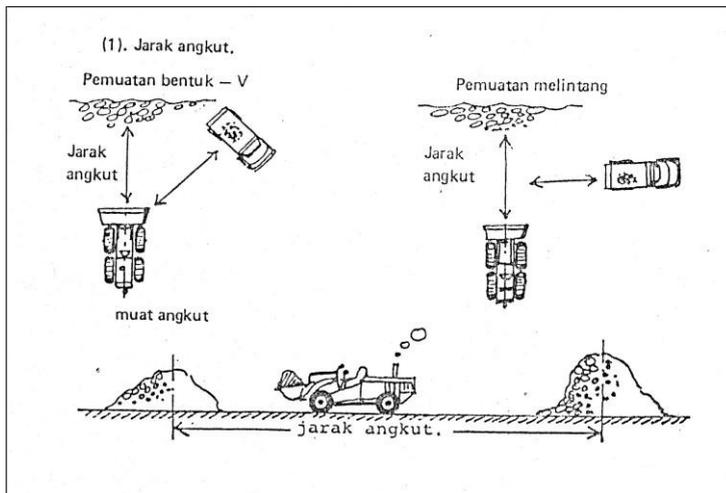
$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \text{ (menit)}$$

- Pada pemuatan bentuk - V:

$$Cm = \frac{D \times 2}{F} + \frac{D \times 2}{R} + Z \text{ (menit)}$$

- Pada muat - angkut:

$$Cm = \frac{D}{F} \times 2 + Z \text{ (menit)}$$



Gambar 3.1. Tiga tipe pemuatan material pada alat *Loader*

3.10. Perhitungan Produksi Excavator (pek. penggalian).

Jenis alat penggali (*Excavator*) saat ini banyak dipakai dalam pekerjaan konstruksi karena kegunaannya yang sangat banyak, yaitu di samping alat penggali (saluran dsb), juga dapat digunakan sebagai pengisi (*Loader*), pemecah batuan (*breaker*) dsb, dengan hanya menambah/mengganti *attachment*nya saja. Dalam pembahasan produksi *Excavator* ini dititik beratkan kepada *Hydraulic Excavator* dengan *attachment backhoe* dan *shovel*.

Produksi *Excavator* banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- Jenis material
- Kedalaman galian
- Sudut putar (*swing angle*)
- Kapasitas / ukuran *bucket*
- Kondisi *Excavator*
- Kondisi pekerjaan/ *Job Conditions*
- Keterampilan operator
- Kondisi manajemen

Rumus umum:

$$P = q \times \frac{3600}{Cm} \times E$$

P = Produksi (m³/jam)

q = produksi per siklus (m³)

Cm = waktu siklus (detik)

E = Efisiensi kerja

1. Kapasitas atau produksi per siklus (q).

$$q = q1 \times k$$

di mana:

q1 = kapasitas *bucket* dalam m³

k = faktor *bucket* (*bucket factor*) → tabel

Tabel 3.5. Faktor Bucket (*Backhoe*)

Kondisi galian		Faktor Bucket
Mudah	Tanah asli, clay lunak	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah asli kering berpasir	1,0 – 1,1
Agak sulit	Tanah asli berkerikil	0,8 – 0,9
Sulit	Batuan hasil ledakan	0,7 – 0,8

Tabel 3.6. Faktor Bucket (*shovel*)

Kondisi galian		Faktor Bucket
Mudah	Tanah asli, clay lunak	1,0 – 1,1
Sedang	Tanah asli kering berpasir	0,95 – 1,0
Agak sulit	Tanah asli berkerikil	0,90 – 0,95
Sulit	Batuan hasil ledakan	0,85 – 0,90

2. Waktu Siklus (Cm)

Waktu siklus = waktu menggali + waktu swing (bermuatan) + waktu dumping + waktu swing (kosong)

atau:

Waktu siklus = waktu siklus standar x factor konversi

Tabel 3.7 Waktu Siklus Standar (*Backhoe*) (detik)

Model/Tipe	Rentang	Sudut swing	
		45° - 90°	90° - 180°
PC 100		11 - 14	14 – 17
PC 150		13 - 16	16 – 19
PC 180		13 - 16	16 – 19
PC 200		13 - 16	16 – 19
PC 220		14 – 17	17 – 20
PC 240		15 – 18	18 – 21
PC 300		15 - 18	18 – 21

Tabel 3.8 Waktu Siklus Standar (*Shovel*) (detik)

Model / Tipe	Waktu Siklus
PC 400	16 – 20
PC 650	18 – 22
PC 1000	20 – 24
PC 1600	27 – 31

Tabel 3.9 Faktor Konversi (*Backhoe*)

Kondisi Galian *)	Kondisi Pembuangan			
	Mudah (membuang pada tempatnya)	Normal (Tempat pembuangan luas)	Agak Sulit (Tempat pembuangan sempit)	Sulit (Tempat sempit, memerlukan jangkauan maksimal)
< 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

$$*) \text{ Kondisi Galian} = \frac{\text{Kedalaman galian}}{\text{Kedalam galian spesifik maksimal}}$$

Contoh:

Untuk pembuatan saluran, digunakan *Hydraulic excavator (Backhoe) PC 200-5* dengan kondisi sbb:

Volume galian: 2000 m³

Factor kondisi alat: 90 %

Faktor *skill operator*: 40 m

Efisiensi kerja: 0,85

Sudut swing: 90°

Kedalaman galian: 2 meter

Kondisi tanah biasa, membuang pada daerah pembuangan (mudah).

Berapa lama pekerjaan tersebut dapat diselesaikan?

Penyelesaian:

1. Volume galian = 2000 m³ (BCM)
= 2000 x 1,25 = 2500 m³ (LCM)
2. Factor efisiensi total = 0,9 x 0,85 x 0,85 = 0,65
3. Produksi per siklus (q) = 0,8 m³ x 1,1 = 0,88 m³
4. Waktu siklus = waktu siklus standar x factor konversi
= 16 DETIK X 0,7 = 11.2 detik

(Kedalaman galian = 2 meter, maka kondisi galian = 2 m: 6 m = 33 %, dan dari tabel 3.9 untuk kondisi galian < 40 % dan kondisi pembuangan mudah, maka factor konversi dibaca = 0,7)

5. Produksi *Excavator* = $q \times \frac{3600}{Cm} \times E$
 = $0,88 \times \frac{3600}{11,2} \times 0,65$
 = 183 m³/jam
6. Waktu yang diperlukan = 2500 m³: 183 m³/jam
 = 13,66 jam

3.11. Perhitungan Produksi *Dump Truck* (alat angkut).

Dump Truck merupakan salah satu alat pemindah tanah yang utama, terutama untuk pemindahan jarak jauh yang tidak dapat dilaksanakan lagi oleh alat lainnya. *Dump Truck* memerlukan bantuan alat lain untuk mengisi muatan ke dalam *vessel* (*loading*), tetapi dapat menuang/membongkar muatan sendiri (*dumping*). Kapasitas *Dump Truck* terutama untuk *off-highway truck* mulai daya 316 HP/*max. payload* 28 tons sampai daya 2500 HP/*max.payload* 282 tons dan bahkan telah ada yang memiliki *max.payload* sebesar 300 ton, sehingga pengoperasiannya memerlukan keahlian dan keterampilan yang sangat baik.

Rumus:

$$P = C \times \frac{60}{Cmt} \times Et$$

Dimana:

- P = Produksi (m³/jam)
 C = produksi per siklus (m³)
 Cmt = waktu siklus (menit)
 Et = Efisiensi kerja

1. Kapasitas atau produksi per siklus (q).

$$C = n \times q1 \times k$$

dimana:

- n = siklus (trip) pengisian Loader (alat muat)
 q1 = kapasitas bucket Loader (alat muat) dalam m³
 k = faktor bucket (*bucket factor*) → tabel

2. Waktu Siklus (Cmt) (menit)

Waktu siklus = waktu pengisian + waktu pengangkutan + waktu dumping + waktu kembali (kosong) + waktu mengambil posisi untuk pengisian

$$Cmt = n \times Cms + \frac{D}{V_1} + t_1 + \frac{D}{V_2} + t_2$$

dimana:

Cms = waktu siklus *loader* yang diperlukan untuk mengisi DT (menit)

$$= \frac{C_1}{(q_1 \times k)}$$

C₁ = kapasitas DT (rata-rata)

q₁ = kapasitas *bucket loader*

k = faktor *bucket*

D = jarak angkut DT (meter)

V₁ = kecepatan DT waktu mengangkut (m/menit)

V₂ = kecepatan DT waktu kembali (m/menit)

t₁ = waktu yang diperlukan untuk dumping (menit)

t₂ = waktu yang diperlukan untuk mengatur posisi (menit)

Tabel 3.10 Waktu dumping (t₁) & waktu mengatur posisi (t₂)

Kondisi kerja	t ₁ (menit)	t ₂ (menit)
Baik	0,5 – 0,7	0,1 – 0,2
Sedang	1,0 – 1,3	0,25 – 0,35
Tidak baik	1,5 – 2,0	0,4 – 0,5

Menghitung jumlah *Dump Truck*.

Untuk menentukan jumlah DT yang diperlukan dalam kombinasi dengan loader, agar diperoleh efisiensi yang tinggi, dipakai rumus sbb:

$$M = \frac{Cmt}{N \times Cms}$$

dimana:

n = jumlah siklus *loader* untuk mengisi satu DT

Cms = waktu siklus *loader* (menit)

Cmt = waktu siklus DT (menit)

Contoh:

Off Highway Dump Truck caterpillar 769 D, bekerja berpasangan dengan *Wheel Loader Komatsu WA 600*, mengangkut material tanah sejauh 1000 meter, berapa produksi DT tsb. ?

Kondisi kerja:

Jalan angkutan: jalan rata sejauh 900 meter

Jalan mendaki/menurun sepanjang 100 meter, dengan kelandaian 10%.

Kondisi jalan:

Jalan sebagian tenggelam di bawah beban, kurang perawatan

Jenis material: *sandy clay (loose density 1,6 ton/m³)*

Efisiensi kerja: 0,83

Kondisi jalan tanah, ban terbenam dan perawatan sedikit sekali.

Untuk keamanan kerja, maka kecepatan dibatasi sbb:

Kondisi Jalan	Pembebanan DT	Kecepatan maks.
Flat/rata	Bermuatan	40 km/jam
	Kosong	60 km/jam
Menanjak	Bermuatan	20 km/jam
	Kosong	40 km/jam
Menurun	Bermuatan	20 km/jam
	Kosong	40 km/jam

Wheel Loader Komatsu WA 600:

Kapasitas bucket $q_1 = 5,7 \text{ m}^3$

Waktu siklus $C_{ms} = 0,65 \text{ menit}$

Factor bucket $k = 0,9$

Efisiensi $E = 0,83$

Dump Truck Caterpillar 769 D:

Payload capacity = 36,8 ton

Perhitungan waktu siklus:

1. Waktu pemuatan (*loading time*)

$$C_{ms} = n \times C_s$$

$$N = \frac{\text{kapasitas truck rata-rata}}{\text{kap.bucket} \times \text{factor bucket}}$$

$$N = \frac{36,8 \text{ ton (max payload)}}{5,7 \times 0,9 \times 1,6}$$

= 4,4 dibulatkan = 4

$$C_{ms} = 4 \times 0,65 = 2,60 \text{ menit}$$

2. Waktu pengangkutan dan waktu kembali

Jalan angkut terbagi:

Jalan datar = 600 meter

Jalan mendaki = 100 meter

Jalan datar lagi = 300 meter

Jalan kembali terbagi:

Jalan datar = 300 meter

Jalan menurun = 100 meter

Jalan datar lagi = 600 meter

Berdasarkan kurva kecepatan maksimum dari kurva Travel Performance Cat. 769 D dan factor kecepatan, didapat waktu yang dibutuhkan = 5,21 menit.

3. Waktu dumping dan waktu mengambil posisi pengisian.

Kondisi kerja baik, maka dari tabel ditentukan:

Waktu dumping: $t_1 = 0,7$ menit

Waktu ambil posisi: $t_2 = 0,3$ menit

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus DT} &= 2,60 + 5,21 + 0,7 + 0,2 \\ &= 9,01 \text{ menit} \end{aligned}$$

Jadi Produksi DT:

$$P = C \times \frac{60}{C_{mt}} \times E = 4 \times 5,7 \times 0,9 \times \frac{60}{9,01} \times 0,83 = 113,4 \text{ m}^3/\text{jam}$$

3.12. Rangkuman

Produksi Alat Berat (Q) adalah kemampuan alat berat untuk memindahkan/menggosur, mengeruk dan mengangkat tanah dari satu tempat ke tempat yang lain dalam satu jam (m^3/jam).

Produksi alat terbagi atas dua, yaitu:

- Produksi per “individu” alat (Produksi alat).

- Produksi per “grup” alat (Produksi per unit pekerjaan).

Rumus Umum:

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{Cm} \times E$$

di mana:

- Q = produksi alat per jam (m^3 /jam)
- q = kapasitas alat per *cycle* (siklus) dalam m^3 .
- N = jumlah siklus (*cycle*) per jam = $\frac{60}{Cm}$
- Cm = waktu siklus (*cycle time*) dalam menit.
- E = efisiensi kerja (*job efficiency*), tergantung kondisi kerja dan kondisi lapangan.

Dari rumus di atas dapat terlihat bahwa produksi alat berat tergantung pada:

1. Kapasitas alat.
2. Waktu siklus
3. Efisiensi kerja

Kapasitas alat (q) atau produksi per siklus adalah kemampuan alat menggosur / mengeruk / mengangkat dalam satu kali operasi, atau satu siklus (m^3).

Kapasitas alat ditentukan dari jenis dan tipe alat, di mana ada dua pengertian mengenai kapasitas alat, yaitu:

- Kapasitas Peres, adalah volume material di dalam *bucket* atau alat untuk menempatkan material yang lainnya yang diukur rata dengan seluruh tepian/pinggiran *bucket*.
- Kapasitas Munjung adalah volume material di dalam *bucket* yang diusahakan “menggungung” sesuai sifat materialnya.

Waktu siklus adalah proses gerakan dari suatu alat mulai dari gerakan awal sampai kembali ke gerakan awal tadi lagi, yaitu terdiri dari 4 proses kegiatan:

1. Membongkar tanah

2. Memindahkan tanah
3. Membuang tanah
4. Kembali ke posisi semula

Efisiensi kerja merupakan suatu faktor yang tergantung kepada kondisi kerja dan kondisi pemeliharaan alat, yaitu:

1. Kondisi Kerja:
 - a. Keadaan topografi
 - b. Pemilihan kombinasi peralatan
 - c. Volume pekerjaan, cuaca dan penerangan
 - d. Rencana dan cara kerja.
 - e. Kemampuan operator dan pengawas.
2. Kondisi pemeliharaan alat:
 - a. Keteraturan pelumasan dan *greasing*
 - b. Kondisi ujung pisau
 - c. Persediaan suku cadang.

3.13. Soal-Soal Latihan

Sebelum pekerjaan fondasi dimulai, untuk perbaikan daya dukung tanah pada proyek pembangunan “*Mall Banjar Indah*” di kota Banjarmasin, dilakukan pekerjaan urugan tanah laterit oleh kontraktor pelaksana. Lokasi material adalah milik sendiri dan terletak sejauh 40 km dari lokasi proyek.

Untuk kelancaran pelaksanaan pekerjaan, maka di lokasi material (*Quarry*) akan disediakan peralatan berat sebagai berikut:

No.	Nama Alat	Harga CIF (Rp.)	Kapasitas (q) m ³	Biaya Pemilikan & Operasi (Rp./jam)	Jumlah (buah)
1.	<i>Bulldozer D 85 A</i>	800,000,000.00	8	Dihitung	1
2.	<i>W Loader W 70</i>	625,000,000.00	2.5	Dihitung	Dihitung
3.	<i>D. Truck HD 200</i>	-	4	17,500	Dihitung

Jarak gusur timbun untuk *Bulldozer* sejauh 50 m dengan $F1 = 0.00 - 3.5$ km/jam dan $R2 = 2.0 - 4.5$ km/jam.

Sistem muat *Loader* adalah sistem V dengan $D = 20$ m.

Baik *Bulldozer* maupun *Loader* adalah dengan *system Power Slift* (otomatis).

Coba saudara hitung berapa biaya yang akan dikeluarkan untuk tiap m^3 tanah laterit dan berapa jumlah alat yang diperlukan?

Data-data lainnya:

1. Asuransi = 3 % dan PPN = 10 %
2. Harga solar = Rp.6500.- per liter.
3. Harga pelumas = Rp. 5000.- per liter.
4. Harga gemuk = Rp. 7000.- per kg.
5. Filter = Rp. 2000.- per jam.
6. Operator/mekanik = Rp. 120,000.- per hari

1 hari = 8 jam kerja ; Investasi alat selama 5 tahun (1 tahun = 2000 jam).

Faktor konversi volume tanah: Tanah asli = 1 ; Tanah lepas = 0.80

Kalau ada data yang kurang, asumsikan sendiri! Gunakan rumus pendekatan!

3.14. Daftar Pustaka.

Frick, Heinz, Ir. 1990. *Peralatan Pembangunan Konstruksi, Penggunaan dan Pemeliharaan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Moh. Anas Aly, Ir. 1982. *Analisa Biaya Peralatan dan Pekerjaan*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi, Ir. 1989. *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi, Ir. 1987. *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rochmanhadi, Ir. 1984. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

- Rochmanhadi, Ir. 1996. *Analisa Gerak dan Waktu*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rochmanhadi, Ir. 1990. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- R.L. Peurifoy. 1979. *Construction Planning, Equipment, And Methods*. Tokyo: McGrawHill, INC.
- _____. 1979. *Prinsip Dasar Pemindahan Tanah*. Jakarta: Caterpillar Tractor Co.
- _____. 1984. *Alat Berat*, Bandung: Polytechnic Education Development Center (PEDC).

