



**SEMESTER PADAT**

*Deskripsi dan Analisis*

# **ALAT BERAT DAN PRODUKTIVITASNYA**

# MODUL I

## PEMINDAHAN TANAH MEKANIS

Bagi seorang kontraktor yang akan menginvestasikan modalnya dalam industri pemindahan tanah, pemilihan menggunakan alat berat tidak hanya sekedar dapat menyelesaikan pekerjaan tepat waktu dengan kualitas memadai saja, melainkan juga harus benar-benar dapat mendatangkan keuntungan semaksimal mungkin. Dengan kata lain membeli alat berat harusnya merupakan alternatif investasi yang paling menguntungkan, diantara banyak pilihan dan peluang yang ada. Pengoperasian alat berat seharusnya tidak hanya dapat memberikan kepuasan secara teknis tetapi sekaligus mendatangkan keuntungan secara ekonomis.

Oleh karena itu pertimbangan teknis juga harus dibarengi dengan pertimbangan ekonomis agar keputusan yang dibuat untuk menggunakan alat berat merupakan suatu keputusan yang tepat. Pertimbangan teknis sangat diperlukan untuk melihat apakah pemilihan alat benar-benar dapat menjamin bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu yang ditentukan dengan memenuhi persyaratan kualitas yang berlaku. Sedangkan pertimbangan ekonomis memunculkan pertanyaan apakah pengoperasian alat berat untuk menyelesaikan pekerjaan akan mendatangkan keuntungan yang lebih prospektif dibandingkan dengan investasi di bidang lain.

Beberapa alasan mengapa diperlukan alat berat dalam proyek konstruksi, antara lain yaitu :

- Kapasitas pekerjaan konstruksi, dimana semakin lama kapasitas pekerjaan konstruksi akan semakin bertambah sehingga memerlukan prasarana dan peralatan yang besar, kuat dan kualitas yang tinggi.
- Kemajuan industri mesin-mesin konstruksi, dimana dengan berkembangnya teknologi dalam industri mesin-mesin konstruksi banyak peralatan konstruksi yang dapat dipakai dalam menunjang dan memperlancar proyek-proyek konstruksi sehingga pekerjaan menjadi lebih produktif.
- Kebutuhan terhadap mutu pekerjaan, dimana tuntutan terhadap mutu pekerjaan semakin tinggi sedangkan volume pekerjaan semakin besar sehingga diperlukan peralatan untuk mengerjakannya.
- Kemajuan sosial dan budaya, dimana setiap orang memiliki kecenderungan bekerja dengan sedikit menggunakan tenaga fisik terutama pada pekerjaan kasar. Penggunaan peralatan dapat menggantikan tenaga manusia dalam pekerjaan kasar.

- Nilai-nilai ekonomi, dimana pekerjaan konstruksi dengan volume sangat besar, memerlukan peralatan untuk kepentingan ekonomi yaitu dapat menurunkan unit cost dari suatu pekerjaan.

## 1.2 Pengertian Dasar Pemindahan Tanah Mekanis

Seperti kita ketahui bersama bahwa pekerjaan tanah terutama dalam proyek-proyek sipil menempati bagian yang penting. Dimana tanah tidak memiliki sifat-sifat yang khas seperti beton dan baja. Pemindahan tanah adalah ilmu yang menyangkut perubahan tata letak tanah atau material yang diolah dan akan mengalami perubahan yang disebabkan oleh unsur tanah itu sendiri. Perubahan inilah yang akan memberikan perlawanan terhadap alat pemindahannya.

Perlawanan ini tidak sama pada setiap jenis material dan perlawanan inilah yang biasanya menunjukkan tingkat kesulitan pengolahannya. Untuk itu harus diketahui terlebih dahulu jenis material yang akan diolah agar dalam perhitungan produksi kerja alat, didapatkan hasil yang lebih akurat. Jenis tanah atau material yang akan diolah ini perlu diketahui agar dapat menentukan tingkat kemudahan dan kesulitan pengolahannya seperti kemudahan pemuatan, kemudahan penggusuran, kemudahan penggalian dan sebagainya.

Kemudahan atau kesulitan pengolahan material akan mempengaruhi lamanya waktu yang diperlukan. Misalnya bila suatu material dapat digali dan dimuat dengan mudah, maka material tersebut memiliki tingkat 'loadability' yang tinggi. Sebaliknya jika sukar dimuat maka material tersebut dianggap mempunyai 'loadability' yang rendah. Untuk kemudahan memuat ini biasanya dalam perhitungan produksi kerja dinyatakan dalam bentuk angka faktor yang sering disebut faktor muat. Sedangkan menggali dan menggusur dinyatakan dalam bentuk faktor koreksi. Pada beberapa jenis tanah liat dianggap sangat mudah dimuat, sedangkan jenis material lainnya seperti batu-batuan dan lapisan tanah keras harus dibongkar terlebih dengan ripper atau bahkan diledakkan terlebih dahulu sebelum dipindahkan.

### 1.3 Pengetian Dasar Pengoperasian Alat Berat

Pengoperasian peralatan diorganisir oleh bagian peralatan dengan membuat bagan penggunaan peralatan (equipment working schedule) dengan tujuan untuk menghindarkan adanya waktu kosong dari setiap peralatan. Waktu kosong atau waktu peratan tidak bekerja merupakan waktu dimana peralatan menganggur untuk menunggu tugas, menunggu suku cadang dan menunggu operator, hal ini tentunya dapat merugikan karena berarti pemborosan terhadap waktu. Penggunaan peralatan harus diprogramkan dengan seksama sehingga waktu kosong menjadi sedikit. Program ini biasa dibuat oleh bagian peralatan setelah mendapatkan program pelaksanaan proyek. Biasanya cara-cara pengoperasian peralatan terdapat didalam operation manual, sedangkan perawatan peralatan terdapat didalam shop manual dari masing-masing peralatan.

Penggunaan peralatan menuntut pengelolaan yang baik dan ketat untuk menghindari pemborosan dan meningkatkan efisiensi, untuk itu diperlukan suatu manajemen peralatan sehingga pengelolaan peralatan menjadi lebih menguntungkan. Konsep manajemen peralatan mencakup beberapa hal, antara lain yaitu :

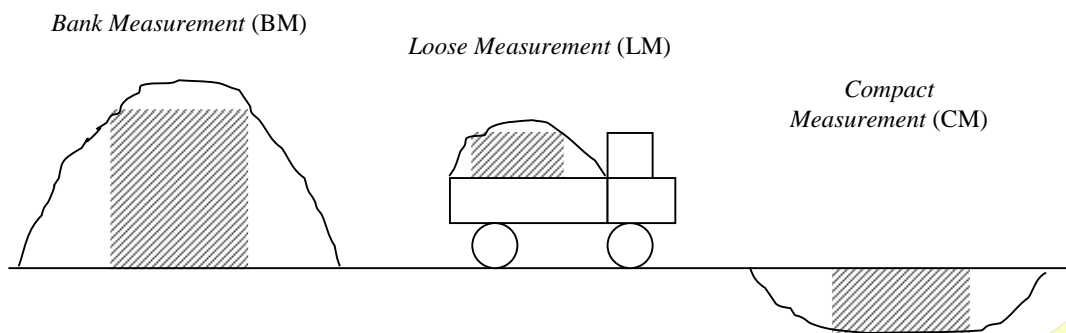
- Perencanaan peralatan, dimana faktor-faktor yang mempengaruhi perencanaan peralatan adalah volume pekerjaan, spesifikasi pekerjaan dan waktu pelaksanaan pekerjaan.
- Organisasi bagian peralatan, merupakan perangkat manajemen yang sangat penting. Dengan organisasi ini maka peralatan dapat dimanfaatkan secara efektif dan efisien, pada suatu proyek organisasi peralatan merupakan unsure penunjang yang sangat penting karena berhasilnya suatu proyek yang menggunakan peralatan tergantung dari berhasilnya organisasi bagian peralatan. Pengetahuan yang diperlukan untuk menyusun organisasi bagian peralatan antara lain pengalaman, pengetahuan/keterampilan operasi peralatan, efisiensi penggunaan peralatan, perawatan peralatan dan penyediaan suku cadang.
- Pelaksanaan, dimana hasil dari pelaksanaan operasi dicatat dan dikumpulkan di dalam catatan peralatan, agar dapat dianalisis kemampuan tiap jenis, tipe dan merek peralatan. Bahan-bahan tersebut dapat digunakan oleh manajemen dalam menentukan pilihan peralatan.

- Pengawasan dan evaluasi, merupakan pengendalian program yang dilakukan terhadap operasi maupun pemeliharaan/perawatan.

#### 1.4 Persiapan Pekerjaan Pemindahan Tanah Mekanis

Dalam melakukan persiapan terhadap pekerjaan pemindahan tanah maka harus diperhitungkan beberapa keadaan tanah yang dapat berpengaruh terhadap volume tanah yang dijumpai dalam pekerjaan pemindahan tanah, yaitu meliputi :

- Keadaan asli sebelum diadakan pengerjaan, ukuran tanah demikian biasanya dinyatakan dalam satuan ukuran alam, *Bank Measure* (BM), ini digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan tanah.
- Keadaan lepas, yakni keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan (*disturb*), tanah demikian misalnya terdapat di depan dozer blade, di atas truk, di dalam bucket dan sebagainya. Ukuran volume tanah dalam keadaan lepas biasanya dinyatakan dalam *Loose Measure* (LM) yang besarnya sama dengan  $BM + \% \text{ Swell} \times BM$  (*swell* = kembang). *Swell* ini tergantung dari jenis tanah, dapat dimengerti bahwa LM mempunyai nilai lebih besar dari BM.
- Keadaan padat, ialah keadaan tanah setelah ditimbun kembali kemudian dipadatkan. Volume tanah setelah dipadatkan mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan Bank, hal ini tergantung dari usaha pemadatan yang dilakukan.



Gambar 1.1. Kondisi Tanah dalam Beberapa Keadaan

Sebagai gambaran pada tabel 1.1 akan diberikan beberapa faktor kembang :

Tabel 1.1. Faktor Kembang Beberapa Jenis Tanah

Jenis tanah	Swell (% BM)
- Pasir	5 – 10
- Tanah Lempung	10 – 25
- Tanah biasa	20 – 45
- Lempung (Clay)	30 – 60
- Batu	50 – 60

(Sumber ; Rochmanhadi, Ir, 1992, *Alat-alat Berat dan Penggunaannya*)

Sebagai contoh dari tabel tersebut diatas :

Tanah biasa pada keadaan asli (Bank)	=	1,00 M <sup>3</sup>
Swell 20 – 45 %	=	<u>0,20 - 0,45 M<sup>3</sup></u>
Volume dalam keadaan loose	=	1,20 - 1,45 M <sup>3</sup>

Sebagai catatan bahwa angka-angka dalam tabel 1.1 tidak pasti (exact), tergantung dari berbagai faktor yang dijumpai secara nyata dilapangan.

Beberapa rumus yang dapat digunakan untuk menghitung faktor kembang dan faktor susut dapat dilihat berikut :

- 1) Swell (pengembangan) ditentukan dari :

$$Swell = Sw = \left( \frac{B - L}{L} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1.1)$$

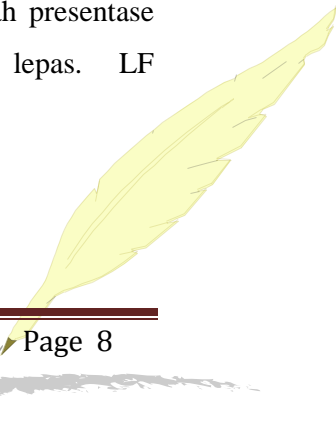
- 2) Shrinkage (penyusutan) ditentukan dari :

$$Shrinkage = Sh = \left( \frac{C - B}{C} \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1.2)$$

dimana :

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

Cara lain ialah dengan menggunakan *Load Factor* (LF) ialah presentase pengurangan *density* material dalam keadaan asli menjadi keadaan lepas. LF ditentukan sebagai berikut :



$$LF = \frac{\text{Berat isi tanah gembur}}{\text{Berat isi tanah asli}} = \frac{\text{Volume tanah asli}}{\text{Volume tanah lepas}} \dots\dots\dots (1.3)$$

Volume tanah asli = LF x Volume tanah lepas dengan demikian :

$$S_w = \left( \frac{B}{L} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1.4)$$

$$S_w = \left( \frac{1}{\left( \frac{L}{B} \right)} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1.5)$$

$$S_w = \left( \frac{1}{LF} - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots (1.6)$$

**Contoh soal :**

- 1) Pada suatu daerah yang memiliki berat isi tanah asli sebesar 1780 kg/m<sup>3</sup>, berat isi tanah gembur sebesar 1550 kg/m<sup>3</sup> dan berat isi tanah padat sebesar 2075 kg/m<sup>3</sup>. Hitunglah persen pengembangan dan persen penyusutan dari kondisi tanah tersebut !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Swell = S_w &= \left( \frac{B - L}{L} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{1780 \text{ kg/m}^3 - 1550 \text{ kg/m}^3}{1550 \text{ kg/m}^3} \right) \times 100\% = 14,84\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Shrinkage = S_h &= \left( \frac{C - B}{C} \right) \times 100\% \\ &= \left( \frac{2075 \text{ kg/m}^3 - 1780 \text{ kg/m}^3}{2075 \text{ kg/m}^3} \right) \times 100\% = 14,22\% \end{aligned}$$

- 2) Tentukan pula Load Factor dari kondisi tanah pada soal no 1 !

Penyelesaian :



$$LF = \frac{\text{Berat isi tanah gembur}}{\text{Berat isi tanah asli}}$$

$$= \frac{1550 \text{ kg/m}^3}{1780 \text{ kg/m}^3} = 0,87$$

### Rangkuman

Beberapa alasan mengapa diperlukan alat berat dalam proyek konstruksi, antara lain yaitu :

- Kapasitas pekerjaan konstruksi.
- Kemajuan industri mesin-mesin konstruksi.
- Kebutuhan terhadap mutu pekerjaan.
- Kemajuan sosial dan budaya.
- Nilai-nilai ekonomi.

Pemindahan tanah adalah ilmu yang menyangkut perubahan tata letak tanah atau material yang diolah dan akan mengalami perubahan yang disebabkan oleh unsur tanah itu sendiri. Perubahan inilah yang akan memberikan perlawanan terhadap alat pemindahannya. Perlawanan ini tidak sama pada setiap jenis material dan perlawanan inilah yang biasanya menunjukkan tingkat kesulitan pengolahannya.

Konsep manajemen peralatan mencakup beberapa hal, antara lain yaitu :

- Perencanaan peralatan.
- Organisasi bagian peralatan.
- Pelaksanaan.
- Pengawasan dan evaluasi.

Beberapa keadaan tanah yang dapat berpengaruh terhadap volume tanah yang dijumpai dalam pekerjaan pemindahan tanah, yaitu meliputi :

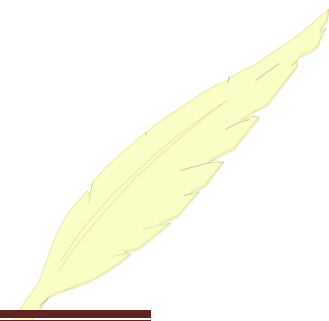
1. Keadaan asli sebelum diadakan pengerjaan.
2. Keadaan lepas, yakni keadaan tanah setelah diadakan pengerjaan (*disturb*).
3. Keadaan padat, ialah keadaan tanah setelah ditimbun kembali kemudian dipadatkan.

### Latihan Soal

- 1) Sebutkan tujuan dari penggunaan alat berat pada pekerjaan konstruksi !



- 2) Sebutkan alasan-alasan dari penggunaan alat berat pada pekerjaan konstruksi !
- 3) Apa saja yang perlu diperhatikan dalam persiapan penggunaan alat berat pada pekerjaan konstruksi !
- 4) Sebutkan faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pekerjaan pemindahan tanah !
- 5) Jika suatu kondisi tanah pada saat gembur dan padat memiliki berat isi tanah masing-masing adalah  $2000 \text{ kg/m}^3$  dan  $2500 \text{ kg/m}^3$ , sedangkan tanah memiliki persentase pengembangan dan penyusutan sebesar 20 % dan 22 %. Berapakah berat isi tanah pada keadaan asli dan tentukan pula Load Faktor dari masing-masing kondisi tanah tersebut !
- 6) Pada suatu daerah yang akan dibangun jalan, dilakukan penggalian sedalam 2,5 m. Luas daerah yang akan digali adalah 2 Ha. Berapakah volume tanah asli dan tanah gembur jika faktor gembur tanah adalah 1,25 !
- 7) Berapakah % pengembangan dan % penyusutan dari volume tanah yang memiliki berat isi tanah  $1500 \text{ kg/m}^3$  BM,  $1000 \text{ kg/m}^3$  LM dan  $2000 \text{ kg/m}^3$  CM !
- 8) Tentukan berat isi tanah pada keadaan asli (BM) dan pada keadaan padat (CM), jika diketahui berat isi tanah pada keadaan lepas (LM) adalah  $900 \text{ kg/m}^3$ , % pengembangan dan % penyusutan masing-masing adalah 66 % dan 40 %. Tentukan pula LF dari kondisi tanah tersebut !



# MODUL II

## KLASIFIKASI DAN FUNGSI ALAT BERAT

### Tujuan Khusus

- Mahasiswa dapat menyebutkan jenis-jenis serta fungsi alat berat dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi
- Mahasiswa dapat menjelaskan klasifikasi alat berat berdasarkan jenis dan fungsinya

### Bahan Bacaan

Afrizal Nursin, Drs, 1995, *“Alat Berat”*, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.

Nabar Darmansyah, Drs, 1998, *“Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”*, Unsri, Palembang.

Rochmanhadi, Ir, 1992, *“Alat-alat Berat dan Penggunaannya.”*

Team, 1998, *“Pemindahan Tanah Mekanis”*, Bagian penerbitan ITN, Malang.

### Prasyarat

Sudah pernah mengambil Mata Kuliah Ekonomi Rekayasa

### 2.1 Jenis dan Fungsi Alat Berat

Dalam bidang Teknik Sipil, pertambangan dan pekerjaan tanah lain, relatif cukup banyak jenis alat berat yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan. Beberapa jenis alat berat yang biasa digunakan dalam pekerjaan konstruksi antara lain :

### 1) Traktor



Gambar 2.1. Wheel Traktor

Traktor adalah alat yang mengubah energi mesin menjadi energi mekanik. Sebenarnya Traktor merupakan prime mover (penggerak utama) dari sebagian alat-alat berat. Kegunaan utama dari Traktor ini adalah sebagai penarik atau pendorong beban yang memerlukan tenaga yang besar, tetapi disamping itu traktor dapat juga dipergunakan untuk keperluan lain.

Pada prinsipnya Traktor dibedakan menjadi 2, yaitu :

- a. Traktor roda kelabang (Crawler Tractor), dimana penggunaannya antara lain :
  - sebagai tenaga penggerak untuk mendorong dan menarik beban
  - sebagai tenaga penggerak untuk winch dan alat angkut
  - sebagai tenaga penggerak blade (Bulldozer)
  - sebagai tenaga penggerak front-end bucket Loader
- b. Traktor roda ban (Wheel Tractor), penggunaannya dimaksudkan untuk mendapatkan kecepatan yang lebih besar, sebagai konsekuensinya tenaga tariknya menjadi lebih kecil, kadang-kadang kecepatannya mencapai 45 km/jam.

Perbedaan dari Crawler Tractor dan Wheel Tractor, yaitu :

- \* Crawler Tractor :

- tenaga tarik besar
- kecepatan relatif kecil
- ground contact bidang singgung antara roda dengan tanah lebih besar
- dapat bekerja pada kondisi tanah yang buruk, karena daya apungnya lebih besar
- kemungkinan slip kecil

\* Wheel Tractor

- tenaga tarik yang relatif lebih kecil untuk ukuran yang sama dengan Crawler Tractor
- kecepatan besar
- ground contact lebih kecil
- sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah di lapangan
- ada kemungkinan slip

## 2) Excavator



Gambar 2.2. Excavator

Kegunaan utama dari Excavator adalah :

- menggali
- memuat
- mengangkat material
- membuat saluran air atau saluran pipa

Beberapa jenis Excavator, yaitu :

- Backhoe, dikhususkan untuk penggalian yang letaknya dibawah kedudukannya sendiri, untuk penggalian parit, pondasi bangunan, dan sebagainya sehingga fungsinya hampir sama dengan dragline atau clamshell, namun backhoe dapat menggali dengan kedalaman yang jauh lebih teliti dan dapat digunakan sebagai alat pemuat bagi truk-truk.
- Power Shovel, baik sekali bila digunakan untuk melakukan penggalian, pemuat tanpa bantuan alat lain, digunakan terutama pada penggalian tebing yang lebih tinggi tempat kedudukannya daripada power shovel. Sistem pengendalian dengan sistem kabel dan hydraulic.
- Dragline, alat ini didapat dengan menambahkan attachment boom crane dan drag bucket pada excavator. Dragline mempunyai jangkauan lebih besar dari pada jenis shovel tetapi tenaga penggali lebih kecil karena tenaga penggali yang digunakan hanya mengandalkan kekuatan daripada berat sendiri digging bucket. Prinsip kerja dari dragline : menggali → mengangkat bucket → swing → dumping → kembali ketempat permulaan penggalian.
- Clamshell, merupakan Excavator dengan perlengkapan dragbucket clamshell yang cocok digunakan untuk pekerjaan penggalian pada tanah atau material lepas seperti Lumpur, pasir, kerikil maupun batu pecah. Cara kerjanya : dengan menjatuhkan bucket secara vertical dengan kekuatan berat sendiri dan mengangkatnya secara vertikal kemudian melakukan swing untuk menumpahkan material.

### 3) Bulldozer



Gambar 2.3. Bulldozer

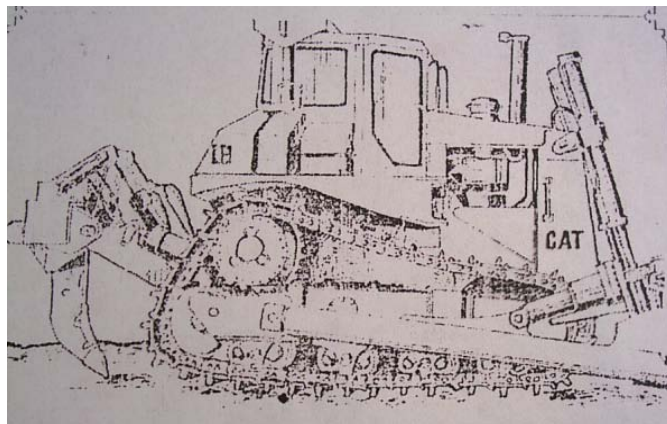
Pada dasarnya Bulldozer adalah alat yang menggunakan traktor sebagai penggerak utama. Disebut Bulldozer karena biasanya tractor dilengkapi dengan dozer attachment, dalam hal ini attachmentnya adalah blade atau perlengkapannya adalah blade. Bulldozer sebenarnya adalah nama jenis dari dozer yang mempunyai kemampuan untuk mendorong ke muka.

Bulldozer digunakan pada pelaksanaan pekerjaan seperti tersebut dibawah ini :

- Pembersihan medan dari kayu-kayuan, pokok-pokok/ tonggak-tonggak pohon dan batu-batuan.
- Pembukaan jalan kerja di pegunungan maupun di daerah berbatu-batu.
- Memindahkan tanah yang jauhnya hingga 300 feet atau kurang lebih 90 m.
- Menarik Scraper.
- Menghampar tanah isian (fills).
- Menimbun kembali trencher.
- Pembersihan sites/ medan.
- Pemeliharaan jalan kerja.
- Menyiapkan bahan-bahan dari soil borrow pit dan quarry pit/ tempat pengambilan bahan.

Namun secara umum fungsi dan kegunaan Bulldozer adalah : menggusur, mendorong, menggali, meratakan dan menarik

#### 4) Ripper



Gambar 2.4. Ripper

Ripper adalah suatu alat yang digunakan untuk menggemburkan material dengan cara menggaru atau membajak (ripping). Alat ini biasanya hampir sama dengan Bulldozer, hanya perlengkapan tambahannya yang berbeda, dimana Bulldozer menggunakan blade sedangkan Ripper menggunakan 'shank'. Pada saat ini ada Bulldozer yang dilengkapi langsung dengan shank, sehingga dapat berfungsi ganda, yakni menggusur sekaligus menggemburkan atau sebaliknya.

#### 5) *Wheel Loader/ Track Type Loader*

Wheel Loader adalah alat pemuat yang beroda ban sedangkan Track Type Loader adalah alat pemuat yang beroda rantai, karena beroda rantai maka Track Type Loader sering digunakan pada daerah dengan permukaan tanahnya jelek, licin dan berlumpur.



Gambar 2.5. Wheel Loader

Loader ini selain sebagai alat pemuat, juga dapat digunakan untuk :

- memindahkan material (jarak pendek)
- mengumpulkan material
- mengisi hopper, dll.

#### 6) Wheel Tractor Scraper



Gambar 2.6. Wheel Tractor Scraper

Wheel Tractor Scraper adalah alat berat yang lebih serba guna. Alat ini beroda ban dan biasanya terdiri dari 2 jenis :

- Towed Scraper, merupakan Scraper yang tidak bermesin, sehingga dalam pengoperasiannya harus ditarik oleh Bulldozer.
- Motor Scraper, merupakan Scraper yang memiliki mesin.

Fungsi utamanya adalah sebagai alat angkut jarak sedang, disamping itu dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut :

- memotong
- mengangkut sekaligus membongkar material yang lepas (loose material)
- memuat (keperluan sendiri)
- menghamparkan (dengan ketebalan yang merata)

#### 7) Dump Truk



Gambar 2.7. Dump Truk



Dump Truk adalah alat yang digunakan sebagai alat angkut jarak jauh. Dapat juga digunakan sebagai alat angkut jarak sedang bila Wheel Tractor Scraper tidak dapat digunakan karena kondisi pekerjaan yang tidak memungkinkan.

Dikenal 3 macam Dump Truk, yaitu :

- Side Dump Truk (penumpahan ke samping)
- Rear Dump Truk (penumpahan ke belakang)
- Rear dan Side Dump Truk (penumpahan ke belakang dan ke samping)

#### 8) Motor Grader



Gambar 2.8. Motor Grader

Motor Grader adalah alat berat yang dapat digunakan untuk keperluan perataan tanah, juga sebagai pembentuk permukaan yang dikendaki. Motor Grader juga diperlukan untuk keperluan sebagai berikut :

- Grading (perataan permukaan tanah)
- Shaping (pemotongan untuk mendapatkan bentuk/ profil tanah)
- Bank Shaping (pemotongan untuk mendapatkan bentuk/ profil tanah)
- Scarifiying ( pengerukan untuk pembuatan saluran)
- Dithing (pemotongan untuk pembuatan saluran)
- Mixing and Spreading (mencampur dan menghampar material di lapangan)

#### 9) Compactor/ Roller



Gambar 2.9. Compactor

Kedua jenis alat di atas memiliki fungsi yang sama yakni sebagai alat pemadat. Hanya saja Compactor sering diartikan sebagai alat pemadat sedangkan Roller sering disebut sebagai alat penggilas. Alat pemadat digunakan untuk memadatkan tanah yang merupakan upaya untuk mengatur kembali susunan butiran tanah agar menjadi lebih rapat sehingga tanah akan menjadi lebih padat.

Jenis-jenis alat pemadat mekanis, antara lain yaitu :

- Three Wheel Roller (mesin gilas roda tiga)
- Tandem Roller (mesin gilas roda dua atau tandem)
- Sheepfoot Type Roller (mesin gilas roda besi dengan permukaan seperti kaki kambing)
- Pneumatic Tire Roller (mesin gilas dengan roda ban karet bertekanan angin)
- Soil Compactor ( pemadat tanah)
- Asphalt Compactor (pemadat aspal)
- Landfill Compactor

#### 10) Asphalt Mixing Plant



Gambar 2.10. Asphalt Mixing Plant

Asphalt Mixing Plant digunakan sebagai mesin pencampur aspal atau hot mixed bituminous material lainnya. Pengolahan aspal biasanya digunakan untuk kepentingan pembuatan perkerasan jalan, dalam produksi secara besar-besaran yang dilakukan dalam sebuah plant (pengolah aspal). Yang dimaksud dengan pencampuran aspal, tentunya bukan hanya proses pencampuran aspal saja, melainkan untuk mencampur aspal dengan agregat lainnya, sehingga didapatkan suatu campuran yang memenuhi syarat untuk perkerasan.

### 2.2 Klasifikasi Berdasarkan Jenis dan Fungsi Alat Berat

Berdasarkan jenis dan fungsi dari masing-masing alat berat seperti yang telah diuraikan di atas ditambah dengan jenis-jenis alat lainnya, maka alat-alat berat tersebut dapat di klasifikasikan sebagai berikut :

#### 1) Klasifikasi alat pemindah dan perataan tanah

- Tractor (prime mover)
- Scraper
- Bulldozer
- Motor Grader
- Loader

- 2) Klasifikasi alat pengangkut
  - Dump Truk
  - Trailer
- 3) Klasifikasi alat pemadatan
  - Three Wheel Roller
  - Tandem Roller
  - Sheepfoot Type Roller
  - Pneumatic Tire Roller
  - Soil Compactor
  - Asphalt Compactor
  - Landfill Compactor
  - Mesh Grid Roller, Segmented Wheel Rollers
- 4) Klasifikasi alat penggali dan pemuat
  - Excavator
  - Shovels
  - Backhoe
  - Draglines
  - Clamshell
  - Crane dan Pile Drivers
- 5) Klasifikasi alat pengangkat
  - Forklift
  - Truck Crane
- 6) Klasifikasi peralatan pabrik
  - Asphal Mixing Plant
  - Crushing Crane
- 7) Klasifikasi peralatan dengan tekanan udara
  - Crawler Drill
  - Compresor



(a) Pneumatic Tire Roller



(b) Shovel



(c) Water Tank Truk



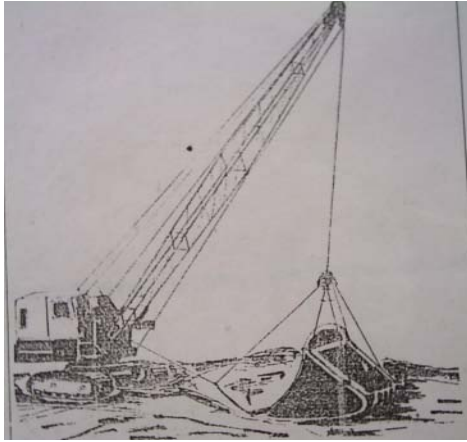
(d) Truck Mixer



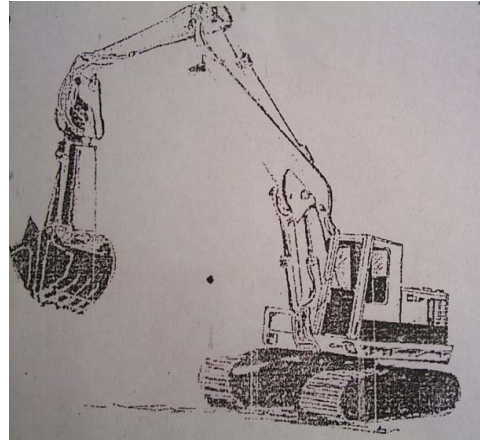
(e) Truck Crane



(f) Lanfill Compactor



(g) Dragline



(h) Calmshell

Gambar 2. 11. Jenis-jenis Alat Berat

### Rangkuman

Jenis-jenis dan klasifikasikan alat berat dapat dikelompokkan sebagai berikut :

- 1) Klasifikasi alat pemindah dan perataan tanah meliputi : Tractor (prime mover), Scraper, Bulldozer, Motor Grader dan Loader
- 2) Klasifikasi alat pengangkut, meliputi : Dump Truk dan Trailer
- 3) Klasifikasi alat pemadatan, meliputi : Three Wheel Roller, Tandem Roller, Sheepfoot Type Roller, Pneumatic Tire Roller, Soil Compactor, Asphalt Compactor, Landfill Compactor, Mesh Grid Roller dan Segmented Wheel Rollers
- 4) Klasifikasi alat penggali dan pemuat, meliputi : Excavator, Shovels, Backhoe, Draglines, Clamshell, Crane dan Pile Drivers
- 5) Klasifikasi alat pengangkat, meliputi : Forklift dan Truck Crane
- 6) Klasifikasi peralatan pabrik, meliputi : Asphal Mixing Plant dan Crushing Crane
- 7) Klasifikasi peralatan dengan tekanan udara, meliputi : Crawler Drill dan Compresor

### Latihan Soal

- 1) Sebutkan jenis-jenis alat berat yang biasa digunakan pada pekerjaan konstruksi !
- 2) Jelaskan perbedaan dan persamaan fungsi alat berat Bulldozer dan Motor Grader !
- 3) Jelaskan perbedaan dan persamaan fungsi alat berat Dump Truk dengan Trailer !
- 4) Jelaskan perbedaan dan persamaan fungsi alat berat Tandem Roller dengan Pneumatic Tire Roller !
- 5) Jelaskan perbedaan dan persamaan fungsi alat berat Shovel dan Backhoe !
- 6) Jelaskan cara kerja alat berat Bulldozer !
- 7) Jelaskan cara kerja alat berat Excavator !
- 8) Jelaskan cara kerja alat berat Motor Grader !
- 9) Jelaskan cara kerja alat berat Compactor Roller !
- 10) Jelaskan fungsi alat berat Asphalt Mixing Plant !

# MODUL III

## PEMILIHAN ALAT BERAT

### Tujuan Khusus

- Mahasiswa dapat menyebutkan merk, pabrik/ distributor dan harga alat berat untuk tujuan perhitungan biaya pekerjaan.
- Mahasiswa dapat menentukan pilihan investasi atau pembelian alat berat.

### Bahan Bacaan

Afrizal Nursin, Drs, 1995, “*Alat Berat*”, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.

Marsudi Joyowiyono, Ir, SE, 1993, “*Ekonomi Teknik*”, Cetakan ke 3, Jilid 1, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

Nabar Darmansyah, Drs, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*”, Unsri, Palembang.

Rochmanhadi, Ir, 1992, “*Alat-alat Berat dan Penggunaannya.*”

Team, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Bagian penerbitan ITN, Malang.

### Prasyarat

Sudah pernah mengambil Mata Kuliah Ekonomi Rekayasa

### 3.1 Macam-macam Merk, Pabrik/ Distributor dan Harga Alat Berat

Beberapa jenis dan merk alat berat yang biasa digunakan dalam bidang konstruksi ( *Internet*), antara lain yaitu :

- ASPHALT FINISHER, Merk : SUMITOMO, VOGELE, MITSUBISHI, NIGATA
- ASPHALT TANKER TRUCK, Merk : MITSUBISHI
- ASPHALT DISTRIBUTOR TRUCK, Merk : NIGATA
- AIR COMPRESSOR, Merk : DENYO, AIRMAN, KOMATSU



- BULLDOZER, Merk : KOMATSU, CAT, FIAT ALLIS
- BACKHOE LOADER Merk : CASE
- CRAWLER CRUSHER, Merk : KOMATSU
- CRAWLER LOADER, Merk : CAT
- CRAWLER SCRAPDOZER, Merk : NIPPON SHARYO
- CRAWLER CRANE, Merk : KOBELCO, SUMITOMO, P&H
- CONCRETE PUMP TRUCK, Merk : MITSUBISHI, NIGATA, NISSAN CARRIER
- COMBINATION ROLLER, Merk : SAKAI
- DUMP TRUCK, Merk : MITSUBISHI, NISSAN, HINO, MERCEDES BENZ
- DOUBLE CAB PICKUP, Merk : TOYOTA, NISSAN
- DIESEL HAMMER, Merk : KOBELCO, IHI, IDH
- EXCAVATOR, Merk : CAT, KOMATSU
- LIGHTING TRUCK, Merk : ISUZU
- MOTOR GRADER, Merk : MITSUBISHI, CAT, KOMATSU
- MIXER TRUCK, Merk : HINO, NISSAN
- MINI EXCAVATOR, Merk : YANMAR, KOBELCO , KOMATSU
- MINI CRANE, Merk : KATO, HITACHI, IHI, SUMITOMO
- MINI EXCAVATOR, Merk : AIRMAN, KUBOTA
- MACADEM ROLLER, Merk : SAKAI
- MANLIFT TRUCK, Merk : ISUZU
- MECHANICAL TRUCK CRANE, Merk : SUMITOMO
- OVER FENCE TRUCK, Merk : NIKKEN
- REACH LOADER, Merk : KOMATSU
- PRIME MOVER, Merk : NISSAN, MITSUBISHI, SCANIA, VOLVO
- ROUGH TERRAIN CRANE, Merk : KATO, TADANO
- REACH LOADER, MerK : KOMATSU
- ROUGH TERRAIN CRANE, Merk : KATO, TADANO, KOBELCO
- SPRINKLER TANK TRUCK, Merk : MITSUBISHI
- SCISSOR LIFT, Merk : HAULETTE
- SELF LOADER, Merk : MITSUBISHI, TOYOTA

- TRUCK WITH CRANE, Merk : NISSAN, MITSUBISHI
- TRUCK CRANE, Merk : TADANO, KATO, P&H
- VIBRATORY ROLLER, Merk : CAT, BOMAG, SAKAI, INGERSOLL
- WATER TANKER, Merk : MITSUBISHI, ISUZU
- WHEEL LOADER, Merk : KOMATSU, CAT, TOYOTA, TCM, KAWASAKI
- WHEEL EXCAVATOR, Merk : KOMATSU, BOMAG, MITSUBISHI, HITACHI
- WELDER, Merk : DENYO,

Sedangkan pabrik dan distributor berbagai jenis alat berat yang ada antara lain :

- P.T. Airindo Sakti, merupakan distributor dan agen peralatan berat dan industri di Jakarta.
- P.T. Pundarika Atma Semesta, merupakan produsen mobil pemadam kebakaran di Jakarta.
- P.T. Cipta Intrasarana Intitama, merupakan pembuat mobil pemadam kebakaran dan penarik pesawat terbang.
- P.T. Hexindo Adhiperkasa Tbk, merupakan distributor alat berat terutama Excavator di Jakarta.
- P.T. Jatitengah Perdana, merupakan spesialis perawatan dan perbaikan forklift dan generator set di Jakarta.
- P.T. United Tractors Pandu Engineering, merupakan pabrik alat berat dan anak perusahaan P.T. United Tractor Tbk di Jakarta, yang juga memiliki cabang di Palembang.
- P.T. Probesco Disatama, merupakan pusat penjualan, rental dan pemeliharaan alat berat di Jakarta, yang juga memiliki cabang di Palembang.
- P.T. Swadaya Harapan Nusantara, merupakan rental alat berat dan genset di Jakarta.
- P.T. Trakindo Utama Indonesia, merupakan dealer alat berat dan mesin Cartepillar di Jakarta.

Pada tabel 3.1. dapat dilihat secara garis besar beberapa harga alat berat yang biasa digunakan.

Tabel 3.1. Harga Beberapa Jenis Alat Berat

No.	Jenis Alat	Kapasitas (HP)	Harga Alat (Rp)
1.	Bulldozer	110	932.665.000,00
2.	Motor Grader	100	833.910.000,00
3.	Excavator	90	695.700.000,00
4.	Crusher 30 T	185	1.532.230.000,00
5.	Wheel Loader	115	603.490.000,00
6.	Tractor Wheeled	60	214.685.000,00
7.	Roller 6 – 8 Ton	37	280.000.000,00
8.	Roller Vibrator	51	539.460.000,00
9.	Roller Pneumatic	95	701.295.000,00
10.	Vibrator 1 Ton	12	112.515.000,00
11.	Tamper Vibrator	4	17.585.000,00
12.	Concrete Vibrator	4	10.975.000,00
13.	Sprayer 100 Liter	25	174.435.000,00
14.	Sprayer 400 Liter	6	51.525.000,00
15.	AMP 30 Ton/ Jam	150	2.738.540.000,00
16.	Asphlat Finisher	30	329.175.000,00
17.	Water Tank Truck	115	170.000.000,00
18.	Dump Truck 3,5 Ton	115	200.000.000,00
19.	Dump Truck 5 Ton	145	250.000.000,00
20.	Flat Bed truck	115	165.000.000,00
21.	Concrete Mixer	6	13.980.000,00
22.	Air Compressor	35	109.540.000,00
23.	Water Pump 5 CM	8	8.600.000,00

(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, 2006)

### 3.2 Pertimbangan Investasi dan Pembelian Alat Berat

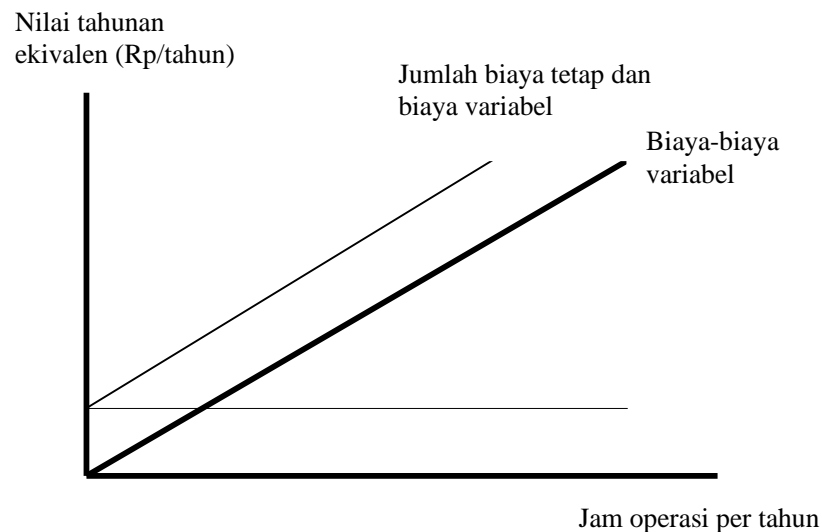
Untuk melakukan pertimbangan terhadap investasi dan pembelian terhadap alat berat dapat digunakan suatu analisa ekonomi teknik dimana beberapa alternatif dibandingkan. Sering dijumpai biaya total dari suatu alternatif merupakan fungsi dari suatu variabel yang sama, maka dapat dicari titik persekutuan dimana biaya total dari beberapa alternatif pada titik tersebut bernilai sama.

Dalam banyak situasi yang dijumpai dalam analisa ekonomi teknik, biaya dari sebuah alternatif dapat merupakan suatu fungsi dari suatu variabel tunggal. Apabila dua atau lebih alternatif merupakan fungsi dari variabel yang sama, maka bisa dikehendaki untuk menemukan nilai variabel yang akan menghasilkan biaya yang

sama untuk alternatif-alternatif yang dipertimbangkan. Nilai dari sebuah variabel yang demikian disebut juga sebagai titik break event atau Break Event Point (BEP).

Analisa *break event* adalah analisis yang mempelajari hubungan antara biaya total (biaya tetap + biaya variabel), keuntungan dan volume kegiatan/ produksi. Masalah-masalah break event menyangkut perbandingan alternatif-alternatif dimana satu alternatif akan paling ekonomis untuk dioperasikan pada suatu tingkat operasi tertentu dan alternatif yang lain akan paling ekonomis untuk dioperasikan pada suatu tingkat operasi yang lain. Untuk menetapkan BEP dari beberapa alternatif yang biaya totalnya merupakan fungsi dari sebuah variabel dapat dilakukan dengan cara grafis, matematis maupun coba-coba.

Untuk dapat menemukan titik break event, perlu untuk menemukan biaya-biaya tetap dan biaya-biaya tidak variabel dari tiap peralatan. Kedua tipe biaya ini dapat digambarkan pada suatu grafik seperti terlihat pada gambar 3.1. Dimana biaya-biaya tetap pada grafik akan diperlihatkan sebagai suatu garis horizontal yang menunjukkan biaya tahunan konstan.



Gambar 3.1. Biaya Variabel dan Biaya Tetap Linear

Bilamana biaya dari dua alternatif dipengaruhi oleh suatu faktor tidak tetap (variabel), maka dapat timbul suatu nilai dari faktor tak tetap dimana alternatif akan

mendatangkan biaya yang sama. Biaya dari tiap alternatif dapat dinyatakan sebagai fungsi dari faktor tidak tetap biasa yang bebas dan akan berbentuk :

$$TC_1 = f_1(x) \quad \text{dan} \quad TC_2 = f_2(x) \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana :

$TC_1$  dan  $TC_2$  = suatu jumlah total yang ditetapkan per periode waktu, per proyek atau per satuan dipergunakan masing-masing untuk alternatif 1 dan alternatif 2.

$x$  = suatu faktor tak tetap biasa bebas yang mempengaruhi alternatif 1 dan alternatif 2.

Pemecahan nilai untuk “ $x$ ” diselesaikan dengan mempersamakan fungsi-fungsi :

$$TC_1 = TC_2 \quad \text{dan} \quad f_1(x) = f_2(x) \dots\dots\dots (3.2)$$

Hasil nilai “ $x$ ” memberikan biaya yang sama untuk alternatif-alternatif yang dipertimbangkan dan oleh karenanya menunjukkan titik keseimbangan (*break-event point*).

Rumus yang digunakan :

$$TC_{(1)} = CR(i)_1 + M + C_{(1)} \cdot t \dots\dots\dots (3.3)$$

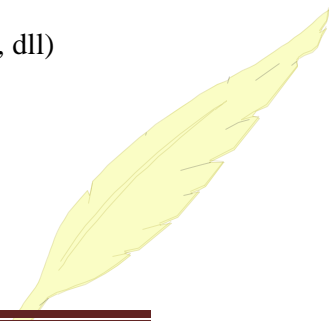
$$CR(i)_1 = (P - S) (A/P, i, n) + S(i) \dots\dots\dots (3.4)$$

$$(A/P, i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \dots\dots\dots (3.5)$$

atau nilai  $(A/P, i, n)$  dapat langsung dilihat pada tabel bunga

Dimana :

- $CR(i)_1$  = biaya tahunan ekivalen pemulihan modal (Rp)
- $M$  = biaya (pengeluaran/ pendapatan) tahunan (Rp)
- $C_{(1)}$  = biaya (per jam/ per km/ per satuan) operasi (Rp)
- $t$  = jumlah satuan operasi pertahun (jam atau tahun atau km, dll)
- $P$  = nilai sekarang (Rp)
- $S$  = nilai jual kembali (Rp)
- $n$  = jumlah tahun
- $i$  = bunga (%)



### Contoh Soal :

- 1) Untuk mengalirkan air dari sebuah terowongan diperlukan sebuah pompa yang digerakkan dengan sebuah mesin berkekuatan 20 HP. Jumlah jam yang akan dijalani oleh mesin tersebut untuk beroperasi selama setahun adalah tergantung pada turunnya hujan, oleh karenanya tidak pasti (uncertain). Unit pompa yang diperlukan diperkirakan mempunyai usia kegunaan 6 tahun.

Ada dua alternatif sedang dalam pertimbangan, yaitu :

Rencana A mengusulkan untuk membangun suatu aliran tenaga (power line) dilengkapi dengan sebuah mesin listrik, dengan total biaya Rp 21.000.000,- Nilai jual lagi dari peralatan ini pada akhir tahun ke-6 diperkirakan Rp 3.000.000,- Biaya aliran per jam kerja adalah diperkirakan Rp 12.600,- biaya pemeliharaan Rp 1.800.000,- per tahun dan tingkat bunga 10 %. Tidak diperlukan pembantu, karena alat tersebut adalah otomatis.

Rencana B mengusulkan membeli sebuah motor gas dengan harga Rp 8.500.000,- Mesin ini tidak mempunyai nilai jual lagi pada akhir periode tahun ke-6. Biaya untuk bensin dan minyak per jam operasi diperkirakan Rp 6.300,- pemeliharaan Rp 2.200,- per jam operasi dan upah-upah yang dibayarkan apabila mesin dijalankan adalah Rp 12.000,- per jam. Tingkat suku bunga ditentukan 10 %.

### Penyelesaian :

#### Rencana A :

Misalkan  $TC_A$  adalah total biaya tahunan ekivalen dari rencana A, maka berdasarkan ketentuan-ketentuan :

$$\begin{aligned} CR(i)_A &= \text{Biaya tahunan ekivalen pemulihan modal} \\ &= (P - S) (A/P, 10, 6) + S (0, 1) \\ &= \text{Rp } (21.000.000 - 3.000.000) (0,2296) + \text{Rp } 3.000.000 (0,1) \\ &= \text{Rp } 4.132.800 + \text{Rp } 300.000 = \text{Rp } 4.432.800,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= \text{biaya pemeliharaan tahunan} \\
 &= \text{Rp } 1.800.000,- \\
 C_{(A)} &= \text{biaya aliran per jam operasi} \\
 &= \text{Rp } 12.600,- \\
 t &= \text{jumlah jam operasi per tahun} \\
 \text{maka : } TC_{(A)} &= CR(i)_A + M + C_{(A)} \cdot t \\
 &= \text{Rp } 4.432.800 + \text{Rp } 1.800.000 + \text{Rp } 12.600.t \\
 &= \text{Rp } 6.232.800 + \text{Rp } 12.600.t \dots\dots\dots (1)
 \end{aligned}$$

**Rencana B :**

Misalkan  $TC_B$  adalah total biaya tahunan ekivalen dari rencana B, maka berdasarkan ketentuan-ketentuan :

$$\begin{aligned}
 CR(i)_B &= \text{Biaya tahunan ekivalen pemulihan modal} \\
 &= P(A/P, 10,6) \\
 &= \text{Rp } 8.500.000(0,2296) \\
 &= \text{Rp } 1.951.600,- \\
 C_{(B)} &= \text{biaya bensin dan minyak, pemeliharaan dan upah per jam} \\
 &= \text{Rp } 6.300 + \text{Rp } 2.200 + \text{Rp } 12.000 \\
 &= \text{Rp } 20.500,- \text{ per jam} \\
 t &= \text{jumlah jam operasi per tahun} \\
 \text{maka : } TC_{(B)} &= CR(i)_B + M + C_{(B)} \cdot t \\
 &= \text{Rp } 1.951.600 + \text{Rp } 20.500.t \dots\dots\dots (2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 TC_{(A)} &= TC_{(B)} \text{ menghasilkan :} \\
 \text{Rp } 6.232.800 + \text{Rp } 12.600.t &= \text{Rp } 1.951.600 + \text{Rp } 20.500.t \\
 \text{Rp } (20.500 - 12.600) \cdot t &= \text{Rp } (6.232.800 - 1.951.600) \\
 &\text{Rp } 4.281.200,-
 \end{aligned}$$

$$t = \frac{\text{Rp } 4.281.200,-}{\text{Rp } 7.900,-}$$

$$t = \frac{\text{Rp } 4.281.200,-}{\text{Rp } 7.900,-} = 541,92 \text{ jam per tahun}$$

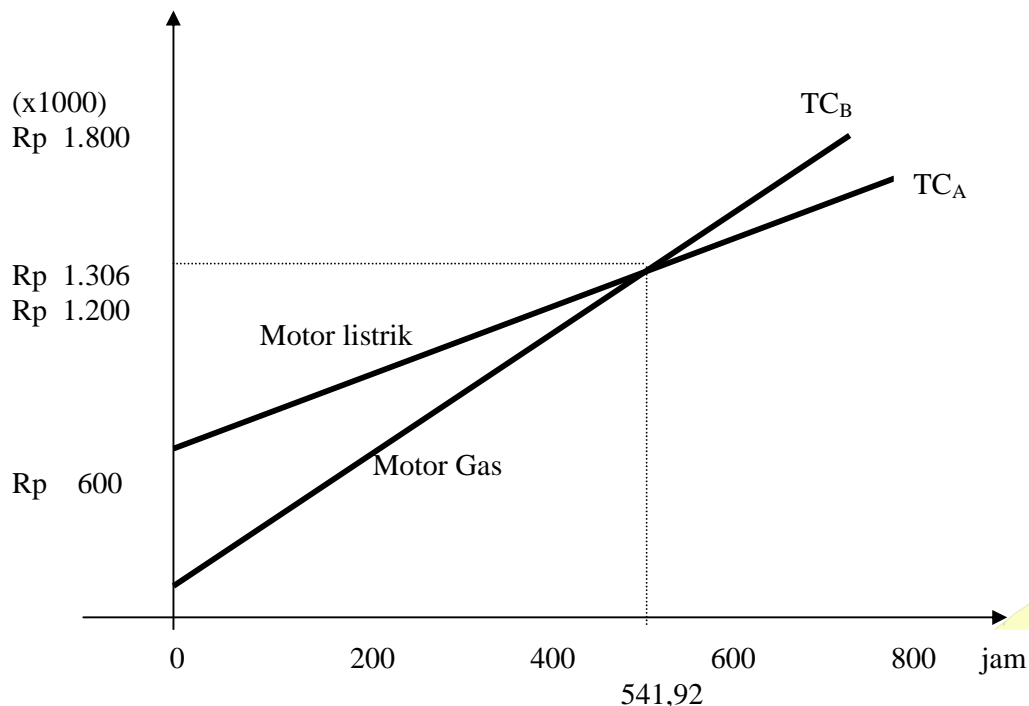
Biaya tahunan ekivalen total adalah sama untuk kedua alternatif dengan jumlah jam operasi 541,92 jam per tahun, dapat ditunjukkan dengan memasukkan nilai  $t = 541,92$  ini ke dalam persamaan (1) dan (2), yang memberikan jumlah Rp 1.306.099,-

Perbedaan dalam biaya tahunan ekivalen diantara kedua alternatif dapat dihitung untuk setiap jumlah jam operasi. Sebagai contoh, andaikata mesin tersebut dioperasikan untuk 200 jam per tahun, maka :

$$\begin{aligned}
 \Delta TC &= TC_{(A)} - TC_{(B)} \\
 &= CR(i)_A + M + C_{(A)} \cdot t - (CR(i)_B + C_{(B)} \cdot t) \\
 &= Rp (623.280 + 1260(200)) - Rp (195.160 + 2050(200)) \\
 &= Rp 270.120,-
 \end{aligned}$$

Dengan data-data diberikan dalam contoh ini, biaya tahunan dari kedua alternatif adalah sama untuk 541,92 jam operasi per tahun. Jika peralatan digunakan kurang dari 541,92 jam per tahun, pemilihan untuk menggunakan motor gas lebih ekonomis, sebaliknya untuk lebih dari 541,92 jam operasi per tahun, maka penggunaan motor listriklah yang lebih ekonomis.

Hasil ini dapat digambarkan pada grafik seperti pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2. Break Event Point Rencana A dan Rencana B



- 2) Suatu pekerjaan pengangkutan tanah mempertimbangkan pemilihan untuk membeli sebuah truk dengan dua alternatif (Truk A dan Truk B). Dari data yang ada mengenai informasi tentang truk adalah sebagai berikut :

	Truk A	Truk B
Harga pembelian (Rp)	150.000.000,-	225.000.000,-
Umur (tahun)	5	5
Biaya Pemeliharaan tahunan (Rp)	500.000,-	250.000,-
Nilai jual kembali (Rp)	30.000.000,-	45.000.000,-
Biaya Eksploitasi (Rp/km)	140.000,-	100.000,-

Kendaraan ini akan dioperasikan untuk pekerjaan dengan jarak kurang lebih 600 km dan tingkat suku bunga yang berlaku adalah 15 % per tahun. Truk manakah yang harus dipilih ?

Penyelesaian :

Truk A :

Misalkan  $TC_A$  adalah total biaya tahunan ekivalen dari Truk A, maka berdasarkan ketentuan-ketentuan :

$$\begin{aligned}
 CR(i)_A &= \text{Biaya tahunan ekivalen pemulihan modal} \\
 &= (P - S) (A/P, 15\%, 5) + S (0, 15) \\
 &= \text{Rp } (150 \text{ juta} - 30 \text{ juta}) (0,29832) + \text{Rp } 30 \text{ juta } (0,15) \\
 &= \text{Rp } 35.798.400,- + \text{Rp } 4.500.000,- = \text{Rp } 40.298.400,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{(A)} &= \text{biaya eksploitasi per km operasi} \\
 &= \text{Rp } 140.000,-
 \end{aligned}$$

$$t = \text{jumlah km}$$

$$\begin{aligned}
 \text{maka : } TC_{(A)} &= CR(i)_A + M + C_{(A)} \cdot t \\
 &= \text{Rp } 40.298.400,- + \text{Rp } 500.000,- + \text{Rp } 140.000 \cdot t \quad \dots (1)
 \end{aligned}$$

Truk B :

Misalkan  $TC_B$  adalah total biaya tahunan ekivalen dari Truk B, maka berdasarkan ketentuan-ketentuan :

$$\begin{aligned}
 CR(i)_B &= \text{Biaya tahunan ekivalen pemulihan modal} \\
 &= (P - S) (A/P, 15\%, 7) + S (0,15) \\
 &= \text{Rp } (225 \text{ juta} - 45 \text{ juta}) (0,29832) + \text{Rp } 45 \text{ juta} (0,15) \\
 &= \text{Rp } 53.697.600,- + \text{Rp } 6.750.000,- = \text{Rp } 60.447.600,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_{(B)} &= \text{biaya eksploitasi per km operasi} \\
 &= \text{Rp } 100.000,-
 \end{aligned}$$

$$t = \text{jumlah km}$$

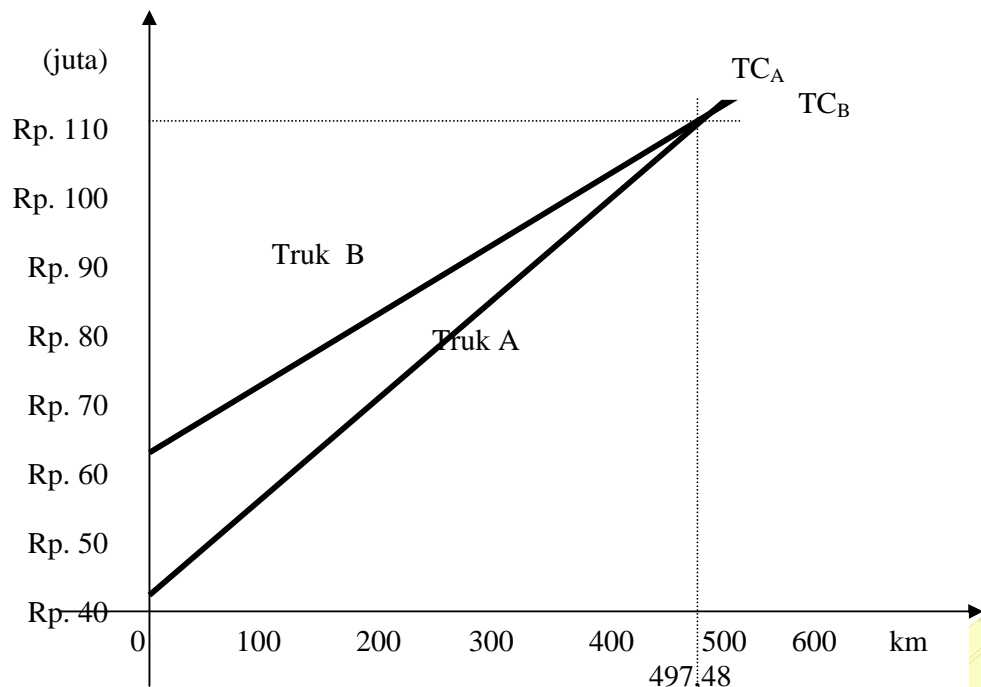
$$\begin{aligned}
 \text{maka : } TC_{(B)} &= CR(i)_B + C_{(B)} \cdot t \\
 &= \text{Rp } 60.447.600,- + \text{Rp } 250.000,- + \text{Rp } 100.000 \cdot t \quad .. (2)
 \end{aligned}$$

$$TC_{(A)} = TC_{(B)} \text{ menghasilkan :}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Rp } 40.798.400,- + \text{Rp } 140.000 \cdot t &= \text{Rp } 60.697.600,- + \text{Rp } 100.000 \cdot t \\
 \text{Rp } 19.899.200,-
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\text{Rp } 19.899.200,-}{\text{Rp } 40.000,-} = \underline{497,48 \text{ km}}
 \end{aligned}$$

Biaya tahunan ekivalen total adalah sama untuk kedua alternatif dengan jumlah km operasi 503,73 km, dapat ditunjukkan dengan memasukkan nilai  $t = 503,73$  ini ke dalam persamaan (1) dan (2), yang memberikan jumlah Rp 110.820.600,-. Hasil ini dapat digambarkan pada grafik seperti pada gambar 3.3.



Gambar 3.3. Break Event Point Truk A dan Truk B

Dari grafik dapat dilihat bahwa sebaiknya dipilih Truk B karena BEP didapat pada titik 497,48 sedangkan Truk akan dioperasikan hingga jarak 600 km, sehingga biaya yang dikeluarkan untuk Truk B setelah titik BEP lebih murah dibandingkan dengan Truk A.

## Rangkuman

Beberapa pabrik dan distributor berbagai jenis alat berat yang ada antara lain: P.T. Airindo Sakti, P.T. Pundarika Atma Semesta, P.T. Cipta Intrasarana Intitama, P.T. Hexindo Adhiperkasa Tbk, P.T. Jatitengah Perdana, P.T. United Tractors Pandu Engineering, P.T. United Tractor Tbk di Jakarta, P.T. Probesco Disatama, P.T. Swadaya Harapan Nusantara, P.T. Trakindo Utama Indonesia.

Untuk menghitung biaya Break Event Point (BEP) dari tiap alternatif dapat dinyatakan sebagai fungsi dari faktor tidak tetap biasa yang bebas dan akan berbentuk:

$$TC_1 = f_1(x) \quad \text{dan} \quad TC_2 = f_2(x)$$

Dimana :

$TC_1$  dan  $TC_2$  = suatu jumlah total yang ditetapkan per periode waktu, per proyek atau per satuan dipergunakan masing-masing untuk alternatif 1 dan alternatif 2.

$x$  = suatu faktor tak tetap biasa bebas yang mempengaruhi alternatif 1 dan alternatif 2.

Pemecahan nilai untuk “ $x$ ” diselesaikan dengan mempersamakan fungsi-fungsi :

$$TC_1 = TC_2 \quad \text{dan} \quad f_1(x) = f_2(x)$$

Hasil nilai “ $x$ ” memberikan biaya yang sama untuk alternatif-alternatif yang dipertimbangkan dan oleh karenanya menunjukkan titik keseimbangan (break-event point).

Rumus yang digunakan :

$$TC_{(1)} = CR(i)_1 + M + C_{(1)} \cdot t$$

$$CR(i)_1 = (P - S) (A/P, i, n) + S(i)$$

$$(A/P, i, n) = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

atau nilai  $(A/P, i, n)$  dapat langsung dilihat pada tabel bunga

Dimana :

$CR(i)_1$  = biaya tahunan ekivalen pemulihan modal (Rp)

$M$  = biaya (pengeluaran/ pendapatan) tahunan (Rp)

$C_{(1)}$  = biaya (per jam/ per km/ per satuan) operasi (Rp)

$t$  = jumlah satuan operasi pertahun (jam atau tahun atau km, dll)

$P$  = nilai sekarang (Rp)

$S$  = nilai jual kembali (Rp)

$n$  = jumlah tahun

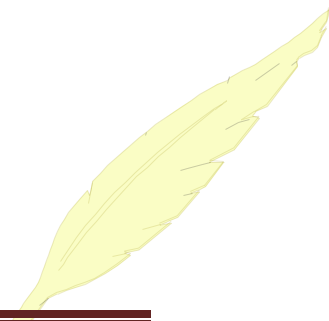
$i$  = bunga (%)

### Latihan Soal

- 1) Sebutkan beberapa merk alat berat yang ada dalam bidang konstruksi !
- 2) Sebutkan beberapa pabrik/ distributor alat berat yang menyediakan kebutuhan alat berat !
- 3) Jelaskan apa tujuan diketahuinya harga-harga alat berat dalam mempelajari alat berat !
- 4) Jelaskan tujuan dari Analisa *Break Event Point* pada pemilihan alat berat !
- 5) Suatu perusahaan konsultan teknik memperoleh sebuah kontrak untuk melakukan pekerjaan penggalian material disuatu lokasi penimbunan. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan tersebut adalah 2 tahun dan diperlukan 2 buah Excavator dan 10 buah Dump Truk untuk melakukan pekerjaan tersebut. Dua alternatif tersedia, dengan biaya-biaya yang ditawarkan adalah sebagai berikut :

- a. Membeli 2 unit Excavator dan menyewa 10 unit Dump Truk. Harga satu unit Excavator adalah Rp. 200.000.000,- dan penjual bersedia mengoper kembali setiap saat dalam waktu 2 tahun dengan harga 40 % dari harga pembelian. Total biaya pemeliharaan dan keperluan lainnya termasuk biaya operator adalah Rp 5.000.000,- perbulan, sedangkan biaya sewa untuk 10 unit Dump Truk apabila dihitung perbulannya adalah Rp 50.000.000,- dan operator sudah termasuk didalam biaya tersebut.
- b. Membeli 2 unit Excavator dengan harga seperti alternatif pertama, dan membeli 10 unit Dump Truk dengan harga 1 unit Dump Truk adalah Rp. 80.000.000,- dan penjual juga bersedia mengoper kembali setiap saat dalam waktu 2 tahun dengan harga 40 % dari harga pembelian. Biaya pemeliharaan dan keperluan lain-lain perbulan yang harus dikeluarkan adalah Rp 1.000.000,- sedangkan total biaya operator perbulan yang harus dikeluarkan adalah Rp 10.000.000,-

Dari kedua alternatif yang ada, alternatif manakah yang lebih menguntungkan untuk dipilih jika tingkat suku bunga yang digunakan adalah 10 % dan gambarkan grafik *Break Event Pointnya* !



# MODUL IV

## ANALISIS TENAGA ALAT BERAT

### Tujuan Khusus

- Mahasiswa dapat menghitung tenaga yang dibutuhkan pada pengoperasian alat berat dengan mempertimbangkan tahanan gelinding dan kemiringan medan kerja.
- Mahasiswa dapat menghitung tenaga yang tersedia pada pengoperasian alat berat dengan menganalisis Draw Barpull dan Rimpull yang ada.
- Mahasiswa dapat menghitung tenaga yang dapat digunakan dalam pengoperasian alat berat dengan menganalisis koefisien traksi dan pengaruh ketinggian medan kerja.

### Bahan Bacaan

Afrizal Nursin, Drs, 1995, “*Alat Berat*”, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.

Cartepillar Tractor Co., 1995, “*Cartepilar Performance Handbook : Edition 26 nd*”, Peoria Illiois, USA.

Nabar Darmansyah, Drs, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*”, Unsri, Palembang.

Rochmanhadi, Ir, 1992, “*Alat-alat Berat dan Penggunaannya.*”

Team, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Bagian penerbitan ITN, Malang.

### Prasyarat

Sudah mempelajari Bab I – Bab II

Salah satu langkah penting yang harus diperhatikan dalam perhitungan produksi kerja alat berat adalah analisis dari tenaga alat berat tersebut, karena tenaga yang ada akan menentukan sanggup tidaknya alat berat dalam melakukan pekerjaan dan akan mempengaruhi waktu penyelesaian pekerjaan, sehingga tenaga yang

tersedia pada suatu alat berat akan menentukan besar kecilnya produksi kerja dari alat tersebut.

Tiga faktor yang diperhitungkan dalam menganalisis tenaga alat berat yaitu tenaga yang dibutuhkan, tenaga yang tersedia dan tenaga yang dapat digunakan.

#### **4.1 Tenaga Yang Dibutuhkan**

Tenaga yang dibutuhkan (Nabar, 1998), adalah tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan alat berat pada permukaan jalan.

Tenaga yang dibutuhkan dipengaruhi oleh dua faktor yaitu : berat muatan dan daya hambat yang terjadi meliputi :

➤ ***Tahanan Gelinding (Rolling Resistance)***

Tahanan gelinding adalah gaya tahanan yang mengimbangi mesin peralatan saat bergerak di atas permukaan tanah.

Besar atau kecilnya tahanan gelinding tergantung pada beberapa faktor antara lain:

- Jenis permukaan jalan, bahwa setiap jenis permukaan jalan akan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap daya hambat yang terjadi, misalnya permukaan jalan dari tanah liat tentunya akan memberikan daya hambat yang berbeda dari permukaan jalan aspal.
- Penetrasi ban, alat yang bekerja pada permukaan jalan becek selain daya hambat yang terjadi akan menjadi lebih besar tentunya akan ada kemungkinan ban akan terbenam ke dalam tanah. Terbenamnya ban ke dalam tanah inilah yang disebut sebagai penetrasi ban.
- Kelenturan roda, disebabkan oleh beberapa hal seperti tekanan angin rancangan ban dan permukaan jalan yang dilalui ban, misalnya sebuah ban berkekuatan angin rendah tentunya akan menyebabkan permukaan ban menjadi lebih berat sehingga bidang kontak dengan permukaan jalan semakin luas dan kembang ban akan terpuntir, hal ini akan menyebabkan daya hambat menjadi lebih besar dibanding dengan ban yang berkekuatan angin tinggi. Pada beberapa kondisi pekerjaan biasanya telah disyaratkan tekanan angin pada ban.

- Gesekan pada bagian dalam, merupakan suatu faktor yang diperhitungkan terhadap daya hambat yang terjadi namun relatif kecil oleh karena itu biasanya untuk menghitung tenaga yang dibutuhkan faktor ini hampir selalu diabaikan.

Pada tabel 4.1 berikut dapat dilihat perkiraan harga tahanan gelinding untuk berbagai jenis roda dan permukaan jalan.

Tabel 4.1. Harga Tahanan Gelinding

Jenis roda Permukaan	Ban besi dan tumpuan rata	Crawler track dan wheel	Ban karet tahanan geser	
			Tinggi	Rendah
Beton rata	20	27	18	23
Aspal baik	23 – 35	30 – 35	20 – 33	20 – 33
Tanah padat	30 – 50	30 – 40	20 – 35	25 – 35
Tanah non padat	50 – 75	40 – 55	50 – 70	35 – 50
Tanah becek	100 – 125	70 – 90	90 – 110	75 – 100
Pasir lepas	140 – 160	80 – 100	130 – 145	110 – 130
Tanah berlumpur	175 – 200	100 – 120	140 – 170	140 – 170

(Sumber : Nursin, 1995)

Sedangkan koefisien tahanan gelinding ( $C_{RR}$ ) dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2. Koefisien Tahanan Gelinding ( $C_{RR}$ )

Tipe dan kondisi landasan	$C_{RR}$	
	Roda besi	Roda ban
Rel besi	0,01	-
Beton	0,02	0,02
Jalan macadam	0,03	0,03
Perkerasan kayu	0,03	-
Jalan datar non perkerasan kering	0,05	0,04
Tanah keras	0,10	0,04
Tanah gembur	0,12	0,05
Tanah lunak	0,16	0,09
Kerikil, non pemadatan	0,15	0,12
Pasir non pemadatan	0,15	0,12
Tanah basah, lumpur	-	0,16

(Sumber : Nursin, 1995)



Apabila faktor tahanan gelinding ( $C_{RR}$ ) tidak diketahui maka dapat dihitung dengan rumus :

$$RR = C_{RR} \times \text{berat kendaraan beroda} \dots\dots\dots (4.1)$$

$$C_{RR} = 2 \% + (0,6 \%) \text{ setiap cm terbenamnya roda} \dots\dots\dots (4.2)$$

Rumus di atas merupakan nilai konstan yang digunakan untuk menghitung daya hambat yang terjadi antara roda dengan permukaan jalan yang harus diatasi. Dengan kata lain bahwa setiap ton berat alat diperlukan tenaga 20 kg/ton untuk menariknya. Namun daya hambat juga akan bertambah bila terjadi penetrasi ban dan besarnya penetrasi dinyatakan sebagai berikut bahwa setiap 1 cm penetrasi ban ke dalam permukaan tanah akan menambah daya hambat sebesar 6 kg/ ton (0,6 %), sehingga semakin dalam penetrasi ban maka daya hambat yang terjadi akan semakin besar. Berdasarkan data (Caterpillar Performance Handbook dalam Nabar, 1998) dinyatakan bahwa setiap inci penetrasi ban akan meningkatkan daya hambat sebesar 15 kg/ton berat alat.

**Contoh soal :**

- 1) Sebuah Dump Truk beroperasi mengangkut tanah pada suatu lokasi penggalian tanah. Dari jalan yang dilewatinya terlihat bekas roda dengan penetrasi sedalam 6 cm. Hitunglah koefisien Rolling Resistance yang terjadi !

Penyelesaian :

Setiap 1 cm penetrasi terjadi penambahan daya hambat sebesar 0,6 % (6 kg/ton), maka untuk penetrasi sedalam 6 cm Rolling Resistance menjadi :

$$6 \text{ kg/ton} \times 6 = 36 \text{ kg/ton}$$

Faktor Rolling Resistance menjadi :

$$C_{RR} = 20 \text{ kg/ton} + 36 \text{ kg/ton}$$

$$= \underline{\underline{56 \text{ kg/ton}}}$$

- 2) Berapa faktor Rolling Resistance dari sebuah Wheel Loader yang bekerja mengangkut material, dimana pada lintasan kerja terjadi penetrasi sedalam 2 inch !

Penyelesaian :

Setiap 1 inci penetrasi terjadi penambahan daya hambat sebesar 1,5 % (15 kg/ton), maka untuk penetrasi sedalam 2 inci Rolling Resistance menjadi :

$$15 \text{ kg/ton} \times 2 = 30 \text{ kg/ton}$$

Faktor Rolling Resistance menjadi :

$$\begin{aligned} C_{RR} &= 20 \text{ kg/ton} + 30 \text{ kg/ton} \\ &= \underline{\underline{50 \text{ kg/ton}}} \end{aligned}$$

➤ ***Pengaruh kelandaian***

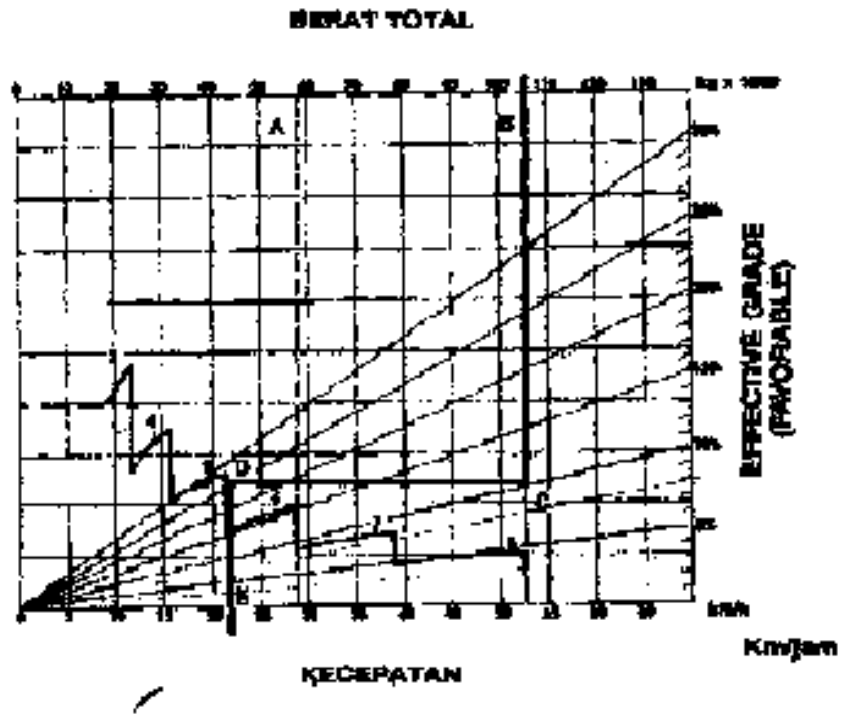
Gaya tarik kendaraan dipengaruhi oleh kemiringan jalan. Alat yang bergerak pada jalan angkut menanjak biasanya akan mengatasi dua hambatan, yaitu hambatan akibat tahanan gelinding dan akibat tanjakan itu sendiri yang disebut tahanan kelandaian (Grade Resistance).

Besarnya Grade Resistance berbanding lurus dengan besarnya tanjakan yang dilaluinya, artinya bahwa semakin besar tanjakan yang akan dilewati kendaraan maka semakin besar hambatan yang terjadi sehingga semakin besar tenaga yang dibutuhkan. Setiap 1 % tanjakan akan menyebabkan terjadinya hambatan sebesar 10 kg/ton berat alat.

Sedangkan pada kondisi permukaan jalan menurun alat angkut akan memperoleh daya dorong tambahan akibat kelandaian. Kelebihan daya dorong akibat kemiringan ini biasanya disebut Grade Assistance. Apabila turunan akibat kemiringan tidak terlalu curam maka hambatan akibat kelandaian masih perlu diperhitungkan, namun apabila turunan cukup curam sehingga alat dapat bergerak dengan sendirinya tanpa harus menggerakkan mesin maka hambatan akibat kelandaian tidak perlu diperhitungkan.

Pada pelaksanaannya tidak seluruh daya dorong akibat kelandaian dapat dimanfaatkan untuk memacu alat bergerak dengan kecepatan tinggi, maka ada batasan-batasan maksimal yang tidak boleh dilewati karena jika melebihi kecepatan maksimal maka akan dapat menimbulkan masalah dalam keselamatan kerja. Faktor yang membatasi kecepatan alat pada saat melewati turunan yang curam adalah kemampuan rem yang menentukan tingkat kecepatan maksimal.

Untuk menentukan kecepatan maksimal saat menurun dapat menggunakan kurva kemampuan rem seperti pada gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.1. Kurva Kemampuan Rem  
(Sumber : Nabar, 1998)

**Contoh soal :**

Berapa kecepatan maksimal dari sebuah Dump truk dengan berat total 100 ton yang melewati jalan kerja menurun dengan kemiringan 20 %.

**Penyelesaian :**

Langkah-langkah yang dapat diikuti adalah sebagai berikut :

- Tentukan berat total alat pada skala berat (bagian atas) dalam satuan kg (100 ton)
- Dari titik tersebut buat garis vertikal kebawah sampai memotong garis kemiringan turunan (pada skala 20 %)

- Dari titik perpotongan, buat garis horisontal sampai memotong kurva tingkatan gigi (pada gigi 3)
- Titik perpotongan antara gigi dan garis horisontal disambung kebawah secara vertikal hingga memotong skala kecepatan (antara 10 – 15 km/jam)
- Dari perpotongan titik ini didapatkan kecepatan maksimal alat kurang lebih **12 km/jam.**

Dari penjelasan mengenai tahanan gelinding (RR) dan tahanan akibat pengaruh kemiringan (GR) serta dorongan akibat kelandaian (GA) maka secara umum rumus yang digunakan untuk menghitung tenaga yang dibutuhkan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Tenaga Yang Dibutuhkan (dalam Kg)} &= \text{GVW} \times (\text{RR} + \text{GR}) \quad \dots (4.3) \\ \text{Tenaga Yang Dibutuhkan (dalam Kg)} &= \text{GVW} \times (\text{GA} - \text{RR}) \end{aligned}$$

Dimana :

GVW = Gross Vehicle Weight (berat total alat)  
 = berat kosong + berat muatan = ..... (ton)  
 RR = Rolling Resistance (Kg/ton)  
 GR = Grade Resistance (Kg/ton)  
 GA = Grade Asistance (Kg/ton)

**Contoh soal :**

- 1) Sebuah Wheel Loader bergerak di atas permukaan jalan yang keras dan halus dengan faktor Rolling Resistance 35 kg/ton, menurun dengan kelandaian 12 %. Hitung daya dorong akibat kelandaian !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{Daya dorong akibat kelandaian} &= \text{Grade Asistance} - \text{Rolling Resistance} \\ &= 12 \% - 3,5 \% = \underline{\underline{8,5 \%}} \\ \text{atau} \\ &= 120 \text{ kg/ton} - 35 \text{ kg/ton} = \underline{\underline{85 \text{ kg/ton}}} \end{aligned}$$

- 2) Sebuah Dump Truk beroperasi dengan berat kosong 50.000 kg. Alat ini beroperasi pada suatu proyek dengan kondisi jalan tanah liat lunak dengan Rolling Resistance 55 kg/ton. Jika kapasitas muat Dump Truk 20 m<sup>3</sup> dan berat isi material yang diangkut adalah 2.000 kg/m<sup>3</sup>. Berapakah tenaga yang dibutuhkan agar alat dapat bergerak ?

Penyelesaian :

- Berat kosong alat = 50 ton
- Berat muatan =  $20 \text{ m}^3 \times 2 \text{ t/m}^3 = 40 \text{ ton}$
- GVW = 90 ton**
- Tenaga Yang Dibutuhkan = GVW x Rolling Resistance  
= 90 ton x 55 kg/ton = **4950 kg**

- 3) Suatu permukaan jalan dengan kelandaian 3% akan dilewati oleh suatu Dump Truk dengan berat kosong alat 18 ton dan kapasitas bak adalah 30 m<sup>3</sup>. Jika faktor RR adalah 50 kg/ton dan berat isi material 3 t/m<sup>3</sup>. Hitung tenaga yang dibutuhkan untuk dapat melewati jalan tersebut !

Penyelesaian :

- Berat kosong alat = 18 ton
- Berat muatan =  $30 \text{ m}^3 \times 3 \text{ t/m}^3 = 90 \text{ ton}$
- GVW = 108 ton**
- Rolling Resistance = 50 kg/ton
- Grade Resistance = 30 kg/ton

**Total Resistance = 80 kg/ton**

- Tenaga Yang Dibutuhkan = GVW x Total Resistance  
= 108 ton x 80 kg/ton = **8640 kg**

## 4.2 Tenaga Yang Tersedia

Tenaga yang tersedia adalah tenaga yang dapat disediakan oleh mesin alat berat untuk melakukan suatu pekerjaan. Tenaga yang tersedia perlu diketahui agar dapat dibandingkan dengan tenaga yang dibutuhkan. Alat tidak akan dapat bergerak jika tenaga yang tersedia lebih kecil daripada tenaga yang dibutuhkan.

Dua faktor yang menentukan persediaan tenaga adalah tenaga kuda (Horse Power) dan kecepatan (Speed). Tenaga kuda (HP) adalah waktu rata-rata untuk melakukan pekerjaan dan merupakan nilai konstan bagi setiap alat. Hubungan antara kecepatan, tenaga kuda dan tenaga tarik adalah sebagai berikut :

$$\text{Tenaga kuda (HP)} = \text{Tenaga tarik (Kg)} \times \text{Kecepatan (km/jam)} \dots\dots\dots (4.4)$$

Besarnya tenaga tarik akan berubah sesuai dengan tinggi rendahnya kecepatan, dimana bila kecepatan bergerak semakin tinggi maka tenaga tarik yang tersedia semakin kecil, demikian juga sebaliknya jika tenaga tarik bertambah maka kecepatan akan semakin rendah, misalnya tenaga yang tersedia pada gigi 1 adalah besar namun kecepatan yang ada rendah, jika dibandingkan dengan kecepatan pada gigi 5 yang besar namun tenaga tarik yang tersedia rendah.

Tenaga yang tersedia pada prinsipnya dibedakan antara alat beroda rantai dengan alat beroda ban. Dimana tenaga tarik yang tersedia pada alat berat beroda rantai dikenal dengan istilah *Draw Bar Pull*, sedangkan untuk alat yang beroda ban disebut dengan istilah *Rimpull*.

Draw Bar Pul dinyatakan dalam kg atau lb. Besarnya Draw Bar Pull dikeluarkan oleh pabrik dalam bentuk label dan diukur dalam keadaan standar seperti pada tabel 4.3. berikut.

Tabel 4.3. Draw Bar Pull Track D4E-SA

Gear	Kecepatan		Draw Bar Pull	
	km/jam	mph	kg	lbs
Maju				
1	4,0	2,5	4876	10750
2	4,7	2,9	4173	9200
3	5,7	3,6	3311	7305
4	6,6	4,1	2840	6260
5	7,6	4,7	2418	5330
Mundur				
1	4,8	3,0	-	-
2	5,6	3,5	-	-
3	6,9	4,3	-	-
4	7,8	4,9	-	-
5	8,9	5,5	-	-

(Sumber : Nursin, 1995)

Rimpull dinyatakan dalam kg atau lbs, jika Rimpull tidak diketahui maka untuk menghitung Rimpull dapat digunakan rumus :

$$Rimpull = \frac{375 \times HP \times Effisiensi}{Kecepatan} \dots\dots\dots (4.5)$$

Dimana :

Rimpull = tenaga tarik (dalam kg atau lbs)  
 375 = angka konstan  
 HP = Horse Power (tenaga kuda)  
 Effisiensi = Effisiensi berkisar antara 80 % - 85 %  
 Kecepatan = kecepatan kerja alat (dalam km/jam atau mph)

**Contoh soal :**

- 1) Sebuah Dump Truk dengan daya mesin 180 HP mempunyai effisiensi mesin 0,85.

Tentukan berapa Rimpull pada masing-masing gear, jika diketahui :

Gear 1 → 4,35 mph

Gear 2 → 7,60 mph

Gear 3 → 12,40 mph

Gear 4 → 18,30 mph

Gear 5 → 28,55 mph

Penyelesaian :

$$Gear\ 1 \rightarrow Rimpull = \frac{375 \times 180 HP \times 0,85}{4,35 mph} = 13189,66\ lbs$$

$$Gear\ 2 \rightarrow Rimpull = \frac{375 \times 180 HP \times 0,85}{7,60 mph} = 7549,340\ lbs$$

$$Gear\ 3 \rightarrow Rimpull = \frac{375 \times 180 HP \times 0,85}{12,40 mph} = 4627,020\ lbs$$

$$Gear\ 4 \rightarrow Rimpull = \frac{375 \times 180 HP \times 0,85}{18,30 mph} = 3135,25\ lbs$$

$$Gear\ 5 \rightarrow Rimpull = \frac{375 \times 180 HP \times 0,85}{28,55 mph} = 2009,63\ lbs$$

- 2) Hitung kecepatan Dump Truk yang mempunyai daya kerja 400 HP, dimana Dump Truk tersebut memiliki tenaga tarik sebesar 15000 kg pada gigi 1, 10000 kg pada

gigi 2, 6000 kg pada gigi 3, 5000 kg pada gigi 4 dan 3500 kg pada gigi 5, jika efisiensi alat adalah 0,8 !

Penyelesaian :

$$\text{Kecepatan pada gigi 1} = \frac{375 \times 400 \text{ HP} \times 0,8}{15000 \text{ kg}} = 8 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan pada gigi 2} = \frac{375 \times 400 \text{ HP} \times 0,8}{10000 \text{ kg}} = 12 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan pada gigi 3} = \frac{375 \times 400 \text{ HP} \times 0,8}{6000 \text{ kg}} = 20 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan pada gigi 4} = \frac{375 \times 400 \text{ HP} \times 0,8}{5000 \text{ kg}} = 24 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan pada gigi 5} = \frac{375 \times 400 \text{ HP} \times 0,8}{3500} = 34 \text{ km/jam}$$

- 3) Sebuah Traktor dengan berat 15 ton, bergerak dengan kecepatan 40 km/jam. Traktor tersebut beroperasi pada jalan dengan tahanan gelinding sebesar 40 kg/ton dan kemiringan 3 %. Tentukan berapa daya yang disediakan mesin !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{➤ Tenaga yang dibutuhkan} &= \text{GVW} \times \text{Total Resistance} \\ &= 15 \text{ ton} \times (40 \text{ kg/ton} + 30 \text{ kg/ton}) \\ &= 1050 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ HP} &= \frac{\text{Kecepatan} \times \text{tenaga yang dibutuhkan}}{375} \\ &= \frac{40 \text{ km/jam} \times 1050 \text{ kg}}{375} = \underline{\underline{112 \text{ HP}}} \end{aligned}$$

- Jadi daya yang disediakan mesin adalah 112 HP.



### 4.3 Tenaga Yang Dapat Digunakan

Tidak seluruh tenaga yang tersedia dapat digunakan secara penuh untuk menggerakkan alat dikarenakan beberapa kondisi yang membatasinya, antara lain setelah dipengaruhi oleh faktor traksi dan faktor ketinggian lokasi pekerjaan.

#### ➤ Koefisien Traksi

Koefisien traksi adalah perbandingan beratnya tenaga yang dapat dikerahkan pada roda penggerak dengan beban yang bekerja pada roda tersebut sebelum terjadi slip. Sedangkan traksi adalah daya cengkaman antara roda atau track dengan permukaan jalan pada waktu kendaraan bergerak. Cengkaman inilah yang memungkinkan roda dapat bergerak melewati permukaan jalan sehingga tidak terjadi slip.

Untuk mendapatkan traksi kritis maka koefisien traksi dikalikan dengan berat total kendaraan.

Traksi kritis = koefisien traksi ( $C_t$ ) x berat total kendaraan (GVW) ..... (4.6)

Sedangkan untuk mengetahui besarnya koefisien traksi dapat dilihat pada tabel 4.4. berikut.

Tabel 4.4. Koefisien Faktor Traksi

No.	Jenis Permukaan Jalan	Jenis Roda	
		Ban Karet	Rantai
1	Beton	0,90	0,45
2	Tanah Liat Kering	0,55	0,90
3	Tanah Liat Basah	0,45	0,70
4	Tanah Liat Penuh Bekas Roda Kendaraan	0,40	0,70
5	Pasir Kering	0,20	0,30
6	Pasir Basah	0,40	0,50
7	Penambangan Batu	0,65	0,55
8	Jalan Kerikil (Gambut/ Tidak Padat)	0,36	0,50
9	Tanah Padat	0,55	0,90
10	Tanah Gembur	0,45	0,60
11	Batubara Timbunan	0,45	0,60

(Sumber : Nabar, 1998)

**Contoh Soal :**

- 1) Sebuah Traktor roda kelabang dengan berat 15 ton, bekerja pada kondisi kerja dengan landasan tanah liat kering, berapakah traksi kritis yang akan terjadi ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\text{➤ Traksi Kritis} &= C_t \times \text{berat kendaraan} \\ &= 0,90 \times 15 \text{ ton} \\ &= \underline{13,5 \text{ ton} \approx 13.500 \text{ kg}}\end{aligned}$$

- 2) Sebuah Dump Truk yang memiliki berat total 85 ton, mengalami slip setelah sebelumnya ditarik dengan tenaga 50000 kg. Berapakah faktor traksi yang terjadi ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\text{➤ Faktor traksi} &= \frac{\text{Tenaga tarik sebelum terjadi slip}}{\text{Beban pada roda penggerak}} \\ \text{Faktor traksi} &= \frac{50 \text{ ton}}{85 \text{ ton}} = \underline{0,59}\end{aligned}$$

➤ Pengaruh ketinggian

Dalam prinsip fisika bahwa semakin tinggi kedudukan suatu tempat maka kadar oksigen pada daerah tersebut akan semakin menurun sehingga akan berpengaruh terhadap hasil-hasil pembakaran dan tenaga mesin.

Tenaga mesin akan berkurang sebesar 3 % setiap penambahan ketinggian 1000 feet (setelah 3000 feet yang pertama).

Jadi setiap mesin yang bekerja pada lokasi dengan ketinggian lebih dari 3000 feet akan mengalami kehilangan tenaga mesin. Untuk menghitung kehilangan tenaga mesin akibat pengaruh ketinggian lokasi kerja, maka dapat digunakan rumus :

$$\begin{aligned}\text{Kehilangan tenaga mesin} &= \\ &= \frac{3 \% \times \text{HP} \times (\text{ketinggian tempat kerja} - 3000 \text{ feet})}{1000 \text{ feet}} \dots\dots\dots (4.7)\end{aligned}$$

**Contoh soal :**

- 1) Sebuah Traktor mempunyai daya 300 HP pada keadaan standar. Beroperasi pada ketinggian 7500 feet. Tentukan daya efektif mesin jika mesin Traktor 4 langkah !

Penyelesaian :

- Hilangnya tenaga mesin =

$$\frac{3 \% \times 300 \text{ HP} \times (7500 \text{ feet} - 3000 \text{ feet})}{1000 \text{ feet}} = 40,5 \text{ HP}$$

- Tenaga efektif yang bekerja adalah = 300 HP - 40,5 HP

$$= \underline{\underline{259,5 \text{ HP}}}$$

- 2) Bila sebuah Traktor bekerja pada ketinggian 5000 feet diatas permukaan laut, berapakah tenaga yang akan berkurang ?

Penyelesaian :

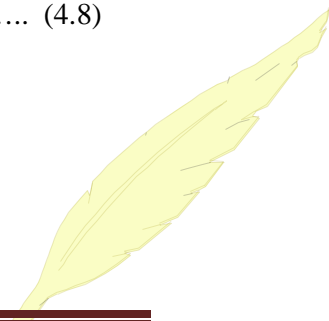
- Hilangnya tenaga mesin =

$$\frac{3 \% \times (5000 \text{ feet} - 3000 \text{ feet})}{1000 \text{ feet}} = \underline{\underline{6 \%}}$$

Dari keterangan di atas maka untuk menghitung besarnya tenaga yang dapat digunakan, rumus yang dapat dipakai adalah :

$\text{Tenaga Yang Dapat Digunakan (dalam Kg)} =$ $\text{GVW} \times \text{Berat Pada Roda Penggerak} \times \text{Faktor Traksi} \times \text{Faktor Ketinggian}$
--

..... (4.8)



**Contoh soal :**

- 1) Jika sebuah Wheel Tractor dengan berat 100 ton lewat pada jalan berpasir basah, berapakah tenaga tarik yang digunakan jika distribusi berat pada roda penggerak adalah 50 % ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} &\text{➤ Tenaga tarik yang dapat digunakan adalah} \\ &= \text{berat alat pada roda penggerak} \times \text{faktor traksi} \\ &= 100 \text{ ton} \times 50 \% \times 0,4 \\ &= 20 \text{ ton} \approx \underline{\underline{20000 \text{ kg}}} \end{aligned}$$

- 2) Sebuah Wheel Tractor Scraper dengan berat total 85 ton, bergerak pada suatu permukaan jalan menanjak dengan kemiringan 4 % sedangkan kondisi permukaan jalan adalah tanah liat kering dengan tahanan gelinding sebesar 50 kg/ton. Hitunglah tenaga yang dibutuhkan dan tenaga yang dapat digunakan jika alat tersebut bekerja pada ketinggian 8000 feet dengan dengan distribusi pada roda penggerak sebesar 50 % !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} &\text{➤ Tenaga yang dibutuhkan} = \text{GVW} \times \text{Total Resistance} \\ &= 85 \text{ ton} \times (50 \text{ kg/ton} + 40 \text{ kg/ton}) \\ &= \underline{\underline{7650 \text{ kg}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{➤ Hilangnya tenaga mesin} = \\ &= \frac{3 \% \times (8000 \text{ feet} - 3000 \text{ feet})}{1000 \text{ feet}} = 15 \% \end{aligned}$$

$$\text{Tenaga efektif yang bekerja adalah} = 100 \% - 15 \% = 85 \%$$

$$\begin{aligned} &\text{➤ Tenaga tarik yang dapat digunakan adalah :} \\ &= \text{GVW} \times \text{Berat Pada Roda Penggerak} \times \text{Faktor Traksi} \times \text{Faktor Ketinggian} \\ &= 85 \text{ ton} \times 0,5 \times 0,55 \times 0,85 \\ &= 19,869 \text{ ton} \approx \underline{\underline{19869 \text{ kg}}} \end{aligned}$$

- Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa tenaga yang dibutuhkan lebih kecil dari pada tenaga yang dapat digunakan, hal ini berarti alat tersebut dapat bergerak sesuai dengan tenaga yang dibutuhkan.

## Rangkuman

Secara umum rumus yang digunakan untuk menghitung tenaga yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Tenaga Yang Dibutuhkan (dalam Kg)} = \text{GVW} \times (\text{RR} + \text{GR})$$

$$\text{Tenaga Yang Dibutuhkan (dalam Kg)} = \text{GVW} \times (\text{GA} - \text{RR})$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \text{GVW} &= \text{Gross Vehicle Weight (berat total alat)} \\ &= \text{berat kosong} + \text{berat muatan} = \dots (\text{ton}) \\ \text{RR} &= \text{Rolling Resistance (Kg/ton)} \\ \text{GR} &= \text{Grade Resistance (Kg/ton)} \\ \text{GA} &= \text{Grade Asistance (Kg/ton)} \end{aligned}$$

Jika Rimpull tidak diketahui maka untuk menghitung Rimpull dapat digunakan rumus :

$$\text{Rimpull} = \frac{375 \times \text{HP} \times \text{Effisiensi}}{\text{Kecepatan}}$$

Untuk menghitung kehilangan tenaga mesin yang bekerja pada ketinggian di atas 3000 ft digunakan rumus :

$$= \frac{3 \% \times \text{HP} \times (\text{ketinggian tempat kerja} - 3000 \text{ feet})}{1000 \text{ feet}}$$

Secara umum rumus yang dapat digunakan untuk menghitung tenaga yang digunakan adalah :

$$\begin{aligned} \text{Tenaga Yang Dapat Digunakan (dalam Kg)} = \\ \text{GVW} \times \text{Berat Pada Roda Penggerak} \times \text{Faktor Traksi} \times \text{Faktor Ketinggian} \end{aligned}$$

### Latihan Soal

- 1) Jelaskan apa yang dimaksud dengan Tenaga Yang Dibutuhkan, Tenaga Yang Tersedia dan Tenaga Yang Dapat Digunakan !
- 2) Apa yang dimaksud dengan Grade Resistance, Rolling Resistance dan Grade Assistance !
- 3) Sebuah Dump Truk dengan berat 50 ton mengangkut material dengan berat 40 ton. Kendaraan tersebut bekerja pada suatu daerah dengan kemiringan 4 % dan permukaan jalan becek sehingga terjadi penetrasi ban sedalam 5 cm. Berapa tenaga yang dibutuhkan untuk dapat bekerja !
- 4) Sebuah Wheel Loader memiliki kapasitas 400 HP dan berat 90 ton, beroperasi pada suatu permukaan jalan yang memiliki faktor traksi 0,4. Distribusi berat pada roda penggerak adalah 50 %. Berapa tenaga tarik yang dapat digunakan, jika alat beroperasi pada ketinggian 6500 kaki diatas muka laut !
- 5) Berapa tenaga efektif mesin pada alat dan berapa tenaga tarik yang dapat digunakan jika sebuah wheel loader yang memiliki kapasitas 350 HP dengan berat 80 t, beroperasi pada ketinggian 4000 ft dengan kondisi permukaan jalan memiliki faktor traksi 0,5 dan distribusi pada roda penggerak adalah 30 % !
- 6) Berapa tenaga yang dibutuhkan oleh sebuah Dump Truk 500 HP dengan berat 40 ton untuk dapat bekerja mengangkut material dengan berat 30 ton. Kendaraan tersebut bekerja pada suatu daerah dengan kemiringan 4 % dan permukaan jalan becek sehingga terjadi penetrasi ban sedalam 4 cm. Berapa kecepatan maksimal yang diijinkan agar alat dapat bekerja dengan aman bila efisiensi kerja alat adalah 80 %.
- 7) Dump Truk dengan model 769 C/ 450 HP dengan berat 40 ton, memiliki kapasitas bak sebesar  $15 \text{ m}^3$ , mengangkut material dengan berat isi tanah sebesar  $1200 \text{ kg/m}^3$  LM. Jika Dump Truk bekerja pada kemiringan 4,5 % dan memiliki RR sebesar 40 kg/ton. Sedangkan kecepatan rata-rata dari alat adalah :  
pada gear 1 = 8 km/jam; pada gear 2 = 11 km/jam; pada gear 3 = 15 km/jam; pada gear 4 = 19 km/jam; pada gear 5 = 32 km/jam.  
Efisiensi alat adalah 80 %

Koefisien traksi yang terjadi adalah 0,3 dengan distribusi berat pada roda sebesar 60 %, alat tersebut bekerja pada ketinggian 7000 ft diatas permukaan laut !

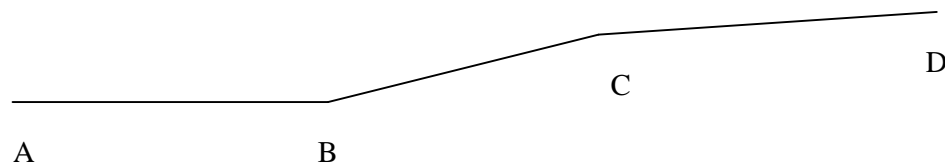
Hitunglah :

B. Tenaga yang dibutuhkan

C. Tenaga yang tersedia pada setiap tingkatan gigi

D. Tenaga yang digunakan

- 8) Sebuah off highway Truck 550 HP dioperasikan untuk mengangkut material sirtu dari suatu lokasi proyek A menuju lokasi D untuk melakukan penimbunan, seperti tergambar berikut :



Model alat : 651 E / 550 HP

Kapasitas : 60 m<sup>3</sup>

Berat Kosong Alat : 50 ton

Berat Isi Material : 1500 kg/m<sup>3</sup>

Effisiensi Kerja : 0,85

Kecepatan rata-rata : Gigi 1 → 6,98 km/jam

Gigi 2 → 7,30 km/jam

Gigi 3 → 10,36 km/jam

Gigi 4 → 18,53 km/jam

Gigi 5 → 26,50 km/jam

Gigi 6 → 40,30 km/jam

A - B → RR = 4 %

GR = 0 %

Jarak = 1050 m

B - C → RR = 5 %

GR = 4 %

Jarak = 650 m

C - D → RR = 4,5 %

GR = 3,5 %

Jarak = 850 m

Hitunglah :

1. Tenaga yang dibutuhkan pada masing-masing section dari A – D dan dari D – A !
2. Tenaga yang tersedia !
3. Kecepatan maksimum untuk setiap section !

# MODUL V

## FAKTOR – FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKSI KERJA

### Tujuan Khusus

- Mahasiswa dapat menganalisis faktor waktu dalam perhitungan produksi kerja alat berat
- Mahasiswa dapat menganalisis faktor material dalam perhitungan produksi kerja alat berat
- Mahasiswa dapat menganalisis faktor-faktor efisiensi yang ada dalam perhitungan produksi kerja alat berat

### Bahan Bacaan

Afrizal Nursin, Drs, 1995, “*Alat Berat*”, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.

Nabar Darmansyah, Drs, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*”, Unsri, Palembang.

Rochmanhadi, Ir, 1992, “*Alat-alat Berat dan Penggunaannya.*”

Team, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Bagian penerbitan ITN, Malang.

### Prasyarat

Sudah mempelajari Bab IV

### 5.1 Faktor Waktu

Yang dimaksud dengan waktu adalah waktu yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pekerjaan. Waktu siklus secara garis besar terdiri dari dua, yaitu :

- Waktu tetap (fixed time) adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan tetap, dimana besarnya hampir selalu konstan. Tiap jenis alat memiliki gerakan-gerakan yang berbeda-beda, misalnya pada Dump Truk waktu



tetapnya adalah pada saat membuang muatan, pada Excavator waktu tetapnya pada saat mengayun baik bermuatan maupun kosong dan lain sebagainya.

- Waktu tidak tetap (variabel time) adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan tidak tetap. Waktu tidak tetap ini lebih dipengaruhi oleh kondisi pekerjaan, misalnya pada Bulldozer kondisi medan kerja akan mempengaruhi waktu gusurnya, pada Excavator kondisi material akan mempengaruhi waktu pengisian bucket dan lain sebagainya.

Dengan mengetahui waktu tetap dan waktu tidak tetap maka siklus kerja dari suatu alat berat dapat dihitung. Waktu siklus merupakan penjumlahan dari waktu tetap dan waktu tidak tetap. Waktu siklus ini akan sangat berpengaruh terhadap produksi kerja alat berat karena waktu siklus adalah faktor penentu dalam menghitung jumlah trip atau rit yang dapat dilakukan dalam satu jam kerja.

Jadi besar kecilnya waktu siklus akan menghasilkan tinggi rendahnya produksi kerja, dimana total waktu siklus yang relatif kecil tentunya akan mengakibatkan tingginya produksi kerja begitu pula sebaliknya besarnya waktu siklus akan mengakibatkan rendahnya produksi kerja yang dapat dihasilkan oleh suatu alat berat. Pada tabel 5.1 dan 5.2 berikut ini akan dapat dilihat siklus kerja dan komponen waktu siklus pada beberapa jenis alat berat.

Tabel 5.1. Siklus Kerja dari Alat Berat

No	Jenis Alat	Bentuk Siklus			
		I	II	III	IV
1.	Excavator	Mengisi bucket	Mengayun bermuatan	Membuang muatan	Mengayun kosong
2.	Bulldozer	Menggusur	Kembali	-	-
3.	Motor Grader	Meratakan	Berputar	-	-
4.	Wheel Loader	Mengisi bucket	Mengangkut	Membuang	Kembali
5.	Dump Truk	Memuat	Mengangkut	Membuang	Kembali
6.	Wheel Tractor Scraper	Mengisi/ memotong	Mengangkut	Membuang/ menghampar	Kembali
7.	Campactor/ Roller	Memadatkan	-	-	-

(Sumber : Nabar ,1998, Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat)

Tabel 5.2. Komponen Waktu Siklus Alat Berat

No	Jenis Alat	Waktu Siklus Yang Dihitung			
		I	II	III	IV
1.	Excavator	Waktu mengisi bucket	Waktu mengayun bermuatan	Waktu membuang muatan	Waktu mengayun kosong
2.	Bulldozer	Waktu menggusur	Waktu kembali	-	-
3.	Motor Grader	Waktu grading	Waktu berputar	-	-
4.	Wheel Loader	Waktu mengisi bucket	Waktu angkut	Waktu buang	Waktu kembali
5.	Dump Truk	Waktu muat	Waktu angkut	Waktu buang	Waktu kembali
6.	Wheel Tractor Scraper	Waktu mengisi/ memotong	Waktu angkut	Waktu buang/ hampar	Waktu kembali
7.	Compactor/ Roller	Waktu memadatkan	-	-	-

(Sumber : Nabar, 1998, *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*)

## 5.2 Faktor Material

Tanah merupakan faktor yang mempengaruhi pekerjaan konstruksi. Tanah mempunyai sifat yang khas, yang berbeda dengan beton atau baja. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan terhadap perhitungan material dalam pekerjaan konstruksi antara lain yaitu :

- 1) Klasifikasi material, dalam industri pemindahan tanah pada umumnya dibedakan dalam tiga jenis, yaitu : material batu, material tanah dan material batu-tanah. Dimana pada setiap jenis material ini akan memiliki tingkat kemudahan dan

kesulitan di dalam pengolahannya sehingga akan mempengaruhi lamanya waktu didalam pengerjaannya.

- 2) Berat isi material, perlu diperhitungkan didalam pekerjaan pemindahan tanah agar dapat diperkirakan apakah peralatan yang akan digunakan cukup mampu atau tidak untuk melakukan satu jenis pekerjaan berdasarkan kapasitas berat muatan, karena kapasitas ini mempunyai berat yang berbeda bila dimuati dengan material yang tidak sama. Sebagai contoh sebuah Dump Truk yang memiliki kapasitas bak  $15 \text{ m}^3$ , tentunya akan memiliki berat yang berbeda jika dimuati oleh tanah liat dan dimuati dengan pasir, hal ini dikarenakan antara pasir dan tanah liat memiliki berat isi yang berbeda.
- 3) Kegemburan material, dalam pekerjaan pemindahan tanah, seperti menggusur, mengangkut dan lain-lain, produksi kerja sebuah alat berat dinyatakan dalam meter kubik gembur per jam ( $\text{L-M}^3/\text{jam}$ ). Karena tanah yang tergusur atau terbawa dalam bak alat pengangkut atau yang berada di depan blade adalah dalam keadaan gembur. Pertambahan volume antara satu material dengan material lainnya berbeda tergantung dari jenis materialnya. Persentase pertambahan volume inilah yang dimaksudkan dengan kegemburan dan untuk menyatakan kegemburan ini biasanya digunakan angka yang disebut dengan faktor gembur. Dalam menghitung produksi kerja alat berat kegemburan ini perlu diketahui agar dapat dihitung jumlah material yang dapat dipindahkan berdasarkan volume material asli atau padat alami.
- 4) Penyusutan material, pemadatan merupakan pekerjaan penting dan harus dilakukan pada setiap pekerjaan konstruksi. Setelah dilakukan pemadatan, biasanya volume material akan menyusut dari volume semula. Penyusutan ini tergantung dari jenis material, dengan mengetahui besarnya penyusutan material yang dipadatkan maka jumlah material gembur atau material padat akan dapat dihitung. Jadi berapa besar jumlah material gembur yang diperlukan untuk suatu konstruksi.

Secara garis besar hubungan antara material asli, gembur dan yang sudah dipadatkan dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3. Faktor Pemuaian dan Penyusutan Material

No	Jenis Material	Kondisi Material Semula	Material Yang Akan Diolah		
			Asli	Gembur	Padat
1.	Pasir	Asli	1,00	1,11	0,95
		Gembur	0,90	1,00	0,86
		Padat	1,05	1,17	1,00
2.	Tanah liat berpasir/ tanah biasa	Asli	1,00	1,25	0,95
		Gembur	0,80	1,00	0,72
		Padat	1,11	1,39	1,00
3.	Tanah liat	Asli	1,00	1,25	0,90
		Gembur	0,70	1,00	0,91
		Padat	0,97	1,11	1,00
4.	Tanah campur kerikil	Asli	1,00	1,18	1,08
		Gembur	0,85	1,00	0,91
		Padat	0,93	1,09	1,00
5.	Kerikil	Asli	1,00	1,13	1,03
		Gembur	0,88	1,00	0,91
		Padat	1,05	1,42	1,00
6.	Kerikil kasar	Asli	1,00	1,11	0,95
		Gembur	0,90	1,00	0,86
		Padat	1,05	1,17	1,00
7.	Pecahan cadas atau batuan lunak	Asli	1,00	1,11	0,95
		Gembur	0,90	1,00	0,86
		Padat	1,05	1,17	1,00
8.	Pecahan granit atau batuan keras	Asli	1,00	1,11	0,95
		Gembur	0,90	1,00	0,86
		Padat	1,05	1,17	1,00
9.	Pecahan batu	Asli	1,00	1,11	0,95
		Gembur	0,90	1,00	0,86
		Padat	1,05	1,17	1,00
10.	Batuan hasil ledakan	Asli	1,00	1,11	0,95
		Gembur	0,90	1,00	0,86
		Padat	1,05	1,17	1,00

(Sumber : Nabar ,1998, Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat)

### 5.3 Faktor Efisiensi

Pertimbangan terhadap faktor efisiensi perlu dilakukan agar kondisi lapangan dapat di sesuaikan. Beberapa faktor efisiensi yang perlu diperhatikan dalam perhitungan produksi kerja alat berat (Nabar, 1998) antara lain yaitu :

#### (1) Faktor Efisiensi Kerja

Dua faktor yang menyebabkan perlu diperhitungkannya efisiensi kerja antara lain:

- Faktor alat, dimana apabila ditinjau dari segi peralatannya maka tidak mungkin menggunakan suatu alat batas waktu yang tidak terbatas tanpa istirahat sehingga dibutuhkan waktu untuk pendinginan alat setelah bekerja dalam jangka waktu tertentu sesuai dengan petunjuk/ aturan pakai yang dikeluarkan dari pabrik. Hal inilah yang menyebabkan efisiensi dari suatu alat tidak dapat diperhitungkan 100 %. Disamping itu pengaruh usia alat juga akan mempengaruhi produksi kerja dari suatu alat sehingga produksi kerja alat tidak menjadi 100 %.
- Faktor manusia, dimana tenaga manusia yang mengoperasikan alat sebagai operator juga tidak mungkin dapat bekerja secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang dikarenakan keterbatasan dari tenaga manusia itu sendiri. Hal inilah yang menyebabkan perlu dilakukan koreksi terhadap faktor efisiensi dalam suatu perhitungan agar perhitungan produksi kerja menjadi lebih aktual.

Dengan adanya waktu istirahat ini baik yang dibutuhkan oleh alat berat maupun manusia sebagai operatornya maka waktu efektif akan menjadi berkurang. Berkurangnya waktu efektif untuk bekerja ini sangat tergantung dari waktu istirahat yang diperlukan.

***Contoh soal :***

- 1) Berapa faktor efisiensi dari seorang operator yang membutuhkan waktu istirahat selama 5 menit setelah bekerja selama 1 jam ?
- 2) Berapa faktor efisiensi dari sebuah alat yang memerlukan pendinginan mesin selama 1 jam setelah bekerja selama 8 jam ?

**Penyelesaian :**

$$1) \frac{60\text{menit} - 5\text{menit}}{60\text{menit}} \times 100\% = 91,67\%$$

$$2) \frac{480\text{menit} - 60\text{menit}}{480\text{menit}} \times 100\% = 87,5\%$$

## (2) Faktor Koreksi

Faktor koreksi digunakan untuk merubah taksiran produksi dengan pekerjaan tertentu dan kondisi setempat. Dimana faktor koreksi akan berbeda-beda sesuai dengan jenis pekerjaan dan jenis alat yang digunakan. Angka faktor dari berbagai jenis material dan alat disamping besarnya tidak sama, juga penamaan dari faktor-faktor tersebut sedikit terjadi perbedaan, misalnya ada yang menamakannya faktor isi untuk menyatakan tingkat kepenuhan Wheel Loader, ada yang menamakan faktor muatan untuk menyatakan tingkat kepenuhan bak Dump Truk, ada yang menamakannya carry faktor untuk menyatakan faktor angkut atau tingkat kepenuhan Excavator, Shovel dan lain-lain serta ada yang hanya menyatakannya dengan faktor koreksi terhadap pengaruh kondisi kerja Buldozer di lapangan.

Disamping itu ada juga istilah yang digunakan dalam menentukan pengaruh faktor kondisi pengelolaan dan sebagainya yang digabung menjadi satu angka faktor, yang biasa disebut dengan istilah efisiensi kerja.

## (3) Faktor Lain-lain

Faktor-faktor lain ini diperhitungkan untuk menghindarkan kerugian akibat adanya kesalahan dari perhitungan ataupun kesalahan dalam memprediksi berbagai faktor yang akan mempengaruhi produksi kerja alat berat. Hal ini dimaksudkan untuk memperkecil kesalahan dan penyimpangan yang mungkin terjadi didalam perhitungan.

## Rangkuman

Waktu siklus secara garis besar terdiri dari dua, yaitu :

- Waktu tetap (fixed time) adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan tetap, dimana besarnya hampir selalu konstan.
- Waktu tidak tetap (variabel time) adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan tidak tetap.

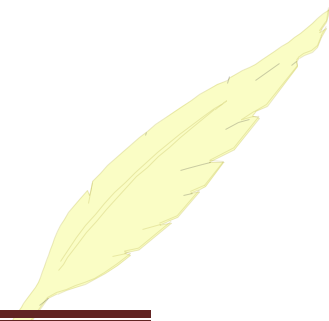
Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan terhadap perhitungan material dalam pekerjaan konstruksi antara lain yaitu : klasifikasi material, berat isi material, kegemburan material dan penyusutan material.

Beberapa faktor efisiensi yang perlu diperhatikan dalam perhitungan produksi kerja alat berat, antara lain yaitu :

- 1) Faktor Efisiensi Kerja, meliputi : faktor alat dan faktor manusia.
- 2) Faktor Koreksi
- 3) Faktor Lain-lain

**Latihan soal :**

- 1) Apa yang dimaksud dengan waktu siklus ?
- 2) Apa yang dimaksud dengan waktu tetap dan waktu tidak tetap ?
- 3) Jelaskan siklus kerja dari alat berat Excavator dan Wheel Loader dan dari siklus kerja tersebut tentukan kelompok siklus kerja yang masuk dalam waktu tetap dan waktu tidak tetap !
- 4) Jelaskan siklus kerja dari alat berat Dump truk dan Wheel Tractor Scraper dan dari siklus kerja tersebut tentukan kelompok siklus kerja yang masuk dalam waktu tetap dan waktu tidak tetap !
- 5) Jelaskan mengapa faktor efisiensi perlu dipertimbangkan dalam perhitungan produksi kerja alat berat !
- 6) Hitunglah faktor efisiensi sebuah alat yang dapat bekerja selama 40 menit/jam !
- 7) Hitunglah faktor efisiensi tenaga kerja yang memerlukan waktu istirahat 40 menit selama 4 jam kerja !



# MODUL VI

## ANALISA PRODUKSI KERJA ALAT BERAT

### Tujuan Khusus

Mahasiswa dapat menghitung produksi kerja aktual Excavator, Bulldozer, Ripper, Wheel Loader dan Track Loader, Wheel Tractor Scraper, Dump Truk, Motor Grader, Compactor dan Asphalt Mixing Plant

### Bahan Bacaan

Afrizal Nursin, Drs, 1995, “*Alat Berat*”, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.

Cartepillar Tractor Co., 1995, “*Cartepilar Performance Handbook : Edition 26 nd*”, Peoria Illiois, USA.

Nabar Darmansyah, Drs, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*”, Unsri, Palembang.

Rochmanhadi, Ir, 1992, “*Alat-alat Berat dan Penggunaannya.*”

Team, 1998, “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Bagian penerbitan ITN, Malang.

### Prasyarat

Sudah mempelajari Bab V

### Pendahuluan

Secara umum produksi kerja alat berat memiliki prinsip perhitungan yang sama. Adapun prinsip dasar dari perhitungan produksi kerja alat berat ada 4 langkah (Nabar, 1998), yaitu :

#### 1) Menghitung kapasitas aktual

Untuk menghitung kapasitas actual maka tergantung pada ukuran mangkok pembawa material yang ada pada setiap alat, misalnya blade pada Bulldozer,



bucket pada Excavator dan Wheel Loader, bak pada Dump Truk dan lain sebagainya. Kapasitas aktual dihitung dalam satuan ( $m^3$ ).

2) Menghitung waktu siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan untuk merampungkan satu siklus pekerjaan. Total waktu siklus terdiri dari waktu tetap dan waktu tidak tetap dalam satuan (menit atau detik).

3) Menghitung Produksi Kerja Kasar (PKK)

Produksi kerja kasar adalah produksi kerja yang dapat dihasilkan oleh alat berat dalam satu jam tanpa memperhitungkan faktor-faktor koreksi dan faktor-faktor efisiensi dalam satuan ( $m^3/\text{jam}$ ).

Untuk menghitung produksi kerja kasar maka isi aktual (hasil dari perhitungan langkah 1) dikalikan dengan jumlah siklus perjam (60 menit dibagi total waktu siklus dalam menit).

4) Menghitung Produksi Kerja Aktual (PKA)

Produksi kerja aktual merupakan produksi kerja yang dapat dihasilkan oleh alat berat dalam satu jam dengan memperhitungkan seluruh faktor-faktor koreksi dan faktor-faktor efisiensi yang ada dalam satuan ( $m^3/\text{jam}$ ).

Perhitungan produksi kerja actual didapat dari perhitungan produksi kerja kasar dikalikan dengan faktor-faktor koreksi dan faktor-faktor efisiensi.

Dari keempat prinsip dasar diatas dapat dirangkum dalam satu rumus produksi kerja yang umum digunakan yaitu :

$$Q = q \times N \times E \dots\dots\dots (6.1)$$

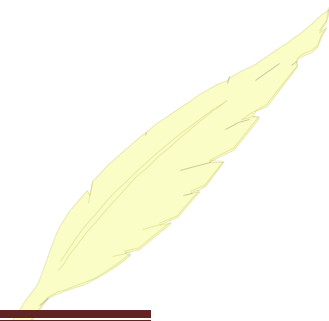
Dimana :

$Q$  = produksi kerja per jam ( $m^3/\text{jam}$ )

$q$  = produksi kerja per siklus ( $m^3$ )

$N$  = jumlah siklus =  $\frac{60 \text{ menit/ jam}}{\text{Total waktu siklus (menit)}}$

$E$  = efisiensi kerja



## 6.1 Produksi Kerja Excavator

Produksi kerja Excavator adalah berapa meter kubik material yang dapat digali/ dipindahkan dalam satu jam kerja. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menghitung produksi kerja Excavator, yaitu :

- Menghitung kapasitas actual bucket, yaitu menghitung volume material yang diangkut bucket Excavator dalam satu siklus kerja.

Rumus yang digunakan :

Kapasitas aktual bucket = kapasitas bucket x carry faktor ..... (6.2)

Pada tabel 6.1 dan 6.2 di bawah ini dapat dilihat kapasitas bucket Excavator dan carry faktor dari beberapa jenis material.

Tabel 6.1. Kapasitas Bucket Excavator (Backhoe)

Model Alat	Kapasitas Bucket (m <sup>3</sup> )	Model Alat	Kapasitas Bucket (m <sup>3</sup> )
219 D LC	0,44 – 1,04	224 B	0,35 – 1,20
235 C	1,00 – 2,30	E 70 B	0,14 – 0,34
235 C TA	1,00 – 2,30	E 110 B	0,22 – 0,63
245 B SH	1,90 – 3,30	E 120 B	0,22 – 0,71
205 B	0,28 – 0,79	E 140 B	0,29 – 0,75
211 LC	0,34 – 0,85	E 200 B	0,67 – 1,10
213 LC	0,45 – 0,98	E 240 B	0,58 – 1,44
206 B FT	0,28 – 0,79	E 300 B	0,58 – 1,44
214 B	0,95 – 0,98	EL 300 B	0,76 – 1,82
215 D LC	0,44 – 1,04	E 450 B	1,15 – 2,35
219 D	0,44 – 1,04	E 650 B	1,80 – 3,00

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Tabel 6.2. Carry Faktor Hydraulic Excavator (Backhoe)

Jenis Material	Faktor
Tanah liat basah atau tanah liat pasir	1,00 – 1,10
Pasir dan kerikil	0,90 – 1,00
Tanah liat keras	0,75 – 0,85
Batu hasil ledakan sempurna	0,60 – 0,75
Batu hasil peledakan tidak sempurna	0,40 – 0,60

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

- b. Menghitung waktu siklus Excavator yang terdiri dari waktu memuat bucket, waktu mengayun bermuatan, waktu membuang muatan dan waktu mengayun kosong.

Waktu siklus dapat ditentukan berdasarkan 5 kondisi kerja (Nabar, 1998), yaitu :

1) Kondisi bagus sekali (waktu tercepat)

Penggalian mudah (tanah gembur, pasir, kerikil), meliputi :

- kedalaman galian  $< 30\%$  kemampuan jangkauan alat
- sudut ayun kurang dari  $30^\circ$
- membuang diatas timbunan tanah galian
- tidak ada halangan

2) Kondisi di atas rata-rata

Penggalian sedang (tanah gembur, tanah liat kering dan keras), meliputi :

- batu yang terkandung dalam tanah  $< 25\%$
- kedalaman galian sampai  $40\%$  jangkauan maksimal alat
- sudut ayun  $60^\circ$
- tempat pembuangan berukuran besar dan sedikit halangan

3) Kondisi khas

Penggalian sedang sampai sulit (tanah keras padat mengandung batu sampai  $50\%$ ), meliputi :

- kedalaman sampai  $50\%$  kemampuan maksimal alat
- sudut ayun sampai  $90^\circ$
- memuat truk yang terletak disamping Excavator

4) Kondisi di bawah rata-rata (agak lambat)

Penggalian sulit (batu hasil ledakan atau tanah keras mengandung batu sampai  $75\%$ ), meliputi :

- kedalaman sampai  $75\%$  dari kemampuan maksimal alat
- sudut ayun sampai  $120^\circ$
- saluran landai
- tempat pembuangan berukuran kecil
- bekerja di atas persilangan pekerjaan pempipa

5) Kondisi sangat sulit (waktu paling lambat)

Penggalian yang paling sulit (batu pasir, cadas, batu kapur), meliputi :

- penggalian diatas 75 % dari jangkauan maksimal alat
- sudut ayun > 120 °
- tempat pembuangan berukuran kecil
- membutuhkan jangkauan maksimal
- terdapat orang dan halangan disekitar lokasi

Waktu siklus untuk kondisi tanah lempung keras dan sudut ayun antara 60° – 90° serta kemampuan operator di atas rata-rata dapat dilihat pada tabel 6.3 berikut.

Tabel 6.3. Waktu Siklus Khas Hydraulic Excavator

Uraian	Model Alat			
	215	225	235	245
Ukuran bucket (m <sup>3</sup> )	0,93	1,11	1,64	2,61
Kedalaman galian (m)	2,00	3,00	4,00	5,20
Memuati bucket (detik)	5,50	6,00	6,00	7,00
Mengayun bermuatan (detik)	4,50	5,00	6,00	7,00
Membuang muatan (detik)	1,50	2,00	2,50	3,00
Mengayun kosong (detik)	3,50	4,00	5,00	6,00
Total Waktu Siklus	15,00	17,00	20,00	23,00

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

- c. Menghitung produksi kerja kasar (PKK), yaitu jumlah material yang sanggup digali Excavator dalam satu jam tanpa memperhitungkan factor-faktor efisiensi.

Rumus yang digunakan :

$$PKK = \text{Kapasitas aktual bucket} \times \text{jumlah siklus per jam} \dots\dots\dots (6.3)$$

Dimana :

$$PKK = \text{Produksi Kerja Kasar (m}^3\text{/jam)}$$

$$\text{Jumlah siklus per jam} = \frac{3600 \text{ detik/jam}}{\text{Waktu siklus (detik)}}$$

- d. Menghitung produksi kerja aktual (PKA), jumlah material yang sanggup digali Excavator dalam satu jam dengan memperhitungkan faktor-faktor efisiensi.

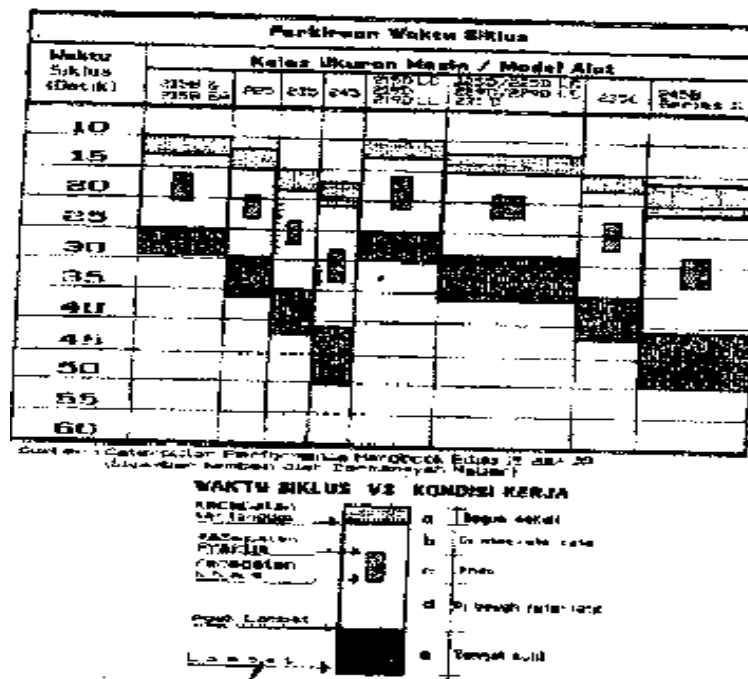
Rumus yang digunakan :

$$PKA = PKK \times \text{faktor-faktor efisiensi} \dots\dots\dots (6.4)$$

Dimana :

$$PKA = \text{Produksi kerja aktual (m}^3/\text{jam)}$$

Dalam beberapa kondisi waktu siklus Excavator dapat ditentukan dengan menggunakan diagram perkiraan waktu siklus Excavator seperti pada gambar 6.1 berikut.



Gambar 6.1. Diagram Perkiraan Waktu Siklus

**Contoh soal :**

- 1) Sebuah Excavator model 219 DLC dengan kapasitas bucket 1,04 m<sup>3</sup>, beroperasi menggali tanah dengan kondisi kerja sangat sulit. Hitunglah produksi kerja Excavator, jika carry faktor 0,85 dan efisiensi kerja adalah 0,85 !

Penyelesaian :

➤ Kapasitas actual bucket = kapasitas bucket x carry factor  

$$= 1,04 \text{ m}^3 \times 0,85 = 0,884 \text{ m}^3$$

➤ Waktu siklus (diambil dari diagram waktu siklus untuk kondisi sangat sulit), diperoleh nilai = 27,5 detik.

➤ Produksi kerja kasar = kapasitas aktual bucket x jumlah siklus per jam

$$= 0,884 \text{ m}^3 \times \frac{3600 \text{ detik/jam}}{27,5 \text{ detik}}$$
$$= 115,72 \text{ m}^3/\text{jam}$$

➤ Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi

$$= 115,72 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,85 = \mathbf{98,36 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

2) Hitunglah produksi kerja Excavator jika diketahui kondisi kerja dan data-data alat adalah sebagai berikut :

Model alat : 215 DLC  
Kapasitas bucket :  $0,93 \text{ m}^3$   
Waktu muat : 5,5 detik  
Waktu ayun bermuatan : 4,5 detik  
Waktu membuang muatan: 1,5 detik  
Waktu ayun kosong : 3,5 detik  
Carry factor : 0,85  
Efisiensi kerja : 50 menit/jam

Penyelesaian :

➤ Kapasitas aktual bucket = kapasitas bucket x carry factor

$$= 0,93 \text{ m}^3 \times 0,85 = 0,7905 \text{ m}^3$$

➤ Waktu siklus = waktu muat + waktu ayun bermuatan + waktu membuang muatan + waktu ayun kosong

$$= 5,5 \text{ detik} + 4,5 \text{ detik} + 1,5 \text{ detik} + 3,5 \text{ detik}$$
$$= 15 \text{ detik}$$

➤ Produksi kerja kasar = kapasitas aktual bucket x jumlah siklus per jam

$$= 0,7905 \text{ m}^3 \times \frac{3600 \text{ detik/jam}}{15 \text{ detik}}$$

$$= 189,72 \text{ m}^3/\text{jam}$$

➤ Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi

$$= 189,72 \text{ m}^3/\text{jam} \times 50/60 = \mathbf{158,10 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

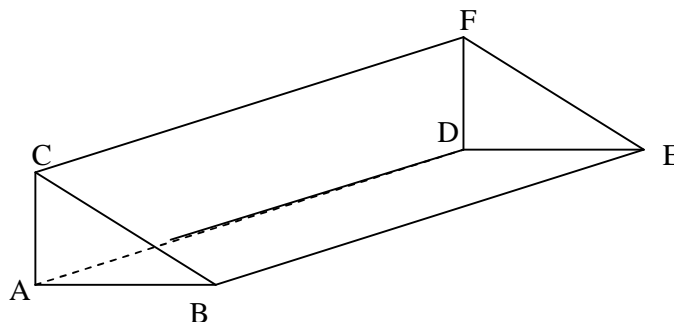
## 6.2 Produksi Kerja Bulldozer

Untuk menghitung produksi kerja Bulldozer, beberapa pabrik memberikan tabel-tabel “estimated dozing production”, tetapi secara perhitungan dapat pula ditentukan karena mengingat factor-faktor yang ada. Adapun langkah-langkah perhitungan produksi kerja Bulldozer adalah sebagai berikut :

a. Menghitung kapasitas blade actual

Kapasitas blade aktual merupakan blade Bulldozer yang melakukan pekerjaan penggusuran. Besarnya kapasitas blade aktual sama dengan besarnya volume gusur yaitu volume material yang dapat digusur Bulldozer dalam satu siklus kerja.

Untuk menghitung volume gusur ini beberapa anggapan yang mendekati kondisi lapangan adalah bahwa bentuk material yang berada didepan blade pada saat dilakukan penggusuran adalah prisma bersisi tiga dimana kemiringan material pada saat penggusuran didasarkan pada kemiringan material yang ditumpuk dalam blade dan bentuk material setiap kali penggusuran dianggap sama. Prinsip ini dapat dilihat pada gambar 6.2 berikut.



Gambar 6.2. Gambaran Bentuk Blade Bulldozer

$$\text{Volume Prisma Segitiga} = \frac{1}{2} AB \times AC \times AD \dots\dots\dots (6.5)$$

Dimana  $AB = 2 AC$  dengan anggapan bahwa tanah menggulung di depan blade dengan jumlah maksimal, jika tanah sudah sampai setinggi blade akan jatuh kedepan sebanding dengan 2 : 1, sehingga :

$$\begin{aligned}\text{Volume Prisma Segitiga menjadi} &= \frac{1}{2} \cdot 2 AC \times AC \times AD \\ &= AC^2 \times AD \\ &= H^2 \times L \dots\dots\dots (6.6)\end{aligned}$$

Namun jika anggapan tanah yang jatuh kedepan sebanding dengan 1,6 : 1, maka  $AB = 1,6 AC$  dan volume prima segitiga menjadi :

$$\begin{aligned}&= \frac{1}{2} \cdot 1,6 AC \times AC \times AD \\ &= 0,8 AC^2 \times AD \\ &= 0,8 H^2 \times L \dots\dots\dots (6.7)\end{aligned}$$

Dimana :

H = Tinggi blade (meter)  
L = Lebar blade (meter)

Pada tabel 6.4 berikut dapat dilihat ukuran blade yang umum digunakan.

Tabel 6.4. Ukuran Blade Bulldozer

Model Alat	Ukuran Blade	
	Tinggi (m)	Lebar (m)
D4E/ 4A	0,710	3,12
D5B/ 5A	0,855	3,63
D6D/ 6A	0,910	3,90
D6D/ 6S	1,128	3,20
D7G/ 7A	0,970	4,27
D7G/ 7S	1,270	3,66
D7G/ 7U	1,270	3,81
D8L/ 8SU	1,803	4,17
D8N/ 8A	1,162	4,96
D8N/ 8SU	1,690	3,94
D8N/ 8U	1,740	4,26
D9N/ 9SU	1,815	4,32
D9N/ 9U	1,810	4,66
D10N/ 10SU	2,050	4,86
D10N/ 10U	2,050	5,26
D11N/ 11SU	2,310	5,60
D11N/ 11U	2,310	6,36

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)



b. Menghitung waktu siklus

Waktu siklus dari Bulldozer adalah waktu gusur, waktu kembali dan waktu tetap.

Waktu gusur adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan penggusuran, dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Waktu gusur} = \frac{\text{Jarak gusur (m)}}{\text{Kecepatan gusur (m/jam)}} \dots\dots\dots (6.8)$$

Sedangkan waktu kembali dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Waktu kembali} = \frac{\text{Jarak kembali (m)}}{\text{Kecepatan kembali (m/jam)}} \dots\dots\dots (6.9)$$

Waktu tetap merupakan waktu yang diambil konstan pada setiap pengoperasian Bulldozer, misalnya dalam menentukan waktu percepatan dan perlambatan.

Pada tabel berikut 6.5 berikut dapat dilihat tingkatan gigi dan kecepatan Bulldozer.

Tabel 6.5. Tingkatan Gigi dan Kecepatan Bulldozer

Model Alat	Kecepatan (km/jam)					
	Gigi Maju			Gigi Mundur		
	1	2	3	1	2	3
D4E	3,40	6,00	9,50	4,00	7,10	11,40
D5B	3,50	6,10	10,10	4,20	7,40	12,20
D6D	4,00	6,90	10,80	4,80	8,40	12,90
D6E	4,00	6,90	10,80	4,80	8,40	12,90
D7G	3,70	6,60	10,00	4,50	7,90	12,20
D8L	3,90	6,80	11,90	4,80	8,40	14,80
D8N	3,50	6,20	10,80	4,70	8,10	13,90
D9N	3,90	6,90	12,10	4,80	8,50	14,90
D10N	4,00	7,10	12,50	5,00	8,90	15,60
D11N	3,90	6,80	11,60	4,70	8,20	14,10

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

c. Menghitung produksi kerja kasar (PKK)

Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$PKK = \text{Volume gusur} \times \text{jumlah siklus per jam} \dots\dots\dots (6.10)$$

Dimana :

$$PKK = \text{volume kerja kasar (m}^3/\text{jam)}$$

$$\text{Jumlah siklus per jam} = \frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{Waktu siklus (menit)}}$$

d. Menghitung produksi kerja aktual (PKA)

Dihitung dengan menggunakan rumus :

$$PKA = PKK \times \text{faktor-faktor efisiensi} \dots\dots\dots (6.11)$$

Pada tabel 6.6 dapat dilihat faktor koreksi kerja Bulldozer.

Tabel 6.6. Faktor Koreksi Kerja Bulldozer

Uraian Kondisi Kerja	Faktor Koreksi	
	Track	Wheel
<b>OPERATOR</b>		
Bagus sekali	1,00	1,00
Sedang	0,75	0,60
Kurang	0,60	0,50
<b>MATERIAL</b>		
Timbunan gembur	1,20	1,20
Sukar digali, beku dengan silinder pengungkit	0,80	0,70
Tanpa silinder pengungkit	0,70	-
Blade dikendalikan dengan kabel	0,60	-
Sukar digusur, non kohesif, sangat lengket	0,80	0,80
Batu yang digaru atau diledakkan	0,60 – 0,80	-
<b>PENGGUSURAN</b>		
Dalam celah	1,20	1,20
Berdampangan	1,15 – 1,25	1,15 – 1,25
<b>CUACA (KEJELASAN PANDANGAN)</b>		
Debu, hujan, kabut, salju dan gelap	0,8	0,70
<b>EFFISIENSI KERJA</b>		
50 menit/ jam	0,83	0,83
40 menit/ jam	0,67	0,67
<b>DIRECT DRIVE TRANSMISION</b>		
Waktu tetap 0,10 menit	0,8	-
<b>KOREKSI KEMIRINGAN (lihat gambar)</b>		

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

**Contoh Soal :**

1) Hitunglah produksi kerja Bulldozer yang memiliki data-data sebagai berikut :

Model alat : D 7G/ 7A  
Tinggi Blade : 0,970 m  
Lebar Blade : 4,27 m  
Kecepatan gusur : 6,6 km/jam  
Kecepatan kembali : 12,2 km/jam  
Waktu tetap : 0,1 menit  
Jarak gusur/ kembali : 85 m  
Faktor koreksi :  
Operator : 0,75  
Cuaca (hujan) : 0,80  
Efisiensi kerja : 0,67

Penyelesaian :

➤ Volume gusur =  $0,8 H^2 \cdot L = 0,8 \cdot 0,97^2 \cdot 4,27 = 3,214 \text{ m}^3$

➤ Waktu siklus →

$$\begin{aligned}\text{Waktu gusur} &= \frac{\text{Jarak gusur (m)}}{\text{Kecepatan gusur (m/jam)}} \\ &= \frac{85 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{6600 \text{ m/jam}} = 0,773 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Waktu kembali} &= \frac{\text{Jarak kembali (m)}}{\text{Kecepatan kembali (m/jam)}} \\ &= \frac{85 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{12000 \text{ m/jam}} = 0,418 \text{ menit}\end{aligned}$$

$$\text{Waktu tetap} = 0,100 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 1,291 \text{ menit}$$

➤ Produksi kerja kasar = volume gusur x jumlah siklus per jam

$$\begin{aligned}&= 3,214 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{1,291 \text{ menit}} \\ &= 149,373 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Produksi kerja aktual} &= \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi} \\
 &= 149,373 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,80 \times 0,67 \\
 &= \mathbf{60,05 \text{ m}^3/\text{jam}}
 \end{aligned}$$

2) Pada suatu lokasi penimbunan dilakukan penggusuran tanah dengan menggunakan Bulldozer model D10N/ 10 SU dengan data-data sebagai berikut :

Tinggi Blade : 2,05 m  
 Lebar Blade : 4,86 m  
 Kecepatan gusur : 7,10 km/jam  
 Kecepatan kembali : 15,6 km/jam  
 Waktu tetap : 0,12 menit  
 Jarak gusur/ kembali : 80 m

Faktor koreksi :

Operator : 0,75  
 Cuaca (hujan) : 0,80  
 Efisiensi kerja : 50 menit/jam

Penyelesaian :

$$\text{➤ Volume gusur} = 0,8 H^2 \cdot L = 0,8 \cdot 2,05^2 \cdot 4,86 = 16,34 \text{ m}^3$$

➤ Waktu siklus →

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu gusur} &= \frac{\text{Jarak gusur (m)}}{\text{Kecepatan gusur (m/jam)}} \\
 &= \frac{80 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{7100 \text{ m/jam}} = 0,676 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu kembali} &= \frac{\text{Jarak kembali (m)}}{\text{Kecepatan kembali (m/jam)}} \\
 &= \frac{80 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{15600 \text{ m/jam}} = 0,308 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\text{Waktu tetap} = \underline{0,120 \text{ menit}}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 1,104 \text{ menit}$$

➤ Produksi kerja kasar = volume gusur x jumlah siklus per jam

$$= 16,34 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{1,104 \text{ menit}}$$

$$= 888,04 \text{ m}^3/\text{jam}$$

➤ Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi

$$= 888,04 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,75 \times 0,80 \times 50/60$$

$$= \mathbf{444,02 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

### 6.3 Produksi Kerja Ripper

Ripper adalah alat berat yang digunakan untuk menggemburkan material keras (batuan) dengan cara menggaru, biasa juga disebut dengan bajak batu. Konstruksi Ripper hampir sama dengan Bulldozer. Perbedaannya hanya terletak pada bentuk perlengkapannya. Jika Bulldozer Traktor dilengkapi dengan blade didepannya yang berguna untuk menggusur maka Ripper Traktor dilengkapi dengan shank (sejenis) bajak yang berguna untuk menggaru material.

Untuk menghitung produksi kerja Ripper dapat dilakukan dengan cara grafis dan secara analitis, namun perhitungan dengan cara analitis yang sering digunakan dilapangan karena perhitungan yang dilakukan dapat lebih akurat. Empat langkah yang dilakukan dalam menghitung produksi kerja Ripper, yaitu :

a. Perhitungan Volume Ripping Aktual

$$\text{Volume Ripping Aktual} = \text{Lebar Garuan} \times \text{Penetrasi} \times \text{Panjang Garuan} . \quad (6.12)$$

Dimana :

Jarak/ Lebar Garuan = lebar material yang dapat hancur setelah dilakukan satu lintasan ripping (m)

Penetrasi = kedalaman terbenamnya shank kedalam tanah (m)

Penetrasi tergantung pada batas-batas kondisi pekerjaan dan batasan kemampuan alat. Pada tabel 6.7 berikut ini beberapa batasan penetrasi dari beberapa model alat.

Tabel 6.7. Lebar Garuan dan Penetrasi Multi Shank Ripper

Model Alat	Lebar Garuan (mm)	Penetrasi Maksimum (mm)
D8N/ No. 8	2170	780
D9N/ No. 9	2350	802
D10N/ No. 10	2630	941
D11N/ No. 11	2990	1070

(Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998)

Panjang Garuan = panjang lintasan yang dilakukan pekerjaan, dianjurkan  
 $\pm 30$  kaki (91 m)

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus pada Ripper yaitu waktu Ripping + waktu tetap

Dimana :

Waktu Ripping adalah waktu yang diperlukan untuk menempuh satu lintasan  
 kerja (tergantung dari kecepatan alat dan panjang lintasan)

$$\text{Waktu Ripping} = \frac{\text{Panjang lintasan (m atau km)}}{\text{Kecepatan (m/jam atau km/jam)}} \dots\dots\dots (6.13)$$

Waktu tetap adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan gerakan-gerakan  
 tetap yang besarnya tidak terlalu bervariasi (misalnya waktu  
 manuver, percepatan dan perlambatan)

Waktu siklus pada Ripper tidak memperhitungkan waktu kembali karena Ripper  
 dapat melakukan pekerjaan ulang-alik.

c. Menghitung Produksi Kerja Kasar

$$\text{PKK (m}^3/\text{jam)} = \text{volume Ripping} \times \text{jumlah siklus per jam} \dots\dots\dots (6.14)$$

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual

$$\text{PKA (m}^3/\text{jam)} = \text{PKK} \times \text{faktor-faktor efisiensi} \dots\dots\dots (6.15)$$

**Contoh Soal :**

- 1) Hitunglah produksi kerja Ripper yang bekerja pada suatu lokasi proyek penambangan dengan kondisi batu-batuan, jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Model alat = D9N/ N0. 9

Penetrasi = 0,802 m

Lebar Garuan = 2,35 m

Panjang Garuan = 80 m

Waktu tetap = 0,25 menit

Kecepatan Ripping = 2,1 km/ jam

Faktor material = 0,8

Efisiensi kerja = 0,83

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{- Volume Ripping} &= \text{Lebar Garuan} \times \text{Penetrasi} \times \text{Panjang Garuan} \\ &= 0,802 \text{ m} \times 2,35 \text{ m} \times 80 \text{ m} \\ &= 150,776 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{- Waktu siklus} =$$

$$\text{Waktu Ripping} = \frac{80 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{2100 \text{ m/jam}} = 2,29 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tetap} = \underline{0,25 \text{ menit}}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 2,54 \text{ menit}$$

$$\text{- PKK} = \frac{150,776 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/ jam}}{2,54 \text{ menit}} = 3561,638 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{- PKA} = 3561,638 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 \times 0,8 = \underline{\underline{2364,91 \text{ m}^3/\text{jam}}}$$

- 2) Dalam suatu proyek penambangan beroperasi sebuah Ripper untuk menggaru batuan yang cukup keras. Adapun data-data Ripper adalah sebagai berikut :

Model alat = D8N/ N0. 8

Penetrasi = 0,78 m

Lebar Garuan = 2,17 m

Panjang Garuan = 91 m

Waktu tetap = 0,2 menit

Kecepatan Ripping = 3,9 km/ jam

Faktor material = 0,9

Efisiensi kerja = 0,85

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} \text{- Volume Ripping} &= \text{Lebar Garuan} \times \text{Penetrasi} \times \text{Panjang Garuan} \\ &= 0,78 \text{ m} \times 2,17 \text{ m} \times 91 \text{ m} \\ &= 154,03 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Waktu siklus =

$$\text{Waktu Ripping} = \frac{91 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{3900 \text{ m/jam}} = 1,40 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tetap} = 0,20 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 1,60 \text{ menit}$$

$$\text{- PKK} = \frac{154,03 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam}}{1,60 \text{ menit}} = 5776,125 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{- PKA} = 5776,125 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,85 \times 0,9 = \underline{\underline{4418,74 \text{ m}^3/\text{jam}}}$$

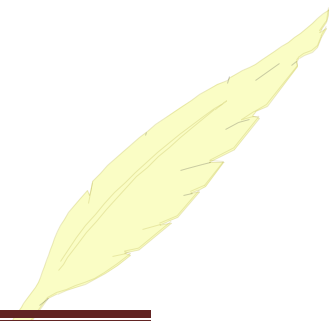
#### 6.4 Produksi Kerja Loader

Loader merupakan alat yang berfungsi memuat material ke unit pengangkut seperti Dump Truk. Disamping itu juga dapat digunakan untuk memindahkan material berjarak pendek yang tidak lebih dari 300 meter (Nabar, 1998).

Langkah-langkah dalam menghitung produksi kerja Loader adalah sebagai berikut :

a. Menghitung Kapasitas Aktual Bucket

Kapasitas aktual bucket tergantung pada kapasitas bucket dan faktor isi. Pada tabel 6.8. dapat dilihat ukuran bucket Track Loader.





Tabel 6.8. Ukuran Bucket Track Loader

Model Alat	Ukuran Bucket (M <sup>3</sup> )
933	1,00
939	1,15
953 B	1,75
963 B	2,30
973	2,80

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Sedangkan pada tabel 6.9. dapat dilihat faktor isi dari Wheel Loader

Tabel 6.9. Faktor Isi Wheel Loader

Jenis Material	Faktor Isi
<b>Material :</b>	
Agregat campuran basah	0,95 – 1,00
Agregat seragam diatas 3 mm	0,95 – 1,00
3 mm sampai dengan 9 mm	0,90 – 0,95
12 mm sampai dengan 20 mm	0,85 – 0,90
24 mm atau lebih	0,80 – 0,90
<b>Batuan hasil ledakan :</b>	
Hasil ledakan sempurna	0,80 – 0,90
Sedang	0,75 – 0,90
Hasil ledakan tidak sempurna	0,60 – 0,75
<b>Lain-lain :</b>	
Batuan campuran	1,00 – 1,20
Tanah liat basah	1,00 – 1,10
Tanah, bongkahan batu dan akar	0,80 – 1,00
Material yang di semen	0,85 – 0,90

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Jadi rumus yang dapat digunakan untuk menghitung kapasitas aktual bucket :

$$\text{Kapasitas Aktual Bucket} = \text{Kapasitas Bucket} \times \text{Faktor Isi} \dots\dots\dots (6.16)$$

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus dari Loader meliputi waktu muat, waktu angkut, waktu buang dan waktu kembali. Namun apabila Loader memuat Dump Truk secara langsung tanpa menempuh perjalanan maka waktu angkut dan waktu kembali tidak perlu diperhitungkan.

Waktu siklus pada Loader berbeda dengan alat-alat lainnya dimana Loader mempunyai waktu standar untuk suatu siklus kerja yang biasa disebut dengan waktu siklus dasar, maksudnya Loader hanya bergerak dengan gerakan-gerakan dasar seperti pemuatan, pembuangan, pengolahan gerak, siklus hidrolik penuh dan perjalanan minimal.

Sedangkan untuk menghadapi berbagai kondisi kerja yang bermacam-macam, maka waktu siklus harus ditambahkan atau dikurangi faktor koreksi. Pada tabel 6.10, 6.11 dan 6.12 dapat dilihat waktu siklus dasar, waktu muat Track Loader dan koreksi waktu Wheel Loader.

Tabel 6.10. Waktu Siklus Dasar Memuat Truk

Model Alat	Waktu Siklus (menit)
910 dan 950 B	0,45 – 0,50
966 dan 980 C	0,50 – 0,55
988 B	0,55 – 0,60
992 C	0,65 – 0,75

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Tabel 6.11. Waktu Muat Track Loader Menurut Jenis Material

Jenis Material	Waktu Muat (menit)
Campuran seragam	0,03 – 0,05
Campuran basah	0,04 – 0,06
Tanah liat basah	0,05 – 0,07
Tanah berbongkah, batu, akar	0,05 – 0,20
Material yang disemen	0,10 – 0,20

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Tabel 6.12. Koreksi Waktu Wheel Loader

Jenis Material	Faktor Koreksi
<b>Material :</b>	
Material campuran	+ 0,02 menit
Material di bawah 3 mm	+ 0,02 menit
Material 3 mm sampai dengan 20 mm	- 0,02 menit
Material 20 mm sampai dengan 150 mm	0,00 menit
Material di atas 150 mm	> + 0,02 menit
<b>Timbunan :</b>	
Conveyor atau Dozer (> 3 m)	0,00 menit
Conveyor atau Dozer (< 3 m)	+ 0,01 menit
Hasil Timbunan Dump Truk	0,00 menit
<b>Lain-lain :</b>	
Truk dan Loader milik sendiri	> + 0,04 menit
Truk disewa	+ 0,04 menit
Operasi konstan	> - 0,04 menit
Operasi tidak konstan	> + 0,04 menit
Tempat pembuangan kecil	> + 0,04 menit
Tempat pembuangan agak lunak	> + 0,05 menit

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

c. Menghitung Produksi Kerja Kasar

$$PKK \text{ (m}^3\text{/jam)} = \text{Isi aktual bucket} \times \text{jumlah siklus per jam} \dots\dots\dots (6.17)$$

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual

$$PKA \text{ (m}^3\text{/jam)} = PKK \times \text{faktor efisiensi kerja} \dots\dots\dots (6.18)$$

**Contoh Soal :**

- 1) Sebuah Wheel Loader model 966 D memiliki kapasitas bucket 2,6 m<sup>3</sup>, memuat material dengan campuran seragam sampai dengan 3 mm dan factor isi 0,95. Wheel Loader hanya memuat/ tidak menempuh jarak angkut sehingga diambil waktu dasar 0,5 menit dengan koreksi waktu operasi konstan, tempat

pembuangan kecil dan truk sewaan. Hitunglah produksi kerja Wheel Loader jika efisiensi kerja 50 menit/jam.

Penyelesaian :

- Isi aktual bucket = Kapasitas bucket x faktor isi  
 $= 2,60 \text{ m}^3 \times 0,95 = 2,47 \text{ m}^3$
- Waktu siklus = waktu dasar + truk sewaan + tempat pembuangan kecil – operasi konstan + koreksi material  
 $= 0,5 + 0,04 + 0,04 - 0,04 + 0,02 = 0,56 \text{ menit}$
- Produksi kerja kasar = kapasitas bucket x jumlah siklus per jam  
 $= 2,47 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{0,56 \text{ menit}}$   
 $= 264,64 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi  
 $= 264,64 \text{ m}^3/\text{jam} \times 50/60$   
 $= \mathbf{219,654 \text{ m}^3/\text{jam}}$

2) Hitunglah produksi kerja dari Track Loader jika diketahui data-data alat sebagai berikut :

Model alat	: 953 B
Kapasitas bucket	: $1,75 \text{ m}^3$
Waktu siklus dasar	: 0,5 menit
Jarak angkut	: 50 meter
Kecepatan angkut	: 8,5 km/jam
Kecepatan kembali	: 12 km/jam
Waktu tetap	: 0,15 menit
Faktor isi	: 0,8
Faktor efisiensi kerja	: 0,83

Penyelesaian :

- Isi aktual bucket = Kapasitas bucket x faktor isi  
 $= 1,75 \text{ m}^3 \times 0,8 = 1,4 \text{ m}^3$

➤ Waktu siklus →

$$\text{Waktu siklus dasar} = 0,500 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu angkut} &= \frac{\text{Jarak angkut (m)}}{\text{Kecepatan angkut (m/jam)}} \\ &= \frac{50 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{8500 \text{ m/jam}} = 0,353 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kembali} &= \frac{\text{Jarak kembali (m)}}{\text{Kecepatan kembali (m/jam)}} \\ &= \frac{50 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{12000 \text{ m/jam}} = 0,250 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu tetap} = \underline{0,150 \text{ menit}}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 1,253 \text{ menit}$$

➤ Produksi kerja kasar = isi aktual bucket x jumlah siklus per jam

$$\begin{aligned} &= 1,40 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{1,253 \text{ menit}} \\ &= 67,04 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

➤ Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi

$$= 67,04 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 = \mathbf{55,64 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

## 6.5 Produksi Kerja Wheel Tractor Scraper

Wheel Tractor Scraper merupakan alat angkut yang dapat melakukan pekerjaan lebih mandiri dibanding alat angkut lain karena dapat memuat sendiri (dengan cara memotong), menghampar dengan ketebalan merata dan mengangkut dalam jarak sedang maksimal 1600 m (Nabar, 1998).

Perhitungan produksi kerja Wheel Tractor Scraper adalah sebagai berikut :

a. Menghitung Isi Aktual Bowl

Isi aktual bowl dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Isi Aktual Bowl} = \text{Kapasitas bowl} \times \text{faktor muatan} \dots\dots\dots (6.19)$$

Pada tabel 6.13 berikut dapat dilihat kapasitas bowl dari beberapa model alat Wheel Tractor Scraper.

Tabel 6.13 Kapasitas Bowl dan Berat Kosong Wheel Tractor Scraper

Model Alat	Kapasitas Bowl (m <sup>3</sup> )		Berat Kosong (Kg)
	Peres	Munjung	
613C	8,40	-	15,264
615C	13,00	-	25,605
621F	10,70	15,30	32,070
623F	17,60	-	35,290
627E	10,70	15,30	36,538
631E	16,10	23,70	43,945
633E	26,00	-	50,805
637E	16,10	23,70	50,845
651E	24,50	33,60	60,950
657E	24,50	33,60	68,860

(Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998)

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus Wheel Tractor Scraper terdiri dari waktu muat, waktu angkut, waktu hampar, waktu kembali dan waktu tetap (untuk manuver, percepatan, perlambatan, dan lain-lain).

- Waktu muat

$$\text{Waktu Muat} = \frac{\text{Kapasitas Bowl} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Lebar} \times \text{Tebal Pemotongan} \times \text{Kecepatan} \times \text{F. Gembur}} \dots (6.20)$$

- Waktu hampar

Waktu hampar adalah waktu yang diperlukan untuk menumpahkan muatan Wheel Tractor Scraper, prinsipnya hampir sama dengan Dump Truk namun Wheel Tractor Scraper membuang muatannya dalam bentuk hamparan material dengan ketebalan merata, sehingga factor-faktor yang mempengaruhinya seperti kapasitas bowl, ketebalan, lebar penghamparan dan

kecepatan penghamparan akan memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap waktu hampar.

Rumus yang digunakan untuk menghitung waktu hampar adalah sebagai berikut :

$$\text{Waktu hampar} = \frac{\text{Kapasitas bowl} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Lebar} \times \text{tebal penghamparan} \times \text{kecepatan}} \dots\dots (6.21)$$

- Waktu angkut dan kembali

Waktu angkut/kembali dapat dihitung dengan menggunakan rumus namun keakuratan perhitungan sangat tergantung pada pengalaman dan ketepatan dalam menentukan angka kecepatan yang digunakan. Adapun rumus tersebut adalah sebagai berikut :

$$\text{Waktu angkut} = \frac{\text{Jarak angkut} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan angkut}} \dots\dots\dots (6.22)$$

$$\text{Waktu kembali} = \frac{\text{Jarak kembali} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan kembali}} \dots\dots\dots (6.23)$$

Namun waktu angkut/ kembali juga dapat dihitung dengan cara grafik dan analisis tenaga (tidak dibahas pada materi ini).

c. Menghitung Produksi Kerja Kasar

Prinsip dasar perhitungan produksi kerja kasar sama dengan pada alat-alat sebelumnya, yaitu :

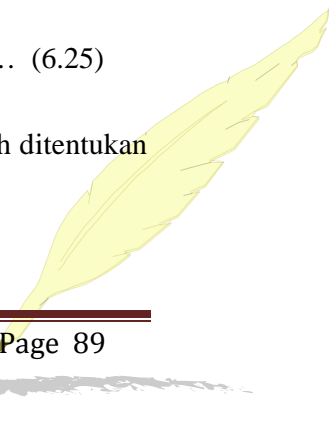
$$\text{PKK} = \text{Isi aktual bowl} \times \text{jumlah siklus per jam} \dots\dots\dots (6.24)$$

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual

Sedangkan produksi kerja aktual dihitung dengan rumus :

$$\text{PKA} = \text{PKK} \times \text{faktor-faktor efisiensi} \dots\dots\dots (6.25)$$

Waktu muat dapat ditentukan dengan melihat waktu muat khas yang telah ditentukan dari pabrik seperti pada tabel 6.14.



Tabel 6.14. Waktu Khas Scraper Memuat, Menghampar dan Lebar Blade

Model alat	Dimuat dengan	Waktu muat (menit)	Waktu manuver dan hampat (menit)	Lebar blade (m)	Kedalaman penetrasi maksimal (m)
613C	Sendiri	0,90	0,70	2,35	0,160
615C	Sendiri	0,90	0,70	2,89	0,414
633E	Sendiri	0,90	0,70	3,50	0,431
623F	Sendiri	0,90	0,70	3,50	0,333
621F	Satu D8N	0,50	0,70	3,02	0,333
621F	Satu D9N	0,50	0,60	3,02	0,333
627F	Satu D8N	0,40	0,70	3,02	0,333
627F	Satu D9N	0,40	0,60	3,02	0,333
631E/S.II	Satu D9N	0,60	0,70	3,49	0,437
631E/S.II	Satu D9N	0,60	0,60	3,49	0,437
637E/S.II	Satu D10N	0,50	0,70	3,51	0,437
637E/S.II	Satu D10N	0,50	0,60	3,51	0,437
651E	Satu D11N	0,60	0,70	3,85	0,660
657E	Satu D11N	0,60	0,60	3,85	0,660
621F	Auger	0,90	0,60	-	-
627F	Auger	0,70	0,70	-	-
631E/S.II	Auger	0,90	0,70	-	-
637E/S.II	Auger	0,80	0,70	-	-
651E	Auger	1,30	0,70	-	-
657E	Auger	1,00	0,70	-	-

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

**Contoh soal :**

- 1) Pada suatu lokasi akan dilakukan pekerjaan pemotongan dan setelah itu langsung dihamparkan dengan menggunakan dengan menggunakan alat Wheel Tractor Scraper. Hitunglah produksi kerja alat, jika data alat adalah sebagai berikut :

Model alat : 623 F  
 Kapasitas bowl : 17,6 m<sup>3</sup>  
 Lebar pemotongan/ penghamparan : 3,5 m  
 Ketebalan pemotongan/ penghamparan : 0,33 m  
 Kecepatan muat : 6 km/jam  
 Kecepatan hampar : 7 km/jam  
 Waktu tetap : 0,7 menit



Kecepatan angkut	: 10 km/jam
Kecepatan kembali	: 12 km/jam
Jarak angkut/ kembali	: 500 meter
Faktor isi	: 0,85
Faktor gembur material	: 1,25
Faktor efisiensi kerja	: 50 menit/jam

Penyelesaian :

➤ Isi aktual bowl = kapasitas bowl x faktor isi  
 $= 17,6 \text{ m}^3 \times 0,85 = 14,96 \text{ m}^3$

➤ Waktu siklus →

$$\begin{aligned} \text{Waktu Muat} &= \frac{\text{Kapasitas Bowl} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Lebar} \times \text{Tebal Pemotongan} \times \text{Kecepatan} \times \text{F. Gembur}} \\ &= \frac{17,6 \times 60 \text{ menit/jam}}{3,5 \text{ m} \times 0,33 \text{ m} \times 6000 \text{ m/jam} \times 1,25} = 0,12 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu hampar} &= \frac{\text{Kapasitas bowl} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Lebar} \times \text{tebal penghamparan} \times \text{kecepatan}} \\ &= \frac{17,6 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam}}{3,5 \text{ m} \times 0,33 \text{ m} \times 7000 \text{ m/jam}} = 0,13 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu angkut} &= \frac{\text{Jarak angkut} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan angkut}} \\ &= \frac{500 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{10000 \text{ m/jam}} = 3,00 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu kembali} &= \frac{\text{Jarak kembali} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan kembali}} \\ &= \frac{500 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{12000 \text{ m/jam}} = 2,50 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu tetap} = 0,70 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 6,45 \text{ menit}$$

➤ Produksi kerja kasar = isi aktual bowl x jumlah siklus per jam

$$= 14,96 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{6,45 \text{ menit}}$$

$$= 139,163 \text{ m}^3/\text{jam}$$

➤ Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi

$$= 156,10 \text{ m}^3/\text{jam} \times 50/60$$

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

- 2) Pada suatu lokasi akan dilakukan pekerjaan pemotongan dan setelah itu langsung dihamparkan dengan menggunakan dengan menggunakan alat Wheel Tractor Scraper. Hitunglah produksi kerja alat, jika data alat adalah sebagai berikut :

Model alat : 633 E

Kapasitas bowl :  $26 \text{ m}^3$

Lebar pemotongan/ penghamparan : 3,5 m

Waktu muat : 0,9 menit

Waktu hampar : 0,7 menit

Waktu tetap : 0,7 menit

Kecepatan angkut : 12 km/jam

Kecepatan kembali : 16 km/jam

Jarak angkut/ kembali : 700 meter

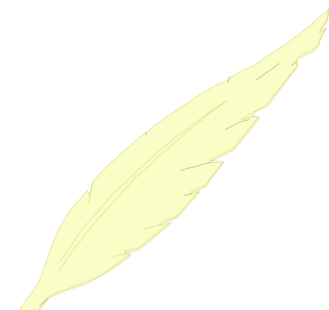
Faktor isi : 0,80

Faktor efisiensi kerja : 55 menit/jam

Penyelesaian :

➤ Isi aktual bowl = kapasitas bowl x faktor isi

$$= 26 \text{ m}^3 \times 0,8 = 20,80 \text{ m}^3$$



➤ Waktu siklus →

$$\text{Waktu muat} = 0,90 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu hampar} = 0,70 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tetap} = 0,70 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu angkut} = \frac{\text{Jarak angkut} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan angkut}}$$

$$= \frac{700 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{12000 \text{ m/jam}} = 3,50 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu kembali} = \frac{\text{Jarak kembali} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan kembali}}$$

$$= \frac{700 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{16000 \text{ m/jam}} = 2,60 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 8,40 \text{ menit}$$

➤ Produksi kerja kasar = isi aktual bowl x jumlah siklus per jam

$$= 20,08 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{8,40 \text{ menit}} = 143,43 \text{ m}^3/\text{jam}$$

➤ Produksi kerja aktual = PKK x faktor efisiensi

$$= 143,43 \text{ m}^3/\text{jam} \times 55/60 = \mathbf{131,48 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

## 6.6 Produksi Kerja Dump Truk

Dump Truk merupakan alat angkut yang hampir selalu digunakan dalam kegiatan-kegiatan konstruksi, dimana analisis produksi kerja Dump Truk adalah untuk menghitung kemampuan alat dalam mengangkut material dalam satu jam kerja. Langkah-langkah yang dilakukan dalam menghitung produksi kerja Dump Truk, yaitu :

a. Menghitung Isi Aktual Bak

Untuk mendapatkan kapasitas actual bak adalah dengan rumus :

$$\text{Kapasitas aktual bak} = \text{kapasitas bak} \times \text{faktor muat} \dots\dots\dots (6.26)$$

Pada tabel 6.15 dapat dilihat kapasitas bak Dump Truk.

Tabel 6.15. Kapasitas Bak Dump Truk

Tipe Dump Truk	Kapasitas Peres	Kapasitas Munjung
769 C (40 ton)	17,5 m <sup>3</sup>	23,60 m <sup>3</sup>
773 B (58 ton)	26,00 m <sup>3</sup>	34,10 m <sup>3</sup>
777 C (95 ton)	36,40 m <sup>3</sup>	51,30 m <sup>3</sup>
785B (185 ton)	57,00 m <sup>3</sup>	78,00 m <sup>3</sup>
789B (195 ton)	73,00 m <sup>3</sup>	105,00 m <sup>3</sup>
793B (240 ton)	96,00 m <sup>3</sup>	129,00 m <sup>3</sup>

(Sumber : Nabar, 1998)

Sedangkan faktor muat dapat digunakan pendekatan antara 0,8 sampai dengan 0,9 artinya tingkat kepenuhan bak Dump Truk berkisar antara 80 % sampai dengan 90 % (Sukoto dalam Nabar, 1998).

b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus Dump Truk terdiri dari waktu muat, waktu manuver, waktu menumpahkan muatan dan waktu angkut/ kembali. Waktu siklus Dump Truk dapat dihitung dengan rumus-rumus berikut :

$$\text{Waktu muat} = \frac{\text{Kapasitas bak Dump truk (m}^3\text{)} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{PKA alat pemuat (m}^3\text{/jam)}} \dots (6.27)$$

$$\text{Waktu angkut/kembali} = \frac{\text{Jarak angkut/ kembali (km)} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan angkut/ kembali (km/jam)}} \dots (6.28)$$

c. Menghitung Produksi Kerja Kasar

Produksi kerja kasar dihitung dengan rumus :

$$\text{PKK} = \text{Kapasitas aktual bak} \times \text{jumlah siklus per jam} \dots\dots\dots (6.29)$$

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual

Dan produksi kerja aktual dihitung dengan rumus :

$$\text{PKA} = \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi} \dots\dots\dots (6.30)$$

**Contoh soal :**

- 1) Hitung Produksi Kerja Dump Truk, jika diketahui data-data Dump Truk adalah sebagai berikut :

Model alat	: 785 B
Kapasitas bak	: 57 m <sup>3</sup>
Waktu buang	: 2 menit
Kecepatan angkut	: 20 km/jam
Kecepatan kembali	: 25 km/jam
Jarak angkut/ kembali	: 5 km
Waktu tetap	: 4,5 menit
Produksi kerja Wheel Loader	: 380 m <sup>3</sup> /jam
Faktor isi	: 0,9
Faktor efisiensi kerja	: 50 menit/jam

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} > \text{Isi aktual bak} &= \text{kapasitas bak} \times \text{faktor isi} \\ &= 57 \text{ m}^3 \times 0,9 = 51,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

> Waktu siklus →

$$\text{Waktu muat} = \frac{57 \text{ m}^3 \times 60 \text{ menit/jam}}{380 \text{ m}^3/\text{jam}} = 9,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu angkut} = \frac{5 \text{ km} \times 60 \text{ menit/jam}}{20 \text{ km/jam}} = 15,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu kembali} = \frac{5 \text{ km} \times 60 \text{ menit/jam}}{25 \text{ km/jam}} = 12,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu buang} = 2,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu tetap} = 4,50 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 42,50 \text{ menit}$$

➤ Produksi kerja kasar = isi aktual bak x jumlah siklus per jam

$$\begin{aligned} &= 51,3 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{42,5 \text{ menit}} = 72,42 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{➤ Produksi kerja aktual} &= \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi} \\ &= 72,42 \text{ m}^3/\text{jam} \times 50/60 = \mathbf{60,35 \text{ m}^3/\text{jam}}\end{aligned}$$

- 2) Hitung produksi kerja Dump Truk yang memiliki kapasitas bak  $26 \text{ m}^3$ , kecepatan rata-rata kosong adalah  $30 \text{ km/jam}$  sedangkan kecepatan rata-rata berisi adalah  $25 \text{ km/jam}$ . Dumping dan standby adalah 2 menit, waktu muat 5 menit dan jarak angkut yang harus ditempuh adalah  $10 \text{ km}$  dengan efisiensi kerja  $55 \text{ menit/jam}$ , sedangkan faktor penyusutan bahan adalah  $0,85$ .

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}> \text{Isi aktual bak} &= \text{kapasitas bak} \times \text{faktor isi} \\ &= 26 \text{ m}^3 \times 0,85 = 22,1 \text{ m}^3\end{aligned}$$

> Waktu siklus →

$$\text{Waktu muat} = 9,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu dumping \& standby} = 2,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu angkut} = \frac{10 \text{ km} \times 60 \text{ menit/jam}}{25 \text{ km/jam}} = 24,00 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu kembali} = \frac{10 \text{ km} \times 60 \text{ menit/jam}}{30 \text{ km/jam}} = 20,00 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus} = 51,00 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}\text{➤ Produksi kerja kasar} &= \text{isi aktual bak} \times \text{jumlah siklus per jam} \\ &= 22,1 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{51,00 \text{ menit}} \\ &= 26,00 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{➤ Produksi kerja aktual} &= \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi} \\ &= 26,00 \text{ m}^3/\text{jam} \times 55/60 \\ &= \mathbf{28,83 \text{ m}^3/\text{jam}}\end{aligned}$$

## 6.7 Produksi Kerja Motor Grader

Motor Grader digunakan untuk membentuk permukaan tanah sesuai dengan tuntutan pekerjaan. Sesuai dengan fungsinya sebagai pembentuk permukaan tanah maka produksi kerja Motor Grader dihitung berdasarkan besar luas permukaan tanah yang dapat dibentuk atau dibersihkan dalam setiap jam ( $\text{m}^2/\text{jam}$ ). Empat langkah dalam menghitung produksi kerja Motor Grader, yaitu :

### a. Menghitung Luas Lintasan Kerja

Luas lintasan kerja merupakan luas areal permukaan tanah yang dapat dibersihkan atau dibentuk dalam satu lintasan kerja. Dimana luas lintasan kerja tergantung dari lebar efektif blade yaitu perkiraan lebar bersih permukaan tanah yang dapat diratakan dan panjang lintasan tergantung pada kondisi lapangan.

Luas lintasan kerja dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Luas lintasan kerja} = \text{Lebar Blade} \times \text{Panjang Lintasan} \dots\dots\dots (6.31)$$

Pada tabel 6.16 dapat dilihat lebar blade Motor Grader.

Tabel 6.16 Lebar Blade Motor Grader

Model Alat	Lebar Blade (m)	Perkiraan Lebar Efektif Blade (m)
120 B	2,62	2,42 – 2,32
140 B	2,76	2,56 – 2,46
120 G	2,49	2,29 – 2,19
130 G	2,57	2,37 – 2,27
12 G	2,57	2,37 – 2,27
140 G	2,57	2,37 – 2,27
14 G	2,87	2,67 – 2,57
16 G	3,10	2,90 – 2,80

(Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998)

### b. Menghitung Waktu Siklus

Waktu siklus pada Motor Grader terdiri dari waktu grading dan waktu tetap. Dimana waktu grading adalah waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan perataan dan waktu tetap adalah waktu yang digunakan untuk berputar, percepatan, perlambatan dan lain-lain.

Waktu grading dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Waktu grading} = \frac{\text{Panjang lintasan (m)} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan Grding (m/jam)}} \dots\dots\dots (6.32)$$

Kecepatan Motor Grader dalam berbagai tingkatan gigi dapat dilihat pada tabel 6.17.

Tabel 6.17. Kecepatan Motor Grader Tiap Tingkatan Gigi

Model Alat	Tingkatan Gigi dan Kecepatan (km/jam)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
120 B Maju	4,20	6,40	10,10	15,60	22,70	35,40	-	-
120 B Mundur	7,2	11,40	15,40	23,80	-	-	-	-
140 B Maju	4,50	6,90	10,70	16,50	24,40	37,60	-	-
140 B Mundur	7,70	12,00	16,70	25,60	-	-	-	-
120 G Maju	3,90	6,20	9,80	16,20	25,90	44,90	-	-
120 G Mundur								
130 G Maju	3,70	6,00	9,50	15,60	25,00	39,40	-	-
130 G Mundur								
12 G Maju	3,70	6,00	9,50	15,60	25,00	39,40	-	-
12 G Mundur								
140 G Maju	3,90	6,20	9,80	15,60	26,00	41,00	-	-
140 G Mundur								
140 B Maju	3,70	5,30	7,10	10,40	15,60	22,00	29,70	43,00
140 B Mundur	4,40	6,20	8,30	12,00	18,20	25,60	34,60	50,00
16 G Maju	3,90	5,30	7,20	10,80	15,80	22,30	30,10	43,60
16 G Mundur								

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

c. Menghitung Produksi Kerja Kasar

Produksi kerja kasar dihitung dengan rumus :

$$\text{PKK (m}^2\text{/jam)} = \text{Luas Lintasan Kerja} \times \text{Jumlah Siklus Per Jam} \dots (6.33)$$

d. Menghitung Produksi Kerja Aktual

Sedangkan produksi kerja aktual dihitung dengan rumus :

$$\text{PKA (m}^2\text{/jam)} = \text{PKK} \times \text{faktor-faktor efisiensi kerja} \dots\dots\dots (6.34)$$



**Contoh soal :**

1) Diketahui kondisi kerja dan data Motor Grader adalah sebagai berikut :

Model alat : 130 G  
Lebar Blade : 2,37 m  
Panjang lintasan : 900 meter  
Jumlah lintasan : 5  
Waktu tetap per lintasan : 3 menit  
Kecepatan pada :  
- Lintasan 1 dan 2 : 3,7 km/jam  
- Lintasan 3 : 6,0 km/jam  
- Lintasan 4 dan 5 : 9,5 km/jam  
Faktor efisiensi kerja : 0,83  
Hitunglah produksi kerja alat !

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} > \text{Luas lintasan kerja} &= \text{Lebar Blade} \times \text{Panjang Lintasan} \\ &= 900 \text{ m} \times 2,37 \text{ m} = 2133 \text{ m}^2 \\ > \text{Waktu siklus} &= \\ \text{Waktu grading} &= \frac{\text{Panjang lintasan (m)} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan Grding (m/jam)}} \\ \text{Lintasan 1 \& 2} &= \frac{900 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{3700 \text{ m/jam}} \times 2 = 29,19 \text{ menit} \\ \text{Lintasan 3} &= \frac{900 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{6000 \text{ m/jam}} = 9,00 \text{ menit} \\ \text{Lintasan 4 \& 5} &= \frac{900 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{9500 \text{ m/jam}} \times 2 = 11,37 \text{ menit} \\ \text{Waktu tetap per lintasan} &= 3 \text{ menit} \times 5 = \underline{15,00 \text{ menit}} \\ \text{Total waktu siklus} &= 64,56 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 > \text{Produksi kerja kasar} &= \text{Luas lintasan} \times \text{jumlah siklus per jam} \\
 &= 2133 \text{ m}^2 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{64,56 \text{ menit}} = 1982,34 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 > \text{Produksi kerja aktual} &= \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi} \\
 &= 1982 \text{ m}^2/\text{jam} \times 0,83 \\
 &= \mathbf{1645,34 \text{ m}^3/\text{jam}}
 \end{aligned}$$

2) Hitunglah produksi kerja dari Motor Grader jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Model alat	: 120 G
Lebar Blade	: 2,29 m
Panjang lintasan	: 800 meter dengan ketebalan penghamparan 20 cm
Jumlah lintasan	: 7
Waktu tetap per lintasan	: 1,5 menit
Kecepatan pada	:
- Lintasan 1	: 6,2 km/jam
- Lintasan 2 & 3	: 9,8 km/jam
- Lintasan 4 & 5	: 16,2 km/jam
- Lintasan 6	: 3,9 km/jam
- Lintasan 7	: 25,9 km/jam
Faktor efisiensi kerja	: 55 menit/jam

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 > \text{Luas lintasan kerja} &= \text{Lebar Blade} \times \text{Panjang Lintasan} \\
 &= 800 \text{ m} \times 2,29 \text{ m} = 1832 \text{ m}^2 \\
 > \text{Waktu siklus} &= \\
 &= \frac{\text{Panjang lintasan (m)} \times 60 \text{ menit/jam}}{\text{Kecepatan Grding (m/jam)}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Lintasan 1} &= \frac{800 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{6200 \text{ m/jam}} = 7,74 \text{ menit} \\
\text{Lintasan 2 \& 3} &= \frac{800 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{9800 \text{ m/jam}} \times 2 = 9,80 \text{ menit} \\
\text{Lintasan 4 \& 5} &= \frac{800 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{16200 \text{ m/jam}} \times 2 = 5,93 \text{ menit} \\
\text{Lintasan 6} &= \frac{800 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{3900 \text{ m/jam}} = 12,31 \text{ menit} \\
\text{Lintasan 7} &= \frac{800 \text{ m} \times 60 \text{ menit/jam}}{25900 \text{ m/jam}} = 1,85 \text{ menit} \\
\text{Waktu tetap per lintasan} &= 1,5 \text{ menit} \times 7 = \underline{10,50 \text{ menit}} \\
\text{Total waktu siklus} &= 48,13 \text{ menit}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
> \text{Produksi kerja kasar} &= \text{Luas lintasan} \times \text{jumlah siklus per jam} \\
&= 1832 \text{ m}^2 \times \frac{60 \text{ menit/jam}}{48,13 \text{ menit}} = 2283,81 \text{ m}^2/\text{jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
> \text{Produksi kerja aktual} &= \text{PKK} \times \text{tebal penghamparan} \times \text{faktor efisiensi} \\
&= 2283,81 \text{ m}^2/\text{jam} \times 0,25 \text{ m} \times 0,83 \\
&= \mathbf{523,37 \text{ m}^3/\text{jam}}
\end{aligned}$$

## 6.8 Produksi Kerja Compactor (Alat Pemadat)

Pada prinsipnya perhitungan produksi kerja untuk semua alat pemadat ataupun alat penggilas adalah sama. Bila dianalisis bentuk operasinya maka dapat dikatakan bahwa system operasi dari Compactor adalah ulang alik, dimana saat beroperasi memadatkan alat ini bergerak maju dan kembali dengan cara mundur dalam keadaan beroperasi.

Pada perhitungan produksi kerja alat pemadat tidak perlu dihitung isi aktual dan waktu siklus, jadi langsung dapat dihitung perproduksi kerja kasar dan produksi kerja aktual dari alat dengan rumus :

$$PKK = \frac{W \times L \times S}{P} \dots\dots\dots (6.35)$$

Dimana :

- W = lebar efektif pemadatan
- L = ketebalan pemadatan
- S = kecepatan pemadatan
- P = jumlah lintasan

Sedangkan produksi kerja aktual dapat dihitung dengan rumus :

$$PKA = PKK \times \text{faktor-faktor efisiensi} \dots\dots\dots (6.36)$$

Lebar efektif pemadatan berpedoman pada lebar roda alat pemadat yang digunakan. Biasanya dihitung berdasarkan ukuran lebar roda dikurangi tumpang tindih yang terjadi pada setiap jalur. Hal ini diperlukan agar pemadatan pada pinggir roda pemadat memiliki kepadatan yang sama sehingga sebagian kecil jalur pertama bagian tepi roda diulang gilang pada jalur berikutnya. Pada tabel 6.18 dapat dilihat lebar pemadatan dan kecepatan Compactor.

Tabel 6.18. Lebar Pemadatan dan Kecepatan Alat Pemadat

Jenis Alat	Lebar Pemadatan (m)	Kecepatan Maksimal (Km/jam)
Soil Compactor CS-323	1,22	10,50
Soil Compactor CS-431C/CS-433C	1,68	12,80
Soil Compactor CS-563C/CS-583C	2,13	12,80
DDV Asphalt Compactor CB-214C	1,00	10,50
DDV Asphalt Compactor CB-224C	1,20	10,50
DDV Asphalt Compactor CB-434B	1,442	11,60
DDV Asphalt Compactor CS-634C	2,013	12,20
Pneumatic Tire Asphalt Compactor PS-180	1,727	38,60
Pneumatic Tire Asphalt Compactor PS-300	1,90	26,50
Pneumatic Tire Asphalt Compactor PS-500	2,42	26,50

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Untuk faktor efisiensi diambil angka efektif berkisar 0,83 sampai dengan 0,91 karena secara umum tingkat kesulitan operasi dari alat pemadat lebih ringan (Nabar, 1998).

**Contoh Soal :**

- 1) Diketahui kondisi kerja dan data Soil Compactor model C5-583 C adalah sebagai berikut :

Lebar pemadatan = 2,13 m  
 Ketebalan pemadatan = 15 cm  
 Kecepatan alat = 12,8 km/jam  
 Jumlah lintasan = 6  
 Faktor efisiensi kerja = 0,83

Hitunglah produksi kerja alat tersebut !

Penyelesaian :

$$> \text{PKK} = \frac{W \times L \times S}{P} = \frac{2,13 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \times 12800 \text{ m/jam}}{6}$$

$$= 681,6 \text{ m}^3/\text{jam}$$

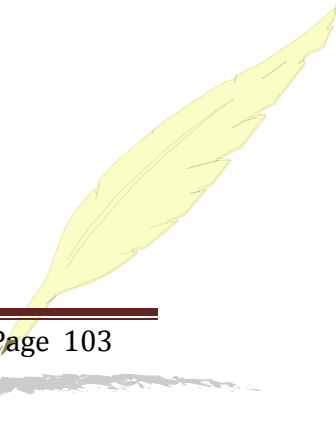
$$> \text{PKA} = \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi}$$

$$= 681,6 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,83 = \mathbf{565,73 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

- 2) Hitunglah produksi kerja dari Pneumatic Tire Roller jika diketahui data-data alat adalah sebagai berikut :

Model alat = PS-500  
 Lebar pemadatan = 2,42 m  
 Ketebalan pemadatan = 20 cm  
 Kecepatan alat = 26,5 km/jam  
 Jumlah lintasan = 5  
 Faktor efisiensi kerja = 50 menit/jam

Penyelesaian :



$$\begin{aligned}
 > \text{PKK} &= \frac{W \times L \times S}{P} = \frac{2,42 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 26500 \text{ m/jam}}{5} \\
 &= 2565,2 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 > \text{PKA} &= \text{PKK} \times \text{faktor efisiensi} \\
 &= 2565,2 \text{ m}^3/\text{jam} \times 50/60 = 2137,67 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

## 6.9 Produksi Kerja Asphalt Mixing Plant (AMP)

Asphalt Mixing Plant merupakan peralatan pabrik yang berfungsi sebagai pengolah aspal. Yang dimaksud dengan pengolah aspal adalah alat untuk mencampur agregat dan aspal untuk mencapai perkerasan yang disyaratkan. Untuk menghitung produksi kerja Asphalt Mixing Plant adalah dengan mengalikan kapasitas alat dengan faktor-faktor efisiensi.

### *Contoh soal :*

- 1) Hitunglah produksi kerja dari Asphalt Mixing Plant, jika diketahui kapasitas alat adalah 40 ton/jam dan faktor efisiensi kerja adalah 45 menit/jam !

#### Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi kerja} &= \text{Kapasitas alat} \times \text{efisiensi kerja} \\
 &= 40 \text{ ton/jam} \times 45/60 = \mathbf{30 \text{ ton/jam}}
 \end{aligned}$$

- 2) Hitung produksi kerja Asphalt Mixing Plant, jika diketahui kapasitas alat 50 ton/jam dan efisiensi kerja adalah 50 menit/jam !

#### Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi kerja} &= \text{Kapasitas alat} \times \text{efisiensi kerja} \\
 &= 50 \text{ ton/jam} \times 50/60 \\
 &= \mathbf{41,67 \text{ ton/jam}}
 \end{aligned}$$



## Rangkuman

Prinsip dasar dari perhitungan produksi kerja alat berat, yaitu :

- 1) Menghitung kapasitas actual
- 2) Menghitung waktu siklus
- 3) Menghitung Produksi Kerja Kasar (PKK)
- 4) Menghitung Produksi Kerja Aktual (PKA)

Atau dapat dihitung dengan satu rumus produksi kerja yang umum digunakan yaitu :

$$Q = q \times N \times E$$

Dimana :

$Q$  = produksi kerja per jam ( $m^3$ /jam)

$q$  = produksi kerja per siklus ( $m^3$ )

$N$  = jumlah siklus =  $\frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{Total waktu siklus (menit)}}$

$E$  = efisiensi kerja

## Latihan Soal

- 1) Hitunglah produksi kerja Excavator, jika data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Model alat : E 200/ 148 HP

Kapasitas bucket :  $0,85 m^3$

Waktu muat : 0,08 menit

Waktu ayun bermuatan : 0,07 menit

Waktu membuang muatan: 0,05 menit

Waktu ayun kosong : 0,05 menit

Carry factor : 0,80

Efisiensi kerja : 50 menit/jam

- 2) Hitunglah produksi kerja Bulldozer, jika kondisi kerja yang diketahui adalah sebagai berikut :

Tinggi Blade : 2,20 m

Lebar Blade : 4,12 m

Kecepatan gusur : 6,30 km/jam

Kecepatan kembali : 8,90 km/jam

Waktu tetap : 0,50 menit

Jarak gusur/ kembali : 80 m

Faktor koreksi :

Operator : 0,75

Cuaca (hujan) : 0,80

Efisiensi kerja : 55 menit/jam

- 3) Hitunglah produksi kerja Wheel Loader, jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Kapasitas bucket : 4,0 m<sup>3</sup>

Waktu siklus dasar : 0,5 menit

Jarak angkut/ kembali : 50 meter

Kecepatan angkut : 5,2 km/jam

Kecepatan kembali : 6,4 km/jam

Waktu tetap : 1,5 menit

Faktor isi : 0,84

Faktor efisiensi kerja : 0,83

- 4) Hitunglah produksi kerja Ripper yang bekerja di daerah penambangan, jika data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Model alat = D10N/ N0. 10

Penetrasi = 0,941 m

Lebar Garuan = 2,63 m

Panjang Garuan = 91 m

Waktu tetap = 0,25 menit

Kecepatan Ripping = 2,5 km/ jam

Faktor material = 0,9

Efisiensi kerja = 0,75

- 5) Hitunglah produksi kerja Dump Truk, jika kondisi kerja yang diketahui adalah sebagai berikut :



Kapasitas bak	: 20 m <sup>3</sup>
Waktu buang	: 0,8 menit
Kecepatan angkut	: 15 km/jam
Kecepatan kembali	: 20 km/jam
Jarak angkut/ kembali	: 2 km
Waktu tetap	: 0,7 menit
Produksi kerja Wheel Loader	: 200 m <sup>3</sup> /jam
Faktor isi	: 0,9
Faktor efisiensi kerja	: 50 menit/jam

- 6) Hitunglah produksi kerja Motor Grader yang bekerja meratakan tanah, jika kondisi kerja diketahui sebagai berikut :

Lebar Efektif Blade	: 2,00 m
Panjang lintasan	: 500 meter
Jumlah lintasan	: 5
Waktu tetap per lintasan	: 2,5 menit
Kecepatan pada	:
- Lintasan 1	: 3,10 km/jam
- Lintasan 2 dan 3	: 6,50 km/jam
- Lintasan 4 dan 5	: 8,20 km/jam
Faktor efisiensi kerja	: 40 menit/jam

- 7) Hitunglah produksi kerja Compactor, jika diketahui data-data sebagai berikut :

Lebar pemadatan	= 2,00 m
Ketebalan pemadatan	= 25 cm
Kecepatan alat	= 4,5 km/jam
Jumlah lintasan	= 5
Faktor efisiensi kerja	= 50 menit/jam

- 8) Hitunglah produksi kerja Wheel Tractor Scraper yang bekerja melakukan pemotongan dan penghamparan, jika data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Model alat	: 613 C
Kapasitas bowl	: 8,4 m <sup>3</sup>
Lebar pemotongan/ penghamparan	: 2,35 m

Waktu muat	: 0,19 menit
Waktu hampar	: 0,7 menit
Waktu tetap	: 0,7 menit
Kecepatan angkut	: 15 km/jam
Kecepatan kembali	: 20 km/jam
Jarak angkut/ kembali	: 800 meter
Faktor isi	: 0,85
Faktor efisiensi kerja	: 45 menit/jam

# MODUL VII

## BIAYA PEMILIKAN DAN OPERASI

### Tujuan Khusus

- Mahasiswa dapat menghitung biaya pemilikan alat berat
- Mahasiswa dapat menghitung biaya operasi alat berat

### Bahan Bacaan

Afrizal Nursin, Drs, 1995, *“Alat Berat”*, Pusat Pengembangan Pendidikan Politeknik, Bandung.

Direktorat Pembangunan Jalan, 1983, *“Petunjuk Analisa Biaya Proyek Pembangunan Jalan Padalarang – Ciliunyi – Jakarta”*, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum.

Nabar Darmansyah, Drs, 1993, *“Biaya Pemilikan dan Operasi Alat Berat”*, Palembang Sriwijaya Media Utama.

Nabar Darmansyah, Drs, 1998, *“Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat”*, Unsri, Palembang.

Rochmanhadi, Ir, 1993, *“Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat”*, Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.

### Prasyarat

Sudah mempelajari Bab VI

### Pendahuluan

Apabila kita telah menentukan kebijaksanaan untuk menggunakan peralatan dalam proyek konstruksi, maka kita harus menetapkan perhitungan biaya peralatannya. Menggunakan peralatan memerlukan suatu investasi atau modal yang harus dibayar kembali, yang dapat digunakan untuk investasi peralatan yang baru,

sebagai pengganti peralatan lama dan membiayai investasi lain yang dikeluarkan dalam rangka menyelesaikan suatu pekerjaan. Karena itulah biaya peralatan merupakan faktor yang penting dalam proyek konstruksi, tanpa pembayaran kembali atas jasa yang diberikan oleh peralatan tersebut maka jasa industri konstruksi tidak akan berkelanjutan.

Perhitungan biaya peralatan ditetapkan berdasarkan harga satuan pekerjaan. Dalam teknik konstruksi, digunakan istilah Biaya Pemeliharaan dan Operasi, biaya ini dihitung untuk setiap jam. Dalam menentukan biaya yang harus dikeluarkan untuk pengoperasian alat berat ada dua bagian penting yang perlu diperhitungkan yaitu biaya pemilikan, dimana biaya ini harus dikeluarkan baik alat sedang beroperasi maupun keadaan menganggur dan yang kedua adalah biaya operasi yang dikeluarkan hanya bila alat beroperasi. Dan dalam membuat harga satuan pekerjaan kedua biaya ini dianggap paling menentukan harga penawaran pekerjaan.

### **7.1 Biaya Pemilikan**

Biaya pemilikan disebut juga biaya tetap atau biaya pasti atau fixed cost yaitu biaya yang harus dikeluarkan dalam pemakaian peralatan yang disebabkan oleh investasi. Terdapat empat komponen biaya tetap, yaitu :

- Biaya penyusutan atau depresiasi, yaitu biaya atas konsekuensi dengan menurunkan harga jual peralatan karena dipakai atau aus dari umur peralatan mulai saat pembelian.
- Biaya asuransi, yaitu biaya yang harus ditanggung untuk menjamin penggantian biaya peralatan apabila terjadi kecelakaan atas penggunaan peralatan.
- Biaya pajak/ pajak tahunan, yaitu biaya yang harus ditanggung oleh adanya beban pajak atas peralatan.
- Biaya bunga atau biaya modal, yaitu biaya yang harus ditanggung atau uang yang dipinjam dari bank untuk membeli peralatan. Jika membeli dengan modal sendiri bunga atas modal yang dikeluarkan apabila modal tersebut disimpan di bank.

Sebelum menghitung biaya pemilikan maupun biaya operasi, terlebih dahulu harus diketahui umur ekonomis alat. Umur ekonomis alat ditaksir dalam jam, yaitu berapa jam peralatan dapat digunakan yang masih menghasilkan keuntungan.

Taksiran ini didasarkan terutama pada daerah atau jenis pekerjaan dan dalam prakteknya umur ekonomis alat juga dipengaruhi oleh faktor kecakapan operator, staf pemeliharaan dan perbaikan, model dan lain sebagainya. Pada tabel 7.1 dapat dilihat perkiraan usia ekonomis alat berat.

Tabel 7.1. Perkiraan Usia Ekonomis Alat Berat

Jenis Alat	Kondisi Daerah Kerja		
	8.000 jam	10.000 jam	12.000 jam
Excavator	8.000 jam	10. 000 jam	12. 000 jam
Bulldozer			
D3 – D7	8.000 jam	10. 000 jam	12. 000 jam
D8 – D10	15. 000 jam	18. 000 jam	20. 000 jam
Motor Grader	12. 000 jam	15. 000 jam	20. 000 jam
Wheel Loader			
910 – 966	8. 000 jam	10. 000 jam	12. 000 jam
980 – 982	10. 000 jam	12. 000 jam	15. 000 jam
Dump Truk	15. 000 jam	20. 000 jam	25. 000 jam
Wheel Tractor Scraper	8. 000 jam	12. 000 jam	16. 000 jam
Asphalt Compactor	8. 000 jam	12. 000 jam	15. 000 jam

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

### **Biaya Penyusutan**

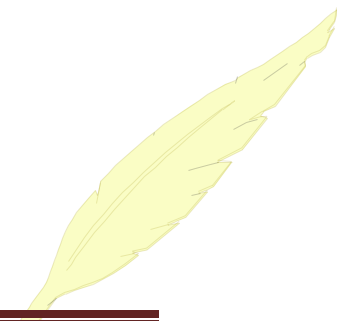
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghitung biaya penyusutan adalah dengan metode langsung (straight line method). Metode ini menggunakan rumus :

$$D = P - S \dots\dots\dots (7.1)$$

Dimana :

- D = Biaya penyusutan
- P = Harga pembelian
- S = Harga jual bekas

**Contoh soal :**



Sebuah Bulldozer dengan harga pembelian Rp 300.000.000,- dan nilai sisa alat setelah 8 tahun bernilai 10 % dari harga pembelian. Jika umur ekonomis alat adalah 10.000 jam, hitung biaya penyusutan alat per tahun dan per jamnya !

Penyelesaian :

Biaya penyusutan seluruhnya :

$$\begin{aligned} D &= \text{Rp } 300.000.000 - (10 \% \times \text{Rp } 300.000.000) \\ &= \text{Rp } 300.000.000 - \text{Rp } 30.000.000 \\ &= \text{Rp } 270.000.000 \end{aligned}$$

Biaya penyusutan tiap tahun :

$$Dt = \frac{\text{Rp } 270.000.000}{8 \text{ tahun}} = \text{Rp } 33.750.000,-/\text{tahun}$$

Biaya penyusutan per jam :

$$Dj = \frac{\text{Rp } 270.000.000}{10.000 \text{ jam}} = \text{Rp } 27.000,-/\text{jam}$$

**Biaya Asuransi, Pajak dan Bunga**

Perhitungan ketiga jenis biaya ini ditentukan oleh peraturan yang berlaku tiap-tiap tahunnya. Adanya kemungkinan inflasi akan mempengaruhi biaya peralatan. Kenaikan biaya atas kenaikan inflasi ini juga harus dimasukkan kedalam modal.

Untuk memudahkan perhitungan, dibuat satu rumus biaya investasi rata-rata per tahun. Biaya investasi merupakan penjumlahan biaya asuransi, pajak dan bunga atas modal. Rumus yang digunakan tersebut yaitu :

$$It = \frac{\frac{n+1}{2n} \times Pxi}{Hpy} \dots\dots\dots (7.2)$$

Dimana :

- It = biaya investasi
- n = jumlah tahun investasi
- P = harga pembelian
- i = persen (bunga + pajak + asuransi)
- Hpy = jumlah jam kerja rata-rata (jam/tahun)

Atau biaya pasti ini dapat juga dihitung dengan cara lain yang biasa digunakan dalam perhitungan biaya pasti di lapangan, yaitu menggunakan rumus :

$$G = \frac{(B - C) \times D + F}{W} \dots\dots\dots (7.3)$$

Dimana :

- G = biaya pasti per jam
- B = harga alat
- C = nilai sisa yaitu nilai/ harga dari peralatan yang bersangkutan setelah umur ekonomisnya berakhir, biasa diambil 10 % dari harga alat.
- D = faktor angsuran/ pengembalian modal  

$$= \frac{ix(1+i)^A}{(1+i)^A - 1} \dots\dots\dots (7.4)$$
- A = umur ekonomis peralatan dalam tahun yang lamanya tergantung dari tingkat penggunaan dan standar dari pabrik pembuatnya.
- F = biaya asuransi, pajak, bunga per tahun. Besarnya nilai ini diambil sebesar 2 permil dari harga alat atau 2 persen dari nilai sisa alat ( 0,002 x B) atau (0,02 x C)
- W = jumlah jam kerja alat dalam satu tahun
  - bagi peralatan yang bertugas berat (memungkinkan bekerja secara terus menerus sepanjang tahun) dianggap bekerja 8 jam/hari dan 250 hari/ tahun, maka :  

$$W = 8 \times 250 \times 1 = 2000 \text{ jam/ tahun}$$
  - bagi peralatan yang bertugas sedang dianggap bekerja 8 jam/hari dan 200 hari/ tahun, maka :  

$$W = 8 \times 200 \times 1 = 1600 \text{ jam/ tahun}$$
  - bagi peralatan yang bertugas ringan dianggap bekerja 8 jam/hari dan 150 hari/ tahun, maka :  

$$W = 8 \times 150 \times 1 = 1200 \text{ jam/ tahun}$$

**Contoh soal :**

Hitunglah biaya kepemilikan atau biaya pasti dari alat berat Bulldozer jika harga alat adalah Rp 250.000.000,-. Alat tersebut memiliki jam kerja rata-rata 2000 jam per tahun dengan umur ekonomis diperkirakan 5 tahun, sedangkan nilai sisa dari alat adalah sebesar 10 % dari harga alat dengan tingkat suku bunga yang berlaku adalah 6 %. Coba bandingkan dengan menggunakan kedua alternatif yang ada !

**Penyelesaian :**

**Cara pertama :**

$$\begin{aligned}\text{Harga penyerahan} &= \text{Rp. } 250.000.000,- \\ \text{Nilai sisa 10 \%} &= \text{Rp. } 25.000.000,- (-) \\ \text{Harga penyerahan untuk dasar penyusutan} &= \text{Rp. } 225.000.000,- \\ \text{Biaya Penyusutan} &= \frac{\text{Rp. } 225.000.000}{2000 \text{ jam} \times 5 \text{ tahun}} = \text{Rp. } 22.500,-\end{aligned}$$

Biaya bunga, pajak, asuransi =

$$It = \frac{\frac{n+1}{2n} x Pxi}{Hpy} = \frac{\frac{5+1}{2.5} x \text{Rp. } 250.000.000 \times 0,06}{2000 \text{ jam}} = \text{Rp. } 4.500,-$$

Jadi biaya pemilikan per jam = Rp. 22.500 + Rp. 4.500 = **Rp 27.000,-**

**Cara kedua :**

$$\begin{aligned}G &= \frac{(B - C) \times D + F}{W} \\ &= \frac{(\text{Rp. } 250.000.000 - \text{Rp. } 25.000.000) \times 0,237 + \text{Rp. } 500.000}{2000 \text{ jam}} \\ &= \text{Rp } 26.912,-/\text{jam} \\ D &= \frac{ix(1+i)^A}{(1+i)^A - 1} = \frac{0,06 \times (1+0,06)^5}{(1+0,06)^5 - 1} = 0,237 \\ F &= 0,002 \times \text{Rp } 250.000.000 = \text{Rp. } 500.000,-\end{aligned}$$



Dari kedua cara di atas dapat dilihat bahwa selisih antara cara pertama dan cara kedua tidak terlalu besar (Rp 326,-) sehingga penyelesaian soal dapat dilakukan dengan menggunakan kedua cara.

## 7.2 Biaya Operasi dan Pemeliharaan

Biaya operasi dan pemeliharaan disebut juga biaya variabel yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan peralatan dalam pekerjaan konstruksi. Secara teoritis biaya-biaya yang harus dibuat dalam biaya operasi dan pemeliharaan ini antara lain yaitu :

### 1) Biaya bahan bakar

Biaya bahan bakar ini dihitung dengan mengalikan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi alat dengan satuannya. Jumlah konsumsi bahan bakar ini agak sulit ditentukan secara akurat karena banyak faktor yang mempengaruhinya, misalnya HP mesin, efisiensi kerja, faktor lapangan dan factor alat itu sendiri. Konsumsi bahan bakar secara umum dapat ditentukan dengan rumus :

Mesin Diesel $\rightarrow qf = Hp \times f \times 0,15$
Mesin Bensin $\rightarrow qf = Hp \times f \times 0,23$

..... (7.5)

Dimana :

$qf$  = jumlah bahan bakar yang diperlukan

$f$  = faktor efisiensi

### 2) Biaya pelumas dan filler

Merupakan biaya yang diperlukan untuk kebutuhan minyak lumas dan gemuk lumas. Biaya yang dikeluarkan tergantung dari kebutuhan setiap jam yang bervariasi sesuai dengan ukuran HP mesin, kapasitas bak mesin, kondisi ring piston, interval penggantian pelumas dan banyaknya bagian yang memerlukan pelumasan serta kondisi kerja.

Namun jika tidak ada data lengkap tentang kebutuhan minyak lumas maka dapat ditentukan dengan rumus :

$$q = \frac{1,014 \text{ HP} \times f \times 0,002716 \text{ liter per HP- jam}}{0,8868 \text{ Lb per liter}} + \frac{C}{t} \dots\dots (7.6)$$

Dimana :

- q = jumlah minyak lumas yang dikonsumsi
- HP = Horse Power mesin
- C = kapasitas Crankcase (gallon)
- t = interval penggantian pelumas (jam)

Konsumsi minyak dan gemuk lumas ditentukan per jam dan biaya lain yang harus diperhitungkan seperti biaya filter, dimana biaya filter ini dapat ditentukan dengan menghitung jumlah filter yang dibutuhkan dalam 1 jam. Pada tabel 7.2 dan 7.3 berikut dapat dilihat perhitungan kebutuhan biaya filter per jam dan konsumsi minyak dan gemuk lumas per jam.

Dalam format perhitungan standar seperti pada tabel 7.2 dan 7.3 mungkin jarang ditemui karena kurang efisien dalam waktu. Untuk itu dalam menghitung biaya filter diambil suatu angka faktor yang menunjukkan kebutuhan filter dalam 2000 jam, misalnya didapat jumlah filter yang dibutuhkan dalam 2000 jam sebanyak 24 buah, maka angka ini dibagi dengan waktu 2000 jam akan menjadi 0,012, dan angka 0,012 inilah yang dianggap sebagai faktor kebutuhan per jam.

Tabel 7.2. Perhitungan Kebutuhan Biaya Filter Per Jam

Uraian Pemakaian Filter	Interval Penggantian (jam)	Harga Satuan (Rp)	Jumlah per 2000 jam (buah)	Jumlah Biaya (Rp)
Crankcase	250	.....	8	.....
Transmission	500	.....	4	.....
Hydraulic	500	.....	4	.....
Bahan Bakar :				
Primer	2000	.....	1	.....
Final	500	.....	4	.....
Udara :				
Primer	2000	.....	1	.....
Sekunder	1000	.....	2	.....

(Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998)

Tabel 7.3. Konsumsi Minyak dan Gemuk Lumas Per Jam

Model Alat	Crankcase (liter)	Transmission (liter)	Final Drive (liter)	Hydraulic Control (liter)	Gemuk Lumas (kg)
206B FT	0,040	0,008	0,040	0,060	0,520
211B LC	0,040	-	0,040	0,060	0,428
212B FT	0,040	0,008	0,040	0,040	0,520
E 450	0,187	0,003	0,019	0,029	0,070
E 650	0,357	0,007	0,068	0,430	0,075
613 C	0,049	0,026	0,016	0,049	0,684
627 E	0,219	0,155	0,104	0,066	0,286
657 E	0,454	0,257	0,182	0,094	0,158
768 C	0,182	0,101	0,083	0,447	0,096
775 B	0,273	0,101	0,078	0,475	0,058
793	0,864	0,224	0,331	0,796	0,136
814 B	0,113	0,060	0,051	0,043	0,019
834 B	0,166	0,102	0,102	0,121	0,031
910 E	0,038	0,023	0,009	0,036	0,082
936 F	0,089	0,038	0,015	0,038	0,045
994	0,787	0,276	0,442	0,435	0,369
D6D	0,109	0,045	0,038	0,024	0,042
D8L	0,181	0,166	0,022	0,035	0,051
D 11N FT	0,424	0,242	0,019	0,125	0,049
120 G	0,084	0,068	0,049	0,034	0,063
16 G	0,120	0,197	0,121	0,057	0,062

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

### 3) Biaya ban

Biaya ban dihitung untuk alat-alat yang beroda ban dan biasanya dipengaruhi harga satuan ban dan usia pelayanan ban itu sendiri. Untuk menentukan usia pelayanan ban memang agak sulit karena usia ban ini banyak dipengaruhi kondisi kerja di lapangan, terutama untuk medan kerja yang sangat bervariasi. Usia pelayanan ban rata-rata dapat dilihat pada tabel 7.4.

Tabel 7.4. Usia Pelayanan Rata-rata

Type Ban	Usia Pelayanan Ban		
	Jam	Mil	Km
E-3Std Blas Belt	2510	25100	40400
E-4 Xtra Tread	3510	35100	56500
Radial R1 4 Xtra	4200	42000	67600

(Sumber : Cartepillar Performance Handbook, dalam Nabar, 1998)

Faktor koreksi usia pelayanan ban Dump Truk dan Scraper dapat dilihat pada tabel 7.5.

Tabel 7.5. Faktor Koreksi Usia Pelayanan Ban Dump Truk dan Scraper

Uraian Kondisi	Faktor
I. Pemeliharaan	
Baik	1,090
Sedang	0,981
Buruk	0,763
II. Kecepatan	
16 km/jam	1,090
32 km/jam	0,872
48 km/jam	0,763
III. Permukaan Jalan	
Tanah lunak tanpa batuan	1,090
Tanah lunak dengan beberapa batuan	0,981
Jalan kerikil terpelihara baik	0,763
Hasil ledakan yang tajam	0,654
IV. Posisi Roda	
Trailing	1,090
Depan	0,981
Penggerak	0,872
Penggerak belakang	0,736
Self propelled	0,654
V. Muatan	
Muatan ijin	1,090
Kelebihan 20 %	0,872
Kelebihan 40 %	0,545
VI. Tikungan	
Tidak ada	1,090
Sedang	0,981
Banyak	0,872
VII. Kemiringan Jalan	
Rata (datar)	1,090
Maksimal 5 %	0,981
Maksimal 15 %	0,763
VIII. Kombinasi dengan lainnya	
Ada	1,090
Sedang	0,981
Tidak ada	0,872

(Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998)

Dengan mengetahui usia pelayanan ban maka biaya ban dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Biaya ban (Rp/ jam)} = \frac{\text{Harga ban (Rp)}}{\text{Usia pelayanan ban (jam)}} \dots\dots\dots (7.7)$$

#### 4) Biaya roda rantai

Ada empat faktor yang mempengaruhi biaya roda rantai, antara lain yaitu :

##### - Undercarriage Basic Factor

Merupakan faktor basis untuk biaya roda rantai. Faktor ini mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap biaya roda rantai. Angka faktor ini berbeda pada setiap alat dan selalu berubah sesuai dengan pergeseran waktu.

##### - Impact Factor

Merupakan angka faktor yang menunjukkan tingkat benturan yang terjadi pada roda rantai saat beroperasi di lapangan. Dalam prakteknya factor benturan ini didasarkan pada tiga kondisi yaitu :

- benturan tinggi : terdapat benjolan-benjolan pada permukaan jalan setinggi lebih dari 15 cm
- benturan sedang : sebagian permukaan jalan dapat digilas, dengan tinggi benjolan antara 7,5 sampai 15 cm.
- benturan rendah : seluruh permukaan jalan dapat digilas dan benjolan masuk ke dalam tanah.

##### - Abrasiveness Factor

Merupakan angka faktor yang menunjukkan tingkat keausan pada roda rantai ketika melewati suatu jenis permukaan jalan. Tingkat keausan ini dibagi dalam 3 kondisi, yaitu :

- keausan tinggi : bila suatu jenis alat melewati permukaan jalan tanah basah, mengandung pasir dan kerikil tajam.
- keausan sedang : permukaan jalan tanah agak basah mengandung pasir dan kerikil tajam
- keausan rendah : permukaan jalan tanah yang kering mengandung sedikit bahan tajam.

- “Z” Factor

Merupakan angka faktor yang menunjukkan tingkat pemeliharaan dan pengoperasian alat.

Faktor basis untuk roda rantai dari faktor ini dapat dilihat pada tabel 7.6.

Tabel 7.6. Faktor Basis Roda Rantai

Model Alat	Faktor
D11N	17,50
D10N	12,00
D9R	9,50
D8, 973, 594, 245 dan D7 LGP	8,50
D7, 968, 583, D6 LGP, D7 SA	8,00
D6, 953, 572, 235, D5 LGP, D7 SA	6,20
D5, 934, 571, 227, D4 LGP, dan D6 SA	5,00
D4, 831, 561, 225, 215 SA, D3 LGP	3,70
D3, D4 SA, 215	2,50

(Sumber : *Cartepillar Performance Handbook*, dalam Nabar, 1998)

Dari angka-angka faktor basis roda rantai, impact, abrasiveness dan “Z”, dapat ditentukan biaya roda rantai dengan rumus :

$$\text{Biaya roda rantai} = \text{Faktor Basis} \times (I + A + Z) \times \text{kurs} \dots\dots\dots (7.8)$$

Dimana :

Kurs = kurs mata uang karena faktor basis dibuat berdasarkan standar Amerika.

5) Biaya reparasi

Biaya reparasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk reparasi dalam pemeliharaan alat secara periodic. Biaya reparasi sangat sulit ditentukan karena adanya variasi yang sangat tinggi. Untuk lebih memudahkan perhitungan, biaya reparasi dimulai dari peralatan beroperasi sampai dengan dihapuskan (sepanjang umur ekonomis), diperkirakan 80 % sampai dengan 90 % dari biaya penyusutan total.

6) Biaya perlengkapan khusus

Biaya perlengkapan khusus merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perlengkapan seperti cutting edges, ripper tip, bucket teeth dan lain-lain. Disini termasuk biaya-biaya pengelesan pada boom dan sticknya. Biaya-biaya ini sangat bervariasi tergantung pada penggunaan, jenis material dan teknik operasinya.

Secara umum untuk menghitung biaya perlengkapan khusus ini sama dengan biaya ban. Ada dua faktor yang mempengaruhinya yaitu harga satuan dan usia pelayanannya. Rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Biaya perlengkapan khusus} = \frac{\text{Harga Perlengkapan Khusus (Rp)}}{\text{Usia Pelayanan (jam)}} \dots (7.9)$$

#### 7) Biaya operator

Biaya operator relatif sudah dapat ditentukan karena hal ini merupakan ketentuan yang dibuat langsung sebelum operator bekerja. Biasanya ditetapkan berdasarkan ketentuan yang berlaku atau kesepakatan kedua belah pihak. Biasanya dihitung upah dalam setiap jam operasi alat.

Mengingat banyak ragamnya peralatan dari berbagai merk yang akan dipergunakan, estimator akan mengalami kesulitan apabila perhitungan biaya operasi dan pemeliharaan menggunakan manual tiap-tiap alat yang bersangkutan. Untuk memudahkan perhitungan biaya operasi dan pemeliharaan suatu peralatan digunakan rumus-rumus pendekatan yang berlaku.

Rumus-rumus perhitungan pendekatan biaya operasi dan pemeliharaan tersebut adalah sebagai berikut :

##### A. Biaya bahan bakar (H)

Besarnya bahan bakar yang digunakan untuk mesin penggerak adalah tergantung dari besarnya kapasitas mesin yang biasa diukur dengan HP (Horse Power)

$$H = (12,50\% \text{ s/d } 17,50\%) \times M_s \times H_P \dots (7.10)$$

Dimana :

H = besarnya bahan bakar yang digunakan dalam 1 jam dalam 1 liter

HP = kapasitas mesin penggerak dalam HP

12,50 % = untuk alat yang bertugas ringan

17,50 % = untuk alat yang bertugas berat

##### B. Biaya pelumas (L)

Besarnya pelumas (seluruh pemakaian pelumas) yang digunakan untuk alat yang bersangkutan dihitung berdasarkan kapasitas mesin yang diukur dengan HP.

$$L = (1,00\% \text{ s/d } 2,00\%) \times M_p \times H_P \dots (7.11)$$

Dimana :

- L = besarnya pemakaian pelumas dalam 1 jam dalam 1 liter
- HP = kapasitas mesin penggerak dalam HP
- 1 % = untuk peralatan sederhana
- 2 % = untuk peralatan cukup kompleks

C. Biaya perbaikan dan perawatan (K)

Untuk menghitung biaya spare part, ban, accu, perbaikan alat dan lain sebagainya yang berkaitan dengan perbaikan dalam per jam kerja digunakan pendekatan :

$$K = (12,50\% \text{ s/d } 17,50\%) \times \frac{B}{W} \dots\dots\dots (7.12)$$

Dimana :

- B = harga pokok alat
- W = jumlah jam kerja dalam 1 tahun
- 12,5% = untuk alat yang bertugas ringan
- 17,5% = untuk alat yang bertugas berat

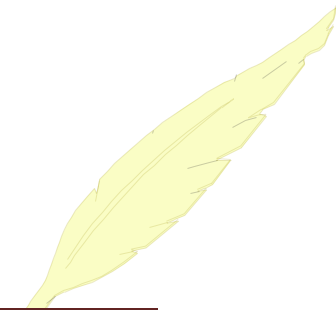
D. Biaya Operator (M)

Upah di dalam biaya operasi biasanya dibedakan antara upah untuk operator/driver upah untuk pembantu operator. Adapun besarnya upah untuk operator/driver dan pembantunya tersebut diperhitungkan sesuai dengan “perhitungan upah kerja” dimana upah operator dan upah pembantunya diperhitungkan dalam jam.

**Contoh Soal :**

Hitunglah biaya operasi dan pemeliharaan dari Dump Truck dengan model alat 775 B/ 100 HP dengan menggunakan kedua cara, jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

- Harga alat = Rp 500.000.000,00
- Jam operasi per tahun = 2000 jam
- Biaya penggantian ban = Rp 40.000.000,00
- Usia pelayanan ban = 4000 jam
- Bahan bakar diesel 23 liter/jam = Rp 5500 per liter
- Pelumas mesin 0,273 liter/jam = Rp 20.000 per liter





- Pelumas Transmission 0,101 liter/jam = Rp 20.000 per liter
- Pelumas Final Drive 0,078 liter/jam = Rp 20.000 per liter
- Pelumas Hidrolik 0,0475 liter /jam = Rp 20.000 per liter
- Grease 0,058 kg/jam = Rp 25.000 per kg
- Filter 0,012 buah/jam = Rp 30.000 per buah
- Upah Operator = Rp 8000 per jam

Penyelesaian :

**Cara 1 :**

- Biaya bahan bakar = 23 liter/jam x Rp 5500 = Rp 126.500,00
- Biaya pelumas, filter dan gemuk =
  - Pelumas mesin = 0,273 liter/jam x Rp 20.000 = Rp 5.460,00
  - Pelumas Transmission = 0,101 liter/jam x Rp 20.000 = Rp 2.020,00
  - Pelumas Final Drive = 0,078 liter/jam x Rp 20.000 = Rp 1.560,00
  - Pelumas Hidrolik = 0,0475 liter /jam x Rp 20.000 = Rp 950,00
  - Grease = 0,058 kg/jam x Rp 25.000 = Rp 1.450,00
  - Filter = 0,012 buah/jam x Rp 30.000 = Rp 360,00
  - Rp 40.000.000,00
- Biaya ban =  $\frac{\text{Rp 40.000.000,00}}{4000 \text{ jam}}$  = Rp 10.000,00
- Operator = Rp 8.000,00
- Total biaya operasi dan pemeliharaan per jam = **Rp 156.300,00**

**Cara 2 :**

- Bahan bakar = 17,5 % x Rp 5500 x 100 = Rp 96.250,00
- Pelumas = 1 % x Rp 20000 x 100 = Rp 20.000,00
- Rp. 500.000.000
- Perbaikan dan perawatan = 17,5 % x  $\frac{\text{Rp. 500.000.000}}{2000}$  = Rp 43.750,00
- Operator = Rp 8.000,00
- Total biaya operasi dan pemeliharaan per jam = **Rp168.000,00**

## Rangkuman

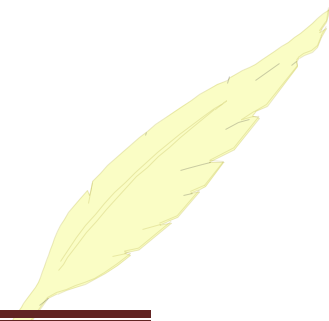
Biaya pemilikan disebut juga biaya tetap atau biaya pasti atau fixed cost yaitu biaya yang harus dikeluarkan dalam pemakaian peralatan yang disebabkan oleh investasi. Terdapat empat komponen biaya tetap, yaitu :

- Biaya penyusutan atau depresiasi
- Biaya asuransi
- Biaya pajak/ pajak tahunan
- Biaya bunga atau biaya modal

Biaya operasi dan pemeliharaan disebut juga biaya variabel yaitu semua biaya yang dikeluarkan untuk mengoperasikan peralatan dalam pekerjaan konstruksi. Secara teoritis biaya-biaya yang harus dibuat dalam biaya operasi dan pemeliharaan ini antara lain yaitu :

- Biaya bahan bakar
- Biaya pelumas dan filter
- Biaya ban
- Biaya roda rantai
- Biaya reparasi
- Biaya perlengkapan khusus
- Biaya operator

Secara garis besar perhitungan biaya operasi dan pemilikan dapat dilakukan dengan dua alternatif. Kedua alternatif tersebut dapat dirangkum dalam sebuah tabel seperti terlihat pada tabel 7.7 dan 7.8.



Tabel 7.7. Perhitungan Biaya Operasi dan Pemilikan

Nama alat :		Tanggal :
Perlengkapan :		
<b>NILAI PENYUSUTAN</b>		
Harga Penyerahan (termasuk perlengkapan) ( A )		Rp.....
Biaya Penggantian Ban (B)		Rp.....
Ban depan Rp.....		
Ban penggerak Rp .....		
Ban belakang Rp .....		
Nilai penyerahan tanpa ban ( C )	( A - B )	Rp.....
Nilai jual kembali ( D )	..... % X A	Rp.....
Nilai bersih untuk dasar penyusutan ( E )	( A - B - D )	Rp.....
Biaya pemilikan		
1. Biaya penyusutan ( F )	<u>Nilai bersih penyusutan ( E )</u> Usia ekonomis alat (jam)	Rp.....
2. Biaya bunga, pajak dan asuransi ( G )	<u>Faktor x harga penyerahan (A) x %</u> Jam kerja alat per tahun	Rp.....
<b>Jumlah Biaya Pemilikan Per Jam ( H )</b>	(F + G)	Rp.....
<b>BIAYA OPERASI</b>		
3. Biaya Bahan Bakar ( I )	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
4. Biaya pelumas, filter dan gemuk ( J )		
a. Pelumas mesin	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
b. Pelumas Transmisi	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
c. Pelumas Final Drive	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
d. Pelumas Hidrolik	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
e. Filter	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
f. Gemuk Lumas	Jumlah konsumsi x harga satuan	Rp.....
5. Biaya ban ( K )	<u>Jumlah biaya ban ( B )</u> Usia pelayanan ban	Rp.....
6. Biaya reparasi ( L )	Faktor basis x ELM x kurs	Rp.....
7. Biaya roda rantai (Undercarriage) ( M )	Faktor basis x ( I + A+Z) x kurs	Rp.....
8. Biaya perlengkapan khusus ( N )	<u>Harga perlengkapan khusus</u> Usia pelayanan	Rp.....
<b>Jumlah Biaya Operasi ( O ) per jam</b>	( I + J + K + L + M + N )	Rp.....
9. Upah Operator dan Pembantu Operator ( P )		Rp.....
<b>Total biaya pemilikan, operasi dan upah operator per jam</b>	(M + O + P)	Rp.....

(Sumber : Nabar, 1998)

Tabel 7.8. Perhitungan Biaya Operasi dan Pemilikan dengan Rumus Pendekatan

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan
A.	Uraian Peralatan			
	1. Jenis Peralatan			
	2. Tenaga	Pw		
	3. Kapasitas	Cp		Liter
	4. Alat baru :	A		tahun
	a. Umur Ekonomis	W		jam
	b. Jam kerja ( 1 tahun )	B		Rupiah
	c. Harga alat	A'		tahun
	Alat yang dipakai :	W'		jam
	a. Umur Ekonomis	B'		Rupiah
	b. Jam Kerja ( 1 tahun )			
	c. Harga alat			
B.	Biaya Pasti per jam Kerja			
	1. Nilai sisa alat : $10 \% \times B$	C		Rupiah
	2. Faktor Angsuran Modal : $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D		
	3. Biaya pasti per jam :			
	a. Biaya Pengembalian Modal $\frac{(B' - C) \times D}{W'}$	E		Rupiah
	b. Asuransi, dan lain-lain $0,002 \times B'$	F		Rupiah
	Biaya Pasti per jam $(E + F)$	G		Rupiah
C.	Biaya Operasi per jam Kerja			
	1. Bahan Bakar : $(0,125 - 0,175 \text{ liter/Hp/jam}) \times Pw \times Ms$	H		Rupiah
	2. Pelumas : $(0,01 - 0,02 \text{ liter/Hp/jam}) \times Pw \times Mp$	I		Rupiah
	3. Perawatan dan Perbaikan $\frac{12,5\% - 17,5\% \times B'}{W'}$	K		Rupiah
	4. Operator : $(1 \text{ orang/jam}) \times V1$	L		Rupiah
	5. Pembantu Operator $(1 \text{ orang/jam}) \times V2$	M		Rupiah
	Biaya Operasi per jam $(H + I + K + L + M)$	P		Rupiah
D.	Total Biaya Sewa Alat/jam $(G + P)$	S		Rupiah
E.	Lain-lain			
	1. Tingkat Suku Bunga	i		per tahun
	2. Upah Operator/ Sopir	V1		Rupiah/jam
	3. Upah Pembantu Operator/ Pembantu Sopir	V2		Rupiah/jam
	4. Bahan Bakar Bensin	Mb		Rp/liter
	5. Bahan Bakar Solar	Ms		Rp/liter
	6. Minyak Pelumas	Mp		Rp/liter

(Sumber : RAB Jalan Departemen Pekerjaan Umum, 2006)

# DAFTAR BIAYA SEWA PERALATAN PER JAM KERJA

No.	URAIAN	KODE	HP	KAP.	HARGA ALAT	BIAYA SEWA ALAT/JAM (di luar PPN)
1	ASPHALT MIXING PLANT	E01	294.0	60.0 T/Jam	3,135,000,000	4,886,073.35
2	ASPHALT FINISHER	E02	72.4	10.0 Ton	2,205,000,000	864,196.04
3	ASPHALT SPRAYER	E03	4.0	850.0 Liter	87,000,000	62,880.65
4	BULLDOZER 100-150 HP	E04	155.0	-	900,000,000	439,400.25
5	COMPRESSOR 4000-6500 L/M	E05	60.0	5,000.0 5,000.00	110,000,000	134,377.40
6	CONCRETE MIXER 0.3-0.6 M3	E06	20.0	500.0 Liter	175,500,000	155,697.36
7	CRANE 10-15 TON	E07	138.0	15.0 Ton	1,488,000,000	554,092.23
8	DUMP TRUCK 3.5 TON	E08	100.0	3.5 Ton	120,000,000	187,930.33
9	DUMP TRUCK 10 TON	E09	190.0	10.0 Ton	360,000,000	358,902.76
10	EXCAVATOR 80-140 HP	E10	133.0	0.9 M3	850,000,000	399,618.39
11	FLAT BED TRUCK 3-4 M3	E11	190.0	10.0 ton	330,800,000	352,125.89
12	GENERATOR SET	E12	180.0	135.0 KVA	207,000,000	310,585.83
13	MOTOR GRADER >100 HP	E13	135.0	10,800.0 10,800.00	676,000,000	361,797.31
14	TRACK LOADER 75-100 HP	E14	70.0	0.8 M3	542,000,000	247,445.87
15	WHEEL LOADER 1.0-1.6 M3	E15	96.0	1.5 M3	564,000,000	285,852.58
16	THREE WHEEL ROLLER 6-8 T	E16	55.0	8.0 Ton	350,000,000	183,673.64
17	TANDEM ROLLER 6-8 T.	E17	82.0	8.1 Ton	1,195,425,000	414,465.23
18	TIRE ROLLER 8-10 T.	E18	100.5	9.0 Ton	900,000,000	369,596.54
19	VIBRATORY ROLLER 5-8 T.	E19	82.0	7.1 Ton	918,787,500	350,261.99
20	CONCRETE VIBRATOR	E20	5.5	25.0 25.00	4,000,000	42,515.63
21	STONE CRUSHER	E21	220.0	50.0 T/Jam	1,010,989,671	560,411.35
22	WATER PUMP 70-100 mm	E22	6.0	-	5,000,000	41,157.85
23	WATER TANKER 3000-4500 L.	E23	100.0	4,000.0 Liter	105,000,000	184,449.06
24	PEDESTRIAN ROLLER	E24	8.8	835.00 Ton	150,000,000	87,462.11
25	TAMPER	E25	4.7	121.00 Ton	17,000,000	48,263.37
26	JACK HAMMER	E26	0.0	1,330.00 1,330.00	35,000,000	40,122.95
27	FULVI MIXER	E27	345.0	2,005.00 2,005.00	900,000,000	1,039,407.01
28	CONCRETE PUMP	E28	100.0	8.00 M3	112,500,000	184,459.13
29	TRAILER 20 TON	E29	175.0	20.00 Ton	600,000,000	386,161.29
30	PILE DRIVER + HAMMER	E30	25.0	2.50 Ton	875,000,000	267,093.88
31	CRANE ON TRACK 35 TON	E31	125.0	35.0 Ton	850,000,000	376,296.59
32	WELDING SET	E32	40.0	250.0 Amp	17,500,000	87,293.56
33	BORE PILE MACHINE	E33	150.0	2,000.0 Meter	2,250,000,000	711,698.84
34	ASPHALT LIQUID MIXER	E34	5.0	1,000.0 Liter	15,000,000	42,235.09
35	TRONTON	E35	150.0	15.0 Ton	450,000,000	411,473.60
36	COLD MILLING	E36	248.0	1,000.0 m	4,945,000,000	1,514,215.88
37	ROCK DRILL BREAKER	E37	3.0	-	900,000,000	314,028.21
38	COLD RECYCLER	E38	900.0	2.2 M	19,500,000,000	5,708,672.65
39	HOT RECYCLER	E39	400.0	3.0 M	29,250,000,000	7,345,369.10
40	AGGREGAT (CHIP) SPREADER	E40	115.0	3.5 M	395,000,000	411,654.38
41	ASPHALT DISTRIBUTOR	E41	115.0	4,000.0 Liter	395,000,000	291,682.37
42	SLIP FORM PAVER	E42	105.0	2.5 M	1,337,142,857	477,247.47
43	CONCRETE PAN MIXER	E43	134.0	600.0 Liter	1,000,000,000	506,325.67
44	CONCRETE BREAKER	E44	290.0	20.0 m3/jam	900,000,000	628,029.17
45	ASPAHLT TANKER	E45	190.0	4,000.0 liter	500,000,000	404,472.16
46	CEMENT TANKER	E46	190.0	4,000.0 liter	500,000,000	378,278.76
47	CONDRETE MIXER (350)	E47	20.0	350.0 liter	35,000,000	70,118.05
48	VIBRATING RAMMER	E48	4.2	80.0 KG	20,000,000	47,975.68
49	TRUK MIXER (AGITATOR)	E49	220.0	5.0 M3	750,000,000	481,558.83
50	BORE PILE MACHINE	E50	125.0	60.0 CM	1,170,000,000	519,084.45
51	CRANE ON TRACK 75-100 TON	E51	200.0	75.0 Ton	900,000,000	491,326.44
52	BLENDING EQUIPMENT	E52	50.0	30.0 Ton	500,000,000	177,541.21
53	ASPHALT LIQUID MIXER	E34a	40.0	20,000.0 Liter	150,000,000	120,400.92

### Latihan Soal :

- 1) Hitunglah biaya kepemilikan alat berat Excavator jika diketahui harga penyerahan alat Rp 700 juta. Sedangkan nilai sisa alat setelah 10 tahun diperkirakan 10 % dari harga alat, sedangkan jam kerja rata-rata alat per tahun adalah 2000 jam dan tingkat suku bunga yang berlaku 12,5 % !
- 2) Hitunglah biaya kepemilikan alat berat Bulldozer jika diketahui harga penyerahan alat Rp 950 juta. Sedangkan nilai sisa alat setelah 5 tahun diperkirakan 30 % dari harga alat, sedangkan jam kerja rata-rata alat per tahun adalah 1500 jam dan tingkat suku bunga 12 %, asuransi 1 % dan pajak 1 % !
- 3) Hitunglah biaya kepemilikan alat berat Motor Grader jika diketahui harga penyerahan alat Rp 800 juta. Sedangkan nilai sisa alat setelah 10 tahun diperkirakan 10 % dari harga alat, sedangkan jam kerja rata-rata alat per tahun adalah 1500 jam dan tingkat suku bunga yang berlaku 12 % !
- 4) Hitunglah biaya operasi dan pemeliharaan dari Concrete Vibrator yang memiliki kapasitas alat 4 HP dengan harga alat Rp 11 juta. Sedangkan jam kerja rata-rata per tahun adalah 1500 jam dengan tingkat suku bunga 12,5 % !
- 5) Hitunglah biaya operasi dan pemeliharaan dari Dump Truck model 814 B, jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Jam operasi per tahun	= 1500 jam
Biaya penggantian ban	= Rp 50 juta
Usia pelayanan ban	= 3000 jam
Bahan bakar diesel	= 24 liter/ jam
Crankcase	= 0,113 liter/ jam
Transmission	= 0,06 liter/ jam
Final Drive	= 0,051 liter/ jam
Hidraulic Control	= 0,043 liter/ jam
Gemuk lumas	= 0,019 kg/ jam
Filter	= 0,01 buah/ jam

- 6) Hitunglah biaya pemilikan dan operasi dari Excavator model E 110 B/ 140 HP dengan harga alat Rp 750 juta, jika jam kerja alat rata-rata 1500 jam/ tahun

dengan usia ekonomis 5 tahun dengan nilai sisa alat 10 % dari harga alat dan tingkat suku bunga yang berlaku 18 %.

- 7) Hitunglah biaya pemilikan dan operasi alat dari Wheel Loader dengan data-data sebagai berikut :

Harga alat	= Rp 600 juta
Umur manfaat	= 5 tahun
Jam operasi per tahun	= 1500 jam
Nilai sisa	= 25 % dari harga alat
Biaya penggantian ban	= Rp 45 juta
Usia pelayanan ban	= 4000 jam
Bunga uang	= 12 % per tahun
Pajak	= 1 % per tahun
Asuransi	= 1 % per tahun
Bahan bakar diesel	= 7,5 liter/ jam
Crankcase	= 0,038 liter/ jam
Transmission	= 0,023 liter/ jam
Final Drive	= 0,009 liter/ jam
Hidraulic Control	= 0,036 liter/ jam
Gemuk lumas	= 0,082 kg/ jam
Filter	= 0,015 buah/ jam

Catatan :

Asumsi daftar harga upah, bahan bakar dan pelumas yang digunakan :

Operator	= Rp 8500 per jam
Pembantu Operator	= Rp 8000 per jam
Bensin	= Rp 6000 per liter
Solar	= Rp 5500 per liter
Pelumas	= Rp 20.000 per liter
Gemuk lumas	= Rp 25.000 per liter
Filter	= Rp 30.000 per buah

# MODUL VIII

## PERHITUNGAN BIAYA PEKERJAAN DENGAN ALAT BERAT

### Pendahuluan

Di dalam menghitung perkiraan biaya pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat-alat berat sangatlah perlu mengetahui biaya utama untuk keperluan tersebut. Biaya utama yang dimaksud disini adalah biaya di dalam rupiah untuk satu satuan volume, luas, panjang dan sebagainya yang dihasilkan oleh alat yang bersangkutan untuk satu jenis pekerjaan.

Biaya utama biasanya dihitung untuk satu alat, tetapi dapat juga untuk satu “armada alat” untuk satu jenis pekerjaan. Yang dimaksud dengan armada alat disini adalah satu group/ beberapa alat yang bekerja bersama atau pun secara estafet di dalam melaksanakan suatu pekerjaan.

Misalnya didalam melaksanakan pekerjaan drainase maka alat yang bekerja antara lain satu Dragline, satu Backhoe dan satu Bulldozer, disini ketiga alat tersebut merupakan satu armada alat yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan drainase. Contoh lain misalnya alat-alat yang dibutuhkan untuk pembuatan jalan antara lain adalah alat pencampur aspal atau alat pencampur beton, alat-alat pemadat dan sebagainya.

Perhitungan biaya utama dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Biaya Utama} = \frac{\text{Biaya Kepemilikan} + \text{Biaya Operasi Alat atau Armada Alat}}{\text{Hasil Produksi Alat atau Armada Alat}} \dots (8.1)$$

Untuk jenis-jenis pekerjaan, terutama pekerjaan tanah yang dilaksanakan dengan satu alat, maka biaya utama akan sama dengan harga satuan produksi alat.

Jadi untuk jenis pekerjaan dengan alat tunggal dapat digunakan rumus :

$$\text{Biaya Utama} = \frac{\text{Biaya Kepemilikan} + \text{Biaya Operasi Alat}}{\text{Produksi Alat}} \dots (8.2)$$

### 8.1 Volume Pekerjaan (*Bill of Quantity*)

Sebetulnya istilah Bill of Quantity adalah berupa daftar semua kegiatan pelaksanaan pekerjaan lengkap dengan volume dan satuan-satuannya, harga satuan



jenis pekerjaannya dan sub total serta total harganya. Jadi sudah merupakan Rekapitulasi Engineer's Estimate secara menyeluruh.

Tetap pada umumnya orang menyebut volume pekerjaan dengan Bill of Quantity karena biasanya sebelum pelelangan pekerjaan, setiap peserta pelelangan dibagikan daftar volume pekerjaan yang telah tercantum di dalam Bill of Quantity dengan maksud agar para peserta lelang tinggal mengisi blanko tersebut.

Volume pekerjaan diperoleh dari perhitungan dan gambar rencana dari hasil survey dan pengukuran dilapangan. Didalam menghitung volume pekerjaan harus pula memperhitungkan semua faktor yang mungkin mempengaruhi.

Untuk pekerjaan tanah harus diperhitungkan faktor-faktor konversi antara tanah asli, tanah gembur, tanah padat dan sebagainya, seperti jika kita menghitung kapasitas dan produksi alat. Satuan volume pekerjaan dapat bermacam-macam : m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, dan lain sebagainya.

Selain faktor tersebut di atas juga harus diperhitungkan pengaruh-pengaruh yang menyebabkan bertambahnya ataupun berkurangnya volume pekerjaan, misalnya pengendapan lumpur pada pekerjaan pengerukan lumpur dari pekerjaan rehabilitasi sistem drainase, gugusan tebing karena banjir pada pekerjaan pembuatan tanggul pengaman sungai dan lain sebagainya.

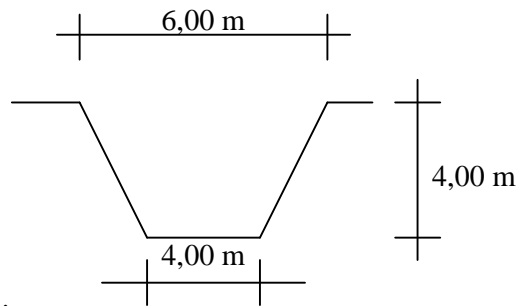
***Contoh soal :***

- 1) Hitunglah volume tanah yang sedang dikerjakan pada pekerjaan galian di lokasi gunung cadas sedangkan daerah yang harus digali berukuran panjang 15 km, lebar 6 m dan kedalaman 5 m.

***Penyelesaian :***

$$\begin{aligned}\text{Volume galian} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{kedalaman} \times \text{faktor gembur} \\ &= 15.000 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 5 \text{ m} \times 1,11 \\ &= \underline{499.500 \text{ m}^3}\end{aligned}$$

- 2) Hitunglah volume galian dari suatu saluran berbentuk trapesium dengan panjang 20 km, seperti pada gambar berikut :



Penyelesaian :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan galian} &= \frac{2a + 2b}{2} \times t \times p \\
 &= \frac{(2.1\text{m}) + (2.4\text{ m})}{2} \times 4\text{ m} \times 20.000\text{ m} \\
 &= \underline{400.000\text{ m}^3}
 \end{aligned}$$

## 8.2 Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Waktu pelaksanaan pekerjaan merupakan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Setiap pekerjaan akan mempunyai target volume pekerjaan yaitu berapa besar pekerjaan yang dapat dilakukan oleh alat-alat berat kita secara keseluruhan atau masing-masing di dalam jangka waktu satu jam. Target pelaksanaan pekerjaan merupakan “angka” yang harus kita jadikan “patokan” bekerja selama suatu satuan jangka waktu, misalnya : berapa  $\text{m}^3$  per jam, per minggu atau per bulan, berapa km per minggu, per bulan atau per tahun, berapa  $\text{m}^2$  per jam, per minggu atau per bulan dan lain sebagainya. Perhitungan produksi kerja dan volume pekerjaan merupakan dasar untuk menghitung waktu pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat berat.

Dimana waktu pelaksanaan pekerjaan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Waktu pelaksanaan pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan (m}^3\text{)}}{\text{Produksi Kerja Alat (m}^3\text{/jam)}} \dots\dots\dots (8.3)$$

Umumnya pada pelaksanaan pekerjaan, jam kerja dihitung sebesar 8 jam dalam sehari, sehingga jika waktu pelaksanaan pekerjaan diinginkan dalam satuan hari maka waktu pelaksanaan pekerjaan dalam jam harus dibagi dengan 8 jam.

**Contoh soal :**

- 1) Berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh Excavator dengan produksi kerja  $173 \text{ m}^3/\text{jam}$  untuk menyelesaikan pekerjaan galian, sedangkan daerah kerja yang harus digali berukuran panjang 3 km, lebar 11 m dan kedalaman 2 m !

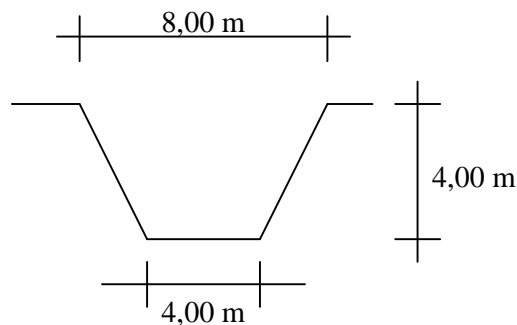
Penyelesaian :

$$\text{Volume pekerjaan} = p \times l \times t = 3000 \text{ m} \times 11 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 66.000 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu penyelesaian pekerjaan} &= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{PKA Excavator}} \\ &= \frac{66.000 \text{ m}^3}{173 \text{ m}^3/\text{jam}} = 381,5 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\text{Dalam hari} = \frac{381,5 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 47,7 \approx 48 \text{ hari}$$

- 2) Berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh Excavator dengan produksi kerja  $200 \text{ m}^3/\text{jam}$  untuk menggali saluran dengan panjang 15 km berbentuk trapesium seperti pada gambar berikut :



Penyelesaian :

$$\text{Volume pekerjaan galian} = \frac{2a + 2b}{2} \times t \times p$$

$$= \frac{(2.2 \text{ m}) + (2.4 \text{ m})}{2} \times 4 \text{ m} \times 15.000 \text{ m}$$

$$= \underline{360.000 \text{ m}^3}$$

$$\text{Waktu penyelesaian pekerjaan} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{PKA Excavator}}$$

$$= \frac{360.000 \text{ m}^3}{200 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1800 \text{ jam}$$

$$\text{Dalam hari} = \frac{1800 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = \underline{225 \text{ hari}}$$

### Jumlah Alat Yang Digunakan

Jumlah peralatan yang dibutuhkan sangat tergantung pada hal-hal berikut :

- Volume pekerjaan yang dihitung dari gambar rencana dari hasil survei
- Pemilikan peralatan yang akan digunakan dan penentuan cara-cara pelaksanaan pekerjaan
- Kondisi/ keadaan tanah/ medan di mana pekerjaan akan dilaksanakan
- Keadaan cuaca pada waktu pelaksanaan pekerjaan, dan sebagainya

Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah alat adalah :

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Waktu penyelesaian pekerjaan untuk satu alat}}{\text{Waktu penyelesaian pekerjaan yang diinginkan}} \dots\dots\dots (8.4)$$

Atau jumlah alat dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Volume pekerjaan total}}{\text{Produksi kerja alat dalam waktu yang diinginkan}} \dots\dots\dots (8.5)$$



**Contoh soal :**

- 1) Pada suatu pekerjaan perataan tanah sebanyak  $20.000 \text{ m}^3$  menggunakan Bulldozer dengan produksi kerja  $72 \text{ m}^3/\text{jam}$ . Berapa unit Bulldozer yang dibutuhkan jika pekerjaan diharapkan dapat diselesaikan dalam waktu 10 hari?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}\text{Waktu penyelesaian pekerjaan} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{PKA Bulldozer}} \\ &= \frac{20.000 \text{ m}^3}{72 \text{ m}^3/\text{jam}} = 277,78 \text{ jam}\end{aligned}$$

$$\text{Dalam hari} = \frac{277,78 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = \underline{34,7225 \text{ hari}}$$

Jika diinginkan waktu penyelesaian dalam waktu 10 hari maka jumlah Bulldozer yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Jumlah Bulldozer} = \frac{34,7225 \text{ hari}}{10 \text{ hari}} = \underline{3,5 \approx 4 \text{ unit}}$$

- 2) Berapa unit Dump Truk yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pengangkutan tanah dalam waktu 15 hari dengan volume pekerjaan  $60.000 \text{ m}^3$ , jika produksi kerja Dump Truk adalah  $50 \text{ m}^3/\text{jam}$  ?

Penyelesaian :

$$\text{Waktu penyelesaian pekerjaan} = \frac{60.000 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1200 \text{ jam}$$

$$\text{Dalam hari} = \frac{1200 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = \underline{150 \text{ hari}}$$

Jika diinginkan waktu penyelesaian dalam waktu 15 hari maka jumlah Bulldozer yang dibutuhkan adalah :

$$\text{Jumlah Bulldozer} = \frac{150 \text{ hari}}{15 \text{ ari}} = \underline{10 \text{ unit}}$$

### **Biaya Satuan dan Biaya Total Pekerjaan**

Setelah kita menghitung biaya-biaya kepemilikan dan biaya-biaya operasi untuk tiap-tiap alat maupun untuk suatu armada alat dan juga kita telah menghitung kapasitas atau produksi tiap-tiap alat ataupun produksi suatu armada alat, maka kita bisa menentukan biaya per satuan produksi. Biaya per satuan produksi dihitung seperti pada rumus (8.1).

Kadang-kadang biaya per satuan produksi dapat terdiri dari satu kegiatan, tetapi dapat pula terdiri dari beberapa kegiatan, misalnya :

- Yang terdiri dari satu kegiatan, antara lain : stripping, galian, timbunan, ripping, pemadatan, dan sebagainya.
- Yang terdiri dari beberapa jenis kegiatan, antara lain : pembuatan jalan, pembuatan tanggul, dan sebagainya.

Sebelum menghitung biaya pelaksanaan pekerjaan hal lain yang perlu diperhitungkan adalah harga satuan bahan-bahan bangunan pada lokasi pekerjaan atau tempat-tempat disekitarnya. Perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan dapat didasarkan pada perhitungan-perhitungan pokok, yaitu biaya utama (prime cost), biaya tambahan (mark up cost), biaya persiapan (establishment cost) dan biaya-biaya untuk pajak.

Seperti telah dijelaskan di atas secara terperinci bahwa biaya utama tersebut didasarkan pada biaya pemilikan dan operasi alat serta produksi yang dihasilkan oleh alat-alat yang dipergunakan untuk pelaksanaan pekerjaan, satu per satu atau untuk suatu armada alat, ataupun per satu jenis pekerjaan atau untuk beberapa jenis pekerjaan.

Untuk menghitung biaya total pekerjaan maka biaya per unit alat atau pun armada alat pada suatu pekerjaan dikalikan dengan dengan volume pekerjaan, selanjutnya dijumlahkan, sehingga didapatkan biaya total pekerjaan. Perhitungan ini juga harus mempertimbangkan harga material dan upah tenaga kerja.

#### **Contoh soal :**

- 1) Pada suatu proyek pembangunan jalan memerlukan tanah timbunan dari material sebesar  $120.000 \text{ m}^3$  dan faktor gembur material 1,2 dimana harga tanah per  $\text{m}^3$

adalah Rp 50.000. Hitung biaya satuan pekerjaan dan biaya total pekerjaan jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

Jenis Alat	PKA	Sewa per jam (Rp)
Dump Truk	56 m <sup>3</sup> /jam	21.420
Wheel Loader	124 m <sup>3</sup> /jam	96.700
Bulldozer	80 m <sup>3</sup> /jam	150.000
Motor Grader	500 m <sup>2</sup> /jam (tebal hamparan 30 cm) = 150 m <sup>3</sup> /jam	80.000
Tandem Roller	120 m <sup>3</sup> /jam	100.000

Penyelesaian :

→ Jam kerja alat :

$$\text{- Dump Truk} = \frac{120.000 \text{ m}^3}{56 \text{ m}^3/\text{jam}} = 2142,86 \text{ jam}$$

$$\text{- Wheel Loader} = \frac{120.000 \text{ m}^3}{124 \text{ m}^3/\text{jam}} = 967,74 \text{ jam}$$

$$\text{- Bulldozer} = \frac{120.000 \text{ m}^3}{80 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1500 \text{ jam}$$

$$\text{- Motor Grader} = \frac{120.000 \text{ m}^3}{150 \text{ m}^3/\text{jam}} = 800 \text{ jam}$$

$$\text{- Tandem Roller} = \frac{120.000 \text{ m}^3}{120 \text{ m}^3/\text{jam}} = 1000 \text{ jam}$$

→ Total biaya pekerjaan :

- Dump Truk	= Rp. 21420 x 2142,86	= Rp 45.900.061,-
- Wheel Loader	= Rp. 96700 x 967,74	= Rp 93.580.458,-
- Bulldozer	= Rp. 150000 x 1500	= Rp 225.000.000,-
- Motor Grader	= Rp. 80000 x 800	= Rp 64.000.000,-
- Tandem Roller	= Rp. 100000 x 1000	= Rp 100.000.000,-
- Tanah timbunan	= (1,2 x 120000 m <sup>3</sup> ) x Rp 50000	= <u>Rp 7.200.000.000,-</u>
Total biaya pekerjaan		= <b>Rp 7.728.480.519,-</b>

$$\rightarrow \text{Biaya satuan pekerjaan} = \frac{\text{Rp } 7.728.480.519,-}{120.000 \text{ m}^3} = \text{Rp. } 64.404,-$$

Perhitungan biaya satuan pekerjaan dan biaya total pekerjaan dapat juga dihitung dengan menggunakan perhitungan koefisien, yaitu sebagai berikut :

➔ Perhitungan koefisien alat dan tenaga kerja :

Jumlah alat (di tempat pengambilan material):

- Wheel Loader = 1 unit
- Dump Truk =  $124 \text{ m}^3/\text{jam} : 56 \text{ m}^3/\text{jam} = 2,214$  unit

Jumlah alat (di lokasi penimbunan):

- Tandem Roller = 1 unit
- Bulldozer =  $120 \text{ m}^3/\text{jam} : 80 \text{ m}^3/\text{jam} = 1,5$  unit
- Motor Grader =  $120 \text{ m}^3/\text{jam} : 150 \text{ m}^3/\text{jam} = 0,8$  unit

➔ Koefisien Wheel Loader =  $1 / (124 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,00806$

➔ Koefisien Dump Truk =  $2,214 / (124 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,0179$

➔ Koefisien Tandem Roller =  $1 / (120 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,00833$

➔ Koefisien Motor Grader =  $0,8 / (120 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,00667$

➔ Koefisien Buldozer =  $1,5 / (120 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,0125$

➔ Koefisien Operator =  $1 / (120 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,00833$

➔ Koefisien Pembantu Operator (3 orang) =  $3 / (120 \text{ m}^3/\text{jam}) = 0,025$

➔ Analisa Biaya Satuan :

No	Uraian	Sat	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
A	Tenaga kerja				
	1. Operator	Jam	0,00833	8500	70,80
	2. Pemb Op	Jam	0,02500	8000	200,00
B	Material				
	1. Tanah	M <sup>3</sup>	1,2	50000	60.000
C	Peralatan				
	1. Wheel Loader	Jam	0,00806	96700	779,40
	2. Dump Truk	Jam	0,01790	21420	383,42
	3. Tandem Roller	Jam	0,00833	100000	833,00
	4. Motor Grader	Jam	0,00667	80000	533,60
	5. Buldozer	Jam	0,01250	150000	1875,0
Total biaya satuan pekerjaan					64.675,22



$$\begin{aligned}
 \rightarrow \text{Total biaya pekerjaan} &= \text{volume pekerjaan} \times \text{biaya satuan pekerjaan} \\
 &= 120.000 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 64.675,22 \\
 &= \text{Rp. } 7.761.026.400,-
 \end{aligned}$$

### Rangkuman

Biaya utama dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Biaya Utama} = \frac{\text{Biaya Kepemilikan} + \text{Biaya Operasi Alat atau Armada Alat}}{\text{Hasil Produksi Alat atau Armada Alat}}$$

Waktu pelaksanaan pekerjaan dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Waktu pelaksanaan pekerjaan} = \frac{\text{Volume pekerjaan (m}^3\text{)}}{\text{Produksi Kerja Alat (m}^3\text{/jam)}}$$

Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung jumlah alat adalah :

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Waktu penyelesaian pekerjaan untuk satu alat}}{\text{Waktu penyelesaian pekerjaan yang diinginkan}}$$

Atau jumlah alat dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah alat} = \frac{\text{Volume pekerjaan total}}{\text{Produksi kerja alat dalam waktu yang diinginkan}}$$

### Latihan Soal

1) Diketahui data-data alat berat adalah sebagai berikut :

#### Excavator :

Model alat : 224 D

Kapasitas bucket : 1,7 m<sup>3</sup>

Carry factor : 0,95

Faktor efisiensi : 0,83

Alat ini beroperasi menggali tanah yang merupakan material batu hasil ledakan dan tempat pembuangan berukuran kecil.

**Dump Truk :**

Model alat	: 773 B
Kapasitas bak	: 26 m <sup>3</sup>
Waktu buang	: 1,20 menit
Kecepatan angkut	: 22 km/jam
Kecepatan kembali	: 28 km/jam
Jarak angkut/kembali	: 2 km
Waktu tetap	: 3 menit
Faktor isi	: 0,85
Faktor efisiensi kerja	: 0,83

**Ditanya :**

- b. Hitunglah waktu yang dibutuhkan Excavator untuk menyelesaikan pekerjaan jika daerah kerja yang harus digali berukuran :
- Panjang = 3,00 km  
Lebar = 11,00 m  
Kedalaman = 2,00 m
- c. Berapa buah Dump Truk yang dibutuhkan untuk mengimbangi pekerjaan Excavator ?
- 2) Untuk menyelesaikan saluran proyek irigasi dioperasikan beberapa buah Excavator dan Dump Truck. Sesuai dengan rencana proyek tersebut harus selesai dalam jangka waktu 50 hari kerja. Dump Truck disewa dengan harga Rp 100.000 per jam. Produksi kerja Dump Truck adalah 75 m<sup>3</sup>/jam. Sedangkan biaya sewa alat Excavator adalah Rp 250.000 per jam dengan produksi kerja adalah 200 m<sup>3</sup>/jam. Hitunglah berapa buah Excavator dan Dump Truk yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu 50 hari dan berapa biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut, jika volume pekerjaan yang harus diselesaikan adalah 300.000 m<sup>3</sup> !
- 3) Pada suatu proyek pembangunan jalan, dilakukan pekerjaan galian sebesar 100000 m<sup>3</sup> dan pekerjaan timbunan 150000 m<sup>3</sup>. Harga tanah timbunan per m<sup>3</sup> adalah Rp 55.000,- dan tingkat suku bunga bank yang berlaku adalah 24 %.

Pekerjaan dilakukan dengan menggunakan alat berat Excavator dan Dump truk, dengan data sebagai berikut :

\* Excavator type Front Shovel (Harga alat : Rp. 750 juta)

- Model Alat = E 110 B/ 79 Hp
- Kapasitas bucket = 3,1 m<sup>3</sup>
- Waktu muat = 0,13 menit
- Waktu ayun bermuatan = 0,07 menit
- Waktu menumpahkan muatan = 0,04 menit
- Waktu ayun kosong = 0,07 menit
- Carry factor = 1,15
- Effisiensi kerja = 0,91

\* Dump Truk (Harga alat : Rp 400 juta)

- Model alat = 789 B
- Kapasitas bak = 73 m<sup>3</sup>
- Waktu buang = 2,5 menit
- Kecepatan angkut = 12 km/jam
- Kecepatan kembali = 23 km/jam
- Jarak angkut/kembali = 3,5 km
- Waktu tetap = 3,5 menit
- Faktor isi = 0,85
- Effisiensi kerja = 0,83

Pertanyaan :

- a. Berapa buah Dump Truk yang dibutuhkan jika digunakan 2 buah Excavator !
- b. Berapa lama waktu yang diperlukan masing-masing alat untuk menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan tersebut !
- c. Berapa total biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan tersebut jika rata-rata alat mempunyai jam kerja 1500 jam/tahun !
- d. Hitunglah koefisien alat dan 3 orang pekerja bila jam kerja 1 hari adalah 8 jam/hari !

- 4) Diketahui data pada pekerjaan galian dengan menggunakan 2 buah alat berat Excavator dan Dump Truck adalah sebagai berikut :

Volume pekerjaan galian =  $100000 \text{ m}^3$   
Produksi kerja Excavator =  $155 \text{ m}^3/\text{jam}$   
Produksi kerja Dump Truck =  $35 \text{ m}^3/\text{jam}$   
Sewa alat Excavator = Rp 130.000 per jam  
Sewa alat Dump Truck = Rp 110.000 per jam

Hitunglah biaya satuan pekerjaan jika upah pekerja Rp 7000 per jam dan upah mandor Rp 8000 per jam.

- 5) Hitunglah biaya satuan pekerjaan urugan tanah yang menggunakan beberapa alat berat, jika data-data yang diketahui adalah sebagai berikut :

No.	Alat Yang Digunakan	PKA	Sewa Alat per jam
1.	Wheel Loader	$191 \text{ m}^3/\text{jam}$	Rp. 145.600,-
2.	Dump Truk	$38 \text{ m}^3/\text{jam}$	Rp. 123.000,-
3.	Motor grader	$1782 \text{ m}^2/\text{jam}$	Rp. 154.000,-
4.	Vibro Roller	$145 \text{ m}^3/\text{jam}$	Rp. 138.000,-
5.	Water Tanker	$200 \text{ m}^3/\text{jam}$	Rp. 119.000,-

Jika volume pekerjaan adalah  $200000 \text{ m}^3$ , sedangkan harga tanah timbunan per  $\text{m}^3$  adalah Rp 45.000,- dan ketebalan hamparan yang diinginkan adalah 25 cm dengan faktor gembur tanah adalah 1,2.

Catatan :

Asumsi daftar harga upah dan bahan bakar (jika diperlukan) :

Mandor = Rp 8500 per jam  
Pekerja = Rp 8000 per jam  
Bensin = Rp 6000 per liter  
Solar = Rp 5500 per liter  
Pelumas = Rp 20.000 per liter  
Gemuk lumas = Rp 25.000 per liter  
Filter = Rp 30.000 per buah

## **KERJAKAN SESUAI URUTAN ABSEN DIMULAI ANGKATAN 9 –10—11--12**

1. **Sebagai kepala peralatan diminta menghitung pengeluaran biaya pengeluaran untuk peralatan pengerjaan tanah (penggalian dan perataan) dengan BULLDOZER tipe D8S,** tanahnya adalah lempung pengan panjang jalan yang harus diratakan 1000 meter lebar jalan 7 meter, dengan kemiringan lahan 15% dan akan diratakan menjadi kemiringan 0 % dan berat volume tanah adalah 1600 kg/m<sup>3</sup>.
2. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** menyelesaikan galian tanah sepanjang 5 km, tanah dibuang sejauh 10km dari lokasi. Berat volume tanah 1700 kg/m<sup>3</sup> . Sedangkan ketinggian tanah yang akan digali rata-rata adalah 4 meter dengan rencana lebar galian 10 meter untuk pembuatan jalan raya
3. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** pekerjaan perataan tanah suatu lahan yang akan dibangun perumahan dengan panjang 1000 meter dan lebar 500 meter dengan rata-rata ketinggian adalah 2.5 meter, dengan berat jenis tanah 1750 kg/m<sup>3</sup>
4. **Sebagai kepala Seksi Peralatan di Dinas PU Bengkulu Diminta menghitung biaya pengeluaran peralatan untuk** pekerjaan longsor jalan di km 76+870 dengan panjang 500 meter ketinggian lognsoran 5 meter dan lebar bawah longsor adalah 3 meter, sehingga mengganggu perjalan dari Bengkulu keluar kota/
5. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** sebuah jalan akan diurug agregat dengan ketebalan 30 cm dengan panjang jalan 2000 meter dan lebar jalan 11 meter.
6. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** produksi dan pencampuran agregat dengan loader sebanyak 1500 m<sup>3</sup> dan diangkut dengan dumptruck ke lokasi proyek yang berjarak 10 km dari quarry pengolahan
7. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk perataan tanah sebuah scraper** dengan kapasitas bowl 8 m<sup>3</sup> peres berat kosong 10 ton panjang blade 2.40 meter , dengan berat volume tanah 1700 kg/m<sup>3</sup> dan tebal rata2 penggalian 40 cm dengan panjang 1400 meter
8. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** produksi aspal dengan volume 3000 ton, dan diangkut kelapangan sejauh 10 km
9. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** pekerjaan pengaspalan tebal 12 cm dengan lebar jalan 7 meter dan panjang jalan 3000 meter
10. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk sebuah power shovel** untuk memuat ke dalam truk sebuah agregat klas B, dan diangkut sejauh 15 km dari lokasi quarry
11. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk pekerjaan pemadatan urugan tanah setebal 50 cm** dengan panjang jalan 7000 meter dengan lebar 7 meter.
12. **Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk** meratakan tanah dengan grader dengan tumpukan agregat di jalan dengan rencana tebal adalah 15 cm dipadatkan dengan tandem roller . Apabila untuk meratakan gundukan diperlukan 7 kali passing alt motor grader sehingga menjadi rata dan terpadatkan.

### 13. Soal untuk no absen 13

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.

14. Berapa biaya pengeluaran peralatan untuk pekerjaan pelebaran sungai Ciliwung dari semula 50 meter menjadi 70 meter dan tanah hasil galian dibuang berjarak 10 km dari lokasi kerja . . Panjang sungai yang harus dinormalisasi adalah 2000 meter dengan kedalaman 5 meter. Jika digunakan 2 (dua) alat excavator berapa hari akan selesai dan berapa biaya peralatan yang dikeluarkan.

#### 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  $0,80 \times 390 = 312$  yd cubic/jam ukuran bongkah.

#### 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

### 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)

Berapa biaya total peralatan sewa dan operasinya.

**No 18/** Dalam suatu pengangkutan sirtu dari sungai ke lokasi proyek sejauh 15 km menggunakan truk dan satu buah excavator. Apabila volume sirtu yang harus diangkut adalah 17600 m<sup>3</sup>. Berapa biaya sewa alat dan oprasi pengangkutan itu dan berapa hari dapat diselesaikan ?

**No.19/** jika pada soal no.18 itu Kepala proyek ingin mempercepat pengangkutan itu apa yang harus saudara lakukan dan berapa hari bisa diselesaikan pengangkutan sirtu ke proyek tersebut. Berapa biaya operasi kendaraan yang harus dikeluarkan oleh Kepala Proyek. Bandingkan juga dengan hasil no.18 dari temanmu.

**No.20/** Sebagai Kepala Proyek sebuah tambang batu bara diinginkan produksi perharinya adalah dapat mengirim 1500 m<sup>3</sup>/perhari ke pelabuhan dengan jarak 5 km dari penambnagan . Berapa biaya operasi alat yang harus dikeluarkan ??

**No.21/** Rencanakan Shovel minimum untuk menggali 150.000 m<sup>3</sup> tanah selama 120 hari dengan 8 jam kerja setiap hari. Kedalaman galian rata-rata 3 m, sudut swing 120°, kondisi kerja dan manajemen baik.  
Hitung biaya peralatan tersebut

**No.22/** Tentukan produksi Dragline dengan bucket 1,50 m<sup>3</sup> ketika menggali tanah keras dengan kondisi kerja dan manajemen baik. Rata-rata kedalaman galian 2,75 m dan sudut swing rata-rata 140°.

**No.23** Sebuah proyek membutuhkan 785.000 m<sup>3</sup> dengan swell 25 %, material dalam keadaan baik dan berat tanah dan berat jenis tanah 2100 kg/BM<sup>3</sup>.



Alternative penggunaan lokasi borrow pit :

- a. Jarak ke lokasi 1,25 km, tanjakan dari borrow pit ke lokasi 2,4 %, waktu menumpah dan memutar 1 menit, waktu tetap 1,5 menit.
- b. Jarak ke lokasi 1,65 km, turunan dari borrow pit ke lokasi 1,4 %, waktu menumpah dan memutar 1 menit, waktu tetap 1,5 menit.

**Kedua borrow pit memenuhi persyaratan teknis.** Untuk penggalian digunakan Power Shovel 1,91 m<sup>3</sup>, sudut swing 90°, penggalian pada kedalaman optimum Kondisi kerja istimewa, kondisi manajemen baik. Tahanan gelinding jalan angkut 30 kg/ton, tahanan kelandaian 15 kg/ton dan koefisien traksi 0,60.

Tanah diangkut dengan Bottom dump truck, kapasitas 12,15 m<sup>3</sup> dan muatan dapat ditambah dengan menggunakan dinding papan, berat dinding 400 kg. Ketinggian daerah operasi 200 meter dpl. Mesin diesel 240 hp. berat alat dalam keadaan kosong 18.400 kg, nerat muatan 20.000 kg dengan distribusi beban : roda depan : 6000 kg; roda gerak : 16.200 kg; roda trailer: 16.200 kg  
Data gear : gear-1 ~ kecepatan : 5,12 km/jam ; 2 10,89 km/jam ;  
3 20,0 km/jam ; 4 33,50 km/jam dan  
5 52,50 km/jam.

Sewa alat per-jam dumptruck Rp. 52.800,- shovel Rp.78.000, berikut sopir dan kernet. Faktor operasi 0,85. Tentukan borrow pit mana yang lebih menguntungkan dan berapa keuntungannya.

**N0.24/ Untuk pekerjaan penimbunan tanah pada sebuah "earth dam" (pembuatan bendungan tanah) dengan *sandy clay* diperoleh data-data sebagai berikut :**

- Berat tanah : 1400 kg/m<sup>3</sup>.
- Kadar air asli : 7 % berat.
- Kadar air yang diperlukan utk konstruksi : 12 %.
- Digunakan Excavator dengan output : 450 m<sup>3</sup>/jam (BM).
- Jarak angkut rata-rata ~ 1 km.
- Tebal lapisan max. 15 cm padat.
- Operating factor 50 menit/jam.

Ditanyakan :

1. Berapa jumlah **Bottom dump wagon** yang diperlukan, apabila :  
Wagon cap. 9 m<sup>3</sup> (BM), fixed time = 2,5 menit  
Kec. angkut 35 km/jam, kec. kosong 40 km/jam.
2. Berapa jumlah **Water Tanker** yang diperlukan, apabila :  
Tanker cap. 7500 liter, output pompa : 1800 L/menit,  
Kemampuan menyiram 1000 L/menit,

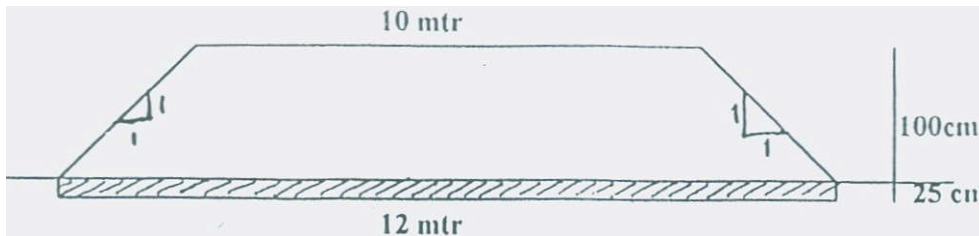
*a scratch of pen*



Kec. angkut 25 km/jam, kec. kosong 30 km/jam.

3. Kalau pemadatan dilakukan dengan *Sheep foot roller*, berapa Jumlahnya jika data roller-nya :
- lebar efektif roller drum 120 cm.
  - kecepatan rata-rata ~ 5 km/jam.
  - Jumlah lintasan pemadatan 12 pass/lapis.

No.25/ Dari sebuah penimbunan badan jalan dengan penampang melintang spt ini :



sepanjang 3,5 km yang diambilkan dari campuran 2 (dua) jenis tanah sbb :

Tanah I (sand and gravel) diambil dari quarry A yang berbentuk tangga sejauh 15 km, faktor kembang-nya  $Sw = 10\%$ .

Tanah II (clay) diambil dari quarry B yang ber-lembah dan hanya memiliki cadangan 30.000 BM<sup>3</sup>, berjarak 10 km sedangkan sisanya dapat diambil dari quarry C sejauh 20 km, faktor kembang-nya  $Sw = 20\%$ .

Perbandingan volume tanah campuran ini adalah 1 : 2,5 ,  
sedangkan Sh-nya = 17,5 %. Lapisan Sub-grade dapat dijumpai setelah lapisan humus setebal 25 cm dikupas.

Alat-alat yang tersedia di workshop adalah sbb :

Sebuah Bulldozer tipe D8N dengan blade Universal,

Sebuah Power shovel dengan bucket capacity 0,90 m (heaped).

2 (dua) buah Back hoe dengan bucket capacity 0,75 m (heaped).

Beberapa buah Wheel Loader Komatsu dengan bucket capacity 1,2 m<sup>3</sup>.

Beberapa buah Dumptruck dgn kapasitas 6 m<sup>3</sup> (loose), kec. isi = 20 km/jam dan kec. kosong = 40 km/jam.

2 (dua) buah Vibrator Roller dgn kec. rata-rata 4 km/jam, lebar eff. 2,4 mtr.

Jumlah lintasan rata-rata : 8 dan tebal pemadatan 25 cm.

Anda diminta untuk :

- Menghitung volume pekerjaan yang dilakukan.
- Menghitung kapasitas produksi masing-masing alat.
- Menentukan kombinasi alat dari pekerjaan tersebut.
- Membuat rencana kegiatan proyek (schedule pekerjaan) dari waktu yang dibutuhkan.

*a scratch of pen*

No.26/. Pertumbuhan kota Jakarta Timur semakin berkembang, yang mengakibatkan jalan inspeksi dari saluran suplesi air bersih Jatiluhur tidak mampu lagi menampung arus lalu-lintas, sehingga perlu ditingkatkan dan dilebarkan dari 5 meter menjadi 10 meter sepanjang 6 km.

Beberapa data yang dapat diketahui antara lain :

1. Volume galian tanah biasa akibat pelebaran disebelah kanan :  $33.000 \text{ m}^3$
2. Material utk sub-base course dipakai sirtu (gravel-sand-clay) :  $27.500 \text{ m}^3$
3. Base coursanya berupa crushed-gravel-sand sebanyak :  $17.000 \text{ m}^3$ .
4. Surface layernya dipakai aspal beton yang membutuhkan aspal 2.280 ton dan batu pecah  $8.350 \text{ m}^3$  ( 1 : 3 ).
5. Jalan tersebut selama proyek berjalan masih terbuka untuk lalu-lintas umum.

Data-data teknisnya :

1. Kepadatan - sub-grade di daerah pelebaran min. 8 pass.
  - sub-base dgn 95 % AASHTO T-99 dapat dicapai 12 pass
  - base course dan surface-nya 100 % AASHTO T-99 (10 pass)
2. Cycle time truck dari quarry ke AMP dan Crushing Plant dicapai 1 jam,

Pertanyaan :

1. Tentukan jenis alat dan berapa banyak keperluan alat tersebut, bila pekerjaan ini harus selesai dalam 75 hari kerja efektif.
2. Buat pula sketsa /diagram schedule-nya.

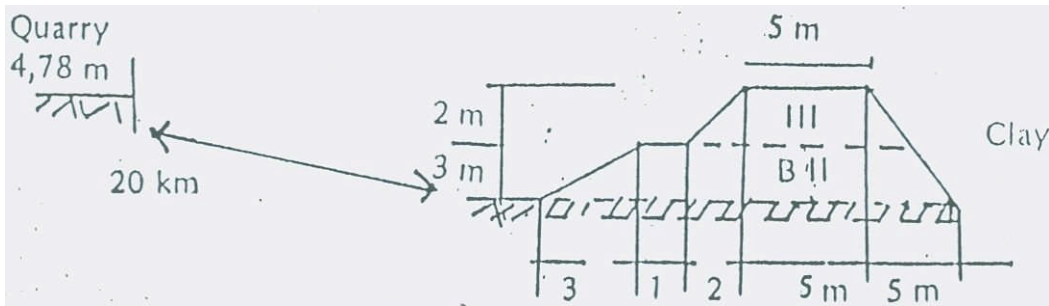
NO.27/. Diketahui : Dalam rangka penanggulangan banjir di suatu daerah direncanakan pembuatan tanggul seperti gbr. dibawah ini dengan panjang 3 km  
Untuk maksud tersebut telah tersedia di depo beberapa alat yang dapat dipilih dan digunakan, antara lain :

- Sebuah Power Shovel berkapasitas =  $1,7 \text{ m}^3$ .
- Sebuah Bulldozer dengan produksi nyata  $150 \text{ BM}^3/\text{jam}$ .
- 2 (dua) buah Loader =  $1,7 \text{ m}^3$ , dengan basic time 0,5 menit.
- Sebuah Grader berkapasitas nyata  $150 \text{ BM}^3/\text{jam}$ .
- 2 (dua) buah Compactor, masing-masing berkemampuan nyata  $500 \text{ m}^2/\text{jam}$ .

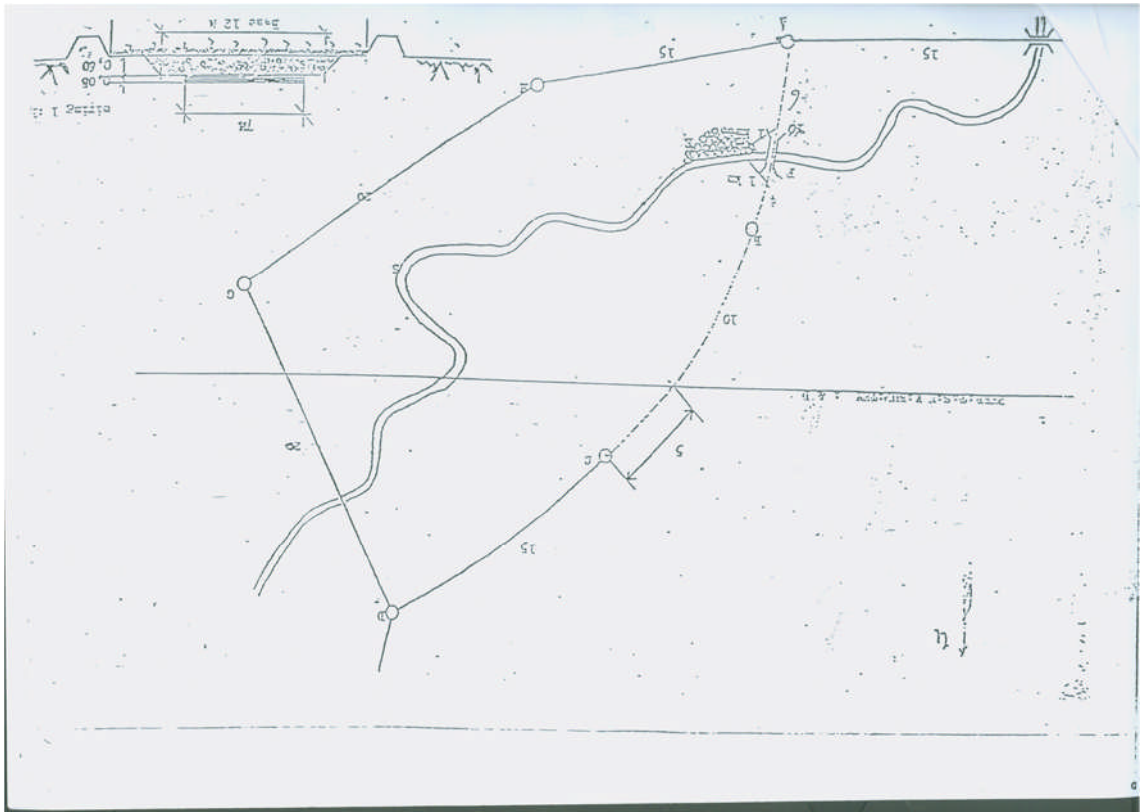
Apabila tebal top-soil berkisar antara 20 - 50 cm, tinggi tebing galian 4,78 m dan Truck paling menguntungkan berada  $120^\circ$  dari posisi menggali, serta Truck dalam jumlah yang cukup dengan kapasitas masing-masing  $5 \text{ LM}^3$  dan Kecepatan rata-rata  $40 \text{ km}/\text{jam}$ , serta faktor efisiensi yang diketahui :

LF = 0,8 ; SF = 0,9 ; CF = 0,8 ; Jm = 0,75 ; JE = 0,85 .

- Ditanyakan :
- Penempatan alat-alat dan urutan kerja yang Sdr. lakukan.
  - Lama penyelesaian (hari), bila dalam sehari bekerja 8 jam, dan jarak quarry ke lokasi tanggul rata-rata 20 km.
- Catatan : Pemadatan dilakukan tiap 20 cm (padat).



**N0.28/n0.29** Sebuah daerah tk.II (Kabupaten), pada bagian utara daerah ini terdiri dari daerah pertanian yang cukup makmur dan dibelah oleh sebuah sungai yang mengandung gravel (korai-pasir) dengan deposit berlimpah-limpah. Karena belum adanya jalan raya yng menususuk daerah ini, maka Pemda setempat memutuskan untuk mengadakan proyek khusus jalan raya (penetrasi) pada daerah utara tsb. (lihat peta situasi pada gambar).



Panjang jalan raya 10 km memotong sungai S di F dengan sebuah jembatan  
Pelaksanaan proyek ini diserahkan pada Dit.Jen Bina Marga.  
Ternyata pada Bengkel induk/pool alat-alat berat Bina Marga hanya tersedia :

- Beberapa Bulldozer Caterpillar D-8

*a scratch of pen*

kapasitas : Clearing      1.000 m<sup>2</sup> /jam.  
                          Stripping      80 m<sup>3</sup>/jam  
                          Spreading      150 m<sup>3</sup>/jam  
                          Stok pilling      120 m<sup>3</sup>/jam

- Beberapa Traxcavator (Loader) tipe 977-Caterpillar kapasitas loading 90 m<sup>3</sup>/jam.
- Beberapa Truck (diesel Dump Truck). kapasitas 10 ton ( 6 m<sup>3</sup> /truck).
- Beberapa Road Roller dengan segala tipe dan berat, kapasitas 80 m<sup>2</sup>/jam/Roller dengan tebal 20 cm padat.
- Sebuah Crushing Plant Cederapid, kapasitas 100 <sup>3</sup>/10 jam (1 hari).
- Beberapa Road Grader Caterpillar type 12-E
- Agregate spreader, Asphalt Distributor, Water Tanker dan lain-lain perlengkapan tersedia.

Pertanyaan :

Buat Planning-nya (Net-work & time grid diagram-nya) dengan alat-alat yang paling minimal, bila hari efektif untuk menyelesaikan operasi alat adalah 210 hari, tidak termasuk persiapan.

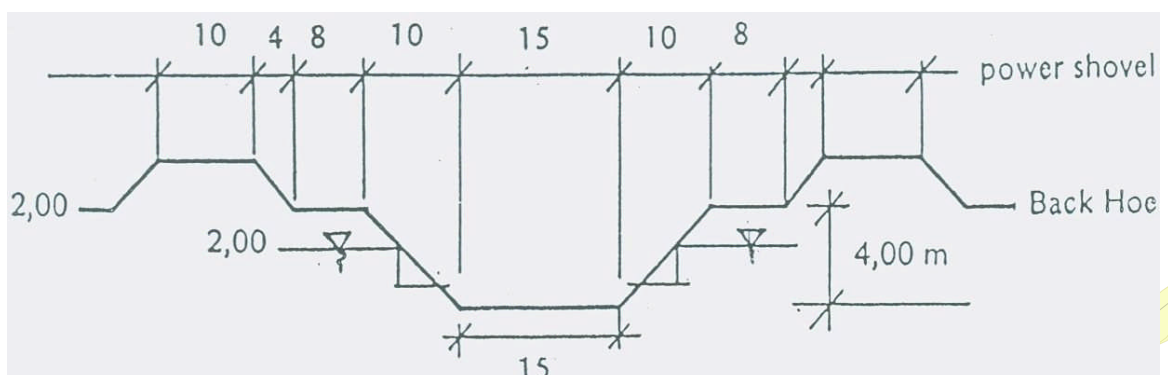
(hari ke-nol alat-alat sudah siap operasi di lapangan).

No.30/ dan no.31/ Diketahui : Saluran irigasi akan digali di daerah yang relative datar,

Penampang melintang seperti tergambar dibawah ini.

Rata-rata tanahnya tanah liat, mempunyai LF : 0,7 dan SF : 0,9.

Tinggi muka air tanah 2 mtr dari muka tanah asli, top soil diperkirakan 15 cm. tanah hasi galian akan dipakai untuk tanggul pada panjang yang sama.



Untuk pekerjaan itu disediakan peralatan sebagai berikut :

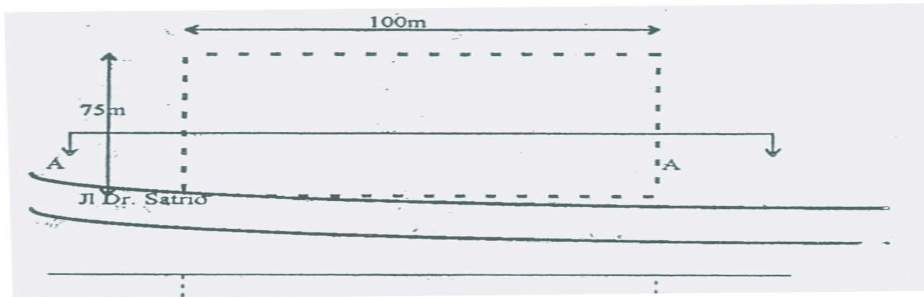
- Bulldozer Dj dengan straight blade, jaraknya 90 cm, lebar blade 3,9 m
- Power Shovel, bucket capacity 2 cuyd.
- Loader, bucket capacity 2,5 m<sup>3</sup>.

- Hidraulic Excavator (Backhoe), bucket capacity 2,5 cuyd dan jarak jangkauan max. (gali) : 9 m.
- Truck 5 m<sup>3</sup>, kecepatan max. 25 km/jam.
- Sheep foot Roller dan Vibrator Roller, masing-masing dengan lebar eff. 2 mtr, kecepatan maksimum 10 km/jam.
- Motor Grader, panjang blade 4 m, kecepatan max. 20 km/jam.
- dan alat-alat bantu lain yang tersedia.

Ditanyakan :

1. Penentuan rencana kerja, penempatan dan jumlah alat yang digunakan.
2. Menentukan lamanya penyelesaian pekerjaan tersebut tiap km panjang.

No.32/ no.33      Proyek penggalian untuk pembuatan basement di jln. DR.Satrio seperti pada gambar dibawah ini :



Kedalaman basement yang diharapkan adalah -8 m dari permukaan, jenis tanah adalah lempung kering (dry clay) dengan properties

antara lain :

- BJ asli (bank) : 1,600 kg/m<sup>3</sup>
- BJ lepas (loose) : 1,185 kg/m<sup>3</sup>
- BJ padat (compacted) : 1,700 kg/m<sup>3</sup>.
- blade factor : 0,90
- bucket factor : 0,90

Tanah hasil penggalian dipakai untuk pengurukan di daerah Bekasi jaraknya 40 km.

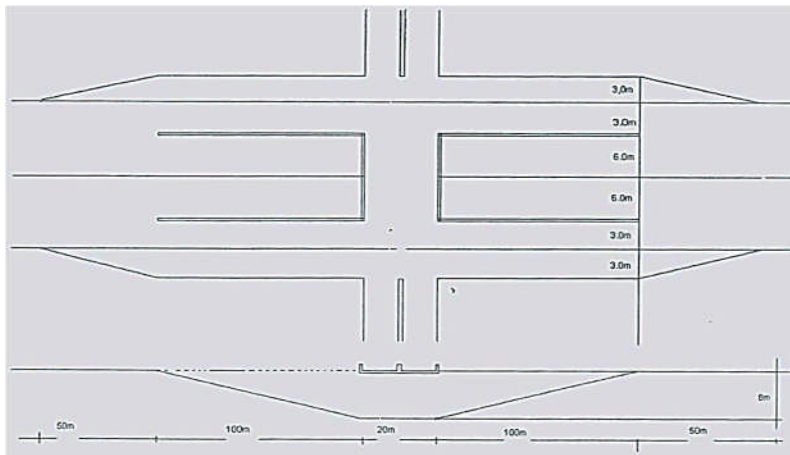
Alat-alat yang tersedia di workshop antara lain :

- 1 buah Dozer, tipe DN dengan blade Universal.
- 2 buah Hydraulik Excavator PC 220, bucket capacity 0,9 m<sup>3</sup> (heaped)  
Cycle time untuk sudut swing 45° - 90° adalah 18 – 20 detik, sedangkan  
Cycle time untuk sudut swing 90° - 180° adalah 20 – 23 detik.
- Beberapa Wheel Loader Komatsu W60-2, bucket capacity 1,2 m<sup>3</sup>.
- Dump Truck, kapasitas 20 ton dan kecepatan 40 km/jam (kosong) dan 25 km/jam (isi).

Ditanyakan : 1. (bobot 20 %), Menghitung volume pekerjaan.

1. (bobot 30 %), Menghitung kapasitas produksi masing2 alat.
2. (bobot 40 %), Menentukan kombinasi alat sehingga proyek tsb dapat dise-saikan dalam waktu yang tercepat.
3. (bobot 10). Membuat rencana kegiatan proyek (schedule pelaksanaan).

N0.34/.No.35      Proyek pembuatan jalan underpass di Pondok Indah, seperti gambar :



Pekerjaannya meliputi :

- Pelebaran jalan, 3 x 150 meter ( 4 sisi berupa sub-grade 10 pass).
- Perkerasan dari konstruksi beton bertulang 50 cm.
- Surface layer aspal 12 cm, 8 pass.

- Galian underpass.
- Dinding dan jembatan beton underpass setebal 50 cm.

Kedalaman underpass 8,0 meter dari permukaan, kemiringan (i) = 0,08,

Jenis tanah lempung kering (dry clay) dengan properties :

- BJ asli (bank) : 1.600 kg/m<sup>3</sup>
- BJ lepas (loose) : 1.185 kg/m<sup>3</sup>
- BJ padat (compacted) : 1.700 kg/m<sup>3</sup>.

Seluruh tanah galian dipalai untuk pengurukan di BSD berjarak 50 km dari lokasi

Alat-alat yang tersedia di workshop antara lain :

- 2 buah Dozer type D8N dengan blade Universal.
- 1 buah Hydraulic Excavator PC 220, bucket capacity 0,9 m<sup>3</sup> (heaped),  
cycle time untuk sudut 45° - 90° : 18 - 20 detik.  
sudut 90° - 180 : 20 - 23 detik.
- Beberapa Wheel Loader Komatsu W60-2, bucket capacity 1,20 m<sup>3</sup>.
- Dump Truck kapasitas 20 ton, kecepatan 40 km/jam (kosong), 25 km/jam (isi).
- Tire Wheel Roller dengan lebar efektif 3.0 meter.
- Concrete Batching Plant dengan kapasitas 300 m<sup>3</sup>/hari terletak 15 km dr proyek.
- Mixer Truck, kapasitas 4 m<sup>3</sup>, kecepatan 40 km/jam (kosong), dan 25 km/jam (isi).

Anda diminta untuk :

1. (20 %), Menguraikan strategi dan urutan pekerjaan yang akan dilakukan.
2. (30 %), Menghitung volume pekerjaan dan menghitung kapasitas produksi alat yang digunakan.
3. (40 %), Menentukan kombinasi alat, hingga proyek ini dapat diselesaikan dalam waktu tercepat.
4. (10 %), Membuat schedule pekerjaan berikut jumlah alatnya.

*a scratch of pen*