**MODUL**

**PTM & ALAT BERAT**

**Oleh:**

**Drs. H. Ishak Yunus, ST.,MT.**

**UNIVERSITAS BINADARMA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**2020**

**KATA PENGANTAR**

Pemindahan Tanah Mekanis (PTM) dan Alat Berat merupakan mata kuliah pada program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Binadarma Palembang.

Mengingat buku mengenai PTM & AB memang sangat jarang, dan yang ada hingga saat ini hanya satu yakni dalam edisi Bahasa Inggris, dan selebihnya, mahasiswa serta dosen mencari bahan‐bahan pendukung materi kuliah melalui Internet, sehingga untuk itu penulis sebagai dosen mata kuliah PTM & AB mencoba menulis diktat ini.

Diktat PTM & AB ini dibuat berseri yakni Bagian I s/d Bagian VII, sementara Bagian IV dan V digabungkan karena cakupan materinya tidak luas. Adapun ke‐7 bagian diktat PTM & AB yang disusun penulis adalah sbb.: Pengenalan Umum (Bagian I), Alat‐Alat Gusur (Bagian II), Alat‐Alat Gali (Bagian III), Grader dan Compactor (Bagian IV dan V), Truk (Bagian VI), Biaya Alat‐Alat Berat (Bagian VII). Diktat PTM & AB Bagian I s/d VII ini ditulis sesuai dengan kurikulum dan silabus yang ditetapkan pada Departemen Teknik Sipil, oleh karena itu diharapkan diktat PTM & AB Bagian I s/d Bagian VII ini diharapkan dapat membantu mahasiswa dalam mengikuti perkuliahan dan menyelesaikan masalah‐masalah yang dihadapi dalam perkuliahan terkait. Dalam penulisan ke‐7 bagian diktat PTM & AB ini, setiap modul (bagian) dilengkapi dengan contoh‐contoh soal yang telah diselesaikan penulis maupun soal‐soal latihan yang dikerjakan mahasiswa, dengan maksud agar mahasiswa dapat langsung mengaplikasikan teori yang mereka peroleh di kelas. Semoga ke‐2 seri diktat PTM & AB ini dapat bermanfaat bagi para pembaca khususnya mahasiswa. Penulis akan dengan senang hati menerima masukan yang bersifat membangun untuk penyempurnaan isi dari ke‐7 seri diktat PTM & AB ini. Terima kasih.

 Palembang, November 2020

 Penulis,

**DAFTAR ISI**

Kata Pengantar

Daftar Isi

I. Alat – Alat Gali

1.1. Umum

2. Power Shovel

2.1. Cara Kerja Power Shovel

2.2. Ukuran Shovel

2.3. Produksi Shovel

3. Dragline

3.1. Cara Kerja Dragline

3.2. Ukuran Dragline

3.3. Produksi Dragline

4. Clamshell

4.1. Bucket Clamshell

4.2. Kemampuan Clamshell

4.3. Produksi Clamshell

5. Cable Excavator

6. Backhoe

6.1. Cara Kerja Backhoe

6.2. Produksi Backhoe

7. Loader

7.1. Cara Kerja Loader

7.2. Produksi Loader

DaftarPustaka

**BAB I**

**ALAT­ALAT GALI**

Alat‐alat gali ini sering disebut sebagai ***excavator*,** yang mempunyai bagian‐bagian utama antara lain :

1. Bagian atas yang dapat berputar (*revolving unit*);

2. Bagian bawah untuk berpindah tempat (*travelling unit*), dan

3. Bagian‐bagian tambahan (*attachment*) yang dapat diganti sesuai pekerjaan yang akan dilaksanakan; Attachment yang penting untuk diketahui adalah  ***crane, dipper shovel, backhoe, dragline dan clamshell*.** Bagian bawah dari excavator ini ada yang digunakan roda rantai (track/crawler) dan ada yang dipasang di atas truck (truck mounted).

**Pada umumnya excavator mempunyai tiga pasang mesin penggerak pokok ialah :**

1. Penggerak untuk mengendalikan attachment, misalnya untuk gerakan menggali, mengangkat dan sebagainya.

2. Penggerak untuk memutar revolving unit berikut attachment yang dipasang pada unit tersebut

3. Penggerak untuk menjalankan excavator berpindah dari satu tempat ke tempat lain.

**Pada crawler mounted excavator,** mesin penggerak pada umumnya bersumber pada power unit yang sama dengan mesin‐mesin penggerak lainnya, sedang pada truck mounted excavator biasanya digunakan mesin khusus untuk berpindah tempat, dan dipilih yang RPM nya tinggi, agar diperoleh mobilitas yang tinggi.

**Excavator adalah** alat yang bekerjanya berputar bagian atasnya pada sumbu vertikal di antara sistem roda‐rodanya, sehingga excavator yang beroda ban (truck mounted), pada kedudukan arah kerja attachment tidak searah dengan sumbu memanjang sistem roda‐rodanya, sering terjadi proyeksi pusat berat alat yang dimuati berada di luar pusat berat dari sistem kendaran, sehingga dapat menyebabkan alat berat terguling. Untuk mengurangi kemungkinan terguling ini diberikan alat yang disebut *out­riggers.*

**BAB II**

**POWER SHOVEL**

Dengan memberikan  *shovel attachment*  pada  *excavator* maka didapatkan alat yang disebut  ***power shovel*.** Alat ini baik untuk  **pekerjaan menggali tanah tanpa bantuan alat lain, dan sekaligus memuatkan ke dalam truk atau alat angkut lainnya.** Alat ini juga digunakan untuk membuat timbunan bahan persediaan (stock pilling). Pada umumnya power shovel ini dipasang di atas crawler mounted, karena diperoleh keuntungan yang besar antara lain **stabilitas dan kemampuan floatingnya.** Power shovel di lapangan digunakan terutama untuk menggali tebing yang letaknya lebih tinggi dari tempat kedudukan alat.

Macam shovel dibedakan dalam dua hal, ialah **shovel dengan kendali kabel (cable controlled), dan shovel dengan kendali hidrolis (hydraulic controlled).** Bagian‐bagian yang terpenting dari shovel adalah sebagai berikut :

1. Bucket
2. Tangkai Bucket
3. Sling Bucket

4. Rol Ujung

5. Boom
6. Sling Boom

7. Penahan Boom

8. Mesin Penggerak

9. Counter Weight (pengimbang)

 10. Kabin Operator

 11. Under Carriage

* 1. **Cara Kerja Power Shovel**

**Pekerjaan dimulai dengan** menempatkan shovel pada posisi dekat tebing yang akan digali, dengan menggerakkan dipper/bucket ke depan kemudian ke atas sambil menggaruk tebing sedemikian rupa sehingga dengan garukan ini tanah masuk dalam bucket, jika bucket sudah penuh maka bucket ditarik keluar. Operator yang telah berpengalaman dapat mengatur gerakan ini sedemikian rupa sehingga bucket sudah terisi penuh pda saat bucket mencapai bagian atas tebing. Setelah terisi penuh, maka shovel dapat diputar (*swing*) ke kanan atau ke kiri menuju tempat yang harus diisi. Segera sesudah shovel tidak lagi dapat mencapai tebing dengan sempurna, maka shovel dapat digerakkan/berjalan menuju posisi baru hingga dapat bergerak seperti semula. **Pada dasarnya gerakan­gerakan selama bekerja dengan shovel ialah :**

1. Maju untuk menggerakkan dipper menusuk tebing,

2. Mengangkat dipper/bucket untuk mengisi,

3. Mundur untuk melepaskan dari tanah/tebing,

4. Swing (memutar) untukmembuang (dump),

5. Berpindah jika sudah jauh dari tebing galian, dan

6. Menaikkan/menurunkan sudut boom jika diperlukan.

**2.2. Ukuran Shovel**

**Ukuran shovel** didasarkan pada besarnya bucket yang dinyatakan dalam m3 atau cu‐yd, dan dibedakan dalam keadaan  **isi peres (*struck*)** atau  **munjung (*heaped*)**, juga dalam  **kondisi tanah alam** atau  **lepas.** Dalam perdagangan terdapat shovel dalam kapasitas bucket 0,50 ; 0,75 ; 1,00 ; 1,25 ; 1,50 ; 2,00 dan 2,5 cu‐yd, sesuai ketentuan‐ketentuan dari Power Crane & Shovel Association (PCSA). Untuk ukuran‐ukuran yang lebih besar dapat dibuat sesuai dengan permintaan. Untuk memilih ukuran shovel ada beberapa faktor, antara lain  **banyaknya volume pekerjaan,** bila harus mengerjakan  **banyak pekerjaan kecil­kecil di tempat­tempat yang berjauhan satu sama lain,** maka pemilihan  **shovel dengan truck mounted** merupakan keuntungan yang tidak kecil artinya. Sebaliknya jika  **pekerjaan terpusat di satu tempat dengan jumlah besar**, mobilitas tidak begitu penting, dan  **crawler mounted shovel** lebih menguntungkan. Pemilihan  **shovel dengan ukuran yang besar** dipertimbangkan atas dasar sebagai berikut:

1. Pengangkutan shovel merupakan usaha yang sulit, jadi harus dipertimbangkan jalan angkut yang ada.

2. Pengausan bagian‐bagian/spare parts shovel ukuran besar relatif besar pula, karena pekerjaan yang dilakukan juga besar.

3. Pada pekerjaan di quarry, shovel besar tidak perlu terlebih dahulu menghancurkan batu‐batu.

4. Biaya untuk operator untuk shovel besar relatif lebih kecil, karena produksinya besar.

5. Shovel besar lebih mampu mengerjakan material yang keras karena tenaganya lebih besar.

6. Waktu penyelesaian pekerjaan lebih cepat.

**Keterangan :**

B : panjang boom

D : tinggi buang maks.

E : radius buang maks.

G : tinggi gali maks.

sI : dalam gali maks.

J : radius gali maks.

X : sudut putar boom

**2.3. Produksi Shovel**

Dalam menghitung **produksi shovel** perlu diperhatikan **cycle time** selama operasi berlangsung. **Satu cycle time terdiri dari menggali/ mengisi bucket, berputar (swing), membuang (dump) dan berputar (swing) ke posisi semula.** Faktor‐faktor selama operasi, keadaan medan dan hambatan‐hambatan lain perlu pula dipertimbangkan, karena akan mempengaruhi produksi shovel.

**1. Pengaruh tinggi tebing galian terhadap produksi shovel :**

Tinggi tebing galian yang paling baik ialah yang sedemikian besarnya, sehingga pada waktu dipper/bucket mencapai titik tertinggi tebing sudah penuh terisi, dengan tidak perlu memberikan beban yang berlebihan pada mesin. Tinggi tebing yang demikian disebut dengan **tinggi optimal**, yang bagi shovel‐shovel yang dibuat menurut spesifikai PCSA untuk masing‐masing ukuran shovel dan macam tanah yang digali diberikan seperti pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.**

**Catatan :** \* angka yang di atas = tinggi gali optimal (ft)

 \* angka yang di bawah = produksi ideal shovel (cu‐yd/jam) BM

Angka‐angka dalam Tabel III‐1 tersebut adalah angka praktek, meskipun tidak tepat benar dapat digunakan sebagi titik tolak perencanaan pekerjaan penggalian tebing. Bila tinggi tebing kurang optimal maka tidak mungkin mengisi bucket sekaligus penuh dalam satu pass tanpa memberikan beban lebih pada mesin. Hal ini aka menyebabkan cepat rusaknya mesin, maka  **operator dapat memilih dua kemungkinan,** ialah mengisi bucket penuh dalam beberapa kali pass atau membiarkan bucket tidak terisi penuh langsung di‐dump, tentu saja dua hal tersebut akan mempengaruhi produksi shovel. Sebaliknya bila tebing lebih tinggi dari optimal, operator harus hati‐hati agar tidak terjadi lubang‐lubang dalam tebing, yang dapat mengakibatkan longsornya tebing tersebut dan menimpa shovel. Operator dapat memilih menggali dengan mengurangi tenaga tekan pada bucket ke dalam tebing, atau penggalian tidak dimulai dari dasar tebing, atau menggali secara normal tetapi membiarkan tanah tumpah dari bucket dan mengambil pada cycle berikutnya. Ketiga hal tersebut akan mengurangi produksi shovel.

**2. Pengaruh sudut putar (swing) terhadap produsi shovel :**

**Sudut putar shovel adalah** sudut dalam bidang horizontal antara dipper/bucket pada waktu menggali dan pada waktu membuan muatan, yang dinyatakan dalam derajat. **Besarnya sudut putar ini mempengaruhi cycle time**

**pekerjaan, sehingga mempengaruhi produksi shovel.** Pada Tabel 2.2 diberikan faktor koreksi produksi shovel untuk sudut putar dan prosen tinggi galian optimal.

**3. Pengaruh keadaan medan (job condition) terhadap produksi shovel :**

Produksi shovel sangat ditentukan oleh keadaan medan tempat alat tersebut bekerja.  **Tempat penggalian yang ideal antara lain memenuhi syarat** lantai kerja yang keras, drainasi baik, tempat kerja luas, truk pengangkut dapat ditempatkan pada kedua sisi sehingga tinggi optimal terpelihara, jalan angkut tidak terpengaruh keadaan musim, perbandingan yang sesuai antara produksi shovel dengan truk pengangkutnya. Keadaan medan ini dinyatakan sebagai sangat baik, baik, sedang dan kurang menguntungkan, tetapi tidak ada ukuran yang eksak untuk menyatakan ini.

**4. Pengaruh keadaan manajemen (management conditions) terhadap produksi shovel :**

Pengaruh manajemen ini menyangkut tindakan pemilik/pemakai alat dalam menggunakan dan memelihara kondisi alat. Beberapa hal yang mempengaruhi kondisi antara lain pemberian minyak pelumas, pencekan bagian‐bagian shovel sebelum digunakan, penggantian dipper/operator atau suku cadang lain yang perlu, pemberian bonus pada pekerja/operator dan lain‐lainnya. Keadaan manajemen diklasifikasikan sebagai sangat baik, baik, sedang dan kurang menguntungkan. Tabel III.3 memberikan faktor‐faktor koreksi pengaruh keadaan medan dan manajemen.

**Contoh 3­1 :**

Sebuah shovel bucket 1 cu‐yd menggali tanah lempung keras berupa tebing dengan ketinggian 2,30 meter. Sudut putar (swing) 750, kondisi medan sedang, kondisi manajemen baik. Berapakan produksi shovel per jamnya ?

**Hitungan :**

Dari Tabel 3.1 untuk tanah lempung keras dengan ukuran bucket 1 cu‐yd diperoleh :

- Produksi ideal 145 cu‐yd/jam (BM)

- Tinggi gali optimal 9 ft = 2,75 meter

% tinggi gali optimal :

2,30

2,75

100% 83,64%

Swing 750 ‐‐‐‐ dari Tabel III.2 diperoleh faktor koreksi 1,05 (interpolasi lurus)

Keadaan medan sedang ; keadaan manajemen baik, dari Tabel III‐3 : faktor koreksi 0,69

Jadi produksi shovel :

= 145 x 1,05 x 0,69

= 105,05 cu‐yc/jam (BM) atau

= 80,32 m3/jam (BM)

**BAB III**

**DRAGLINE**

**Dragline adalah** alat untuk menggali tanah dan memuatkan pada alat‐alat angkut, misalnya truk, traktor penarik gerobag, atau ke tempat penimbunan yang dengan galian. Pada umumnya power shovel samapai dengan kapaitas 2,5 cu‐yd dapat diubah menjadi dragline, dengan melepas boom dan shovel diganti boom dan bucket dragline. Untuk beberapa proyek, power shovel atau dragline digunakan untuk menggali, tetapi dalam beberapa hal dragline mempunyai keuntungan, yangumumnya dikarenakan oleh keadaan medan dan bahan yang perlu digali.

Dragline biasanya tiak perlu masuk ke dalam tempat galian untuk melaksanakan pekerjaannya, dragline dapat bekerja dengan ditempatkan pada lantai kerja yang baik, kemudian menggali pada tempat yang penuh air atau berlumpur. Jika hasil galian terus dimuat ke dalam truk, maka truk tidak perlu masuk ke dalam lubang galian yang kotor dan berlumpur yang menyebabkan terjebaknya truk tersebut. Dragline sangat baik untuk penggalian pada parit‐parit, sungai yang tebingnya curam, sehingga kendaraan angkut tidak perlu masuk ke lokasi penggalian. **Satu kerugian dalam menggunakan dragline untuk menggali ialah**  produksinya yang rendah, antara 70% ‐ 80% dibandingkan dengan power shovel untuk ukuran yang sama. **Macam dragline ada tiga tipe** ialah  *Crawler Mounted*  ,  *wheel Mounted* dan  *truck Mounted*. Crawler Mounted digunakan pada tanah‐tanah yang mempunyai daya dukung kecil, sehinggafloatingnya besar, tetapi kecepatan geraknya rendah dan biasanya diperlukan bantuan alat angkut untuk membawa alat sampai ke lokasi pekerjaan.

* 1. **Cara Kerja Dragline**

Penggalian dimulai dengan swing pada keadaan bucket kosong menuju ke posisi menggali, pada saat yang sama drag cable dan hoist cable dikendorkan, sehigga bucket jatuh tegak lurus ke bawah.

**Keterangan :**

1. Hoist Cable

2. Boom

3. Dump Cable

4. Hoist Chain

5. Drag Chain

6. Drag Cable

7. Bucket

Sesudah sampai di tanah maka drag cable ditarik, sementara hoist “mainkan” agar bucket dapat mengikuti permukaan tebing galian sehingga dalamnya lapisan tanah yang terkikis dalamsatu pass dapat teratur, dan terkumpul dalam bucket. Kadang‐kadang hoist cable dikunci pada saat penggalian, berarti pada saat drag cable ditarik, bucket bergerak mengikuti lingkaran yang erpusat pada ujung boom bagian atas. Keuntungan cara ini ialah bahwa tekanan gigi bucket ke dalam tanah adalah maksimal. **Operator yang berpengalaman dapat melemparkan bucket jauh ke depan**  dengan tujuan untuk mendapatkan lebar galian yang besar. Lemparan ini dilakukan dengan cara menarik bucket dan drag cable sedemikian rupa hingga mendekati pangkal boom, kemudian secara mendadak dilepaskan, maka bucket akan terayun ke depan. Untuk memberi percepatan, coist cablenya ditarik. Setelah tercapai kecepatan yang cukup, hoist cable dilepas, maka bucket jatuh bebas menuju titik permukaan tanah yang dikehendaki. Lemparan bucket ini juga dapat dilakukan dengan tenaga swing dari excavatornya sendiri, yang disebut dengan  ***swing throw*,**  dan ini hanya boleh dilakukan oleh operator yang benar‐benar berpengalaman, karena cara pengoperasiannya sulit dilakukan. **Setelah bucket terisi penuh,** sementara drag cable masih ditarik, hoist cable dikunci sehingga bucket terangkat lepas dari permukaan tanah. Hal ini untuk menjaga agar muatan tidak tumpah, juga dijaga posisi dump cable tetap tegang dan tidak berubah kedudukannya. Kemudian dilakukan swing menuju tempat (dump)nya material dari bucket. Sebaiknya truk ditempatkan sedemikian rupa sehingga swing tidak melewati kabin truk. Jika bucket sudah ada di atas badan truk, drag cable dikendorkan, bucket akan terjungkir ke bawah dan muatan tertuang.

**3.2. Ukuran Dragline**

Ukuran dragline ditunjukkan dari ukuran bucketnya. Yang dinyatakan dalam cu‐yd, pada umumnya sama dengan ukuran bucket power shovel. Dragline dapat menggunakan lebih dari satu ukuran bucket, tergantung pada panjang boom dan jenis tanah yang digali. Batasan kapasitas angkut maksimal adalah beban yang menyebabkan miringnya alat, sehingga diperlukan pengukuran ukuran bucket jika boom yang digunakan panjang atau jika material mempunyai berat volume yang besar. **Keterangan :** A : radius buang

B : tinggi buang

C : dalam gali maks.

D : panjang lmpar

J : panjang boom

K : sudut boom

**3.3. Produksi Dragline**

**Faktor­faktor yang mempengarui produksi dragline antara lain** macam tanah yang digali, dalamnya galian, sudut swing, ukuran bucket, panjang boom, keadaan medan dan tempat kerja, keadaan manajemen, ketrampilan operator, keadaan dragline serta truk‐truk pengangkutnya. Seperti halnya pada power shovel, produksi dragline dinyatakan dalam cu‐yd atau m3 dalam keadaan bank, sedang ukuran bucket dinyatakan dalam keadaan kosong.

1. **Pengaruh dalam galian pada produksi dragline:** Dalamnya tebing galian optimal

adalah kedalaman yang memberikan produksi yang maksimal, yang didapat dari pengamatan dan pengalaman yang oleh Power Crane & Shovel Association diberikan dalam Tabel 3.4.

**Catatan :** \* angka yang di atas = tinggi gali optimal (ft)

 \* angka yang di bawah = produksi ideal (cu‐yd/jam BM)

**1. Pengaruh swing dan % dalam galian pada dragline :**

Seperti pada produksi shovel, % dalam gali optimal akan mempengaruhi produksi dragline. Hubungan antara % dalam gali optimal dan sudut swing terhadap koreksi produksi dragline diberikan seperti pada Tabel III‐5;

**2. Pengaruh Keadaan Medan dan Keadaan Manajemen:**

Pengaruh keadaan nedan dan keadaan manajemen pada produksi dragline sama pada power shovel, sehingga untuk faktor koreksinya dapat digunakan Tabel 3.3

**3. Pengaruh pemilihan ukuran dan tipe bucket pada produksi dragline :**

Dalam memilih ukuran dan tipe bucket mempunyai pengaruh pada produksi dragline, karena bucket yang berat akan mempunyai sendiri yang besar. Untuk mengurangi kerugian oleh berat bucket.

Maka setiap ukuran ada 3 macam bucket yang disesuaikan dengan pekerjaannya.Macam bucket tersebut:

a. ***Heavy Duty*,** bucket untuk pekerjaan berat misalnya menggali batu‐batuan, hasil tambang,

b. ***Medium Duty*,** bucket untuk pekerjaan sedang misalnya menggali kerikil, lempung,

c. ***Light Duty*,** bucket untuk pekerjaan ringan misalnya menggali lempung berpasir, pasir, lumpur.

**Contoh 3.2 :**  Dragline dengan boom pendek kapasitas 2 cu‐yd digunakan untuk menggali tanah lempung kersa. Dalam galian 4,70 meter, swing 1200, kondisi manajemen baik medan kerja baik. Berapakah prakiraan produksi Dragline tersebut ?

**Hitungan :** Tanah lempung keras;bucket 2 cu‐yd,Tabel III‐4; Produksi ideal = 195 cu‐yd/jam (BM)

H optimum = 11,8 ft (3,599 meter)

% H opt. =

4,7

3,599

100% 130,59%; *swing* 1200, Tabel 3‐5 Faktor Koreksi = 0,899

(interpolasi lurus)

Medan baik; manajemen baik, Tabel III‐3; faktor koreksi 0,75

Produksi = 195 x 0,889 x 0,75 = 130,02 cu‐yd/jam (BM) atau

 = 99,41 m3/jam (BM)

 **Contoh 3­3:** Dragline 2 cu‐yd dengan bucket medium duty menggali tanah dengan berat volume 90

lb/cu‐ft(LM). Panjang boom 80 ft, kemampuan angkat 8.600 lbs.

Dapatkah alat tersebut bekerja ?

**Hitungan :** ‐ Bucket 2 cu‐yd berat (Tabel III.6)

 = 4.825 lb

‐ Berat tanah : 60 x 90

 = 5.400 lb +

 Berat Total = 10.225 lb

Berat total 10.225 lb > 8.600 lb, jadi dragline tidak mampu bekerja.

Dipilih bucket yang lebih kecil, coba bucket 1,5 cu‐yd medium duty.

‐ Berat bucket

= 3.750 lb

‐ Berat tanah

 Berat Total

= 4.230 lb

= 7.980 lb < 8.600 lb

 +

**Beberapa tindakan untuk mempertinggi produksi dragline antara lain** dengan pemeliharaan

alatnya. Agar dragline tetap dapat bekerja dengan baik, maka perlu tindakan‐tindakan sebagai berikut :

a. Ketajaman gigi bucket perlu dipelihara dengan ukuran‐ukuran yang tepat.

b. Penggalian harus dilaksanakan lapis demi lapis agar tidak terjadi jalur‐jalur seperti selokan.

c. Kemiringan tebing tepi tetap terpelihara agar selalu menuju excavator, sehingga tidak terbentuk goa‐goa dalam tebing galian.

d. Drag‐Cable dijaga agar tidak terseret di atas tanah.

e. Bucket segera diangkat setelah terisi penuh.

f.

Harus dijaga agar tidak melakukan swing pada waktu menggali, karena boom dapat tertekut ke

samping.

g. Untuk material yang berat agar bekerja dengan sudut yang besar (boom diangkat), swing dilakukan

hati‐hati.

h. Apabila muatan terlalu berat, bucket harus sgera dijatuhkan agar alat tidak terguling.

i.

Ikalan‐ikalan kabel harus tetap dijaga agar tidak *nglokor* atau tumpang tindih secara tidak beraturan.

**3.4. CLAMSHELL**

**Clamshell adalah** alat gali yang mirip dengan dragline yang hanya tinggal mengganti bucketnya saja.

Clamshell terutama digunakan untuk mengerjakan bahan‐bahan lepas, seperti pasir, kerikil, lumpur dan

lain‐lainnya. Batu pecah dan batubara dapat juga diangkut secara massa oleh clamshell ini.

**Cara kerja clamshell** dengan mengisi bucket, mengangkat secara vertikal ke atas, kemudian gerakan

swing dan mengangkutnya ke tempat yang dikehendaki di sekelilingnya untuk kemudian ditumpahkan ke

dalam truk, atau alat‐alat angkut lain, atau hanya menimbun saja. Karena cara mengangkat dan

membuang muatan vertikal, maka clamshell cocok untuk pekerjaan pengisian pada hopper yang lebih

tinggi letaknya.

**III.4.1. Bucket Clamshell**

Bucket Clamshell dibuat dalam berbagai ukuran, seperti juga pada Dragline,  **ukuran bucket**

**Clamshell dibedakan dalam pemakaiannya.** Untuk pekerjaan beratnya digunakan  *heavy duty bucket*,

untuk pekerjaan sedang atau pekerjaan yang umum (*pygeneral purpose*) digunakan  *medium weight*

*bucket*, dan untuk pekerjaan ringan digunakan *light weight bucket*. ***Heavy duty bucket*** dilengkapi dengan

gigi‐gigi untuk penggalian material berat, sedang ***light bucket*** tanpa dilengkapi gigi‐gigi untuk penggalian

material ringan yang lepas.

**Keterangan :**

1. Rahang

2. Sumbu utama

3. Brackets

4. Sumbu kepala

5. Dig Cable (kabel takel)

6. Hoist cable

7. Kepala

8. Katrol/counterweight

**Deck area adalah** luas permukaan yang ditutup oleh proyeksi bucket diatas permukaan tersebut

dengan keadaan rahang terbuka maksimal (gambar III‐9.C). Gambar III‐9.a keadaan bucket waktu

menutup, sedang gambar III‐9.b keadaan waktu bucket membuka maksimal.

**Bucket bergantung pada**  kepala dengan hoist cable, dalam keadaan menggantung ini dig cable

dilepas, karena berat sendiri katrol/counterweight pada sumbu utama, maka rahang membuka. Untuk

menutupkan rahang dig cable ditarik, maka katrol akan terangkat dan rahang akan menutup.

**Berat bucket sangat berpengaruh pada kemampuan gali Clamshell,**  misalnya pada heavy duty

bucket dapat menggali tanah yang cukup keras kecuali bahan batuan yang kompak, tetapi berat bucket

akan menambah beban, sehingga akan mengurangi daya gunanya. Light duty bucket dapat bekerja lenih

cepat dengan beban bucket yang ringan, tetapi tidak mampu menggali tanah keras, dan akan cepat rusak

jika dipaksakan. Maka biasanya digunakan medium duty bucket atau all purpose bucket yang umum

penggunaannya.

**III.4.2. Kemampuan Clamshell**

Kemampuan clamshell ditentukan oleh  **batas­batas gaya angkat crane yang diberikan.**  Terutama

pada mobile cranes, gaya angkat diberikan secara teliti untuk menghindari tergulingnya alat. Biasanya

gaya angkat maksimal diberikan atas dasar 75% kekuatan yang tersedia pada mesin dan 85% dari beban

yang dapat menggulingkan crane. Pada crawler crane jarak antara pasangan crawler dibuat lebih besar

daripada yang khusus dibuat untuk shovel, juga counterweight yang dipasang sebagai imbangan terhadap

beban, dibuat lebih besar.

Gaya angkat Clamshell berangsur‐angsur turun dengan bertambahnya jarak jangkauan boom. Jarak

ini dapat diperbesar dengan memperpanjang boom, seperti terlihat pada Tabel III‐7 adalah Crane P&H

model 255A TC, standard boom adalah 30 ft dengan extensions kerja dengan clamshell agar selalu

diusahakan penggunaan boom yang sependek mungkin, supaya dapat bekerja dengan maksimal gaya

angkat crane‐nya, serta sudut swing yang sekecil‐kecilnya untuk memperkecil cycle time.

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**Tabel III­7 Kapasitas Crane Model 255A.Tc (lbs)**

**Radius Operasi**

**P a n j a n g B o o m (ft)**

**(ft)**

10

12

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

70

**30**

27.500

*40.000*

20.700

*40.000*

15.500

*36.800*

10.500

*23.200*

8.000

*17.200*

6.400

*13.000*

………

………

………

………

………

………

………

………

**40**

27.200

*39.500*

20.400

*39.500*

15.200

*36.300*

10.200

*22.900*

7.700

*16.900*

6.100

*12.700*

5.100

*10.600*

4.250

*8.400*

………

………

………

………

………

………

**50**

26.900

*39.000*

20.100

*39.000*

14.900

*35.800*

9.900

*22.600*

7.400

*16.600*

5.800

*12.400*

4.800

*10.300*

3.950

*8.100*

3.200

*6.600*

2.700

*5.500*

………

………

………

………

**60**

………

………

………

*38.000*

………

*31.000*

………

*22.300*

………

*16.300*

………

*12.100*

………

*10.000*

………

*7.800*

………

*6.300*

………

*5.200*

*4.400*

*3.800*

………

………

**70**

………

………

………

………

………

*30.500*

………

*22.000*

………

*16.000*

………

*11.800*

………

*9.700*

………

*7.500*

………

*6.000*

………

*4.900*

*4.100*

*3.500*

*3.000*

………

**80**

………

………

………

………

………

………

………

*21.700*

………

*15.700*

………

*11.500*

………

*9.400*

………

*7.200*

………

*5.700*

………

*4.600*

*3.800*

*3.200*

*2.700*

………

**90**

………

………

………

………

………

………

………

*21.400*

………

*15.400*

………

*11.200*

………

*9.100*

………

*6.900*

………

*5.400*

………

*4.300*

*3.500*

*2.900*

*2.400*

*2.000*

**Catatan :** angka yang dicetak miring = Crane bekerja dengan Outriggers

**Maksimal panjang boom untuk Clamshell hanya diperbolehkan 50 ft,** dengan ketentuan sebagai

berikut :

1. *Single Part Hoist Line* untuk beban sampai dengan 8.000 lbs.

2. *Two Part Hoist Line* untuk beban sampai dengan 16.000 lbs.

3. *Three Part Hoist Line* untuk beban sampai dengan 24.000 lbs.

4. *Four Part Hoist Line* untuk beban sampai dengan 32.000 lbs.

5. *Five Part Hoist Line* untuk beban sampai dengan 40.000 lbs.

**III.4.3. Produksi Clamshell**

Sebelum bekerja dengan Clamshell, pertama‐tama dipilih panjang boom dan sudut kerja boom yang

paling menguntungkan. Hal‐hal yang mempengaruhi antara lain gaya mampu crane, jarak penggalian, dan

tinggi pembuangan. Pada Tabel III.8 diberikan beberapa ukuran  *medium weight*  bucket (general purpose

type Clamshell bucket) yang umum digunakan.

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**Tabel III­8 Spesifikasi Medium Weight Bucket Clamshell**

**Ukuran Bucket (cu­yd)**

**3/8**

**0,50**

**0,75**

**1,0**

**1,25**

**1,50**

**1,75**

**2,0**

**2,50**

Kapasitas, (cu‐ft)

- Water level

- Plate line

- Heaped

Berat (lbs)

8,0

11,0

13,0

11,5

15,6

18,8

15,6

21,9

27,7

23,3

32,2

37,4

27,6

37,6

45,8

33,0

43,7

55,0

38,0

51,5

64,8

47,0

60,0

74,0

52,0

75,4

90,2

- Bucket

- Katrol

- Rahang

- Berat total

Ukuran (ft)

- Lebar

1.662 2.120 2.920 3.870 4.400 5.310 5.440 6.000 7.775

230 300 400 400 400 500 500 600 600

180 180 180 180 180 190 266 300 390

2.072 2.600 3.500 4.450 4.980 6.000 6.206 6.900 8.765

2,5 2,5 3 3 3,42 3,75 4 4,25 4,5

- Tinggi membuka

7,08

7,83

9,08

9,75

10,25 10,75 10,25

11,5

13

- Tinggi menutup

5,75

6,33

7,33

7,83

8,25

8,75

8,75

9,25

10,33

**Contoh 3­3 :** Clamshell mengangkat tanah dengan berat volume 90 lb/cu‐ft (LM), jangkauan maksimal

30 ft. Tanah diisikan ke hopper setinggi 25 ft dari muka tanah, ukuran bucket 1,25 cu‐yd

(medium weight), digunakan crane model 255.ATC. Berapakah panjang boom yan

diperlukan?

Pada Tabel III‐8 untuk bucket 1,25 cu‐yd tinggi membuka 10,25 ft (h), untuk hoist line

ditentukan 5 ft.

Jadi tinggi boom ujung yang diperlukan :

25 + 10,25 + 5 = 40,25 ft

*arc*.*tg*

40, 25

30

→ 53,30 0≈ 50

30 30

cos cos(55)

Dipilih panjang boom 50 ft (batas maksimal), dengan radius operasi 30 ft didapatkan

beban maksimal yang mampu diangkat (Tabel III‐7) 12.400 lbs (dengan outrigger dan

two part hoist line).

**Cek berat tanah dan bucket :**

‐ berat bucket (Tabel III‐8) = 4.980 lbs

‐ berat tanah (plat line) : 37,6 x 90 = 3.384 lbs

 T o t a l = 9.102 lbs

Dengan kapasitas munjung berat total tanah + bucket 9.102 lbs< 12.400 lbs crane dapat

bekerja.

**Contoh 3­4:** Clamshell dengan ukuran 1,5 cu‐yd medium weight bucket digunakan untuk

memindahkan pasir dari stockpile ke hopper setinggi 25 ft di atas permukaan tanah. Sudut

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

Jadi panjang boom  52,3 *ft*≈ *ft*

swing 900, berat volume pasir 99 lbs/cu‐ft (LM), spesifikasi Crane model 255A. TC,

kecepatan hoist line 153 fpm, kecepatan swing 4 rpm. Berapakah produksi Clamshell

perjamnya jika efisiensi kerja 50 menit perjam ?

‐ berat bucket

= 6.000 lbs

‐ berat tanah : 99 x 55 = 5.445 lbs (heaped)

 Total = 11,445 lbs

Dipilih ukuran boom seperti pada contoh 3‐3, panjang boom 50 ft, jangkauan 30 ft,

kemampuan angkat 12.400 lbs. OK!

**Cycle time :**

‐ isi bucket (diperkirakan)

= 6 detik

‐ angkat :

25

153

 60

= 9,8 detik

90

‐ swing : 360 60 = 3,75 detik

4

‐ buang = 4 detik

‐ swing kembali

 = 3,75 detik

‐ waktu hilang

= 4 detik

T

= 33,3 detik = 0,555 menit

Produksi Clamshell



60

0,555

 55

50

60

= 4.959 cu‐ft/jam (LM)

= 130 m3/jam (LM)

**III.5. CABLE EXCAVATOR**

Untuk penggalian material yang letaknya jauh di bawah permukaan tanah, dapat menggunakan

*dragline*, tetapi radius operasi dragline terbatas oleh panjang boom dan ukuran/tipe bucket yang

digunakan. Untuk mengatasi penggalian yang radius operasinya besar dan letaknya di bawah permukaan,

misalnya pada danau, rawa dan sebagainya, dapat menggunakan  *Cable Excavator* atau  *Long Line*

*Excavator*, atau *Slack Line Excavator*.

Cable Excavator adalah alat gali dengan lintasan kerja bucket diantara kepala tower (menara) dan

angkur yang letaknya di seberang tempat yang digali. Sebagai tower (mast) dapat menggunakan rangka

baja atau dapat juga digunakan Crawler Crane, sedangkan angkur pada tempat yang di seberang

posisinya dapat digeser‐geser, tergantung frekwensi penggalian. Jika angkur yang di seberang dipasang

mati, penggalian akan berlangsung pada lintasan yang tetap, hal ini akan menimbulkan alur galian

sehingga tidak efisien. Untuk mengatasi lebar penggalian dipasang dua angkur yang dihubungkan dengan

dua kabel, sehingga ujung kabel excavator dapat digeser‐geser di antara ujungangkur yang satu dengan

ujung angkur yang lain. Pada gambar III‐13 dapat dilihat pemasangan tower/mast yang tetap dan dua

angkur (shifting device) di ujung yang berseberangan.

Cable Excavator dengan ukuran bucket samapai dengan 4 cu‐yd biasa digunakan untuk menggali

pasir atau kerikil, yang letaknya dalam air dengan lokasi luas. Muatan dapat dibuang ke hopper atau

hanya ditimbun saja sebagai stockpile. Jika harus dibuang ke hopper, tinggi tower harus ditentukan

sedemikian sehingga waktu membuang, bucket tidak menyentuh dengan hopper. Jangkauan penggalian

Cable Hopper ini kira‐kira 1.000 ft (300 meter), walaupun sudah dipaksakan dengan membuat shifting

device yang lebar.

Cara kerjanya ialah dengan meluncurkan bucket karana berat sendiri ke arah ujung, tarck cable

dikendorkan hingga bucket menyentuh tanah, kemudian bucket ditarik dengan load cable hingga terisi

tanah. Jika bucket sudah penuh terisi muatan, tarck cable dikencangkan, bucket terangkat dan ditarik ke

arah tower/mast, kemudian muatan dibuang ke hopper atau hanya ditimbun saja. Setelah isi bucket

dituang, bucket kembali diluncurkan ke tempat penggalian untuk mulai menggali lagi seperti semula.

Apabila digunakan crane sebagai pengganti tower, maka angkur ujung dapat digantikan traktor

dengan crawler mounted, hal ini digunakan agar jangkauan operasi tidak terlalu besar. Perlu diketahui

bahwa cara ini memerlukan tenaga mesin crane 50% lebih besar dibanding tenaga crane untuk dragline.

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

Untuk menghitung produksi, maka didapat dengan menghitung cycle time yang diperlukan untuk

setiap kali menggali dan membuang. Waktu yang diperlukan antara lain :

1.

2.

3.

4.

Meluncurkan bucket ke tempat galian,

Menggali tanah.

Mengangkat dan menarik bucket, dan

Membuang.

Besarnya cycle time ini akan sangat tergantung pada ketrampilan operator, kondisi medan dan kondisi

manajemen serta ukuran bucket yang digunakan.

**III.6. BACKHOE**

**Backhoe sering juga disebut  *Pull Shovel,*  adalah** alat dari golongan shovel yang khusus dibuat

untuk menggali material di bawah permukaan tanah atau di bawah tempat kedudukan alatnya. Galian di

bawah permukaan ini misalnya parit, lubang untuk pondasi bangunan, lubang galian pipa dan sebagainya.

Keuntungan backhoe ini jika dibandingkan dragline dan clamshell ialah karena backhoe dapat menggali

sambil mengatur dalamnya galian yang lebih baik. Karena kekakuan konstruksinya, backhoe ini lebih

menguntungkan untuk penggalian dengan jarak dekat dan memuatkan hasil galian keruk.

**Keterangan :**

1. Boom

2. Stick, tangkai bucket

3. Gantry

4. Bucket

5. Drag Cable

6. Hoist Cable

Tipe backhoe dibedakan dalam beberapa hal antara lain dari alat kendali dan *undercarriage*‐nya.

Sebagai alat kendali dapat digunakan kabel (*cable controlled*) atau hidrolis (*hydraullic controlled*), dan

sebagai  *undercarriage*‐nya dapat digunakan  *crawler mounted* atau roda karet (*wheel mounted*). Pada

gambar III‐16 diberikan beberapa bagian‐bagian penting dari backhoe dengan alat kendali cable. Tetapi

pada umumnya backhoe dengan alat kendali kabel untuk saat ini sudah jarang dijumpai, dan yang banyak

dijumpai backhoe adalah dengan kendali hidrolis.

**III.6.1. Cara Kerja Backhoe**

Sebelum mulai bekerja dengan  *backhoe*  sebaiknya pelajari lebih dulu kemampuan alat seperti yang

diberikan oleh pabrik pembuatnya, terutama mengenai jarak jangkauan, tinggi maksimal pembuangan

dan dalamnya galian yang mampu dicapai, karena kemampuan angkat alat ini tidak banyak berpengaruh

terhadap kemampuan standar alatnya.

Untuk mulai menggali dengan backhoe bucket dijulurkan ke depan ke tempat galian, bila bucket

sudah pada posisi yang diinginkan lalu bucket diayunkan ke bawah seperti dicangkulkan, kemudian

lengan bucket diputar kearah alatnya sehingga lintasannya seperti terlihat pada gambar III‐18. Setelah

bucket terisi penuh lalu diangkat dari tempat penggalian dan dilakukan swing, dan pembuangan

materialhasil galian dapat dilakukan ke truk atau tempat yang lain. Pada penggalian parit, letak track

traktor harus sedemikian rupa sehingga arahnya sejajar dengan arah memanjang parit, kemudian

backhoe berjalan mundur.

Kemampuan jangkauan backhoe diberikan contoh untuk alat buatan Carterpillar dan Komatzu seperti

Tabel III‐9 dan III‐10.

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**Tabel III­9 Jangkauan dan Kapasitas Bucket Backhoe Carterpillar**

**Tipe**

215

225

235

245

**Stick (mm)**

1800

2200

2800

1980

2440

3050

2440

2900

3660

2590

3200

4420

**Tinggi Buang**

**(mm)**

5,46

5,44

5,69

5,82

5,79

5,99

6,25

6,35

6,81

7,65

7,27

7,95

**Jangkauan Maks.**

**(m)**

8,43

8,69

9,25

9,24

9,58

10,16

10,69

11,10

11,91

12,47

12,52

14,02

**Dalam Gali Maks.**

**(m)**

5,39

5,77

6,38

5,97

6,43

7,04

6,86

7,32

8,08

7,88

8,49

9,71

**Kapasitas Bucket**

**Heaped (m3)**

0,380 sd. 0,960

0,570 sd. 1,24

0,880 sd. 2,100

1,530 sd. 3,012

**Pada Backhoe Carterpillar ini stick dapat diatur dalam 3 kedudukan ialah :** stick dalam keadaan

dipendekkan, sedang, dan dalam keadaan dijulurkan.

**Keterangan :**

A : tinggi buang maksimal

B : jangkauan maksimal

C : dalam gali maksimal

**Tabel III­10 Jangkauan dan Kapasitas Bucket Backhoe Komatzu**

Model

Tinggi Buang

Dalam Gali

Jangkauan

Kapasitas Bucket (m3)

PC 10‐2

PC 20‐2

PC 40‐2

PC 60‐1

PC60L‐1

PC 100‐1

PC 100L‐1

PC 120‐1

PC 200‐1

PC 220‐1

PC 300‐1

PC 400‐1

PW 60‐1

PW 60N‐1

(m)

2,26

2,345

3,13

3,41

3,46

4,98

5,19

5,22

6,24

6,54

7,00

7,51

3,73

3,73

(m)

2,1

2,455

3,17

3,80

3,75

4,60

4,40

5,00

5,84

6,64

6,54

7,55

3,48

3,48

 (m)

3,375

4,345

5,47

6,01

5,99

7,17

7,12

7,54

9,19

10,00

10,42

11,55

5,925

5,925

Peres

0,05

0,06

0,11

0,25

0,25

0,40

0,40

0,45

0,70

0,90

1,20

1,60

0,25

0,25

Munjung

0,06

0,07

0,12

0,28

0,28

0,44

0,44

0,50

0,75

1,00

1,30

1,80

0,28

0,28

**III.6.2. Produksi Backhoe**

Untuk menghitung produksi backhoe faktor yang mempengaruhi adalah kapaitas bucket, dalam

galian, jenis material yang digali, sudut swing dan keadaan manajemen/medan. Produksi backhoe secara

umum dapat ditentukan dengan rumus.

Dengan : T

60

*T*

: cycle time (menit)

m3/jam (LM)

BC : kapasitas bucket (m3)

JM : kondisi manajemen dan medan kerja, Tabel III‐3

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

Produksi  *BC* *JM* *FF*

Karena ada dua contoh backhoe yang dikemukakan di sini, yaitu Caterpillar & Komatzu, maka untuk

menghitung cycle time digunakan cara‐cara tersendiri sesuai petunjuk dari pabrik pembuatnya.

**a. Produksi Backhoe menurut Caterpillar**

Produksi dengan petunjuk yang ada, cycle time untuk Caterpillar dipengaruhi oleh keadaan medan

kerja yang dibedakan dalam lima keadaan, yaitu sebagai berikut.

**a). Mudah :** ialah keadaan penggalian yang mudah, misalnya tanah tidak kompak, pasir, kerikil, dll.

Kedalaman galian lebih kecil dari 40%, kemampuan alat maksimal, sudut swing kurang

dari 300. Tidak ada gangguan, buang/muat pada truk atau stockpile, operator baik.

**b). Sedang :** ialah keadaan penggalian yang sedang, misalnya lempung kering, tanah dengan kandungan

batu kurang dari 25%. Kedalaman galian sampai dengan 70% kemampuan alat

maksimal, sudut swing sampai dengan 900, pemuatan ke truk dengan jumlah banyak.

**c). Agak sulit :**  ialah keadaan penggalian pada batu‐batuan, lapisan tanah keras, kedalaman galian di

atas 90% dari kemampuan alat, swing lebih 1200. Kondisi galian sempit, tempat

buang/muat sempit dengan jangkauan maksimal, ada gangguan pekerja pada tempat

kerja.

**d). Sulit**

**:** ialah keadaan penggalian tanah keras dengan kandungan batu 75%, kedalaman galian

90% dari kemampuan alat maksimal, swing sampai dengan 1200. Tempat buangnya

sempit, tempa kerja sulit.

**e) Sangat sulit :** ialah keadaan penggalian pada batu‐batuan, lapisan tanah keras, kedalaman galian

diatas 90% dari kemapuan alat, swing lebih dari 1200. Kondisi galian sempit,

buang/muat sempit dengan jangkauan maksimal, ada gangguan pekerja pada tempat

kerja.

Pada setiap menggali, bucket tidak terlalu penuh, hal ini tergantung dari material yang digali maka perlu

ada faktor pengisian atau fill factor, seperti ditunjukkan pada Tabel III‐11.

**Tabel III­11 Fill Factor untuk Caterpillar**

1.

2.

3.

4.

5.

**B a h a n**

Tanah lempung kepasiran

Pasir atau kerikil

Lempung keras, tanah keras

Batu pecah abik

Batu pecah jelek

**Fill Factor**

100 ‐ 110%

95 ‐ 100%

80 ‐ 90%

60 ‐ 75%

40 ‐ 50%

**Contoh 3­5 :** Backhoe Caterpillar tipe 225 stick 2440 menggali parit dengan kedalaman 4,5 meter.

Tanah jenis lempung keras, sudut swing maksimal 900.

Ukuran bucket yang digunakan 1 m3, medan baik dan manajemen sedang. Berapa produksi

backhoe perjamnya?

Untuk tanah keras dengan sudut swing 900

% *gali*

4,5

6,43

100% 69,98%*ataukira*− *kira*

70% → termasuk penggalian agak sulit

Cycle time :

T = 25 detik = 0,4167 menit

Fill factor

= 80%

JM = 0,71 (baik/sedang)

**Pr *oduksi***



**60**

**0,4167**

 **1,0** **0,80** **0,71**

 = 81,78 m3/jam (LM)

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**b. Produksi Backhoe Menurut Komatzu**

Berbeda dengan Caterpillar, Komatzu sebagai pabrik pembuat alat berat memberikan cara

menghitung perkiraan produksi Backhoe tersendiri dengan rumus :

Pr *oduksi*

60

*T*

 *BC* *JM* *BF*

m3/jam (LM)

Keterangan : T : cycle time

 BC : kapasitas bucket (m3)

 JM : kondisi manajemen dan medan kerja

 BF : factor pengisian bucket

**Faktor pengisian bucket (BF) ialah** keadaan pengisian pada waktu menggali yang kadang‐kadang

penuh, kadang‐kadang peres dan mmungkin mala kurang. Sehingga pada waktu menggali tidak selalu

munjung terus atau peres terus. Faktor pengisian ditunjukkan pada Tabel III‐12

**Tabel III­12 Faktor Pengisian Bucket Komatzu**

MUDAH

SEDANG

AGAK SULIT

SULIT

**Kondisi muatan**

Gali dan muatan material dari stockpile, atau material

yang sudah digusur dengan alat lain, sehingga tidak

diperlukan tenaga menggali yang besar dan bucket

dapat penuh

Misal : tanah pasir, tanah gembur.

Gali dan mujat dari stockpile yang memerlukan

tekanan yang cukup, kapasitas bucket kurang dapat

munjung.

Misal : pasir kering, tanah lempung lunak, kerikil.

Sulit untuk mengisi bucket pada jenis material yang

digali

Misal : batu‐batuan, lempung keras, kerikil berpasir,

tanah berpasir, Lumpur.

Menggali pada batu‐batuan yang tidak beraturan

**Faktor**

0,8 – 1,0

0,6 – 0,8

0,5 – 0,6

0,4 – 0,5

bentuknya yang sulit diambil dengan bucket.

Misal : batu pecah dengan gradasi jelek.

Untuk menghitung cycle time yang diperlukan untuk menggali, swing dua kali dan buang/

memuatkan ke truck dapat digunakan table‐Tabel berikut :

**Keterangan :**

T = cycle time

 t1 = waktu menggali

 t2 = waktu swing

 t3 = waktu membuang

T = t1 + 2 t2 + t3

**Tabel III­13 Waktu Untuk Menggali (detik)**

**Kondisi Penggalian Dalam Galian**

< 2

2 m – 4 m

> 4

**Mudah**

6

7

8

**Sedang**

9

11

13

**Agak Sulit**

15

17

19

**Sulit**

26

28

30

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**Tabel III­14 Waktu untuk swing (detik)**

**Swing (Derajat)**

450 ‐ 900

900 > 4

**Waktu**

4 – 7

5 ‐ 8

**Waktu untuk membuang atau memuatkan:**

a. Tempat buang sempit, misalnya truck = 5 – 8 detik

b. Tempat buang longgar, misalnya stockpile = 3 – 6 detik

**Contoh 3 – 6 :** Untuk menggali parit sedalam 4,5 meter digunakan backhoe PC 120 – 1 Komatzu. Sudut

swing 900, tanah lempung lunak, swell 30%. Kondisi medan baik, manajemen baik,

tanah hasil galian diangkut dengan truk.

Berapakah prakiraan produksi backhoe perjamnya ?

1). Bucket factor untuk tanah lempung lunak 0,80

2). Kapasitas bucket PC 120–1=0,45 m3 peres (table III‐10)

3). JM = 0,75 (baik/baik)

4). Cycle time : ‐ gali dalam 4,5 m\

kondisi sedang t1 = 13 detik

‐ swing 900 → t2 = 7 detik

‐ buang ke truk → t3 = 8 detik

 T

 = 13 + 2 x 7 + 8 = 35 detik atau

 = 0,58 menit

**Pr *oduksi***



**60**

**0,858**

 **0,45** **0,080** **0,75**

= 27,93 m3/jam (LM)

**III.7. Loader**

**Loader adalah** alat pemuat material hasil galian/gusuran alat galian yang tidak dapat langsung

dimuatkan ke alat angkut, misalnya bulldozer, grader dan lain‐lainnya. Pada prinsipnya loader adalah alat

pembantu untuk memuatkan dari stockpile ke kendaraan angkut atau alat‐alat lain, di samping dapat juga

berfungsi untuk pekerjaan awal yang umum, misalnya clearing ringan, menggusur bongkaran,

menggusur tonggak kayu kecil, menggali pondasi basement dan lain‐lain. Sebagai pengangkut material

dalam jarak pendek juga lebih baik daripada bulldozer, karena pada bulldozer ada material yang tercecer,

sedang pada loader material tidak ada yang tercecer.

Macam loader ditinjau dari alat bergeraknya dibedakan dua macam, ialah  **loader dengan roda**

**rantai (crawler loader) dan loader dengan roda karet, (wheel loader).** Sedang jika ditinjau dari alat

kendali bucket, ada yang dikendalikan dengan kabel dan ada yang dikendalikan secara hidrolis.  **Untuk**

**wheel loader sendiri dibedakan dalam dua macam ialah :**

a. *Rear Stear*, dengan alat kemudi berada di belakang,

b. *Articulated Wheel loader*, kemudi ada di depan dan roda depan atau bucket dapat dibelokkan

membuat sudut sampai 400 dari sumbu memanjang alat.

Untuk bekerja dengan *loader* perlu diperhatikan stabilitas alat pada waktu membawa muatan/beban,

harus dijaga agar alattidak terguling ke depan. Untuk bekerja dengan loader terdapat adanya  *Static*

*Tipping Load,* ialah berat minimal beban pada pusat berat beban bucket yang menyebabkan terangkatnya

bagian belakang alat untuk Crawler Loader, atau terangkatnya roda belakang alat untuk Wheel Loader.

Static Tipping Load dihitung berdasar keadaan berikut :

a. loader bekerja pada permukaan tanah keras & statis,

b. unit alat bekerja pada standard operasinya,

c. bucket dalam posisi miring ke belakang,

d. bucket pada posisi memuat maksimal ke depan.

Dari Static Tipping Load yang tersedia pada alat, maka kemampuan angkat operasinya (*operating Load*)

dapat diambil sebesar 50% dari static tipping load untuk wheel loader, sedang untuk crawler loader

dapat diambil sebesar 35% dari static tipping load alatnya. Hal ini ditentukan berdasarkan standard SAE

(Society Automotive Engineers).

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**III.7.1. Cara Kerja Loader**

Loader bekerja dengan gerakan‐gerakan dasar pada bucket dan cara membawa muatan untuk

dimuatkan ke alat angkut atau alat yang lain. Gerakan bucket yang penting ialah menurunkan bucket di

atas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggusur), mengangkat bucket, membawa dan

membuang muatan.

**Apabila material harus dimuatkan ke alat angkut, misalnya truk, ada beberapa cara­cara**

**pemuatan ialah :**

a. *V loading*, ialah cara pemuatan dengan lintasan seperti bentuk huruf V,

b. *loading*, truk berada di belakang loader, kemudian lintasan seperti membuat garis tegak lurus,

c. *Cross loading*, cara pemuatan dengan truk juga ikut aktif,

d. *Overhead loading*, dengan Loader khusus, bucket dapat digerakkan melintasi di atas kabin operator.

**III.7.2. Produksi Loader**

Untuk menghitung produksi loader, faktor yang mempengaruhi adalah **ukuran bucket, cycle time**

**dan kondisi kerja/efisiensi kerja.** Seperti halnya pada alat lain, cycle time untuk loader terdiri atas

**“fixed time” (waktu tetap) dan “variable time” (waktu tidak tetap),** waktu tetap yang diperlukan

ialah untuk gerakan‐gerakan berikut :

a. *Raise Time*, ialah waktu dalam detik, yang diperlukan untuk menurunkan bucket dari posisi dasar ke

atas permukaan tanah.

b. *Lower Time*, ialah waktu dalam detik, yang diperlukan untuk menurunkan bucket kosong dari posisi

tertinggi pada posisi dasar.

c. *Dump Time*, ialah waktu dalam detik, yang diperlukan untuk menggerakkan bucket dari posisi muat

maksimal untuk membuang muatan (dump).

Untuk pemilihan alat yang akan digunakan beberapa urutan hitungan/prakiraan yang perlu adalah

sebagai berikut.

a. Hitung terlebih dahulu produksi yang diperlukan.

b. Hitung prakiraan cycle time‐nya.

c. Tentukan besarnya beban angkut persiklus dalam volume (m3) atau dalam berat (kg).

d. Pilihlah ukuran bucket.

e. Pilihlah ukuran alat dengan ukuranbucket dan beban angkat yang sesuai dengan produksi yang harus

dihasilkan.

**a. Produksi Wheel Loader menurut Caterpillar**

Caterpillar memberikan  *basic cycle time* antara 0,45‐0,55 menit, yang didasarkan pada permukaan

tanah keras, dan didasarkan pada 4 gerakan dasar, serta sudah termasuk muat, buang dan angkut dalam

jarak minimal. Beberapa model wheel loader caterpillar diberikan sebagai contoh seperti pada table III‐

15.

**Tabel III­15. Wheel Loader Caterpillar**

**Model**

**Kapasitas Bucket (m3)**

**Static Tipping Load (kg)**

**Munjung**

**Peres**

**Lurus**

**Membuat**

**sudut 350**

910

920

930

950B

966D

980C

988B

992C

1,00

1,15

1,53

2,40

3,10

4,00

5,40

10,32

0,67

0,91

1,15

2,03

2,60

3,45

4,50

8,56

4.504

5.923

7.230

10.360

13.774

18.490

22.450

48.133

4.062

5.443

6.676

9.550

12.667

16.945

20.290

43.206

**Faktor­faktor yang akan mempengaruhi basic cycle time adalah** material yang dibawa, asal material,

tempat pembuangan, dans akan keadaan alat‐alat sendiri. Tabel III‐16 menunjukkan factor‐faktor

tersebut.

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

**Tabel III­16. Faktor Cycle Time Wheel Caterpillar**

**Kondisi Material**

1. Bahan

a. Campuran

b. Diameter sampai dengan 3mm

c. 3mm ‐  20mm

d. 20mm ‐  150mm

e. ≥ 150mm

f. Asli atau pecah/hancur

2. Mengambil dari timbunan

a. Hasil timbunan dari conveyor atau dozer ≥ 3m

b. b. Hasil timbunan dari conveyor atau dozer < 3m

c. Hasil buangan truk

3. Lain‐lain

a. Truk dan loader milik sendiri

b. Truk dan loader bukan milik sendiri

c. Operasi tetap

d. Operasi tidak tetap

e. Tempat buang sempit

f. Tempat buang luas

**Penambahan/Pengurangan**

**Waktu (Menit)**

+ 0,02

+ 0,02

‐ 0,02

0

+ 0,03 atau lebih

+ 0,04 atau lebih

0

+ 0,01

+ 0,02

‐ 0,04 atau lebih

+ 0,04 atau lebih

‐ 0,04 atau lebih

+ 0,04 atau lebih

+ 0,04 atau lebih

+ 0,04 atau lebih

Karena jumlah tiap kali membawa material tidak selalu tepat dengan kapasitas bucket, ada kalanya

bucket dapat penuh, tetapi ada kalanya kurang penuh, hal ini tergantung material yang dibawa, maka

perlu adanya koreksi *Bucket Fill Factor (BFF)* seperti yang diberikan di bawah ini.

**Tabel III­17. Bucket Wheel Loader Caterpillar**

**B a h a n**

**1. Material Lepas**

a. Butiran basah tercampur

b. Butiran seragam sampai dengan 3mm

c. Butiran 3mm – 9mm

d. Butiran 12mm – 20mm

e. 24mm

**2. Material Pecah**

a. Gradasi baik

b. Gradasi sedang

c. Gradasi jelek

**BFF (%)**

95 – 100

95 – 100

90 – 95

85 – 90

85 – 90

80 – 85

75 – 80

60 – 65

**Contoh 3–7:**

Suatu proyek membutuhkan material 250 t/jam untuk dimuatkan ke truk. Jenis material

kerikil 9 mm, dari stockpile setinggi6 meter, berat volume 1660/m3. Truk kapasitas 9 m3

yang dimiliki oleh tiga kontraktor, cara muat tetap, permukaan tanah keras.

Cycle Time :

-

-

-

-

-

basic cycle time = 0,5 menit

material 9 mm = ‐ 0,02 menit

truk sewa = + 0,04 menit

operasi tetap = ‐ 0,02 menit

stockpile 6 m = 0 menit

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

 T

= 0,50 menit

Jumlah siklus



60

0,50

 120 siklus/jam

Berat material 1660 kg/m3

= 1,66 t/m3

Produksi yang dibutuhkan rata‐rata 

250

1,66

 150 m3/jam

Bucket Fill Factor = 0,95

250

120

 1,25 m3

 JM

= 0,75 (baik/baik)

Kapasitas bucket yang diperlukan 

1,25

0,95 0,75

 1,754 m3

Kapasitas angkat yang dibutuhkan = 1,754 x 1660 = 2912 kg

**Dipilih Loader 950B :**

Kapasitas angkat = 50% x 9550 kg = 4775 kg > 2912 kg

Kapasitas bucket 2,03 m3 :

2,03 x 1660

 = 3368,8 kg < 4775 kg

OK ! Loader tidak terguling.

**b. Produksi Wheel Loader menurut Komatsu.**

Menurut Komatsu untuk menghitung produksi wheel loader digunakan rumus berikut :

Produksi 

60

*T*

 *BC* *JM* *BFm* 3 / *jam*(*LM* )

Keterangan :

T = cycle time (menit)

BC = kapasitas bucket (m3)

JM = kondisi manajemen dan medan kerja

BF = faktor pengisisan bucket

Kapasitas bucket dan kemampuan alat dapat ditentukan dari Tabel III‐18.

**Tabel III­18. Kemampuan Wheel Loader Komatsu**

**Model**

**Kapasitas Bucket**

**Static Tipping Load (kg)**

**Kecepatan (km/jam)**

**(m3)**

**Lurus**

**Membelok**

**Peres**

**Mundur**

W.20

W.20

W.20

W.20

W.20

W.20

W.20

W.20

W.20

0,60

0,80

1,20

1,40

1,70

2,30

3,30

3,50

5.70

2.400

2.940

4.350

5.170

6.690

9.670

13.150

14.300

27.200

2.150

2.635

3.800

4.240

6.080

8.700

11.840

12.900

24.450

7,5‐25

7,5‐25

7,2‐34,5

7,6‐38,1

7,1‐34,5

7,5‐30,4

7,1‐30

7‐40

7.2‐32.6

5‐10

5‐10

7,2‐35

7,6‐38,3

7,1‐34,5

8,0‐32,3

7,5‐32,3

7‐40

7.2‐32.6

**Untuk menentukan cycle time dibedakan dalam cara pemuatan sebagai berikut :**

a). Cara pemuatan cross loading  *T*

*D*

*F*

*D*

*R*

*D D*

*F R*

c). Cara pemuatan *load and carry*

Keterangan :

T = cycle time

 D = jarak angkut (meter)

 F = kecepatan maju (meter/menit)

Filiyanti Teta Ateta Bangun : Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) & Alat-Alat Berat : Alat-Alat Gali, 2009

Volume yang dibutuhkan per‐siklus 

 *Z*

b). Cara pemuatan *V Loading* atau *loading T* 2(



) *Z*

 R = kecepatan mundur (meter/menit)

 Z = waktu tetap/Fixed time (menit)

**Waktu tetap adalah** waktu yang dibutuhkan untuk pindah gigi, muat, putar, buang dan waktu tunggu

dari truk, yang dinyatakan dalam menit. Besarnya waktu tetap ditentukan dari Tabel III‐19.

**Tabel III­19. Waktu Tetap untuk Wheel Loader Komatsu (menit)**

**Cara Muat**

Direct drive

Hydraulic shift driver

Torqlow drive

**Loading**

0,25

0,20

0,20

**Cross Loading**

0,35

0,30

0,30

**Load & Carry**

‐

‐

0,35

 Karena pada setiap mengambil/memuat tanah bucket dari loader tidak selalu penuh, maka perlu

dikoreksi dengan bucket fill factor yang besarnya tergantung material yang dimuat, dan dapat ditentukan

dari Tabel III‐12.

**Contoh 3­8:**

Sebuah Wheel Loader Komatsu W.170 dengan bucket 3,5 m3 bekerja untuk memuatkan

tanah ke truk dengan kondisi sebagai berikut :

Operasi cross loading, dengan hydraulic shift drive, jarak angkut 10 meter.

Tanah dari jenis lempung berpasir dengan berat volume 1640 kg/m3. Kondisi medan

baik, manajemen baik.

BF = 0,9 (Tabel III‐12)

Kecepatan maju

 = 7 km/jam

Kecepatan mundur = 7 km/jam

Cycle time T =

Catatan : 1 km/jam = 16,667 meter/menit

F = 7 x 0,8

= 5,6 km/jam = 93,3 m/menit

R = 7 x 0,8 = 5,6 km/jam = 93,3 m/menit

Z = 0,3 (Tabel III‐19)

T =

Produksi =

Cek terhadap kestabilan alat.

STL = 12.900 kg (waktu membelok)

Kapasitas angkat = 50% x 12.900 = 6.450 kg

Berat muatan

= 3,5 x 1640

= 5740 kg Kap.angkat 6.450 kg

Loader aman bekerja !!!

**III.8. DAFTAR PUSTAKA**

Filiyanti Teta Ateta Bangun,2009, Pengembangan Tanah Mekanik (PTM) , Alat-alat Berat Bagian III Alat-alat Gali, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universita Sumatera Utara.

Handbook of Caterpillar *(the Internet downloaded, 2009)*;

 Handbook of Komatsu *(the Internet downloaded, 2009)*;

Peurifoy, P.E., Ledbetter, W.B., Schexnayder, C.J.,  *Construction Planning, Equipment, And*

*Methods,*The McGraw‐Hill Companies, Inc., NY, 2007.