

DIKTAT

MEKANISASI PERTANIAN



OLEH

Ir. Tiurmaida Nainggolan, MP

KOPERTIS WILAYAH I

M E D A N

2 0 0 4



KATA PENGANTAR

Buku ini berisi tugas yang dilakukan mahasiswa secara struktural dan mandiri untuk seluruh perkuliahan Mekanisasi Pertanian dengan bobot belajar 3 SKS. Tujuan dari tugas-tugas yang diberikan adalah melatih mahasiswa kemampuan analisis dan sintesis serta evaluatif dengan penyusunan diktat pendek.

Memperluas wawasan, memperkaya informasi dan memantapkan pemahaman tentang inovasi pendidikan. Membiasakan membaca sebelum pertemuan-pertemuan kuliah diharuskan melakukannya.

Umpan balik yang diperlukan dilakukan dosen dalam waktu tatap muka kurang lebih 15 menit. Sarana belajar yang disajikan dalam bentuk kerjakan sendiri (Do it your self).

Semoga sarana belajar ini dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya dalam upaya membelajarkan masyarakat dan memasyarakatkan belajar.

Penulis,

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
BAB I. KONSEP GIZI PANGAN DAN KESEHATAN	1
1. Pemilikan Kearah Mekanisasi Pertanian	1
2. Perkembangan Mekanisasi	2
3. Produktifitas tenaga kerja dan mekanisasi pertanian	3
BAB II. ALAT – ALAT PENGOLAHAN TANAH	5
1. Umum	5
2. Alat-alat Pengolahan Tanah Pertama dan Methodanya	6
3. Alat Pengolahan Tanah Kedua.....	13
4. Kebutuhan Tenaga	17
5. Menghitung Tekanan Traktor Terhadap Tanah	18
6. Sistem Pengolahan Tanah	19
7. Pemeliharaan Alat-alat	21
BAB III. MOTOR BAKAR	22
1. Motor Bakar Eksternal dan Internal	22
2. Motor Bakar Diesel dan Motor Bensin	23
3. Motor 2 tak dan 4 tak	24
4. Tenaga dan Efisiensi Motor Bakar Internal	30

BAB V. PERHITUNGAN BIAYA PEMAKAIAN ALAT DAN MESIN	33
1. Biaya Penyusutan	33
1.1. Biaya Bunga Modal Investasi dan Asuransi	36
1.2. Biaya Pajak	36
1.3. Biaya Gedung/Gudang/Garasi	36
2. Biaya Tidak Tetap	36
2.1. Biaya bahan baku	37
2.2. Biaya Perawatan Preventip.....	38
2.3. Biaya Reperasi	38
2.4. Biaya Ban	40
2.5. Biaya Operator	40
3. Perhitungan Hasil Kerja	41

BAB I. PENDAHULUAN

1. Pemikiran Kearah Mekanisasi Pertanian

Pengertian mekanisasi pertanian dapat didefinisikan dalam arti yang luas dan sempit. Mekanisasi pertanian dalam arti luas diidentikkan dengan agriculture engineering dan peningkatan bahan dan tenaga alam untuk mengembangkan daya kerja manusia dalam bidang pertanian demi untuk kesejahteraan umat manusia.

Mekanisasi pertanian dalam arti sempit yang diidentikkan dengan agricultural mekanization atau form mechanization yaitu semua kegiatan penggunaan alat/mesin pertanian yang digerakkan baik dengan tenaga manusia, tenaga hewan, tenaga motor maupun tenaga mekanis lainnya seperti arus air dan angin untuk mengurangi kegiatan kerja dan meningkatkan kelipatan waktu dari berbagai kegiatan (operasi pertanian sehingga dapat mengamankan produksi, memperbaiki mutuproduksi dan meningkatkan efisiensi kerja.

Pada mulanya semua tanaman budidaya untuk kebutuhan manusia dihasilkan dan disiapkan dengan menggunakan tenaga otot-otot manusia.

Perkembangan sesuatu negara, selalu melalui phase-phase. Agraris-agraris industri, industri agraris, industri dan perkembangan pertaniannya selalu mengikuti phase-phase eksklusif-eksklusif.

Produksi usaha tani di Amerika Serikat hampir seluruhnya telah dimekanisasikan. Satelit diluar angkasa mengambil gambar bahan pertanian yang memungkinkan para ilmuan untuk melihat areal yang terkena penyakit untuk mengukur luas tanah.

2. Perkembangan mekanisasi

Pada perkembangan pertanian di dunia ini adalah dimulai dari periode manual-periode hewanisasi periode mekanis. Demikian kasar, sehingga setiap orang buruh tani hanya mampu menghasilkan pangan untuk mencapai 5-6 orang, menjelang tahun 1920 dengan perbaikan peralatan yang ditarik, seorang buruh tani mampu menunjang kehidupan 10 orang. Dalam tahun 1955 dengan peralatan bertenaga modern seorang petani mampu mencukupi kebutuhan pangan sekitar 18 orang. Dalam tahun 1955 dengan peralatan bertenaga modern seorang petani mampu mencukupi kebutuhan pangan sehingga 18 orang. Menjelang tahun 1974 ditaksir bahwa seorang petani mampu menghasilkan pangan dan serat untuk menunjang kehidupan lebih 55 orang.

Peralatan pertanian ditingkatkan ukuran dan efisiensinya sehingga petani bisa menghasilkan lebih banyak dengan tenaga kerja dan biaya lebih rendah.

Bagian yang merupakan kunci revaluasi teknologi dalam pertanian yang berlangsung dan sebagian besar merupakan hasil revolusi teknologi itu sendiri adalah meningkatnya dengan cepat keluaran (out put/pujian kerja dalam usaha tani.

Mekanisasi pertanian bukan tujuan akhir, mekanisasi pertanian hanya merupakan sarana untuk mencapai tujuan akhir pembangunan pertanian. Karena itu untuk mencapai akhir pembangun pertanian tersebut fungsi mekanisasi pertanian harus sejalan dengan kebijaksanaan trilogi pembangunan dan harus dapat menunjang usaha menambah lapangan kerja baru meningkatkan pendapatan dan meningkatkan pendapatan dan meningkatkan produksi.

Dari segi ekonomi nasional kita disiniberfikir untuk memajukan pertanian itu apa dengan cara intensifikasi atautkah dengan ekstensifikasi.

Disini kita artikan bahwa intensifikasi adalah suatu cara untuk menjadikan produktivitas suatu pendapatan maksimal dengan catatan bahwa areal tetap.

Sedangkan dengan pengertian ekstensifikasi adalah suatu cara mempertinggi produktifitas yang maksimal dan catatan areal tanah diperluas (bertambah). Azas mekanisasi selektif artinya adalah : penerapan alat dan mesin pertanian diseleksi menurut keadaan kondisi lapangan atau lahan pertanian serta menurut jenis atau tipe alat pertanian itu sendiri.

3. Produktifitas tenaga kerja dan mekanisasi pertanian

Penggunaan tenaga kerja adalah merupakan salah satu faktor produksi pertanian yang sangat penting selainlahan pertanian, modal dan iklim.

Dibidang tenaga kerja pertanian maka sumber tenaga kerja dapat berasal dari tenaga manusia atau petani itu sendiri, tenaga ternak tarik, tenaga mekanis yang berasal mesin penggerak dari sesuatu alat mesin pertanian.

Produktivitas yang dimaksud disini adalah kemampuan dari sesuatu sumber tenaga apakah dari tenaga manusia (bertani), ternak tarik dan ternak mekanis dalam menyelesaikan jenis pekerjaan pertanian tertentu dalam satuan tenaga perluas areal kerja.

Disamping adanya berbagai keuntungan prinsip mekanisasi pertanian ada juga berbagai faktor pembatas yang perlu diperkaitkan antara lain :

- Faktor fisis dan biologi, faktor teknis, pendidikan, ekonomi dan faktor sosial faktor fisis dan biologis yang dapat merupakan faktor pembatas adalah air tanah, herba, akhir, usaha tani sendiri dan sebagainya.
- Drainase dan irigasi pada waktu yang diperlukan maupun cuaca kering pada waktu pengolahan tanah, waktu tanam dan panen merupakan lancar keberhasilan mekanisasi tersebar akan mempersulit pelaksanaan mekanisasi pertanian.
- Faktor pembatas tehnik dapat berupa : langka sulitnya pelayanan suhu cadang adanya kelembaban atau kekurangan pelayanan bahan-bahan dan pelumas dan bengkel yang sangat diperlukan untuk perbaikan alat kalau terjadi kerusakan, letaknya jauh dari lokasi.

BAB II

ALAT-ALAT PENGOLAHAN TANAH

1. Umum

Pengolahan tanah berarti mengadakan suatu perlakuan mekanis terhadap tanah untuk suatu tujuan tertentu. Untuk keperluan pertanian, tujuan pengolahan tanah itu antara lain :

- 1.1. Menciptakan struktur tanah yang sesuai untuk persemaian atau tempat tumbuh benih
- 1.2. Memperbaiki tata air dan aerasi
- 1.3. Mengurangi "run off" hingga memperkecil bahaya erosi
- 1.4. Menghambat bahkan membrantas tumbuhan pengganggu (gulma) dan serangga-serangga.
- 1.5. Menghancurkan dan membenamkan tumbuh-tumbuhan atau sampah-sampah hingga menambah kesuburan tanah.
- 1.6. Meratakan serta memberikan kepadatan tertentu kepada tanah

Semua tujuan pengolahan tanah diatas, bila dikaitkan dengan tanaman yang akan dibudidayakan diatas tanah yang telah diolah itu diharapkan pula suatu hasil yang optimal. Karena kondisi tanah yang baik merupakan faktor penentu akan keberhasilan produksinya. Suatu hal yang diperhatikan, bahwa pengolahan tanah itu hendaknya seminimal mungkin, tetapi dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang seoptimal dan dengan biaya yang rendah. Pekerjaan dengan kondisi hasil yang demikian disebut "minimal tillage".

Dalam pelaksanaannya pengolahan tanah terbagi dalam dua tahapan, yaitu pengolahan tanah pertama yang disebut pembajakan (plowing) dan pengolahan tanah kedua atau penggaruan (harrowing). Kedua tahapan pekerjaan ini memerlukan alat-alat yang berbeda konstruksi dan fungsinya.

2. Alat-alat Pengolahan Tanah Pertama dan Metodanya

Alat-alat pengolahan tanah pertama (primary tillage equipment) adalah alat-alat yang dipergunakan untuk yang pertama kali (tetapi dalam keadaan khusus, justru dipergunakan untuk yang kedua kalinya). Fungsi alat-alat ini ialah memotong, memecah dan membalik tanah. Alat-alat yang sering dipergunakan untuk tujuan ini adalah :

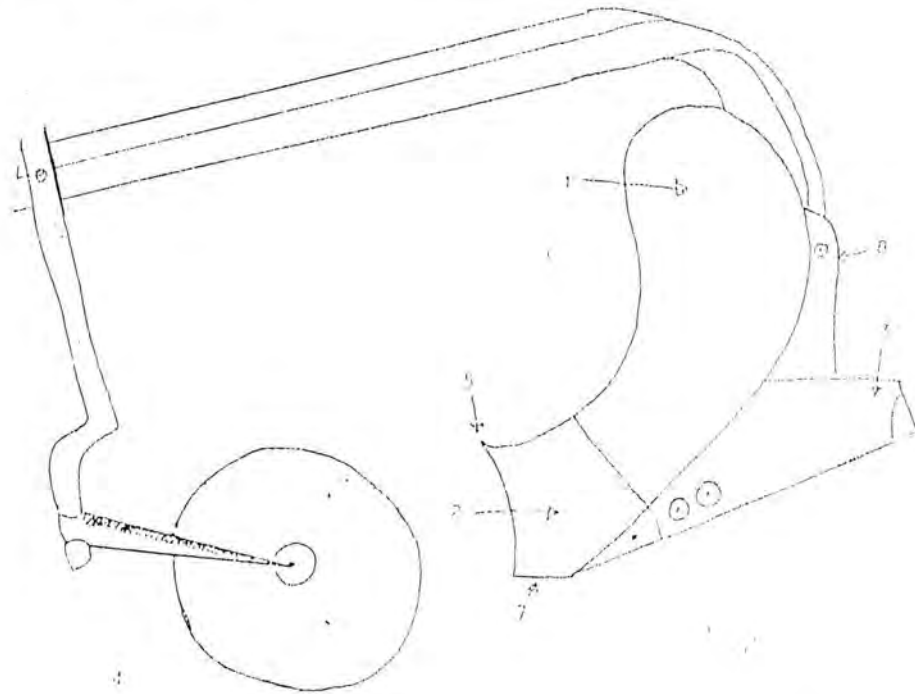
- 2.1. Mold board plow
- 2.2. Disk plow
- 2.3. Rotary plow
- 2.4. Caisel plow
- 2.5. Sub-soil plow
- 2.6. Giant plow

2.1. **Mold board plow (*memotong dan membalik tanah yang banyak rumputnya*).**

Mold board plow disebut juga bajak singkal. Alat ini dapat dipergunakan untuk memotong dan membalik tanah yang banyak reruputannya. Bagian bajak yang memotong dan membalik tanah disebut "bottom". Dalam satu rangkaian bajak singkal dapat terdiri dari satu, dua bahkan lebih dari empat "bottom". Bahagian-bahagian utama dari bottom adalah (lihat gambar III.1.)

- 2.1.1. "Moldboard" atau singkal, yaitu bahagian yang menerima membalik dan memecahkan tanah yang telah terpotong (Furrow Slice)
- 2.1.2. "Share" atau pisau adalah bahagian yang memotong tanah dan mengarahkan tanah yang telah terpotong ke bahagian singkal
- 2.1.3. "Land Side" adalah bahagian yang berfungsi untuk menahan tahanan samping dari "Furrow Slice" pada singkal dan menjaga kestabilan jalannya bajak sewaktu bekerja.

2.1.4. "Coulter" adalah bagian yang berfungsi untuk membelah tanah, tumbuh-tumbuhan atau sampah-sampah yang ada di permukaan tanah, sebelum bajak memotong tanah. Coulter ini ada yang berbentuk piringan atau bentuk pisau.

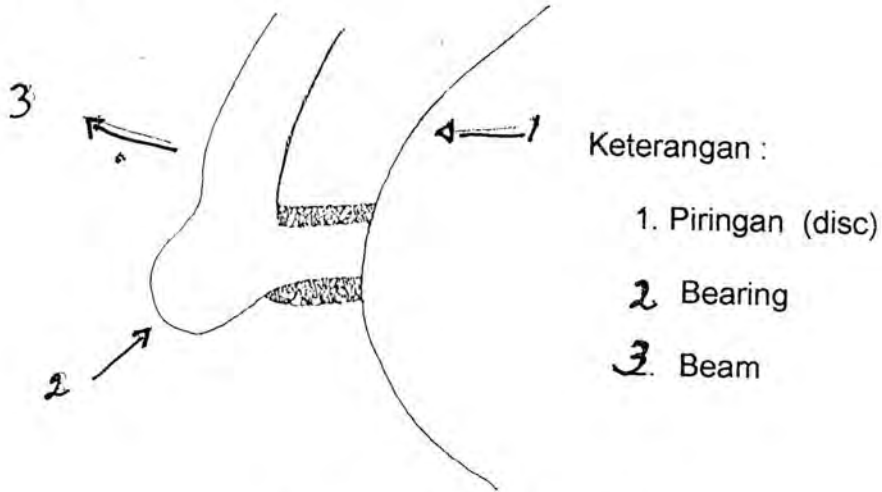


Gambar III.1. Bagian-bagian dari bottom moldboard plow

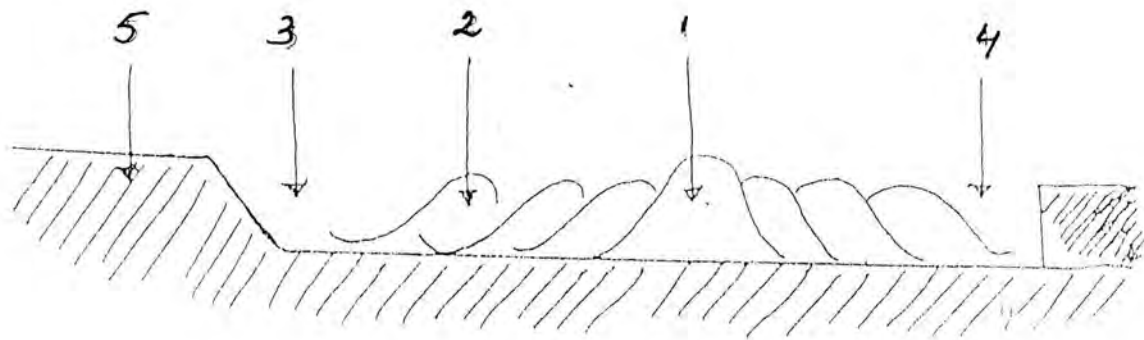
- | | | |
|--------------|------------------|-------------------|
| Keterangan : | 1. Molboard | 6. Beam |
| | 2. Share | 7. Point of share |
| | 3. Land side | 8. Frog |
| | 4. Coulter | |
| | 5. Wing of share | |

Pembajakan dengan bajak singkal dapat dilakukan dengan berbagai sistem, mengenai sistem pembajakan ini akan dibicarakan tersendiri, tetapi bila bajak ini bekerja, akan terjadi bagian-bagian seperti yang terlihat pada

antara piringan dengan yang lain 8 - 10. Bagian-bagian dari suatu bajak piringan dapat dilihat pada gambar III.3, dan hasil pembajakannya pada gambar III.4.



Gambar III.3. Disc Plow



Gambar III.4. Hasil bajakan disck plow

Keterangan :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Back furrow | 4. Dead furrow |
| 2. Furrow slice (potongan alur) | 5. land Wall (dinding alur tanah yang tidak terpotong) |
| 3. Furrow (alur bajak) | |

Rangkaian bajak piringan dengan traktor seperti halnya bajak singkal, dapat berupa "trailing", semi mounted atau "integrated mounted". Bila dibandingkan dengan bajak singkal, maka piringan mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya :

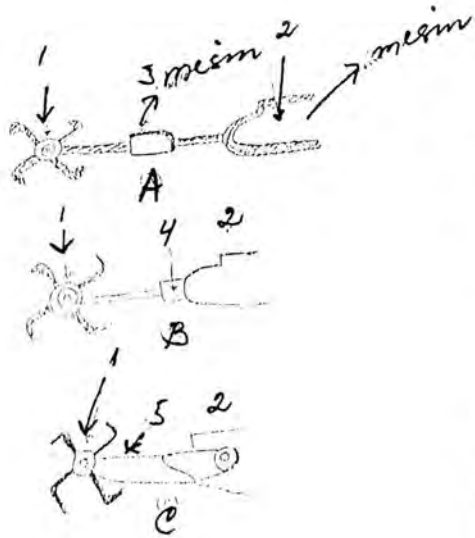
- 2.2.1. Dapat bekerja di tanah keras dan kering
- 2.2.2. Dapat bekerja untuk tanah-tanah yang lengket
- 2.2.3. Dapat bekerja pada tanah yang berbatu atau berakar

2.2. Rotary plow

Rotary plow yang kadang-kadang disebut juga rotary tiller adalah bajak dengan pisau-pisau yang berputar. Berbeda dengan disc plow, putaran pisau-pisau rotary plow memang digerakkan oleh motor. Berdasarkan hubungan tenaga gerak dan putaran pisau, bajak ini dibedakan atas (lihat gambar III.5).

- 2.3.1. "Pull Auxiliary Rotary Engine". Pada tipe ini tersedia motor khusus untuk memutar bajaknya, disamping motor penggerak traktornya sendiri.
- 2.3.2. "Pull Power Take Off Driven Rotary" ; Pada tipe ini, untuk tenaga penggerak bajak dipergunakan tenaga traktor sendiri melalui "PTO"nya (Power take Off).
- 2.3.3. "Self Propelled Garden Type Rotary Plow". Pada tipe ini, alat penggerak rotary berasal dari tenaga traktor yang dihubungkan melalui "belt" (Sabuk) atau "Chain" (rantai).

Cara penyambungan as (poros) rotary dengan tenaga penggerak ada yang di bahagian tengah dan ada pula yang disamping (gambar III.6). Sementara itu susunan mata pisau rotarynya dipengaruhi oleh tujuan dan keadaan tanah yang akan diolah (gambar III.7).



Keterangan :

- A = Pull Auxiliary Rotary Engine
- B = Pull Power take off Driven Rotary Plow
- C = Self Propelled Garden Type Rotary Plow

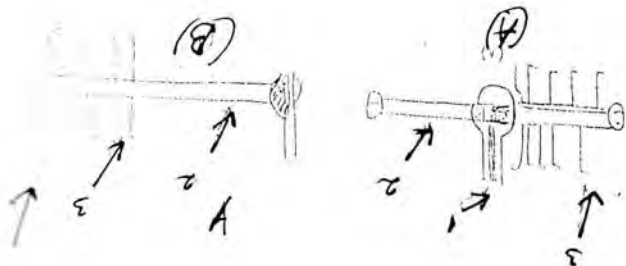
- 1 = Rotary Plow
- 2 = Traktor
- 3 = Motor Penggerak Rotary Plow
- 4 = Power take off
- 5 = Belt (sabuk)

Gambar III.5. Tipe Tenaga Gerak Rotary Plow

Gambar III.6. Hubungan antara tenaga penggerak dan poros rotary plow

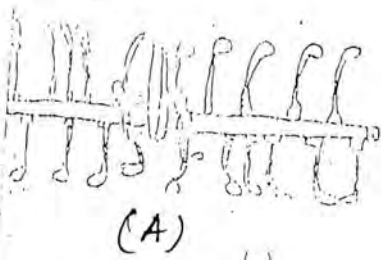
Keterangan

- A = Hubungan tengah
- B = Hubungan samping
- 1. Saluran penghubung tenaga
- 2. Poros rotary plow
- 3. Pisau bajak



Keterangan :

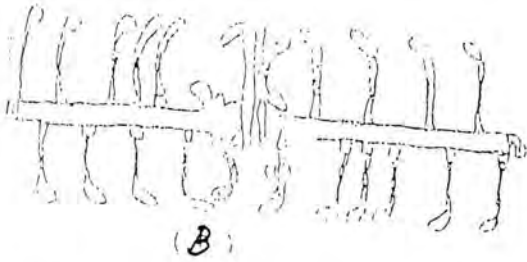
- A = Susunan pisau untuk mengolah tanah miring, mengulud dan meratakan bekas guludan.



Keterangan .
 (A) Susunan pisau untuk mengolah tanah miring, menggubud dan meratakan tanah bekas gubud

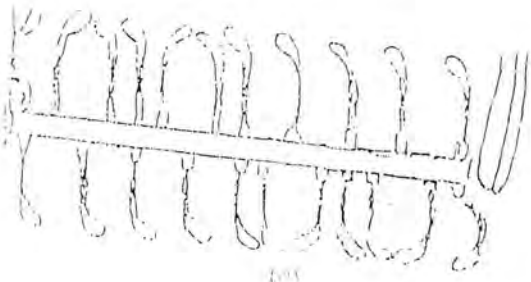
Keterangan :

B = Susunan pisau untuk mengolah tanah yang bergelombang



Keterangan :

C = Susunan pisau untuk mengolah tanah yang datar



Gambar 7. Berbagai macam susunan pisau Rotary Plow

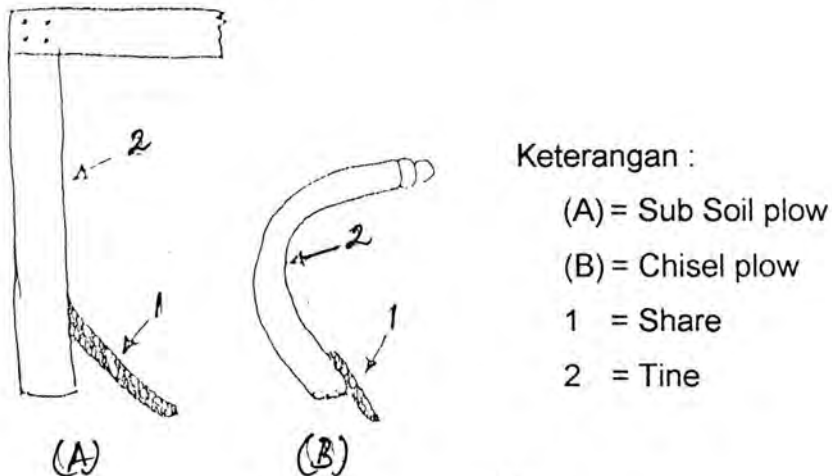
2.4. Chisel plow

Chisel plow atau bajak pahat, adalah alat yang berbentuk tajak bermata pahat. Alat ini tidak membalik tanah, tetapi hanya membelah. Dalam olahannya mencapai 18 inci. Baik untuk memecah tanah yang keras dan kering sebelum dikerjakan oleh alat yang lain. Juga baik untuk daerah-daerah yang terancam erosi yang berbahaya.

2.5. Sub-soil plow

Hampir sama dengan chisel plow, hanya bentuknya lebih besar. Digunakan untuk membelah atau memecah tanah dengan kedalaman 50 - 75 cm (20 - 30 inci). Bekas bajakan sub soil plow dapat berfungsi

memperbaiki drainase, karena bajakan sub soil plow dapat memecahkan lapisan padas (hardpan).



Gambar III.8. Chisel Plow dan Sub Soil Plow

2.6. Giant plow

Bentuknya sangat besar, dapat dipergunakan untuk membalik tanah dengan kedalaman 60 – 180 cm. Dengan alat ini dapat membalikkan lapisan subur yang ada di dalam tanah diangkat ke atas.

3. Alat Pengolahan Tanah Kedua

Alat pengolahan tanah kedua (Secondary Tillage Equipment) adalah alat yang dipergunakan untuk pengerjaan tanah setelah pengolahan tanah pertama selesai. Pekerjaan ini disebut juga penggaruan. Fungsi alat-alat ini menghancurkan, menggemburkan dan meratakan permukaan tanah. Pekerjaan pengolahan tanah kedua ini dapat dilakukan secara kering atau secara basah. Bila tanah yang diolah dalam keadaan tergenang air atau macak-macak, berarti tanah itu diolah secara basah, dan bila tanpa adanya air berarti diolah secara kering.

Alat-alat yang dipergunakan pengolahan tanah kedua adalah :

- 3.1. Harrow
- 3.2. Land Rollers and Pulverizer
- 3.3. Sub-Surface Tillage Tools and Field Cultivation

3.1. Harrow

Ada beberapa jenis Harrow, diantaranya :

- 3.1.1. Disk Harrow : garu berbentuk piringan, kecuali untuk mengolah tanah kedua kalinya alat ini dapat dipergunakan untuk memotong rumput-rumput atau untuk menghancurkan top soil sebelum dilakukan pembajakan, hingga "furrow slice" lebih berhubungan dengan tanah dasar.

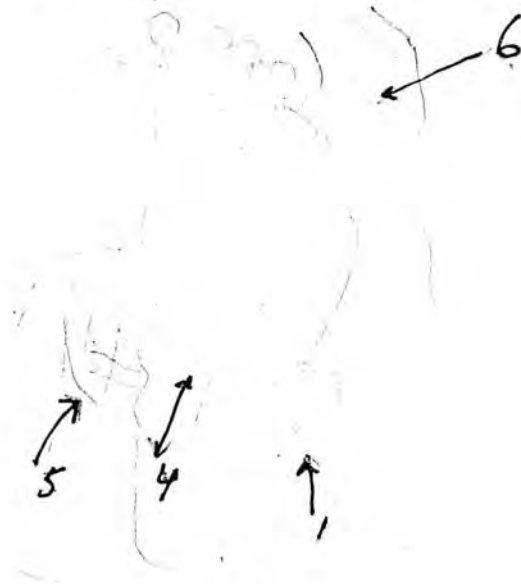
Disamping itu disk harrow dapat juga dipergunakan untuk penyiangan dan penutupan biji-biji yang disebar. Bagian-bagian garu ini dapat dilihat pada gambar III.9. Diameter disk-nya berkisar antara 18 – 24 inci untuk disk harrow biasa dan 26 – 28 inci untuk "heavy duty". Piringan garu ini ada yang bergerigi dan ada yang tidak bergerigi. Jarak satu disk dengan disk yang lainnya 6 – 9 inci, untuk heavy duty 10 – 12,5 inci.

Berdasarkan susunan disk dan hasil kerjanya disk harrow dibedakan atas :

- 3.1.1.1. Single action : garu dengan barisan disk yang arah cencangnya sama.
- 3.1.1.2. Double action : garu dengan barisan disk yang arah cencangnya antara satu baris dengan barisan yang lain saling berlawanan (gambar III.10). Garu double action sering juga disebut "Tandem harrow".
- 3.1.1.3. "Disk harrow", two gang, three gang, four gang yaitu disk harrow dengan dua, tiga atau empat baris piringan.

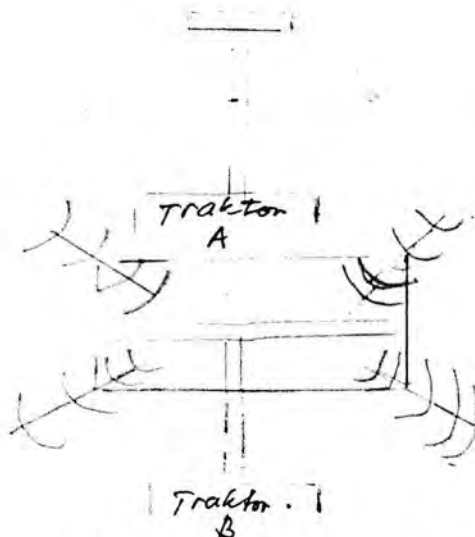
Keterangan :

1. Bolt (baut)
2. Disk
3. Standard
4. Scraper
5. Shaft
6. Beam



Gambar III.9. Bagian-bagian dari disk harrow

Sudut antara barisan disk disebut sudut disk, semakin kecil sudut disk, semakin halus hasil olahannya. Sistem pengendalian disk harrow sama dengan disk plow, ada yang tipe trailing dan ada yang tipe integrated mounted.



Keterangan :

- (A) = Two gang single action
- (B) = Four gang double action
- 1 = Disk
- 2 = Gang
- 3 = Sudut harrow

Gambar III.10. Susunan barisan disk harrow

3.2. Spike Tooth Harrow

Spike tooth Harrow, adalah garu yang terdiri dari gigi-gigi yang panjang menyerupai paku (Gambar III.11). Dapat dipergunakan untuk menghaluskan dan meratakan tanah setelah pembajakan, atau untuk menyang tanaman yang baru tumbuh.

Dalam olahan mencapai 2 inci dan lebar potongan 4 – 5,75 ft dengan jumlah gigi-giginya 25 – 35 buah.

3.3. Spring Tooth Harrow

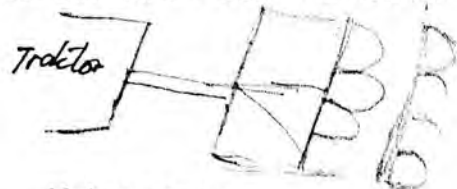
Hampir sama dengan spike tooth harrow, bentuknya melengkung dan terbuat dari pegas (per). Mengolah lebih dalam dan dapat melenting bila kena batu-batuan atau akar. Lebar olahan 3 – 5 ft. dipergunakan untuk menggemburkan tanah, atau untuk membersihkan tanah dan bekas babatan dapat juga dipasang didepan alat penanam biji-bijian (grain drill).

3.4. Rotary Cross Harrow

Gigi-gigi harrow dipasang pada piringan baja yang berputar yang digerakkan oleh pto. Pada waktu bekerja, piringan ini ditarik ke depan dan berputar secara horizontal. Dengan demikian gigi-giginya akan berfungsi menghancurkan tanah dan membunuh rumput-rumputan (Gambar III.12).

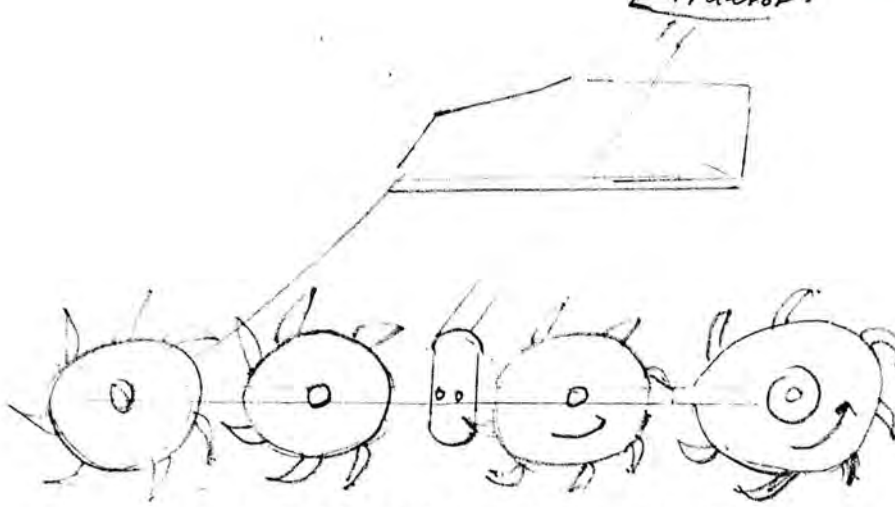


Traktor.



Keterangan :

- A. Spike tooth harrow
- B. Spring tooth harrow
- C. Rotary cross harrow



Gambar III.11. Jenis-jenis Harrow Lainnya

Dimana : K_E = Kapasitas efektif (Ha/jam)
 V = Kecepatan maju (Km/jam)
 W = Lebar potongan alat (m)
 E = Efisiensi lapang (%)

5. Kebutuhan Tenaga

Faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan tenaga untuk menarik (mendorong) alat-alat pengolahan tanah adalah :

- 5.1. Lebar potongan alat
- 5.2. Dalam olahan
- 5.3. Kecepatan maju traktor
- 5.4. Draft resistance tanah
- 5.5. Traction ratio

Bila faktor-faktor diatas diketahui, maka tenaga traktor yang dibutuhkan untuk menarik implement dengan rencana dan tujuan tertentu dapat dihitung dengan rumus :

Traktor gunanya sebagai penarik atau mendorong beban yang memerlukan tenaga yang agak besar.

*prime mover (yang
 gerak utama).*

$$HP = \frac{v \times w \times d \times f}{75 \times tr}$$

HP = Tenaga traktor yang dibutuhkan (tenaga kuda, HP)

v = Kecepatan maju traktor (m/dt)

d = Dalam olahan (cm)

f = Draft resistance tanah = hambatan jenis tanah (kg/cm^2) = *hambatan jenis tanah*.

w = Lebar potongan alat (cm)

tr = Traction ratio (konstanta) = perbandingan jumlah tenaga yang ada dengan tenaga yang terpakai

6. Menghitung Tekanan Traktor Terhadap Tanah

Untuk menghindari terbenamnya traktor di lapangan, maka sebelum traktor atau alat-alat lainnya terjun ke lapangan, hendaknya telah diketahui tekanan traktor terhadap tanah (ground pressure) dan daya sangga tanah ("bearing capacity").

Daya sangga tanah dapat diukur dengan mempergunakan alat "penetrometer", sedang "ground pressure" dapat dihitung bila diketahui berat traktor (G) dan luas roda/ban (A) yang kontak dengan tanah.

Tekanan traktor terhadap tanah adalah :

$$P = \frac{G}{A}$$

P = Tekanan traktor terhadap tanah (kg/cm^2)

G = Berat traktor (Kg)

A = Luas roda/ban yang menyentuh tanah (cm^2)

Bila traktor "crawler", maka pengukuran (perhitungan) luas roda yang menyentuh tanah dapat diselesaikan bila mengetahui lebar "Sepatu" dan panjang roda yang menyentuh tanah. Tetapi bila traktor "Wheel", maka diperlukan sedikit perhitungan untuk dapat mengetahui luas roda yang mencecah tanah. Data yang diperlukan untuk keperluan ini ialah ukuran ban

dan sudut kontak ban, dengan asumsi bahwa berat traktor tertumpu pada roda belakang. Bila suatu ban diketahui ukurannya X,Y, Zply dan sudut kontak maka luasnya dapat dihitung dengan rumus :

$$A = \frac{(xy + 2x^2)}{57,6} \pi \times \alpha$$

A = Luas ban yang menyentuh tanah (cm²)

X = Diameter balon ban (inci)

Y = Diameter lingkaran (pelak, inci)

α = Sudut kontak ban dengan tanah (derajat)

7. Sistem Pengolahan Tanah

Ditinjau dari gerakan traktor dalam menyelesaikan pengolahan tanah, baik pembajakan atau penggaruan, maka pengolahan tanah itu dapat dibedakan atas beberapa sistem diantaranya (III.12).

7.1. Sistem dari tengah menuju ke tepi (increasing rectangles) yang perlu diingat pada sistem ini adalah, bila tanah dilempar dan dibalikkan kearah kanan, maka arah putaran pembajakan juga ke kanan. Untuk penggaruan, arah pembelokan tidak menjadi masalah.

7.2. Sistem dari tepi menuju ke tengah (decreasing rectangles) sistem ini adalah kebalikan dari sistem terdahulu, arah belokan putaran ke kiri bila tanah dilempar dan dibalikkan ke kanan. Kedua sistem pengolahan tanah ini (7,1 dan 7,2), banyak dipergunakan untuk alat-alat yang sistem penggandengannya adalah trailing mounted.

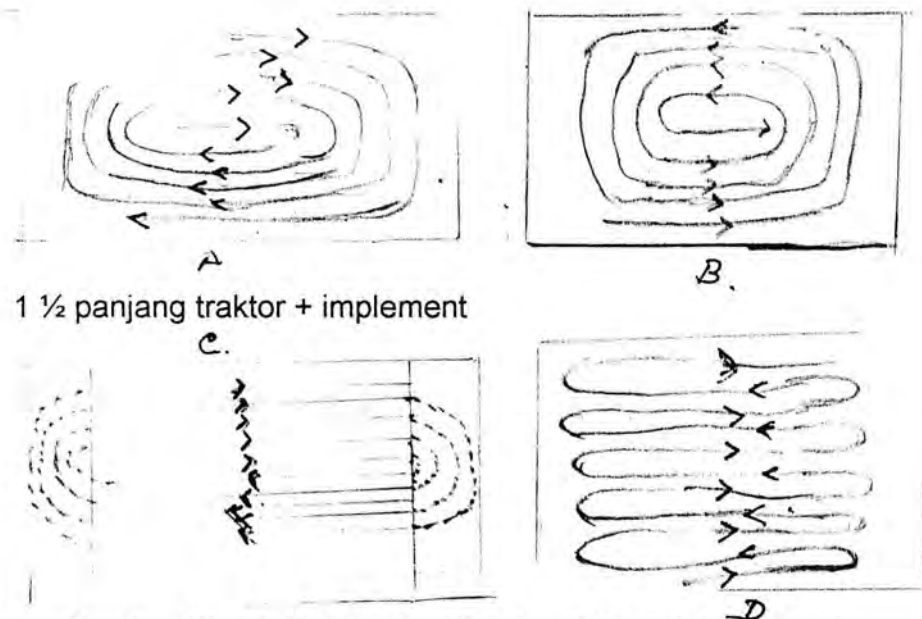
7.3. Sistem bolak-balik (disebut juga sistem balik rapat).

Pembajakan dengan sistem ini hanya dapat dipergunakan pada bajak-bajak yang reversibel, hingga pada suatu tanah dibalik ke kanan dan pada arah yang berlawanan membalik ke kiri. Untuk penggaruan penggunaan sistem ini tidak memerlukan syarat tertentu, karena

penggaruan tidak memotong dan membalik tanah, melainkan menghancurkan tanah.

7.4. Sistem dengan mempergunakan headland

Pada sistem ini, pada kedua ujung lahan yang akan diolah disisakan sepanjang 1,5 kali panjang traktor dan implementnya. Luasan lahan ini diperlukan untuk memutar traktor, namun pada akhir pengolahan tanah (pembajakan) tanah ini juga harus diolah (dibajak). Pembajakan pada sistem ini dapat dimulai dari tengah, dari tepi atau sistem bolak-balik. Bajak yang dapat dipergunakan untuk mengolah tanah dengan sistem adalah bajak-bajak yang dipasangkan secara integral mounted.



Gambar III. 12. Sistem Pembajakan (Pengolahan) tanah.

Keterangan :

- (A) = Sistem increasing rectangles (untuk tanah cembung)
- (B) = Sistem decreasing rectangles (untuk tanah cekung)
- (C) = Sistem head land (Kepala Bidang)
- (D) = Sistem bolak balik (Untuk tanah miring)

8. Pemeliharaan Alat-alat

Agar alat-alat dapat awet dan berfungsi sebagaimana mestinya, maka alat-alat tersebut, setiap selesai dipakai, atau sedang beroperasi perlu mendapat perhatian-perhatian tertentu. Hal-hal pokok yang perlu mendapat perhatian adalah :

- 8.1. Setiap selesai pembajakan atau penggaruan, alat harus dibersihkan dari sampah atau tanah
- 8.2. Setiap selesai pembajakan atau penggaruan, baut-baut yang kendur perlu diikat kembali.
- 8.3. Bagian-bagian yang berputar, secara periodik diberi bahan pelumas seperti yang dianjurkan oleh buku petunjuknya.
- 8.4. Selama operasi, gerak maju alat harus searah dengan gerak maju traktornya. Bila dalam operasi alat sering berpindah arah, harus dilakukan penyetelan hingga gerak maju traktor mudah dikendalikan.
- 8.5. Pada bajak yang lebih dari satu buah bottom, semua bajak harus mengolah tanah pada kedalaman yang sama.

BAB III

MOTOR BAKAR

Pengetahuan Peralatan Mesin Pertanian

- Motor bakar (mesin dalam pertanian)
- Peralatan mesin pertanian
- Perhitungan biaya alat pertanian
- Keselamatan usaha tani

1. Motor Bakar Eksternal dan Internal

Motor bakar adalah sebuah pesawat yang enersi kerja mekarnisnya diperoleh dari pembakaran bahan bakar dalam pesawat itu sendiri ditinjau dimana pembakaran bahan bakar itu dilakukan, motor bakar itu dibedakan atas :

- 1.1. Motor bakar eksternal (disebut juga pesawat kalori dengan pembakaran luar atau external combustion engine) : yaitu motor bakar yang proses pembakaran bahan bakarnya terjadi diluar selinder torak (piston), contoh : mesin uap.
- 1.2. Motor bakar internal (disebut juga pesawat kalori dengan pembakaran dalam atau internal combustion engine) : yaitu motor bakar yang proses pembakaran bahan bakarnya terjadi didalam selinder torak (piston) Contohnya motor diesel *motor busin*

Dari kedua jenis motor bakar ini, masing-masing mempunyai kelemahan dan keunggulan. Beberapa keunggulan motor bakar eksternal adalah :

- 1.1.1. Dapat mempergunakan bermacam-macam bahan bakar, misalnya kayu, arang, cangkang dan sebagainya.

- 1.1.2. Dapat bergerak maju dan mundur dengan mudah pada kecepatan yang sama.
- 1.1.3. Mekanismenya sederhana dan mudah dilumas

Beberapa keunggulan motor bakar internal :

- 1.2.1. Berat motor per unit tenaga jauh lebih kecil
- 1.2.2. Konstruksinya kompak, mudah menghidupkan (menjalankan dan mudah menghentikannya).
- 1.2.3. Dapat diproduksi dalam berbagai type, ukuran dan penggunaan.

Keunggulan motor bakar eksternal merupakan kelemahan motor bakar internal merupakan kelemahan motor bakar eksternal.

2. Motor Bakar Diesel dan Motor Bensin

Di perkebunan-perkebunan atau pertanian pada umumnya motor yang dipergunakan sebagai tenaga penggerak adalah motor bakar internal. Berdasarkan cara pembakaran bahan bakarnya, motor bakar internal dibedakan atas :

- 2.1. Motor bakar "Compression Ignition" (CI) ; yaitu proses pembakarannya karena adanya kompresi yang tinggi. Akibat kompresi ini suhu dalam selinder melebihi suhu bakar bahan bakarnya. Hingga jika pada waktu kompresi disemprotkan bahan bakat dalam selinder akan terjadi pembakaran tanpa bantuan bunga api listrik. Motor bakar ini disebut juga ^{motor} diesel.
- 2.2. Motor bakar "Spark Ignition" (SI) ; proses pembakaran motor ini terjadi karena bantuan bunga api listrik. Disebut juga motor bensin atau motor bakar eksplosi.

Beberapa perbedaan kedua jenis motor ini dapat dilihat pada tabel II.1 :

Tabel II.1. Perbedaan motor diesel dan motor bensin.

No	Hal yang dibicarakan	Motor Diesel (CI)	Motor Bensin (SI)
1	Bahan bakar	Solar	Bensin
2	Tempat bercampurnya bahan bakar dan udara	Ruang pembakaran (silinder)	Karburator
3	Perbandingan udara : bahan bakar	Berubah-ubah, udara berlebihan.	Konstan, bensin berlebihan
4	Yang dikompresi	Udara saja	Udara dan bensin
5	Sebab pembakaran	Penyemprotan bahan bakar (solar)	Bunga api listrik (busi)
6	Berat /HP (kg)	5 – 12	3 – 10
7	Putaran (rpm)	1000 – 2500	1200 – 3400
8	Perbandingan kompresi (CR)	14 – 17,1	3,5 – 5,1
9	Tekanan kompresi (1b)	400 – 600	80 – 120
10	Efisiensi termal (%)	28 – 32	20 – 23
11	Kebutuhan bahan bakar 1/bHP/jam.	0,24 – 0,27	0,38 – 0,45

Sumber : Berger, et – al (1968)

Pengertian lain yang bisa disimpulkan dari tabel I.1. adalah bahwa motor diesel tidak memiliki karburator, konstruksinya lebih berat daripada motor bensin, pemakaian bahan bakarnya lebih irit dan efisiensi termalnya lebih tinggi.

3. Motor 2 tak dan 4 tak

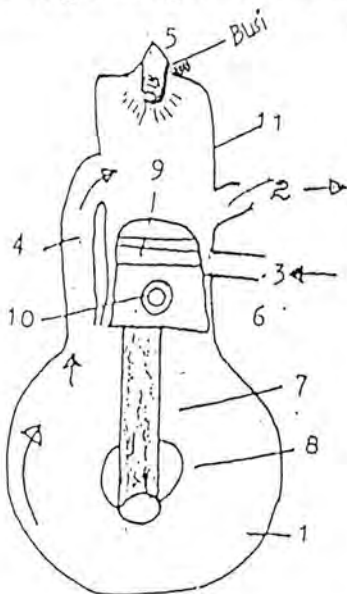
Untuk terciptanya tenaga dalam suatu proses motor bakar, ada empat kerja utama yang harus dilakukan ; kerja itu adalah :

- Memasukkan udara atau campuran udara dan bahan ke dalam selinder disebut juga langkah "intake".
- Memanfaatkan udara dan campuran udara dan bahan bakar ke dalam selinder, disebut langkah kompresi.
- Menerima dan menyalurkan tenaga yang ditimbulkan oleh ledakan bahan bakar, disebut langkah tenaga (power).
- Membuang sisa-sisa pembakaran dari dalam selinder, disebut langkah buang (exhaust).

Keempat kerja ini dapat terjadi dalam dua atau empat gerakan piston (torak). Berdasarkan jumlah gerakan piston terhadap kerja yang dilakukan, maka motor bakar internal dibagi pula atas motor bakar 2-tak dan 4-tak.

3.1. Motor Bakar 2-tak

Motor bakar dua tak adalah motor yang melakukan keempat kerja diatas, yaitu pemasukan, pemampatan, tenaga dan pembuangan sisa-sisa pembakaran dalam dua gerakan piston, atau dalam satu putaran poros engkol. Bagian-bagian utama motor ini seperti yang terlihat pada gambar II.1.



Keterangan :

1. Crancase
2. Saluran buang (exhaust)
3. Saluran intake ke crankcase (saluran bilas)
4. Saluran intake ke selinder
5. Alat penyalat
6. Piston (torak)
7. Connesting rod
8. Poros engkol (crankehaft)
9. Ring piston
10. Pena piston
11. Selinder

Gambar II.1. Bagian-bagian motor 2 tak

Prinsip kerja motor dua tak adalah sebagai berikut :

Langkah I : Langkah tenaga merangkap langkah pembilasan (pembuangan sisa-sisa pembakaran). Pada langkah ini piston (torak) bergerak ke bawah (lihat gambar II.1), akibat ledakan bahan bakar ini, piston seolah-olah menekan udara (jika motor CI) atau campuran udara dan bahan bakar (bila motor SI) yang berada dalam crancase.

Akibat tekanan ini, udara atau campuran udara dan bahan bakar berhembus ke selinder melalui saluran 4 dan oleh hembusan ini sisa-sisa pembakaran yang berada dalam selinder terdorong keluar melalui saluran 2.

Langkah II : Langkah kompresi merangkap langkah pemasukan. Pada langkah ini (pada gambar II.1.) piston bergerak ke atas, hal ini berarti piston menekan udara atau campuran udara dan bahan bakar yang masuk akibat langkah I. Bersamaan dengan ini di bahagian bawah piston terjadi pemasukan udara murni (untuk motor CI) atau campuran udara dan bahan bakar (pada motor SI). Aliran ini terjadi karena tekanan dalam Crankcase lebih rendah dari tekanan udara luar sehubungan dengan langkah I yang telah menghembuskan volume Crankcase ke selinder. Dalam kedua langkah ini piston juga bertindak sebagai klep penutup saluran masuk dan saluran buang.

Dalam langkah kompresi ini, disaat-saat piston mendekati langkah maksimumnya terjadilah proses pembakaran bahan bakar. Untuk motor bakar diesel (compression ignition) pada saat yang demikian menyemprotkan bahan bakar melalui

alat penyalu yang disebut injector. Pada motor bensin (spark ignition) pembakaran terjadi karena percikan api busi.

3.2. Motor bakar 4-tak

Pada motor 4-tak, setiap kerja dilakukan oleh gerakan piston yang berbeda. Dengan demikian tersedia masing-masing satu langkah penuh untuk pemasukan, pemampatan, penyaluran tenaga pembuangan sisa-sisa pembakaran. Bagian-bagian utama motor 4 tak seperti apa yang terlihat pada gambar II.2. Prinsip kerja motor ini adalah sebagai berikut :

Langkah I : Langkah pemasukan bahan bakar (intake), pada langkah ini, piston bergerak ke bawah (lihat gambar II.2), klep masuk terbuka, sedang klep buang tertutup. Untuk motor diesel yang masuk ke dalam selinder adalah udara murni, sedang untuk bensin campuran udara dan bensin.

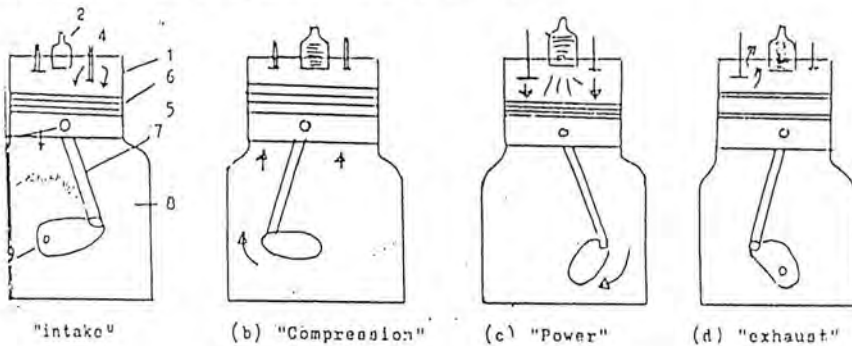
Langkah II : Langkah pemampatan (kompresi/Compression) ; piston bergerak keatas klep masuk dan klep buang tertutup. Untuk motor diesel yang dikompresi adalah udara murni, sedang untuk motor bensin yang dikompresi adalah campuran udara murni dan bensin.

Langkah III : Langkah penyaluran tenaga (power) : Pada saat piston bergerak melakukan kompresi, dan gerakannya hampir mencapai titik maksimumnya terjadilah pembakaran. Untuk motor diesel, menyemprotlah bahan bakar melalui injector^{nya} sedang pada motor bensin memerciklah bunga api listrik melau businya. Akibat pembakaran ini terjadilah ledakan yang menghasilkan tenaga, yang diterima oleh

piston. Piston bergerak kebawah dan meneruskan tenaga ini kepada crankshaft (poros engkol).

Langkah IV : Langkah pembuangan /pengeluaran sisa-sisa pembakaran (exhaust) sesaat piston mencapai gerakan maksimum ke bawah setelah mendapat tenaga klep buang terbuka. Kemudian diikuti oleh gerakan piston ke atas yang berfungsi memompa ke luar sisa-sisa pembakaran.

Setelah selesai langkah IV, maka diulangi lagi langkah I, II dan seterusnya. Untuk motor-motor multi selinder (motor yang selindernya lebih dari satu), proses pembakarannya tidak serentak, hingga jenis langkah dalam waktu yang sama berbeda-beda. Motor 4 selinder, misalnya, proses pembakarannya adalah 1.3.4.2, maksudnya setelah selinder no.1 melakukan pembakaran diikuti selinder no. 3, 4 dan 2.



- | | | |
|-----------------|----------------|-------------------|
| 1. Silinder | 4. Klep masuk | 7. Connecting rod |
| 2. Alat penyala | 5. Piston | 8. Crank case |
| 3. Klep buang | 6. Ring Piston | 9. Crankshaft |
| | | 10. Pena piston |

Gambar II.2. bagian-bagian dan prinsip kerja motor bakar-4 Tak.

Melihat cara kerja yang berbeda dalam menghasilkan tenaga, maka motor-2 Tak dan 4-Tak juga, berbeda dalam berbagai sifat-sifat khususnya. Ikhtisar perbedaan motor 2 tak dan 4 tak dapat dilihat pada tabel II.2.

Tabel II.2. Perbedaan motor 2 tak dan 4 tak

No	Hal Yang Dibicarakan	Motor 4-tak	Motor 2-tak
1	Proses terjadinya usaha/tenaga	Dibutuhkan 4 langkah piston atau 2 putaran poros engkol	Dibutuhkan 2 langkah piston atau 1 putaran poros engkol.
2	Intake, compression, power dan exhaust	Masing-masing membutuhkan 1 langkah piston penuh.	Intake dan compression pada satu langkah, power dan exhaust pada langkah yang lain.
3	Pembakaran	Sempurna dan hemat	Kurang sempurna
4	Tenaga (untuk ukuran dan putaran yang sama)	Lebih rendah dari motor 2 tak	Lebih tinggi dari motor 4 tak
5	Suhu torak (piston) dan selinder	Lebih rendah dari pada motor 2 tak	Lebih tinggi dari motor 4 tak

4. Tenaga dan Efisiensi Motor Bakar Internal

4.1. Tenaga motor

Tenaga adalah usaha persatuan waktu. Satuan tenaga yang dipergunakan untuk mengukur tenaga motor adalah :

Daya kuda (D.K) atau Horse Power (H.P)

1 HP = 75 Kg m/dt (Sistem mks)

atau 1 HP = 33000 $\frac{\text{ft. lb}}{\text{menit}}$ }
atau 1 HP = 550 $\frac{\text{ft. lb}}{\text{menit}}$ } (Sistem Engineering)

Ada beberapa istilah Tenaga Kuda (Horse Power) sehubungan dengan tenaga motor dan pemakaiannya, diantaranya :

- 4.1.1. Indicated Horse Power (IHP) : adalah tenaga yang ditimbulkan oleh pembakaran bahan bakar dalam selinder yang diterima oleh piston
- 4.1.2. Brake Horse Power (bHP) : adalah tenaga yang diberikan oleh Crankshaf (poros engkol) sebagai penerus tenaga yang diterima dari piston melalui connecting – rod.
- 4.1.3. Belt Horse Power (bel HP) : adalah tenaga motor yang tersedia pada pulley yang dapat dipergunakan untuk pekerjaan-pekerjaan lainnya.

4.1.4. Drawbar Horse Power (dbHP) : adalah tenaga pada gandengan (drawbar) yang dapat dipergunakan untuk menarik beban.

4.1.5. Friction Horse Power (fHP) : adalah tenaga yang dipergunakan untuk mengatasi gesekan-gesekan pada motor.

Dari jenis-jenis tenaga diatas yang dapat ditentukan secara formula (rumus) adalah iHP. Rumus tersebut adalah :

$$iHP = \frac{PLANn}{2 \times 33000}$$

Untuk motor 4 tak, dan

$$iHP = \frac{PLANn}{33000}$$

Untuk motor 2 tak

P = Tekanan efektif rata-rata (lb/in²) → *di dalam silinder*

L = Panjang langkah (ft) → *piston*

A = Luas penampang melintang selinder (in²)

N = Putaran motor per menit (rpm)

n = Jumlah selinder

Dalam praktek : BHP = belt HP, Dengan demikian terjadilah hubungan

$$iHP = bHP + fHP$$

1 HP = 33.000 lbft / menit didapat dari 1 lb / in² . m² ft / menit jadi lbft / menit

1 HP = 75 kg m / menit

HP = gaya x jarak tempuh dalam kaki / menit

$$\frac{\quad}{33.000}$$



4.1.4. Drawbar Horse Power (dbHP) : adalah tenaga pada gandengan (draw bar) yang dapat dipergunakan untuk menarik beban.

4.1.5. Friction Horse Power (fHP) : adalah tenaga yang dipergunakan untuk mengatasi gesekan-gesekan pada motor.

Dari jenis-jenis tenaga diatas yang dapat ditentukan secara formula (rumus) adalah iHP. Rumus tersebut adalah :

$$\boxed{iHP = \frac{PLANn}{2 \times 33000}} \quad \text{Untuk motor 4 tak, dan}$$

$$\boxed{iHP = \frac{PLANn}{33000}} \quad \text{Untuk motor 2 tak}$$

P = Tekanan efektif rata-rata (lb/in^2)

L = Panjang langkah (ft)

A = Luas penampang melintang selinder (in^2)

N = Putaran motor per menit (rpm)

n = Jumlah selinder

Dalam praktek : BHP = belt HP, Dengan demikian terjadilah hubungan

$$iHP = bHP + fHP$$

B A B V

PERHITUNGAN BIAYA PEMAKAIAN ALAT DAN MESIN

Biaya pemakaian alat/mesin terbagi dalam dua komponen utama yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap. Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan dalam periode waktu tertentu tanpa tergantung kepada aktivitas alat /mesin.

Biaya tidak tetap adalah biaya yang pengeluaran tergantung kepada aktivitas alat/mesin tidak bekerja maka biaya ini tidak perlu dikeluarkan.

Dalam rangka uraian uraian selanjutnya hanya akan dikemukakan beberapa contoh biaya yang dimaksud dalam dua komponen diatas dan prinsi-prinsip memperhitungkan.

1. Biaya Tetap → Harus keluar walau tidak dipakai.

Contoh-contoh biaya tetap diantaranya.

- 1.1. Biaya penyusutan (Depreciation Cost).
- 1.2. Biaya bunga modal investasi (Interest on investment).
- 1.3. Biaya asuransi (insurance).
- 1.4. Biaya Pajak (Taxes)
- 1.5. Biaya gedung /gudang /gerasi (housing /shelter cost)

1.1. Biaya Penyusutan.

Suatu alat/mesin mempunyai umur ekonomi tertentu, pada periode umur ekonomi, alat/mesin yang dipergunakan memberi suatu penghasilan yang secara ekonomi menguntungkan bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan. Dari kenyataan ini, *maka* berarti nilai alat/mesin dari tahun-ketahun menuju akhirnya *umur ekonominya semakin berkurang hingga berakhirnya* alat itu akan merupakan "barang rongsokan", bila telah melewati umur ekonominya. Pada saat itu sudah semestinya alat/mesin itu diganti dengan yang baru. Biaya yang diperlukan untuk pembelian alat/mesin yang baru itu dikumpulkan dari tahun ke tahun selama umur ekonomi alat/mesin tersebut. Biaya tersebut disebut biaya penyusutan. Ada beberapa

✓ cara untuk menghitung biaya penyusutan ini diantaranya :

1. Metode garis lurus (MGL) (Stright Line Methode).
2. Metode Penjumlahan Angka Tahun (MPAT) (Sum of The Years Digit Methode)
3. Metode Singking Fund (MSF) (Singking Fund Methode) dan lain-lainnya.
4. Metode Pengurangan Berganda (Double de Clining Balance Methode).

Usai umur ekonomi alat/mesin dapat dilihat pada tabel V.1.

Tabel V.1. Umur Ekonomi beberapa alat/mesin.

Nama alat/mesin	Umur absolut dalam tahun	Umur sampai habis dalam jam	Ancer-ancer pemakaian (jam/tahun)
Ice Mill (ex.Jepang)	5	5000-6000	1000-1200
Ice Mill (ex.Eropah dan dalam negeri)	10	12000-15000	1200-1500
Mesin Diesel High speed	6	7000-8000	1160-1300
Mesin Diesel Low-speed	8	12000	1500
Mesin Bensin Pendingin udara	4	4000	1000
Prayer	4	4000	1000
Pompa Air	8	12000	1500
Tractor Kecil 6-12 HP	6-7	6000-7000	1000
Tractor Besar (Wheel)	15	12000	800
Tractor Kantai	10	2500	250
Combine	10	2500	250
Am picker	10	2000	200
Bajak piringan dan bengkel	15	2500	167
Ask Harrow	15	2500	167
Prayer ex Jepang	5	4000	800
Prayer ex Eropah	10	15000	1500

Sumber : Kohar Irwanto, Ekonomi Enjining di bidang Mekanisasi pertanian (1980).

1.1.1. Metode Garis lurus

Dengan metode ini biaya ^{penyusutan} pungutan dari tahun ketahun sama. Ada dua yang dapat dipergunakan untuk menghitung biaya penyusutan menurut metode ini, yaitu rumus yang tidak memperhitungkan bunga dan rumus yang memperhitungkan bunga.

1.1.1.1. MGL tanpa Bunga

$$D = \frac{p-s}{n}$$

D = Biaya penyusutan tiap tahun (Rp / th)

P = Purchase price (harga beli, Rp).

S = Salvage, nilai akhir alat / mesin.

Biasanya diperhitungkan dalam % ρ (Rp).

n = perkiraan umur ekonomi alat / mesin (bh).

1.1.1.2. MGL dengan Bunga

$$D = (p-s) \times \frac{1(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

i = bunga modal (interest rate) (% / tahun).

Arti huruf-huruf lainnya sama dengan MGL tanpa bunga.

1.1.2. Metode Penjumlahan Angka Tahun/MPAT

Penyusutan yang di perhitungkan menurut metode ini dari tahun ketahun berbeda jumlahnya .Rumus yang dipergunakan dalam metode ini adalah :

$$D = \frac{L - n}{Y_d} (P - S)$$

D = Biaya penyusutan per - tahun (Rp / th)

L = Perkiraan umur ekonomi (th)

n = Umur alat /mesin yang telah terpakai pada awal tahun berikutnya (th).

Y_d = Jumlah angka tahun perkiraan umur ekonomi (th) untuk L =5 maka

$$Y_d = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$$

P = Harga kali (Rp)

S = Nilai akhir (% P, Rp).

1.1.3 Metode Singking Fund

Metode ini adalah metode yang paling banyak dipergunakan oleh ahli-ahli ekonomi teknik. Dengan ini biaya penyusutan tiap tahunnya juga berbeda - beda, selain dari pada itu nilai pada tahun bersangkutan diperhitungkan dengan rumus tersendiri . Rumus -rumus yang diperhitungkan adalah sebagai berikut :

$$Dt = (P - S) \frac{1}{(1+i)^n - 1} (1+i)^{t-1}$$

dan

$$Vt = P - (P - S) \frac{1}{(1+i)^n - 1} \frac{(1+i)^t - 1}{i}$$

D_t = Biaya penyusutan pertahun (Rp/th).

P = Harga beli (Rp).

S = Nilai akhir (% P, Rp).

i = Bunga modal (% th).

n = Perkiraan umur ekonomi.

t = Umur alat/mesin yang telah dipakai (th).

V_t = Nilai alat/mesin pada tiap akhir tahun ke t.

1.2. Biaya Bunga Modal Investasi dan Asuransi

Untuk memperhitungkan biaya modal dan biaya asuransi biasanya dinyatakan hanya dalam satu bentuk formula yaitu :

$$I = \frac{I(P)(n+1)}{2n}$$

I = Total biaya modal dan Asuransi (Rp/th).

I = Total persen bunga modal dan asuransi (%), bila bunga modal misalnya 12% dan asuransi 2% maka $i = 14\%$.

P = Harga beli (Rp).

n = Perkiraan umur ekonomi.

1.3. Biaya Pajak. *Biaya pajak = 2% P/tahun → P harga beli (Rp)*

Biaya ini di Indonesia belum ada ketentuan yang pasti tentang pembayarannya. Diluar negeri, misalnya di Amerika besar biaya ini sekitar 2% harga beli per tahun. Bila diketahui, besar biaya pajak, maka dapat digabungkan perhitungannya ke dalam biaya bunga dan asuransi.

1.4. Biaya Gedung/gudang/garasi.

Besar biaya ini dipengaruhi oleh kondisi lokal, namun pada umumnya berkisar dari 0,5 - 1 % harga awal (harga beli), sebagai palokan, dapat diambil bahwa biaya gedung/gudang/garasi adalah :

Bg = 1 % P / tahun

Bg = biaya gedung/gudang/garasi (Rp/tahun)

P = harga beli (Rp)

2. Biaya Tidak Tetap → *keluar bila alat bekerja*

Yang termasuk biaya tidak tetap misalnya :

- 2.1. Biaya bahan bakar.
- 2.2. Biaya perawatan preventip.
- 2.3. Biaya reperasi.
- 2.4. Biaya ban (khusus untuk traktor roda)
- 2.5. Biaya operator.

2.1. Biaya bahan bakar.

Untuk menentukan biaya-biaya bakar dengan tepat, sebaiknya diukur rata-rata pemakaian per jam pada kondisi kerja yang diberikan. Walaupun demikian Agricultural Engineering service (FAO), memberi pedoman bahwa biaya pemakaian bahan bakar dapat diperhitungkan dengan rumus :

$$Bbb = \frac{10\% \times BHP \times \text{harga/l}}{\text{Jam}}$$

Bbb = Biaya bahan bakar

BHP = "Break Horse Power"

Sementara ini, Nebraska Tractor Test Data dan Soejatmiko memperhitungkan kebutuhan bahan-bahan untuk alat/mesin yang tertera pada tabel V.2.

Tabel V.2. Konsumsi Bahan Bakar beberapa jenis alat/mesin

No. Macam alat/mesin	Tenaga (HP)	Kebutuhan bahan bakar (1 solar HP/jam)
Traktor		
1. Model Allis Chalmers		
Model 170	54,04	0,28
Model 190	77,20	0,32
2. Model J.L. Case		
Model 1200	15,23	0,26
Model 870	70,53	0,29
3. Model Ford		
Model 4000	56,65	0,29
Model 5000	63,94	0,29
Model 8000	105,74	0,29
4. International Harvester		
Model 544	52,95	0,31
Model 706	75,09	0,31
Model 856	100,49	0,31
5. Model John Deere		
Model 2520	56,28	0,34
Model 3020	71,26	0,33
Model 4020	94,80	0,29
6. Model Massey Ferguson		
Model 135	73,82	0,27
Model 175	63,34	0,26
Model 1080	81,23	0,28
Model 1130	120,51	0,30
7. Model Crawler		
Crawler traktor		0,28
Caterpillar D4 - D6		0,218 - 0,234
Mesin Diesel		
8. Model Yanmar TS 70	7	0,1
9. Model Yanmar TS - 130	10	0,23
10. Model Kubota	8	0,15

*)Dikutip dari 1. Kolar iwanjo , Ekonomi Eujung dibidang Mekanisasi Pertanian P.110.

2. Buku pedoman penggunaan alat dan mesin-mesin Budidaya perkebunan P. 164 .

2.2. Biaya Perawatan Preventip.

Yang dimaksud dengan biaya perawatan preventip ialah biaya yang diperlukan untuk mencegah atau memperkecil kerusakan alat /mesin akibat pemakaian . Biaya ini meliputi biaya untuk :

2.2.1. biaya minyak pelummas dan gemuk

2.2.2. biaya filter

2.2.1. Biaya minyak pelummas dan gemuk

Termaksud ke dalam biaya ini biaya oli mesin , oli transmisi ,oli final drive , oli hydraulic dan biaya gemuk. Menurut nebraska tractors test, Kebutuhan olie mesin tractor, 4 roda adalah : 0,001 l/ pto HP / jam, dan bila dipergunakan untuk kerja berat ditambah 25 % lagi .Tetapi menurut penelitian Agricultural Engineering Service (FAO) kebutuhan biaya pelimnas dan gemuk trakator 4 – roda sebesar 10% biaya bahan bakar Untuk traktor tantai biaya minyak pelummas diperkirakan 0,0031 l / HP /jam , sedangkan biaya gemuknya 0,00014 kg /HP/jam, untuk kerja-kerja berat angka tersebut diperkirakan memerlukan tmbahan sebesar 25% lagi . Sementara itu menurut Soejatmiko (1977) untuk mesin mesin lepas panen memerlukan 0,008 -0,009 l/HP/jam olie pelummas untuk mesin satu selinder dan 0.004 l/HP/jam untuk mesin yang lebih dari 2 selinder .

2.2.2. Biaya Filter

Untuk memperhitungkan biaya pergantian filter dapat dipergunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{BF} &= \frac{0,003 \times \text{Harga Filter (lokal)}}{\text{HP} \times \text{jam}} \\ &= 0,003 \times \text{Hf} / \text{Hp} / \text{jam} \end{aligned}$$

BF – Biaya filter (Rp/jam)

Hf = Harga filter (Lokal)

2.3. Biaya Reperasi.

Biaya reperasi atau biaya perbaikan alat-alat pertanian digolongkan atas 3 kelas peralatan-peralatan yaitu :

2.3.1. Biaya perbaikan peralatan-peralatan besar.

2.3.2. Biaya perbaikan traktor roda

2.3.3. Biaya perbaikan mesin pembangkit tenaga (Stationair) dan mesin lepas panen

2.3.1. Biaya Perbaikan Peralatan Besar.

Untuk biaya perbaikan peralatan-peralatan besar (misalnya loader, bulldozer dan sebagainya) dapat diperkirakan dengan rumus :

$$Br = \frac{Fb (HP - Bpb)}{1000}$$

Br - Biaya operasi (Rp/jam)

Fb = faktor Perbaikan (lihat tabel V.3)

Hp = Harga penyerahan alat/mesin (Rp)

Bpb - Biaya pergantian ban (Rp)

Tabel V.3. Daftar faktor perbaikan untuk peralatan berat Caterpillar.

No.	Jenis peralatan	Kondisi pekerjaan		
		Zone A	Zone B	Zone C
1.	Track type tractor	0,07	0,09	0,13
2.	Pipelayer	0,02	0,03	0,04
3.	Scraper	0,07	0,09	0,13
4.	Wheel type tractor	0,04	0,06	0,09
5.	Skidder	0,06	0,06	0,07
6.	Track type loader	0,07	0,09	0,13
7.	Wheel type loader	0,04	0,06	0,09
8.	Motor grader	0,03	0,05	0,07
9.	Compactor	0,04	0,06	0,08
10.	Excavator	0,04	0,06	0,08

Sumber : Kohar Irwanto, Ekonomi Engineering dibidang Mekanisasi Pertanian. (1980).

- Zone A = kerja ringan
- B = kerja sedang
- C = kerja berat

2.3.2. Biaya perbaikan traktor roda

untuk traktor roda yang dipelihara dengan baik, menurut penelitian Agricultural Engineering service (FAO) diperkirakan 12% P/th, sedangkan untuk perawatan yang jelek 15% P/th (P = harga awal).

2.3.3. Biaya perbaikan mesin pembangkit tenaga dan mesin lepas panen.

Yang dimaksud dengan mesin pembangkit tenaga ialah mesin-mesin yang dipergunakan untuk menggerakkan alat-alat lainnya, misalnya untuk menggerakkan gilingan padi, mesin perontok dan sebagainya.

Socjatomiko memperkirakan biaya perbaikan untuk mesin-mesin demikian adalah sebesar 1,2% (P-S) per-100 jam. Sedangkan menurut "Past Harvest Research Center" Filipina memperkirakan biaya pemeliharaan alat/mesin lepas panen sebesar 5% pertahun.

2.4. Biaya Ban

Biaya ban hanya diperlukan untuk tractor roda ban (Wheel traktor), untuk traktor rantai biaya ini tidak perlu dikeluarkan. Biaya ban dapat diperhitungkan menurut rumus sederhana :

$$E_p = \frac{B_{pb}}{J}$$

E_p = Biaya ban per jam (Rp/jam)

B_{pb} = Biaya penggantian ban (Rp)

J = Umur ban (Jam)

2.5. Biaya Operator

Biaya operator per jam tergantung pada keadaan lokal. Biaya ini dapat dipedomani dari gaji bulanan atau tahunan, kemudian dinyatakan dalam rupiah per-jam.

3. Rumus Biaya Operasi Suatu Alat dan Mesin

Bila total biaya tetap pertahun dinyatakan dalam B_t , dan total biaya tidak tetap per jam = B_{tt} , serta jam kerja alat/mesin pertahun x jam/th, maka biaya operasi alat/mesin perjam dapat dinyatakan dalam rumus :

$$B_p = \left(\frac{B_t}{x} + B_{tt} \right)$$

Bp = biaya pokok per jam (Rp / jam)

Bt = biaya tetap (Rp / th)

Btt = biaya tidak tetap (Rp / jam)

Bila alat / mesin itu diketahui kapasitas produksinya maka bila pokok produksi dapat pula dengan rumus :

$$BPP = \left(\frac{Bt}{x} + Btt \right) C$$

Bpp = Biaya pokok produksi (Rp /satuan produk)

C = Kapasitas produksi (jam /satuan produksi)

3.4. Land Roller and pulverizer

Alat ini terdiri dari piring-piring atau roda yang disusun pada suatu as. Bahagian pinggir dari bundaran piringan dapat bergerigi ataupun licin. Dipergunakan untuk mempersiapkan tanah untuk pesemaian.

4. Perhitungan hasil kerja

Beberapa istilah yang harus diifhammi dalam meperhitungkan hasil kerja alat atau mesin yang dengan pengolahan tanah adalah.

- 4.1. Kapasitas lapang teoritis (KT), yaitu luas pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh suatu alat bila lebar potongan alat, waktu kerja dan kecepatan maju dari traktor berfungsi sepenuhnya (100%).
- 4.2. Kapasitas lapang efektif, yaitu luas tanah yang sebenarnya yang dapat diselesaikan (diolah) oleh suatu alat/mesin
- 4.3. Efisiensi lapang (E) adalah perbandingan kapasitas efektif dan kapasitas lapang teoritis dalam persen. Efisiensi lapang ini berkisar 70 - 80 % tergantung kepada operator keadaan lapangan, kondisi alat dan sebagainya.

Dengan batasan batasan diatas, maka bila seperangkat alat pengolahan tanah diketahui lebar potongan alatnya, rencana kecepatan maju sewaktu kerja dan etistensi lapangannya, kapasitas lapang efektifnya dapat dihitung berdasarkan rumus-rumus :

$$K_e = \frac{s \times W \times E}{825}$$

- dimana : K_E = Kapasitas lapang efektif (acre/jam)
 S = Kecepatan maju (rata-rata) alat (mil/jam)
 E = Efisiensi lapang (%)

Rumus diatas adalah dalam system Engineering, bila dalam sistim metrik (mks),
menjadi :

$$K_E = \frac{V \times W \times E}{990}$$