

ALAT DAN MESIN PENGOLAHAN TANAH

1. Maksud dan tujuan pengolahan tanah

Pengolahan tanah dapat dipandang sebagai suatu usaha manusia untuk merubah sifat-sifat yang dimiliki oleh tanah sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki oleh manusia.

Di dalam usaha pertanian, pengolahan tanah dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan kondisi fisik; khemis dan biologis tanah yang lebih baik sampai kedalaman tertentu agar sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Di samping itu pengolahan tanah bertujuan pula untuk : membunuh gulma dan tanaman yang tidak diinginkan; menempatkan seresah atau sisa-sisa tanaman pada tempat yang sesuai agar dekomposisi dapat berjalan dengan baik; menurunkan laju erosi; meratakan tanah untuk memudahkan pekerjaan di lapangan; mempersatukan pupuk dengan tanah; serta mempersiapkan tanah untuk mempermudah dalam pengaturan air.

B. Macam dan cara pengolahan tanah

Berdasarkan atas tahapan kegiatan, hasil kerja dan dalamnya tanah yang menerima perlakuan pengolahan tanah, kegiatan pengolahan tanah dibedakan menjadi dua macam, yaitu pengolahan tanah pertama atau awal (primary tillage) dan pengolahan tanah kedua (secondary tillage)

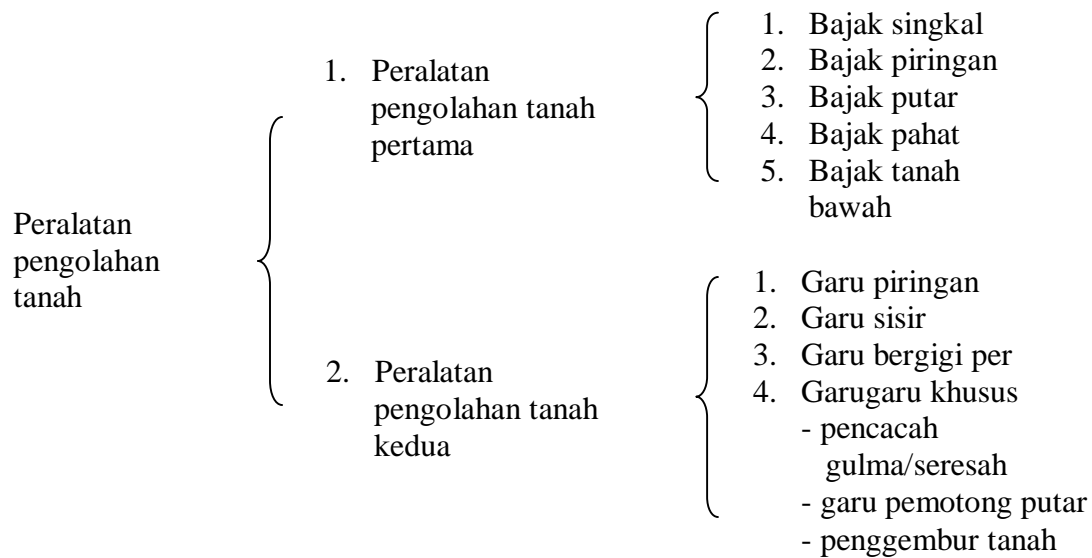
Dalam pengolahan tanah pertama, tanah dipotong kemudian diangkat terus dibalik agar sisa-sisa tanaman yang ada dipermukaan tanah dapat terbenam di dalam tanah. Kedalaman pemotongan dan pembalikan umumnya di atas 15 cm. Pada umumnya hasil pengolahan tanah masih berupa bongkah-bongkah tanah yang cukup besar, karena pada tahap pengolahan tanah ini pengemburan tanah belum dapat dilakukan dengan efektif.

Dalam pengolahan tanah kedua, bongkah-bongkah tanah dan sisa-sisa tanaman yang telah terpotong pada pengolahan tanah pertama akan dihancurkan menjadi lebih halus dan sekaligus mencampurnya dengan tanah.

C. Macam-macam alat dan mesin pengolah tanah

Sesuai dengan macam dan cara pengolahan tanah yang telah diterangkan di atas, secara garis besar alat dan mesin pengolahan tanah juga dibedakan menjadi dua macam:

1. Alat dan mesin pengolahan tanah pertama (*primary tillage equipment*), yang digunakan untuk melakukan kegiatan pengolahan tanah pertama. Peralatan pengolahan tanah ini biasanya berupa bajak (*plow*), dengan segala jenisnya.
2. Alat dan mesin pengolahan tanah kedua (*secondary tillage equipment*), yang digunakan untuk melakukan pengolahan tanah kedua. Peralatan pengolahan tanah ini biasanya berupa garu (*harrow*) dengan segala jenisnya.



Bajak (*plow*)

Bajak merupakan alat pertanian yang paling tua, telah dipergunakan sejak 6000th SM di Egypt. Pada awal mulanya bajak sepenuhnya ditarik oleh

tenaga manusia, dengan bentuk yang sangat sederhana. Kemudian Thomas Jefferson merancang secara istimewa dengan prinsip perhitungan matematika. Untuk pertama kalinya alat pengolahan tanah ini dibuat dari kayu kemudian dari besi tuang sebagai bahan utamanya, selanjutnya dibuat dari baja. Penggunaan sistem dua mata bajak (*bottom*) dimulau sejak tahun 1865, kemudian diikuti dengan pemakaian tiga mata bajak dan seterusnya, tergantung pada besarnya daya penarik yang digunakan.

Banyak dijumpai berbagai bentuk rancangan bajak, hal ini pada umumnya dimaksudkan untuk dapat memperoleh penyesuaian antara tujuan pengolahan tanah dan peralatan yang dipergunakan. Berdasarkan bentuk dan kegunaannya, secara garis besar bajak dibedakan atas beberapa jenis, yaitu:

1. Bajak singkal (*mold board plow*)
2. Bajak piringan (*disk plow*)
3. Bajak rotari atau bajak putar (*rotary plow*)
4. Bajak pahat (*chisel plow*)
5. Bajak tanah bawah (*sub soil plow*)

1. Bajak singkal (*mold board plow*)

Bajak singkal termasuk jenis bajak yang paling tua. Di Indonesia jenis bajak singkal inilah yang paling umum digunakan oleh petani untuk melakukan pengolahan tanah mereka, dengan menggunakan tenaga ternak hela sapi atau kerbau, sebagai sumber daya penariknya.

Sering dijumpai beberapa bentuk rancangan bajak singkal, hal ini dimaksudkan untuk dapat memperoleh penyesuaian antara kondisi tanah dengan tujuan pembajakan. Aneka ragam rancangan yang dijumpai selain pada bentuk mata bajak, juga di bagian perlengkapannya. Mata bajak adalah bagian dari bajak yang berfungsi aktif untuk mengolah tanah.

Bajak singkal secara umum dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu:

1. Bajak singkal satu arah (*one way moldboard plow*), adalah jenis bajak singkal dimana pada waktu mengerjakan pengolahan tanah akan melempar

dan membalik tanah hanya dalam satu arah. Lemparan atau pembalikan tanahnya biasanya dilakukan ke arah kanan

2. Bajak singkal dua arah (*two way / reversible moldboard plow*), adalah jenis bajak singkal dimana pada waktu mengerjakan pengolahan tanah, arah pelemparan atau pembalikan tanahnya dapat diatur dua arah yaitu ke kiri maupun ke arah kanan. Jenis bajak ini mempunyai mata bajak yang kedudukannya dirancang untuk dapat diputar ke kanan ataupun ke kiri dengan cepat, sesuai dengan arah pelemparan ataupun pembalikan tanah yang dikehendaki.

Penggunaan bajak singkal dua arah mempunyai beberapa kelebihan akan menghasilkan pembalikan tanah yang seragam untuk seluruh petak tanah yang diolah, praktis untuk pengolahan tanah sistem kontur dari hasil kerjanya tidak akan berbentuk alur mati (*dead-furrow*) ataupun alur punggung (*back-furrow*), sehingga pembajakan dapat teratur dan rata. Namun kelemahannya adalah konstruksinya lebih berat dan lebih rumit, untuk ukuran bajak yang besar perlu dilengkapi sistem hidrolis untuk pemutaran mata bajaknya, perlu keterampilan yang lebih baik dari pengemudinya.

Bagian-bagian bajak singkal

Bagian bajak singkal yang aktif untuk mengolah tanah terdiri atas:

1. pisau bajak (*share*) berfungsi untuk memotong tanah secara horizontal. Oleh karenanya biasanya bajak ini terbuat dari logam yang berbentuk tajam.
2. singkal (*moldboard*) berfungsi untuk mengangkat, menghancurkan dan membalik tanah yang telah dipotong oleh pisau bajak. Karena bentuknya yang melengkung, pada waktu bajak bergerak maju, tanah yang telah terpotong akan terangkat ke atas kemudian akan dibalik dan dilempar sesuai dengan arah pembalikan bajak.

3. penstabil bajak (*land side*), berfungsi untuk mempertahankan gerakan maju bajak agar tetap lurus. Dengan jalan menahan atau mengimbangi gaya ke samping yang diterima oleh bajak singkal, pada waktu bajak tersebut digunakan untuk memotong dan membalik tanah. Bagian penstabil bajak ini akan selalu bergerak sejajar dan menempel pada dinding alur pembajakan.

Untuk penyempurnaan hasil kerjanya, disamping bagian-bagian utama di atas, bajak singkal sering dilengkapi dengan perlengkapan tambahan, antara lain adalah:

1. roda alur penstabil (*furrow wheel*), berfungsi sebagai pembantu alas penstabil bajak dalam menjaga kestabilan pembajakan.
2. roda dukung (*land wheel*), berfungsi untuk mengatur kedalaman pembajakan. Dengan alat ini diharapkan pengolahan tanah dapat dilakukan dengan kedalaman yang relatif konstan.
3. kolter, berfungsi untuk memotong seresah dan memotong tanah ke arah vertikal. Dengan alat ini diharapkan kerja pembalikan tanah akan lebih ringan. Kolter biasanya dipasang di depan bajak dan terletak sedikit di atas mata bajak.
4. jointer, berfungsi untuk memungkinkan penutupan seresah lebih sempurna dalam pembajakan. Alat ini bentuknya menyerupai bajak singkal namun dengan ukuran yang lebih kecil. Dalam pemasangan umumnya berada di atas pisau bajak, ke arah tanah yang belum dibajak dengan kedalaman kerja lebih kurang 5 cm. Dengan alat ini rumput-rumput atau seresah sebelum dibalik, struktur akar sudah dirusak atau dipotong, sehingga pada waktu tertimbun tanah tidak ada kemungkinan untuk menembus tanah dan tumbuh kembali.
5. kerangka (*beam*), seluruh bagian-bagian bajak di atas pada penggunaannya dipasang pada kerangka yang kuat. Pada kerangka ini pula terpasang titik penggandengan bajak. Pada titik-titik penggandengan ini bajak dapat dirangkaikan dengan sumberdaya penariknya.

2. Bajak piringan (*disk plow*)

Adanya kelemahan-kelemahan bajak singkal maka orang menciptakan bajak piringan. Bajak piringan cocok untuk bekerja pada : tanah yang lengket, tidak mengikis dan kering dimana bajak singkal tidak dapat masuk; tanah berbatu, atau banyak sisa-sisa akar; tanah gambut; serta untuk pembajakan tanah yang berat.

Namun penggunaan bajak piringan ini untuk pengolahan tanah ada juga kelemahannya antara lain: tidak dapat menutup seresah dengan baik; bekas pembajakan tidak dapat betul-betul rata; hasil pengolahan tanahnya masih berbongkah-bongkah, tetapi untuk lahan yang erosinya besar hal ini justru dianggap menguntungkan.

Jenis bajak piringan

Berdasarkan tempat kedudukan dan susunan piringannya bajak piringan secara garis besar dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Bajak piringan standard

Pada jenis bajak ini masing-masing piringan mempunyai poros tersendiri terpisah antara piringan satu dengan piringan yang lain.

Bajak piringan vertikal

Untuk jenis bajak piringan ini masing-masing piringan dirangkai dalam satu poros.

Namun disamping cara penggolongan di atas, seperti pada bajak singkal, berdasarkan arah pembalikan pengolahan tanahnya, bajak piringan juga dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Bajak piringan satu arah (*one way disk plow*)

2. Bajak piringan dua arah (*two way / reversible disk plow*)

Selanjutnya berdasarkan bentuk piringannya, piringan dari bajak piringan dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Piringan standard, yaitu yang tepinya rata (*standard disk*), biasa digunakan untuk mengolah tanah yang sudah lama diusahakan untuk tanaman semusim, sehingga tidak dijumpai sisa-sisa tanaman atau perakaran yang cukup besar.

Piringan yang tepinya tidak rata atau berlekuk (*cutaway disk*), biasa digunakan untuk tanah yang baru diusahakan atau biasa ditanami dengan tanaman keras. Jenis piringan ini sesuai untuk mengolah tanah yang banyak sisa tanamannya dan sesuai untuk memecah tanah yang berbongkah-bongkah.

Bagian-bagian bajak piringan

1. Piringan (*disk*), berfungsi untuk memotong, mengangkat, menghancurkan dan membalik tanah yang dibajak. Piringan berbentuk cekung dengan tepi yang tajam. Bagian tepi yang tajam akan berfungsi sebagai alat pemotong tanah, sedang bagian piringan yang cekung akan berfungsi untuk mengangkat, menghancurkan dan membalik tanah.
2. Poros atau pusat piringan, berfungsi sebagai tempat bertumpu dan berputarnya piringan, sehingga memungkinkan piringan dapat berputar dengan baik pada waktu digunakan untuk melakukan pengolahan tanah.
3. Penggarak piringan (*scraper*), berfungsi untuk menjaga piringan tetap bersih, bebas dari gumpalan tanah. Tanah yang menggumpal pada piringan akan menyebabkan kemacetan dan ketidaknormalan kerja dari bajak piringan. Di samping itu, penggarak piringan ini juga berfungsi untuk membantu pembalikan dan penghancuran tanah pada waktu jenis bajak ini digunakan untuk membajak tanah.
4. Roda alur penstabil (*furrow wheel*)
5. Roda dukung (*land wheel*)
6. Kerangka (*beam*)

Dimana fungsi roda alur penstabil, roda dukung, dan kerangka sama fungsinya seperti pada bajak singkal.

Hasil kerja dan besarnya kebutuhan daya dalam penggunaan bajak piringan ini akan sangat dipengaruhi oleh: bentuk, ukuran dan jenis piringan; cara pemasangan piringan yang akan berpengaruh terhadap besarnya sudut penarikan atau sudut piringan (*disk angle*) dan sudut kemiringan piringan (*tilt angle*); cara penyetelan bajak dan sistem penggandengan; jenis dan kondisi tanah dan faktor lainnya.

3. Bajak putar (*rotary plow*)

Pengolahan tanah dengan menggunakan bajak, akan diperoleh bongkah-bongkah yang masih cukup besar, biasanya masih diperlukan tambahan pengerjaan untuk mendapatkan keadaan tanah yang lebih halus lagi. Dengan menggunakan bajak putar maka pengerjaan tanah dapat dilakukan sekali tempuh. Bajak putar/bajak rotary dapat digunakan untuk pengolahan tanah kering ataupun tanah sawah. Kadang-kadang bajak putar ini digunakan untuk mengerjakan tanah kedua dan juga dapat digunakan untuk melakukan penyiangan ataupun pendangiran.

Penggunaan bajak putar untuk pengolahan tanah dapat diharapkan hasilnya baik, bila tanah dalam keadaan cukup kering atau basah sama sekali. Untuk mengatasi lengketnya tanah pada pisau dapat dilakukan dengan mengurangi jumlah pisau dan mempercepat putaran dari rotor dan memperlambat gerakan maju. Makin cepat perputaran rotor akan lebih banyak daya yang digunakan tetapi diperoleh hasil penggemburan yang lebih halus. Dalam penggunaan, dipilih kebutuhan daya yang terkecil tetapi memenuhi persyaratan ukuran partikel tanah yang dituntut oleh tanaman.

Salah satu masalah dari penggunaan bajak putar ialah apabila di dalam tanah terdapat benda-benda keras: untuk itu biasanya diadakan pengamanan (dilengkapi per-per pada pisaunya, adanya pengamanan slip pada mesinnya).

Berdasarkan atas sistem pengambilan daya untuk menggerakkan rotor dan pisau dari bajak putar, jenis bajak putar secara garis besar dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. bajak putar dengan tenaga pemutar pisau dari mesin tersendiri terpisah dari tenaga traktor sebagai sumber daya penariknya (*self propelled unit*).
2. bajak putar dengan tenaga pemutar pisau dari pto traktor, yang sekaligus traktor tersebut sebagai sumber daya penariknya (*pto drives tractor*).

Prinsip kerja bajak putar

Pisau-pisau dipasang pada rotor secara melingkar hingga beban terhadap mesin merata dan dapat memotong tanah secara bertahap. Pada waktu rotor berputar dan alat bergerak maju pisau akan memotong tanah. Luas tanah yang terpotong dalam sekali pemotongan tergantung pada kedalaman dan kecepatan maju.

Gerakan putaran rotor yang memutar pisau-pisau diakibatkan daya dari motor yang diteruskan melalui sistem penerusan daya khusus sampai ke rotor tersebut. Sistem penerusan daya untuk ukuran bajak putar kecil yang digerakkan dengan traktor tangan biasanya menggunakan sistem hubungan roda cakra dengan rantai. Untuk bajak putar ukuran besar yang digerakkan dengan traktor besar, biasanya menggunakan *universal joint*.

Bagian-bagian bajak putar

1. Pisau, berfungsi untuk mencacah tanah pada waktu pengolahan tanah dengan bajak putar dilakukan. Pisau ini juga cukup baik untuk mencacah gulma maupun seresah, namun tidak dapat menutupnya dengan tanah secara baik seperti bila menggunakan bajak singkal maupun bajak piringan. Besar dan jumlah pisau disesuaikan dengan daya penggerak dan

keperluannya. Cara pemasangan pisau dalam hubungannya dengan bentuk permukaan dan hasil pengolahan tanah dapat dilihat pada gambar.

2. Poros putar, berfungsi untuk memutar rotor-rotor bajak putar.
3. Rotor, berfungsi sebagai tempat pemasangan pisau-pisau dari bajak putar.
4. Penutup belakang (*rear shield*), berfungsi membantu penghancuran tanah.
5. Roda dukung (*land wheel*), berfungsi untuk mengatur kedalaman pengolahan tanah.

1. Sistem pemasangan pisau

Pemasangan pisau dengan jumlah yang lebih sedikit akan memperoleh sedikit hambatan karena adanya seresah pada tanah dan pisau dapat masuk lebih dalam pada tanah sehingga seresah dapat bercampur dengan tanah. Juga dapat mengurangi kemungkinan macetnya alat pada waktu kerja di tanah yang basah dan lengket. Namun hasil pengolahan diperoleh bongkah yang lebih besar.

2. Tipe tanah

Pada tanah berat kandungan lempung lebih banyak, sehingga kohesi partikel tanah cukup besar hingga kemungkinan hasil pengerjaan tanah dapat bervariasi dari halus sampai kasar.

3. Kecepatan perputaran pisau

Pada kecepatan maju tetap, makin cepat perputaran pisau akan diperoleh pemotongan yang semakin halus; makin lambat perputaran pisau maka hasil pemotongan akan besar-besar. Pada kecepatan rendah, kemungkinan penyumbatan oleh tanah dan seresah makin besar tetapi kecepatannya yang besar akan dapat merusak struktur tanah dan mengurangi umur pemakaian pisau.

4. Posisi penutup (*rear shield*)

Adanya penutup akan memungkinkan tanah lebih hancur karena tanah yang terlempar dari pisau terbentur pada penutup. Posisi dari penutup akan mempengaruhi benturan tanah terhadap penutup. Posisi yang

memungkinkan adanya benturan yang lebih keras akan menghasilkan penghancuran tanah yang lebih besar.

5. Kandungan air tanah

Bila tanah dikerjakan pada kandungan air dimana ikatan partikel kecil maka hasil pengerjaan tanah akan lebih halus.

4. Bajak pahat (*chisel plow*)

Dalam pengerjaan tanah, bajak pahat dipergunakan untuk merobek dan menembus tanah dengan menggunakan alat yang menyerupai pahat atau ujung skop sempit yang disebut mata pahat atau *chisel point*. Mata pahat ini terletak pada ujung dari tangkai atau batang yang biasa disebut *bar*. Bar ini secara garis besar dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu:

1. kaku, adalah konstruksi yang berat

Jenis batang ini terbuat dari baja dengan kadar karbon tinggi. Batang ini mungkin berbentuk lurus mungkin juga berbentuk lengkung.

2. lentur (*flexible*)

Ukurannya biasanya lebih panjang dan lebih ramping. Terbuat dari baja yang dicampur dengan nikel. Bekerja seperti aksi dari per. Batang (*bar*) ini dipasang pada kerangka yang mana jarak *bar* yang satu dengan yang lain masing-masing ± 30 cm, dapat juga antara (30 – 60) cm untuk ukuran bajak pahat yang besar. Bajak pahat ini dapat dipergunakan untuk pembajakan dangkal maupun dipergunakan untuk pembajakan dalam sampai kedalaman ≥ 45 cm, tergantung pada keperluan dan jenis mata pahatnya. Berdasarkan jenisnya pula, lebar kerja alat sangat bervariasi tergantung dari sumber daya penarik dan keperluannya.

Fungsi dari bajak pahat tidak sama dengan fungsi bajak singkal maupun bajak piringan. Fungsi bajak pahat adalah:

1. untuk memecah tanah yang keras dan kering, ini biasa dilakukan sebelum pembajakan untuk tanah tertentu.
2. dipergunakan untuk pengerjaan praktis pada tanah bawah
3. dipergunakan pada tanah yang berjerami, dan dipergunakan untuk memotong sisa-sisa perakaran yang berada dalam tanah.
4. dipergunakan untuk memecah lapisan keras (*hardpan*) atau *plow sole*.
5. untuk memperbaiki infiltrasi air pada tanah, sehingga dapat mengurangi erosi.

5. Bajak tanah bawah (*sub soil plow*)

Bajak tanah bawah termasuk di dalam jenis bajak pahat tetapi dengan konstruksi yang lebih berat. Fungsi bajak ini tidak banyak berbeda dengan bajak pahat, namun dipergunakan untuk pengerjaan tanah dengan kedalaman yang lebih dalam, yaitu mencapai kedalaman sekitar (50 – 90) cm.

Untuk jenis standart tunggal biasanya dipergunakan untuk mengerjakan tanah dengan kedalaman sampai 90 cm, sedang penarikannya menggunakan traktor dengan daya (60 – 85) HP. Kemudian untuk bajak tanah bawah jenis standart dua atau lebih, biasanya dipergunakan untuk pekerjaan yang lebih dangkal.

Kadangkala pada bajak tanah bawah ini di bagian belakangnya dilengkapi dengan alat lain diantaranya:

1. Perlengkapan mole (*mole attachment*)

Alat ini digandengkan di belakang bajak tanah bawah. Alat ini berbentuk oval berdiameter (7,5 – 20) cm. Hasilnya akan meninggalkan bekas seperti terowongan. Terowongan ini dimaksudkan untuk perbaikan drainase, kalau keadaan ideal akan tahan sampai 7 tahun.

2. Perlengkapan pemupukan (*fertilizer attachment*)

Penggandengan alat ini pada bajak tanah bawah dimaksudkan untuk sekaligus mengadakan pemupukan dengan kedalaman tertentu. Dalam kenyataannya, cara pemupukan dengan sistem ini mendapatkan hasil yang menggembirakan. Jarak alur biasanya 120 cm, tapi jarak ini dapat divariasikan menurut keadaan dan keperluannya.

Garu (*harrow*)

Tanah setelah dibajak pada pengolahan tanah pertama, pada umumnya masih merupakan bongkah-bongkah tanah yang cukup besar, maka untuk lebih menghancurkan dan meratakan permukaan tanah yang terolah dilakukan pengolahan tanah kedua.

Alat dan mesin pertanian yang digunakan untuk melakukan pengolahan tanah kedua adalah alat pengolahan tanah jenis garu (*harrow*). Penggunaan garu sebagai pengolah tanah kedua, selain bertujuan untuk lebih menghancurkan dan meratakan permukaan tanah hingga lebih baik untuk pertumbuhan benih maupun tanaman, juga bertujuan untuk mengawetkan lengas tanah dan meningkatkan kandungan unsur hara pada tanah dengan jalan lebih menghancurkan sisa-sisa tanaman dan mencampurnya dengan tanah.

Macam-macam garu yang digunakan untuk pengolahan tanah kedua adalah : garu piringan (*disk harrow*); garu bergigi paku (*spikes tooth harrow*); garu bergigi per (*spring tooth harrow*); dan garu-garu untuk pekerjaan khusus (*special harrow*).

1. Garu piringan (*disk harrow*)

Pada prinsipnya peralatan pengolahan tanah ini hampir menyerupai bajak piringan, khususnya bajak piringan vertikal. Perbedaannya hanya terletak pada ukuran, kecekungan dan jumlah piringannya.

Garu piringan mempunyai ukuran dan kecekungan piringan yang lebih kecil dibandingkan dengan bajak, hal ini disebabkan pengolahan tanah kedua dilakukan lebih dangkal dan tidak diperlukan pembalikan tanah yang efektif seperti pengolahan tanah pertama. Selanjutnya karena draft penggaruan lebih kecil dari draft pembajakan, maka dengan besar daya penarikan yang sama, lebar kerja garu akan lebih besar dibandingkan dengan lebar kerja bajak, dengan demikian jumlah piringan garu piringan dengan sendirinya akan lebih banyak dibandingkan dengan bajak piringan.

Seperti bajak piringan, bagian-bagian utama dari garu piringan terdiri atas: piringan; poros piringan; penggarak piringan; kerangka. Kadang kala dilengkapi pula dengan roda dukung, apabila sistem penggandengan dengan daya penariknya menggunakan sistem hela (*trailing*). Garu piringan biasanya tidak dilengkapi dengan roda alur penstabil.

Beberapa piringan dari garu piringan dirangkai menjadi satu rangkaian dengan menggunakan satu poros, rangkaian-rangkaian ini biasa disebut sebagai rangkaian piringan (*disk gang*). Konstruksi garu piringan umumnya terdiri atas dua rangkaian piringan atau empat rangkaian piringan. Ditinjau dari proses penghancuran tanah, langkah penggaruan dapat dibedakan atas ; penggaruan satu aksi (*single action*) dan penggaruan dua aksi (*double action*).

Didasarkan atas uraian di atas, garu piringan dibedakan atas garu piringan dua rangkaian satu aksi (*single action two gang disk harrow*); garu piringan dua rangkaian dua aksi (*double action two gang disk harrow*); garu piringan empat rangkaian dua aksi atau biasanya disebut tandem (*tandem disk harrow*). Untuk jelasnya konstruksi dari bermacam-macam garu piringan dapat dilihat pada gambar.

2. Garu bergigi paku (*spikes tooth harrow*)

Garu bergigi paku atau biasa disebut sebagai garu sisir, adalah jenis garu yang sudah umum digunakan petani di Indonesia. Garu sisir yang ditarik hewan, umumnya giginya terbuat dari kayu dan biasa digunakan untuk pengolahan tanah sawah dalam keadaan basah, sebagai pekerjaan lanjutan setelah tanah diolah dengan bajak singkal.

Garu bergigi paku yang ditarik dengan tenaga traktor gigi-giginya terbuat dari bahan logam, dipasang pada batang penempatan (*tooth bar*) dengan di klem atau di las. Konstruksi garu bergigi paku yang ditarik dengan tenaga traktor biasanya terdiri dari satu batang penempatan. Pemasangan gigi pada batang penempatan disusun berselang-seling antara batang penempatan yang satu dengan lainnya. Bentuk gigi paku sangat bervariasi ada yang lurus runcing dan ada yang pipih, ada pula yang berbentuk blimbing (*diamond shape*). Kadangkala batang penempatan posisinya dapat diatur atau diputar sehingga memungkinkan untuk merubah sudut gigi pakunya, guna mengatur masuknya gigi di dalam tanah. Batang-batang penempatan selanjutnya dipasangkan pada kerangka penguat dari garu tersebut.

Dengan demikian bagian-bagian utama garu bergigi paku atau garu sisir adalah terdiri atas ; gigi paku, batang penempatan dan kerangka penguat.

Garu bergigi paku terutama digunakan untuk meratakan dan menghaluskan tanah sesudah pembajakan, lebih cocok digunakan untuk tanah yang mudah hancur. Alat ini cukup efektif untuk memberantas tanaman pengganggu khususnya yang masih kecil-kecil, atau baru tumbuh.

3. Garu bergigi per (*spring tooth harrow*)

Garu bergigi per ini secara keseluruhan konstruksinya hampir menyerupai garu bergigi paku, hanya gigi-giginya terbuat dari per atau pegas. Juga digunakan untuk meratakan dan menghaluskan tanah sesudah pembajakan. Alat ini juga lebih sesuai digunakan untuk tanah yang mudah dihancurkan. Cocok untuk memberantas gulma yang mempunyai perakaran yang cukup kuat dan dalam. Hal ini dikarenakan garu bergigi per mempunyai penetrasi kedalaman yang lebih besar dibandingkan dengan garu bergigi paku. Dari sifatnya yang lentur dan bentuknya yang lengkung akan dapat mengangkat atau mencabut akar-akar tanaman sehingga terlempar keluar ke permukaan tanah.

4. Garu-garu khusus (*special harrow*)

Jenis garu-garu khusus, biasanya digunakan untuk mengerjakan pengolahan tanah dengan tujuan yang lebih khusus. Sebagai misal, pengolahan tanah dengan tujuan khusus untuk memusnahkan tanaman pengganggu, menghancurkan seresah, atau untuk menggemburkan tanah secara intensif, atau mungkin bertujuan untuk membuat bedengan (*seed bed*) yang lebih layak.

Penggunaan garu-garu khusus biasanya dilakukan setelah pengolahan tanah pertama dan pengolahan tanah kedua. Macam-macam garu khusus antara lain adalah : pencacah gulma atau seresah (*weeder mulcher*); garu potong putar (*rotary cross harrow*); penggemburan tanah (*soil surgeon*).

5. Alat penyiang mekanis (*cultivator*)

Alat penyiang mekanis sebetulnya bukan termasuk alat pengolah tanah dalam artian untuk persiapan tanam, tetapi lebih mengarah ke alat pemeliharaan tanaman karena pada umumnya peralatan ini digunakan setelah kegiatan penanaman dilakukan. Namun karena arah pemeliharaan tanaman dengan peralatan ini adalah dengan perlakuan pengolahan tanah, dan dalam arti yang luas penyiangan dapat dilakukan sebelum dan sesudah tanam. Maka tidak ada

salahnya alat penyang mekanis ini dibicarakan secara singkat pada pembicaraan alat dan mesin pengolah tanah.

Penggunaan alat penyang mekanis ini juga tidak banyak berbeda dengan peralatan pengolah tanah lainnya. Penyang dengan peralatan mekanis bertujuan ; memberantas tanaman pengganggu; memperbaiki aerasi tanah mempertahankan kadar lengas tanah; memacu kerja mikroorganisme lebih aktif; mengembangkan penyediaan unsur hara dalam tanah; menggemburkan tanah agar penetrasi akar tanaman pokok lebih mudah.

Ada bermacam-macam alat penyang mekanis yang digerakkan di lapangan pertanian mulai yang kecil yang digunakan dengan tenaga manusia sampai dengan yang besar yang digerakkan dengan traktor besar dengan kapasitas kerja sampai (30 – 35) ha/hari. Alat penyang mekanis yang berukuran besar biasanya terdiri atas tiga bagian, dua bagian dipasang di samping, masing-masing sisi satu bagian dan satu bagian lagi dipasang di belakang traktor.

Bagian-bagian utama alat penyang mekanis terdiri atas:

1. Mata pendangir (*shovel/sweeper*), merupakan bagian yang aktif untuk penyang. Yang berbentuk sekop (*shovel*) lebih berfungsi untuk menggemburkan tanah, sedang yang berbentuk kaki bebek/penyapu (*sweeper*) lebih berfungsi untuk mematikan gulma.
2. Tangkai pendangir (*shank*), berfungsi sebagai tempat pemasangan mata pendangir.
3. Batang penempatan, berfungsi sebagai tempat pemasangan tangkai pendangir, jumlahnya tergantung dari jenis dan ukuran dari peralatan penyang mekanisnya.
4. Kerangka

Perhitungan kebutuhan daya dalam penggunaan alat dan mesin pengolahan tanah

Untuk kegiatan pengolahan tanah yang dilakukan secara mekanis, traktor pada umumnya merupakan daya penggerak utama (*prime mover*) untuk menarik atau menggerakkan alat dan mesin pengolahan tanah. Dalam hal ini, disamping daya yang dihasilkan traktor dipergunakan untuk menarik atau menggerakkan alat dan mesin pengolahan tanah, sebagian dayanya dibutuhkan untuk dapat menggerakkan traktornya sendiri dalam rangka usahanya untuk menarik atau menggerakkan alat dan mesin pengolahan tanah tersebut. Dengan demikian dalam memperhitungkan besarnya daya yang harus tersedia pada traktor harus diperhitungkan besarnya daya untuk menarik atau menggerakkan alat dan mesin pengolahan tanah (HP1) dan besarnya daya untuk menggerakkan traktornya sendiri (HP2), yang berupa daya untuk mengatasi gaya tahanan guling (*rolling resistance*).

Besarnya HP1 akan ditentukan oleh besarnya gaya pada pengolahan tanah dan kecepatan kerja dari pengolahan, sedang besarnya HP2 akan ditentukan oleh berat traktor, besar koefisien tahanan guling (*coefficient rolling resistance*) dan kecepatan kerja traktor tersebut.

Besarnya daya keseluruhan dari traktor untuk pengolahan tanah akan dipengaruhi oleh faktor yang mempengaruhi gaya reaksi tanah terhadap perubahan sifat mekanis tanah seperti: kelengasan tanah, khususnya dalam kaitannya dengan konsistensi tanah; tekstur, struktur, kandungan koloid maupun bahan pengikat tanah yang lain; vegetasi yang tumbuh di atas tanah yang diolah; dan faktor yang berkaitan dengan rancangan dan ukuran traktor maupun peralatannya; serta kecepatan kerja pengolahan tanah.

Untuk faktor keamanan dalam memperhitungkan besarnya daya traktor untuk menarik atau menggerakkan alat dan mesin pengolahan tanah harus diperhatikan efisiensi penerusan daya baik ke alat atau mesinnya, maupun efisiensi penerusan daya ke roda penggerak traktornya sendiri. Disamping itu perlu diperhitungkan adanya toleransi kebutuhan daya, guna mengatasi keterbatasan lahan serta keadaan lain yang tak terduga pada waktu bekerja di lapangan.

Dalam memperhitungkan besarnya daya untuk menarik atau menggerakkan alat dan mesin pengolah tanah antara jenis alat yang satu dengan yang lain kemungkinan berbeda. Hal ini disebabkan karena karakteristik yang berbeda baik dari alat dan mesinnya atau keadaan tanah pada waktu diolah. Keadaan tanah pada waktu akan dibajak dengan sendirinya akan berbeda dengan pada waktu tanah akan digaru. Proses pengolahan tanah dengan bajak putar akan berbeda dengan penggunaan jenis bajak lainnya.

Dengan demikian, dalam memperhitungkan besarnya ukuran daya traktor (HP) sebagai sumber daya penggerak utama alat dan mesin pengolah tanah, kemungkinan akan berbeda besarnya ukuran daya pada alat pengolah tanah yang satu dengan alat pengolah tanah lainnya. Untuk memperhitungkan besarnya ukuran daya traktor dipergunakan rumus-rumus sebagai berikut:

1. Daya yang diperlukan untuk menarik/menggerakkan alat dan mesin pengolah tanah
 1. Untuk bajak singkal, bajak piringan, bajak pahat dan bajak tanah dalam
 2. Untuk bajak putar
 3. Untuk garu
 4. Untuk alat penyang mekanis

Dimana:

HP1 = daya untuk menarik/menggerakkan alat dan mesin pengolah tanah, (HP)

dsp = draft spesifik pembajakan, (kg/cm^2)

tsp = torsi spesifik pembajakan, ($\text{kg m}/\text{cm}^2$)

dg = draft penggaruan, (kg/m)

l = lebar pemotongan tanah dalam pembajakan (cm)

d = kedalaman pemotongan tanah, (cm)


lg = lebar penggaruan, (m)

rpm = jumlah putaran pisau rotari per menit, (.../menit)

V = kecepatan pengolahan tanah, (m/dt)

dc = draft cultivator per masa cultivator, (kg/bh)

n = jumlah mata cultivator, (bh)

1 = efisiensi penerusan daya ke alat dan mesin pengolah tanah, (%)

2. Daya untuk menggerakkan traktornya sendiri


Dimana:

HP2 = daya untuk menggerakkan traktor, (HP)

W = berat traktor, (kg)

V = kecepatan kerja, (m/det)

ktg = koefisien tanahan guling

 = efisiensi penerusan daya ke roda penggerak traktor, (%)

Besarnya nilai ktg sangat ditentukan oleh: berat traktor; ukuran dan bentuk rancangan roda; jenis dan kondisi tanah; jenis vegetasi di atas permukaan tanah.

3. Dengan memperhitungkan adanya toleransi (tlr) guna mengatasi kelerengan lahan serta keadaan lain yang tak terduga dalam operasi lapang, besarnya ukuran daya traktor dapat dihitung dengan rumus dibawah ini:

Dimana:

HP = besar ukuran daya traktor, (HP)

HP1 = daya untuk menarik/menggerakkan alat dan mesin pengolah tanah, (HP)

HP2 = daya untuk menggerakkan traktor, (HP)

tlr = toleransi penggunaan daya, (%)

Besarnya (tlr) dapat diambil sekitar (25 – 30)% dari kebutuhan daya teoritis.

Kapasitas kerja pengolahan tanah

Yang dimaksud dengan kapasitas kerja adalah kemampuan kerja suatu alat atau mesin memperbaiki hasil (hektar, kg, lt) per satuan waktu. Jadi kapasitas kerja pengolahan tanah adalah berapa hektar kemampuan suatu alat dalam mengolah tanah per satuan waktu. Sehingga satuannya adalah hektar per jam atau jam per hektar atau hektar per jam per HP traktor.

Kapasitas kerja suatu alat pengolahan tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

1. Ukuran dan bentuk petakan
2. Topografi wilayah : datar, bergelombang atau berbukit,
3. Keadaan traktor : lama dan baru

4. Keadaan vegetasi (tumbuhan yang ada) dipermukaan tanah : alang-alang atau semak belukar
5. Keadaan tanah : kering, basah, atau lembap, liat atau berlempung, atau keras
6. Tingkat keterampilan operator : sudah berpengalaman, terampil atau belum berpengalaman
7. Pola pengolahan tanah : pola spiral, pola tepi, pola tengah, dan pola alfa.

Pengaruh faktor-faktor tersebut terhadap kapasitas kerja alat adalah:

1. Ukuran dan bentuk petakan : Ukuran dan atau bentuk petakan sangat mempengaruhi efisiensi kerja dari pengolahan tanah yang dilakukan dengan tenaga tarik hewan ataupun dengan traktor. Dengan pengaruhnya terhadap pencangkulan tidak begitu besar. Ukuran petakan yang sempit akan mempersulit beloknya hewan penarik atau traktor, sehingga efisiensi kerja dan kapasitas kerjanya rendah.

Untuk mencapai efisiensi kerja dan kapasitas yang tinggi, maka ukuran luas petakan harus disesuaikan dengan tenaga penarik yang digunakan.

2. Topografi wilayah : Keadaan topografi wilayah meliputi keadaan permukaan tanah dalam wilayah secara keseluruhan. Misalnya keadaan permukaan wilayah tersebut datar atau berbukit atau bergelombang. Keadaan ini diukur dengan tingkat kemiringan dari permukaan tanah yang dinyatakan dalam (%). Kemiringan yang baik untuk penggunaan tenaga hewan dan traktor dalam pengolahan tanah adalah sampai 3 persen (relatif datar). Kemiringan tanah yang lebih dari 3 persen yang masih bisa dikerjakan traktor adalah 3 sampai 8 persen dimana pengolahan tanahnya dilakukan dengan mengikuti garis ketinggian (*contour farming system*). Bagi daerah yang berbukit-burkit dimana bentuk petakan yang tidak teratur dan luasnya yang kecil, maka cangkul sangat cocok untuk daerah ini. Pola terahir ini disebut dengan sistem penterasan, dimana sawah-sawah

berbentuk teras-teras yang mengikuti garis ketinggian. Bentuk petakan teratur akan memudahkan pekerjaan pengolahan tanah sehingga efisiensinya akan lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak teratur.

3. Keadaan traktor : Keadaan traktor juga akan dipengaruhi kapasitas kerja pengolahan tanah. Keadaan traktor disini berarti apakah traktor masih baru atau sudah lama. Jadi menyangkut umur ekonomi traktor itu sendiri. Traktor-traktor sudah lama dipakai berarti umur ekonominya sudah habis atau malah sudah terlewatkan, sehingga sudah banyak bagian traktor yang sudah aus sehingga sering timbul kerusakan. Kerusakan-kerusakan akan menyangkut masalah waktu, tenaga serta biaya. Sehingga pekerjaan tidak akan efisien lagi.
4. Keadaan vegetasi : Keadaan vegetasi permukaan tanah yang diolah juga dapat mempengaruhi efektivitas kerja dari bajak atau garu yang digunakan. Tumbuhan semak atau alang-alang memungkinkan kemacetan akibat penggumpalan pada alat karena tertarik atau tidak terpotong. Pengolahan tanah pada alang-alang atau bersemak akan lebih efektif bila digunakan bajak piringan atau garu piring. Karena bajak atau garu ini memiliki konstruksi yang berupa piringan dan dapat berputar sehingga kecil kemungkinan untuk macet.
5. Keadaan tanah : Keadaan tanah meliputi sifat-sifat fisik tanah, yaitu keadaan basah (sawah), kering, berlempung, liat atau keras. Keadaan ini menentukan jenis alat dan tenaga penarik yang digunakan. Disamping itu juga mempengaruhi kapasitas kerja dari pengolahan tanah. Tanah yang basah memberikan tahanan tanah terhadap tenaga penarik relatif lebih rendah dibanding dengan tanah kering. Akan tetapi pada tanah basah (sawah) memungkinkan terjadi slip yang lebih tinggi dibandingkan pada tanah kering.

Penggunaan traktor tanah pada tanah sawah dan tanah kering biasanya digunakan roda besi tambahan pada kedua rodanya agar dapat memperkecil slip roda yang terjadi. Akhir-akhir ini IRRI Filipina (*International Rice Research Institute*) telah mengembangkan traktor dengan

kedua rodanya terbuat dari besi yang terdiri dari lempeng-lempeng besi yang khusus dirancang untuk pengolahan tanah sawah.

Demikian juga traktor 4 roda, bila digunakan pada tanah sawah kedua roda belakangnya dipasang roda besi tambahan guna memperkecil slip rodanya. Bajak piring atau garu piring lebih efektif bekerja pada tanah kering dibanding pada tanah basah. Sedangkan bajak singkal lebih efektif bila digunakan pada tanah yang basah, agak liat dibanding pada tanah kering.

6. Tingkat keterampilan operator : operator yang berpengalaman dan terampil akan memberikan hasil kerja dan efisiensi kerja yang lebih baik dibanding operator yang belum terampil dan belum berpengalaman. Oleh karena itu dalam penggunaan traktor untuk pengolahan tanah, perlu terlebih dahulu memberikan latihan terampil kepada operator yang menjalankannya. Usaha ini untuk memberikan hasil pekerjaan yang lebih efisien dan lebih efektif.
7. Pola pengolahan tanah : Pola pengolahan tanah erat hubungannya dengan waktu yang hilang karena belokan selama pengolahan tanah. Pola pengolahan harus dipilih dengan tujuan untuk memperkecil sebanyak mungkin pengangkatan alat. Karena pada waktu diangkat alat itu tidak bekerja. Oleh karena itu harus diusahakan bajak atau garu tetap bekerja selama waktu operasi dilapangan. Makin banyak pengangkatan alat pada waktu belok, makin rendah efisiensi kerjanya.

Pola pengolahan tanah yang banyak dikenal dan dilakukan adalah pola spiral, pola tepi, pola tengah dan pola alfa (pada gambar 28). Pola spiral yang paling banyak digunakan karena pembajakan dilakukan terus menerus tanpa pengangkatan alat.

Dari uraian dimuka jelas menunjukkan bahwa faktor-faktor yang disebutkan tadi sangat besar pengaruhnya terhadap kapasitas kerja pengolahan tanah. Oleh karena itu, dalam rencana melaksanakan pembukaan lahan atau pencetakan sawah keenam faktor tersebut harus dipertimbangkan dan diperhatikan. Pada tabel 4. berikut ini diberikan beberapa kasus kapasitas kerja pengolahan tanah menurut jenis alat penarik. Satuan kapasitas kerja

pada Tabel ini adalah hektar per jam per Hp traktor untuk tenaga penarik dan hektar per musim untuk tenaga ternak.

Tabel 4. Kapasitas kerja pengolahan tanah

Tenaga/tenaga Penarik	Hp	Jenis Alat	Kapasitas Kerja	Keadaan tanah dan jumlah pembajakan
1.Manusia (Pria) 2.Sepasang ternak (kerbau/sapi)	0,054 1,072	Cangkul Bajak singkal	(Ha/musim) 0,5 2-3 1,5-2,5	- sawah, 2 x cangkul - sawah, 2 x bajak - tanah kering, 2 x bjk
3.Traktor tangan 2 roda	5-9	Bajak singkal Bajak rotary Bajak singkal Bajak rotari	(ha/jam.Hp) 0,0055 0,0070 0,0040 0,0060	- sawah, 2 x bajak - sawah, 2 x bajak - tanah kering, 2 x - tanah kering, 2 x
4. Traktor mini 4 roda	12-25	Bajak rotary	0,0090 0,0086	- sawah, 1 x bajak - tanah kering, 1 x

Dengan menggunakan angka kapasitas kerja (Ha/Jam/Hp) dapat ditentukan kapasitas kerja dari suatu traktor yang diketahui tenaga mesinnya. Misalnya terdapat suatu unit traktor tangan dengan tenaga mesinnya 8 HP dan bajaknya adalah bajak rotary. Jika traktor ini mengolah tanah sawah sebanyak 2 kali bajak sampai siap tanam, maka kapasitas kerja (Ha/jam) adalah :

$$8 \text{ Hp} \times 0,007 \text{ Ha/jam Hp} = 0,056 \text{ Ha/jam}$$