DAFTAR ISI

1. PENDAHULUAN …… ……. 1

II. SISTEMATIKA DAN PROSES PENGOLAHAN TANAH …… 7

III. ALAT PENGOLAH TANAH ……..….. 23

IV. PENUTUP …… ……..…….. 43

DAFTAR PUSTAKA

I. PENDAHULUAN

Deskripsi singkat

Menjelaskan metode, peralatan, kinerja mesin-mesin pengolahan tanah dan menguraikan prisip mekanika pada berbagai jenis alat pengolahan tanah.

Relevansi

Pemahaman tentang metoda-metoda pengolahan tanah, berbagai jenis peralatan yang digunakan untuk pengolahan tanah baik untuk lahan kering maupun lahan basah, kinerja dari peralatan pengolahan tanah dan uraian prisip mekanika pada alat pengolahan tanah ; sangat dibutuhkan bagi lulusan dalam pekerjaannya baik sebagai perencana maupun sebagai pelaksana dalam usaha manufaktur alat/mesin pengolahan tanah atau usaha pertanian yang memerlukan dukungan mekanisasi pertanian.

Tujuan instruksional khusus

Mahasiswa dapat menjelaskan metode, peralatan, kinerja mesin-mesin pengo-lahan tanah dan menguraikan prisip mekanika pada alat pengolahan tanah.

Pendekatan Histroris

Tercatat dalam sejarah bahwa sejak beribu-ribu tahun yang lalu pengolahan tanah telah dilakukan oleh sekelompok manusia dengan tujuan untuk meningkatkan produksi pertaniannya. Tenaga hewan digunakan untuk membajak tanah sejak 7000 tahun yang lalu. Pada penemuan arkeologi dan tulisan-tulisan kuno diketahui bahwa ada pendapat dimana membajak tanah dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Dalam tulisan-tulisan ilmiah abad ke-19, bahasan mengenai pengolahan tanah agaknya bertitik tolak dari pandangan ini. Timbul banyak pertanyaan dengan cara bagaimana kesuburan tanah dapat ditingkatkan. Paling tidak dalam setengah abad pertama dari abad ke-20, terdapat dua pendekatan utama dalam penelitian-penelitian mengenai pengolahan tanah. Kelompok ilmuwan pertama mulai dengan mempertanyakan tentang kondisi tanah yang bagaimana yang cocok untuk pertumbuhan tanaman. Sementara kelompok kedua mempermasalahkan tentang cara

terbaik untuk mengolah tanah. Kelompok pertama memperoleh jawaban antara lain bahwa pengolahan tanah dapat memperbaiki ketersediaan (availability) air dan udara di dalam tanah ; sementara kelompok kedua menemukan jawaban bahwa dengan pembajakan yang dalam dapat memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan pembajakan yang dangkal. Kedua pendapat ini masing-masing mempunyai kelemahan. Pada pertengahan abad ke-20 berbagai upaya dicoba untuk menggabungkan kedua pendekatan ini yaitu dengan mempelajari hubungan sebab akibat dari pengolahan tanah dan produksi tanaman.

Telah diketahui bahwa pengolahan tanah dapat merubah dan atau memperbaiki struktur tanah serta memberantas gulma. Perbaikan struktur tanah dengan pengolahan tanah diduga dapat berpengaruh baik pada pertumbuhan tanaman, meskipun pendapat tersebut sulit dibuktikan karena hanya melihat aspek fisik tanahnya saja. Yang pasti bahwa memberantas gulma akan memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman.

Perkembangan selanjutnya menunjukkan bahwa penelitian-penelitian mengenai pengolahan tanah terbagi dalam dua aliran, yaitu aliran yang memberikan penekanan pada pengendalian gulma dan aliran yang memberikan penekanan pada perbaikan struktur tanah. Terlepas dari ada tidaknya pengaruh pengolahan tanah pada produksi tanaman, pengolahan tanah sampai kini tetap saja dilakukan petani paling tidak untuk mempermudah pekerjaan berikutnya.

Tujuan Umum

Tujuan utama dari pengolahan tanah adalah menciptakan kondisi tanah yang paling sesuai untuk pertumbuhan tanaman dengan usaha yang seminimun mungkin. Selama ini tujuan tersebut seringkali dicapai dengan mengaplikasikan cara *cut and try* baik dalam mengembangkan metoda pengolahan tanah maupun mengembangkan atau memperbaiki disain peralatan pengolahan tanah yang sudah ada.

Pada situasi seperti ini maka diperlukan pengetahuan (*knowledge*) mengenai proses pengolahan tanah sehingga memungkinkan untuk memprediksi biaya dan hasil pengolahan tanah secara jelas dan efisien. Pengetahuan tersebut tidaklah mudah namun haruslah dimiliki (analisis). Begitu kompleksnya permasalahan yang dihadapi

maka dalam analisis perlu dilibatkan berbagai cabang ilmu lainnya (sistematis). Dengan demikian dapat dikembangkan metoda untuk memprediksi apakah bentuk proses dapat berlaku atau tidak, dan bahkan dapat memprediksi informasi mengenai bentuk proses secara kuantitatif (prediksi). Telah banyak dipublikasikan artikel penelitian mengenai alat pengolahan tanah namun pada umumnya artikel tersebut hanya terbatas pada satu atau beberapa jenis alat dan beroperasi terbatas pada beberapa kondisi tanah saja.

Tujuan Khusus

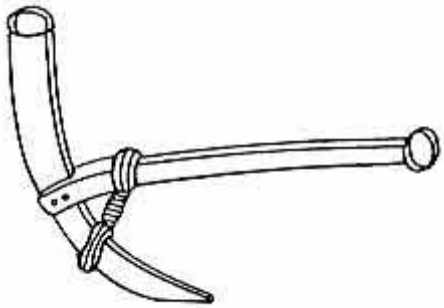
Tujuan khusus dari pengolahan tanah adalah sebagai berikut (Kepner, et al, 1972) :

1. Menciptakan struktur tanah yang dibutuhkan untuk persemaian atau tempat tumbuh benih. Tanah yang padat diolah sampai menjadi gembur sehingga mempercepat infiltrasi a-h, berkemampuan baik menahan curah hujan memperbaiki aerasi dan memudahkan perkembangan akar.
2. Peningkatan kecepatan infiltrasi akan menurunkan *run off* dan mengurangi bahaya erosi.
3. Menghambat atau mematikan tumbuhan pengganggu.
4. Membenamkan tumbuhan-tumbuhan atau sampah-sampah yang ada diatas tanah kedalam tanah, sehingga menambah kesuburan tanah.
5. Membunuh serangga, larva, atau telur-telur serangga melalui perubahan tempat tinggal dan terik matahari.

Pengolahan tanah tidak hanya merupakan kegiatan lapang untuk memproduksi hasil tanaman, tetapi juga berkaitan dengan kegiatan lainnya seperti penyebaran benih (penanaman bibit), pemupukan, perlindungan tanaman dan panen. Keterkaitan ini sangat erat sehingga tujuan yang ingin dicapai dalam pengolahan tanah tidak terlepas dari keberhasilan dalam kegiatan lainnya. Pengolahan tanah mempengaruhi penyebaran dan penanaman benih. Pengolahan tanah dapat juga dilakukan bersamaan dengan pemupukan serta dianggap pula sebagai suatu metoda pengendalian gulma.

Berkaitan dengan sejarah pengolahan tanah maka perkembangan dalam tujuan serta metoda pengolahan tanahnya diikuti pula dengan perkembangan dalam disain peralatan baik dari segi bahan maupun bentuk alat. Banyak bukti menunjukkan bahwa bajak ringan terbuat dari kayu telah digunakan secara besar-

besaran di daerah Euphrates dan Nile Rivers sekitar tahun 3000 B.C. bahkan digunakan sebagai tenaga penggerak/penarik peralatan pertanian, menyiapkan tanah untuk penanaman Barley, Wheat dan lain-lain tanaman yang populer pada jaman itu. Bajak yang digunakan pada waktu itu tidak beroda atau bajak singkal yang digunakan untuk membalik tanah dan membuat furrow. Paling tidak peralatan tersebut dapat berfungsi memecahkan tanah dan untuk menutup benih. Contoh bajak yang terbuat dari kayu dari Mesir diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bajak kayu kuno di Thebes, Mesir pada 300 B.C.

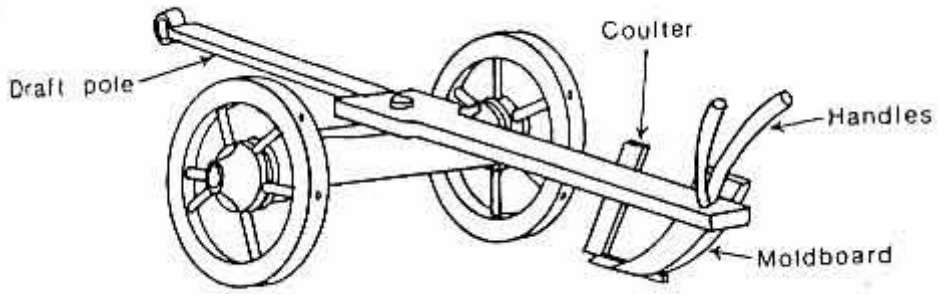
Lebih dari 2000 tahun yang lalu ditemukan bajak terbuat dari besi yang diproduksi di Honan utara China. Pada awalnya alat ini berupa alat kecil yang ditarik dengan tangan dengan plat besi berbentuk V yang dihubungkan atau digandengkan dengan pisau kayu dan pegangan. Selama abad pertama B.C., kerbau digunakan untuk menarik peralatan pengolahan tanah. Selanjutnya secara berturut-turut dikembangkan alat yang disebut triple-shared plow, plow-and-sow dan garu.

Bajak telah digunakan juga di India selama beribu-ribu tahun. Peralatan kuno tidak beroda dan moldboard terbuat dari kayu keras (*wedge-shaped hardwood blocks*) yang ditarik oleh sapi (*bullock*). Dengan alat ini tanah hanya dipecahkan kedalam bentuk clods tetapi tidak dibalik; dan pengolahan pertama ini kemudian diikuti dengan penghancuran “clod” dan perataan tanah dengan alat barupa batang kayu berbentuk empat persegi panjang yang ditarik oleh sapi.

Pisau bajak besi muncul di Roma pada kira-kira 2000 tahun yang lalu sebagaimana pisau *coulter*. Pada waktu itu masih belum juga ditemukan bajak singkal yang berfungsi membalik tanah. Pada tanah yang berat dan keras, pisau bajak besi ini

ditarik oleh sekelompok sapi jantan (*oxen*). Ada laporan yang menyatakan bahwa bajak yang dilengkapi dengan roda ditemukan di Itali utara pada sekitar tahun 100 A.D.

Suatu alat yang lebih lengkap, terdiri dari roda, coulter pemotong dan moldboard digunakan di Eropa pada tahun 1500 A.D. seperti tertera pada Gambar 2. Peralatan ini dapat digunakan untuk membalik tanah dan membuat furrow dan kasuran benih.



Gambar 2. Bajak beroda dua dengan coulter dan moldboard, ditemukan pada abad ke-16 di Eropa

Pada kira-kira tahun 1830, John Deere terdorong untuk mengembangkan bajak baja dengan pisau dan moldboard untuk mengatasi masalah pengolahan tanah-tanah organik di Amerika. Peralatan yang ditarik oleh hewan mulai menyusut jumlahnya sejak ditemukannya traktor bertenaga uap pada sekitar tahun 1860.

Bahan kuliah ini didiwnload dari :

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/index4april.html

II. SISTEMATIKA DAN PROSES PENGOLAHAN TANAH

Alat dan Komponen Operasi

Peralatan pengolahan tanah dan roda yang terpasang pada traktor, harvester, trailer dan sebagainya memperlihatkan sejumlah bentuk dan dimensi. Uraian ini hanya akan dibatasi pada komponen yang berhubungan dengan tanah secara langsung, seperti dasar bajak (bottom-plow), chisel. dan alat lainnya termasuk roda. Komponen-komponen tersebut biasanya disebut sebagai komponen operasi (*operating tools*). Lebih lanjut uraian ini juga hanya akan terbatas pada komponen operasi yang bekerja dengan kecepatan konstan pada lintasan horisontal dan tidak terpengaruh oleh komponen operasi lainnya yang bekerja disekitarnya.

Pengolahan Tanah dan Pembebanan

Proses pengolahan tanah yang melibatkan faktor-faktor seperti alat, pengatur alat dan tanah akan terlihat selama alat tersebut bekerja pada tanah. Proses ini meliputi gerakan dan gaya pada tanah sebagai akibat dari kerja alat pada saat itu. Pada kegiatan pengolahan tanah terdapat dua proses/kejadian yang berlangsung secara bersamaan ataupun terpisah yaitu, pemotongan/penggemburan tanah dan pembebanan pada tanah. Proses penggemburan adalah proses yang berhubungan dengan pemecahan/pemisahan suatu massa tanah menjadi agregat tanah yang berukuran lebih kecil seperti yang dihasilkan dari pekerjaan pembajakan, penggaruan dan sebagainya. Proses pembebanan adalah proses yang berhubungan dengan sifat-sifat tanah seperti menaiknya kekuatan tanah (*soil strength*) sebagai akibat lintasan roda, *land rollers* dan sebagainya.

Pengantar Proses Pengolahan Tanah

Berikut ini akan disajikan gambaran secara skematik mengenai proses pengolahan tanah secara sederhana. Gambar 3. menunjukkan penampang vertikal dari tanah (a) dan proses yang terjadi pada tanah (b). Dalam hal ini tanah dianggap terdiri dari elemen-elemen (massa tanah berbentuk kubus) yang digambarkan dalam bentuk mesh pada Gambar. Ukuran dari elemen-elemen ini haruslah sekecil mungkin sehingga tekanan (*stress*) pada setiap sisi dari elemen tersebut akan tersebar merata. Pada proses pengolahan tanah banyak diantara elemen tersebut pecah.

Gambar 3 berbentuk flash dan bisa diakses di :

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/movie/flash/bajak.swf

Gambar.3. Pemecahan suatu volume tanah pada proses penggemburan

Pemecahan tanah melibatkan fenomena fisika-mekanika sebagai berikut, yaitu : pada satu elemen dan pada suatu skala mikro, pembebanan akan menyebabkan tekanan pada tanah dan dalam keadaan tertentu tegangan yang timbul tidak tersebar secara merata tetapi terkonsentrasi pada beberapa lokasi pada kumpulan elemen tersebut. Tekanan ini akan menyebabkan pecahnya ikatan antara partikel-partikel tanah pada lokasi-lokasi tersebut.

Pada umumnya konsentrasi dari tekanan tinggi akan diikuti dengan konsentrasi tegangan basar yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya peruntuhan (*failure*). Gambar 4 menunjukkan konsentrasi deformasi tanah sebagai akibat dari konsentrasi tekanan. Pemecahan elemen terjadi akibat penetrasi kerucut (*cone*) kedalam blok tanah yang berkelanjutan sampai terjadi pemecahan clod oleh beban vertikal tersebut. Gambar 5 selanjutnya menunjukkan bahwa meningkatnya tekanan menghasilkan deformasi dalam bentuk pemadatan (*compaction*) terutama apabila tanah dalam kondisi lemah. Untuk keperluan tertentu pemadatan diperlukan untuk memperkuat bagian tanah yang lemah. Bila tekanan terus ditingkatkan maka proses pemadatan akan terjadi pada seluruh bagian/elemen tanah. Gambar 5b dan 5c menunjukkan deformasi yang tidak stabil. Elemen volume pada Gambar 5b mengalami pembebanan tanpa adanya penyangga lateral sehingga kemungkinan terjadi pemadatan searah. Apabila beban ditingkatkan maka elemen akan memendek yang mempengaruhi pergerakan relatif antara partikel. Oleh karena tanah pada mulanya memang sudah dalam keadaan padat maka pergerakan relatif tersebut akan menimbulkan sedikit penggemburan pada kemasan. Penggemburan ini terjadi khususnya pada bagian yang paling lemah dari elemen yang bahkan juga menyebabkan bagian tersebut semakin lemah. Pada pembebanan lebih lanjut, deformasi dan penggemburan akan lebih terkonsentrasi pada bagian tersebut yang pada akhirnya terjadi keruntuhan lokal.

Deformasi yang terjadi apakah stabil atau tidak akan sangat tergantung pada bentuk tegangan (stress state) dan karakteristik dari tanah. Karakteristik dari tanah mempunyai dua arti dalam kaitannya dengan stabilitas, karena bentuk tegangan dalam suatu proses pengolahan tanah juga dipengaruhi oleh sifat tanah : pada tanah yang

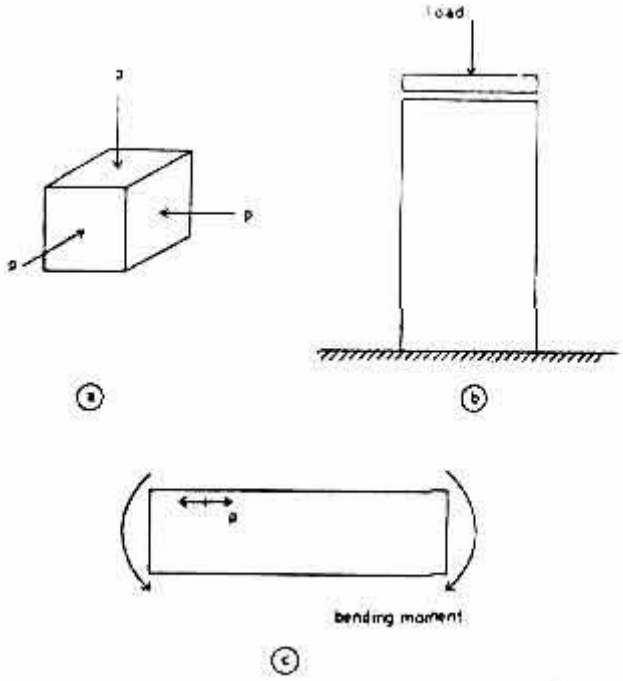
sangat plastis, deformasi yang berlebihan kadang-kadang menghambat adanya bentuk tegangan sebagaimana disebut *favor unstable phenomena*.

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/movie/flash/06.swf
dan
http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/movie/flash/07.swf

Gambar 4. Konsentrasi deformasi yang disebabkan oleh konsentrasi tekanan (flash)

Catatan Historis Studi Proses Penggemburan Tanah

Dari studi literatur diketahui bahwa penelitian yang berhubungan dengan proses penggemburan tanah lebih terpusat pada peralatan berikut : “Tine” dan Bajak. Alat Tine mewakili kelompok alat dengan bentuk sederhana dengan ukuran dan fungsi tertentu, sedangkan bajak mewakili kelompok alat yang berbentuk kompleks, memiliki kurvatur dan bentuk tidak simetris lainnya. Untuk tujuan penyederhaan, dalam uraian proses dan sistematika pengemburan tanah, kedua alat ini dianggap mewakili kelompok alat pengolahan tanah yang ada.



Gambar 5. Deformasi tetap (a) dan tidak tetap (b dan c).

Untuk masing-masing kelompok, penelitian dikembangkan menurut jalur yang jelas dan mudah dimengerti dengan mempertimbangkan karakteristik dari proses. Penelitian penggemburan tanah dengan alat Tine dimulai dengan mengamati proses dan perilaku pemecahan tanah oleh Tine dan waktu kejadiannya. Hal ini mengarah pada teori mekanika tanah klasik yang bermanfaat dalam memprediksi "draft". Meskipun para peneliti menyadari bahwa masalah pada alat Tine berkaitan dengan karakteristik dinamik, namun untuk waktu yang lama penelitian masih saja terkonsentrasi pada mekanika tanah yang statik ; dan tidak sampai tahun 1967 diadakan sintesis antara karakteristik statik dan dinamik (Vornkahl, 1967). Proses penggemburan dengan bajak dirasakan sangat kompleks oleh para peneliti dan hal ini terlihat pada banyaknya dikembangkan model-model yang hanya mendemonstrasikan sebagian dari proses (Nichols dan Kummer, 1932 ; Doner dan Nichols, 1934 ; Gupta dan Pandya, 1967)

Uraian lebih lanjut tidak akan menggunakan skema di atas tetapi akan didasarkan pada pendekatan aplikasi praktis.

Apabila tanah hendak digemburkan maka diperlukan suatu alat yang dioperasikan pada tanah. Alat tersebut dinamakan "Tine" apabila efek penggemburan yang dicapai lebih diutamakan dibandingkan dengan lebar alat. Sedangkan alat operasi akan disebut "bajak" bila efek penggemburan terutama dibatasi pada tanah sebatas lebar alat operasi. Definisi ini memberikan implikasi bahwa sebenarnya tidak ada batasan yang jelas antara tipe-tipe alat dimana masing-masing mempengaruhi tanah dalam batas kelebaran alat dan juga irisan tanah di luar alat. Terlepas dari nama alat operasi tersebut, yang terpenting untuk dibahas adalah fenomena yang terjadi selama kedua alat tersebut bekerja. Pada prinsipnya fenomena yang terjadi di depan alat Tine sama dengan yang terjadi pada alat bajak.

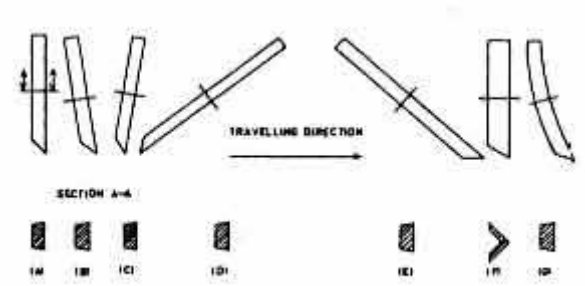
Beberapa perbedaan penting yang dapat ditunjukkan adalah :

- Untuk hasil penggemburan yang sama per satuan jarak, ternyata Tine akan lebih sederhana dan lebih murah daripada bajak.
- Penggemburan tanah dengan alat bajak umumnya bersifat kontinyu untuk menjaga kontinuitas dari aliran tanah pada badan alat.
- Alat bajak mempunyai kemungkinan yang lebih baik dalam hal kontrol proses ; sehingga pemindahan tanah dengan alat bajak disebut sebagai "terkontrol" sedangkan pemindahan tanah dengan alat Tine disebut pemindahan "acak".

Sistematika dan Proses Pengolahan Tanah dengan Alat Tine

Pada pengolahan tanah dengan Tine, tipe tanah, ukuran Tine dan kecepatan operasi menentukan bentuk proses yang terjadi.
Gambar berikut ini menunjukkan beberapa tipe dan bentuk Tine yang umum digunakan. Ciri-ciri Tine tersebut adalah sebagai berikut :

- Tine A : lurus, vertikal dan tanpa profil
- Tine B : lurus, posisi agak ke depan dan tanpa profil
- Tine C : lurus, posisi agak ke belakang dan tanpa profil
- Tine D : lurus, sangat condong ke belakang dan tanpa profil
- Tine E : lurus, sangat condong ke depan dan tanpa profil
- Tine F : lurus, vertikal dan berbentuk wedge
- Tine G : melengkung dan tanpa profil



Gambar 6. Beberapa bentuk Tine

Proses dan sistematika pengolahan tanah dengan Tine yang umum adalah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Sebuah Tine bekerja pada suatu blok tanah dimana di depan Tine terdapat roassa tanah yang padat dan mudah dibedakan dengan tanah di sekitarnya. Massa tanah ini disebut sebagai soi1-wedqe yang pada gambar ditunjukkan oleh A, B, C, D, E, F. Permukaan G, H, I, J, K, C, B, A,G adalah pembatas antara tanah olahan dengan tanah sekitarnya. Tanah gembur yang berada di depan dan di samping wedge adalah tanah yang baru terolah dan selanjutnya disebut crescent soil. Pada blok tanah, Tine membentuk sebuah furrow yang kemudian terisi lagi oleh tanah olahan, tetapi di belakang Tine selalu terbentuk parit kecil. Sebagian dari tanah olahan terlempar keluar dari garis H, L dan J, M dan lainnya terlempar ke atas permukaan tanah yang belum terolah.

Bidang yang melalui N, B, I, P adalah bidang vertikal simetris yang melalui Tine yang searah dengan arah operasi. Pada saat tertentu (waktu t), C, E, B, F merupakan satu sisi dari wedge dan C, B, I, M adalah setengah dari bidang pembatas antara tanah yang belum terolah dan tanah olahan yang beada di depan Tine. Dengan bergeraknya Tine ke kanan, permukaan C, B, I, M akan dibebani oleh tanah dari bawah wedge dan tanah olahan yang berada di depan Tine. Pada waktu tertentu (waktu t'), beban pada C, B, I, M menjadi sangat besar sehingga menyebabkan keruntuhan sepanjang permukaan keruntuhan baru C', B', I', M' dan tanah dari C, B, I, M, C', B', I', M' sebagian akan bergabung dengan wedge dan sebagian lagi dengan tanah olahan. Apabila Tine bergerak lebih ke dapan maka proses tersebut akan terulang.

Selama Tine bergerak maju, soil wedge secara perlahan akan bergerak ke atas dan bagian atas akan pecah dan terbuang ke samping dengan interval yang teratur. Ada tanah olahan yang berada di depan dan di samping Tine yang terangkut ke depan, ke

atas dan ke samping dan ada sebagian tanah olahan yang terbuang ke furrow di belakang Tine.

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/movie/flash/01.swf

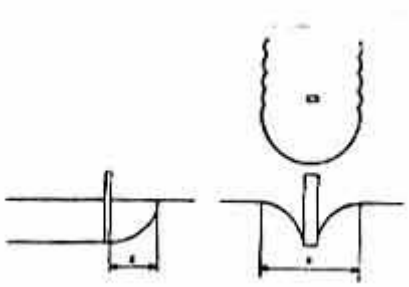
Gambar 7. Proses pemotongan tanah dengan Tine (flash)

Soil Wedge : Soil wedge yang bergerak ke atas akan terisi kembali dengan tanah yang berasal dari bagian bawah lapisan olah. Tanah tersebut terdiri dari tanah padat ; kerapatan pada bagian samping Tine lebih tinggi dari pada yang berada ujung depan. Bentuk wedge hampir mengikuti bentuk pada Gambar 7 dengan bentuk melingkar pada bagian pembatas. Kecepatan bergeraknya wedge kearah atas berfluktuasi. Kadang-kadang wedge atau sebagian dari wedge cenderung melekat pada Tine. Pada beberapa literatur, tanah yang lengket pada Tine kadang-kadang disebut sebagai cone. Pembentukan cone yang jelas dapat terjadi pada kecepatan operasi rendah dan atau pada keadaan dimana sudut gesekan antara tanah dan bahan (*soil-metal friction angle*) besar.

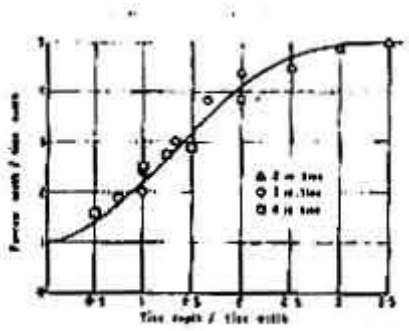
Crescent Soil : Derajat kegemburan crescent soil ini sangat bervariasi. Kasus ekstrim terjadi apabila sesudah pemotongan, terjadi sedikit atau mungkin tidak terjadi penggemburan tanah pada C, B, I, M,C', B', I', M'. Selanjutnya bongkahan tanah yang baru terbentuk akan tetap seperti bentuk crescent soil (Payne, 1956). Akan tetapi dalam banyak kasus, penggemburan lanjutan akan terjadi terutama pada kecepatan tinggi dan pada tanah yang heterogenitasnya besar (Payne, 1956).,

Furrow : Geometri furrow disajikan pada Gambar 8. Gambar 9 menunjukkan bahwa makin dalam pengolahan tanah maka lebar furrow makin kurang tergantung pada kedalaman pengolahan. Lebar furrow sedikit bertambah dengan meningkatnya kecepatan. Jarak antara Tine dan ujung furrow untuk beberapa jenis tanah ditunjukkan pada Gambar 10. Tanah gembur hasil pengolahan yang didorong oleh Tine, sebagian jatuh ke belakang ke dalam furrow dan sebagian lagi tertinggal di luar furrow di atas permukaan tanah yang belum terolah. Biasanya pada bagian tengah furrow terbentuk alur (*trench*) kecil dengan bedengan kecil di sisi lainnya. Apabila tidak terbentuk

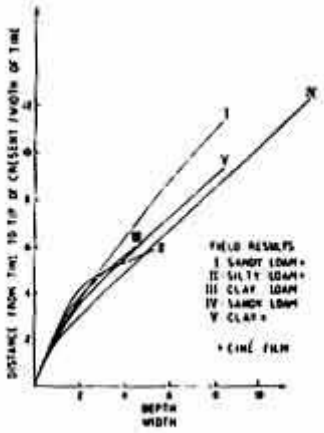
banyak crescent, maka clod tanah akan memiliki bentuk dan posisi yang seragam dalam pola yang teratur, seperti yang ditemukan oleh Payne (1956).



Gambar 8. Bentuk furrow pada pengolahan dengan Tine A



Gambar 9. Lebar *furrow* sebagai fungsi kedalaman Tine (O'Callaghan dan Farraelly, 1964)



Gambar 10. Jarak x sebagai fungsi kedalaman Tine (Payne, 1956)

Pada pengolahan dengan Tine B ; pada dimensi Tine, sifat-sifat tanah dan kecepatan maju tertentu, gerakan Tine adalah yang berperan merubah tanah menyebabkan sedikit atau bahkan tidak terjadi keruntuhan tanah permukaan (Payne, 1956, Payne dan Tanner, 1959). Tanah mengembang ke samping dan di depan Tine. Tipe proses

dengan Tine ini mungkin terlalu ramping untuk mendorong tanah cukup jauh agar dapat menyebabkan terjadinya keruntuhan pada permukaan dan atau tanahnya yang memerlukan perubahan yang besar sebelum terjadinya keruntuhan. Pasir yang relatif kaku memerlukan Tine yang ramping untuk berlangsungnya tipe proses ini dibandingkan dengan jenis-jenis tanah lainnya.

Sistematika dan Proses Pengolahan Tanah dengan Bajak

Proses yang terjadi pada pengolahan tanah dengan bajak dapat diasumsikan terdiri dari beberapa bagian proses. Untuk alat ini, proses yang terjadi terdiri dari proses intake, main flow dan output.

Proses intake merupakan proses dimana suatu bagian/lapisan tanah dipisahkan dari bagian utamanya. *Proses main flow* adalah proses yang terjadi selama tanah bergerak sepanjang bagian alat (plough-body). *Proses output* mencakup perubahan yang terjadi setelah irisan tanah terlepas dari alat. Sebagai contoh, pada Gambar 11 disajikan beberapa karakteristik bajak dengan batasan masing-masing proses : a-h disebut sebagai bajak 2-diraensi dengan ciri-ciri sebagai berikut : 1) lebar tidak terbatas, 2) mempunyai cutting edge horisontal yang selalu tegak lurus terhadap arah kerja.

Dalam hal ini proses tidak bervariasi sepanjang arah horisontal yang tegak lurus dengan arah kerja, bila efek keragaman tanah tidak diperhitungkan. Pada bajak 2-dimensi, karakteristik yang penting adalah bentuk permukaan, sudut potong, dan kedalaman pengolahan yang berkaitan dengan ukuran seperti ketinggian alat. Apabila masing-masing dari ketiga karakteristik ini, dipilih dua katagori maka akan ada delapan bajak standar sesuai dengan yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Karekteristik Bajak 2-dimensi

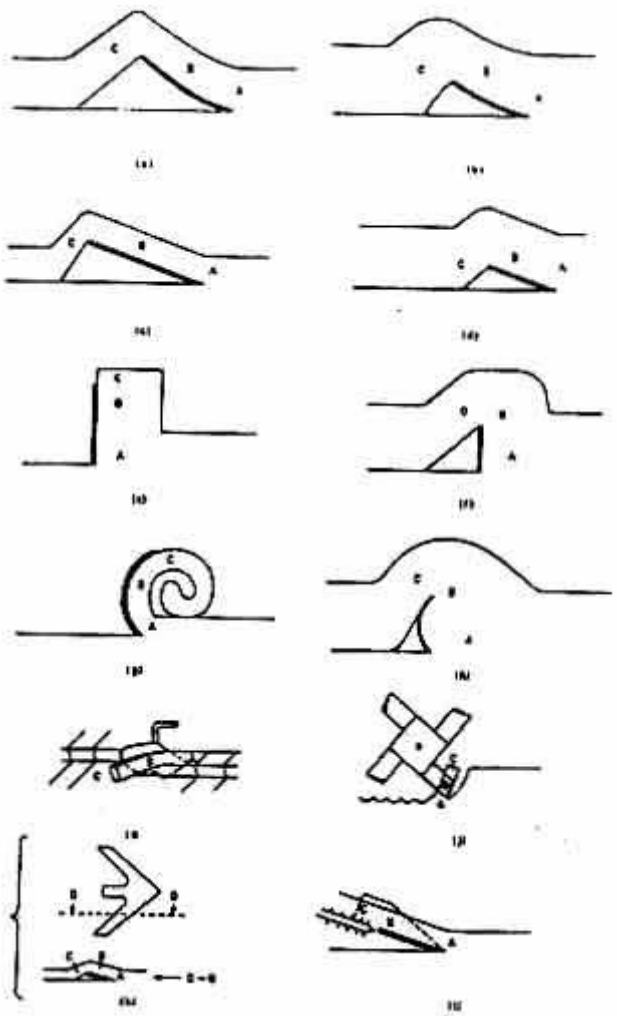
Sudut Potong	Kecil				Besar			
Bentuk	Lengkung		datar		Lengkung		datar	
Kedalaman Tinggi alat (rasio d,h)	kecil	besar	kecil	besar	kecil	besar	kecil	besar
Tipe pada Gambar	a	b	c	d	g	h	e	f

Bajak lain yang ditunjukkan pada Gambar 11. lebih banyak dikenal penggunaannya pada pertanian, yaitu : bajak singkal, *rotary, sweep,* bajak pemanen kentang. Pada gambar terlihat bahwa A, B, dan C masing-masing menunjukkan proses intake, main

flow dan output. Ternyata tidak semua bagian proses dapat dilihat secara jelas pada setiap alat.

Proses Intake : Bentuk-bentuk proses intake dikatagorikan sebagai berikut.

- Intake dengan keruntuhan bidang potong : keruntuhan permukaan terjadi dan tegangan normal bekerja pada hampir seluruh bagian permukaan (Gambar 12a).
- Intake dengan pemotongan tetap : keruntuhan permukaan tanah tidak atau jarang terjadi (Gambar 12 b) .
- Intake dengan retak terbuka : keretakan terjadi mulai dari ujung pisau bajak sampai pada batas penetrasi, wedge (Gambar l2c) .



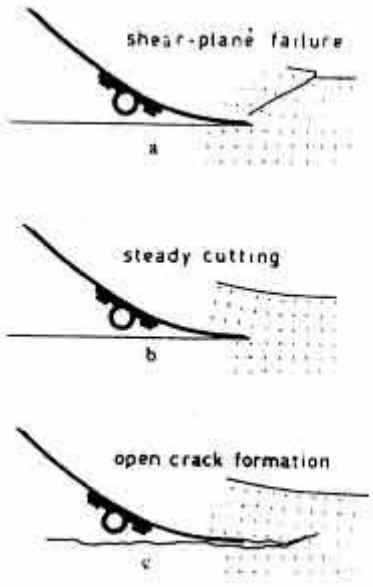
Gambar 11. Beberapa bentuk bajak (A=intake, B= main flow, C= output)

Pada katagori pertama, mata pisau bajak mencoba mendorong tanah ke arah atas yang menyebabkan meningkatnya tegangan pada bagian tersebut. Segera setelah tegangan

ini menjadi sama besar dengan kekuatan tanah (*soil strength*) yang merupakan penjumlahan gaya kohesi tanah dan gaya gesekan dalam, maka bidang keruntuhan mulai terbentuk dan merembet secara cepat ke permukaan tanah. Bidang keruntuhan memisahkan bongkahan tanah dimana bongkahan tanah tersebut selanjutnya bergerak ke atas sepanjang alat, tetapi masih dalam kondisi padat. Setelah proses pemisahan selesai yaitu setelah tegangan melampaui kohesi dan gesekan dalam maka tahanan pemotongan akan turun sampai akhirnya naik kembali akibat gaya dorong/kerja alat. Proses ini berulang kembali sampai terbentuk bongkahan berikutnya (Sohne, 1956).

Pada katagori kedua, setiap elemen volume tanah mengalami deformasi yang memungkinkan irisan tanah tersebut mengikuti perubahan sesuai dengan arah kerja alat tanpa mengalami pecah.

Pada katagori ketiga, mata bajak masuk ke dalam tanah dan menyebabkan timbulnya tegangan di dalam tanah, yang pada waktu tertentu akan mulai timbul retakan. Kejadian tersebut akan berlanjut ke arah horisontal yang sekaligus membuka lintasan bagi pisau bajak.



Gambar 12. Proses intake

Pisau menembus masuk ke dalam retakan seperti wedge, sehingga retakan terus terjadi. Arah penyebaran retakan tidak tetap. Pada keadaan tertentu arah retakan lebih banyak ke bawah dan ke atas, sehingga mata pisau tidak dapat lagi beroperasi raenurut lintasan retakan tetapi harus raenembus bagian tanah padat seperti semula. Pada waktu itu kecepatan pembentukan retakan raenurun dan seringkali pada waktu tertentu kecepatan ini menjadi nol. Dengan dimulainya kembali penetrasi pisau bajak pada tanah padat (utuh) maka periode baru dari proses intake dimulai kembali.

Jadi pada proses intake, ada masanya dimana mata pisau menembus atau memotong tanah baru (utuh) dan adakalanya berkerja sebagai wedge sebagaimana retak yang biasanya berlanjut secara kontinyu dengan arah yang berubah-ubah. Batas gerakan dan gerak pembentukan retakan dapat saling mempengaruhi sehingga memungkinkan timbulnya fenomena berikut, yaitu terbentuknya lubang atau saluran di bagian dasar furrow dan irisan yang tertinggal di bawah furrow serta irisan yang tertinggal pada proses main flow.

Proses Main Flow : Bentuk dasar dari main flow adalah ditentukan oleh variasi cekungan (kurvatur) pisau bajak. Berikut ini diperlihatkan beberapa contoh variasi cekungan bajak : -

- Pisau bajak dengan sudut cekungan yang makin membesar pada bagian tepi.
- Pisau bajak dengan sudut cekungan yang makin mengecil pada bagian tepi.
- Pisau bajak dengan sudut cekungan konstan.

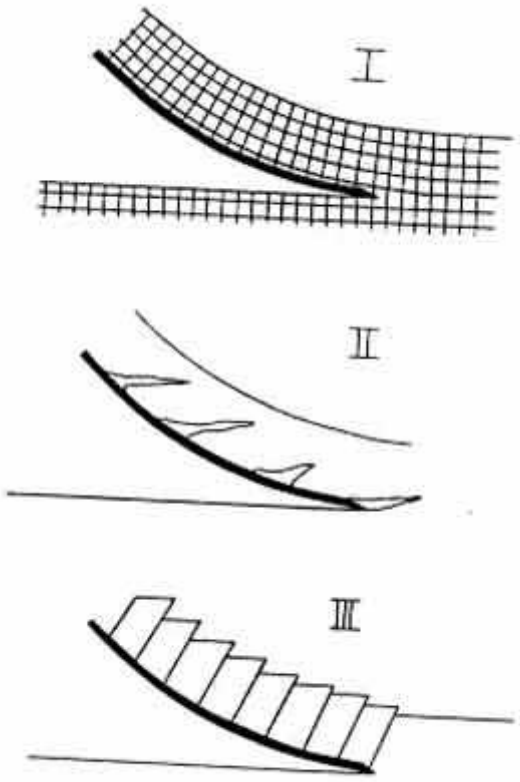
Pada bajak dengan sudut cekungan makin membesar pada bagian tepi, proses main flow yang berlangsung adalah sebagai berikut. Tanah yang berasal dari proses intake dipindahkan ke proses output melalui proses main flow. Selama proses main flow, tanah dapat juga mengalami perubahan. Bentuk dari irisan yang dihasilkan oleh proses main flow ditentukan oleh proses intake. Apabila proses intake termasuk katagori pemotongan tetap, maka irisan tanah akan bersifat kontinyu. Suatu proses intake yang disertai dengan garis keruntuhan akan menghasilkan irisan tanah yang terdiri dari potongan-potongan tanah, bergerak dengan dipisahkan oleh garis-garis keruntuhan yang paralel satu sama lain. Apabila terbentuk retakan terbuka selama proses intake maka biasanya main flow akan menerima irisan tanah yang mengalami

retakan pada bagian bawah. Bagian atas irisan tanah yang menghubungkan bagian irisan tanah yang mengalami retakan disebut sebagai “hinges”.

Terdapat tiga tipe irisan tanah yang akan melalui proses *mainflow*, yaitu (Gambar 13):

- Irisan tanah utuh, tidak mengalami pecah (I)
- Irisan tanah yang dihubungkan dengan hinges (II)
- Irisan tanah dengan gerak potongan tanah sinkron (III)

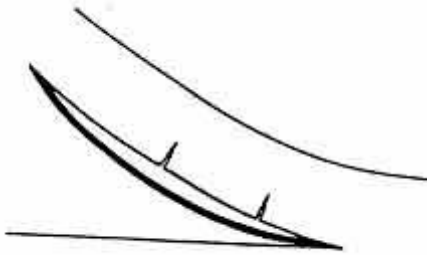
Irisan tipe I : tanah yang masuk pada proses main flow tidak mengalami pecah. Apabila terjadi kontak penuh antara bagian dasar irisan tanah dengan permukaan bajak,' maka seluruh bagian irisan tanah ini akan mengalami deformasi karena sudut cekungan bajak tidak konstan. Pada keadaan tertentu sangat mungkin terjadi kehilangan kontak antara irisan tanah dan permukaan bajak sehingga terbentuk retakan pada bagian bawah irisan tanah, seperti terlihat pada Gambar 14.



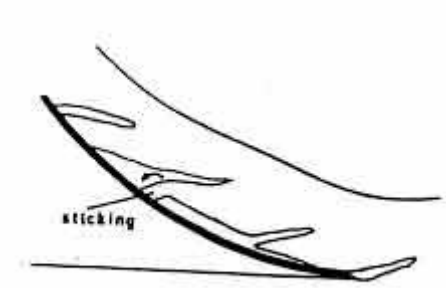
Gambar 13. Tipe *MainFlow*

Irisan tipe II : apabila irisan tanah yang masuk ke main flow terdiri dari potongan-potongan tanah yang disatukan oleh hinges, dan ternyata ikatan tersebut tidak lebih lemah dari ikatan masing-masing potongan tanahnya, maka perilaku irisan tanah itu akan sama dengan perilaku irisan tanah tipe I (unbroken strip). Apabila hinges jauh lebih lemah dari ikatan potongan tanah di bawahnya maka setiap perubahan pada sudut cekungan akan diserap seluruhnya oleh hinges sehingga potongan-potongan tanah akan bergerak seperti benda kaku sepanjang pisau bajak. Oleh karena sudut cekungan membesar, maka retakan di bawah hinges akan makin melebar. Biasanya retakan yang menghasilkan hinges terbentuk dari dasar irisan mengarah ke depan dan ke atas, dan potongan tanah akan terbentuk menurut pola ini.

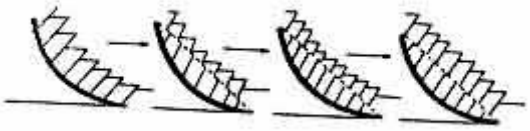
Irisan tipe III : Apabila proses intake menghasilkan suatu set potongan tanah yang bergerak paralel satu dengan lainnya, maka gerakan paralel ini akan dipertahankan seterusnya sepanjang pisau bajak dan akan tetap paralel meskipun terjadi perubahan pada cekungan permukaan alat. Bila gaya tarik menarik atau daya ikat antara potongan tanah lemah pada pisau yang memiliki cekungan, maka bagian dasar dari potongan ini akan meremah dan mengisi/ menempati cekungan pisau bajak. Selanjutnya permukaan pisau bajak akan berubah kira-kira menjadi sama dengan pisau datar tanpa cekungan, dan potongan tanah tidak lagi bergerak paralel satu dengan lainnya (Gambar 14).



Gambar 14. Retakan yang terbentuk karena tidak terjadi kontak antara permukaan pisau dan tanah



Gambar 15. Kelengketan tanah (sticking) pada permukaan



Gambar 16. Proses pengisian tanah pada cekungan pisau

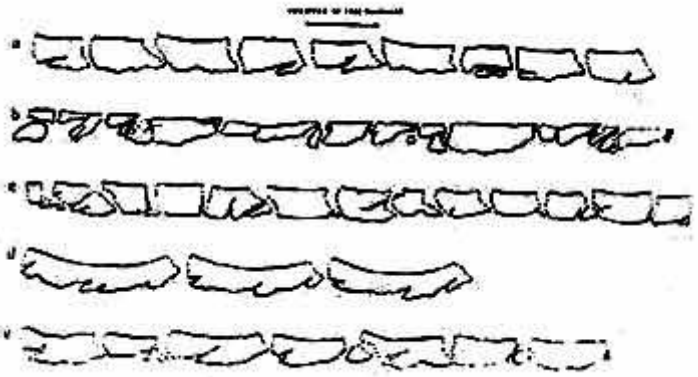
Pada bajak dengan sudut cekungan mengecil pada bagian tepi, proses main flow yang dialami untuk tipe irisan I, II dan III juga berlaku. Khusus untuk tipe irisan II berlaku :

- retakan di bawah hinges mengikuti gerakan irisan sepanjang bajak.
- jatuhnya potongan tanah jauh lebih sedikit.

Main flow pada bajak dengan sudut cekungan konstan mengalami proses seperti yang terjadi pada irisan tipe III. Meskipun sudut cekungan tidak konstan, gerakan relatif dari potongan tanah adalah tetap dengan mengikuti perubahan cekungan tanpa terjadi rotasi pada potongan-potongan tanah. Akan tetapi bila main flow menerima irisan tanah utuh atau irisan yang diikat oleh hinges, maka tipe proses yang terjadi tidak melibatkan deformasi bila irisan tanah mengikuti bentuk permukaan bajak.

Proses Output : Merupakan proses perubahan yana terjadi pada saat tanah meninggalkan bajak, Apabila tanah masih berbentuk irisan pada saat meninggalkan bajak maka tanah tersebut akan mengalami tegagan yang besar pada penampang ujung irisan. Pada kepanjangan tertentu irisan tanah tersebut akan pecah dan terputus. Bila keruntuhan permukaan telah selesai, maka terbentuk potongan-potongan tanah yang akhirnya jatuh bebas. Biasanya potongan tanah ini mempunyai bentuk dan dimensi yang berbeda dengan potongan tanah yang terbentuk pada proses intake dan main flow.

Lamanya pembentukan potongan-potongan tanah pada proses pemecahan sangat tergantung pada kekuatan tanah (*soil strength*) dan derajat peremahan (*weakening*) yang terjadi pada proses intake dan main flow. Gambar 17 memperlihatkan bentuk dan ukuran potongan-potongan tanah yang terbentuk pada saat tanah meninggalkan bajak. Pada Gambar terlihat retakan yang terbentuk selama proses intake dan main flow digambarkan dengan garis tebal, sedangkan retakan yang terjadi pada saat tanah meninggalkan bajak digambarkan dengan garis putus-putus. Notasi a, b, c, d dan e menunjukkan perbedaan dalam hal pembentukan retakan baik jumlah maupun jaraknya. Potongan tanah yang panjang pada Gambar d adalah merupakan output dari irisan tanah yang berkohesi tinggi.



Gambar 17. Bentuk dan ukuran potongan tanah pada proses output.

Modul bahan kuliah ini didiwnload dari :

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/index4april.html

III. ALAT PENGOLAH TANAH

Sebagaimana diuraikan di atas bahwa pengolahan tanah adalah suatu usaha untuk mempersiapkan lahan bagi pertumbuhan tanaman dengan cara menciptakan kondisi tanah yang siap tanam. Walaupun pengolahan tanah sudah dilakukan oleh manusia sejak dahulu kala dan sudah mengalami perkembangan yang demikian pesat baik dalam metode maupun peralatan yang digunakan, tetapi sampai saat ini pengolahan tanah masih belum dapat dikatakan sebagai ilmu yang pasti (eksakta) yang dapat dinyatakan secara kuantitatif. Belum ada metode yang memuaskan yang tersedia untuk menilai hasil olah yang dihasilkan oleh suatu alat pengolah tanah tertentu, serta belum dapat ditentukan suatu kebutuhan hasil olah yang khusus untuk berbagai tanaman untuk lahan kering (Bainer, et al, 1960).

Beberapa hasil penelitian menyimpulkan bahwa masalah pengolahan tanah merupakan masalah yang penting untuk mendapatkan produksi pertanian yang optimal. Kondisi tanah yang baik adalah salah satu faktor berhasilnya produksi tanaman, dan untuk mencapai kondisi tanah yang baik diperlukan alat-alat pertanian. Akhir-akhir ini masalah yang utama didalam pembukaan dan pengolahan tanah adalah bagaimana agar didapatkan efisiensi yang optimal. Hal ini dimaksudkan dari pengertian *minimal tillage* yaitu pengolahan yang seminimal mungkin, tetapi menghasilkan tanah yang baik dan pertumbuhan tanaman yang optimal dengan biaya yang rendah.

Pekerjaan pengolahan tanah dapat dibagi menjadi pengolahan tanah pertama dan pengolahan tanah kedua. Peralatan pengolahan tanah pertama disebut juga pembajakan.

Alat Pengolahan Tanah Pertama

Alat pengolahan tanah pertama adalah alat-alat yang pertama sekali digunakan yaitu

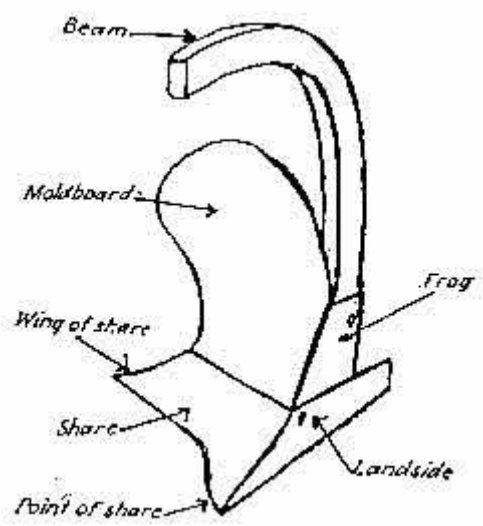
untuk memotong, memecah dan membalik tanah. Alat-alat tersebut dikenal ada beberapa macam, yaitu :

1. bajak singkal (*moldboard plow*)
2. bajak piring (d*isk plow*)
3. bajak pisau berputar (*rotary plow*)
4. bajak chisel (*chisel plow*)
5. bajak subsoil (*subsoil plow*)
6. bajak raksasa (*giant plow)*

1. Bajak Singkal

Bajak singkal ini dapat digunakan untuk bermacam-macam jenis tanah dan sangat baik untuk membalik tanah.

Bagian dari bajak singkal yang memotong dan membalik tanah disebut *bottom.* Suatu bajak dapat terdiri dari satu *bottom* atau lebih. *Bottom* ini dibangun dari bagian-bagian utama, yaitu : 1) singkal (*moldboard*), 2) pisau (*share*), dan 3) penahan samping (*landside*). Ketiga bagian utama tersebut diikat pada bagian yang disebut pernyatu *(frog).* Unit ini dihubungkan dengan rangka (*frame*) melalui batang penarik (*beam*). Bagian-bagian dari bajak singkal satu bottom secara terperinci dapat dilihat pada gambar 18.

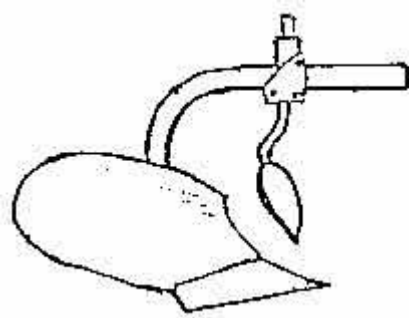


Gambar 18. Bagian Bajak Singkal Satu *Bottom*

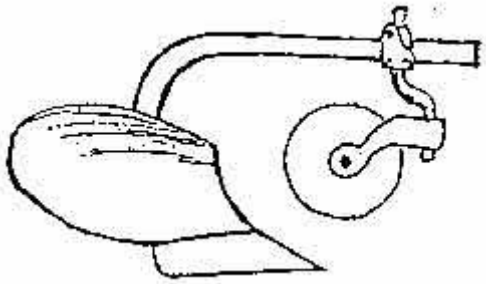
Pada saat bajak bergerak maju, maka pisau (*share*) memotong tanah dan. mengarahkan potongan/keratan tanah (*furrow slice*) tersebut ke bagian singkal. Singkal akan menerima potongan tanah, dan karena kelengkungannya maka potongan tanah akan dibalik dan pecah. Kelengkungan singkal ini berbeda untuk kondisi dan jenis tanah yang berbeda agar diperoleh pembalikan dan pemecahan tanah yang baik.

Penahan samping adalah bagian yang berfungsi untuk menahan tekanan samping dari keratan tanah pada singkal, disamping sekaligus menjaga kestabilan jalannya bajak sewaktu bekerja. Bagian yang paling banyak bersinggungan dengan tanah dari bagian ini adalah bagian belakang yang disebut tumit (*heel*). Untuk menjaga keausan karena gesekan dengan tanah, bagian tumit ini dalam pembuatannya diperkeras.
Selain dari bagian-bagian diatas, bajak singkal diperlengkapi dengan alat yang disebut pisau pemotong (*coulter*). Bagian ini berfungsi untuk membelah tanah atau tumbuhan atau sampah-sampah yang ada diatas tanah sebelum pisau bajak memotong tanah. Dengan demikian sisa-sisa tumbuhan diatas tanah dapat dibalik dengan baik dan memperingan pekerjaan pisau bajak. Ada dua bentuk pisau pemotong, yaitu pisau

pemotong stasioner (*stationary knife*) dan pisau pemotong berputar (*rolling coulter*) seperti terhhat pada Gambar 19.



Stationary knife



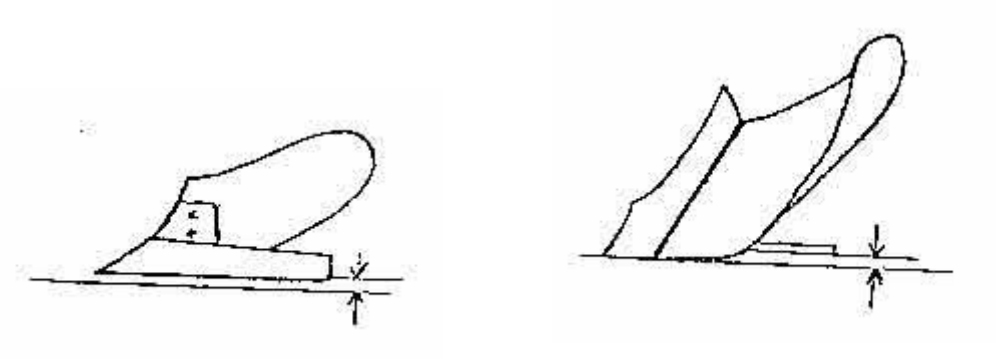
Rolling colter

Gambar 19. Beberapa Jenis dari Pisau Pemotong (Coulter)

Ukuran bajak adalah lebar bajak, dinyatakan dalam satuan panjang. Ukuran dari satu bajak adalah dengan mengukur jarak dari sayap *(wing)*sampai penahan samping. Secara teoritis ukuran ini dapat dianggap sebagai lebar pembajakan atau lebar pemotong tanah.

Bajak singkal apabila dilihat dari atas atau samping akan terlihat suatu rongga atau hisapan *(suction). Suction* ini perlu untuk mencapai kedalaman atau lebar potongan bajak. Besarnya *suction* ini beragam dari 1/8 sampai 3/16 inci. Ukuran ini disebut juga celah *(clearance).*Tempat dari *suction* ini berbeda untuk bajak yang mempunyai roda belakang (real furrow wheel) dan tanpa roda belakang (Gambar 20 dan 21). Disamping untuk pemotongan tanah, hisapan *(suction)* ini berperan juga dalam menstabilkan jalannya bajak.

Hisapan Kebawah *(Down suction)* atau celah vertikal *(vertical clearance)* beragam dari 1/8 sampai 3/16 inci pada bajak tanpa roda belakang tergantung dari jenis alat dan jenis tanah. Pada bajak dengan roda belakang, hisapan kebawah *(down suction)* sebesar 1/4 sampai 1/2 inci.



Down suction Side suction

Gambar 20. Hisapan (*Suction*) pada Bajak Singkal yang mempunyai Roda Belakang (Rear Furrow Wheel)

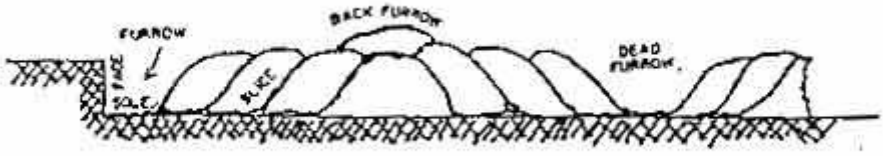
Down suction Side suction

Gambar 21. Hisapan *(Suction)* pada Bajak Singkal yang tidak Mempunyai Roda Belakang

Bila bajak singkal bekerja memotong dan membalik tanah maka akan terbentuk alur yang disebut *furrow*. Bagian tanah yang diangkat dan diletakkan kesamping, disebut keratan tanah (furrow slice). Bila pekerjaan dimulai dari tengah areal secara bolak-balik dan arah perputaran ke kanan, maka akan berbentuk alur balik *(Back furrow)* (Gambar 22). Bila pekerjaan bolak balik dimulai dari tengah dan arah perputaran ke kiri, maka akan terbentuk alur mati *(Dead furrow).* Pembalikan tanah umumnya kekanan.

Dalam operasional bajak dapat digolongkan atas bajak tarik (*trailing moldboard plow*) dan bajak yang dapat diangkat secara hidrolik (*mountedmoldboard plow*).

Dilihat dari hasil kerjanya dapat digolongkan atas bajak satu arah (*one way*) dan bajak dua arah (*two way*). Menggunakan bajak dua arah memberikan keuntungan dalam menghindari terbentuknya alur balik *(back furrow).*



Gambar 22. Hasil Pembajakan dengan Menggunakan Bajak Singkal

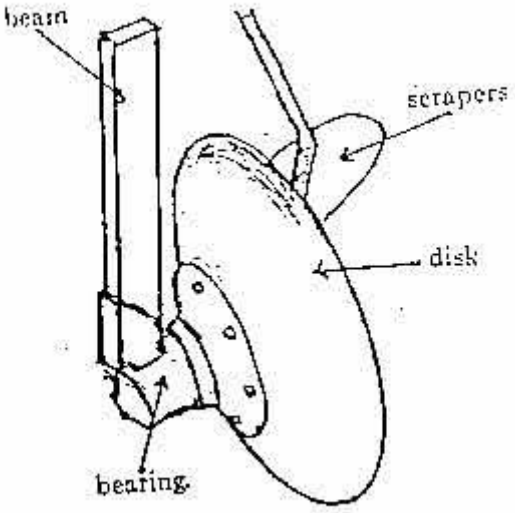
2. Bajak Piring

Piringan dari bajak ini diikat pada batang penarik melalui bantalan (*bearing*), sehingga pada saat beroperasi ditarik oleh traktor maka piringannya dapat berputar. Dengan berputaraya piringan, maka diharapkan dapat mengurangi gesekan dan tahanan tanah (*draft*) yang terjadi. Piringan bajak dapat berada disamping rangka atau berada di bawah rangka. Bagian-bagian dari bajak piring dapat dilihat pada Gambar 23, sedangkan hasil pembajakannya dapat dilihat pada Gambar 24.

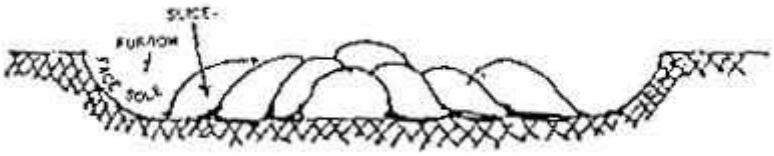
Setiap piringan dari bajak piringan biasanya dilengkapi dengan pengeruk (*scraper*) yang berguna selain untuk membersihkan tanah yang lengket pada piringan, juga membantu dalam pembalikan potongan tanah.
Untuk menahan tekanan samping yang terjadi saat bajak memotong tanah, bajak piring dilengkapi dengan roda alur belakang (*rear furrow wheel*).

Beberapa keuntungan menggunakan bajak ini adalah :

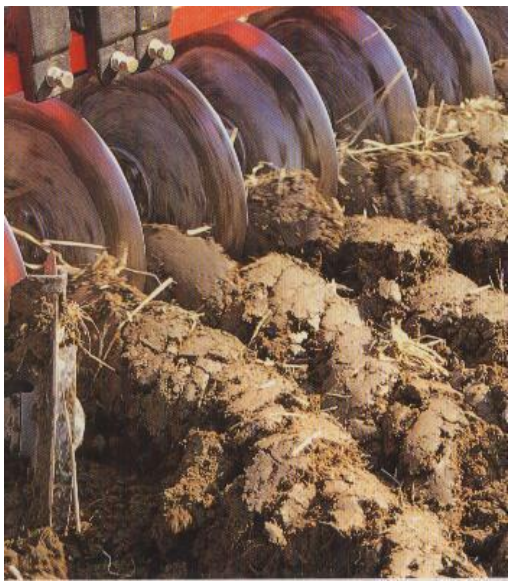
a. Dapat bekerja ditanah keras dan kering
b. Dapat untuk tanah-tanah yang lengket
c. Dapat untuk tanah-tanah yang berbatu
d. Dapat untuk tanah-tanah berakar
e. Dapat untuk tanah-tanah yang memerlukan pengerjaan yang dalam.



Gambar 23. Bagian-bagian Bajak Piring



Gambar 24. Hasil Pembajakan dengan Menggunakan Bajak Piring (*Disk Plow*)



Ada tiga jenis bajak piring yang ditarik dengan traktor, yaitu ; tipe tarik (*trailing*), tipe hubungan langsung (*direct-connected*), dan tipe diangkat sepenuhnya (*integral mounted*).

Tipe tarik dapat dibagi lagi atas biasa *(reguler)* dan satu arah (*oneway*). *Reguler trailing disk plow* ditarik di belakang traktor. Alat ini dilengkapi dengan roda yaitu 2 buah roda alur *(furrow wheel)* dan satu buah *roda lahan (land wheel).* Kedua roda alur *(furrow wheel),*berperan untuk menstabilkan jalannya bajak. Pada tanah-tanah berat digunakan *heavy way disk plow* untuk mendapatkan pengolahan yang dalam. *One way disk plow* adalah piring bajak yang di susun dalam satu gang melalui suatu poros. Jarak antara piringan adalah 8 sampai 10 inci. Jumlah piringan dapat beragam dari 2 sampai 35 buah dengan ukuran diameter piring dari 20 sampai 26 inci.

Tipe hubungan langsung atau disebut juga *semi mounted disk plow* di bagian depannya dapat diangkat menggunakan sistem hidrolik traktor sehingga memudahkan alat sewaktu berputar. Alat ini dapat berputar pada areal yang sempit dan juga dapat mundur.

Tipe diangkat sepenuhnya ditarik dibelakang traktor dipasang pada tiga titik gandeng dan keseluruhannya dapat diangkat menggunakan sistem hidrolik traktor, sehingga sangat mudah dalam transportasi. Tipe *one way disk plow* yang kecil dapat juga

termasuk *Integral mounted.,* bila dapat diangkat keseluruhannya dengan hidrolik traktor.

3. Bajak Rotari / Pisau Berputar

Bajak rotari adalah bajak yang terdiri dari pisau-pisau yang berputar. Berbeda dengan bajak piringan yang berputar karena ditarik traktor, maka bajak ini terdiri dari pisau-pisau yang dapat mencangkul yang dipasang pada suatu poros yang berputar karena digerakan oleh suatu motor. Bajak ini banyak ditemui pada pengolahan tanah sawah untuk pertanaman padi.

Ada tiga jenis bajak rotari yang biasa dipergunakam. Jenis pertama yang disebut dengan tipe tarik dengan mesin tambahan (*pull auxiliary rotaryengine*). Pada jenis ini terdapat motor khusus untuk menggerakkan bajak, sedangkan gerak majunya ditarik oleh traktor (Gambar 25).

Jenis kedua adalah tipe tarik dengan penggerak PTO (pull power take off driven rotary plow). Alat ini digandengkan dengan traktor melalui tiga titik gandeng (three point hitch). Untuk memutar bajak ini digunakan daya dari as PTO traktor (gambar 26).

Jenis ketiga adalah bajak rotari tipe kebun berpenggerak sendiri (self propelled garden type rotary plow). Alat ini terdapat pada traktor-traktor roda 2. Bajak rotari digerakkan oleh daya penggerak traktor melalui rantai atau sabuk. Dapat juga langsung dipasang pada as roda, sehingga disamping mengolah tanah bajak ini juga berfungsi sebagai penggerak (gambar 27).

Gambar 25. Bajak Rotari Tipe Vertikal

Gambar 26. Bajak Rotari Tipe Tarik Berpenggerak PTO

Gambar 27. Bajak Rotari Tipe Kebun Berpenggerak Sendiri

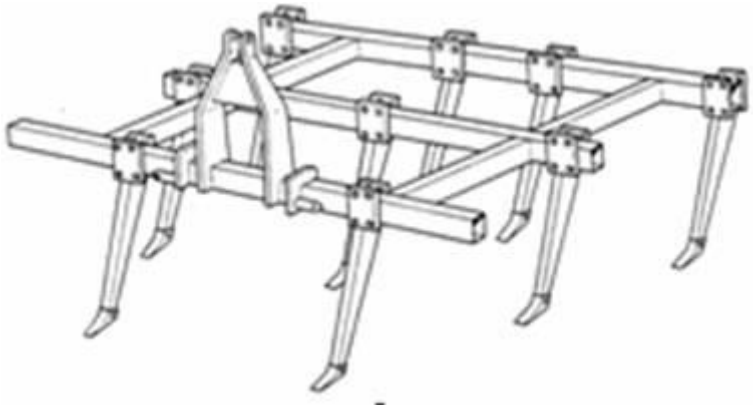
4. Bajak Chisel

Alat ini berbentuk tajak yang disusun pada suatu rangka. Digunakann untuk memecah tanah yang keras sampai kedalaman sekitar 18 inci. Diperlengkapi dengan 2 buah roda yang berguna untuk transportasi dan mengatur kedalaman pemecah tanah. Jarak antara tajak dapat beragam dari 1 sampai 2 inci. Alat ini, tidak membalik tanah seperti bajak yang lain, tapi hanya memecah tanah dan sering digunakan sebelum pembajakan tanah dimulai (Gambar 28).

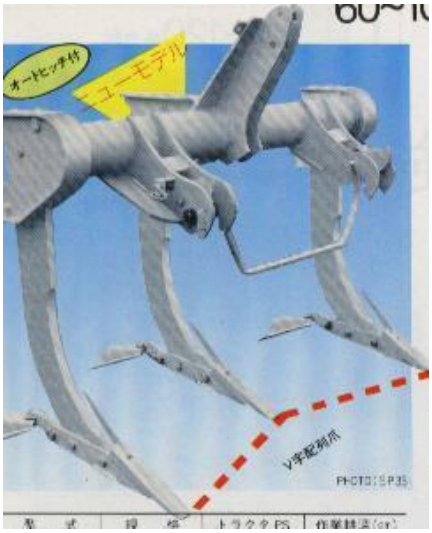
6. Bajak Subsoil

Alat ini hampir sama dengan bajak chisel hanya bentuknya lebih besar dan digunakan untuk pengolahan tanah yang lebih dalam. Menggunakan alat ini dapat memecahkan tanah pada kedalaman 20 sampai 36 inci.

Alat ini sering juga digunakan untuk memecahkan lapisan keras didalam tanah (*hardpan*), atau untuk memperbaiki drainase tanah (Gambar 29).



Gambar 28. Bajak Chisel



Gambar 29. Bajak Subsoil

7. Bajak Raksasa

Alat ini sesuai dengan namanya, berbentuk sangat besar dan digunakan untuk membalik tanah pada kedalaman 100 sampai 180 cm. Dengan menggunakan alat ini tanah subur yang ada di dalam tanah dap at diangkat keatas permukaan tanah. Dapat berbentuk bajak singkal atau bajak piringan.

Alat Pengolahan Tanah Kedua

Pengolahan tanah kedua dilakukan setelah pembajakan. Dengan pengolahan tanah kedua, tanah menjadi gembur dan rata, tata air diperbaiki, sisa-sisa tanaman dan tumbuhan pengganggu dihancurkan dan dicampur dengan lapisan tanah atas, kadang-kadang diberilcan kepadatan tertentu pada permukaan tanah, dan mungkin juga dibuat guludaa atau alur untuk pertanaman.

Alat pengolah tanah kedua yang menggunakau daya traktor antara lain: 1) garu (*harrow*), 2) perata dan penggembur (*land roller dan pulverizer*), dan 3) alat-alat lainnya.

1. Garu

Beberapa jenis garu yang dipakai pada pengolahan tanah kedua adalah : a) garu piring (*disk harrow*), b) garu palcu (*splice tooth harrow*), c) garu pegas (*spring tooth harrow*), d) garu rotari, dan e) garu khusus (*special harrow*).

a. Garu Piring.

Garu ini dapat digunakan sebelum pembajakan untuk memotong rumput-rumput pada permukaan tanah, untuk rnenghancurkan permukaan tanah sehingga keratan tanah (*furrow slice*) lebih berhubungan dengan tanah dasar. Juga dapat digunakan untuk penyiangan, atau untuk menutup biji-bijian yang ditanam secara sebar.

Secara umum garu piring dibagi atas : 1) garu piring tipe tarik (t*railing disk harrow*), dan 2) garu piring tipe angiat (*mounted disk harrow*).

Garu piring dapat mempunyai aksi tunggal (*single action*) apabila pada saat memotong tanah hanya melempar tanah ke satu arah saja. Juga dapat mempunyai aksi ganda (*double action*) apabila piringan yang di depan berlawanan arah dengan yang di belakang dalam melempar tanah. Gambar 30 menunjukkan garu piring aksi tunggal, sedangkan Gambar 31. memperlihatkan garu piring aksi ganda.

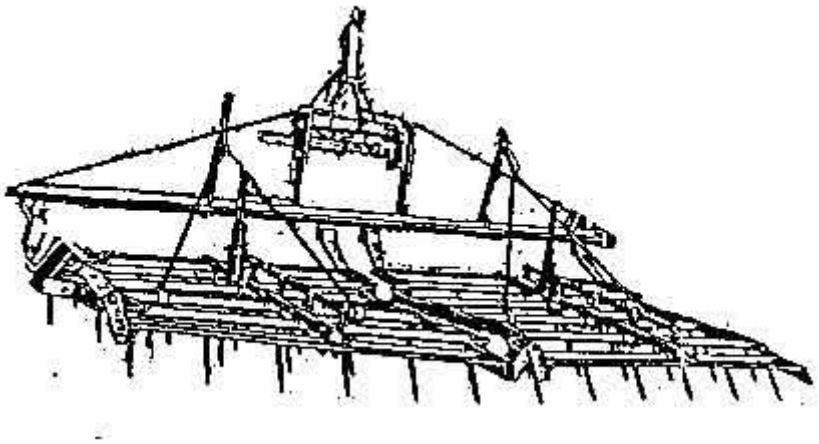
Gambar 30. Garu Piring Aksi Tunggal

Apabila posisi garu piring dalam penggandengannya dengan traktor menyamping, maka garu tersebut disebut garu *offset.*
Bagian-bagian dari garu piring adalah : piringan (*disk*), as (*gang/arbor bolt*), rangka (*frame*), bantalan (*bearing*), bumper, kotak pemberat, dan pembersih tanah (*scaper*).

Piringan dap at bersisi rata atau bergerigl Piringan yang bergerigi biasanya digunakan pada lahan yang mempunyai banyak sisa-sisa tanaman. Ukuran umum berkisar antara 45 sampai 60 cm, sedangkan untuk tugas berat (*heavy duty*) antara 65 sampai 70 cm. Piringan dipasang pada suatu as yang berbentuk persegi dengan jarak antara 15 sampai 22 cm, atau 25 sampai 30 untuk tugas berat dan masing-maing dipisahkan oleh gelondong (*spool*).

Masing-masing as (*gang*) diikat ke rangka melalui standar yang berdiri pada bantalan. Untuk garu yang ringan satu as mempunyai dua bantalan, sedangkan yang berat lebih dari dua bantalan.
Pada ujung as di bagian cembung piringan ditempatkan bumber berupa besi tuang yang eukup berat untuk menambah tekanan ke samp ing.
Apabila garu piring tidak cukup berat untuk memecah tanah, maka dapat ditambah beban yang ditempatkan pada kotak pemberat.
Untuk membersihkan tanah yang melekat pada piringan, biasanya setiap piringan dilengkapi dengan pengeruk tanah (*scraper)* yang diikat pada rangka.

Gambar 31. Garu Piring Aksi Ganda



Gambar 32. Salah Satu Bentuk dari Garu Paku

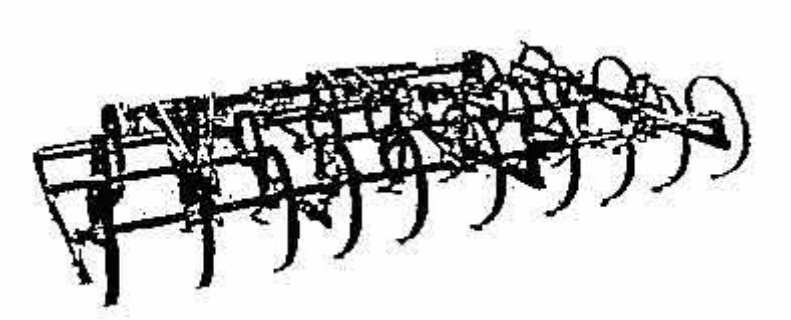
b. Garu paku

Garu ini mempunyai gigi yang bentuknya seperti paku terdiri dari beberapa baris gigi yang diikatkan pada rangka. Garu ini digunakan untuk menghaluskan dan meratakan tanah setelah pembajakan. Juga dapat digunakan untuk penyiangan pada tanainan yang baru tumbuh. Bentuk dari garu paku dapat dilihat pada Gambar 32.

c. Garu Pegas

Garu pegas sangat cocok untuk digunakan pada lahan yang mempunyai banyak batu atau akar-akar, karena gigi-giginya yang dapat indenting (memegas) apabila mengenai gangguan.

Kegunaan garu ini sama dengan garu paku, bahkan untuk penyiangan garu ini lebih baik, karena dapat masuk ke dalam tanah lebih dalam. Bentuk dari garu pegas dapat dilihat pada Gambar 33.

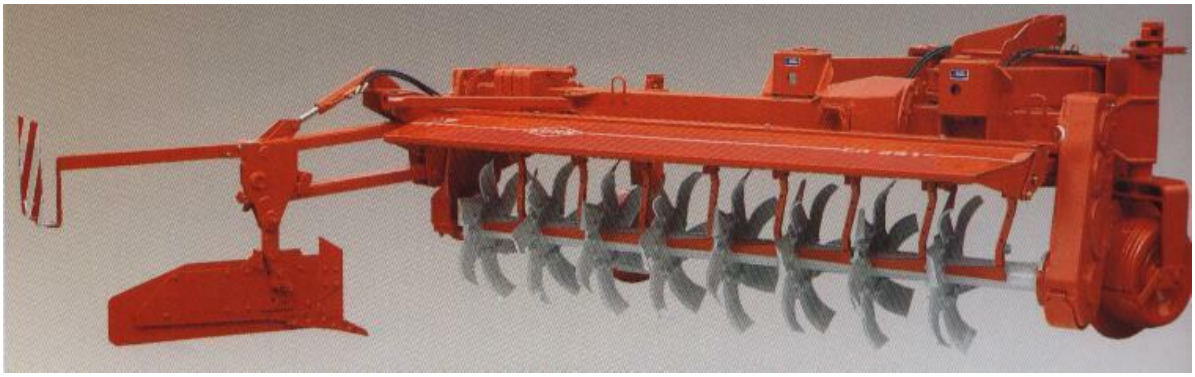


Gambar 33. Salah Satu Bentuk dari Garu Pegas

d. Garu Rotari

Garu rotari ada dua macam, yaitu : garu rotari cangkul (*rotary hoe harrow*) dan garu rotari silang (*rotary cross harrow*).

Garu rotari cangkul merupakan susunan roda yang dikelilingi oleh gigi-gigi berbentuk pisau yang dipasangkan pada as dengan jarak tertentu dan berputar vertikal. Putaran roda garu ini disebabkan oleh tarikan traktor. Bentuk dari garu ini dapat dilihat pada Gambar 34.



Gambar 34. Garu Rotari Cangkul (*Rotary Hoe Harrow*)

Gambar 35. Garu Rotari Silang (Rotary Cross Harrow)

Garu rotari silang terdiri dari gigi-gigi yang tegak lurus terhadap permukaan tanah dan dipasang pada rotor. Rotor diputar horisontal, yang gerakannya diambil dari putaran PTO. Dengan menggunakan garu ini, penghancuran tanah terjadi sangat intensif. Bentuk dari garu ini dapat dilihat pada Gambar 35.

e. Garu Khusus

Yang termasuk kedalam garu khusus adalah *weeder-mulche* dan *soil surgeon. Weeder-mulche* adalah alat yang digunakan untuk penyiangan, pembuatan mulsa dan pemecahan tanah di bagian permukaan. *soil surgeon* adalah alat yang merupakan susunan pisau berbentuk U dipasang pada suatu rangka dari pelat. Alat ini digunakan untuk memecah bongkah-bongkah tanah di permukaan dan untuk meratakan tanah.

2. *Land Rollers* dan *Pulverizers*

Alat ini menyerupai piring-piring atau roda-roda yang disusun rapat pada satu as.

Puingan piring dapat tajam atau bergerigi. Digunakan untuk penyelesaian dari proses pengolahan tanah untuk persemaian. Alat ini dapat digolongkan atas dua jenis yaitu ;

Gambar 36. Pulverizer

a. *Surface packer* terdiri dari macam-macam bentuk, antara lain :

1) *V Shaped roller pulverizers*,
2) kombinasi *T shaped* dan *Sprocket Wheel pulverizers*,
3) *Flexible sprocket wheelpulverizes.*

b. *Subsurface packer*, terdiri dari 2 macam, yaitu

1) *V Shaped packer* dan
2) *Crowfoot roller.*

Alat-alat Lainnya (*Sub Surface Tillage Tools and Field Cultivation*).

Alat ini digunakan untuk mengolah tanah tanpa merubah tanah dibagian permukaan dan juga sekaligus dapat untuk penyiangan. Keuntungan menggunakan alat ini adalah

1) Meningkatkan kemampuan tanah dalam hal menyerap air,
2) Mengurangi aliran permukaan (*run off*),
3) Mengurangi erosi air atau angin,
4) Mengurangi tingkat penguapan air dari permukaan tanah.

Alat ini ada 2 jenis, yaitu :

1) *Subsurface tillage sweeps,* yaitu alat yang menggunakan *sweep.*
2) *Subsurface tillage Rod Weeders.*

IV. PENUTUP

Latihan

1) Untuk memulai suatu operasi pengolahan tanah, faktor-faktor apa saja (baik dari lahan maupun alat) yang perlu diketahui dan menurut anda faktor apa yang paling dominan ? (Kunci : lihat materi kuliah)

2) Kegiatan pembukaan lahan dan pengolahan tanah akan dilakukan di suatu daerah dengan distribusi bulan basah pada bulan November sampai Februari. Pelaksana proyek pembukaan lahan mengharapkan pekerjaan dapat diselesaikan dalam waktu 3 bulan. Jelaskan dengan singkat tahapan kegiatan yang harus dilakukan oleh pelaksana proyek. ((Kunci : lihat materi kuliah)

3) Berikan suatu contoh perhitung kapasitas lapang efektif pembajakan tanah dengan bajak piring bila diketahui efisiensi 70 %. Data lain ditentukan sendiri (asumsi). (Kunci : KLE=0.7 KLT)

4) Pada suatu operasi pembajakan tanah diketahui kecepatan maju 6012 m/jam, lebar alat 26 cm. Luas lahan yang diolah 1897.4 m2 yang diselesaikan dalam waktu 1 jam. Berapa KLT, KLE dan efisiensi operasi alat tersebut. (Kunci : 1897,4; 1563,12; 82,38)

5) Sebuah traktor beroperasi dengan kecepatan 5 km/jam, melakukan kegiatan penggaruan dengan garu piring. Lebar teoritis alat adalah 120 cm. Bila efisiensi kerja sebesar 60 %, berapa Kapasitas Lapang Teoritis dan Kapasitas Lapang Efektif (Kunci : 0,6 Ha/jam ; 0.42 Ha/jam).

6) Suatu contoh tanah yang dikemas dalam ring 100 cc perlu diketahui kerapatan isi dan specific gravitynya. Berat basah contoh tanah 133 gr dan kadar air 59 %. Volume udara 10 cc. (Kunci : 0.836; 1.38)

7) Bila kadar air contoh tanah di atas 40 % berapa kerapatan isi dan volume padatannya (Kunci : 72)

8) Hitung porositas dari contoh tanah tersbut, dan apa pendapatan anda tentang contoh tanah tersbut (Kunci : P=48)

9) Pengamatan distribusi ukuran butiran tanah hasil penggaruan dengan garu piring pada kecepatan maju Low-1 dan Low-2 adalah sbb.

Fraksi (mm)	Persentase berat fraksi tiap kedalaman (%)							
	0-4 cm		4-8 cm		8-12 cm		12-16 cm	
	L1	L2	L1	L2	L1	L2	L1	L2
>40	8	4	4	2	2	0	0	0
20-40	13	13	12	12	10	10	10	10
10-20	17	15	16	14	14	13	10	14
5-10	17	20	18	21	20	22	24	21
2-5	20	22	21	23	23	24	23	25
< 2	25	26	29	28	31	30	33	30

Hitung Mean Weight Diameter (MWD, mm) untuk tiap kedalaman dan kecepatan maju.

10) Dari hasil pengamatan di atas,

a) Buat grafik hubungan antara kedalaman dan MWD masing-masing untuk kecepatan Low-1 dan Low-2 dalam grafik yang sama

b) Berikan pembahasan singkat mengenai hasil pengamatan tersebut.

Tes Formatif dan Kunci Jawaban

1. Berkut adalah data hasil pengamatan di lapang.

Contoh tanah	Original density (t/m3)	Final density (t/m3)	SF (%)
Top soil	1.37	0.97	
Wet sand	2.08	1.84	
Clay loam -1	0.95	0.84	
Clay loam -2	0.86	0.80	
Clay loam -1	0.80	0.56	

1) Hitung Swell factor (SF) yang menunjukkan kinerja pengolahan tanah. (Kunci : 42.7, 13.04, 10.09, 7.5, 42.85).

2) Jelaskan hasil yang diperoleh untuk masing-masing contoh tanah (Kunci : lihat materi kuliah)

2. Lengkapi tabel berikut dengan menghitung efisiensi energi pembajakan dengan kedalaman olah 17.1 cm

Lebar olah (cm)	Draft (N)	Specific draft (kPa)	Efficiency (%)
2.5	838	197.2	
5.1	968	111.6	
10.2	1302	75.1	
15.2	2109	81.6	
20.3	2912	84.4	

(Kunci : 79; 65; 33; 25; 14)

3. Sebuah traktor besar lengkap dengan peralatan bajak piring yang terdiri dari 3 piringan, mengolah tanah dengan kecepatan 6 km/jam. Total lebar olah adalah 150 cm. Hitung kapasitas lapang efektif (KLE) bila diperkirakan efisiensi lapang 75 % ? (Kunci : 0.675)

4. Dari hasil pengujian dengan direct shear diperoleh data tanah tempat dilakukan pengolahan tanah di Leuwikopo.

Gaya	Tahap Pengujian			
	1	2	3	4
Normal (kg/cm2)	0.5	1.0	2.0	3.0
Geser pada saat patah (kg/cm2)	0.55	0.68	1.02	1.35

Dari data tersebut, tentukan kohesi (c) dan besarnya sudut gesekan dalam tanah tersebut.

5. Data yang ditunjukkan pada tabel berikut adalah hasil dari suatu pengujian terhadap3 jenis tanah. Luas penampang sampel 10 cm2. Gambarkan hasil pengamatan ini dalam grafik dan hitung nilau kohesi dan sudut gesekan dalam dari setiap contoh tanah. Selanjutnya hari hubungan parameter yang diperoleh, tentukan kemungkinan jenis tanah ketiga sampel tersebut. (Kunci : cA=5, ΦA=15; cB=0, ΦB=30; cA=10, ΦC=1)

Test	Tanah A				Tanah B				Tanah C			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Horizontal Force (kg)	7.22	7.49	7.92	9.24	2.31	3.47	5.61	7.99	3.33	3.43	3.47	-
Vertical load (kg)	2.31	3.33	4.95	9.90	3.96	6.60	9.99	13.86	6.60	8.25	9.90	-

6. Pada suatu operasi pembajakan tanah diketahui kecepatan maju 5500 m/jam, lebar alat 40 cm. Luas lahan yang diolah 1600 m2 yang diselesaikan dalam waktu 1 jam. Berapa KLT, KLE dan efisiensi operasi alat tersebut. (Kunci : 0.22; 0.16; 0.73)

7. Apabila efisiensi pada soal diatas dinaikkan menjadi 77 %, maka tindakan apa yang harus dilakukan ? (Kunci : Lihat materi kuliah)

Umpan Balik/Tindak Lanjut

1. Apa yang dimaksud dengan : 1) soil wedge, 2) crescent soil, 3) furrow dalam proses pemotongan tanah oleh alat tine ?
2. Jelaskan maksud istilah berikut :
   a) Kedalaman kritis
   b) Swelling factor

c) Sinkage

d) Traffic sole

e) Hinges

3. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi derajat penghancuran tanah oleh rotary tiller?

4. Apa yang dimaksud dengan : a) land side, b) coulter, c) sudut piringan

5. Jelaskan dengan rumus :

a) Porositas

b) Dry bulk density

c) Void ratio

6. Jelaskan fungsi dari bagian alat bajak : a) share, b) moldboard, c) coulter, d) scraper, d) landside.

7. Apa yang anda ketahui tentang : a) sudut olah, b) sudut piringan, c) berapa kisaran dari sudut-sudut tersebut.

8. Jelaskan kelebihan dan kekurangan bajak singkal

9. Jelaskan kelebihan dan kekurangan bajak piring

10. Umumnya pisau rotary dikelompokan dalam 3 bentuk. Sebutkan.

11. Jelaskan maksud : a) Zero tillage, b) reduced tillage, c) conventional tillage, d) conservation tillage

12. Bentuk singkal yang menyerupai sirip digunakan khusus untuk kondisi tanah seperti apa. Jelaskan.

13. Dalam suatu operasi traktor untuk pekerjaan pengolahan tanah, terjadi suatu proses yang melibatkan soil-machine system yang menentukan baik kinerja traktor maupun mutu hasil pengolahan tanah. Jelaskan isitilah berikut yang merupakan bagian dari sistem tersebut: a) mechanical efficiency, b) thrust, c) drawbar pull, d) tractive power efficiency, e) draft, f) tahanan gesekan, g) ground pressure.

Pustaka

Koga, Y. 1988. Farm Machinery Vol. II. Tsukuba International Agricultural Training Centre. JICA.

Srivastava, A. K., C. E. Goering, R. P. Rohrbach. 1993. Enginering Principles of Agricultural Machines. ASAE Texbook Number 6, American Society of Agriculutural Engineers.

Setiawan, R. P. A. 2001. Research Report on Development of Variable Rate Granular Applicator for Paddy Field. Laboratory of Agricultural Machinery, Kyoto University.

Warji , 2014, Mekanisasi Pertanian (Diktat Kuliah). Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Modul bahan kuliah ini didiwnload dari :

http://web.ipb.ac.id/~tepfteta/elearning/media/Teknik%20Mesin%20Budidaya%20Pertanian/Alat%20Pengolahan%20tanah/index4april.html

Seri : Mekanisasi Pertanian
ABE616217/ABE616335

MODUL KULIAH

ALAT DAN MESIN PENGOLAHAN TANAH

Oleh :

Iskandar Zulkarnain (NIP : 196109041986031003)

Ridwan (NIP : 196511141995031001)

JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG

2017

HALAMAN PENGESAHAN MODUL

Judul Modul Kuliah : ALAT DAN MESIN PENGOLAHAN TANAH

Mata Kuliah : Mekanisasi Pertanian (ABE616217/ABE616335)

Penulis (1)

a. Nama Lengkap : Ir. Iskandar Zulkarnain, M.Si.
b. NIDN : 0004096101
c. Jabatan Fungsional : Lektor
d. Program Studi : Teknik Pertanian
e. Nomor HP : 08127218846
f. Alamat surel (e-mail) : zul2007@gmail.com

Penulis (2)

a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Ridwan, M.S.
b. NIP : 196511141995031001
c. Jabatan Fungsional : Lektor
d. Program Studi : Teknik Pertanian
e. Nomor HP : 0812 1951 2214
f. Alamat surel (e-mail) : zahab.ridwan@yahoo.com

Bandar Lampung, 3 November 2017
Mengetahui,

Wakil Dekan Bidang Akademik
Dan Kerjasama FP Unila,

Prof. Dr. Ir. Dermiyati, M.Agr.Sc.
NIP 196308041987032002

Penulis,

Ir. Iskandar Zulkarnain, M.Si.
NIP. 196104091986031003

Menyetujui,
Ketua LP3M Universitas Lampung,

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.S,
NIP 196403261989021001

PENGANTAR

Modul Kuliah Alat dan Mesin Pengolahan Tanah (seri Mekanisasi Pertanian) ini disusun untuk memenuhi kebutuhan bahan kuliah di Jurusan Teknik Pertanian Universitas Lampung serta Jurusan lain yang mengambil mata kuliah Mekanisasi Pertanian sebagai mata kuliah pilihan.

Seri Mekanisasi Pertanian disusun dalam beberapa modul, disesuaikan dengan kebutuhan masing masing jurusan, yang masing masing modul merupakan bagian yang tak terpisahkan dan saling berkaitan.

Ke depan, dari modul modul ini dapat disusun suatu buku ajar “Mekanisasi Pertanian”, bahkan akan menjadi sebuah Buku Referensi.

Bahan penulisan modul ini diambail dari berbagai sumber, buku referensi, hand out kuliah serta tulisan yang berkaitan dengan Alat dan Mesin Pengolahan Tanah.

Diharapkan, mahasiswa memiliki modul yang dapat dipergunakan untuk memperkaya pengetahuannya dibidang Alat dan Mesin Pengolahan Tanah.

Penulis membuka diri untuk menerima masukan yang bersifat konstruktif, sehingga Modul ini akan menjadi lebih sempurna di kemudian hari.

Gedungmeneng, November 2017

Penulis