F/TEP
1994
0078

ANALISIS BENTUK BAJAK SINGKAL DENGAN PROGRAM KOMPUTER (STUDI KASUS DI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH)

Oleh

S A R L A N

F 22. 0812

1 9 9 4

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

B O G O R

IPB University

Sarlan. **F 22.0812**. Analisis Bentuk Bajak Singkal dengan Program Komputer (Studi Kasus di Kabupaten Lampung Tengah). Dibawah bimbingan **Dr.Ir. Frans Jusuf Daywin, MSc.**

RINGKASAN

Pengolahan tanah adalah penyiapan tanah untuk penanaman dan proses untuk mempertahankannya dalam keadaan remah dan bebas dari gulma selama pertumbuhan tanaman.

Bajak singkal yang ditarik hewan adalah salah satu alat pengolahan tanah yang populer bagi petani di Indonesia. Bentuk dan ukurannya beragam dari satu tempat dengan tempat lainnya, yang diduga karena adanya perbedaan jenis dan tipe tanah ataupun karena perbedaan kebiasaan petani setempat.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisa bentuk dan ukuran bajak singkal yang dipakai pada pengolahan tanah di Kabupaten Lampung Tengah, dengan bantuan program komputer yang dibuat dalam bahasa Turbo Basic dan menerapkan program paket penggambaran AutoCad.

Relief Meter dipakai untuk mengukur titik-titik koordinat permukaan setiap bajak singkal yang selanjutnya dipakai sebagai acuan untuk menentukan nilai dari parameter-parameter bajak singkal tersebut. Parameter-parameter yang dibandingkan adalah panjang dan lebar singkal, lebar potong bajak singkal, tinggi singkal dan sudut-sudut pada mata pisau bajak singkal.

Bentuk pisau dari bajak-bajak yang diukur menyerupai trapesium dengan sudut pembalikkan α terkecil adalah 19.8° pada mata pisau bajak no.9 hingga sudut terbesar 40.5° pada bajak no.18. Sudut pengangkatan ß terkecil adalah 15.8° pada bajak no.12 dan terbesar 38.9° pada bajak no.17. Hasil pengukuran sudut penggemburan Γ terkecil adalah 33.5° (bajak no.16) dan sudut terbesar 58.0° (bajak no.7). Lebar potong bajak singkal terkecil adalah 13.4 cm (bajak no.17) dan terbesar 19.2 cm pada bajak no.12.

Dari 20 buah data bajak singkal yang diukur didapatkan bentuk dan ukuran yang beragam. Keragaman dan perbedaan ukuran ini menurut petani pemakai dikarenakan dalam pembuatan bajak singkal dilakukan berdasarkan kebiasaan ukuran yang dipakai secara turun temurun dan disesuaikan dengan perkiraan petani terhadap struktur tanah yang akan digarap/dibajak.

Penggambaran bajak singkal yang diukur dengan relief meter menggunakan program komputer dalam bahasa Turbo Basic yang digabung dengan program paket penggambaran 3-dimensi yaitu Auto Cad dengan memasukkan data koordinat sumbu x, y dan z untuk tiap-tiap garis kontur/kelengkungan.

Kelengkungan bajak singkal yang diukur mengikuti persamaan:

$$Z = a + bX + cX^2 + dX^3 + eX^4 + fX^5 + gX^6$$

Seperti contoh pada bajak singkal no.1 pada jarak Y1=0 cm atau pada tepi singkal, persamaan kelengkungannya adalah:

$$Z = 0.1234 + 1.00098X - 0.1587X^2 + 0.0092X^3 + 0.00098X^4 - 0.00011X^5 + 0.0000031X^6$$

dan pada jarak Y3=3 cm dari tepi singkal persamaan kelengkungannya adalah:

$$Z = 2.7109 - 3.9376X + 1.9152X^2 - 0.3667X^3 + 0.0388X^4 - 0.0015X^5 + 0.000024X^6.$$

ANALISIS BENTUK BAJAK SINGKAL DENGAN PROGRAM KOMPUTER (STUDI KASUS DI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH)

Oleh

S A R L A N

F 22.0812

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan MEKANISASI PERTANIAN,

Fakultas Teknologi Pertanian

Institut Pertanian Bogor

1994

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR

IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

ANALISIS BENTUK BAJAK SINGKAL DENGAN PROGRAM KOMPUTER (STUDI KASUS DI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH)

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan **MEKANISASI PERTANIAN**,

Fakultas Teknologi Pertanian,

Institut Pertanian Bogor

Oleh

S A R L A N

F 22.0812

Dilahirkan pada tanggal 16 Desember 1966

di Surabaya

Tanggal lulus: 8 Juli 1994

Disetujui,

Bogor, 27 Juli 1994

Dr.Ir. Frans Jusuf Daywin, MSc.
Dosen Pembimbing

Hak cipta milik IPB University
IPB University

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kehadapan Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya dengan berkat dan rahmat-Nya skripsi ini dapat diselesaikan penyusunannya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Frans Jusuf Daywin, MSc. sebagai dosen pembimbing, Ir. E. Namaken Sembiring, MS. dan Ir. Wawan Hermawan, MS. sebagai dosen pembimbing sebelumnya atas segala bantuan dan bimbingannya demi terselesaikannya skripsi ini.
2. Ir. Trisnanto Edi Wibowo, M. Ahyan serta rekan-rekan penulis yang telah banyak memberikan bantuan pemikiran maupun fisik.
3. Para petani di Sidomulyo, Sidoluhur, Poncowarno dan Sinarsari, Lampung serta semua pihak atas bantuan dan informasinya selama penelitian.
4. Bapak (Alm), Mamak dan saudara-saudaraku yang tercinta atas bantuan moral maupun material selama ini.

Menyadari keterbatasan penulis dalam melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini, maka diharapkan dilakukannya penelitian kembali yang berkaitan guna perbaikan penulisan selanjutnya.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat.

Bogor, Juni 1994

Penulis

DAFTAR ISI

		Halaman
	KATA PENGANTAR	iii
	DAFTAR TABEL	vi
	DAFTAR GAMBAR	vii
	DAFTAR LAMPIRAN	ix
I.	PENDAHULUAN	1
II.	TINJAUAN PUSTAKA	4
	A. BAJAK SINGKAL	4
	1. Perkembangan Bajak Singkal	4
	2. Tipe-tipe Bajak Singkal	6
	3. Proses Penghancuran Tanah oleh Bajak Singkal	12
	B. KONSTRUKSI BAJAK SINGKAL	14
	1. Bagian-bagian Bajak Singkal	14
	2. Parameter-parameter Penting Bajak Singkal	17
	3. Deskripsi Bentuk Bajak Singkal	24
III.	METODA PENELITIAN	31
	A. TEMPAT DAN WAKTU	31
	B. ALAT DAN BAHAN	31
	C. METODA PENGAMBILAN DATA	32
	1. Panjang Bajak Singkal	33
	2. Lebar Bajak Singkal	33
	3. Sudut-sudut Bajak Singkal	33
	4. Tinggi Bajak Singkal	34
	D. PEMBUATAN PROGRAM KOMPUTER	34

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 36

A. ALAT RELIEF METER HASIL RANCANGAN 36

1. Kerangka 37

2. Batang Berskala 37

3. Pin Berskala 38

B. HASIL PENGUKURAN BAJAK SINGKAL DENGAN RELIEF METER 38

C. TIPE BAJAK SINGKAL HASIL PENGUKURAN 42

D. PENGGAMBARAN BAJAK SINGKAL HASIL PENGUKURAN 52

E. PERSAMAAN LENGKUNG PERMUKAAN BAJAK SINGKAL 53

V. KESIMPULAN DAN SARAN 57

A. KESIMPULAN 57

B. SARAN 58

DAFTAR PUSTAKA 59

LAMPIRAN 61

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Pengaruh lebar potong bajak pada kedalaman tetap terhadap draft spesifik pada tanah berpasir 24

Tabel 2. Data pengukuran koordinat 3-dimensi permukaan bajak singkal no. 7 40

Tabel 3. Data teknis bajak singkal 42

Tabel 4. Data bajak singkal 43

Tabel 5. Pengelompokkan data bajak singkal 45

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1.	Bajak pertama yang terbuat dari kayu	5
Gambar 2.	Bajak Cina yang ditarik oleh seekor kuda	6
Gambar 3.	Tahapan perkembangan bajak singkal ...	7
Gambar 4.	Tipe-tipe bajak singkal	9
Gambar 5.	Jenis-jenis bajak kayu di Indonesia ..	10
Gambar 6.	Jenis-jenis bajak besi di Indonesia ..	11
Gambar 7.	Proses penghancuran tanah oleh bajak singkal	13
Gambar 8.	Bagian-bagian bajak singkal terpasang dan terurai	15
Gambar 9.	Bagian-bagian utama bajak singkal yang ditarik oleh hewan	16
Gambar 10.	Sudut penting pada mata bajak	18
Gambar 11.	Parameter bentuk bajak singkal menurut Soehne	20
Gambar 12.	Pengaruh kedalaman potong (d) dan sudut angkat (δ) terhadap draft alat miring	21
Gambar 13.	Pengaruh kedalaman olah bajak singkal terhadap draft spesifik pada beberapa jenis tanah	23
Gambar 14.	Batang kerja kaku buatan Thomas Jefferson	25
Gambar 15.	Salah satu alat yang dipakai untuk menerangkan bentuk bajak singkal	26
Gambar 16.	Deskripsi kontur dari dua buah bajak singkal	27
Gambar 17.	Alat optik pada metoda Soehne	28
Gambar 18.	Deskripsi secara grafik permukaan bajak singkal dengan metoda Soehne	29

Gambar 19. Alat ukur buatan Nichols dan Kummer .. 30

Gambar 20. Alat ukur relief meter 32

Gambar 21. Rangkaian kerja proses pembuatan gambar tiga dimensi permukaan bajak singkal 35

Gambar 22. Alat ukur relief meter hasil rancangan 36

Gambar 23. Sudut pandang dan sumbu kurva pengukuran bajak singkal 39

Gambar 24. Gambar tiga dimensi permukaan Bajak singkal no. 7 54

Gambar 25. Grafik persamaan kelengkungan permukaan Bajak singkal no. 7 56

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1.	Peta daerah penelitian	62
Lampiran 2.	Data pengukuran koordinat 3-dimensi bentuk permukaan bajak singkal	63
Lampiran 3.	Diagram alir program komputer Turbo Basic	83
Lampiran 4.	Program Turbo Basic penggambaran 3-dimensi bentuk permukaan bajak singkal	84
Lampiran 5.	Gambar tiga dimensi permukaan Bajak singkal	92
Lampiran 6.	Persamaan kelengkungan permukaan bajak singkal	101

I. PENDAHULUAN

Pengolahan tanah dalam usaha penanaman bertujuan untuk menciptakan keadaan tanah yang siap tanam. Pengolahan tanah adalah penyiapan tanah untuk penanaman dan proses untuk mempertahankannya dalam keadaan remah dan bebas dari gulma selama pertumbuhan budidaya (Smith dan Wilkes, 1977). Selanjutnya Smith dan Wilkes membagi tujuan utama dan maksud dasar pengolahan tanah kedalam tiga fase, yaitu : (1) mempersiapkan bedengan benih yang sesuai, (2) memberantas gulma pesaing dan (3) meningkatkan kondisi fisik tanah.

Peralatan yang digunakan oleh petani untuk memecahkan dan meremahkan tanah sampai suatu kedalaman dari 6 sampai 36 inchi (15.2 sampai 91.4 cm) dikenal dengan alat pengolahan tanah primer, yang mencakup bajak singkal, bajak piringan putar, pahat dan bajak bawah tanah.

Di Indonesia, alat pengolah tanah yang populer dipakai oleh petani antara lain cangkul, garpu, bajak singkal, bajak piringan, dan garu sisir. Sumber tenaganya adalah manusia atau hewan, sedangkan penggunaan traktor sebagai sumber tenaga masih sedikit. Hal tersebut erat kaitannya dengan pemilikan tanah yang sempit, tingkat ekonomi yang rendah, serta tingkat pendidikan dan keterampilan yang rendah pula.

Bajak singkal yang ditarik oleh hewan sebagai alat pengolah tanah sudah lama dikenal oleh petani Indonesia. Berdasarkan penggunaannya di lahan, maka bajak singkal dibagi menjadi dua jenis, yaitu bajak singkal untuk lahan sawah (keadaan tanah basah) dan bajak singkal untuk lahan tegalan (keadaan tanah kering) (Tranggono dan Suwarno, 1989).

Menurut Tohir (1959), bajak singkal yang lumrah digunakan oleh petani di Indonesia adalah Bajak Muara, Bajak Banten, Bajak Mergel, Bajak Kertorejo, Bajak Jawa dan lain sebagainya.

Walaupun demikian sampai sekarang belum ada suatu batasan atau kriteria yang jelas untuk menetapkan sebuah bajak singkal kedalam salah satu jenis tertentu.

Kesulitan lain yang dihadapi oleh para teknisi adalah dalam pembuatan bajak singkal. Sampai saat ini bentuk bajak singkal dibuat berdasarkan pengalaman dan coba-coba ataupun dengan jalan memodifikasi bentuk bajak singkal yang sudah ada dengan pertimbangan untuk memperoleh bajak singkal yang lebih baik unjuk kerjanya. Kesulitan tersebut terutama untuk dapat menggambarkan berbagai bentuk bajak singkal dengan jelas, agar para teknisi atau bengkel dapat membuat bajak singkal hanya dengan jalan melihat diskripsi atau gambar teknisnya.

Bertitik tolak dari permasalahan tersebut maka penulis melakukan penelitian dengan mengadakan identifikasi

bentuk-bentuk bajak singkal untuk pengolahan tanah di Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menggambarkan bentuk-bentuk bajak singkal untuk pengolahan tanah di Kabupaten Lampung Tengah dengan menggunakan program komputer yang dibuat dalam bahasa Turbo Basic dan menerapkan program paket AutoCad dalam menggambarkan permukaan bajak singkal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai data pendukung untuk penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan pengujian unjuk kerja bajak singkal yang sudah dimiliki oleh petani maupun bajak singkal hasil modifikasi atau hasil rancang bangun yang baru.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. BAJAK SINGKAL

Bajak singkal adalah salah satu alat pengolahan tanah yang paling tua dan secara umum dianggap paling penting. Hal ini disebabkan bajak singkal sesuai untuk pengolahan berbagai jenis tanah dan cocok sekali untuk pembalikan tanah serta penutupan sisa-sisa tanaman (Smith dan Wilkes, 1977).

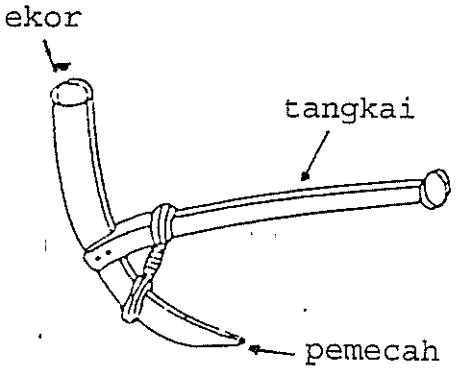
Bates (1963) menyebutkan bahwa bajak singkal secara bertahap menjadi populer di daerah tropis, karena selain lahan sering dibersihkan dari semak belukar juga diolah secara teratur, sehingga kemungkinan kerusakan alat akibat tunggul-tunggul akar tanaman relatif kecil. Di samping itu penggunaan bajak singkal dalam penyiapan tempat pertumbuhan tanaman dapat mengurangi kompetisi rumput dan gulma terhadap tanaman, dibandingkan dengan alat lain khususnya bajak rotary, bajak piring atau alat lainnya yang memutar dan mencampur tanah dengan sisa tanaman (McColly dan Martin, 1955).

1. Perkembangan Bajak Singkal.

Menurut Encyclopedia Britanica (1979), *di dalam* McKyes (1985), disebutkan bahwa bajak singkal pertama sudah digunakan secara luas di lembah sungai Nil dan Euphrates sekitar tahun 3000 Sebelum Masehi. Bajak ini merupakan bajak sederhana terbuat dari

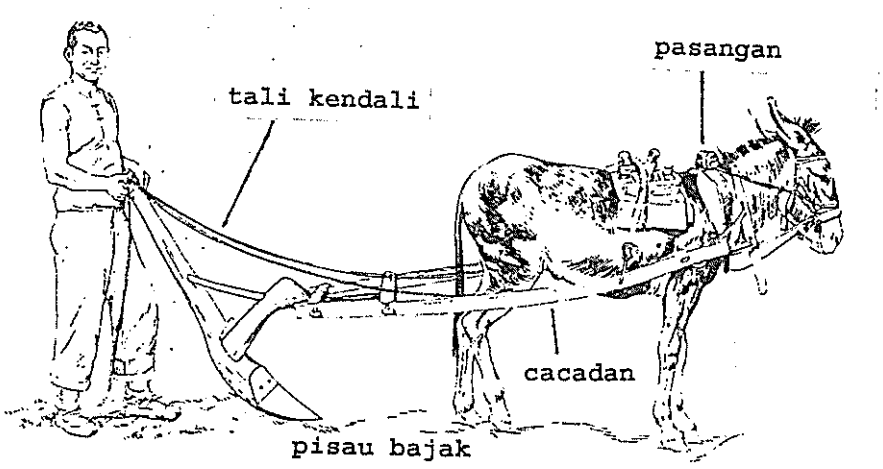
kayu ringan, seperti terlihat pada Gambar 1. Karena bajak tersebut tidak mempunyai singkal, maka fungsinya hanya dapat memecahkan tanah tanpa adanya pembalikan tanah.

Selanjutnya McKyes (1985), menyebutkan bahwa lebih dari 2000 tahun lalu bajak dari besi pertama kali dibuat di Honan Utara, Cina. Bajak tersebut mempunyai bagian besi datar berbentuk V yang ditempelkan pada pisau kayunya, dan pada awalnya ditarik oleh manusia namun sejak abad pertama ditarik oleh kerbau.



Gambar 1. Bajak pertama yang terbuat dari kayu (Mc Kyes, 1985).

Menurut Hopfen (1969), bajak Cina berasal dari Mesopotamia melalui Turkestan. Ciri khasnya adalah adanya tambahan plat besi di belakang pisau untuk melindungi kayu, dimana plat besi inilah yang nantinya berkembang menjadi singkal. Bajak Cina yang ditarik oleh seekor hewan ditunjukkan pada Gambar 2.

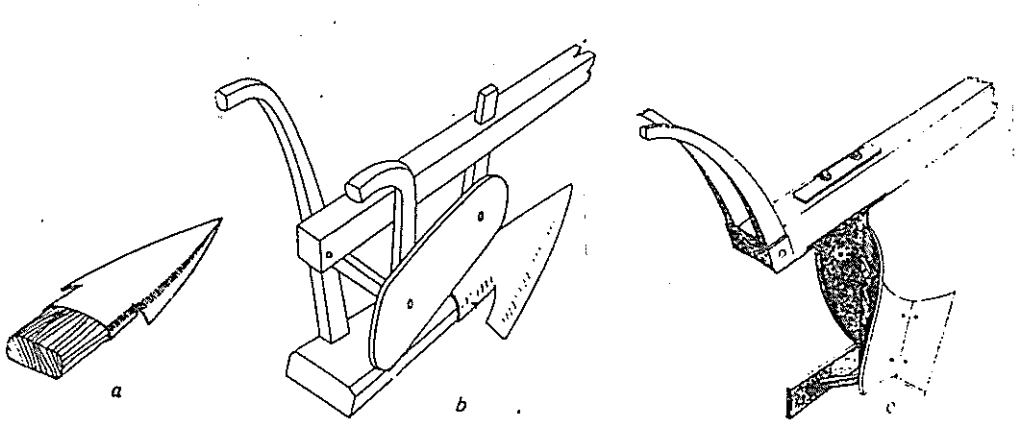


Gambar 2. Bajak Cina yang ditarik oleh seekor kuda (Hopfen, 1969).

Perkembangan bajak dimulai dari tajak sampai singkal, yaitu mulai dari tajak dengan mata besi, bajak dari tajak dengan papan datar dan terakhir bajak dengan singkal melengkung diperlihatkan pada Gambar 3.

2. Tipe-tipe Bajak Singkal

Bentuk-bentuk bajak singkal sudah banyak dikembangkan sesuai dengan kondisi pembajakan yang sangat bervariasi. Tanah yang berbeda memerlukan bentuk singkal yang berbeda pula untuk menghasilkan tingkat penghancuran yang dikehendaki. Beberapa bajak singkal terdiri dari bagian-bagian silindrik, beberapa mengarah bentuk spiral atau helical dan yang lainnya merupakan modifikasi dari bentuk-bentuk tersebut (Bainer et al., 1960).



a. tajak mata besi b. tajak mata besi dengan papan datar c. bajak dengan singkal lengkung

Gambar 3. Tahapan perkembangan bajak singkal (Hopfen, 1969).

Hunt (1977), membagi bajak singkal menurut fungsinya menjadi beberapa tipe, yaitu *Stubble Bottom*, *General Purpose Bottom*, *Blackland Bottom*, *Prairie Breaker Bottom* dan *Slat Moldboard Bottom* (Gambar 4).

Stubble Bottom adalah tipe bajak untuk lahan bertunggul jerami yang mempunyai singkal yang relatif pendek dan datar yang melengkung tajam di dekat puncaknya, sehingga mengakibatkan tingkat penghancuran yang lebih besar dibadingkan dengan yang lainnya. Bajak ini cocok untuk dipakai pada tanah berpasir dan tanah ringan dengan tujuan untuk mengangkat lempengan tanah saat didorong oleh tanah di bagian depannya, dan mencegah lempeng tanah ambruk (McColly dan Martin, 1955).

General Purpose atau singkal serba guna merupakan kombinasi tipe-tipe untuk lahan berumput dan sisa-sisa tunggul jerami (*stubble*), sehingga cocok untuk selang kondisi tanah yang besar serta dapat digunakan dengan mudah pada tanah berumput dan banyak jeraminya.

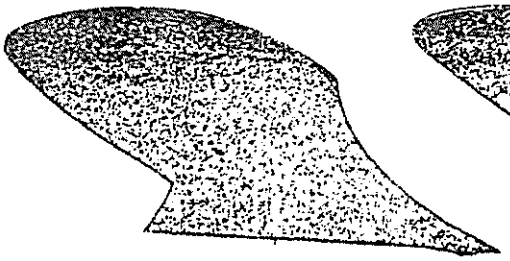
Blackland Bottom (singkal tanah hitam) adalah bajak yang singkalnya relatif kecil dan bentuknya ditujukan untuk mempermudah pembersihan tanah dengan sendirinya dari bajak (*scouring*) pada kondisi tanah yang berat.

Prairie Breaker (telapak bajak pemecah) adalah singkal yang dirancang untuk bekerja dilahan berumput dan dilahan yang dibiarkan tidak ditanami untuk beberapa tahun lamanya.

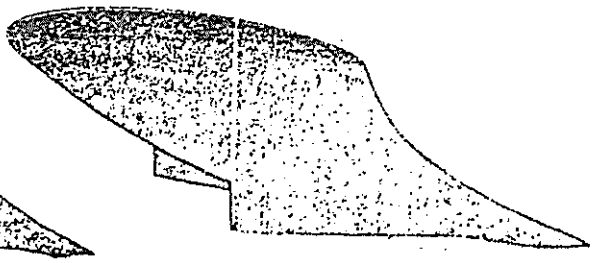
Slat Moldboard Bottom (singkal berusuk) mempunyai bagian singkal yang bercelah yang seringkali digunakan di tempat yang tanahnya sangat lengket dan tidak mau lepas dari singkal, seperti misalnya pada tanah liat yang diolah dalam kondisi yang sangat basah.

Menurut Tohir (1959) jenis-jenis bajak singkal kayu yang sering digunakan di Indonesia adalah Bajak Jawa, Bajak Madura, Bajak Kerawang dan Bajak Minangkabau (Gambar 5). Sedangkan bajak dari besi yang ada antara lain Bajak Muara, Bajak Kartorejo

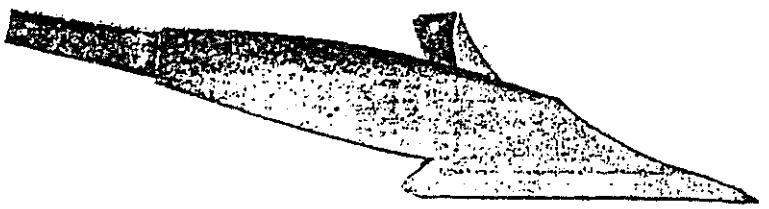
dan Bajak Mergel, seperti tampak pada Gambar 6. Pemberian nama dari bajak-bajak tersebut didasarkan pada lokasi pemakaiannya yang umum.



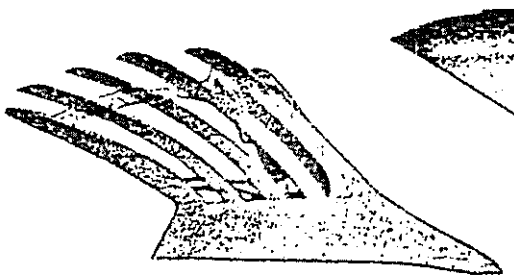
singkal lahan bertunggul jerami



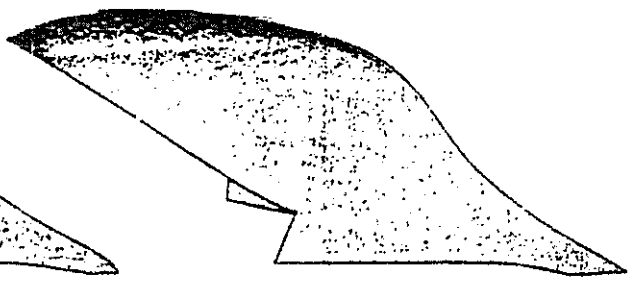
singkal serbaguna



singkal pemecah



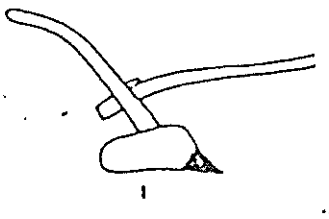
singkal berusuk



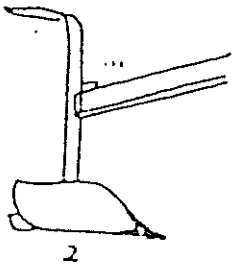
singkal tanah hitam

Gambar 4. Tipe-tipe bajak singkal logam menurut Hunt (1977)

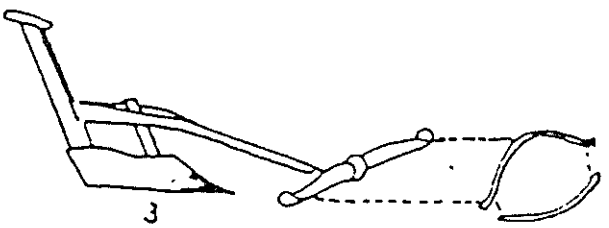
IPB University
@Hak cipta milik IPB University



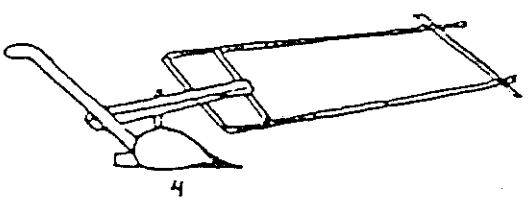
Bajak Jawa



Bajak Madura



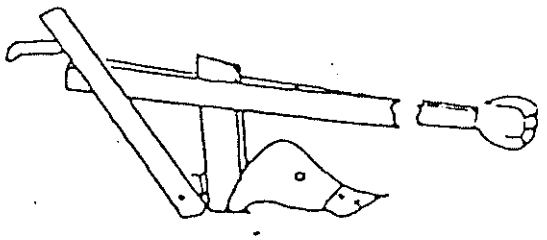
Bajak Kerawang



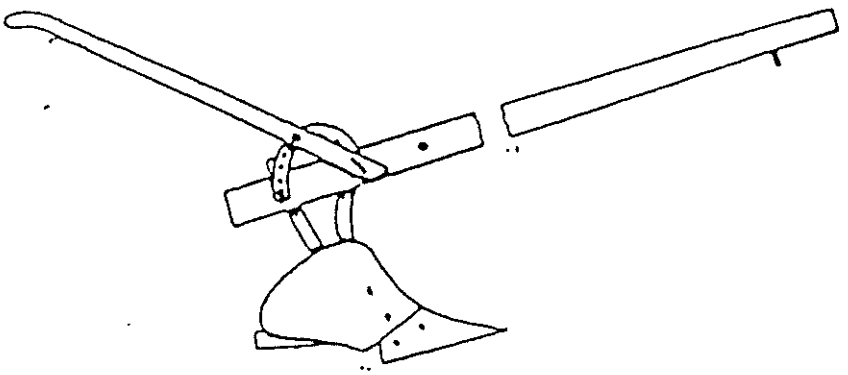
Bajak Minangkabau

Gambar 5. Jenis-jenis bajak kayu di Indonesia (Tohir, 1959)

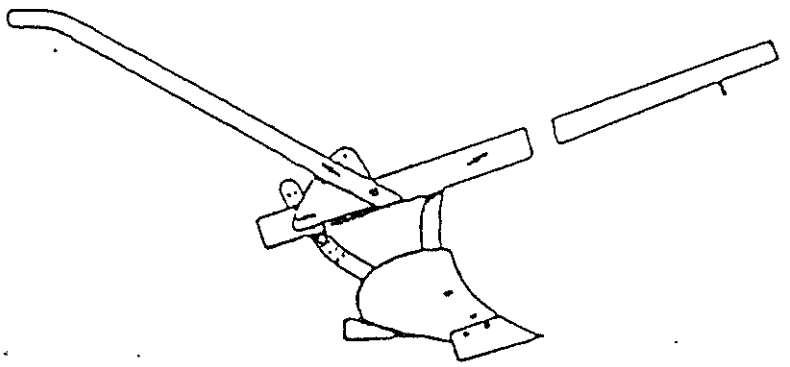
IPB University
@Hak cipta milik IPB University
IPB University



Bajak Mergel



Bajak Muara



Bajak Kertorejo

Gambar 6. Jenis-jenis bajak besi di Indonesia (Tohir, 1959)

3. Proses Penghancuran Tanah Oleh Bajak Singkal

Nichols dan Reed (1934) *di dalam* Koolen dan Kuipers (1983) menerangkan proses penghancuran tanah oleh bajak singkal sebagai berikut.

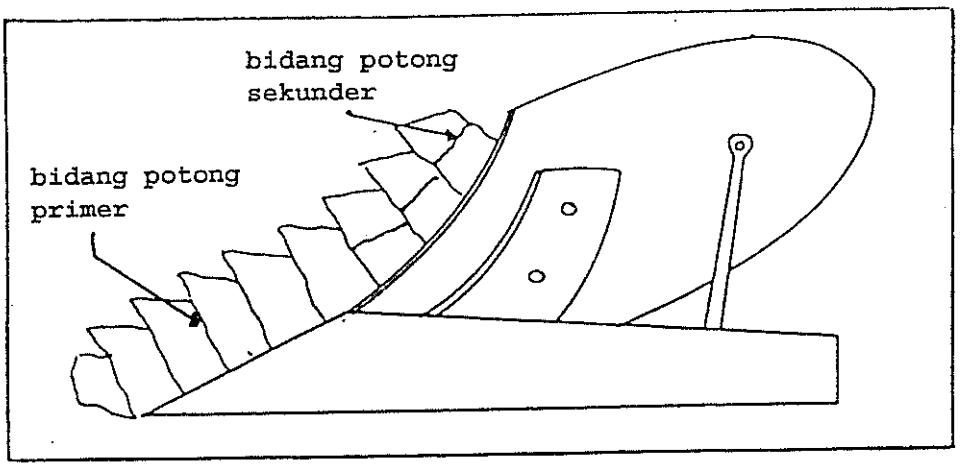
Sewaktu bajak bekerja, pisau bajak menghasilkan suatu bidang potong primer. Blok- blok tanah yang terbentuk oleh aksi pemotongan primer terpecah-pecah atau terpotong-potong akibat gerakan naik tanah sepanjang singkal. Pemecahan ini menghasilkan bidang potong sekunder yang tegak lurus terhadap bidang potong primer. Penghancuran selanjutnya disebabkan oleh gesekan antar blok-blok tanah sendiri.

Proses penghancuran tanah oleh bajak singkal diperlihatkan pada Gambar 7.

Selanjutnya Nichols dan Kummer *di dalam* Bainer et al. (1960), menyatakan bahwa penghancuran tanah dapat terjadi dengan lebih baik jika kelengkungan bajak mampu menghasilkan gerakan simultan pada seluruh bidang belah primer selama bajak bergerak ke depan.

Proses penghancuran ini juga dapat meningkat dengan meluncurnya potongan tanah yang satu di atas yang lainnya. Sedangkan pembalikkan potongan segera terjadi setelah pengangkatan bagian sisi kiri dari potongan tanah (*Shin side of furrow slice*) mendahului bagian sayap dan potongan tanah tersebut memben-

tuk sudut 10° dengan arah gerak ke depan (Bainer et al., 1960).



Gambar 7. Proses penghancuran tanah oleh bajak singkal (Koolen dan Kuipers, 1983)

Smith dan Wilkes (1977), menyatakan bahwa singkal yang merupakan suatu permukaan yang melengkung akan mempunyai kaitan yang besar terhadap fungsi bajak yang tepat, yang bergantung pada lebar, lengkung dan panjangnya. Singkal yang mempunyai lengkung yang lebih besar, menjadi lebih "galak" dan secara alami akan memberikan kegiatan penggemburan yang lebih baik terhadap paliran sebagai akibat adanya gaya penjepitan dan penghancuran.

B. KONSTRUKSI BAJAK SINGKAL

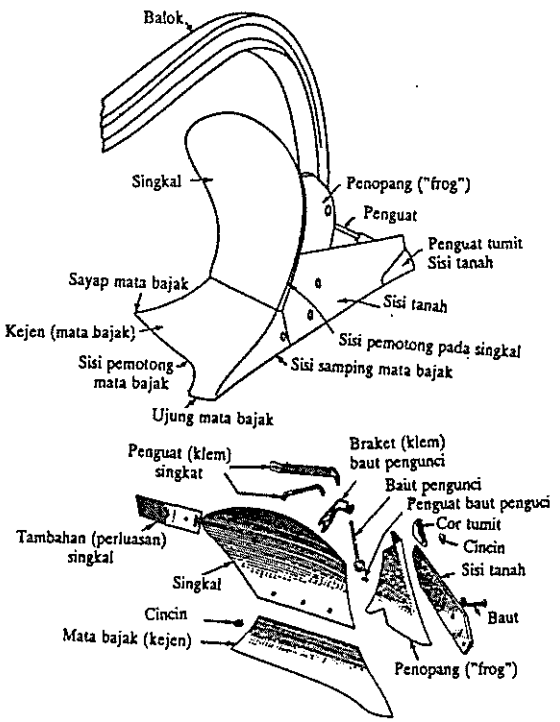
1. Bagian-bagian Bajak Singkal

Bagian bajak yang sesungguhnya memecah tanah disebut alas atau telapak (*bottom*). Bagian ini tersusun atas bagian-bagian yang diperlukan untuk struktur tegar yang dipersyaratkan untuk memotong, mengangkat dan membalikkan tanah. Untuk fungsi tersebut maka bajak singkal terdiri dari tiga bagian utama, yaitu mata bajak, sisi tanah (*land side*) dan singkal (Smith dan Wilkes, 1977)

Untuk bajak singkal dari besi atau baja ketiga bagian tersebut dapat dipisahkan, dan ketiga bagian tersebut dapat dibaut pada suatu bentuk yang tidak beraturan yang disebut badan bajak (*frog*). Sedangkan untuk bajak singkal kayu ketiga bagian tersebut biasanya menyatu tetapi masih dapat dilihat masing-masing bagian tersebut. Bagian-bagian bajak singkal besi atau bajak secara lengkap ditunjukkan pada Gambar 8.

Singkal adalah bagian bajak yang terletak langsung di belakang mata bajak (kejen). Bagian ini menerima potongan tanah dari kejen dan membaliknya. Bila ditinjau dari segi kegiatan bajak terhadap tanah, singkal merupakan bagian yang terpenting karena oleh singkal itulah lapisan tanah terpecah , dihan-

curkan dan dilembutkan (Smith dan Wilkes, 1977).



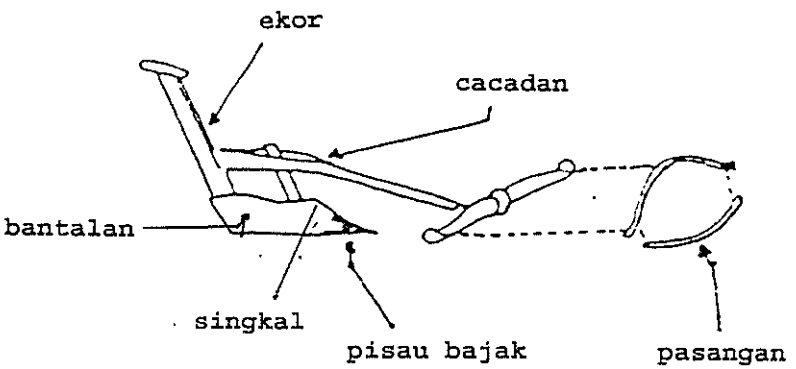
Gambar 8. Bagian-bagian bajak singkal terpasang dan terurai (Smith dan Wilkes, 1977).

Kejen (mata bajak) singkal adalah sisi yang melaksanakan pemotongan. Bagian-bagian utama dari mata bajak adalah ujung, sayap, sisi pemotong dan sisi samping (Gambar 8).

Sisi tanah (*land side*) adalah bagian bajak yang meluncur sepanjang permukaan dinding alur. Sisi tanah ini membantu meniadakan tekanan samping sisi yang dilakukan oleh potongan alur terhadap singkal. Selain itu juga membantu menstabilkan bajak pada

waktu digunakan. Tepi singkal (*shin*) adalah bagian tepi pemotong pada singkal yang terletak tepat di atas sisi samping (Smith dan Wilkes, 1977).

Bajak singkal kayu dengan tenaga tarik hewan yang biasa digunakan di Indonesia mempunyai bagian-bagian utama , yaitu mata bajak, singkal, bantalan, cacadan, pasangan, dan "ekor". Bagian- bagian tersebut diperlihatkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bagian-bagian utama bajak singkal yang ditarik oleh hewan (Tohir, 1959).

Bantalan berfungsi sebagai *landside* atau sisi tanah. Cacadan adalah batang utama penghubung dari ekor ke bantalan. Ekor adalah tangkai pengendali yang dipegang oleh petani dalam mengoperasikan bajak singkal. Ekor ini juga berfungsi sebagai pengatur kedalaman pembajakan. Sedangkan pasangan adalah penghubung antara badan hewan (biasanya punuk atau lehernya) dengan cacadan.

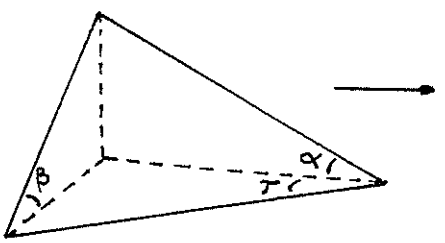
2. Parameter-parameter Penting Bajak Singkal

Desain pembuatan bajak singkal sudah diteliti bertahun-tahun , namun karena bentuk bajak singkal yang tidak simetris dan kurvaturnya yang sangat kompleks, maka analisis secara mekanis yang tepat dalam hubungannya dengan tanah mengalami hambatan (Mckyes, 1985). Padahal menurut Smith dan Wilkes (1977) kwalitas persemaian yang dapat disiapkan petani bergantung pada penampilan bajak ini, yang pada gilirannya mempengaruhi perkecambahan benih, pertumbuhan tanaman, serta hasil panen yang akan didapat kemudian, disamping pengaruh-pengaruh lainnya.

Karena pengolahan tanah memerlukan tenaga yang relatif besar dari kegiatan lainnya, maka parameter-parameter yang penting pada bajak singkal berkaitan erat dengan kebutuhan tenaga pembajakan. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kebutuhan draft atau tenaga pembajakan pada bajak singkal diantaranya adalah tipe dan bentuk mata bajak, khususnya bentuk singkal; bentuk dan ketajaman pisau bajak; kedalaman, lebar dan kecepatan pembajakan, tipe dan pengaturan penggandengan; sifat geseran antara alat dan tanah; serta jenis dan keadaan tanah (Smith dan Wilkes, 1977; Bainer et al., 1960).

a. Bentuk dan Sudut Mata Bajak

Bajak singkal mempunyai bentuk mata bajak yang beragam. Keragaman ini ditunjukkan oleh adanya perbedaan dalam hal sudut-sudutnya, yaitu sudut pengangkatan tanah (13 - 25°); sudut pembalikan tanah (35 - 55°); dan sudut penghancuran atau penggemburan tanah (30 - 50°) (Suprojo, 1980). Gambar 10 memperlihatkan sudut-sudut yang ada pada mata bajak singkal.



α = sudut pembalikan ß = sudut pengangkatan

τ = sudut penghancuran

Gambar 10. Sudut penting pada mata bajak (Suprojo, 1980).

Selanjutnya Suprojo (1980) menambahkan bahwa adanya perbedaan terhadap sudut-sudut pada bajak singkal itu mempengaruhi beban untuk membalik dan menggemburkan tanah.

Reed *di dalam* Bainer et al. (1960) menemukan adanya perbedaan draft yang besar untuk bentuk-bentuk bajak yang berbeda, walaupun masih dalam

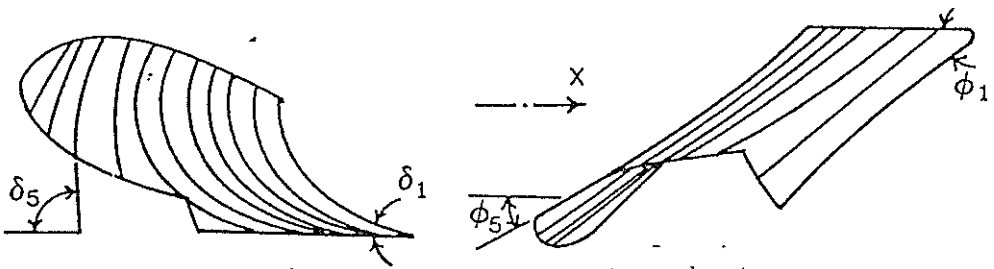
satu tipe bajak, yaitu tipe *General purpose* (serbaguna), dan pada umumnya bentuk bajak yang memberikan penutupan sisa tanaman dan tingkat penghancuran tanah yang terbesar cenderung membutuhkan tenaga paling besar, walaupun kebalikan dari keadaan ini tidak selalu benar.

b. Sudut dan Ketajaman Pisau Bajak

Soehne (1959) *di dalam* Gill dan Van Den Berg (1968) menetapkan parameter geometris desain bajak untuk pembajakan kecepatan tingkat tinggi (9 km/jam), seperti tampak pada Gambar 11. Parameter-parameter tersebut bersama nilainya yang optimal adalah :

1. Sudut angkat pisau $\delta a1$ sekitar 15 - 17° pada mata pisau dan 8 - 10° pada pisau bagian belakang ($\delta h1$).
2. Sudut potong pisau $\phi 1a$ = 35 - 38°.
3. Sudut bajak pada bagian belakang singkal $\phi 5i$ = 23 - 27°.
4. Puntiran yang keras yang ditunjukkan dengan peningkatan nilai dari δ pada sayap i-j- k, diperlukan untuk pembalikan tanah pada kecepatan tinggi.
5. Tepi bagian atas singkal harus naik lebih tinggi ke arah sisi alur sehingga tanah tidak

tersebar melampaui singkal pada kecepatan tinggi.



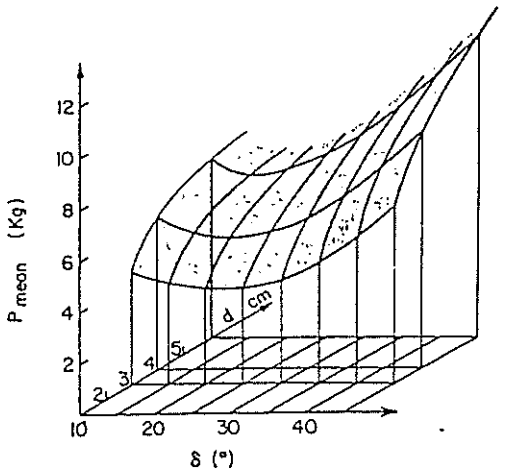
tampak samping tampak atas

keterangan :

δ1 = sudut angkat pisau
ϕ1 = sudut potong pisau
ϕ5 = sudut lateral bagian belakang singkal
--> arah maju bajak

Gambar 11. Parameter bentuk bajak singkal menurut Soehne (1958).

Peneliti lain, yaitu Kawamura (1952) *di dalam* Gill dan Van den Berg (1968) memperoleh hubungan antara sudut angkat dan kedalaman pembajakkan terhadap draft dari alat miring (*inclined tool*) seperti tampak pada Gambar 12, dimana draft minimum terjadi pada sudut angkat sekitar 25° untuk operasi yang dangkal, dan pada operasi yang lebih dalam draft minimum terjadi pada sudut angkat sekitar 15°.



Gambar 12. Pengaruh kedalaman potong (d) dan sudut angkat (δ) terhadap draft alat miring (Kawamura, 1952).

c. Bentuk Singkal

Singkal mempunyai bentuk yang beragam guna memenuhi tujuan dari pemakaian bajak singkal, yaitu untuk membalik dan menghancurkan tanah serta sisa tanaman dengan baik. Perbedaan bentuk ini sangat dipengaruhi oleh sifat dan kondisi tanahnya disamping kecepatan pembajakan yang diperlukan.

Di Indonesia pada umumnya dikenal dua macam singkal, yaitu singkal yang mukanya lengkung dan singkal yang mukanya tidak lengkung. Singkal lengkung adalah singkal pendek melengkung seperti selinder dan singkal tidak melengkung adalah singkal yang membentuk kurva seperti sendok yang datar.

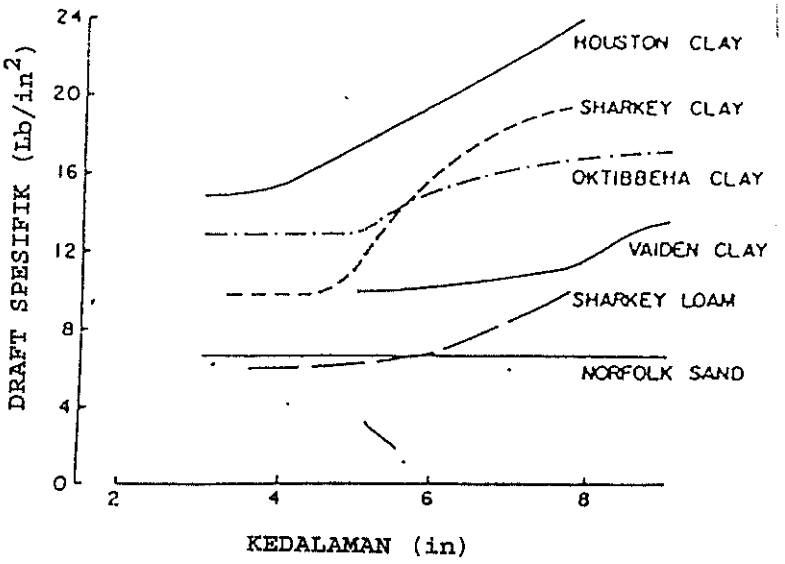
Singkal tidak melengkung sifatnya menekan tanah yang telah dipotong, dan baik untuk tanah berpasir. Sedangkan singkal lengkung sifatnya mambalik tanah tetapi kurang menggemburkan tanah dan digunakan pada tanah liat. Singkal lengkung ini juga baik untuk tanah sawah yang baru dipanen padinya.

d. Kedalaman dan Lebar Pembajakan

Pada keadaan tanah yang seragam, draft dari alat pada umumnya hampir meningkat dengan peningkatan kedalaman dan lebar olah. Randolph dan Reed *di dalam* Gill dan Van Den Berg (1968) menggambarkan hubungan antara kedalaman olah dengan draft spesifik dari bajak dengan lebar olah tetap 36 cm seperti tampak pada Gambar 13.

Pengaruh dari lebar potong bajak pada kedalaman olah yang tetap ditunjukkan pada tabel 1, yang juga merupakan hasil penelitian Randolp dan Reed.

Kebanyakan pada kenyataan yang ada, menunjukkan bahwa draft spesifik dari pembajakan umumnya turun atau semakin kecil dengan meningkatnya kedalaman sampai ratio kedalaman-lebar yang optimum, dan kemudian naik dengan penambahan kedalaman lebih lanjut (Bainer et al., 1960).



Gambar 13. Pengaruh kedalaman olah bajak singkal terhadap draft spesifik pada beberapa jenis tanah (Randolph dan Reed).

e. Tipe Tanah

Faktor lain yang mempengaruhi pembuatan desain bajak adalah tipe tanah. Pada hakekatnya, jika bukan karena faktor tanah, pembuatan desain bajak merupakan hal yang komparatif sederhana (Smith dan Wilkes, 1977).

Brown *di dalam* Smith dan Wilkes (1977) menyatakan bahwa tipe-tipe tanah dari pasir, melalui geluh sampai tanah liat, dipengaruhi secara berbeda-beda oleh mata bajak yang sama, dan mengingat tujuan utama pembajakan adalah untuk me-

nempatkan tanah dalam kondisi siap yang tepat untuk pertumbuhan tanaman yang berhasil, berarti bahwa bentuk bajak haruslah bermacam- macam.

Tabel 1. Pengaruh lebar potong bajak pada kedalaman tetap terhadap draft spesifik pada tanah berpasir (Randolph dan Reed).

Lebar potong bajak (inch)	Draft spesifik (Psi)
8	2.0
10	2.1
12	2.1
14	2.1
16	2.2

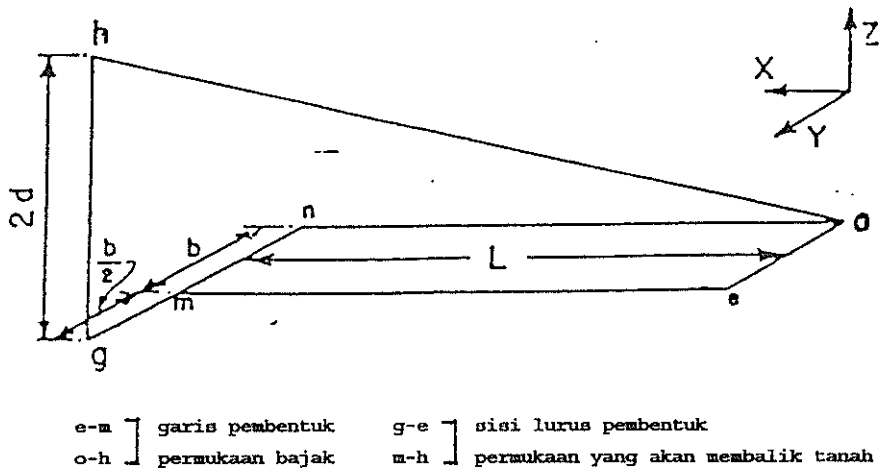
3. Diskripsi Bentuk Bajak Singkal

Walaupun sejarahnya panjang, diskripsi bentuk bajak singkal tidak menerima banyak penekanan sampai logam dipakai sebagai bahan pembuat bajak. Kegunaan dari diskripsi bentuk bagaimanapun tidak bergantung pada kegunaannya di dalam persamaan desain, karena keperluan pertama dalam desain adalah sebuah diskripsi (Gill dan Van Den Berg, 1968).

Beberapa cara pengidentifikasian sebuah singkal diperlukan untuk membandingkan dan menganalisa penampilan dari berbagai mata bajak untuk tujuan pabrikasi (Bainer et al., 1960).

Salah satu metoda pertama untuk menerangkan secara akurat permukaan dari bajak singkal dibuat oleh Thomas Jefferson pada tahun 1788. Metoda

tersebut adalah metoda secara fisik yang dipakai untuk membentuk sebuah bajak. Batang kerja kaku buatan Thomas Jefferson tampak pada Gambar 14.

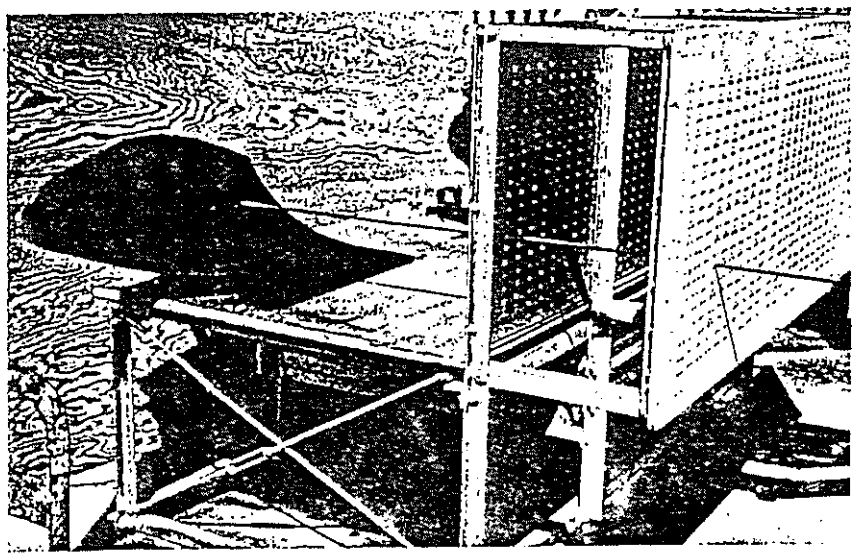


Gambar 14. Batang kerja kaku buatan Thomas Jefferson (Gill dan Vanden Berg, 1968).

Permukaan dibentuk dengan memakai garis e-m dan o-h seperti yang diperlihatkan dan dengan menggerakkan sisi lurus dari garis g-e ke garis m-h pada keadaan mana sisi lurus tetap dan diputar pada bidang yz. Permukaan dibentuk oleh sisi lurus yang dianggap sebagai permukaan yang akan membalik tanah dengan kemungkinan tahanan terkecil. Jefferson tidak menentukan diskripsi matematis dari permukaan, dia hanya merencanakan batang kerja dan metoda penggunaannya untuk menafsirkan bentuk permukaan bajak.

Penggambaran bentuk secara grafik sudah digunakan oleh beberapa peneliti termasuk White,

Ashby serta Krutikov dan kawan-kawan (Gill dan Van Den Berg, 1968). Mereka memakai metoda grafik, baik untuk menerangkan bentuk maupun untuk mencoba membentuk persamaan disain. Salah satu alat yang biasa dipakai untuk tujuan tersebut adalah tampak pada Gambar 15.



Gambar 15. Salah satu alat yang dipakai untuk menerangkan bentuk bajak singkal (Gill dan Vanden Berg, 1968).

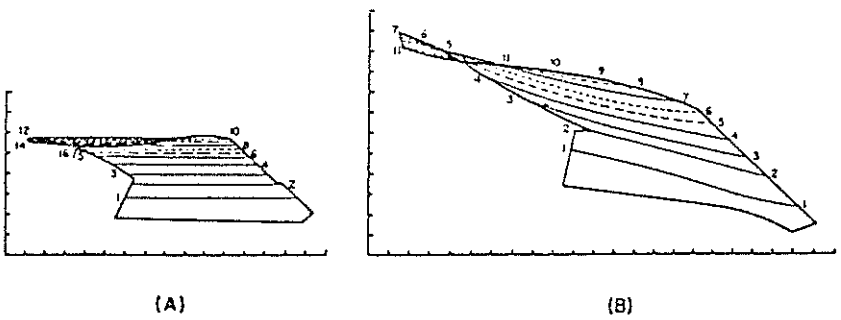
Bidang berkisi di bagian kanan gambar dipakai untuk menempatkan posisi tongkat pengukur. Alat yang akan diukur dapat ditempatkan sedemikian sehingga batang berkisi mewakili bidang yang tegak lurus terhadap arah maju alat.

Jika bidang berkisi adalah bidang yz, sumbu x dan y yang diorientasikan sehingga bidang xy adalah bidang horisontal dan bidang xz adalah bidang

vertikal, keduanya mengandung unsur gerak maju. Untuk menerangkan bentuk alat yang diorientasikan secara benar, arah x yang mana tongkat pengukur diperpanjang sepanjang bidang yz dicatat pada setiap lokasi kisi-kisi pada bidang yz.

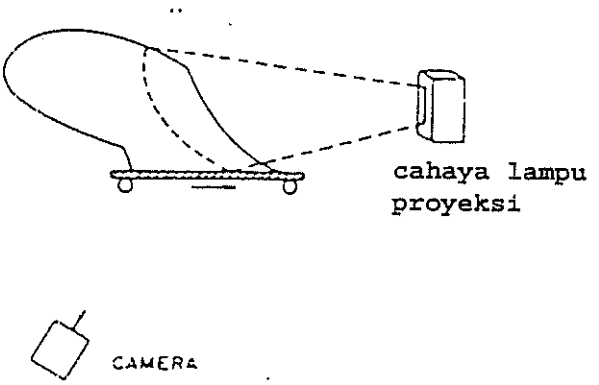
Grafik dua dimensi dapat dibuat dengan memplotkan nilai-nilai x dan y pada nilai z yang tetap dengan menghubungkan titik-titik yang terplotkan dengan kurva yang mulus. Kurva tersebut mewakili perpotongan dari bidang horisontal dan permukaan yang diterangkan.

Dengan menggabungkan beberapa garis kontur pada satu bidang dan menghubungkan ujung-ujung kontur (bentuk sisi dari permukaan), maka gambar dua dimensi dari permukaan bajak sudah terbentuk. Gambar 16 memperlihatkan gambaran bentuk bajak singkal dari hasil metoda ini.



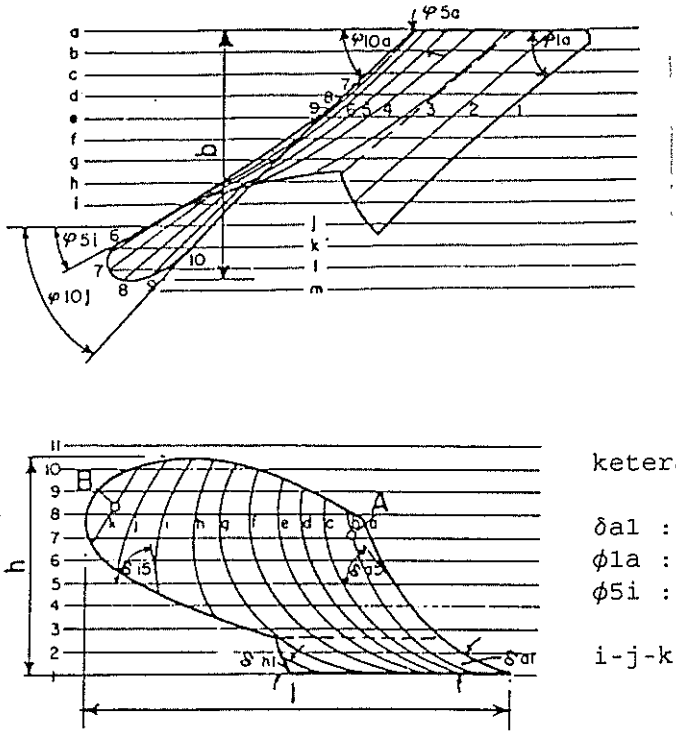
Gambar 16. Diskripsi kontur dari dua buah bajak singkal (Gill dan Vanden Berg, 1968).

Soehne *di dalam* Gill dan Van Den Berg (1968) memakai alat optik mempercepat persiapan dengan metode ini. Dia memproyeksikan secelah sinar pada bajak singkal yang dicat putih dan direkam sinar pantulannya secara photographi. Teknik ini memberikan cara yang tepat dan akurat untuk mendapatkan diskripsi bentuk (Gambar 17).



Gambar 17. Alat optik pada metode Soehne (Gill dan Vanden Berg, 1968).

Celah sinar dapat diproyeksikan baik vertikal maupun horisontal sehingga garis kontur didapatkan pada kedua arah. Soehne menandai kontur cahaya secara alphabetis dari dasar sampai puncak dan dari depan sampai belakang, seperti tampak pada Gambar 18.

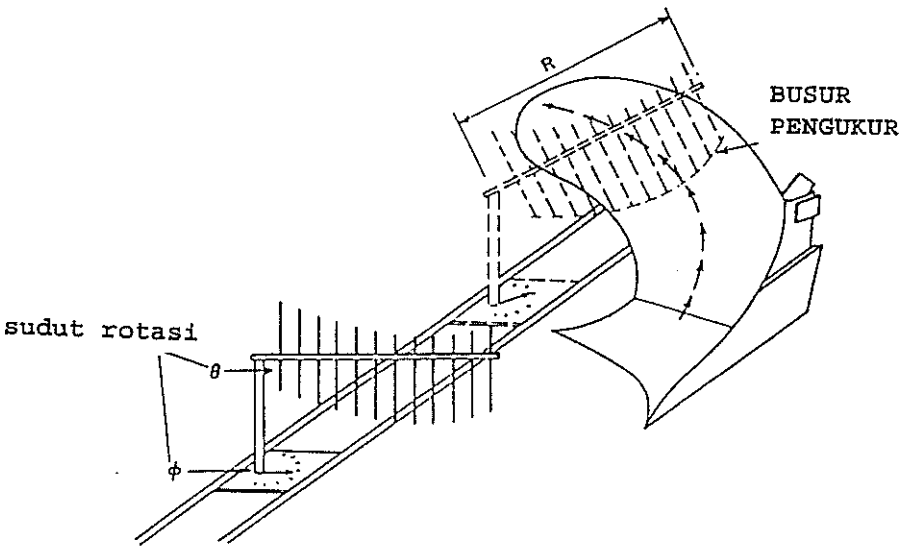


keterangan :

δa1 : sudut angkat pisau
ϕ1a : sudut potong pisau
ϕ5i : sudut bajak pada belakang singkal
i-j-k tingkat puntiran sayap singkal

Gambar 18. Deskripsi secara grafik permukaan bajak singkal dengan metoda Soehne (Gill dan Vanden Berg, 1968).

Alat lain untuk menggambarkan bentuk bajak singkal seperti pada Gambar 19 dibuat oleh Nichols dan Kummer (Gill dan Van de Berg ,1968). Alat ini prinsip dasarnya sama dengan alat yang dibuat oleh Thomas Jefferson. Kedua peneliti tersebut menganggap bahwa permukaan bajak berbentuk silinder. Busur pengukur pada alat yang disapukan sepanjang permukaan bajak sehingga dapat diketahui sudut putar ϕ dan θ. Variasi dari sudut putar ϕ dan θ diplotkan sebagai fungsi dari koordinat Cartesian dan Polar ke dalam bentuk grafik tunggal sehingga dapat dipakai untuk membandingkan bentuk-bentuk bajak singkal.



Gambar 19. Alat ukur buatan Nichols dan Kummer (Gill dan Vanden Berg, 1968)

Gambaran kontur seperti ditunjukkan oleh Gambar 16 dan 18 secara umum tidak dapat dijelaskan secara matematis, namun demikian tetap berguna untuk membandingkan bentuk dan untuk pabrikasi (pembuatan) bajak singkal.

III. METODA PENELITIAN

A. TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Bangunrejo dan Kalirejo, Kabupaten Lampung Tengah, Propinsi Lampung. Pembuatan alat ukur relief meter dan analisa data dilaksanakan di Bogor.

Waktu penelitian yang dilakukan adalah dua bulan yang dimulai pada tanggal 11 Juli 1991.

B. ALAT DAN BAHAN

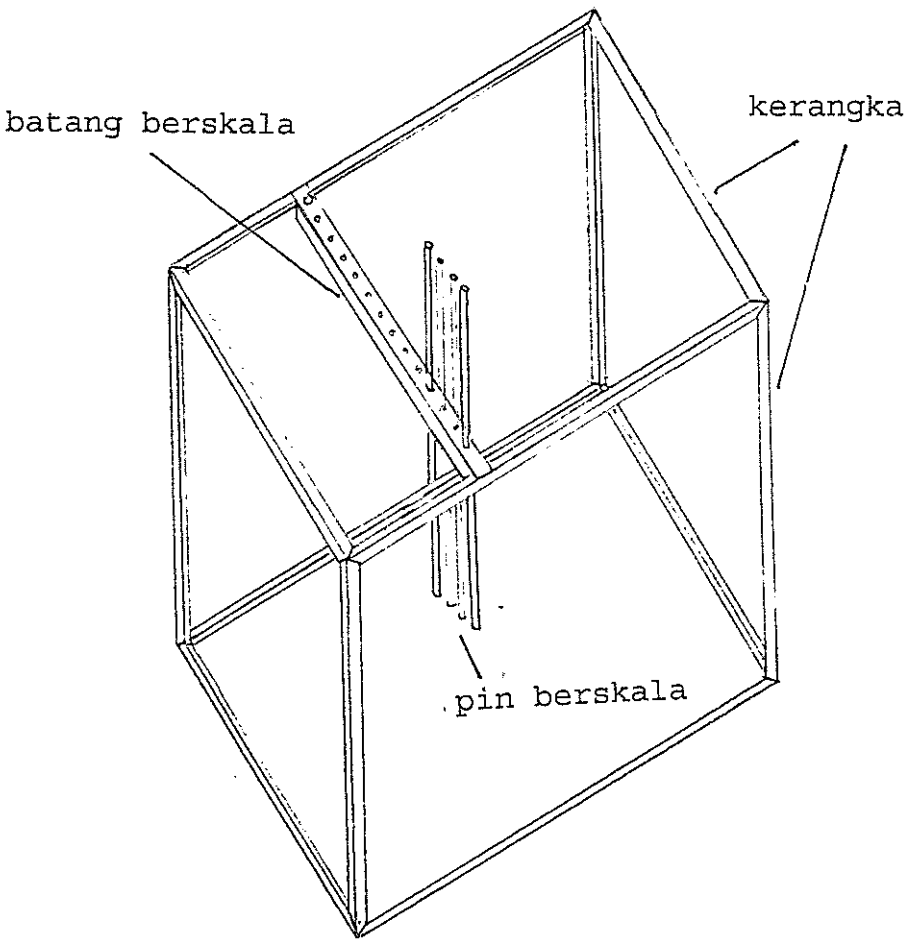
Alat utama yang digunakan adalah alat ukur relief meter seperti yang terlihat pada Gambar 20. Alat ini dapat diuraikan dan dipasang sehingga memudahkan dibawa ke tempat pengambilan data.

Alat lain yang dipakai adalah meteran, palu, tang, kunci pas dan busur. Alat-alat tersebut digunakan untuk mengukur dan menentukan dimensi bajak singkal yang tidak dapat diukur dengan relief meter serta untuk membongkar dan memasang bajak singkal sebelum dan sesudah dilakukan pengukuran.

Untuk mengolah data hasil pengukuran digunakan perangkat komputer dan kelengkapannya yang terdiri dari; satu unit komputer pribadi IBM compatibel, program paket AutoCad, beberapa buah diskette dan satu unit pencetak (printer) beserta kertas cetaknya.

C. METODA PENGAMBILAN DATA

Dari kedua lokasi atau kecamatan, akan diambil masing-masing beberapa sampel petani yang memiliki bajak singkal. Untuk pengambilan data, maka bajak singkal diletakkan pada relief meter sedemikian rupa, dan dengan menggeser alat ukur pada bidang gesernya, maka didapatkan titik koordinat yang nantinya dapat dipakai sebagai acuan untuk menentukan nilai dari parameter-parameter bajak singkal yang hendak diteliti.



Gambar 20. Alat ukur relief meter

Cara pengukuran dari parameter-parameter tersebut adalah sebagai berikut:

1. Panjang Bajak Singkal

Panjang bajak singkal adalah jarak dari mata pisau sampai keujung singkal sejajar dengan sisi tanah (*landside*). Panjang tersebut dinyatakan dengan perbedaan antara koordinat-koordinat yang ditunjukkan oleh relief meter pada mata pisau dengan pada ujung belakang singkal.

2. Lebar Bajak Singkal

Yang diukur adalah lebar potong bajak singkal, yaitu jarak tegak lurus dari sisi tanah keujung sayap pisau dan lebar singkal, jarak tegak lurus dari sisi tanah ke ujung singkal. Cara penentuan kedua lebar tersebut sama dengan penentuan panjang bajak singkal.

3. Sudut-sudut Bajak Singkal

Sudut-sudut mata pisau yang diukur adalah sudut potong, sudut angkat pisau dan sudut penghancuran atau sudut pembalikkan singkal.

Cara menentukan besarnya sudut-sudut tersebut adalah dengan menggunakan metoda segitiga, yaitu dengan mengetahui titik-titik koordinat dari dua atau tiga titik segitiga, maka dapat ditentukan besar sudut apitnya.

4. Tinggi Bajak Singkal

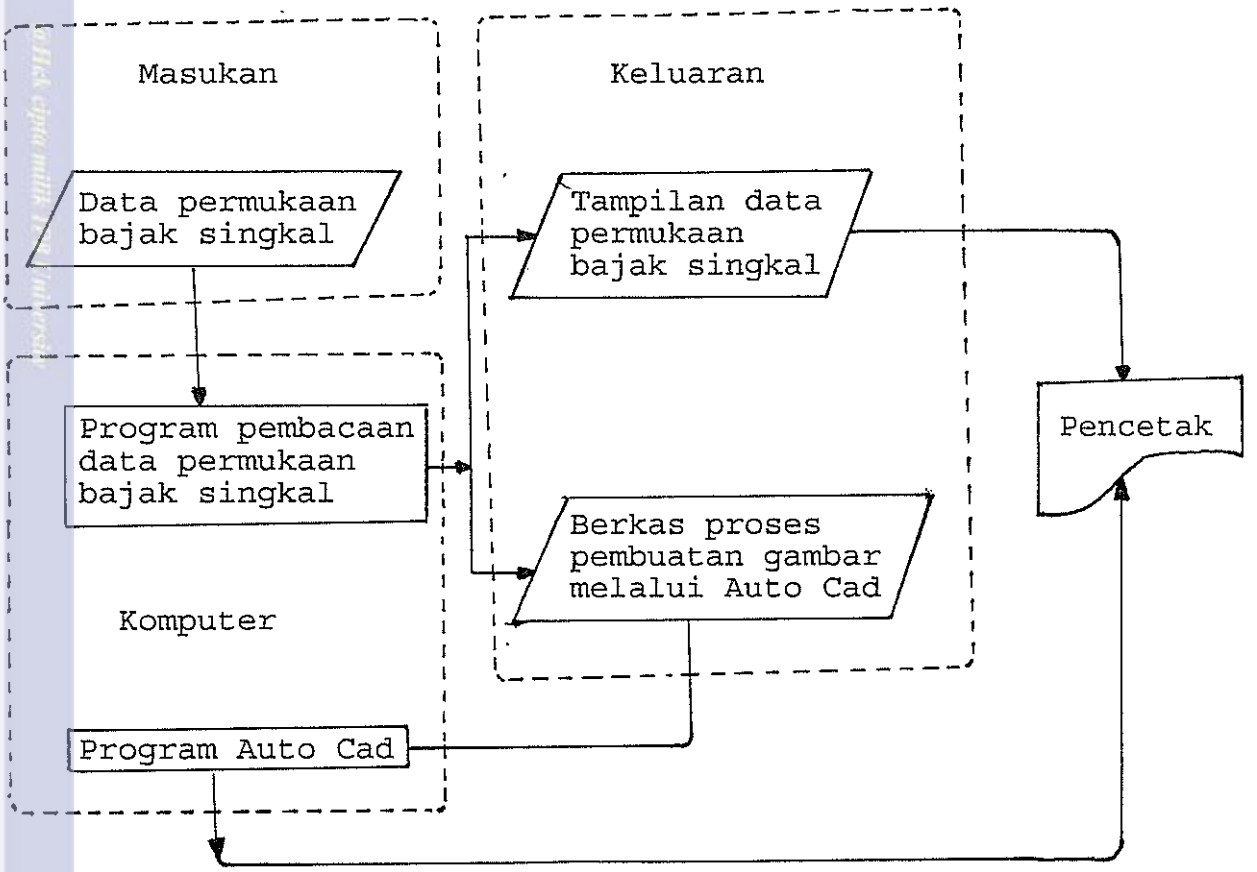
Tinggi bajak singkal ini diukur dari permukaan datar dari alat relief meter dimana bajak singkal diletakkan. Dengan mengetahui koordinat titik tertinggi dari singkal, diketahui tinggi singkal tersebut.

Keseluruhan data yang diperoleh akan dikumpulkan dan dianalisa secara terpisah menurut parameter-parameter yang telah ditentukan. Disamping itu juga akan dibuatkan gambar kontur permukaan bajak singkal tiga dimensi dengan program komputer.

D. PEMBUATAN PROGRAM KOMPUTER

Penggambaran 3-Dimensi dari permukaan bajak singkal yang diukur dengan menggunakan program komputer yang dibuat dalam bahasa Turbo Basic mengikuti diagram alir yang telah dibuat sebelumnya.

Struktur program terdiri dari beberapa bagian yaitu; bagian pemasukan data dan bagian program pembacaan data dalam tiga koordinat x,y dan z serta bagian program untuk membuat berkas-berkas yang digunakan dalam proses pembuatan gambar permukaan bajak singkal dengan menggunakan program paket AutoCad. Rangkaian kerja proses pembuatan gambar 3-dimensi permukaan bajak singkal ini disajikan pada Gambar 21.



Gambar 21. Rangkaian kerja proses pembuatan gambar tiga dimensi permukaan bajak singkal.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. ALAT RELIEF METER HASIL RANCANGAN

Relief Meter yang dibuat merupakan hasil penyederhanaan dari alat ukur buatan Nichols dan Kummer seperti terlihat pada Gambar 22.

Gambar 22. Alat relief meter hasil rancangan.

Alat ini dirancang sedemikian rupa sehingga dapat dibongkar pasang untuk memudahkan saat membawa alat ketempat pengukuran. Bahan yang digunakan untuk membuat alat ini mudah diperoleh dan murah, karena bahan yang diperlukan berupa besi bekas yang berbentuk plat profil O dan plat besi profil L, kawat besi dengan diameter 0.4 cm, papan dan baut dengan ukuran 10 mm, serta besi bulat berdiameter 1 cm.

Bagian-bagian utama dari relief meter ini adalah kerangka berskala, batang berskala dan pin berskala. Bentuk dan ukuran dari masing-masing bagian tersebut ditunjukkan pada Gambar 20.

1. Kerangka

Kerangka dari alat ini terbuat dari besi plat L yang pada ujung-ujungnya dibor untuk tempat baut yang akan menghubungkan antara plat untuk mendapatkan kerangka berbentuk balok empat persegi panjang dengan ukuran rusuk 40 x 40 x 60 cm. Pada sisi panjang dari kerangka bagian atas diberi skala dengan menempelkan mistar plastik ke sisi tersebut. Pada sisi ini besi plat L dipasang berhadapan sedemikian rupa agar dapat diletakkan batang berskala yang dapat digeser-geser sepanjang sisi berskala tersebut.

2. Batang berskala

Batang berskala ini terbuat dari besi plat O yang dibor dengan jarak antar lubang 1.5 cm. Bagian ini merupakan penyangga dan memberikan ruang gerak naik dan turun bagi pin-pin berskala. Batang ini diletakkan melintang dimana kedua ujungnya menempel pada dua sisi atas dari kerangka yang berskala dan dapat digeser-geser sepanjang sisi berskala tersebut.

Selain itu dibuat penyangga lain yang terbuat dari besi plat L dan dibor dengan jarak lubang yang sama dengan pada batang tersebut. Penyangga plat L ini diberi tangkai sedemikian rupa yang dilekatkan dengan baut bersayap (baut kupu-kupu) yang dapat dengan mudah dikencang-longgarkan pada batang dan dapat digerakkan naik turun sejajar dengan batang tersebut.

3. Pin berskala

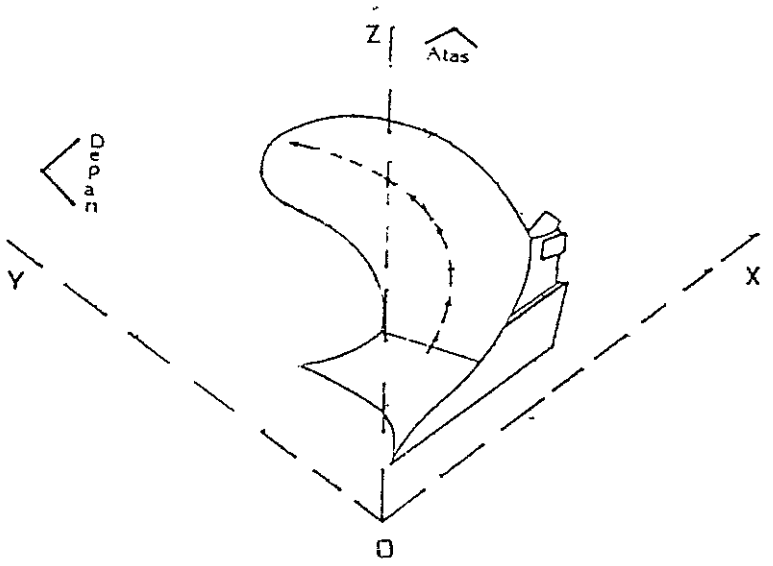
Pin berskala ini merupakan penunjuk dari bentuk profil bajak singkal, yang mudah dibaca dengan skala yang dicantumkan berjarak masing-masing 2.5 mm. Tujuannya agar diperoleh data yang lebih teliti.

Bahan dari pin ini adalah kawat dari besi yang berdiameter 0.4 cm dengan ujung yang runcing.

B. HASIL PENGUKURAN BAJAK SINGKAL DENGAN RELIEF METER

Bajak singkal yang diukur adalah bajak singkal yang diperoleh di daerah penelitian yaitu Desa Sidomulyo dan Desa Sidoluhur Kecamatan Bangunrejo serta Desa Poncowarno dan Desa Sinarsari Kecamatan Kalirejo. Kedua kecamatan tersebut berada di Kabupaten Lampung Tengah. Peta daerah penelitian dapat dilihat pada Lampiran 1.

Cara pengukuran bajak singkal adalah dengan meletakkan bajak yang sudah dilepas dari balok atau tangkai bajak pada relief meter dengan alas papan dimana ujung lancip pisaunya terletak pada titik O dengan koordinat sumbu x, y dan z adalah 0. Dasar bajak sejajar dengan papan alas dan sisi samping (land side) sejajar dengan sisi kerangka berskala, Gambar 22 dan 23.



Gambar 23. Sudut pandang dan sumbu kurva pengukuran bajak singkal

Untuk mengukur keseluruhan profil bajak singkal, maka batang berskala digeser sepanjang alur pergeseran dengan selang jarak yang dikehendaki yaitu dari ujung pisau (titik nol) hingga kebagian belakang atau ujung singkal, dengan demikian pin berskalapun turut bergeser mengikuti bentuk profil bajak singkal.

Tabel 2. Data pengukuran koordinat 3-dimensi bentuk permukaan bajak singkal No. 7

No	x \ y	0.00	1.50	3.00	4.55	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.00	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	25.00
1	0.00	0.00																	
2	0.50	0.50	0.00																
3	1.00	0.75	0.50	0.00															
4	1.50	1.00	0.70	0.35	0.00														
5	2.50	1.40	1.15	0.80	0.50														
6	3.00	1.45	1.25	1.00	0.70	0.00													
7	3.50	1.55	1.50	1.20	0.75	0.40													
8	4.00	1.80	1.70	1.25	1.00	0.60													
9	4.50	2.20	2.00	1.50	1.25	0.75	0.00												
10	5.50	2.70	2.40	2.00	1.70	1.20	0.50	0.00											
11	6.50	3.25	3.00	2.50	2.20	1.60	0.95	0.70	0.00										
12	8.00	4.30	4.00	3.50	3.25	2.35	0.75	1.40	0.80	0.00									
13	9.00	5.05	4.70	4.20	3.75	3.00	2.25	1.95	1.45	1.20	0.00								
14	10.00	6.00	5.50	5.00	4.40	3.70	3.00	2.75	2.00	1.80	1.10	0.00							
15	10.50	6.60	6.00	5.40	4.75	4.10	3.40	2.80	2.35	2.10	1.35								
16	11.50	7.70	7.00	6.25	5.75	4.80	4.20	3.75	3.00	2.75									
17	12.00	8.00	7.50	6.75	6.25	5.25	4.50	4.00	3.35	3.00									
18	12.50	8.75	8.20	7.30	6.80	5.75	5.00	4.50	3.75	3.50									
19	14.00	11.15	10.40	9.50	8.75	7.50	6.70	6.10	5.50	5.00	4.00								
20	15.50	13.50	12.80	11.50	10.60	9.05	8.20	7.50	6.80	6.29	5.50								
21	16.00	14.90	14.00	12.50	11.50	9.80	8.80	8.50	7.40	6.75	6.00								
22	16.50	15.50	16.25	14.60	13.05	11.05	10.00	9.05	8.30	7.75	7.00		5.60						
23	17.00	19.25	19.50	17.35	15.10	12.50	11.25	10.25	9.25	8.60	7.85		6.60						
24	17.50			20.20	19.25	14.35	12.80	11.55	10.50	9.75	8.90		7.60	6.35					
25	18.00					17.90	14.75	13.00	11.75	10.75	9.90		8.80	7.50					
26	18.50					21.05	19.00	14.70	12.75	11.80	10.70		9.70	8.25					
27	19.30							21.25	21.00	14.20	12.40		11.00	9.60	8.00				
28	20.00									21.75	21.70		13.00	11.25	9.90				
29	20.30												14.20	12.00	10.30				
30	20.70												21.60	14.00	11.75				
31	21.00													21.30	13.00	9.50			
32	21.50														21.10	11.80			
33	22.00															20.25	11.00		
34	22.30																19.35		
35	23.00																	14.00	16.00
36	23.00																	17.50	

Dengan perubahan dan pergeseran batang dan pin berskala ini dapat dibaca koordinat titik-titik pada permukaan bajak setiap pergeseran, dengan melihat angka skala pada pin dan kerangka berskala.

Data yang didapatkan berupa titik-titik koordinat 3-dimensi, yaitu jarak sepanjang alur pergeseran pada sisi kerangka berskala sebagai sumbu x, penunjukan pin berskala sebagai sumbu z dan jarak antar pin pada batang berskala sebagai sumbu y, dimana koordinat titik tiap pin pada batang berskala nilainya tetap (koordinat titik pada sumbu y tetap). Data hasil pengukuran ditampilkan pada Tabel 2 dan Lampiran 2.

Selain dari data tersebut dapat diketahui ukuran sudut-sudut pada bajak singkal demikian juga dengan panjang singkal dan lebar potong dari bajak tersebut. Untuk menghitung atau mengetahui besarnya sudut-sudut tersebut seperti sudut pembalikkan α, adalah dengan menggunakan metode segitiga siku-siku, caranya dengan mengetahui koordinat titik-titik pada ujung mata pisau dan sayap pisau maka diketahui pula panjang sisi-sisi dari segitiga yang membentuk siku-siku pada mata pisau tersebut.

Data teknis bajak singkal yang memuat data besarnya sudut-sudut pada bajak singkal dan panjang, lebar serta tinggi bajak singkal dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Teknis Bajak Singkal

Bajak no.	α	ß	Γ	Ls	Ds	Hs	Lp
1	29.1	26.9	47.6	30.0	26.5	25.7	16.2
2	30.9	31.6	44.5	24.7	23.1	24.0	16.0
3	35.0	34.8	45.2	30.1	23.1	23.8	13.8
4	27.1	29.5	42.2	31.7	25.5	24.3	14.5
5	27.7	23.3	50.6	30.5	27.2	24.5	17.4
6	31.0	26.2	50.7	29.3	30.0	25.9	17.5
7	30.9	20.6	58.0	23.0	25.0	21.8	16.0
8	23.9	18.0	53.8	30.0	25.0	21.5	18.5
9	19.8	24.4	38.5	33.5	23.8	22.4	16.3
10	23.6	27.1	40.4	33.2	25.3	22.3	16.0
11	26.6	28.8	43.3	34.7	24.7	22.4	17.3
12	20.5	15.8	46.1	36.8	25.9	21.9	19.2
13	26.6	25.5	46.4	31.5	25.4	23.1	17.3
14	22.9	24.0	43.6	34.5	25.2	23.1	17.4
15	21.9	20.2	47.6	28.0	26.0	25.8	16.9
16	20.0	28.9	33.5	23.7	23.9	25.4	14.7
17	34.2	38.9	39.1	32.5	27.4	22.6	13.4
18	40.5	25.4	52.4	26.8	26.7	23.8	16.5
19	25.6	23.6	45.0	34.0	27.0	21.7	16.5
20	34.5	24.5	47.9	28.3	26.5	22.0	17.3

Keterangan:

α = sudut pembalikkan (°)
ß = sudut pengangkatan (°)
Γ = sudut penggemburan (°)
Ls= panjang bajak singkal (cm)
Ds= lebar bajak singkal (cm)
Hs= tinggi bajak singkal (cm)
Lp= lebar potong bajak singkal (cm)

C. TIPE BAJAK SINGKAL HASIL PENGUKURAN

Dari hasil pengukuran bajak singkal di daerah penelitian diketahui bahwa bentuk dan jenis bajak singkal maupun tipenya pada dasarnya tidak jauh berbeda, hanya pada ukuran dan karakteristik dari parameter bajak singkal yang beragam. Keragaman dari ukuran bajak singkal ini dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 yang

menunjukkan jenis dan jumlah hewan penarik serta kelengkungan singkal.

Tabel 4. Data Bajak Singkal

Bajak no.	Desa	Buatan	JHP	DKS
1	Sidomulyo	Pabrik	2	kurang melengkung
2	Sidomulyo	Pabrik	2	melengkung
3	Sidomulyo	Pande besi	1	kurang melengkung
4	Sidomulyo	Pande besi	2	melengkung
5	Sidomulyo	Pande besi	2	melengkung
6	Sidomulyo	Pande besi	2	melengkung
7	Sidoluhur	Pabrik	2	kurang melengkung
8	Sidoluhur	Pabrik	2	kurang melengkung
9	Sidoluhur	Pabrik	2	melengkung
10	Sidoluhur	Pabrik	2	kurang melengkung
11	Sidoluhur	Pabrik	2	kurang melengkung
12	Toko	Pabrik	-	kurang melengkung
13	Toko	Pabrik	-	kurang melengkung
14	Poncowarno	Pande besi	2	melengkung
15	Poncowarno	Pabrik	1	melengkung
16	Poncowarno	Pabrik	2	melengkung
17	Poncowarno	Pande besi	1	kurang melengkung
18	Sinarsari	Pande besi	2	kurang melengkung
19	Sinarsari	Pande besi	2	kurang melengkung
20	Sinarsari	Pande besi	2	kurang melengkung

Keterangan:

JHP = Jumlah Hewan Penarik (ekor)
DKS = Derajat Kelengkungan Singkal
* Semua bajak singkal ditarik oleh sapi
* Semua bajak singkal terbuat dari besi

Dari hasil pengamatan, bajak singkal yang ada di daerah penelitian dapat dikelompokkan kedalam dua jenis berdasarkan kelengkungan singkalnya, yaitu bajak yang mempunyai bentuk singkal dengan sudut kelengkungan lebih kecil dari 90^{o} disebut bajak singkal kurang melengkung dan bajak singkal dengan sudut kelengkungan lebih

dari 90° yang disebut dengan bajak singkal melengkung (Tabel 4).

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat diketahui perbedaan karakteristik dari bajak singkal yang diukur untuk masing-masing desa dimana dilakukan pengukuran.

Didesa Sidomulyo Kecamatan Bangunrejo dilakukan pengukuran pada 6 buah bajak singkal yang kesemuanya terbuat dari besi dan ditarik dengan tenaga hewan sapi dengan jumlah tenaga tarik dua ekor sapi untuk tiap singkalnya, kecuali untuk bajak singkal no. 3 yang ditarik hanya dengan satu ekor sapi.

Dari 6 buah bajak singkal tersebut, 4 buah bajak singkal mempunyai bentuk singkal yang melengkung (sudut kelengkungannya lebih dari 90°). Sedangkan 2 lainnya mempunyai bentuk singkal kurang melengkung.

Bentuk pisau dari bajak-bajak ini menyerupai trapesium dengan sudut pembalikkan α adalah 27.1° sampai dengan 35.0°. Besarnya sudut pembalikkan ini nilainya dibawah besar sudut pisau yang ditetapkan oleh Suprojo (1980) yaitu 35° - 55° namun sebaliknya nilai sudut-sudut ini lebih besar dibandingkan dengan nilai sudut pembalikkan bajak yang ditetapkan oleh Soehne *di dalam* Gill dan Van den Berg (1968) yaitu 15° sampai dengan 17°.

Demikian juga untuk sudut-sudut pisau bajak lainnya, nilainya tidak selalu tercakup dengan nilai yang

ditetapkan menurut referensi. Seperti pada sudut pengangkatan ß diperoleh nilai selang antara 23.3 - 34.8° (Tabel 5) yang besarnya diatas nilai yang ditetapkan oleh Suprojo (1980) kecuali pada bajak singkal no. 5 dengan nilai ß = 23.3° sedangkan nilai yang ditetapkan Suprojo adalah 13° - 25° dan Soehne sebesar 8 - 10°.

Tabel 5. Pengelompokkan Data Bajak Singkal

Parameter	Desa			
	Sidomulyo	Sidoluhur	Poncowarno	Sinarsari
α	27.1 - 35.0	19.8 - 30.9	20.0 - 34.2	25.6 - 40.5
ß	23.3 - 34.8	18.0 - 28.8	20.2 - 39.9	23.6 - 25.4
Γ	42.2 - 50.7	38.5 - 58.0	33.5 - 47.6	45.0 - 52.4
Ls	24.7 - 31.7	23.0 - 34.7	23.7 - 34.5	26.8 - 34.0
Ds	23.1 - 30.0	23.8 - 25.3	23.9 - 27.4	26.5 - 27.0
Hs	23.8 - 25.9	21.5 - 22.4	22.6 - 25.8	21.7 - 23.8
Lp	13.8 - 17.5	16.0 - 18.5	13.4 - 17.4	16.5 - 17.3

Keterangan :

α = sudut pembalikkan (°)
ß = sudut pengangkatan (°)
Γ = sudut penghancuran (°)
Ls= panjang bajak singkal (cm)
Ds= lebar bajak singkal (cm)
Hs= tinggi bajak singkal (cm)
Lp= Lebar potong bajak singkal (cm)

Untuk sudut penghancuran Γ atau sudut potong diperoleh nilai selang antara 42.2 - 50.7° yang tercakup dalam selang nilai sudut yang ditetapkan oleh Suprojo yaitu antara 30 - 50°, kecuali pada bajak singkal no. 5 dan 6 nilainya diatas nilai yang ditetapkan yaitu 50.6 - 50.7° (Tabel 5).

Perbedaan-perbedaan nilai-nilai ini menunjukkan adanya pengaruh dari variasi pembuatan pabrik atau bengkel pande besi dan penggunaan pada berbagai jenis tanah maupun kenyamanan petani pemakai.

Hal lain yang dapat dilihat dari bajak-bajak ini adalah panjang bajak singkal Ls yang diukur dari ujung mata pisau hingga singkal yang paling belakang dan diperoleh nilai antara 24.7 cm sampai dengan 31.7 cm. Lebar bajak singkal Ds yang diukur tegak lurus dengan sisi tanah hingga ujung singkal diperoleh nilai sebesar 23.1 - 30.0 cm. Selain itu juga diperoleh tinggi bajak singkal Hs yang diukur dari permukaan datar dimana bajak diletakkan hingga titik tertinggi pada bajak, diperoleh nilai antara 23.8 - 25.9 cm. Lebar potong bajak singkal Lp diukur tegak lurus sisi tanah sampai ujung sayap pisau diperoleh nilai sebesar 13.8 - 17.5 cm.

Bentuk singkal dari bajak-bajak ini relatif panjang dan 4 buah bajak mempunyai pembalikkan yang agak tajam pada bagian sayap belakangnya, hal ini ditunjukkan dengan kelengkungan singkal dimana terdapat daerah singkal yang tidak terukur dengan pin dan dengan melihat garis kontur yang saling tumpang tindih (Lampiran 5). Bagian bawah singkalnya relatif datar dengan alas bajak dari depan sampai ujung sayap singkal.

Bajak-bajak ini digunakan oleh petani pemiliknya untuk pengolahan tanah kering (ladang) dan sekaligus untuk pengolahan tanah basah (sawah).

Berdasarkan bentuk profil secara umum dan berdasarkan tinggi singkalnya di Desa Sidomulyo ini mendekati bentuk bajak singkal *general purpose* dan *stubble bottom*.

Di Desa Sidoluhur dilakukan pengukuran pada 5 buah bajak singkal. Pada umumnya bajak-bajak di desa ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan bajak-bajak di Desa Sidomulyo. Selain karena Desa Sidoluhur letaknya berdampingan dengan Desa Sidomulyo dan masih dalam satu kecamatan yaitu Kecamatan Bangun Rejo, juga bajak-bajak di Desa Sidoluhur ini kesemuanya terbuat dari besi dan ditarik oleh dua ekor sapi (Tabel 4).

Perbedaan yang terlihat terdapat pada pembuatan bajak singkalnya dan kelengkungan singkal. Di Desa Sidoluhur ini, semua bajak singkal yang dimiliki oleh petani dibuat di pabrik atau mereka memilikinya dengan membeli di toko yang diperoleh dari pabrik, sehingga bentuk singkalnyapun semuanya hampir serupa yaitu tidak melengkung, kecuali pada bajak singkal no. 9 yang mempunyai kelengkungan lebih dari 90^{o}.

Demikian pula dengan bentuk pisaunya, dengan melihat nilai-nilai sudut pada mata pisau yang beragam, namun tidak jauh berbeda selang nilainya. Seperti pada sudut pembalikkan α sebesar 19.8 - 30.9^{o} masih lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang ditetapkan oleh Suprojo (1980). Demikian juga dengan sudut pengangka-

tan ß sebesar 18.0 - 28.8^{o} dan sudut penghancuran Γ diperoleh nilai selang antara 38.5 - 58.0^{o}.

Bajak-bajak singkal ini oleh para pemiliknya digunakan untuk pengolahan tanah kering (ladang) dan sekaligus digunakan untuk pengolahan tanah basah (sawah).

Bentuk singkal dari bajak-bajak ini relatif panjang namun dengan kelengkungan singkal yang tidak begitu tajam (dibawah 90^{o}).

Kalau dilihat dari bentuk keseluruhannya maka bajak singkal di Desa Sidoluhur ini mendekati bentuk bajak *general purpose* atau bajak serbaguna.

Selain melakukan pengukuran pada bajak singkal yang dimiliki oleh petani, juga dilakukan pengukuran pada bajak singkal yang dijual di toko dimana petani-petani membelinya. Diperoleh nilai sudut-sudut pada pisau bajak, untuk sudut pembalikkan α sebesar 20.5 dan 26.6^{o} (bajak no. 12 dan 13). Sudut ini nilainya masih dibawah nilai yang ditetapkan oleh Suprojo (1980) yaitu 35 - 55^{o} dan diatas nilai yang ditetapkan oleh Soehne yaitu 15 - 17^{o}. Demikian juga dengan sudut pengangkatan ß diperoleh nilai sebesar 15.8 dan 25.5^{o} dan sudut penghancuran Γ sebesar 46.1 dan 46.4^{o}, dimana sudut penghancuran ini masih tercakup dalam selang nilai yang ditetapkan oleh Suprojo (1980) yaitu 30 - 50^{o}.

Lebar potong dari bajak ini diperoleh nilai sebesar 19.2 cm dan 17.3 cm. Untuk bajak ini (no.12) lebar

potongnya paling besar dibandingkan dengan lebar potong bajak lainnya. Bentuk singkal dari bajak ini relatif panjang dan kurang melengkung. Nilai-nilai ukuran dari bajak ini tidak jauh berbeda dibandingkan dengan bajak lainnya yang sudah dimiliki petani.

Untuk bajak singkal diluar Kecamatan Bangunrejo, juga dilakukan pengukuran bajak singkal di Desa Poncowarno dan Desa Sinarsari Kecamatan Kalirejo.

Di Desa Poncowarno dilakukan pengukuran pada 4 buah bajak singkal. Dari 4 bajak singkal tersebut 2 buah bajak yang dimiliki petani adalah dengan membeli di toko atau buatan pabrik (bajak no. 15 dan 16) sedangkan 2 lainnya dimiliki petani dengan memesan dari bengkel atau pande besi yang ada di Desa Poncowarno. Tenaga tarik dari bajak ini adalah sapi dengan jumlah 2 ekor sapi untuk bajak no.14 dan 16 serta 1 ekor sapi untuk bajak no 15 dan 17 (Tabel 4).

Bentuk singkal dari bajak ini ada yang melengkung (no. 15 dan 16) dan ada yang kurang melengkung (no. 14 dan 17). Ukuran-ukuran sudutnya diperoleh selang nilai sebesar 20 - 34.2^{o} untuk sudut pembalikkan α dan sudut pengangkatan ß sebesar 20.2 - 39.9^{o} serta sudut penghancuran Γ antara 33.5 - 47.6^{o}.

Bentuk singkal dari bajak ini relatif panjang dengan kelengkungan yang tajam (bajak no. 16). Hal tersebut nyata terlihat pada Lampiran 5, yaitu dengan adanya

garis kontur yang terputus dan dilanjutkan dengan data diatasnya, dimana ada bagian yang tidak terukur dari singkal tersebut. Garis kontur tersebut letaknya dimulai pada jarak 29 cm hingga ujung singkal bagian belakang.

Berdasarkan bentuk profil secara umum, maka bajak-bajak di Desa Poncowarno ini mendekati kebentuk *general purpose*.

Selain itu bentuk pisau dari bajak no. 16 ini lebih panjang dibandingkan dengan bentuk pisau bajak lainnya, dan besar sudut penghancurannya paling kecil dibandingkan dengan besar sudut penghancuran bajak lainnya.

Desa lain yang masih dalam Kecamatan Kalirejo adalah Desa Sinarsari. Di Desa ini dilakukan pengukuran bajak singkal sebanyak 3 buah dan semua dari bajak-bajak tersebut dioperasikan dengan menggunakan tenaga tarik dua ekor sapi. Bentuk dari singkalnya tidak begitu melengkung (kelengkungannya dibawah 90^{O}) sehingga seluruh profil permukaannya terukur semua oleh relief meter.

Dari gambar hasil pengukuran pada Lampiran 5 dapat dilihat bahwa bentuk pisau dari bajak-bajak di Desa Sinarsari ini sudah tidak utuh lagi dalam arti telah mengalami keausan karena digunakan berulang-ulang untuk mengolah tanah dan belum diganti atau diperbaharui.

Namun demikian masih dapat diketahui nilai sudut-sudut pisaunya dengan memperhatikan kecenderungan bentuk pisau awalnya.

Besarnya sudut pembalikkan α adalah 40.5, 25.6 dan 34.5^{o} dan sudut pengangkatan ß adalah 25.4, 23.6 dan 24.5^{o} serta sudut penghancuran Γ sebesar 52.4, 45.0 dan 47.9^{o}.

Dilihat dari bentuk keseluruhan dan jumlah tenaga tarik hewan yang digunakan, maka bajak-bajak ini mendekati bentuk bajak untuk kecepatan tinggi (high speed) menurut Smith dan Wilkes (1977).

Selain melakukan pengukuran bajak singkal yang dimiliki oleh petani, juga dilakukan wawancara dengan para petani pemilik bajak-bajak tersebut. Dari hasil wawancara diketahui bahwa petani memilih dan memiliki bajak singkal yang berbagai bentuk tersebut sesuai dengan yang diinginkannya, dan melakukan uji coba dengan cara mengolah tanah dengan menggunakan sapi mereka sendiri, dan dengan memperhatikan hasil olahannya yang menurut mereka memuaskan dan bajaknya nyaman dipakai.

Jika dirasa hasil olahannya belum memuaskan dan atau bajaknya masih kurang nyaman dipakai bagi pemiliknya, maka petani membawa bajaknya ke bengkel atau pande besi untuk diperbaiki kembali, misalnya dalam hal kelengkungan singkalnya, jika dirasa kurang melengkung bisa diperbaiki.

D. PENGGAMBARAN BAJAK SINGKAL HASIL PENGUKURAN

Dari data hasil pengukuran seperti tertera pada Lampiran 2 diperoleh gambar bajak singkal yang mendekati aslinya. Hasil penggambaran bentuk permukaan bajak singkal disajikan pada Gambar 24 dan Lampiran 5. Gambar ini diperoleh dari hasil plot data koordinat sumbu x, y, dan z yang digambarkan dalam bentuk grafik tiga dimensi, yang memperlihatkan garis-garis kontur kelengkungan dan tinggi bajak singkal.

Gambar ini merupakan hasil program komputer dalam bahasa Turbo Basic yang digabung dengan program paket penggambaran yaitu Auto Cad dengan memasukkan data koordinat sumbu x, y dan z untuk tiap-tiap garis kontur.

Diagram alir dari program Turbo Basic penggambaran bajak singkal disajikan pada Lampiran 3 sedangkan program Turbo Basicnya ditampilkan pada Lampiran 4. Secara rinci struktur program dapat diuraikan sebagai berikut:

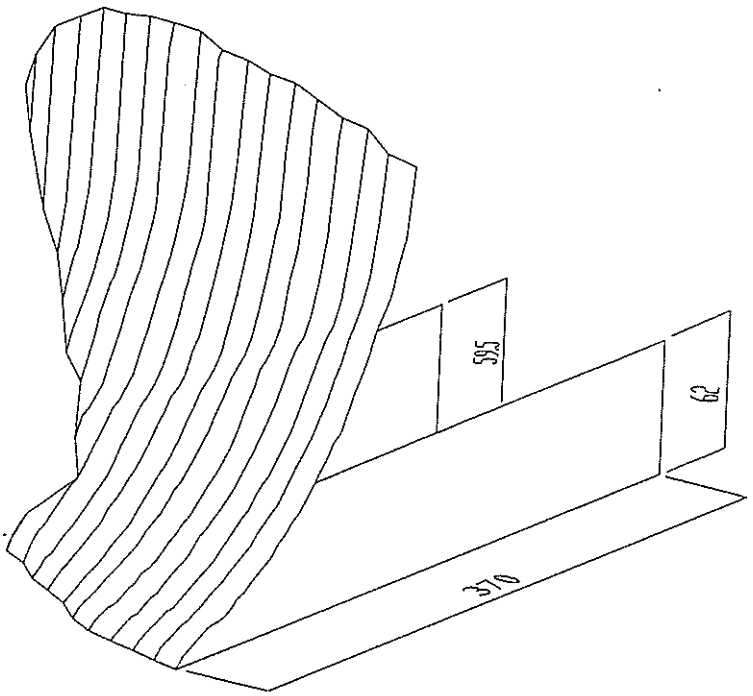
1. Pemasukan pemilihan nomor bajak singkal yang ingin dilihat datanya. Pada bagian ini dapat dipilih nomor bajak singkal yang ingin dilihat atau digambar dari bajak singkal nomor 1 sampai nomor 20.
2. Bagian program untuk pembacaan dan pengurutan data bajak singkal dalam koordinat gambar tiga dimensi pada sumbu x, y dan z.

3. Bagian program untuk menyajikan tampilan data dan tampilan ini dapat dicetak pada printer dengan menggunakan perintah lprint.
4. Bagian program penyimpanan data gambar tiga dimensi, masing-masing disimpan pada berkas "nama file.SCR" untuk gambar bajak singkal. Berkas gambar tersebut berupa urutan perintah pengambaran yang mengikuti aturan Auto Cad sehingga penggambaran dapat dilakukan secara otomatis dalam perintah "Script" (Command Script). Untuk keperluan tersebut berkas gambar disimpan dengan ekstension " .SCR " sedangkan nama berkas sesuai dengan masukan data bajak singkal. Satuan yang digunakan untuk gambar kerja adalah milimeter dengan dua desimal dibelakang koma. Skala penggambaran dapat disesuaikan dengan ukuran kertas pada printer serta ukuran gambar yang dikehendaki.

E. PERSAMAAN LENGKUNG PERMUKAAN BAJAK SINGKAL

Kurva kelengkungan bajak singkal diukur dari titik ujung pisau potong sampai ujung badan singkal bagian belakang paling atas yang berfungsi sebagai pemotong, penghancur dan pembalik tanah.

Kurva kelengkungan bajak yang diukur hanya beberapa saja yang dianggap cukup mewakili untuk keseluruhan lengkung bajak singkal, misalnya diambil pada tepi singkal terpanjang yaitu pada jarak lebar Y1 = 0 cm dan ditengah yaitu pada Y3 = 3 cm.



Gambar 24. Gambar tiga dimensi permukaan bajak singkal No. 7

IPB University
@Hak cipta milik IPB University
IPB University

Hasil perhitungan persamaan polinomial kelengkungan bajak singkal pada jarak tertentu dari tepi singkal adalah mengikuti persamaan :

$$Z = a + bX + cX^2 + dX^3 + eX^4 + fX^5 + gX^6$$

Contoh pada bajak singkal No. 7 pada jarak Y1=0 cm dan pada Y3 = 3.0 cm adalah:

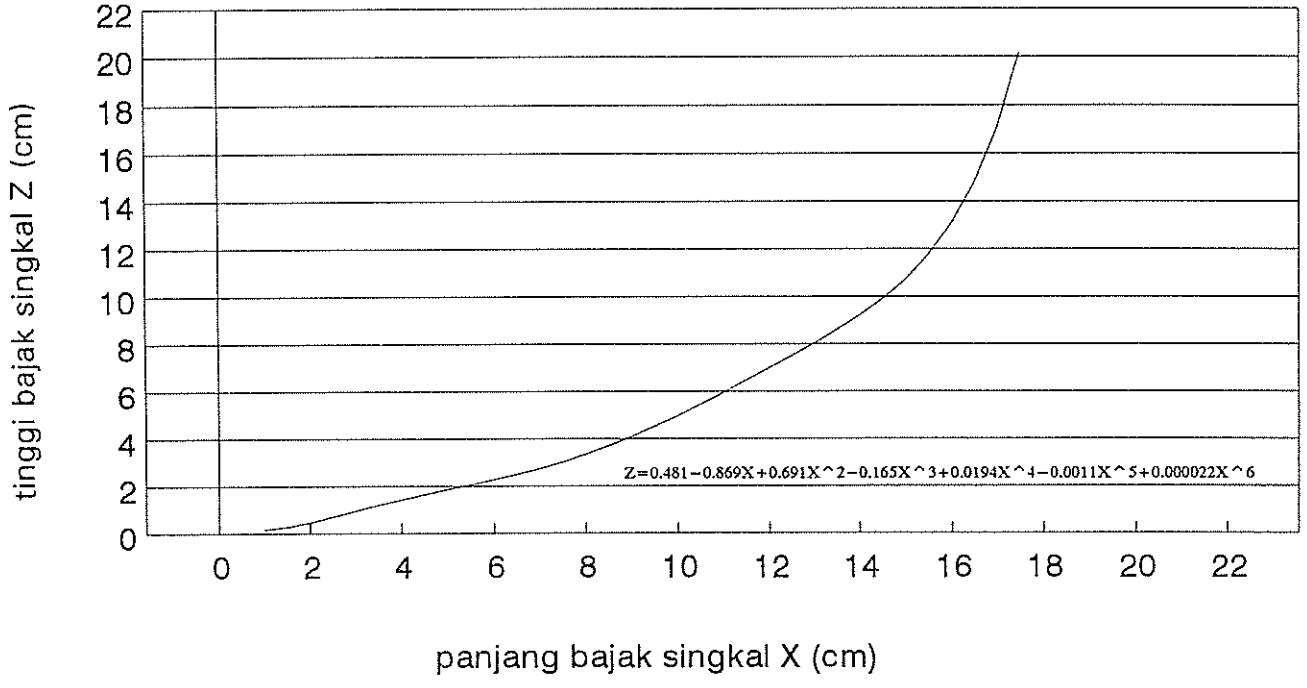
$$Z = 0.2321 + 0.7135X - 0.1045X^2 + 0.0118X^3 + 0.00041X^4 - 0.0001X^5 + 0.0000037X^6$$

dan

$$Z = 0.4809 - 0.8686X + 0.6902X^2 - 0.1654X^3 + 0.0194X^4 - 0.0011X^5 + 0.000022X^6$$

Untuk persamaan kelengkungan bajak singkal lainnya disajikan pada Lampiran 6.

IPB University
@Hak cipta milik IPB University
IPB University



Gambar 25. Grafik persamaan kelengkungan permukaan bajak singkal no. 7 pada jarak Y3 = 3 cm

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

1. Alat Relief meter dapat dirancang sedemikian rupa sehingga mudah untuk dibongkar-pasang dan mudah dibawa-bawa untuk melakukan pengukuran. Bahan untuk membuat alat mudah didapat dan murah biayanya dan hasil pengukuran cukup teliti.
2. Penggambaran bajak singkal dari data hasil pengukuran alat Relief meter ini dapat dilakukan dengan menggunakan program komputer dalam bahasa Turbo Basic dan digabungkan dengan program paket penggambaran yaitu AutoCad.
3. Diperoleh hasil pengukuran bajak dengan nilai yang beragam baik itu untuk sudut-sudut pada mata pisau, lebar potong maupun bentuk singkal untuk masing-masing daerah. Namun pada dasarnya bentuk bajak secara keseluruhan tidak jauh berbeda antara satu sama lainnya. Setiap daerah bentuk bajaknya mendekati kebentuk bajak tipe *general purpose*.
4. Faktor yang menyebabkan adanya perbedaan terhadap bentuk dan ukuran bajak singkal di dua daerah penelitian (dua kecamatan) antara lain karena kebiasaan yang sudah turun temurun, dimana mereka akan memakai atau membuat bajak dengan ukuran yang kira-kira sama dengan yang mereka ketahui sebelumnya.

5. Kenyamanan memakai bajak, kepuasan terhadap hasil pembajakan dan keadaan tanah juga memegang peranan penting dalam menentukan bentuk dan ukuran bajak singkal yang digunakan.
6. Kurva kelengkungan bajak singkal mengikuti persamaan polinomial sebagai berikut:

$$Z = a + bX + cX^2 + dX^3 + eX^4 + fX^5 + gX^6$$

7. Bajak-bajak singkal yang ada, digunakan untuk pengolahan tanah kering maupun tanah basah dan kesemuanya ditarik dengan tenaga hewan sapi.

B. SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang menentukan hubungan antara jenis tanah, bentuk bajak dan unjuk kerjanya.
2. Usaha-usaha lain masih diperlukan guna menyempurnakan deskripsi grafikal dari bentuk bajak singkal, seperti menggunakan program komputer yang lebih canggih untuk memplotkan titik-titik koordinat 3-dimensi sehingga diperoleh gambar 3-dimensi yang lebih baik.
3. Mencari bentuk bajak yang bisa dipakai untuk jenis-jenis tanah tertentu dengan unjuk kerja yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

Bainer, R., E.L. Barger dan R.A. Kepner. 1960. Principle of Farm Machinery, 2nd Edition. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conecticut.

Bates, W.N. 1963. Mechanization of Tropical Crops. ELBS, London.

Daywin, F.J. et al. 1963. Teknik Budidaya Pertanian. Jurusan Keteknikan Pertanian, Fateta, IPB, Bogor.

Fuller, James E. 1991. Menggunakan Auto Cad. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Gill, W.R. dan G.E. Vanden Berg. 1968. Soil Dynamics in Tillage and Traction. Agricultural Research Service, United State Departement of Agricultural.

Hopfen, H.J. 1969. Farm Implement for Arid and Tropical Regions. FAO of United Nation, Rome.

Hunt, D. 1979. Farm Power and Machinery Management. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

Koolen, A.J. dan H. Kuipers. 1983. Agricultural soil Mechanics. Springer-Verlag, Berlin.

McColly, H.F. dan J.W. Martin. 1955. Introduction to Agriculture Engineering. McGraw Hill Book Company, New York.

McKyes, E. 1985. Soil Cutting and Tillage. Elsevier, Amsterdam.

Smith, H.P. dan L.H. Wilkes. 1977. Farm Machinery and Equipment. 6th edition. Tata McGraw Hill Book Publishing Company, Ltd., New Delhi.

Suprojo. 1980. Cara-cara Menentukan Ukuran Utama dari Traktor untuk Pengolahan Tanah. Bagian Mekanisasi Pertanian. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tohir, K.A. 1959. Pedoman Bercocok Tanam; Pengetahuan Umum. Bagian I. Cetakan IV. Dinas Penerbitan Balai Pustaka, Jakarta.

Trenggono, R. dan Suwarno. 1989. Identifikasi Bentuk Bajak Singkal di Kabupaten Malang dan Tuban. Makalah pada Seminar dan Kongres Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia, 19-21 Januari, Kampus Universitas Brawijaya, Malang.

Yap Wie. 1989. Turbo Basic dan Aplikasinya. Andi Offset, Yogyakarta.

Yap Wie. 1991. Pengantar Praktis Penggunaan Auto Cad. Andi Offset, Yogyakarta.

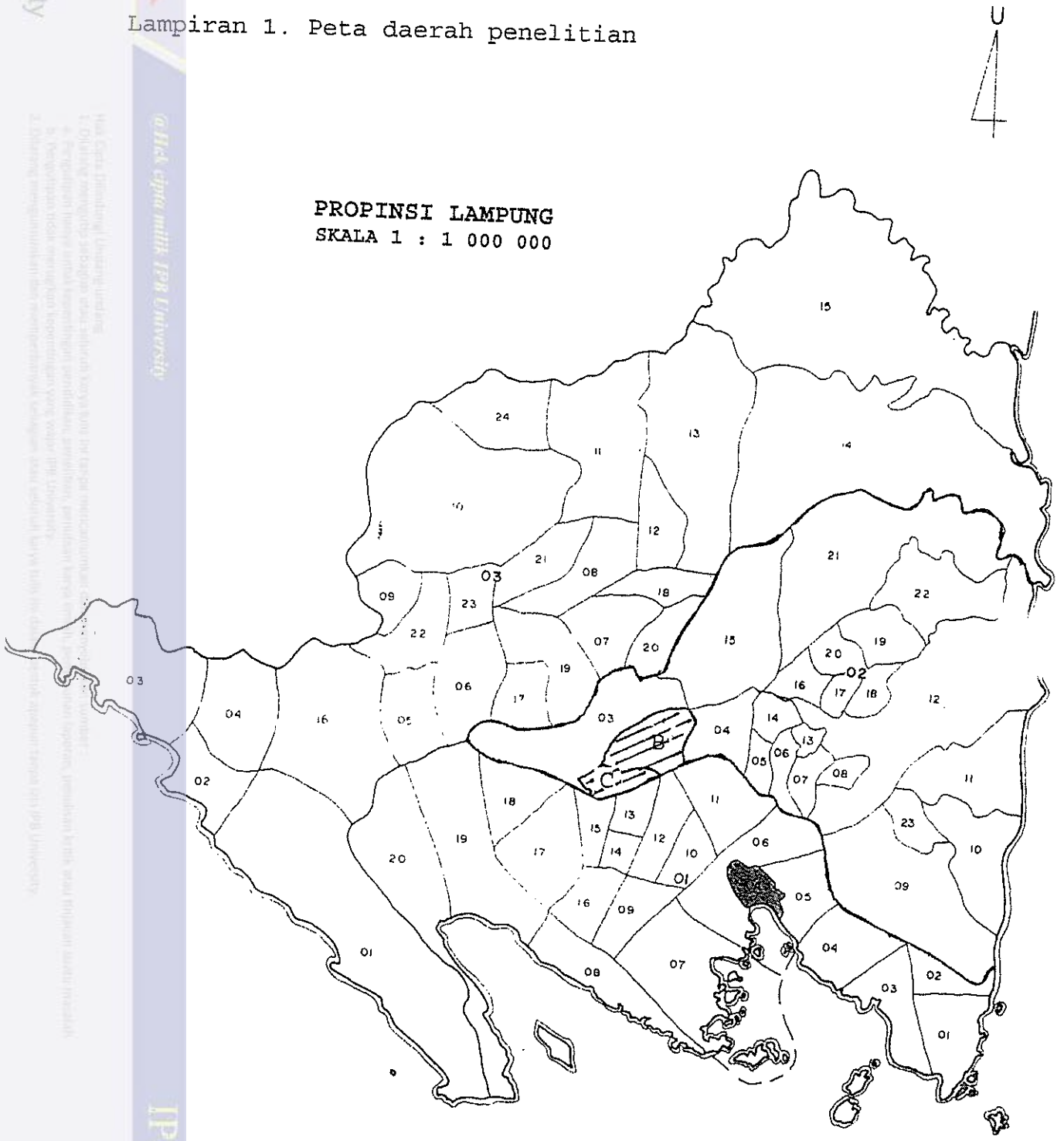
IPB University
Hak cipta milik IPB University
IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

L A M P I R A N

Lampiran 1. Peta daerah penelitian



A : Daerah Kotamadya Tanjungkarang

: Lokasi pengambilan data

B : Kecamatan Bangunrejo

C : Kecamatan Kalirejo

IPB University
@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Lampiran 2. Data pengukuran koordinat 3-dimensi bentuk permukaan bajak singkal

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 1

Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.20	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.20	26.50
.00	0.00																			
.00	1.20	1.00	0.00																	
.00	1.60	1.20	0.75	0.00																
.00	2.10	1.70	1.20	0.75	0.00															
.00	2.60	2.20	1.80	1.20	0.80	0.00														
.00	3.30	2.80	2.25	1.75	1.40	1.00	0.00													
.50	4.20	3.50	2.90	2.30	2.05	1.50	0.80	0.00												
.50	5.25	4.70	4.00	3.30	2.90	2.35	1.35	1.10	0.00											
.50	6.20	5.80	4.75	4.10	3.70	3.15	2.20	1.85	0.85	0.00										
.60	7.50	7.00	6.20	5.65	5.00	4.35	3.50	2.85	2.20	1.65	0.00									
.80	8.25	7.50	6.80	6.80	5.40	4.80	4.00	3.25	2.40	2.00	1.00	0.00								
.80	9.00	8.30	7.30	6.50	6.00	5.35	4.40	3.75	2.90	2.35	1.40									
.00	11.50	10.75	9.40	8.40	7.70	6.75	5.70	4.75	4.05	3.00										
.50	12.70	12.00	10.40	9.30	8.50	7.40	6.40	5.50	4.65	3.90	2.50									
.00	15.50	16.70	14.50	13.20	12.00	10.40	9.00	7.85	6.70	5.75	4.70		3.25							
.30	23.80	17.35	15.00	13.50	12.40	10.75	9.50	8.25	7.05	6.00	5.20		3.75							
.60		24.10	18.00	14.25	12.90	11.25	9.90	8.65	7.25	6.50	5.40		3.90							
.20			24.45	15.35	14.05	12.20	10.70	9.25	7.95	7.00	5.80		4.70							
.80				24.55	15.85	13.70	12.00	10.45	8.50	7.65	6.80		5.30	4.25						
.00					24.80	15.00	13.00	11.25	9.75	8.50	7.30		5.85	4.95						
.60						25.15	14.75	12.55	10.75	9.50	8.20		6.85	5.95						
.20							25.00	13.90	11.80	10.30	8.95		7.50	6.55						
.70								25.15	13.20	11.45	9.90		8.30	7.40						
.30									24.50	12.25	10.80		8.90	8.00	5.90					
.45									25.50	12.80	11.00		9.25	8.40	6.50					
.00										25.65	12.50		10.50	9.55	7.75					
.40											25.50		12.10	10.70	8.80					
.90													25.25	12.00	9.80	7.00				
.30														25.20	10.70	8.28				
.80															24.95	9.85	8.00			
.25																24.15	9.00			
.80																	23.30			
.40																		22.50	12.80	
.40																			12.90	
.00																				16.25

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal no.2

No	x \ y	0.00	1.50	3.00	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.00	15.40	16.00	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10
1	0.00	0.00																
2	1.35	0.95	0.70	0.00														
3	3.00	1.35	1.05	0.75														
4	3.50	1.50	1.20	1.00	0.00													
5	8.30	3.50	3.25	2.95	2.50	2.20	1.70											
6	13.60	6.80	6.90	6.45	5.75	5.40	4.90	4.75	4.55	4.30								
7	14.80	7.80	7.20	6.90	6.70	6.20	5.60	5.45	5.00	5.00								
8	15.50	8.30	7.65	7.10	7.05	6.50	5.80	5.65	5.50	5.30		5.00						
9	16.30	9.75	8.70	8.00	7.40	7.25	6.70	6.40	6.10	5.90		5.70	5.40					
10	16.50	20.50	10.00	8.80	7.95	7.60	7.30	7.00	6.70	6.50		6.00						
11	16.85	18.75	20.95	9.70	8.50	8.00	7.50	7.50	7.10	6.90	5.30	5.90						
12	17.50		18.30	21.45	9.40	8.75	7.95	7.90	7.55	6.60		6.40						
13	17.80		15.50	19.55	9.85	9.55	8.75	8.00	7.70	7.00		6.75						
14	18.00			17.20	22.00	10.20	9.20	8.45	7.90	7.25		7.00						
15	18.20				21.00	22.40	9.80	9.00	8.25	7.75		7.50		7.00				
16	18.80				16.00	21.55	22.70	9.85	8.95	8.45		8.00		7.35				
17	19.30				14.60	19.70	22.00	23.00	9.55	9.00		8.50		7.70				
18	19.80					15.80	20.10	22.60	23.25	9.50		9.00		8.00				
19	20.30						15.50	20.85	22.70	23.95		9.70		8.60	8.00			
20	20.70							17.75	21.29	23.10		24.00		9.30	8.50			
21	21.00							15.50	19.20	22.10		23.30		23.80	9.10			
22	21.40								18.00	20.00		22.20		23.40	23.80			
23	21.70									17.75		20.50		22.80	23.50	9.60		
24	21.90											18.50		22.00	22.75	23.50		
25	22.20											16.90		20.80	22.35	23.25		
26	22.40													19.40	21.50	22.80	10.60	
27	22.70													18.00	20.00	22.25	22.30	
28	23.20														17.75	21.25	22.00	
29	23.80															17.25	20.75	
30	24.10																19.00	
31	24.70																	15.35

Data hasil pengukuran bajak singkal no. 3

No	X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	12.50	13.80	15.40	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10
1	0.00	0.00																
2	1.00	1.00	0.80	0.45														
3	1.60	1.40	1.10	0.70	0.00													
4	3.00	2.15	1.70	1.15	0.65													
5	5.50	3.00	2.50	1.80	1.25	1.00	0.00											
6	7.50	4.25	3.50	2.75	2.05	1.70	1.10	0.00										
7	9.50	5.75	4.90	4.00	3.25	2.75	2.00	1.05	0.00									
8	11.40	7.10	6.25	5.20	4.25	3.80	3.00	2.00	1.25	0.00								
9	12.40	8.25	7.25	6.20	5.25	4.75	3.75	2.70	1.90	0.90								
10	13.20	9.20	8.20	7.10	6.20	5.25	4.45	3.35	2.55	1.30								
11	13.70	9.60	8.55	7.30	6.50	5.75	4.70	3.65	2.75	1.50		0.00						
12	14.00	9.85	8.95	7.65	6.75	6.00	4.85	3.95	2.95	1.70								
13	14.50	10.35	9.30	8.05	7.10	6.25	5.00	4.25	3.25	1.85	1.90							
14	15.00	10.75	9.70	8.35	7.50	7.65	5.35	4.35	3.50	2.00								
15	16.00	11.25	10.15	8.75	7.75	8.95	5.70	4.55	3.60	2.45								
16	18.50	17.25	15.35	13.25	11.75	10.65	9.00	7.50	6.40	5.00		3.90						
17	20.00	22.70	19.00	15.95	14.00	12.50	10.60	9.00	7.60	6.15		5.05						
18	20.50	22.70	23.45	17.55	15.25	13.40	11.50	9.75	8.20	6.60		5.70						
19	21.30		23.45	23.75	17.80	15.30	12.90	11.00	9.20	7.50		6.40						
20	21.80				23.00	17.00	14.00	11.80	10.00	8.10		6.90	5.60					
21	22.10				23.65	18.65	14.75	12.40	10.50	8.50		7.25	6.00					
22	22.60				23.65	23.70	16.10	13.40	11.25	10.00		7.80	6.50					
23	23.30					23.70	23.70	15.60	12.75	10.30		8.70	7.25					
24	24.00						23.70	23.60	14.30	11.70		9.70	8.10					
25	24.50								17.50	13.00		10.75	9.00	6.60				
26	24.80								23.50	14.00		11.50	9.70	7.40				
27	25.40									23.40		13.35	11.00	8.20				
28	26.20											23.80	13.70	9.95				
29	26.80												23.65	11.60	7.80			
30	27.70													23.60	9.00			
31	28.00														11.20			
32	28.50														12.25	9.50		
33	29.20														23.25	11.10		
34	29.90															22.70	11.40	
35	30.10																21.20	16.75

IPB University

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 4

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	14.50	15.40	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	25.50
0.00	0.00																		
0.80	0.90	0.00																	
2.00	1.25	1.00	0.00																
2.80	1.50	1.20	0.70	0.00															
4.60	1.95	1.60	1.00	0.50	0.00														
6.50	2.60	2.20	1.55	1.10	0.80	0.00													
8.80	3.30	2.80	2.25	1.70	1.35	1.00	0.00												
9.50	3.60	3.10	2.50	2.00	1.70	1.15	0.55	0.00											
11.50	4.85	4.25	3.35	2.80	2.50	1.80	1.00	0.70	0.00										
14.00	6.80	6.10	5.10	4.25	3.80	3.20	2.00	1.50	0.75	0.00									
16.00	8.20	7.20	6.10	5.30	4.60	3.80	2.75	2.20	1.40	0.80	0.00								
16.50	9.10	8.00	6.80	6.80	5.40	4.40	3.35	2.60	1.75	1.20									
20.00	14.80	13.25	11.50	10.50	9.50	8.25	6.85	6.00	4.75	4.15		3.20							
22.50	23.10	22.70	17.20	15.00	13.30	11.75	10.00	8.75	7.50	6.50		5.50	3.80						
22.70		23.35	17.70	15.50	13.80	12.05	10.20	9.00	7.60	6.75		5.75	4.30						
23.20			23.70	17.20	15.20	13.05	11.20	9.85	8.25	7.25		6.25	4.80						
24.00				23.70	17.90	14.65	12.50	11.00	8.25	8.20		7.15	5.60						
24.50					23.90	15.40	13.80	12.00	10.15	8.95		7.85	6.15						
25.10						24.00	15.75	13.25	11.30	10.00		8.75	7.00	5.25					
25.60							23.80	15.00	12.70	11.00		9.80	7.90	6.25					
26.30								23.85	14.60	12.50		11.00	9.00	7.30					
26.90									24.00	14.25		12.30	10.15	8.50	6.60				
27.50										24.30		14.40	11.45	10.00	8.40				
28.10												24.25	12.80	11.00	9.55				
28.70													24.10	12.85	11.10	8.00			
29.00												21.30		14.50	11.75	8.50			
29.30												19.55		24.00	13.20	9.70			
29.70													22.80		15.30	11.10	9.50		
30.00													19.00		23.80	12.35	12.10		
30.50														19.60		21.70	13.75	12.55	
30.70															18.20	22.65	20.25	18.25	16.80
31.00																20.10	21.30		
31.50																			
31.70																			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal no. 5

No	X \ Y	0.00	1.50	3.00	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	15.40	16.95	17.40	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.20	27.20
1	0.00	0.00																	
2	0.50	0.65	0.00																
3	1.30	1.10	0.75	0.00															
4	2.80	1.70	1.30	1.00	0.00														
5	5.90	2.70	2.40	2.00	1.30	0.90	0.00												
6	7.10	3.15	2.80	2.30	1.70	1.25	0.50	0.00											
7	8.60	4.15	3.50	3.00	2.25	1.85	1.10	0.70	0.00										
8	11.30	5.90	5.25	4.50	3.55	3.00	2.20	1.75	1.10	0.00									
9	13.30	6.80	6.40	5.85	4.90	4.20	3.35	3.00	2.35	1.35	0.00								
10	14.30	7.50	7.00	6.25	5.50	4.95	4.05	3.60	3.00	2.00	1.00	0.00							
11	15.00	8.00	7.50	6.80	5.75	5.30	4.40	3.95	3.25	2.30	1.40								
12	16.00	8.65	8.00	7.30	6.30	5.65	4.80	4.25	3.75	2.70									
13	16.20	8.80	8.20	7.40	7.10	5.75	5.00	4.40	3.80	3.00									
14	19.00	12.55	11.85	10.80	9.50	8.75	7.60	7.00	6.20	5.10									
15	20.30	14.25	13.20	12.20	10.80	10.00	8.75	8.00	7.20	6.15	4.80								
16	21.00	15.25	14.25	13.00	11.50	10.70	9.70	8.75	7.75	6.75	5.60								
17	22.00	17.75	16.25	14.60	13.00	12.00	10.75	9.80	9.00	7.75	6.60								
18	22.50	20.50	23.70	16.00	14.00	12.80	11.60	10.70	9.50	8.30	7.30		6.20						
19	22.80	23.75	23.70	23.75	14.50	13.10	12.00	11.00	10.00	8.50	7.50		6.25						
20	23.20	20.90	22.40	23.75	15.25	13.85	12.50	11.60	10.50	9.05	8.00		7.05						
21	23.50			23.00	23.75	14.70	13.20	12.20	11.00	9.50	8.40		7.40						
22	24.00			20.50	23.75	24.00	14.00	12.75	11.70	10.05	9.00		8.00						
23	24.50				22.25	24.00	23.75	14.00	12.70	10.80	9.60		8.75	7.40					
24	25.30					20.60	22.25	23.75	24.00	12.50	11.00		10.25	9.25					
25	25.90							21.50	23.20	24.40	12.10		11.20	10.20	8.25				
26	26.60								20.75	24.00	24.40		24.00	11.50	9.50				
27	27.10									21.25	23.25		24.00	24.25	11.20	9.50			
28	27.50									19.50	22.00		23.25	24.25	23.50	10.75			
29	28.20										18.40		19.40	22.00	23.50	23.00			
30	28.70													19.40	21.30	23.00	11.40	14.00	
31	29.50														17.25	19.30	22.25	20.30	
32	30.00																21.20	19.80	18.80
33	30.50																18.50	16.90	

Data hasil pengukuran bajak singkal no. 6

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.95	17.40	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.20	27.20
0.00	0.00																			
0.50	0.65	0.00																		
1.30	1.10	0.75	0.00																	
2.10	1.45	1.05	0.70	0.00																
2.80	1.70	1.30	1.00	0.50	0.00															
4.20	2.10	1.75	1.30	0.90	0.75	0.00														
5.90	2.70	2.40	2.00	1.50	1.30	0.90	0.00													
7.10	3.15	2.80	2.30	1.90	1.70	1.25	0.50	0.00												
8.60	4.15	3.50	3.00	2.50	2.25	1.85	1.10	0.70	0.00											
10.20	5.00	4.50	3.75	3.25	3.00	2.50	1.75	1.30	0.75	0.00										
11.30	5.90	5.25	4.50	3.85	3.55	3.00	2.20	1.75	1.10	0.95	0.00									
13.30	6.80	6.40	5.85	5.25	4.90	4.20	3.35	3.00	2.35	2.00	1.35	0.00								
14.30	7.50	7.00	6.25	5.75	5.50	4.95	4.05	3.60	3.00	2.60	2.00	1.00	0.00							
15.00	8.00	7.50	6.80	6.20	5.75	5.30	4.40	3.95	3.25	2.85	2.30	1.40								
16.00	8.65	8.00	7.30	6.75	6.30	5.65	4.80	4.25	3.75	3.35	2.70									
16.20	8.80	8.20	7.40	6.90	6.30	5.75	5.00	4.40	3.80	3.50	3.00									
17.70	11.00	10.25	9.30	8.75	8.20	7.40	6.35	5.95	5.20	4.90	4.20									
19.00	12.55	11.85	10.80	10.10	9.50	8.75	7.60	7.00	6.20	5.75	5.10									
20.30	14.25	13.20	12.20	11.40	10.80	10.00	8.75	8.00	7.20	6.70	6.15	4.80								
21.00	15.25	14.25	13.00	12.20	11.50	10.70	9.70	8.75	7.75	7.25	6.75	5.60								
22.00	17.75	16.25	14.60	13.80	13.00	12.00	10.75	9.80	9.00	8.30	7.75	6.60								
22.50	20.50	23.70	16.00	14.85	14.00	12.80	11.60	10.70	9.50	9.00	8.30	7.30		6.20						
22.80	23.75		23.75	15.30	14.50	13.10	12.00	11.00	10.00	9.20	8.50	7.50		6.25						
23.20		22.40		23.70	15.25	13.85	12.50	11.60	10.40	9.75	9.05	8.00		7.05						
23.50			23.00		23.75	14.70	13.20	12.20	11.00	10.60	9.50	8.40		7.40						
24.00			20.50	22.75		24.00	14.00	12.75	11.70	10.80	10.05	9.00		8.00						
24.50				20.20	22.25		23.75	14.00	12.70	11.75	10.80	9.60		8.75	7.40					
25.00					19.30	22.25		23.75	13.40	12.75	11.90	10.60		9.60	8.55					
25.30						20.60	22.25		24.00	13.50	12.50	11.00		10.25	9.25					
25.60							20.40	22.75		24.50	13.10	11.40		10.60	9.50					
25.90								21.50	23.20		24.40	12.10		11.20	10.20	8.25				
26.30								19.00	21.60	23.50		24.40		12.05	11.00	9.25				
26.60									20.75	22.75	24.00			24.00	11.50	9.50				
27.10										19.50	21.25	23.25			24.25	11.20	9.50			
27.50											19.50	22.00		23.25		23.50	10.75			
28.20												18.40		19.40	22.00		23.00	11.40		
28.70															19.40	21.30		22.25	13.00	
29.50																17.25	19.30	21.20	20.30	
30.00																		18.65	19.80	18.80
30.50																		16.90	16.90	

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal no.7

No	X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.00	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	25.00
1	0.00	0.00																	
2	0.50	0.50	0.00																
3	1.00	0.75	0.50	0.00															
4	1.50	1.00	0.70	0.35	0.00														
5	2.50	1.40	1.15	0.80	0.50														
6	3.00	1.45	1.25	1.00	0.70	0.00													
7	3.50	1.55	1.50	1.20	0.75	0.40													
8	4.00	1.80	1.70	1.25	1.00	0.60													
9	4.50	2.20	2.00	1.50	1.25	0.75	0.00												
10	5.50	2.70	2.40	2.00	1.70	1.20	0.50	0.00											
11	6.50	3.25	3.00	2.50	2.20	1.60	0.95	0.70	0.00										
12	8.00	4.30	4.00	3.50	3.25	2.35	0.75	1.40	0.80	0.00									
13	9.00	5.05	4.70	4.20	3.75	3.00	2.25	1.95	1.45	1.20	0.00								
14	10.00	6.00	5.50	5.00	4.40	3.70	3.00	2.75	2.00	1.80	1.10	0.00							
15	10.50	6.60	6.00	5.40	4.75	4.10	3.40	2.80	2.35	2.10	1.35								
16	11.50	7.70	7.00	6.25	5.75	4.80	4.20	3.75	3.00	2.75									
17	12.00	8.00	7.50	6.75	6.25	5.25	4.50	4.00	3.35	3.00									
18	12.50	8.75	8.20	7.30	6.80	5.75	5.00	4.50	3.75	3.50									
19	14.00	11.15	10.40	9.50	8.75	7.50	6.70	6.10	5.50	5.00	4.00								
20	15.50	13.50	12.80	11.50	10.60	9.05	8.20	7.50	6.80	6.29	5.50								
21	16.00	14.90	14.00	12.50	11.50	9.60	8.80	8.50	7.40	6.75	6.00								
22	16.50	15.50	16.25	14.60	13.05	11.05	10.00	9.05	8.30	7.75	7.00		5.60						
23	17.00	19.25	19.50	17.35	15.10	12.50	11.25	10.25	9.25	8.50	7.85		6.60						
24	17.50			20.20	19.25	14.35	12.80	11.55	10.50	9.75	8.90		7.60	6.35					
25	18.00					17.90	14.75	13.00	11.75	10.75	9.90		8.80	7.50					
26	18.50					21.05	19.00	14.70	12.75	11.80	10.70		9.70	8.25					
27	19.30							21.25	21.00	14.20	12.40		11.00	9.80	8.00				
28	20.00									21.75	21.70		13.00	11.25	9.90				
29	20.30												14.20	12.00	10.30				
30	20.70												21.60	14.00	11.75				
31	21.00													21.30	13.00	9.50			
32	21.50														21.10	11.80			
33	22.00															20.25	11.00		
34	22.30																19.35		
35	23.00																	14.00	16.00
36	23.00																	17.50	

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal no. 8

No	X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	25.00
1	0.00	0.00																	
2	0.50	0.50	0.00																
3	1.00	0.75	0.50	0.00															
4	1.50	1.00	0.70	0.40	0.00														
5	2.50	1.25	1.00	0.75	0.30	0.00													
6	3.50	1.50	1.25	1.00	0.60	0.50	0.00												
7	5.00	2.05	1.75	1.30	1.00	0.90	0.70	0.00											
8	6.00	2.25	1.90	1.75	1.30	1.20	0.90	0.35	0.00										
9	7.50	2.80	2.50	2.25	1.80	1.70	1.35	0.80	0.50	0.00									
10	9.00	3.50	3.05	2.80	2.40	2.25	1.90	1.25	1.05	0.60	0.00								
11	10.00	4.25	3.75	3.25	2.80	2.65	2.25	1.75	1.40	1.00	0.80	0.00							
12	11.50	5.00	4.50	4.00	3.45	3.25	2.90	2.25	1.95	1.50	1.40	0.85	0.00						
13	13.50	6.00	5.70	5.20	4.70	4.30	3.80	3.10	2.75	2.40	2.25	1.75	1.20	0.00					
14	15.00	7.00	6.75	6.20	5.55	5.10	4.70	3.95	3.40	3.00	2.85	2.30	1.60						
15	16.00	8.05	7.70	7.00	6.30	5.95	5.25	4.50	4.10	3.50	3.25	2.70							
16	16.50	9.00	8.25	7.60	6.75	6.40	5.75	4.80	4.30	3.75	3.60								
17	18.50	12.50	11.70	10.50	9.40	8.70	7.95	6.85	6.20	5.50	5.00								
18	20.00	16.00	14.75	13.25	11.75	10.70	9.50	8.35	7.70	6.85	6.25	5.00							
19	21.00	20.10	18.00	15.75	13.50	12.25	11.00	9.75	8.75	7.95	7.25	6.10							
20	22.70			21.00	21.00	18.40	14.50	12.90	11.40	10.15	9.35	8.25	6.50						
21	23.00				21.10	21.30	16.00	13.75	12.00	10.75	9.90	8.75	7.00						
22	23.80						21.70	16.75	14.00	12.30	11.20	9.90	8.40						
23	24.30							21.75	16.50	13.75	12.50	10.80	9.40	7.30					
24	24.80								21.85	16.00	14.00	12.00	10.50	8.30					
25	25.70										22.00	15.25	12.80	10.70	8.25				
26	26.50												21.60	13.50	11.20				
27	27.00													21.50	13.25	9.00			
28	27.50														21.00	11.00			
29	28.10															20.25			
30	28.50																10.40		
31	29.00																19.50		
32	29.50																	12.75	
33	30.00																	17.75	14.25

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No.9

No	X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.30	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	23.80
1	0.00	0.00																	
2	1.50	0.75	0.00																
3	3.50	0.80	0.65	0.00															
4	6.00	1.05	0.85	0.70	0.00														
5	8.00	1.30	1.15	0.95	0.60	0.00													
6	10.00	1.70	1.50	1.25	0.85	0.80	0.00												
7	12.50	2.25	2.05	1.75	1.35	1.25	1.00	0.00											
8	14.50	3.00	2.70	2.25	1.90	1.80	1.50	1.00	0.00										
9	16.50	3.80	3.35	3.00	2.50	2.35	2.10	1.60	1.40	0.00									
10	17.50	4.75	4.30	3.80	3.20	3.00	2.75	2.25	2.00	1.75	0.00								
11	18.50	5.20	4.80	4.25	3.70	3.50	3.20	2.70	2.40	2.10	2.00								
12	19.50	6.25	5.50	5.10	4.35	4.20	3.75	3.10	2.90	2.70	2.60	1.35							
13	20.50	7.40	6.35	5.50	5.10	4.80	4.20	3.75	3.50	3.10	3.05	2.75	2.50						
14	21.50	8.95	7.70	6.80	5.90	5.25	5.00	4.25	4.00	3.70	3.60	3.25							
15	22.50	10.80	9.20	8.20	7.00	6.50	5.50	4.95	4.65	4.20	4.20								
16	23.00	15.50	20.60	9.00	7.75	7.05	6.20	5.00	4.95	4.50	4.30								
17	23.50	14.70	19.75	20.70	8.75	7.75	6.85	5.80	5.00	4.90	4.50	4.20							
18	24.50		18.75	18.70	20.80	9.30	8.20	7.00	6.30	5.50	5.25	4.90							
19	25.00			15.00	19.25	21.10	8.75	7.75	7.00	6.25	5.75	5.35		5.00					
20	25.70				15.80	19.25	21.40	9.20	8.05	7.25	6.75	6.20		5.60					
21	26.40					15.50	20.10	21.40	9.20	8.25	7.70	7.00		6.40					
22	27.00						16.40	20.25	21.60	9.25	8.60	7.80		7.05	6.50				
23	27.70							16.00	20.50	21.75	9.90	8.80		7.90	7.20				
24	28.50								16.00	19.40	22.40	10.25		9.10	8.25	7.60			
25	29.00									16.25	20.50	22.30		10.00	9.00	8.50			
26	29.70										16.75	20.50		22.20	10.40	9.70			
27	30.30											17.50		20.80	22.00	10.75	9.00		
28	31.00													16.80	20.20	12.20	10.50		
29	31.30														18.00	21.75	11.40		
30	31.80															19.50	12.50	10.70	
31	32.30															17.00	20.30	11.75	
32	33.00																17.00	13.75	
33	33.50																	18.75	15.25

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 10

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.00	13.80	15.40	16.00	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	25.30
0.00	0.00																			
1.00	0.75																			
1.50	0.95	0.00																		
2.50	1.15	0.70																		
3.50	1.40	1.00	0.00																	
4.50	1.55	1.20	0.70																	
5.50	1.75	1.35	0.90	0.00																
6.50	2.00	1.60	1.15	0.50																
7.00	2.10	1.70	1.25	0.60	0.00															
8.00	2.25	1.95	1.45	0.85	0.50															
9.00	2.60	2.20	1.75	1.20	0.80	0.00														
10.00	3.00	2.60	2.16	1.55	1.20	0.75														
11.00	3.25	2.95	2.45	1.90	1.60	1.00														
11.50	3.40	3.05	2.60	2.00	1.75	1.20	0.00													
12.50	4.00	3.50	3.10	2.50	2.20	1.70	0.75													
13.00	4.25	3.95	3.40	2.85	2.50	2.00	1.05	0.00												
14.00	4.90	4.60	4.00	3.40	3.05	2.50	1.60	1.00												
15.00	5.35	5.00	4.50	3.95	3.55	3.00	2.00	1.50	0.70											
16.00	6.00	5.50	5.10	4.40	4.00	3.40	2.50	1.90	1.00											
17.00	6.80	6.35	5.80	5.20	5.50	4.25	3.35	2.75	1.90		1.35									
18.00	7.60	6.75	6.50	5.90	5.60	5.00	4.15	3.60	2.75		2.30	1.20								
18.80	8.20	7.50	7.00	6.40	6.00	5.40	4.60	4.00	3.25		2.75	1.75	1.50							
19.30	8.50	7.75	7.20	6.50	6.20	5.60	4.75	4.25	3.55		3.00	2.00								
20.00	9.25	8.40	7.60	6.90	6.10	6.00	5.25	4.70	4.00		3.60									
20.50	9.75	8.90	8.15	7.25	6.75	6.25	5.50	4.95	4.25		3.90									
21.00	10.10	9.35	8.50	7.50	7.00	6.50	5.75	5.25	4.60	4.00										
22.00	11.00	10.20	9.40	8.50	7.75	7.00	6.20	5.75	5.00		4.75									
23.00	12.15	11.25	10.40	9.50	8.75	8.00	7.00	6.50	5.80		5.50									
24.00	13.20	12.00	11.35	10.40	9.70	8.85	7.90	7.25	6.60		6.25	5.55								
25.00	14.95	14.20	13.20	12.00	11.35	10.50	9.35	8.60	7.95		7.60	6.90								
25.50	16.00	15.00	14.10	12.95	12.05	11.15	10.00	9.20	8.40		8.05	7.40		6.60						
26.50	19.25	18.00	16.30	14.80	14.00	12.90	11.75	10.75	9.90		9.35	8.75		7.95						
26.80	20.40	19.00	17.30	15.50	14.75	13.50	12.40	11.40	10.40		9.90	9.20		8.40	7.50					
27.30		20.75	19.15	16.90	15.95	14.55	13.30	12.20	11.35		10.75	9.95		9.00	8.25					
27.80			21.15	19.00	17.40	15.90	14.30	13.25	12.35		11.70	10.75		9.75	9.00	8.40				
28.20				21.20	19.80	17.15	15.55	14.10	13.10		12.50	11.50		10.50	9.50	9.10				
28.50					21.50	18.70	16.70	15.00	13.75		13.20	12.00		11.00	10.00	9.50				
29.20						21.75	20.40	17.50	15.60		14.80	13.60		12.40	11.40	10.75	9.40			
29.60							21.75	20.20	17.20		16.20	14.50		13.20	12.20	11.50	10.20			
30.00								21.85	20.40		18.25	15.90		14.25	13.25	12.35	11.25	10.50		
30.40									22.00		21.20	17.80		15.70	14.50	13.35	12.40	11.50		
30.70											22.30	20.60		17.50	15.75	14.75	13.30	12.60		
31.00												22.20		19.90	17.75	15.75	14.25	13.40		
31.20														21.50	18.90	16.75	14.95	14.20	12.60	
31.40														22.00	20.80	18.25	16.15	15.00	13.60	
31.60															21.75	19.60	16.95	15.60	14.20	
32.00																21.35	19.15	17.40	15.95	
32.40																	20.30	18.70	17.20	15.70
32.80																		19.70	18.00	
33.20																			18.35	

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 11

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.95	17.30	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65
0.00	0.00																	
1.00	0.90	0.00																
2.00	1.00	0.70	0.00															
3.00	1.20	0.85	0.50															
3.50	1.20	0.90	0.60	0.00														
4.50	1.30	1.05	0.70	0.25														
5.00	1.40	1.15	0.80	0.40	0.00													
6.00	1.65	1.30	1.05	0.65	0.50													
7.00	2.00	1.65	1.25	0.85	0.75	0.00												
8.00	2.25	1.95	1.50	1.00	0.95	0.65												
9.00	2.65	2.25	1.80	1.25	1.15	0.85	0.00											
10.00	3.00	2.55	2.10	1.55	1.35	1.00	0.40											
10.50	3.25	2.75	2.25	1.70	1.45	1.05	0.50	0.00										
11.50	3.70	3.05	2.50	1.95	1.70	1.25	0.70	0.40										
12.50	4.15	3.50	3.00	2.25	1.95	1.50	0.90	0.60	0.00									
13.50	4.70	4.00	3.35	2.75	2.25	1.80	1.10	0.75	0.25									
14.50	5.15	4.40	3.75	3.00	2.55	2.00	1.25	1.00	0.45	0.00								
15.50	5.70	4.75	4.05	3.30	2.80	2.25	1.50	1.10	0.60	0.45								
16.50	6.50	5.75	5.00	4.10	3.50	2.85	2.00	1.50	0.85	0.75	0.00							
17.50	8.00	6.90	5.80	5.00	4.30	3.55	2.60	2.00	1.40	1.20	0.60							
18.00	8.40	7.30	6.20	5.30	4.70	3.90	2.90	2.25	1.55	1.35	0.75	0.00						
19.00	9.50	8.25	7.10	6.00	5.20	4.30	3.30	2.70	1.85	1.65	0.95	0.40	0.00					
19.80	10.50	9.15	8.00	6.80	5.75	4.80	3.80	3.10	2.20	1.95	1.15							
20.50	11.50	10.15	8.80	7.75	6.50	5.35	4.20	3.55	2.60	2.20								
21.00	12.75	10.75	9.40	8.00	7.00	5.90	4.50	3.90	2.80	2.40								
21.50	13.00	11.50	10.00	8.60	7.60	6.25	4.80	4.05	3.05									
22.50	15.00	13.40	11.75	10.25	9.00	7.50	6.05	5.00	3.80									
23.00	16.50	14.50	12.70	11.00	9.60	8.10	6.55	5.50	4.25	3.75								
24.00	20.30	17.20	14.70	12.60	11.20	9.55	7.75	6.50	5.20	4.50								
24.30	21.70	18.00	15.50	13.40	12.10	10.00	8.20	6.85	5.50	4.75								
24.80		21.75	17.25	14.75	13.10	11.05	9.00	7.50	6.00	5.25								
25.20			21.25	16.05	14.00	12.00	9.85	8.20	6.70	5.80	4.50							
25.50			22.10	17.00	14.90	12.60	10.30	8.70	6.90	6.20	4.85							
26.00				22.05	17.15	14.00	11.60	9.70	7.90	6.80	5.50							
26.50					22.25	15.00	12.80	10.60	8.60	7.50	6.00							
27.00						21.50	14.25	11.75	9.60	8.35	6.80	5.40						
27.30						22.40	15.40	12.70	10.25	8.80	7.20	5.80						
27.80							22.20	14.25	11.40	9.90	8.10	6.40						
28.50								22.20	13.70	11.40	9.40	7.50						
29.00									22.00	13.25	10.70	8.60		6.50				
29.70										22.20	12.75	10.00		7.50				
30.30											21.85	11.85		9.20				
30.60												13.20		10.00	7.50			
31.00												21.45		11.25	9.00			
31.50														20.90	11.00			
32.30															20.20	8.60		
33.10																19.00		
33.60																	10.20	
34.10																	17.75	
34.70																		14.20

IPB University

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 12

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	14.60	15.40	16.95	18.45	19.20	20.00	21.55	23.10	24.65	25.90
0.00	0.00																			
1.00	0.45	0.00																		
2.30	0.70	0.50	0.00																	
3.40	0.80	0.70	0.60	0.00																
4.70	1.00	0.90	0.75	0.45	0.00															
6.10	1.30	1.15	1.00	0.70	0.60	0.00														
7.60	1.70	1.55	1.25	0.95	0.85	0.70	0.00													
8.90	2.00	1.85	1.50	1.25	1.10	0.80	0.35	0.00												
10.40	2.45	2.25	2.00	1.60	1.45	1.20	0.70	0.40	0.00											
12.00	3.00	2.80	2.50	2.00	1.80	1.55	1.00	0.70	0.30	0.00										
13.50	3.75	3.35	3.05	2.50	2.25	2.00	1.25	1.00	0.65	0.50		0.00								
14.50	4.25	3.75	3.35	2.90	2.55	2.25	1.55	1.25	0.75	0.70		0.30								
16.00	5.00	4.40	4.00	3.00	3.00	2.70	2.00	1.50	1.00	1.00		0.60	0.00							
17.50	6.05	5.40	4.90	4.20	3.75	3.30	2.50	2.15	1.60	1.50		1.00	0.60	0.00						
18.50	6.90	6.25	5.50	4.85	4.25	7.75	3.00	2.50	2.00	1.80		1.20	0.80	0.45	0.00					
19.00	7.40	6.75	6.10	5.25	4.70	4.10	3.30	2.85	2.15	2.00		1.35	0.90	0.50						
20.50	8.65	7.90	7.20	6.40	5.70	4.85	4.00	3.40	2.70	2.40		1.80	1.20							
20.20	9.40	8.75	8.00	7.00	6.25	5.50	4.45	3.80	3.00	2.75		2.00								
22.00	10.50	9.60	8.75	7.80	7.00	6.20	5.00	4.30	3.50	3.10	2.95									
23.50	12.75	11.50	10.50	9.35	8.40	7.50	6.25	5.50	4.30	4.00		3.20								
24.50	15.25	13.75	12.20	10.85	9.70	8.75	7.50	6.50	5.50	4.80		3.95								
26.00	20.20	20.25	16.00	14.00	12.25	11.00	9.50	8.30	7.00	6.30		5.20	4.00							
26.50			20.70	15.75	13.80	12.40	10.60	9.20	7.90	7.10		5.85	4.80							
27.30				20.75	16.30	14.00	12.00	10.40	8.90	8.00		6.75	5.60							
27.80					21.00	15.40	13.25	11.50	9.75	8.75		7.50	6.00							
28.30						17.50	14.50	12.50	10.50	9.50		8.10	6.60	5.25						
28.60						21.30	15.75	13.25	11.25	10.05		8.70	7.20	5.50						
29.20							21.30	15.25	12.75	11.25		9.70	8.05	6.30						
29.90								21.50	15.00	13.20		11.00	9.25	7.50		6.00				
30.50									21.60	15.90		12.90	10.60	8.30		7.00				
31.20										21.95		15.50	12.40	10.00		8.00				
31.80												21.80	14.80	11.75		9.30				
32.80													21.80	14.25		11.50	7.70			
33.20														21.50		13.70	9.00			
34.00																21.25	11.75			
34.40																	19.00	9.40		
34.70																	20.50	12.40		
35.30																		19.85		
35.80																			11.70	
36.00																			18.90	
36.80																				15.35

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 13

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.00	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10
0.00	0.00																
0.40	0.70	0.00															
1.35	0.95	0.70	0.00														
2.60	1.25	1.00	0.70	0.00													
3.00	1.35	1.05	0.75	0.50													
3.50	1.50	1.20	1.00	0.65	0.00												
6.20	2.40	2.20	1.35	1.55	1.45	1.00											
8.30	3.50	3.25	2.95	2.55	2.50	2.20	1.70										
9.80	4.25	4.00	3.60	3.25	3.20	3.05	2.60	2.35									
11.80	5.50	5.25	4.75	4.30	4.25	4.10	3.70	3.50	3.25								
13.60	6.80	6.90	6.45	6.00	5.75	5.40	4.90	4.75	4.55	4.30							
14.10	7.00	6.75	6.75	6.25	6.05	5.55	5.05	5.00	4.80	4.75							
14.80	7.80	7.20	6.90	6.95	6.70	6.20	5.60	5.45	5.00	5.00							
15.50	8.30	7.65	7.10	6.85	7.05	6.50	5.80	5.65	5.50	5.30	5.00						
16.30	9.75	8.70	8.00	7.45	7.05	7.25	6.70	6.40	6.10	5.90	5.70	5.40					
16.50	20.50	10.00	8.80	8.25	7.95	7.25	7.30	7.00	6.70	6.50	6.00						
16.85	18.75	20.95	9.70	9.00	8.50	8.00	7.45	7.50	7.10	6.90	5.90						
17.20	14.80	20.10	10.65	9.50	9.10	8.35	7.70	7.20	7.25	7.00	6.20						
17.50		18.30	21.45	10.00	9.40	8.75	7.95	7.40	7.55	6.60	6.40						
17.80		15.50	19.55	21.60	9.85	9.55	8.75	8.00	7.55	7.00	6.75						
18.00			17.20	20.75	22.00	10.20	9.20	8.45	7.55	7.25	7.00						
18.20				18.95	21.00	22.40	9.80	9.00	8.25	7.75	7.50		7.00				
18.80				14.95	16.00	21.55	22.70	9.85	8.95	8.45	8.00		7.35				
19.30					14.60	19.70	22.00	23.00	9.55	9.00	8.50		7.70				
19.80						15.80	20.10	22.60	23.25	9.50	9.00		8.00				
20.30							15.50	20.85	22.70	23.95	9.70		8.60	8.00			
20.70								17.75	21.25	23.10	24.00		9.30	8.50			
21.00								15.50	19.20	22.10	23.30		23.80	9.10			
21.40									18.00	20.00	22.20		23.40	23.80			
21.70										17.75	20.50		22.80	23.50	9.60		
21.90											18.50		22.00	22.75	23.50		
22.20											16.90		20.80	22.35	23.25		
22.40													19.40	21.50	22.80	10.60	
22.70													18.00	20.00	22.25	22.30	
23.20														17.75	21.25	22.00	
23.50															19.20	21.50	
23.80															17.25	20.75	
24.10																19.00	
24.70																	15.35

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 14

X/Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.95	17.40	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	25.20
0.00	0.00																		
1.00	0.70	0.00																	
2.50	1.10	0.80	0.00																
3.70	1.25	1.00	0.75	0.00															
5.30	1.65	1.35	1.05	0.50	0.00														
6.50	2.00	1.70	1.30	0.80	0.50														
7.00	2.15	1.80	1.45	0.95	0.70	0.00													
8.00	2.35	2.05	1.70	1.20	0.90	0.60													
8.90	2.70	2.25	1.95	1.40	1.15	0.85	0.00												
10.40	3.20	2.70	2.25	1.75	1.50	1.25	0.65	0.00											
11.60	3.75	3.20	2.70	2.10	1.90	1.60	0.90	0.50											
12.50	4.20	3.50	3.00	2.50	2.05	1.75	1.05	0.75	0.00										
14.00	5.00	4.25	3.70	3.05	2.70	2.25	1.60	1.25	0.70	0.00									
15.50	5.40	4.75	4.05	3.50	3.00	2.60	1.90	1.55	1.00	0.75									
16.00	6.00	5.25	4.60	4.00	3.50	3.10	2.25	1.90	1.30	1.15									
17.00	6.70	6.00	5.35	4.50	4.25	3.80	3.00	2.50	1.80	1.75	0.00								
17.50	7.25	6.60	6.00	5.20	4.80	4.25	3.50	3.00	2.20	2.05	1.10	0.00							
18.30	7.75	7.20	6.50	5.90	5.30	4.75	3.85	3.40	2.65	2.40	1.45	0.90							
18.60	8.15	7.40	6.75	6.00	5.60	5.00	4.00	3.55	2.80	2.50	1.80	1.20	1.00						
19.50	8.50	7.90	7.00	6.25	5.75	5.30	4.50	4.00	3.25	2.90	1.90	1.30							
20.50	9.40	8.60	7.95	7.20	6.30	5.75	4.90	4.50	3.70	3.20	2.10								
22.00	10.80	10.00	9.25	8.30	7.50	6.90	5.90	5.25	4.40	4.10									
23.50	13.00	11.80	10.75	9.90	8.75	8.00	7.00	6.20	5.30	5.00									
24.00	13.75	12.50	11.35	10.25	9.25	8.50	7.35	6.70	5.80	5.30									
24.50	15.40	13.90	12.35	11.00	10.00	9.25	8.10	7.30	6.35	5.95	5.10								
25.00	17.00	15.00	13.40	11.80	10.70	9.90	8.70	7.80	6.80	6.30	5.75								
25.50	19.50	17.25	14.40	12.75	11.35	10.50	9.25	8.25	7.30	6.80	6.00								
25.90		19.95	15.50	13.50	11.75	11.15	9.80	8.75	7.75	7.20	6.70								
26.40			20.35	15.00	13.25	12.00	10.50	9.40	8.30	7.75	7.25								
26.90				20.60	15.00	13.25	11.50	10.25	9.00	8.30	7.60	6.00							
27.20					17.00	14.00	12.20	10.75	9.50	8.70	7.90	6.40							
27.40					20.90	14.70	12.50	11.00	9.90	9.00	8.30	6.80							
27.80						21.20	13.50	11.75	10.30	9.50	9.00	7.60							
28.30							21.15	13.00	11.40	10.40	10.20	8.60		6.75					
28.80								21.25	12.70	11.60	12.00	9.30		7.25					
29.20								21.30	21.25	12.75	12.05	10.30		8.25					
29.60								18.30	20.75	21.50	21.25	11.10		9.00					
30.00									18.90	21.60	21.35	21.00		10.30	7.50				
30.50										18.75	19.35	21.50		11.00	8.60				
30.80											18.00	20.80		20.70	9.20				
31.00												19.50		21.00	10.20				
31.30												17.30		19.40	20.00				
31.60														18.50	20.50	8.75			
31.80														17.00	19.60	19.40			
32.20															18.40	20.00			
32.50															16.80	18.70	19.00		
32.80															16.00	18.00	18.90		
33.00																16.00	18.30		
33.50																	17.30	17.00	
33.70																	15.50	16.00	
34.00																		14.00	14.65
34.50																			

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 15

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.00
0.00	0.00																	
1.00	0.35	0.00																
2.00	0.50	0.45	0.00															
3.00	0.65	0.50	0.40	0.00														
4.20	0.80	0.70	0.60	0.30	0.00													
5.40	1.00	0.80	0.75	0.45	0.45	0.00												
6.90	1.25	1.10	1.00	0.70	0.70	0.70	0.00											
8.00	1.50	1.35	1.25	0.95	0.95	0.95	0.55	0.00										
9.00	1.90	1.75	1.50	1.25	1.25	1.25	0.90	0.80	0.40									
10.00	2.25	2.20	2.00	1.70	1.70	1.55	1.25	1.25	0.95	0.90								
11.50	3.00	2.95	2.75	2.40	2.30	2.20	1.90	1.75	1.65	1.65	1.20							
12.80	4.00	3.95	3.60	3.25	3.15	3.00	2.55	2.50	2.25	2.25	2.00	1.50						
14.50	5.20	5.00	4.75	4.30	4.20	4.10	3.75	3.60	3.25	3.25	3.05	2.60	2.00					
15.50	6.25	6.00	5.65	5.30	5.00	4.85	4.40	4.25	4.00	4.00	3.75	3.20						
16.50	7.70	7.25	7.00	6.60	6.30	6.00	5.20	5.20	4.80	4.80	4.50							
17.00	8.75	8.25	8.00	7.50	7.30	6.90	6.30	6.00	5.75	5.60	5.15							
17.50	10.00	9.65	9.05	8.40	8.25	8.00	7.25	6.90	6.50	6.50	6.00							
18.00	11.25	10.25	9.75	9.00	8.75	8.50	7.75	7.30	6.90	6.85	6.50	6.00						
18.50	12.50	11.50	10.75	10.00	9.70	9.25	8.50	8.00	7.50	7.50	7.10	6.75						
19.00	14.00	12.50	11.75	10.90	10.20	10.00	9.00	8.50	8.25	8.00	7.70	7.20						
19.30	21.00	13.00	12.25	11.10	10.70	10.25	9.70	8.95	8.50	8.30	7.90	7.50						
19.60		14.00	13.00	11.75	11.20	10.85	10.00	9.40	9.00	8.75	8.30	7.90						
20.00	20.00	21.60	14.00	12.75	11.90	11.30	10.75	10.00	9.40	9.25	8.90	8.40	8.00					
20.30	17.60		15.00	13.50	12.50	12.00	11.00	10.50	9.80	9.75	9.25	8.80	8.35					
20.60		19.17	22.25	14.40	13.25	12.70	11.80	11.00	10.50	10.10	9.75	9.20	8.75					
21.00		18.00		15.90	14.50	13.70	12.50	11.85	11.20	10.90	10.35	9.85	9.30					
21.30			21.50	22.75	15.75	14.50	13.40	12.40	11.80	11.50	10.90	10.40	9.80	9.25				
21.60			19.25		17.70	15.60	14.15	13.00	12.40	12.00	11.40	10.80	10.25	9.85				
22.00					23.35	17.50	15.60	14.15	13.40	12.90	12.25	11.60	11.00	10.35				
22.30						19.75	16.70	14.75	14.00	13.40	12.75	12.00	11.35	10.75				
22.80						23.95	19.70	16.75	15.30	14.60	13.75	12.90	12.15	11.60				
23.10							22.50	18.30	16.50	15.50	14.40	13.55	12.75	12.00				
23.40							24.20	20.25	17.50	16.50	15.15	14.25	13.60	12.75	11.35			
23.70								22.70	18.75	17.60	16.00	14.95	14.00	13.25	12.00			
24.00								24.50	21.30	19.20	17.00	15.90	15.00	14.00	12.60			
24.30									23.85	21.00	18.00	16.65	15.60	14.70	13.05			
24.60									24.95	23.00	19.40	17.80	16.50	15.50	13.80			
25.00										25.50	22.50	19.60	18.10	16.75	15.15	13.70		
25.25											25.65	22.60	19.90	18.25	16.70	15.15		
26.00												25.75	23.20	20.25	18.20	16.50	15.40	
26.50													25.75	22.90	19.75	17.75	16.35	
27.00														25.50	22.40	19.75	17.80	
27.50															25.00	22.80	20.10	
28.00																24.25	23.00	20.00

ampiran 2. (lanjutan)

ata hasil pengukuran bajak singkal No. 16

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	14.70	15.40	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	23.90
0.00	0.00																	
1.50	0.55	0.00																
4.30	1.15	0.75	0.00															
6.70	1.55	1.20	0.75	0.00														
8.00	1.90	1.50	1.05	0.40														
9.50	2.15	1.75	1.35	0.75	0.00													
10.50	2.35	2.00	1.50	1.00	0.65													
11.90	2.75	2.25	1.85	1.25	1.00	0.00												
13.00	3.00	2.50	2.00	1.55	1.25	0.75												
14.20	3.30	2.80	2.25	1.75	1.50	1.00	0.00											
15.50	3.50	3.00	2.50	1.95	1.70	1.25	0.25											
16.80	4.50	3.75	3.10	2.50	2.15	1.80	0.95	0.00										
18.00	5.60	4.80	4.00	3.15	2.70	2.25	1.50	1.00										
18.50	5.75	5.00	4.15	3.25	2.75	2.30	1.60	1.10	0.00									
19.50	6.20	5.45	4.55	3.70	3.10	2.55	1.80	1.35	0.30									
21.00	7.10	6.20	5.35	4.60	3.80	3.20	2.20	1.75	0.80	0.00								
22.20	8.10	7.10	6.00	5.15	4.50	3.75	2.70	2.05	1.25	0.75	0.00							
23.20	9.05	8.00	6.90	5.75	5.00	4.30	3.30	2.50	1.50	1.20								
24.00	10.00	8.90	7.70	6.70	5.60	4.95	3.75	2.95	2.00									
25.50	12.00	10.50	9.25	8.00	7.00	6.00	4.75	3.90	2.75									
27.00	14.35	12.60	11.00	9.70	8.35	7.35	6.00	5.00	3.75									
27.60	15.75	13.70	12.00	10.50	9.10	8.00	6.50	5.50	4.20	3.80								
28.00	16.90	14.50	12.70	10.90	9.65	8.50	6.80	5.90	4.70	4.10								
28.50	19.20	15.75	13.50	11.50	10.05	9.05	7.30	6.40	5.00	4.50								
29.00	23.70	17.25	14.80	12.60	10.90	9.75	8.00	6.90	5.70	5.00								
29.40		23.80	15.75	13.40	11.50	10.25	8.35	7.25	6.00	5.20								
29.80		23.60	24.20	14.00	12.20	11.00	9.05	7.75	6.35	5.75								
30.30		20.50	24.20	24.20	13.50	11.90	9.90	8.40	7.00	6.25		5.00						
30.60			22.75	24.20	24.50	17.75	10.50	9.00	7.50	6.75		5.35						
31.10				22.50	24.50	24.75	11.75	10.10	8.25	7.60		6.00						
31.50				20.35	23.10	24.75	24.70	10.90	9.00	8.15		6.50						
32.00					20.60	23.90	24.70	24.75	9.80	8.90		7.10						
32.40						22.70	24.20	24.75	24.75	9.50		7.75	6.00					
32.80						20.25	23.10	24.50	25.00	12.50		8.50	6.60					
33.00							22.00	24.00	25.00	25.50		8.70	7.00					
33.50							20.00	23.00	24.40	25.25		25.40	7.50					
33.80							18.50	22.10	23.75	25.10		25.50	7.60					
34.00								21.00	23.00	24.70		25.40	25.40					
34.30								18.25	22.00	23.80		25.00	25.50	7.00				
34.50									21.10	23.20		24.50	25.40	25.00				
35.00									18.70	21.50		23.25	24.60	25.50				
35.30										20.00		22.50	23.90	24.60				
35.50										18.50		22.00	23.50	24.25				
35.70										17.90		21.10	23.00	24.00				
36.00												19.70	22.30	23.30	24.25			
36.30												18.00	21.20	22.75	23.90			
36.50													20.00	22.00	23.50			
36.80													18.80	21.00	22.80			
37.00														20.25	22.30	22.90		
37.30														18.50	21.40	22.40		
37.60														17.00	20.50	21.90		
38.00															19.40	21.00	21.10	
38.30															17.70	20.00	20.90	
38.80																18.00	20.50	
39.00																16.40	19.75	
39.50																	18.10	
40.00																	13.10	16.25

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 17

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.40	13.80	15.40	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.00
0.00	0.00																		
0.50	0.65	0.00																	
2.00	1.20	0.75	0.00																
4.00	1.95	1.50	0.90	0.00															
6.00	2.80	2.20	1.50	0.80	0.00														
8.00	3.90	3.00	2.30	1.50	1.00	0.00													
11.00	5.50	4.70	3.70	2.70	1.90	1.15	0.00												
13.00	7.20	6.10	5.25	4.10	3.25	2.30	1.10	0.40											
15.00	9.00	7.75	6.50	5.30	4.50	3.50	2.10	1.35	0.30										
16.50	11.20	9.70	8.20	6.85	5.55	4.50	3.30	2.35	1.10	0.75									
17.00	12.50	10.70	9.05	7.70	6.40	5.25	3.90	2.95	1.25										
17.50	14.00	11.70	9.80	8.40	7.00	5.85	4.40	3.50	2.00										
18.00	15.65	13.00	11.00	9.25	7.80	6.50	5.00	3.90	2.40										
18.50	17.00	14.00	11.75	9.80	8.40	7.00	5.35	4.25	2.70										
19.00	18.40	14.75	12.20	10.25	8.70	7.35	5.70	4.50	3.10										
19.30	21.25	16.00	12.90	10.80	9.20	7.70	6.00	4.80	3.25										
19.50	22.25	16.25	13.30	11.00	9.35	8.00	6.25	5.00	3.55										
19.80		19.00	14.40	11.70	9.75	8.40	6.60	5.35	3.75										
20.00		20.75	15.00	12.15	10.00	8.75	6.80	5.60	4.00										
20.30		22.25	16.25	13.00	10.60	9.05	7.10	5.90	4.25		3.00								
20.70			18.30	14.00	11.25	9.70	7.75	6.35	4.70		3.40								
21.00			22.40	15.00	12.00	10.25	8.25	6.60	4.90		3.80								
21.30				15.75	12.50	10.70	8.50	7.00	5.30		4.20								
21.70				18.00	13.50	11.50	9.00	7.50	6.00		4.75								
22.00				22.35	15.05	12.40	9.90	8.00	6.40		5.35								
22.60					22.25	14.05	11.25	9.10	7.20		6.25								
23.00						15.50	12.00	9.60	7.75		6.70								
23.50						22.40	13.80	10.95	8.60		7.55	4.40							
23.90							15.50	12.00	9.35		8.20	6.00							
24.30							22.25	13.40	10.40		9.00	6.80							
24.60								15.50	11.60		9.90	7.75							
25.00								22.30	13.25		11.00	8.60	5.60						
25.40									15.75		12.60	9.75	7.40						
25.70									22.30		14.00	10.50	8.20						
26.10											16.10	11.75	9.20						
26.50											22.60	13.50	10.50	6.60					
27.00												16.75	12.20	9.00					
27.20												22.50	14.00	11.00					
27.60													15.60	12.00	7.50				
28.00													22.50	13.75	10.70				
28.50														17.50	12.70				
28.80														22.25	14.00				
29.10															15.70	8.40			
29.50															21.90	12.10			
30.00																16.00			
30.30																17.00	9.50		
30.50																21.05	12.75		
31.00																	16.60		
31.30																	20.25	11.35	
31.60																		15.40	
32.00																		18.90	
32.50																			15.00

Lampiran 2. (lanjutan)

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 18

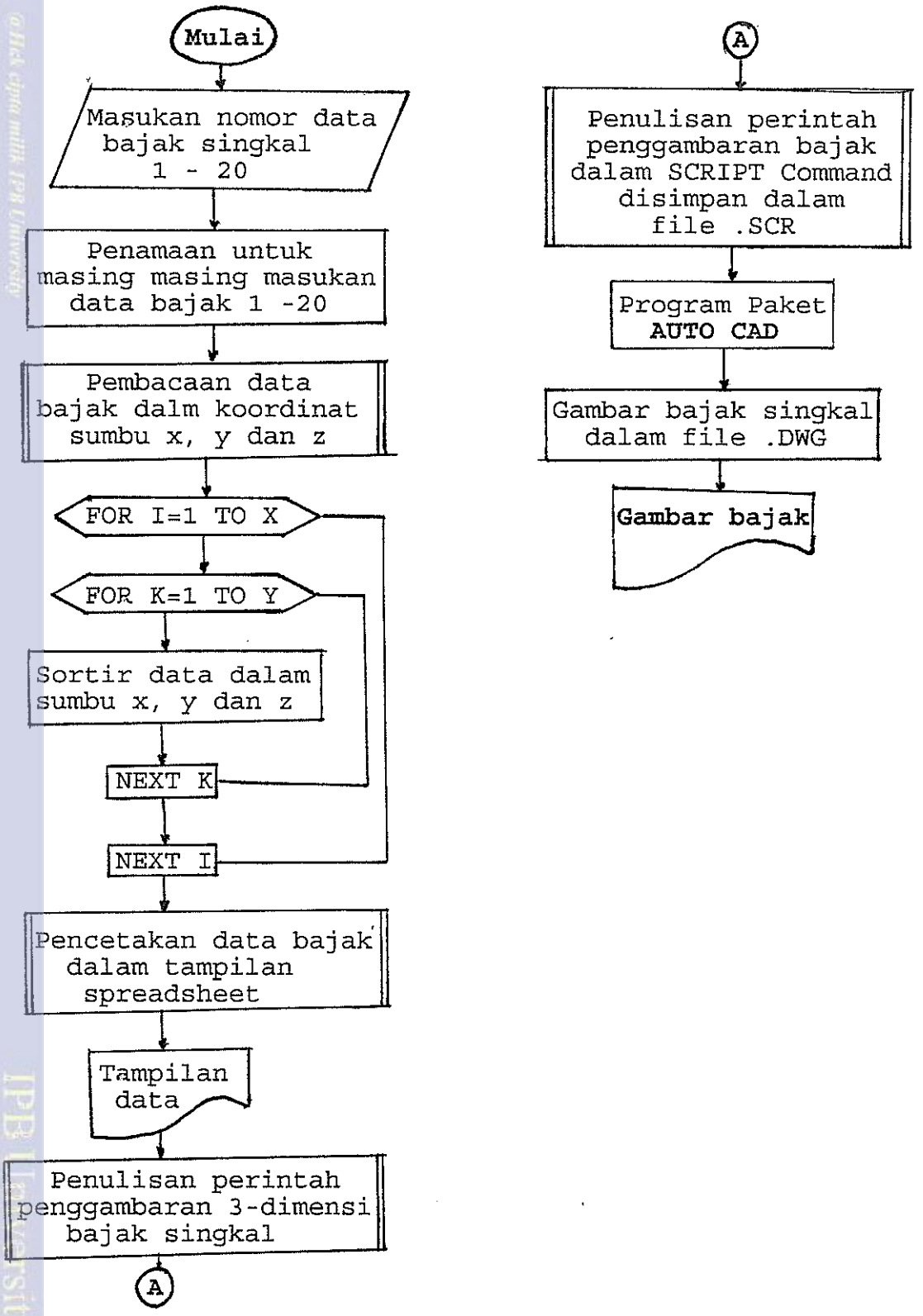
X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.50	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.20	26.70
0.00			0.80	0.00																
0.20		1.30	0.85	0.35																
0.50	2.00	1.50	1.10	0.50	0.30															
1.00	2.20	1.75	1.25	0.75	0.50															
1.50	2.60	2.10	1.50	1.00	0.80	0.00														
2.00	2.85	2.25	1.80	1.10	1.00	0.65														
2.50	3.25	2.75	2.20	1.50	1.25	0.85	0.00													
3.00	3.60	3.00	2.35	1.75	1.45	1.00	0.25													
3.50	4.00	3.25	2.60	2.00	1.60	1.20	0.50	0.00												
4.00	4.25	3.60	3.00	2.25	1.95	1.40	0.70	0.25												
4.50	4.60	3.90	3.20	2.50	2.05	1.60	0.85	0.40												
5.00	4.90	4.25	3.50	2.75	2.30	1.90	1.00	0.70	0.00											
5.50	5.25	4.50	3.75	3.00	2.60	2.05	1.20	0.75	0.20											
6.00	5.60	4.90	4.05	3.30	2.85	2.25	1.50	1.00	0.35											
6.50	5.75	5.20	4.30	3.60	3.05	2.50	1.70	1.25	0.65	0.00										
7.00	6.00	5.50	4.75	4.00	3.50	2.90	2.00	1.50	0.75	0.55										
7.70	6.50	6.00	5.25	4.50	3.75	3.35	2.30	1.75	1.00	0.85	0.00									
8.50	7.25	6.50	5.70	5.00	4.50	3.80	2.90	2.25	1.50	1.30	0.65									
9.20	7.85	7.20	6.30	5.50	4.75	4.35	3.30	2.50	1.85	1.70	0.90	0.00								
10.00	8.90	8.00	7.20	6.30	5.70	4.70	4.00	3.30	2.40	2.15	1.25									
11.00	10.00	9.35	8.25	7.25	6.50	5.70	4.30	3.90	3.00	2.60										
12.00	11.35	10.50	9.35	8.40	7.40	6.60	5.40	4.60	3.70	3.00										
12.50	12.75	11.50	10.25	9.10	8.15	7.00	6.00	5.15	4.20	3.60										
13.00	13.35	12.00	10.75	9.70	8.70	7.70	6.25	5.50	4.30	3.90										
13.50	14.00	12.75	11.50	10.30	9.15	8.25	6.75	6.00	4.75	4.30	3.00									
14.00	15.10	13.75	12.25	11.00	9.75	8.80	7.35	6.35	5.10	4.70	3.50									
14.50	16.25	14.70	13.10	11.60	10.30	9.25	7.75	6.80	5.40	5.00	3.85									
15.00	17.75	16.00	14.00	12.30	11.00	9.75	8.40	7.30	6.00	5.40	4.20									
15.50	18.90	16.90	14.75	13.00	11.40	10.00	8.70	7.70	6.35	5.70	4.40									
16.00	23.75	19.00	16.40	14.15	12.50	11.25	9.75	8.50	7.10	6.40	5.05									
16.50		23.75	18.20	15.60	13.50	12.15	10.50	9.15	7.70	7.00	5.60		3.80							
16.80			19.75	17.00	14.75	13.10	11.25	9.90	8.25	7.70	6.15		4.40							
17.00			23.75	18.00	15.70	13.75	12.00	10.50	8.75	8.05	6.60		4.85							
17.30				19.70	16.75	14.50	12.60	11.00	9.30	8.50	7.00		5.30							
17.50				23.50	18.00	15.20	13.10	11.50	9.60	8.80	7.25		5.60							
18.00					23.40	17.50	14.75	12.75	10.75	9.25	8.15		5.90	4.50						
18.70						23.35	16.90	14.00	12.05	10.75	9.00		6.70	5.20						
19.30							23.15	16.00	13.25	12.05	10.00		7.60	5.85						
19.90								23.00	15.00	13.50	11.05		8.40	6.70	5.20					
20.50									22.75	15.30	12.50		9.30	7.35	6.00					
21.00										23.00	14.10		10.30	8.50	7.00					
21.40											15.75		11.50	9.35	8.00	5.55				
21.80											22.75		12.60	10.50	8.70	6.35				
22.50													13.90	11.20	9.50	6.90				
23.00													22.50	14.00	11.35	8.40	6.00			
23.40														22.20	12.85	9.40	7.75			
23.80															14.70	10.30	8.75			
24.20															21.85	12.00	9.80	7.00		
24.50																13.70	11.00	8.30		
25.00																21.20	12.20	9.25		
25.30																	14.75	11.00		
25.70																	20.25	12.00	8.50	
26.20																		14.50	9.85	
26.50																		19.00	11.90	11.25
26.80																			13.25	
																			14.50	

X \ Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.50	16.95	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.20	27.00
0.00		0.00																		
0.50	0.70	0.60	0.00																	
1.00	0.90	0.75	0.50																	
1.50	1.10	0.90	0.65	0.00																
2.00	1.25	1.10	0.75	0.25																
2.50	1.50	1.25	1.00	0.50	0.00															
3.00	1.65	1.35	1.10	0.65	0.45															
3.50	1.85	1.60	1.25	0.75	0.65	0.00														
4.00	2.00	1.75	1.35	0.95	0.80	0.40														
4.50	2.20	1.95	1.50	1.00	0.95	0.75														
5.50	2.40	2.20	1.90	1.35	1.25	1.00	0.35													
6.50	2.80	2.50	2.20	1.75	1.55	1.25	0.70													
7.00	3.00	2.75	2.30	1.90	1.75	1.40	0.90	0.60												
8.00	3.40	3.10	2.75	2.25	2.00	1.75	1.20	1.00												
9.00	4.00	3.50	3.10	2.65	2.35	2.00	1.50	1.25	0.75											
10.00	4.50	4.05	3.50	3.00	2.70	2.35	1.80	1.50	1.00											
10.80	5.10	4.60	4.10	3.40	3.05	2.75	2.05	1.75	1.25	1.20										
12.00	5.90	5.40	4.80	4.50	3.75	3.40	2.60	2.25	1.75	1.65										
12.70	6.35	5.80	5.30	4.75	4.20	3.75	3.00	2.60	2.00	1.90	1.00									
13.70	6.65	6.35	6.05	5.35	4.95	4.35	3.55	3.05	2.35	2.30	1.60									
15.00	7.20	6.75	6.40	6.00	5.70	5.00	4.25	3.65	3.00	2.75	2.00	1.40								
15.30	7.35	6.80	6.60	6.20	6.00	5.25	4.40	3.75	3.10	2.90	2.00									
16.10	7.90	7.40	6.80	6.50	6.20	5.75	5.00	4.40	3.70	3.30										
16.60	8.20	7.80	7.20	6.75	6.50	6.00	5.35	5.00	4.00											
17.50	9.00	8.70	8.25	7.50	7.20	6.65	6.00	5.25	4.80											
18.30	9.60	9.25	8.70	7.95	7.70	6.90	6.20	5.80	5.00	4.75										
19.50	10.40	10.00	9.40	8.70	8.25	7.50	6.90	6.30	5.70	5.50	4.75									
20.60	10.75	10.35	9.70	8.90	8.50	7.80	7.00	6.50	6.00	5.75	5.00	4.60								
21.00	11.75	11.25	10.40	9.65	9.00	8.50	7.65	7.10	6.50	6.30	5.70		4.80							
22.00	13.00	12.30	11.40	10.50	9.75	9.35	8.40	7.80	7.10	7.00	6.25		5.70							
23.00	14.20	13.25	12.25	11.25	10.50	10.00	9.00	8.40	7.75	7.70	7.00		6.30	5.35						
24.00	15.75	14.90	13.85	12.60	11.70	11.00	10.10	9.30	8.60	8.40	7.70		7.00	6.25						
25.00	18.00	16.50	15.25	14.00	13.00	12.20	11.20	10.25	9.50	9.25	8.40		7.80	7.15	6.05					
25.50	19.50	18.00	16.60	15.00	14.00	13.25	12.00	11.00	10.10	9.75	9.00		8.20	7.50	6.85					
25.80		18.90	17.30	15.60	14.75	13.70	12.50	11.50	10.50	10.20	9.20		8.60	7.80	7.15					
26.20		19.75	18.25	16.25	15.40	14.50	13.00	12.00	11.00	10.70	9.75		9.00	8.20	7.65					
26.50			19.25	17.00	16.20	15.05	13.70	12.40	11.40	11.00	10.00		9.20	8.40	7.75					
26.90			20.20	18.50	17.25	16.05	14.50	13.10	12.10	11.65	10.65		9.90	9.00	8.25	6.75				
27.20				19.50	18.00	16.75	15.10	13.65	12.60	12.00	10.90		10.00	9.20	8.50	7.10				
27.50				20.25	19.00	17.50	15.80	14.20	13.10	12.55	11.25		10.40	9.50	8.90	7.65				
28.00					20.60	19.00	17.15	15.25	14.00	13.35	12.00		11.00	10.20	9.50	8.20				
28.80						21.00	19.30	17.40	15.50	14.90	13.35		12.00	11.20	10.40	9.05	8.00			
29.40							21.00	19.40	17.40	16.60	14.70		13.25	12.05	11.25	10.00	9.20			
30.00								21.10	19.70	18.70	16.50		14.80	13.30	12.50	11.00	10.30			
30.60									21.20	20.75	18.60		16.75	15.25	13.75	12.40	11.40	10.00		
31.00										21.65	20.00		18.50	16.25	15.00	13.25	12.25	11.25		
31.50											21.40		19.90	18.20	16.50	14.65	13.40	12.30		
31.80													20.90	19.20	17.25	15.50	14.00	13.00	10.50	
32.10													21.40	20.20	18.25	16.15	14.65	13.50	11.40	
32.50														21.20	19.60	17.25	15.70	14.35	12.20	
33.00															21.00	19.00	17.20	15.60	13.40	
33.50																20.25	18.75	17.30	14.70	12.75
34.00																	19.55	18.60	15.80	

Data hasil pengukuran bajak singkal No. 20

X/Y	0.00	1.50	3.00	4.55	6.10	7.65	9.20	10.75	12.30	13.80	15.40	16.95	17.30	18.45	20.00	21.55	23.10	24.65	26.20	26.50
0.00				0.30																
0.50			0.70	0.40	0.20															
1.00		1.20	1.00	0.70	0.55	0.00														
1.50	1.90	1.55	1.25	0.90	0.80	0.60														
2.00	2.10	1.75	1.40	1.00	0.90	0.70														
2.50	2.35	2.00	1.70	1.25	1.15	0.85	0.00													
3.00	2.70	2.25	2.00	1.50	1.30	1.00	0.35													
3.50	3.00	2.50	2.20	1.75	1.50	1.15	0.50	0.00												
4.50	3.50	3.00	2.60	2.15	1.90	1.50	0.80	0.45												
5.50	4.20	3.65	3.20	2.65	2.25	1.90	1.15	0.80	0.00											
6.00	4.60	4.00	3.35	2.85	2.50	2.05	1.30	1.00	0.35											
6.70	5.00	4.40	3.75	3.20	2.75	2.30	1.65	1.25	0.60	0.00										
7.50	5.65	4.90	4.20	3.60	3.15	2.70	2.00	1.50	0.80	0.65										
8.50	6.30	5.60	5.00	4.25	3.75	3.25	2.35	1.95	1.20	1.00	0.00									
9.50	6.75	6.30	5.80	4.75	4.25	3.70	2.80	2.40	1.65	1.50	0.70									
10.50	7.25	6.70	6.10	5.50	4.90	4.20	3.30	2.80	2.00	1.80	1.00	0.00								
11.50	7.90	7.25	6.50	6.00	5.50	4.85	3.90	3.20	2.25	2.10	1.25	0.40	0.00							
12.00	8.00	7.35	6.75	6.30	5.70	5.00	4.05	3.30	2.50	2.30	1.50	0.50								
12.50	8.85	8.10	7.35	6.70	6.00	5.50	4.60	3.90	3.00	2.60	1.75									
13.50	9.75	9.00	8.20	7.35	6.60	6.10	4.75	4.40	3.60	3.00										
14.50	11.00	10.00	9.25	8.25	7.55	6.80	5.80	5.00	3.90	3.75	2.75									
15.50	12.25	11.25	10.25	9.25	8.30	7.70	6.50	5.75	4.85	4.50	3.30									
16.50	14.05	13.05	11.90	10.70	9.60	8.90	7.60	6.80	5.75	5.25	4.10									
17.50	16.00	15.00	14.00	12.60	11.40	10.35	9.00	8.00	7.00	6.60	5.50									
18.50	20.20	18.50	17.20	15.30	14.00	12.70	11.20	9.90	8.65	8.00	6.70	5.00								
19.00	21.75	20.50	18.40	16.60	15.20	13.70	12.15	10.70	9.20	8.75	7.30	5.80								
19.40		21.80	19.70	17.80	16.20	14.60	12.90	11.40	10.00	9.20	7.75	6.25								
20.00			21.95	20.00	18.10	16.00	14.15	12.40	10.90	10.00	8.50	7.00								
20.50				21.75	20.35	17.75	15.75	13.70	12.00	11.00	9.25	7.70		6.00						
21.00					21.90	19.60	16.90	14.80	12.90	11.75	10.00	8.30		7.00						
21.50						22.00	19.50	16.70	14.30	13.15	11.00	9.20		7.50						
22.00							21.85	19.00	16.00	14.55	12.20	10.20		8.25						
22.50								21.85	18.50	16.50	13.70	11.40		9.20						
22.80									20.35	17.75	14.35	12.00		10.00	7.50					
23.00									21.75	19.35	15.25	12.80		10.60	8.50					
23.60										22.00	18.50	14.80		12.20	9.75					
24.10											22.00	17.40		14.00	11.50					
24.70												21.95		17.25	13.60	9.00				
25.30														21.75	17.50	12.30				
26.00															21.50	17.75	10.20			
26.40																21.00	14.50			
27.00																	20.50	11.80		
27.50																		19.70		
28.00																			13.20	
28.30																			16.60	15.50

Lampiran 3. Diagram alir program komputer Turbo Basic



Lampiran 4. Program Turbo Basic penggambaran 3-dimensi bentuk permukaan bajak singkal

```
color 10,0,4
ulang :
cls
locate 5,25
print "Program ini dapat mengolah dan menampilkan"
locate 6,25
print "          data 20 bajak singkal              "
locate 7,25
print "                                            "
locate 8,25
print "Untuk melihat data dan pembuatan file scr "
locate 9,25
print "  masukkan nomor bajak singkal tersebut    "
locate 12,25
input "nomor bajak singkal = ";nomor
if (nomor < 0) or (nomor > 20) then ulang
if (nomor = 1) then
    filegam1$ = "bajak1"
    databjk$ = "data1.bas"
    hslbjk$ = "dhasil1.bas"
    a = 35
    b = 20
end if
if (nomor = 2) then
   filegam1$ = "bajak2"
   databjk$ = "data2.bas"
   hslbjk$ = "dhasil2.bas"
   a = 39
   b = 17
end if
if (nomor = 3) then
   filegam1$ = "bajak3"
   databjk$ = "data3.bas"
   hslbjk$ = "dhasil3.bas"
   a = 37
   b = 16
end if
if (nomor = 4) then
   filegam1$ = "bajak4"
   databjk$ = "data4.bas"
   hslbjk$ = "dhasil4.bas"
   a = 34
   b = 19
end if
if (nomor = 5) then
   filegam1$ = "bajak5"
   databjk$ = "data5.bas"
```

Lampiran 4. (lanjutan)

```
    hslbjk$ = "dhasil5.bas"
    a = 40
    b = 20
end if
if (nomor = 6) then
    filegam1$ = "bajak6"
    databjk$ = "data6.bas"
    hslbjk$ = "dhasil6.bas"
    a = 42
    b = 22
end if
if (nomor = 7) then
    filegam1$ = "bajak7"
    databjk$ = "data7.bas"
    hslbjk$ = "dhasil7.bas"
    a = 51
    b = 19
end if
if (nomor = 8) then
    filegam1$ = "bajak8"
    databjk$ = "data8.bas"
    a = 61
    b = 18
end if
if (nomor = 9) then
    filegam1$ = "bajak9"
    databjk$ = "data9.bas"
    hslbjk$ = "dhasil9.bas"
    a = 43
    b = 17
end if
if (nomor = 10) then
    filegam1$ = "bajak10"
    databjk$ = "data10.bas"
    hslbjk$ = "dhasil10.bas"
    a = 50
    b = 20
end if
if (nomor = 11) then
    filegam1$ = "bajak11"
    databjk$ = "data11.bas"
    hslbjk$ = "dhasil11.bas"
    a = 50
    b = 18
end if
if (nomor = 12) then
    filegam1$ = "bajak12"
    databjk$ = "data12.bas"
    hslbjk$ = "dhasil12.bas"
```

Lampiran 4. (lanjutan)

```
    a = 41
    b = 20
end if
if (nomor = 13) then
    filegam1$ = "bajak13"
    databjk$ = "data13.bas"
    hslbjk$ = "dhasil13.bas"
    a = 49
    b = 19
end if
if (nomor = 14) then
    filegam1$ = "bajak14"
    databjk$ = "data14.bas"
    hslbjk$ = "dhasil14.bas"
    a = 52
    b = 19
end if
if (nomor = 15) then
    filegam1$ = "bajak15"
    databjk$ = "data15.bas"
    hslbjk$ = "dhasil15.bas"
    a = 44
    b = 18
end if
if (nomor = 16) then
    filegam1$ = "bajak16"
    databjk$ = "data16.bas"
    hslbjk$ = "dhasil16.bas"
    a = 59
    b = 18
end if
if (nomor = 17) then
    filegam1$ = "bajak17"
    databjk$ = "data17.bas"
    hslbjk$ = "dhasil17.bas"
    a = 62
    b = 19
end if
if (nomor = 18) then
    filegam1$ = "bajak18"
    databjk$ = "data18.bas"
    hslbjk$ = "dhasil18.bas"
    a = 55
    b = 20
end if
if (nomor = 19) then
    filegam1$ = "bajak19"
    databjk$ = "data19.bas"
    hslbjk$ = "dhasil19.bas"
```

Lampiran 4. (lanjutan)

```
    a = 53
    b = 20
end if
if (nomor = 20) then
    filegam1$ = "bajak20"
    databjk$ = "data20.bas"
    hslbjk$ = "dhasil20.bas"
    a = 45
    b = 20
end if

dim x(a+b),y(a+b),z(a+b,a+b)
dim xg1(a+b),yg1(a+b),zg1(a*b),a(a+b),b(a+b)
dim xg2(a+b),yg2(a+b),zg2(a*b)

open databjk$ for input as #1
for i=1 to b
    for k=1 to a
        input #1, z(k,i)
    next k
next i
for i=1 to a
    input #1, x(i)
next i
for k=1 to b
    input #1, y(k)
next k
for i = 1 to a
    input #1, b(i)
next i
for k = 1 to b
    input #1, a(k)
next k
close #1

naik :
cls
color 12,0,4
locate 7,17
print "-----------------------------------------"
locate 9,17
print "  Data dapat ditampilkan dengan cara sbb : "
locate 11,17
print "-----------------------------------------"
locate 13,17
print "(1) tampilkan bagian pertama"
locate 14,17
print "(2) tampilkan bagian kedua"
locate 15,17
```

Lampiran 4. (lanjutan)

```
print "(3) tampilkan bagian ketiga"
locate 16,17
print "(4) tampilkan bagian ke empat"
locate 17,17
print "(5) lanjut ..... !"
locate 18,17
print "-----------------------------------------"
locate 19,17
print "tulis pilihan yang diinginkan (1 - 5) :"
locate 19,56
input pilih
if (pilih < 1) or (pilih > 5) then goto naik
if (pilih=1) then
   mulaix = 1
   selx = 21
   mulaiy = 1
   sely = 10
end if
if pilih = 2 then
   mulaix = 22
   selx = a
   mulaiy = 1
   sely = 10
end if
if (pilih = 3) then
   mulaix = 1
   selx = 21
   mulaiy = 11
   sely = b
end if
if (pilih = 4) then
   mulaix = 22
   selx = a
   mulaiy = 11
   sely = b
 end if
if (pilih = 5) then goto tax

cls
print
print "-------------------------------------------------"
print "     ";
for i=mulaiy to sely
print using "####.##";y(i);
next i
print
print "-------------------------------------------------"

tax :
```

Lampiran 4. (lanjutan)

```
open databjk$ for input as #1
for i=1 to b
    for k=1 to a
        input #1, z(k,i)
    next k
next i
close #1

open hslbjk$ for output as #2
for i=1 to b
    for k = 1 to a
        if (z(k,i) >= 100) then goto loncat1
        write #2, x(k),y(i),z(k,i)
loncat1 :
    next k
next i

for i=1 to a
    for k=1 to b
        if (z(i,k) >= 100) then goto mm
        write #2, x(i),y(k),z(i,k)
mm :
    next k
next i

close #2

m%=mulaiy
for i=mulaix to selx
    print using "##.##";x(i);
    for k=mulaiy to sely
        if (z(i,k) >= 100) then loncat2
        print using "####.##";z(i,k);
        goto alfa
loncat2 :
        print "       ";
alfa :
    next k
    if (m% = sely) then
       goto loncat3
       else
           m% = m% + 1
    end if
loncat3 :
next i

color 10,0,4
input "apakah anda ingin melihat data lagi ? (Y/T)";p$
if (p$ = "Y") or (p$ = "y") then goto naik
```

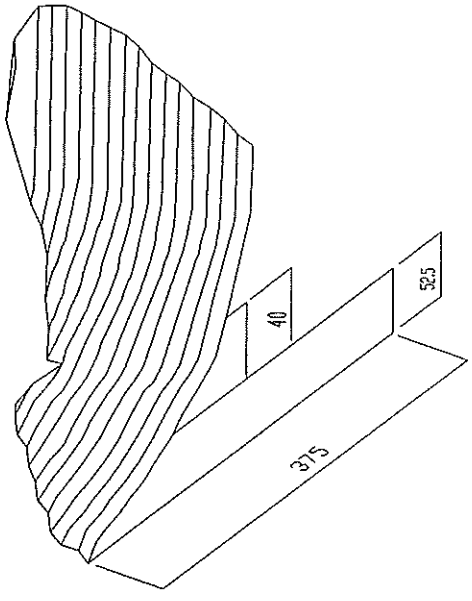
Lampiran 4. (lanjutan)

```
cls
color 12,0,4
locate 10,22
print "-------------------------------------"
locate 12,22
print "Program Pembacaan Data dan Pembuatan"
locate 13,22
print "        Gambar Bajak Singkal         "
locate 15,22
print "-------------------------------------"
locate 24,1
color 10,0,4
print "tekan tombol enter untuk masuk ke program "
input lanjut
cls
locate 15,30
print "--------------------"
locate 17,30
print "tunggu sebentar ..."
locate 19,30
print "--------------------"

file1$ = filegam1$ + ".SCR"
open "O",1,file1$
print #1, "limits"
print #1, "
print #1, "500,400"
print #1, "zoom"
print #1, "A"

open hslbjk$ for input as #2
hit% = 0
for i=1 to b
    print #1, "3DLINE"
    for k=1 to b(i)
        input #2,x(i),y(k),z(i,k)
        hit% = hit% + 1
        xg1(hit%) = x(i)*10+50
        yg1(hit%) = y(k)*10+50
        zg1(hit%) = z(i,k)*10+50
        print xg1(hit%),yg1(hit%),zg1(hit%)
        WRITE #1, xg1(hit%),yg1(hit%),zg1(hit%)
    next k
    print #1, "      "
next i
close
```

Lampiran 4. (lanjutan)

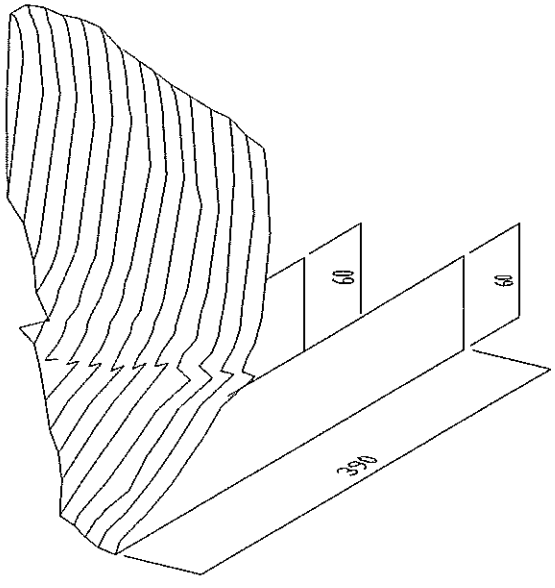
```
cls
color 12,0,4
locate 10,30
print "---------------------"
locate 12,30
print "  File " file1$
locate 14,30
print "telah selesai dibuat"
locate 16,30
print "---------------------"

habis :
end
```

Lampiran 5. Gambar 3-dimensi permukaan bajak singkal



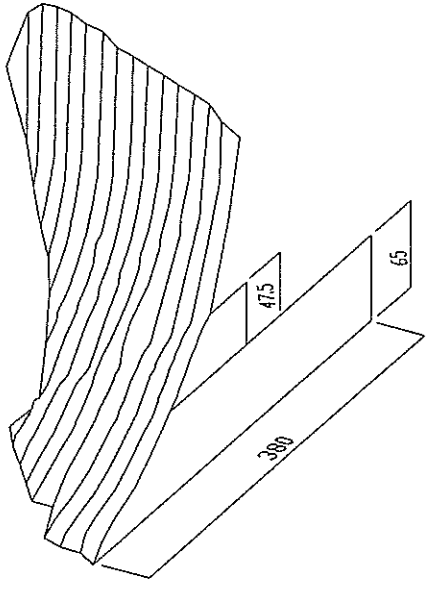
Bajak singkal No. 1

Panjang singkal maks. = 300 mm
Lebar singkal maks. = 262 mm
Tinggi singkal maks. = 256.5 mm



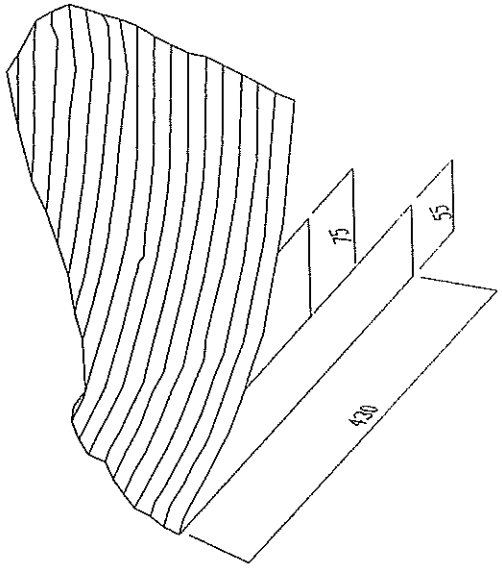
Bajak singkal No. 2

Panjang singkal maks. = 247 mm
Lebar singkal maks. = 231 mm
Tinggi singkal maks. = 240 mm



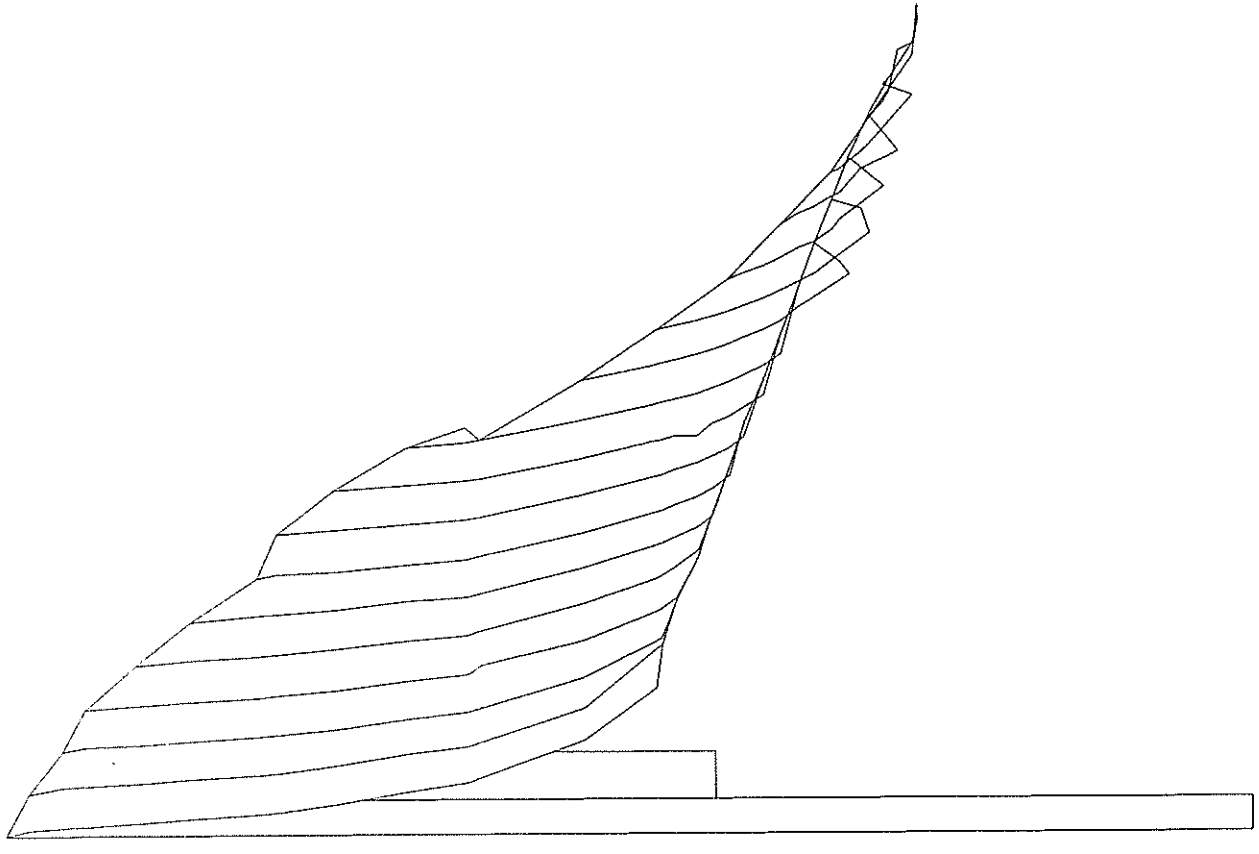
Bajak singkal No. 3

Panjang singkal maks. = 301 mm
Lebar singkal maks. = 231 mm
Tinggi singkal maks. = 238 mm

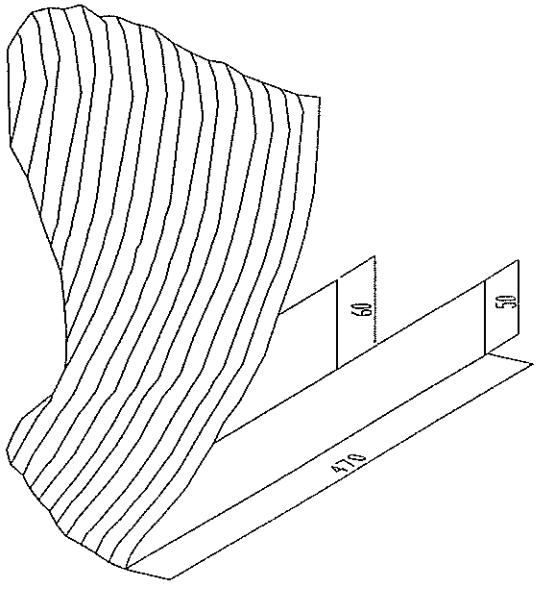


Bajak singkal No. 4

Panjang singkal maks. = 317 mm
Lebar singkal maks. = 255 mm
Tinggi singkal maks. = 243 mm

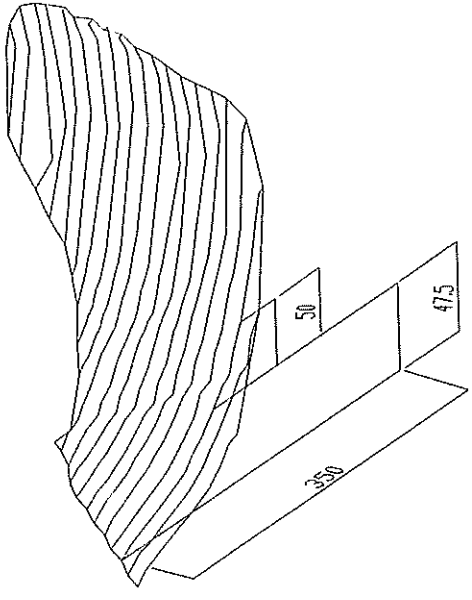


Tampak atas



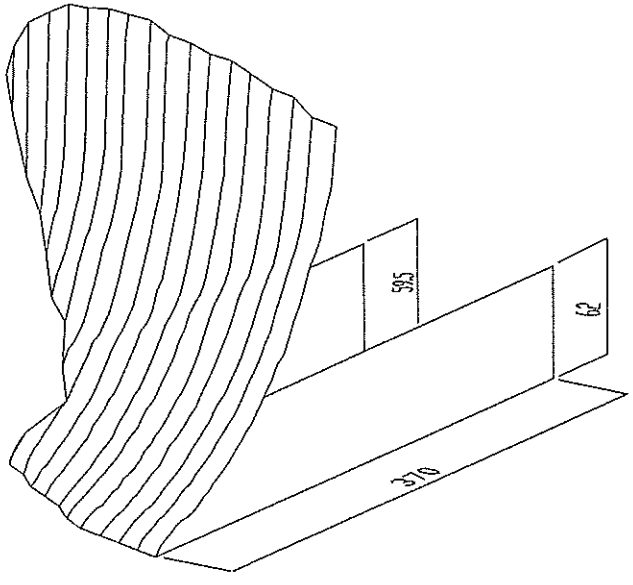
Bajak singkal No. 5

Panjang singkal maks. = 305 mm
Lebar singkal maks. = 272 mm
Tinggi singkal maks. = 245 mm



Bajak singkal No. 6

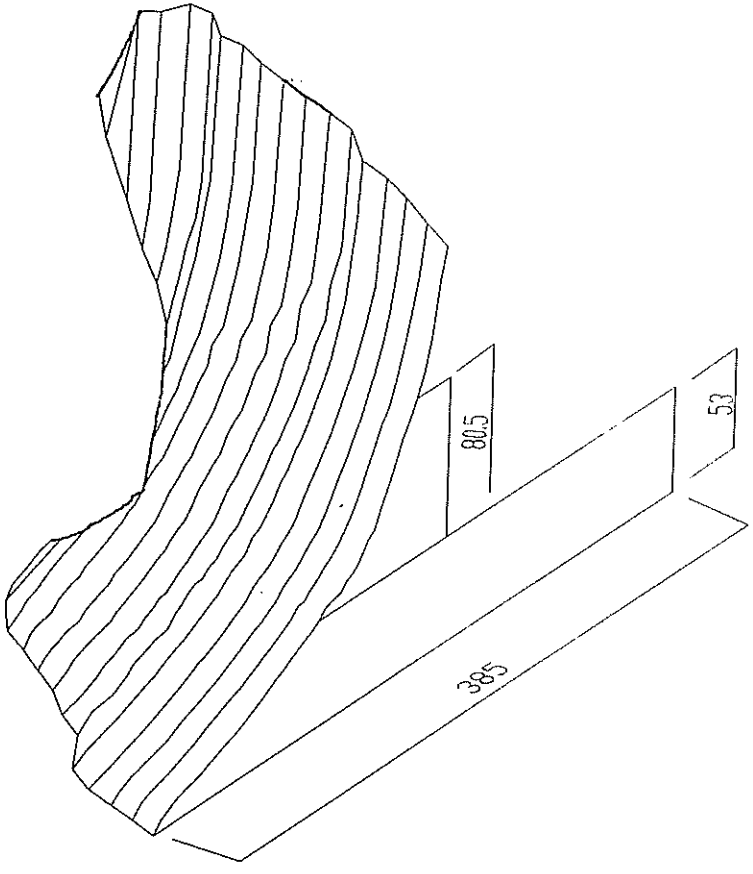
Panjang singkal maks. = 293 mm
Lebar singkal maks. = 300 mm
Tinggi singkal maks. = 259 mm



Bajak singkal No. 7

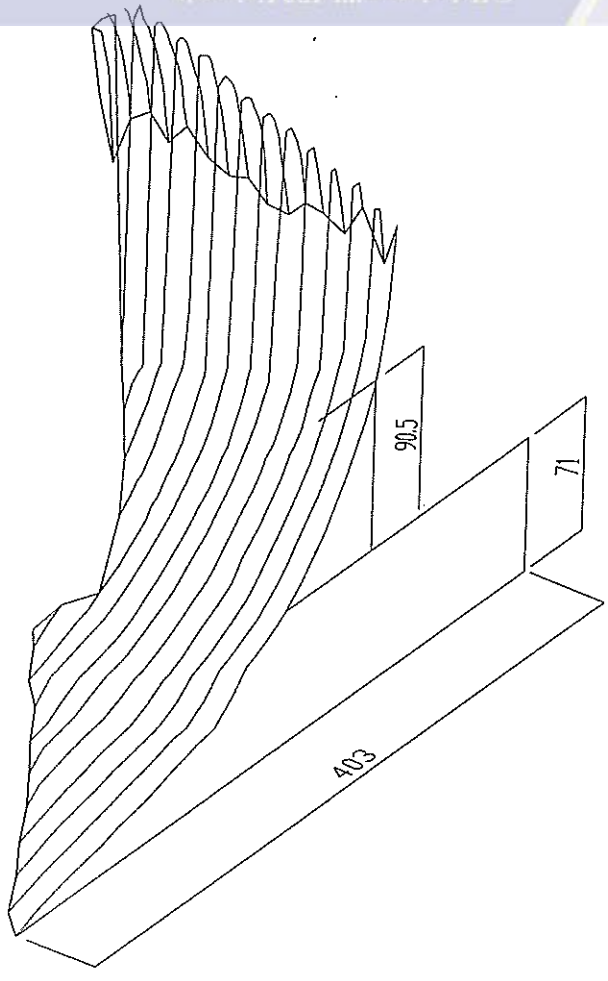
Panjang singkal maks. = 232 mm
Lebar singkal maks. = 250 mm
Tinggi singkal maks. = 217.5 mm

IPB University



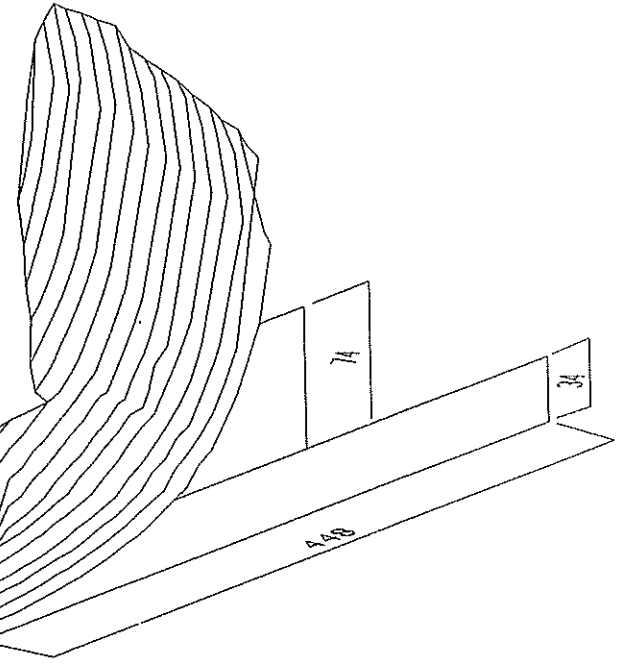
Bajak singkal No. 8

Panjang singkal maks. = 300 mm
Lebar singkal maks. = 250 mm
Tinggi singkal maks. = 220 mm



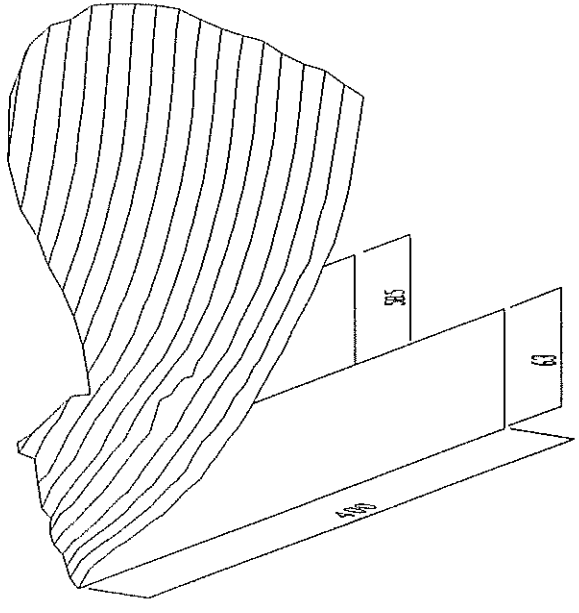
Bajak singkal No. 16

Panjang singkal maks. = 400 mm
Lebar singkal maks. = 239 mm
Tinggi singkal maks. = 254 mm



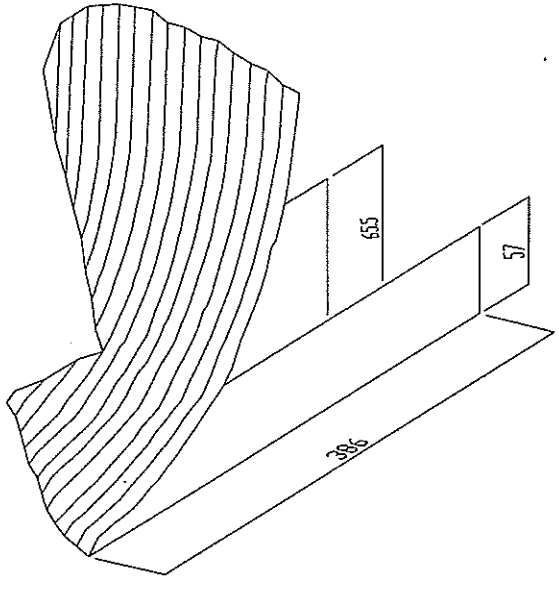
Bajak singkal No. 9

Panjang singkal maks. = 335 mm
Lebar singkal maks. = 238 mm
Tinggi singkal maks. = 224 mm



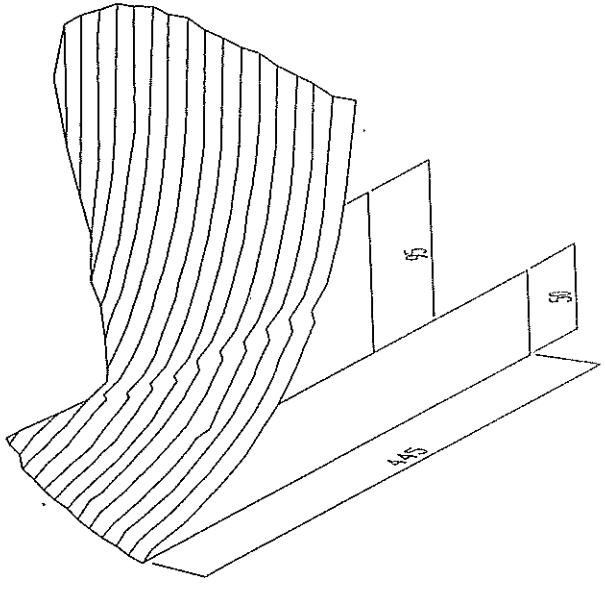
Bajak singkal No. 10

Panjang singkal maks. = 332 mm
Lebar singkal maks. = 253 mm
Tinggi singkal maks. = 223 mm



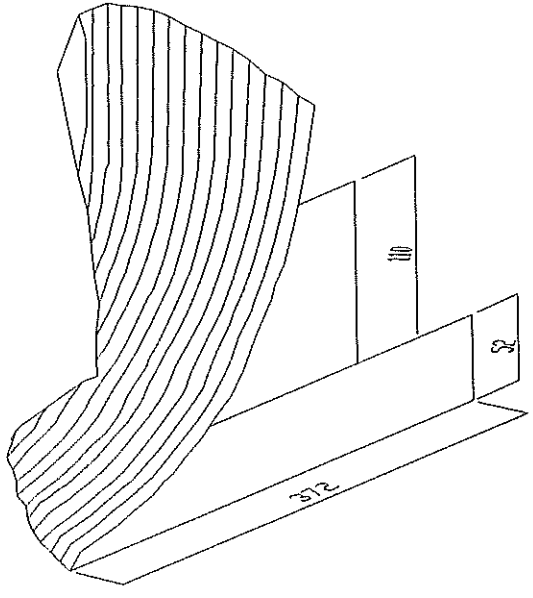
Bajak singkal No. 11

Panjang singkal maks. = 347 mm
Lebar singkal maks. = 246.5 mm
Tinggi singkal maks. = 224 mm



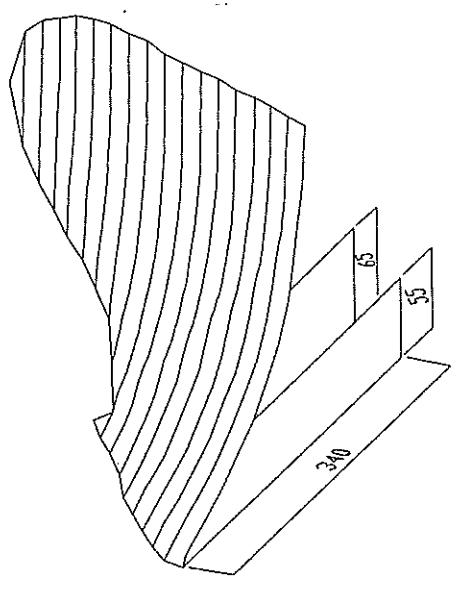
Bajak singkal No. 12

Panjang singkal maks. = 368 mm
Lebar singkal maks. = 259 mm
Tinggi singkal maks. = 219.5 mm



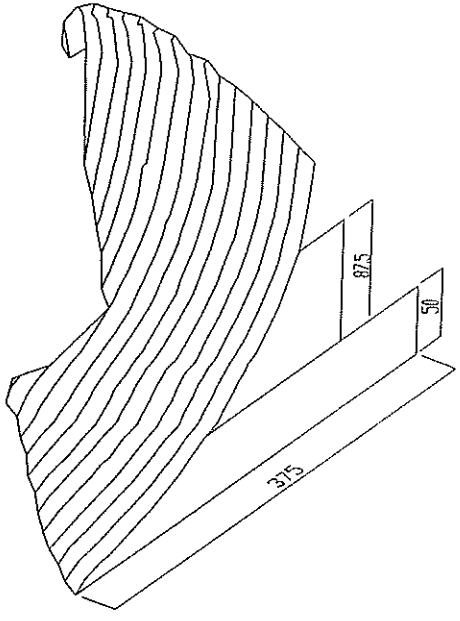
Bajak singkal No. 13

Panjang singkal maks. = 315 mm
Lebar singkal maks. = 254 mm
Tinggi singkal maks. = 231 mm



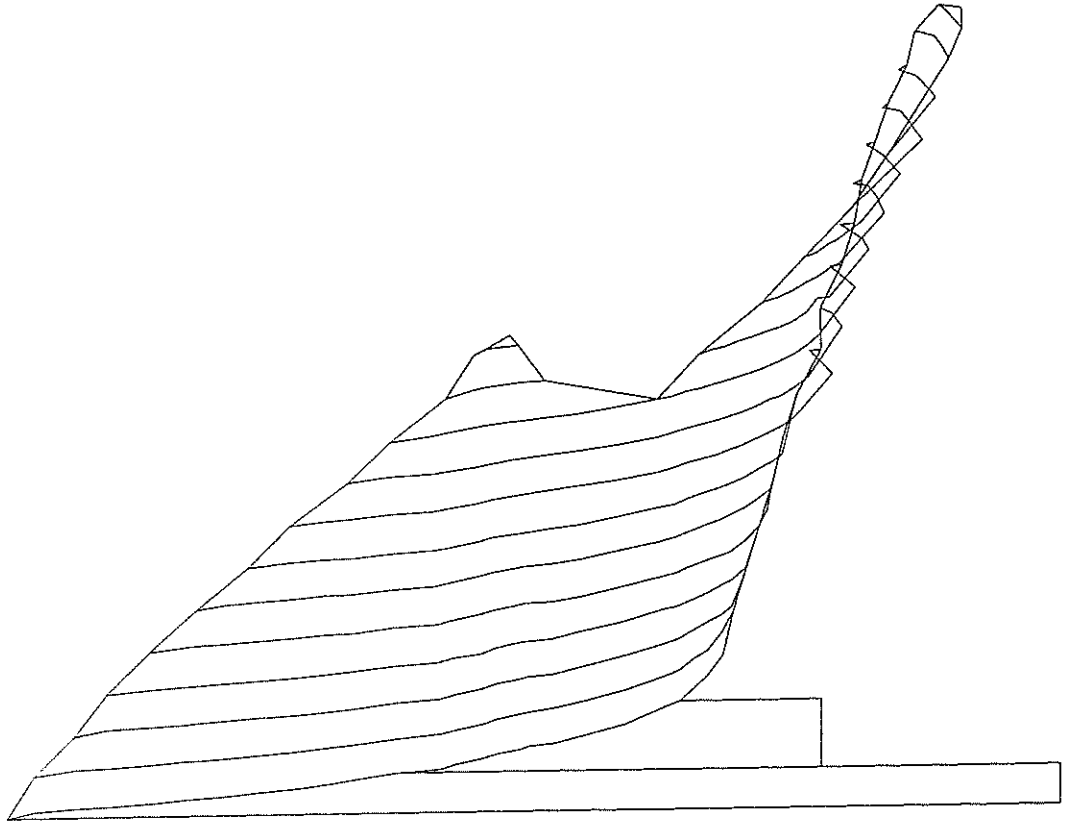
Bajak singkal No. 17

Panjang singkal maks. = 325 mm
Lebar singkal maks. = 260 mm
Tinggi singkal maks. = 225 mm

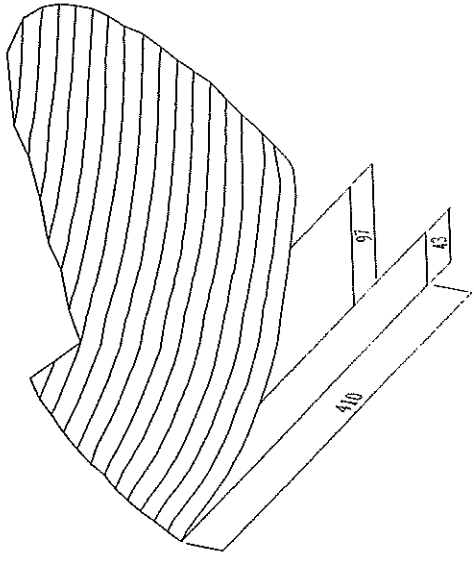


Bajak singkal No. 14

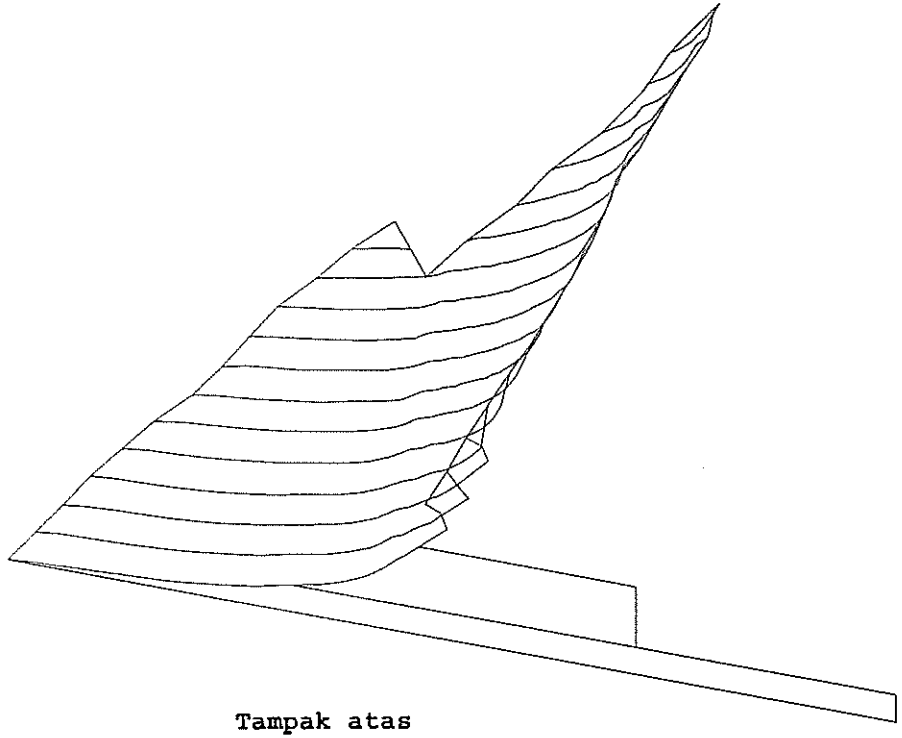
Panjang singkal maks. = 345 mm
Lebar singkal maks. = 252 mm
Tinggi singkal maks. = 216 mm



Tampak atas

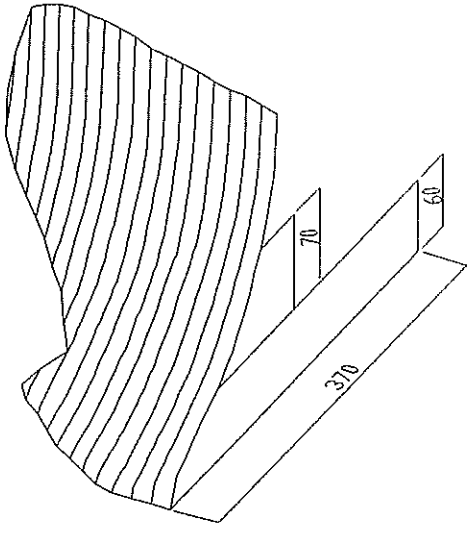


Bajak singkal No. 15



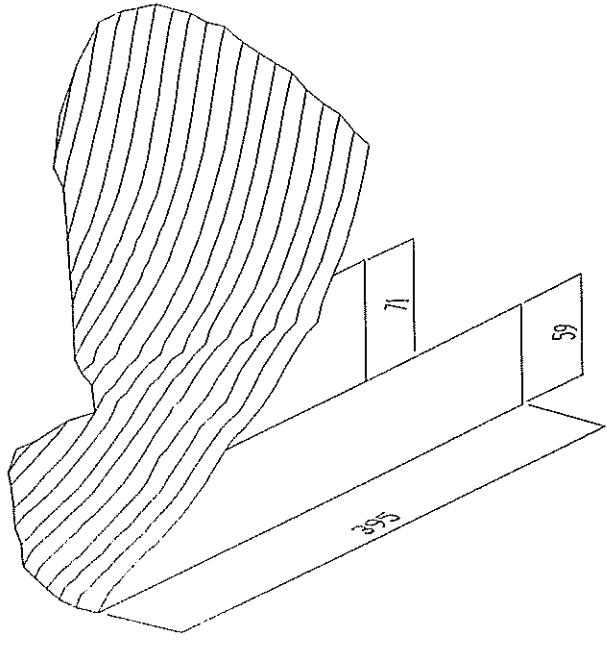
Tampak atas

Panjang singkal maks. = 280 mm
Lebar singkal maks. = 260 mm
Tinggi singkal maks. = 257.5 mm



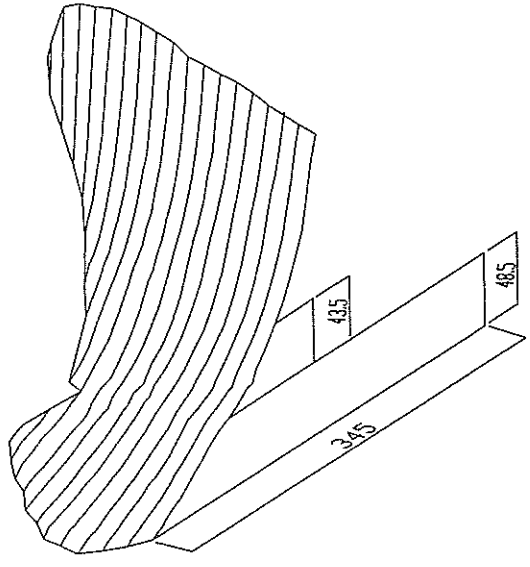
Bajak singkal No. 18

Panjang singkal maks. = 268 mm
Lebar singkal maks. = 267 mm
Tinggi singkal maks. = 237.5 mm



Bajak singkal No. 19

Panjang singkal maks. = 340 mm
Lebar singkal maks. = 270 mm
Tinggi singkal maks. = 216.5 mm



Bajak singkal No. 20

Panjang singkal maks. = 283 mm
Lebar singkal maks. = 265 mm
Tinggi singkal maks. = 220 mm

mpiran 6. Persamaan kelengkungan permukaan bajak singkal

ajak o.	pada jarak	nilai koefisien						
		Konst. a	X	X^2	X^3	X^4	X^5	X^6
1	Y1=0 cm	0.1239	1.0009	-0.1586	0.0091	0.00097	-0.00011	0.0000031
	Y3=3 cm	2.7109	-3.9376	1.9152	-0.3667	0.0337	-0.00147	0.000024
3	Y1=0 cm	-0.0352	1.3888	-0.3663	0.0557	-0.0034	0.000081	-0.0000001
	Y3=3 cm	0.3383	0.0240	0.1653	-0.0425	0.0052	-0.00027	0.0000054
4	Y1=0 cm	0.0749	0.9870	-0.2385	0.0325	-0.0019	0.00005	-0.0000003
	Y3=3 cm	5.3205	-5.3218	1.9247	-0.3073	0.0234	-0.00087	0.000012
6	Y1=0 cm	-0.0086	1.1756	-0.5389	0.1751	-0.0291	0.00233	-0.000069
	Y3=3 cm	-13.0676	10.6662	-3.1546	0.4648	-0.0352	0.00133	-0.000019
7	Y1=0 cm	0.2320	0.7135	-0.1045	0.0118	0.0004	-0.00010	0.0000036
	Y3=3 cm	0.4809	-0.8686	0.6901	-0.1653	0.0193	-0.00106	0.000022
8	Y1=0 cm	0.0811	0.8206	-0.2117	0.0381	-0.0031	0.00011	-0.0000015
	Y3=3 cm	0.2530	-0.2578	0.2519	-0.0485	0.0045	-0.00019	0.0000033
9	Y1=0 cm	0.2437	0.2821	0.1173	-0.0355	0.0040	-0.00019	0.0000033
	Y3=3 cm	-2.3991	1.0331	-0.0999	-0.0007	0.0007	-0.000042	0.0000007
10	Y1=0 cm	0.1713	0.4186	0.0082	-0.0114	0.0014	-0.000066	0.000001
	Y3=3 cm	-3.7121	1.7613	-0.2441	0.0147	-0.00006	-0.000020	0.0000004
11	Y1=0 cm	0.2283	0.3542	-0.0037	-0.0069	0.0011	0.000058	0.000001
	Y3=3 cm	2.7989	-2.6118	0.8983	-0.1298	0.0093	-0.000321	0.0000042

Bajak No.	pada jarak	nilai koefisien						
		Konst. a	X	X^2	X^3	X^4	X^5	X^6
12	Y1=0 cm	0.0841	0.2333	0.0136	-0.0071	0.00091	-0.000043	0.0000007
	Y3=3 cm	2.5240	-2.3014	0.7751	-0.1093	0.0078	-0.000256	0.0000033
13	Y1=0 cm	0.1374	0.5938	-0.0749	0.0038	0.00034	-0.000032	0.0000007
	Y3=3 cm	2.1376	-2.2914	0.9105	-0.1451	0.0113	-0.000418	0.0000059
14	Y1=0 cm	0.0061	0.0696	0.5757	-0.0389	0.0036	-0.000147	0.0000022
	Y3=3 cm	4.4793	-3.9035	1.2395	-0.1700	0.0116	-0.000382	0.0000048
16	Y1=0 cm	0.2161	-0.3456	0.2975	-0.0527	0.0040	-0.000255	0.0000052
	Y3=3 cm	-2.7613	0.8411	-0.0330	-0.0053	0.0117	-0.000031	0.0000031
17	Y1=0 cm	0.1107	0.9357	-0.2494	0.0437	-0.0031	0.000092	-0.0000004
	Y3=3 cm	4.3352	-4.6236	1.7778	-0.2953	0.0247	-0.001009	0.000016
18	Y1=0 cm	2.6756	-1.6680	1.4481	-0.3751	0.0456	-0.002596	0.000056
	Y3=3 cm	0.9965	-0.5319	0.8106	-0.2282	0.0290	-0.001679	0.000021
19	Y1=0 cm	0.4008	0.6087	-0.1073	0.0168	-0.0011	0.000028	-0.0000002
	Y3=3 cm	-0.2176	0.7027	-0.1268	0.0161	-0.0008	0.000045	-0.0000003
20	Y1=0 cm	2.5098	-1.0851	0.6072	-0.1002	0.0083	-0.000351	0.0000061
	Y3=3 cm	0.2372	0.9874	-0.2772	0.0605	-0.0059	0.000266	-0.0000042