

# PERANCANGAN CANGKUL ERGONOMIS UNTUK MENINGKATKAN KAPASITAS KERJA PETANI DALAM MENGOLAH TANAH SAWAH

Oleh :

Wahyu Purwanto<sup>\*)</sup>

## Abstract

Generally, cultivation of rice field in Daerah Istimewa Yogyakarta has been done with hoe. This tool is produced by the small scale industries. Powerlessness of their products lies on many kind of shape and size, because the shape and size of the hoe are decided according to local rice field condition and based on the body space of the hoe maker. Variation of shape and size causes man machine system between the farmers and the tools not to be integrated. So, the output of the system will not be optimal. To optimize the output of the system integration between the farmers and the tools is necessary. Design of the ergonomical hoe is to integrate man machine system with anthropometric approach. From an evaluation of 10 kinds of the local hoe and the ergonomical hoe can be depicted that energy to cultivate rice field is 3,69 kcal/minute and 5,82 kcal/minute for the ergonomical hoe and the local hoe No: 2, respectively. The local hoe No: 2 is classified as bad hoe among 10 kinds of the local hoe. The farmers can cultivate rice field about 54,8 meter square/hour and 44 meter square/hour if the farmers used the ergonomical hoe and the local hoe No: 2, respectively. This result shows that work productivity can be increased about 99% by the ergonomical hoe, compared that by the local hoe No: 2. In addition, the body position of the farmers will be natural and working load on the lumbar spine will be decreased if the ergonomical hoe is used. This condition performs a good working condition, safety, and healthy to the farmers.

## A. Pendahuluan

Cangkul merupakan salah satu alat tradisional yang banyak digunakan petani untuk mengolah tanah, walaupun saat ini pengolahan tanah sudah dilakukan secara mekanis. Kebanyakan cangkul yang digunakan petani di DI Yogyakarta adalah cangkul yang diproduksi oleh industri kecil.

Ciri cangkul ini, sangat bervariasi dalam ukuran dan bentuknya. Hal ini disebabkan pembuat cangkul dalam menentukan ukuran dan bentuk cangkul didasarkan atas ukuran tubuh pembuat cangkul dan kondisi tanah pertanian setempat. Hasil penelitian di Bali juga menunjukkan kecenderungan yang sama. Manuaba (1986) menyebutkan bahwa desain cangkul yang ada di Bali sangat dipengaruhi oleh faktor kebiasaan, kebutuhan, lingkungan, tanah pertanian yang akan dikerjakan, dan lokasi setempat.

Kelemahan cangkul buatan industri kecil tersebut adalah pada ukuran dan bentuk yang beraneka-ragam. Dengan keanekaragaman ukuran dan bentuk, maka kemungkinan ketidaksesuaian antara ukuran tubuh petani dengan cangkul yang digunakan semakin besar. Akibatnya kinerja petani kurang optimal. Untuk meningkatkan kinerja petani sampai batas optimal, perlu dirancang suatu cangkul yang memenuhi syarat kesesuaian antara cangkul dengan ukuran tubuh petani yang beranekaragam.

Perancangan cangkul yang demikian memerlukan pendekatan dari aspek ergonomi, yaitu aspek yang memperhatikan manusia di tempat kerjanya dan bertujuan untuk menyesuaikan pekerjaan terhadap pekerja, sehingga keterpaduan sistem manusia-mesin dapat tercapai (Zander, 1989). Terpadu dalam arti elemen sistemnya, yaitu manusia dan alat/mesin memiliki kesesuaian antara yang satu dengan yang lain. Dengan menggunakan cangkul ergonomis diharapkan kinerja petani dapat dioptimalkan.

<sup>\*)</sup> Staf Pengajar FTP UGM.

## B. Tujuan Penelitian

Menghasilkan suatu rancangan cangkul ergonomis untuk petani di Daerah Istimewa Yogyakarta.

## C. Manfaat Penelitian

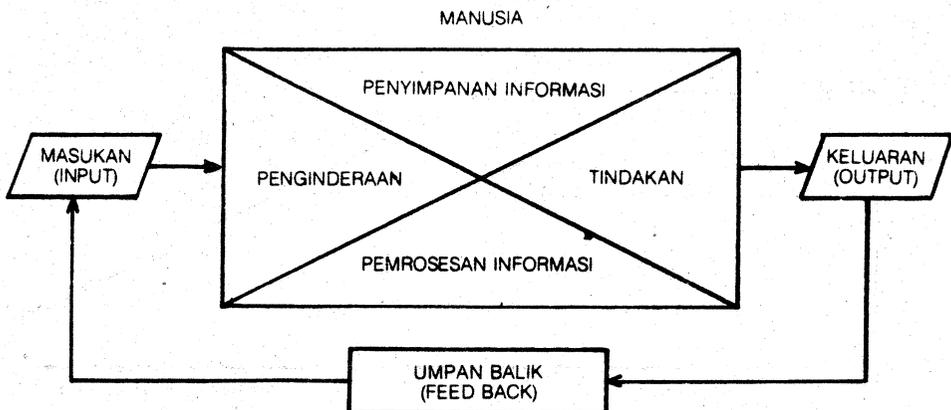
Dengan cangkul ergonomis kinerja petani dapat ditingkatkan sampai batas optimal, sehingga waktu dan biaya pengolahan tanah dapat dikurangi.

## D. Tinjauan Pustaka

Tujuan penerapan ergonomi dalam suatu perancangan alat/mesin pertanian adalah agar terdapat kesesuaian antara manusia dengan pekerjaannya, sehingga dapat dicapai sistem manusia-mesin yang terpadu (Zander, 1989). Dengan sistem manusia-mesin yang terpadu kinerja manusia sebagai pekerja akan dapat ditingkatkan, terutama dalam hal kecepatan,

ketepatan, pengurangan kesalahan operasional, dan pengurangan jumlah energi yang dikeluarkan (Huchingson, 1981). Dilihat dari skema sistem manusia-mesin tipe manual (gambar 1) dapat disebutkan bahwa tolok ukur kinerja optimal adalah proporsionalitas beban kerja yang diterima dengan energi yang dikeluarkan, sehingga keluaran (output) yang dihasilkan memadai. Beban kerja ditentukan oleh masukan (input) sistem, dan energi yang dikeluarkan ditentukan oleh proses transformasi masukan menjadi keluaran, sedangkan keluaran sistem adalah kapasitas kerja aktualnya.

Aspek ergonomi memang tidak dapat diabaikan dalam perancangan alat/mesin agar hasil yang diperoleh memuaskan, karena alat/mesin yang ergonomis akan memungkinkan pekerja bekerja dengan nyaman, aman, dan tidak cepat lelah (Manuaba, 1986). Tanpa memanfaatkan ergonomi dalam perancangan alat/mesin diperlukan adanya adaptasi oleh pekerja (Galer, 1987). Galer menggambarkan



Gambar 1. Skema sistem manusia-mesin tipe manual  
Sumber: Huchingson, 1981.

peranan ergonomi dalam perancangan dalam bentuk skema seperti pada gambar 2.

Suatu alat yang dirancang tidak ergonomis akan menyulitkan pekerja untuk beradaptasi, bahkan pada kondisi yang ekstrem pekerja tidak mungkin melakukan adaptasi (kondisi C). Kinerja pekerja akan semakin meningkat dengan semakin baiknya rancangan alat, demikian juga adaptasi yang diperlukan akan semakin mudah (kondisi B). Pada kondisi rancangan yang optimal, adaptasi sudah tidak diperlukan dan kinerja pekerja akan mencapai batas tertinggi dibanding rancangan sebelumnya. Zander (1989) menggunakan kesesuaian antara ukuran tubuh pekerja dengan alat/mesin yang digunakan sebagai tolok ukur rancangan yang optimal, sebab pada keadaan yang demikian postur kerja pekerja akan alamiah, sehingga tercipta kondisi yang nyaman, aman, dan tidak cepat melelahkan pekerja.

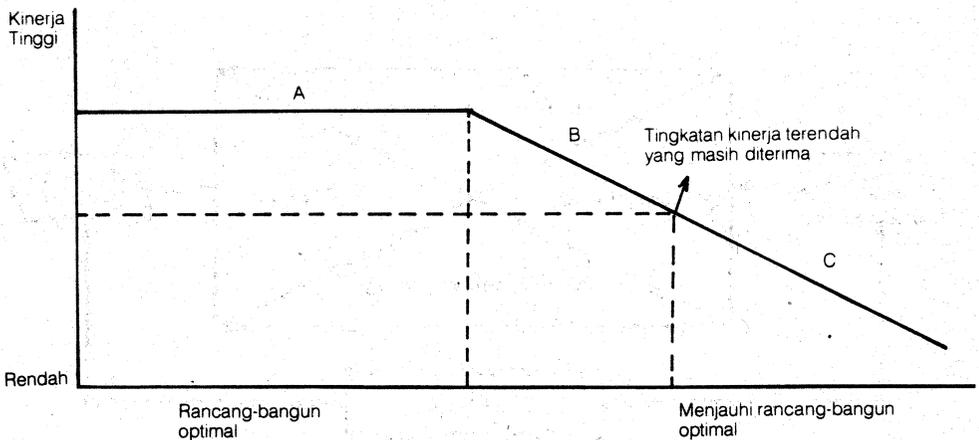
Astrand (1986) mengatakan bahwa kapasitas kerja seorang pekerja dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu somatis, psikis,

jenis kerja, kecakapan kerja, temperatur dan kelembaban relatif udara, dan alat yang digunakan. Oleh sebab itu dalam mengevaluasi keergonomisan rancang bangun alat/mesin faktor-faktor tersebut harus diperhatikan.

### E. Metode Penelitian

Langkah awal penelitian dilakukan dengan survey untuk mengetahui jenis cangkul lokal yang digunakan petani, sudut punggung dan sudut kaki petani pada saat bekerja. Setelah itu dilakukan pengukuran anthropometri petani yang meliputi tinggi badan, tinggi bahu, tinggi siku, tinggi pinggul, panjang lengan bawah dan panjang kaki bawah. Data anthropometri dinamis dapat ditentukan dengan membuat manekin (boneka) petani pada skala tertentu (Pheasant, 1988).

Untuk menentukan persentil dari data anthropometri tersebut digunakan hitungan ukuran gejala pusat dan ukuran letak (Sudjana, 1989). Letak persentil ditentukan dengan persamaan:



Gambar 2. Skema pengaruh rancangan alat terhadap adaptasi yang diperlukan oleh pengguna dan kinerjanya  
 Sumber: Galer, 1987.

$$\text{Letak } P_i = \frac{i(n+1)}{100} \dots \dots \dots (1)$$

dimana  $P_i$  adalah letak persentil ke  $i$   
 $i$  adalah data ke  $i$ .

Harga  $P_i$  untuk data dalam bentuk distribusi frekuensi dihitung dengan persamaan:

$$P_i = B + p \frac{(i.n/100 - F)}{f} \dots \dots \dots (2)$$

dimana  $B$  adalah batas bawah  $P_i$ , yaitu kelas interval dimana  $P_i$  terletak  
 $p$  adalah panjang kelas  $P_i$   
 $F$  adalah jumlah frekuensi dengan tanda kelas < dari tanda kelas  $P_i$   
 $f$  adalah distribusi frekuensi kelas  $P_i$   
 $n$  adalah jumlah data.

Data ukuran tubuh yang digunakan untuk perancangan cangkul ergonomis adalah hasil perhitungan pada persentil ke 50, sebab diharapkan hasil rancangan akan memenuhi kriteria kesesuaian antara cangkul dengan sebagian besar petani di DI Yogyakarta.

Perancangan cangkul ergonomis didasarkan pada pola ayunan cangkul yang biasa dilakukan petani dan dikembangkan dari cangkul lokal. Panjang tangkai cangkul didasarkan pada antropometri, petani dan sudut punggung petani pada saat mencangkul, sehingga diperoleh postur kerja alamiah.

Hasil rancangan cangkul ergonomis diuji dengan tolok ukur energi yang digunakan petani untuk mencangkul dan kapasitas kerja aktual yang dihasilkan petani. Petani obyek penelitian dipilih sebanyak 11 orang (sesuai jumlah cangkul) dengan variasi faktor somatis (kesehatan, usia, ukuran tubuh, dan jenis kelamin), faktor psikis, dan faktor kecakapan kerja minimal. Penggunaan cangkul oleh petani dilakukan secara acak.

Andersen, KL, 1971, menyebutkan bahwa ada dua cara yang dapat digunakan untuk menentukan besarnya energi, yaitu dengan cara pengukuran konsumsi oksigen dan pengukuran denyut nadi. Dalam penelitian ini teknik pengukuran energi dilakukan dengan metode *indirect calorimetry*, yaitu dengan metode pengukuran denyut nadi pada 11 denyut nadi pertama (Durnin, JVGA., 1967). Cangkul yang ergonomis adalah cangkul yang memberikan produktivitas kerja tertinggi bagi petani.

**F. Hasil Penelitian**

Penelitian dilakukan di Kelurahan Tirtomartani, Kecamatan Kalasan, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. Jenis tanah di lokasi pengamatan adalah lempung berpasir dengan karakteristik sebagai berikut:

- Kadar lengas tanah : 35,40% (w.b)
- Batas lekat : 35,87%
- Batas berubah warna : 12,07%
- Batas cair : 38,79%
- Batas gulung : 30,98%

Temperatur udara selama pengukuran di lapangan 19°C — 33°C, sedang kelembaban relatifnya 65% — 75%. Dari hasil yang diperoleh melalui survey dapat disebutkan bahwa jenis cangkul lokal yang digunakan petani ada 10 macam. Cangkul ini ditandai dengan nomor urut dari angka 1 s/d 10. Pada saat mencangkul sudut punggung berkisar antara 60°, 100°, dan 120°, sedangkan sudut kakinya berkisar 140°, 145°, 150°, dan 160°. Kebanyakan kaki petani membentuk sudut 145° dalam mencangkul.

Data antropometri petani yang diperoleh diuji keseragaman dan kenormalannya terlebih dahulu. Hasil pengujian dijadikan dasar bagi perhitungan persentil ke 50. Rangkuman hasil perhitungan tersebut adalah: tinggi badan 159,9 cm, tinggi bahu 133 cm, tinggi siku 99 cm, tinggi pinggul

87,6 cm, panjang lengan bawah 43,1 cm, dan panjang kaki bawah 41,9 cm. Dari hasil perhitungan yang diperoleh dikembangkan suatu model petani yang memberikan informasi anthropometri statis dan dinamis. Model manekin (boneka) tersebut dibuat dengan perbandingan 1 : 4,75.

Rancangan cangkul ergonomis dikembangkan dari bentuk cangkul yang sudah ada dengan memperhatikan anthropometri petani, pola ayunan cangkul, dan postur kerja alamiah agar dicapai keterpaduan sistem manusia-mesin. Dimensi cangkul hasil rancangan dibandingkan dengan cangkul lokal yang ada dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Dimensi cangkul lokal dengan cangkul ergonomis

Cangkul	Panjang Tangkai	Sudut Tangkai	Panjang Cangkul	Lebar Cangkul
Ergonomi	85,5	68	30	15
1	83,6	58	30	15
2	76,8	57	30	15
3	77	57	30	15
7	77,6	62	30	15
9	79,6	64	30	15
10	77,1	58	30	15
4	71,6	60	30	15
5	72,1	57	30	15
6	73,7	57	30	15
8	72,2	67	30	15

Dengan rancangan cangkul ergonomis ternyata petani dapat bekerja pada posisi alamiah, dimana sudut punggungnya 100° dan sudut kaki 145°. Sudut cangkul yang besarnya 68° akan menyebabkan penetrasi cangkul kedalam tanah sedalam 25 cm, yaitu kedalaman yang sesuai untuk pengolahan tanah (gambar 3).

Dari hasil penelitian dapat diketahui besarnya denyut nadi petani sebelum bekerja dan denyut nadi maksimal petani pada saat bekerja. Dengan menggunakan persamaan:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4} \cdot X^2 \quad (3)$$

dimana Y: besarnya energi (kilokalori/menit)  
 X: besar denyut nadi/menit  
 (Astuti, 1985)

maka dapat ditentukan besarnya energi yang digunakan oleh petani untuk mencangkul, yaitu mengurangkan hasil konversi denyut nadi maksimal petani pada saat mencangkul dengan denyut nadi petani sebelum mencangkul (tabel 2), yang merupakan nilai dari energi petani untuk melakukan kegiatan pengolahan tanah. Tolok ukur lain dari kinerja fisik petani dinyatakan juga dengan kapasitas kerja aktual (tabel 3).

Untuk mengetahui kinerja petani yang optimal dilakukan dengan mencari produktivitas kerja petani. Produktivitas kerja petani dapat dinyatakan sebagai rasio antara kapasitas kerja aktual dengan energi. Dalam bentuk persamaan dinyatakan:

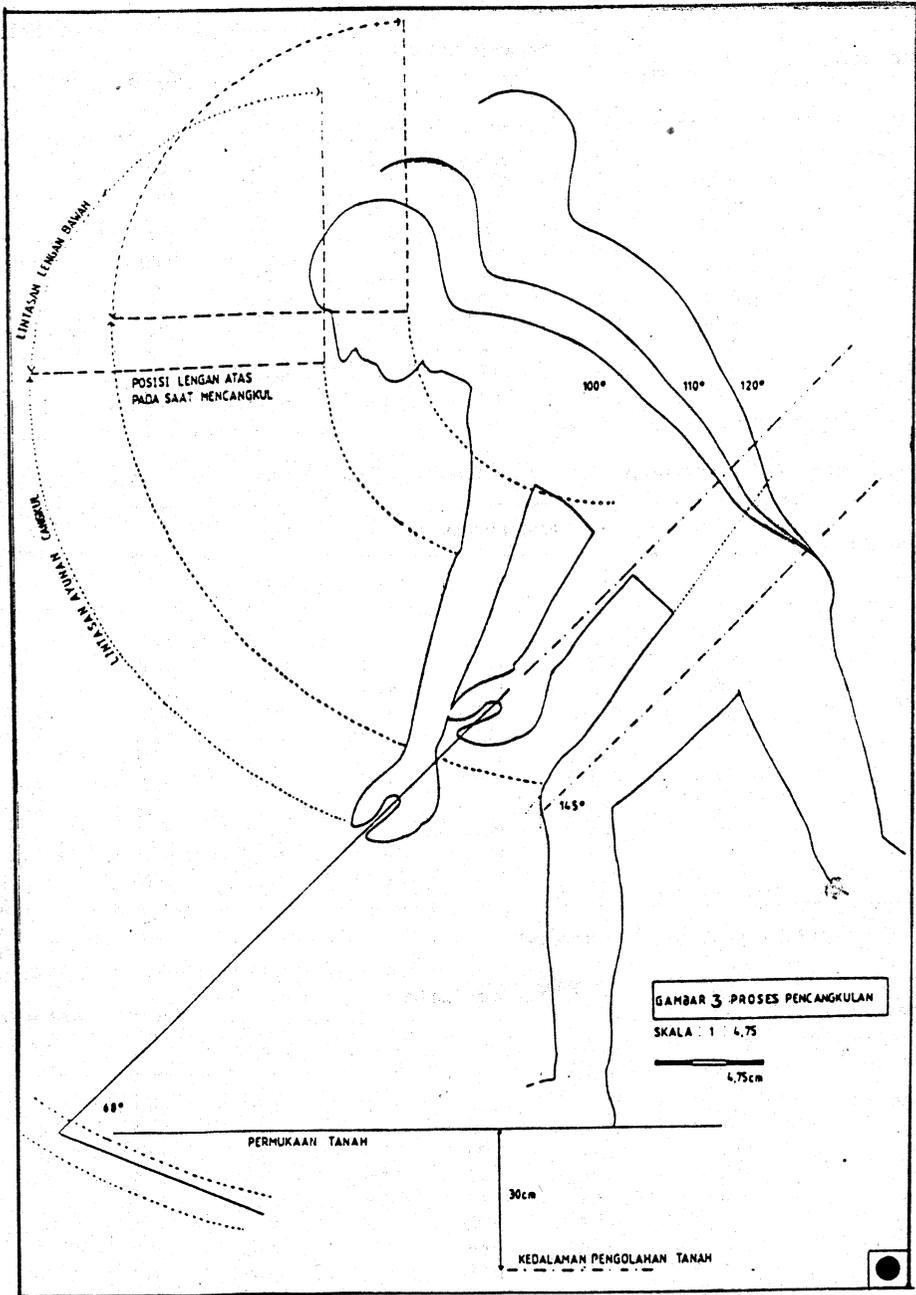
$$\text{Produktivitas kerja} = \frac{\text{Kapasitas kerja (meter}^2\text{/jam)}}{\text{Energi (kkal/menit)}} \quad (4)$$

Hasil perhitungan produktivitas kerja petani tersebut dirangkum pada tabel 4 berikut.

### G. Analisa Hasil Penelitian

Hasil perhitungan produktivitas kerja petani menunjukkan bahwa dengan menggunakan cangkul ergonomis produktivitas kerja petani dapat ditingkatkan 39% lebih baik dari cangkul lokal yang memberikan produktivitas paling tinggi, dan 99% lebih baik dari cangkul lokal yang memberikan produktivitas terendah.

Keunggulan ini lebih disebabkan oleh kesesuaian cangkul dengan anthropometri petani, sehingga memberikan postur kerja yang alamiah pada petani. Pada postur kerja demikian beban kerja pada tulang punggung bagian bawah (**lumbar spine**) menjadi lebih kecil (**Grandjean, 1988**). Proses perancangan yang melibatkan aspek anthropometri dan gerakan pencangkulan (lihat gambar 3), juga memungkinkan petani



Tabel 2. Energi untuk melakukan pengolahan tanah (kkal/menit)

Jenis Cangkul	Pengamatan hari ke					Rerata	Ranking
	1	2	3	4	5		
Ergonomis	3,73	3,94	3,94	3,85	3,00	3,69	1
Lokal 1	5,99	4,38	5,06	4,19	5,18	4,96	6
Lokal 2	6,21	5,42	5,94	5,85	5,68	5,82	11
Lokal 3	5,30	5,66	6,20	4,52	5,22	5,38	8
Lokal 4	5,44	5,99	4,24	6,05	6,25	5,59	9
Lokal 5	4,55	3,29	4,50	5,75	4,18	4,45	3
Lokal 6	4,11	4,81	4,69	4,84	5,77	4,84	5
Lokal 7	6,75	6,82	5,13	5,12	4,59	5,68	10
Lokal 8	4,68	3,11	6,28	5,77	5,33	5,03	7
Lokal 9	3,61	3,72	3,29	5,58	5,29	4,29	2
Lokal 10	3,33	2,97	6,56	5,54	5,07	4,69	4

Tabel 3. Kapasitas kerja aktual petani dengan lebar kerja pengolahan tanah 1 meter (m<sup>2</sup>/jam)

Jenis Cangkul	Pengamatan hari ke					Rerata	Ranking
	1	2	3	4	5		
Ergonomis	52,1	60,7	57,6	48,0	56,0	54,8	1
Lokal 1	50,9	48,8	50,9	52,2	61,1	52,8	2
Lokal 2	46,7	31,0	49,6	49,6	43,2	44,0	8
Lokal 3	46,6	48,0	51,0	42,9	51,8	48,1	5
Lokal 4	47,2	51,8	48,1	54,0	45,7	49,4	3
Lokal 5	46,0	34,3	39,7	40,1	40,8	40,2	11
Lokal 6	48,2	60,8	45,4	39,8	48,2	48,5	4
Lokal 7	45,2	54,3	49,7	45,4	42,9	47,5	6
Lokal 8	49,4	35,6	46,6	51,8	50,4	46,8	7
Lokal 9	40,8	38,4	39,2	46,2	44,2	41,8	9
Lokal 10	36,9	32,0	48,1	47,5	39,9	40,9	10

Tabel 4. Produktivitas kerja petani (meter<sup>2</sup>/jam/kkal/menit)

Jenis Cangkul	Pengamatan Hari Ke					Rata-rata	Ranking Ke
	1	2	3	4	5		
Ergonomi	13,96	15,40	14,60	12,46	18,66	15,01	1
Lokal 1	8,49	11,14	10,05	12,45	11,79	10,78	2
Lokal 2	7,52	5,71	8,35	8,47	7,60	7,53	11
Lokal 3	8,79	8,48	8,22	9,49	9,92	8,98	8
Lokal 4	8,67	8,64	11,34	8,92	7,31	8,97	9
Lokal 5	10,10	10,42	8,82	6,97	9,76	9,21	6
Lokal 6	11,72	12,64	9,68	8,22	8,35	10,12	3
Lokal 7	6,69	7,96	9,68	8,86	9,34	8,50	10
Lokal 8	10,55	11,44	7,42	8,97	9,45	9,56	5
Lokal 9	11,30	10,32	11,91	8,27	8,35	10,03	4
Lokal 10	11,08	10,77	7,33	8,57	7,86	9,12	7

untuk menghasilkan produktivitas kerja yang tinggi dalam menggunakan cangkul ergonomis, sebab sudut yang dibentuk antara daun cangkul dan tangkai cangkul ergonomis terletak sejajar pada lintasan pencangkulan. Sudut seperti itu dapat memotong tanah secara maksimal dengan memanfaatkan gaya ayunan tangan pada saat mencangkul, sehingga produktivitas kerjanya maksimal. Panjang tangkai cangkul yang memadai memungkinkan petani untuk bekerja pada posisi kerja alamiah, sehingga petani tidak cepat lelah. Hal ini dapat dilihat dari tingginya kapasitas kerja yang dihasilkan dan rendahnya energi yang digunakan. Posisi yang alamiah juga membantu terbentuknya postur tubuh petani yang baik, tidak mengarah pada kebongkokan.

Dilihat dari pola denyut nadi dapat dijelaskan bahwa jam kerja optimal petani adalah 1 jam kerja. Pada keadaan mencangkul terus menerus selama 1 jam, kapasitas kerja aktual petani mulai mengalami penurunan. Waktu istirahat yang diperlukan petani untuk memulihkan kondisinya seperti semula adalah 15 menit. **Grandjean (1988)**, menyebutkan bahwa waktu istirahat yang memadai bagi pekerja berkisar antara 20 — 30% dari jam kerjanya. Dalam waktu 15 menit kebanyakan petani sudah dapat melakukan pemulihan kondisi tubuh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun bekerja dengan cangkul ergonomis beban kerja fisik petani masih diklasifikasikan sebagai beban kerja berat. Dari data denyut nadi yang diamati selama pencangkulan, terlihat bahwa denyut nadi petani berkisar antara 140 — 150 denyut/menit. **Astrand (1986)**, mengklasifikasikan beban kerja fisik atas dasar denyut nadi/menit sebagai berikut:

- Kerja ringan : jika denyut nadi dibawah 90 denyut/menit
- Kerja sedang : jika denyut nadi 90 — 110 denyut/menit

- Kerja berat : jika denyut nadi 110 — 130 denyut/menit
- Kerja > berat : jika denyut nadi 130 — 150 denyut/menit
- Kerja >> berat : jika denyut nadi 150 — 170 denyut/menit.

Oleh sebab itu untuk mencegah terjadinya pembebanan yang terlalu berat secara terus menerus, petani harus menyelingi dengan waktu istirahat yang cukup (15 menit).

## H. Kesimpulan

1. Cangkul ergonomis memberikan kemungkinan pada petani untuk bekerja dengan kapasitas kerja lebih tinggi (54,8 m<sup>2</sup>/jam) dibanding cangkul lokal jenis 2 yang tergolong paling jelek (44,0 m<sup>2</sup>/jam)
2. Dengan cangkul ergonomis waktu pengolahan tanah adalah 45 jam/ha atau 9 hari kerja dengan 5 jam kerja/hari.
3. Cangkul ergonomis memberikan kontribusi 39% dalam meningkatkan produktivitas kerja petani dibanding dengan cangkul lokal yang memiliki kinerja baik (jenis 1), dan 99% dibanding cangkul lokal yang memiliki kinerja jelek (jenis 2).
4. Cangkul ergonomis memungkinkan petani bekerja pada posisi alamiah, sehingga memperkecil peluang terjadinya kebongkokan dan tekanan yang besar pada tulang belakang bagian bawah (lumbar spine).
5. Lama kerja optimal bagi petani adalah bekerja selama 1 jam terus menerus dan kemudian diselingi dengan waktu istirahat selama 15 menit.

## G. Saran

Perlu dilakukan penyempurnaan desain cangkul ergonomis ditinjau dari faal kerja dan biomekanika kerja agar rancangan tersebut lebih sempurna.

## Daftar Pustaka

- Andersen, K.L., Shephard, R.J., Denolin, H., Varnauskas, E., Masironi, R., 1971. Fundamentals of Exercise Testing. World Health Organization. Geneva.
- Astrand, PO, & Rodahl, K, 1986. Textbook of Work Physiology. Mc Graw Hill Book Co. New York.
- Astuti, 1985. Beberapa Segi Faal yang berhubungan dengan Kecepatan Denyut Jantung dan Konsumsi Oksigen serta pendekatan Kuantitatifnya. TI-TB. Bandung.
- Durnin, JVGA, & Passmore R, 1967. Energy, Work, and Leisure 1st ed. Heineman Educational Books LTD. London.
- Galer, I, 1987. Applied Ergonomics Handbook. 2nd ed. Butterworth & Co. Pub. LTD. London.
- Grandjean, E., 1988. Fitting the Task to the Man. 4th ed. Taylor and Francis. London.
- Huchingson, 1981. New Horizons for Human Factors in Design Mc Graw Hill. New York.
- Manuaba, A., 1986. Aplikasi Ergonomi dalam Optimasi Teknologi di Sektor Pertanian. Makalah Seminar KIPNAS IV. Jakarta.
- Pheasant, S., 1988. Body Space: Anthropometry, Ergonomics, and Design. Taylor and Francis. London.
- Zander, J, 1989. Anthropometry and Physical Work Load. Course of Ergonomics. Agricultural University, Wageningen The Netherlands. Ditinjau dari biomekanika kerja.