

SKRIPSI

**ANALISIS BEBAN KERJA PETANI PADA PENGOLAHAN
TANAH MENGGUNAKAN TIPE GAGANG CANGKUL YANG
BERBEDA DI KABUPATEN OGAN ILIR, SUMATERA
SELATAN**

***ANALYSIS OF WORKING LOAD FOR FARMER IN SOIL
TILLAGE OPERATION USING DIFFERENT HOES HANDLE
AT OGAN ILIR DISTRICT, SOUTH SUMATRA***



**Maya Hesty Wulandary
05021181520097**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

SUMMARY

MAYA HESTY WULANDARY. Analysis of Working Load for Farmers in Soil Tillage Operation Using Different Hoes Handle at Ogan Ilir District, South Sumatra (Supervised by **FARRY APRILIANO HASKARI** and **RAHMAD HARI PURNOMO**).

This research was aimed to determine the level of workload of farmers on manual tillage using different types of hoe handles. This research has been conducted at Bengtapa Village, South Indralaya District, Ogan Ilir Regency, South Sumatra and Computer and Drafting Laboratory as well as the Biosystem Laboratory, Agricultural Technology Department, Agriculture Faculty, Sriwijaya University, Indralaya on December 2018 to April 2019.

This research used descriptive method by presenting data in the form of tabulations and graphs. The resulting data was primary data resulting from measurements directly from the results of measurements of farmers' heart rate in field and several physical measurements of the body and secondary data from the results of interviews and questionnaires to farmers. The observed parameters in this research were IRHR values, TEC_{ST} , TEC, BME values, WEC and WEC' values. Based on the results of this research, the level of subject workload on seedbed preparation using short handle hoes had an average IRHR value of 1.57 bpm in the heavy workload category whereas using long handle hoes has an average IRHR value of 1.49 in the load category moderate work. The tillage work load in seedbed preparation using short handle hoes was heavier than using long handle hoes with average energy consumption (TEC) 4.18 kcal/minute while using long handle hoes was 3.18 kcal/minute .

Keywords: Workload, hoes, tillage, farmers

RINGKASAN

MAYA HESTY WULANDARY. Analisis Beban Kerja Petani pada Pengolahan Tanah Menggunakan Tipe Gagang yang Berbeda Cangkul di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan (Dibimbing oleh **FARRY APRILIANO HASKARI** dan **RAHMAD HARI PURNOMO**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja petani pada pengolahan tanah secara manual menggunakan tipe gagang cangkul yang berbeda. Penelitian ini telah dilaksanakan di Desa Bengtapa, Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan dan Laboratorium Komputer dan *Drafting* serta Laboratorium Biosistem, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya pada bulan Desember 2018 sampai April 2019.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu pengamatan secara langsung dengan penyajian data dalam bentuk tabulasi dan grafik. Data yang dihasilkan merupakan data primer hasil dari pengukuran secara langsung denyut jantung petani di lapang dan beberapa pengukuran fisik tubuh serta data sekunder dari hasil wawancara dan kuisisioner kepada petani. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah nilai IRHR, pengukuran TEC_{ST} , pengukuran TEC, nilai BME, pengukuran WEC dan WEC'. Berdasarkan hasil penelitian ini tingkat beban kerja subjek pada pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek memiliki nilai IRHR rata-rata sebesar 1,57 bpm berada pada kategori beban kerja berat sedangkan menggunakan cangkul gagang panjang memiliki nilai IRHR rata-rata sebesar 1,49 bpm berada pada kategori beban kerja sedang. Beban kerja pengolahan tanah dalam pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek lebih berat dibandingkan dengan menggunakan cangkul gagang panjang dengan konsumsi energi (TEC) rata-rata sebesar 4,18 kkal/menit sedangkan menggunakan cangkul gagang panjang rata-rata sebesar 3,18 kkal/menit.

Kata kunci: Beban kerja, cangkul, pengolahan tanah, petani

SKRIPSI

ANALISIS BEBAN KERJA PETANI PADA PENGOLAHAN TANAH MENGGUNAKAN TIPE GAGANG CANGKUL YANG BERBEDA DI KABUPATEN OGAN ILIR, SUMATERA SELATAN

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Maya Hesty Wulandary
05021181520097

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
JURUSAN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS BEBAN KERJA PETANI PADA PENGOLAHAN
TANAH MENGGUNAKAN TIPE GAGANG CANGKUL YANG
BERBEDA DI KABUPATEN OGAN ILIR, SUMATERA
SELATAN**

SKRIPSI

Sebagai Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh:

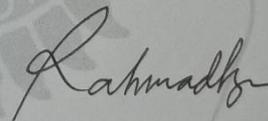
Maya Hesty Wulandary
05021181520097

Indralaya, Juli 2019
Pembimbing II

Pembimbing I



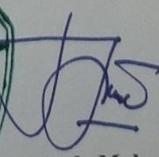
Fary Apriliano Haskari, S.TP., M.Si.
NIP 197604142003121001



Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.
NIP 195608311985031004

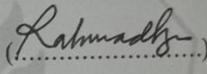
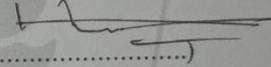
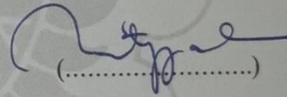
Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian




Prof. Dr. Ir. Andy Mulyana, M.Sc.
NIP 196012021986031003

Skripsi dengan Judul "Analisis Beban Kerja Petani pada Pengolahan Tanah Menggunakan Tipe Gagang Cangkul yang Berbeda di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan" oleh Maya Hesty Wulandary telah dipertahankan di hadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Juli 2019 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan tim penguji.

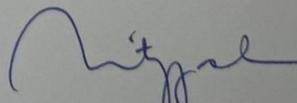
Komisi Penguji

- | | | |
|--|------------|--|
| 1. Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si.
NIP 197604142003121001 | Ketua | 
(.....) |
| 2. Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si.
NIP 196911062000121001 | Sekretaris | 
(.....) |
| 3. Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr.
NIP. 196008021987031004 | Anggota | 
(.....) |
| 4. Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP. 196210291988031003 | Anggota | 
(.....) |

Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian


Dr. Ir. Edward Saleh, M.S.
NIP 196208011988031002

Indralaya, Juli 2019
Koordinator Program Studi
Teknik Pertanian


Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr.
NIP 196210291988031003

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Maya Hesty Wulandary
NIM : 05021181520097
Judul : Analisis Beban Kerja Petani pada Pengolahan Tanah
Menggunakan Tipe Gagang Cangkul yang Berbeda di
Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa semua data dan informasi yang dimuat di dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing I dan pembimbing II, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, Juli 2019



Maya Hesty Wulandary

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Prabumulih pada tanggal 22 Mei 1996, merupakan anak ketiga dari empat bersaudara, dari pasangan Bapak Nungcik A.R dengan Ibu Karmilawati.

Pendidikan sekolah dasar penulis diselesaikan pada tahun 2009 di SD Negeri Inti Suni Kabupaten Muara Enim, sekolah menengah pertama pada tahun 2012 di SMP KUD Pesari Suni Kabupaten Muara Enim, dan sekolah menengah atas pada tahun 2015 di SMA Negeri 1 Indralaya.

Sejak Agustus 2015 penulis tercatat sebagai mahasiswi S1 BIDIKMISI di Program studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan tercatat sebagai anggota Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATETA).

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Allah SWT atas karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini yang berjudul “Analisis Beban Kerja Petani pada Pengolahan Tanah Menggunakan Tipe Gagang Cangkul yang Berbeda di Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membimbing penulis dengan sabar dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada orang tua, keluarga dan teman-teman yang telah memberi semangat dan turut membantu dalam penyusunan skripsi ini .

Penulis menyadari bahwa masih banyak terdapat kesalahan dan kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini dan penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun agar dapat menjadi lebih baik lagi. Skripsi ini semoga dapat menjadi referensi bacaan yang bermanfaat dan menambah pengetahuan bagi yang membacanya.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Selama penyusunan skripsi ini, penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada:

1. Allah SWT.
2. Kedua orang tua tercinta yaitu Bapak Nungcik A.R dan Ibu Karmilawati serta kedua kakak dan adikku yang tidak lupa untuk memberi do'a, semangat serta motivasi baik secara spiritual, moril dan materil kepada penulis dan juga bantuan selama pengambilan data penelitian.
3. Yth. Bapak Prof. Andi Mulyana, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas bantuan yang telah diberikan kepada penulis selama menjadi mahasiswi di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
4. Yth. Bapak Dr. Ir. Edward Saleh, M.S. selaku Ketua Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya atas bimbingan dan arahan selama penulis menjadi mahasiswi di Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
5. Yth. Bapak Hermanto, S.TP., M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membantu penulis menyelesaikan studinya.
6. Yth. Bapak Dr. Ir. Tri Tunggal, M.Agr. selaku Koordinator Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya sekaligus penguji atas waktu, bimbingan dan arahan yang telah diberikan kepada penulis hingga laporan penelitian ini selesai.
7. Yth. Bapak Farry Apriliano Haskari, S.TP., M.Si. Selaku pembimbing pertama skripsi atas waktu, bimbingan, arahan, nasihat, serta motivasi untuk penulis mulai dari awal perencanaan hingga laporan penelitian ini selesai.
8. Yth. Bapak Ir. Rahmad Hari Purnomo, Msi. selaku pembimbing kedua skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik atas waktu, bimbingan, arahan, nasihat, semangat serta motivasi kepada penulis selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

9. Yth. Bapak Dr. Ir. Hersyamsi, M.Agr. selaku penguji atas waktu dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis hingga laporan penelitian ini selesai.
10. Yth. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknologi Pertanian yang dengan ikhlas telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan di bidang Teknologi Pertanian.
11. Staf Administrasi Akademik di lingkungan Fakultas Pertanian Palembang serta Analis Laboratorium Jurusan Teknologi Pertanian atas bantuan dan kemudahan yang telah diberikan.
12. Rekan sekaligus partner pejuang skripsi yaitu Han Oktariansyah yang saling membantu dalam menyelesaikan skripsi ini dan juga kepada Riku Riansyah yang telah membantu dalam penelitian ini.
13. Sahabat yang telah memberikan semangat serta dukungan dan bantuan kepada penulis. Terima kasih kepada Dwi Septi Anggreini, Yulia Anggraini, Cindi Claudia, Infana Ayu Ladipi, Isra Amanda Sunoki dan Murtiana Dewi.
14. Teman satu bimbingan akademik penulis yaitu Oktafianus Hia, Reza Damayanti, dan Rahmat Haidy yang telah memberi semangat, bantuan dan dukungan.
15. Seluruh Rekan-rekan mahasiswa keluarga besar Teknik Pertanian 2015 yang sudah melewati masa studi selama empat tahun ini bersama-sama, terima kasih atas semua motivasi dan bantuan yang telah diberikan.
16. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terima kasih atas semangat dan motivasi yang telah diberikan.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dengan sebaik-baiknya serta berguna sebagai pengalaman dan ilmu pengetahuan bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2019

Penulis,

Maya Hesty Wulandary

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Pengolahan Tanah	3
2.2. Ergonomika.....	3
2.3. Antropometri.....	4
2.4. Beban Kerja	4
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Beban Kerja	5
2.6. Beban Kerja Kuantitatif	6
2.6.1. TEC (<i>Total Energy Cost</i>)	6
2.6.2. BME (<i>Basal Metabolic Energy</i>)	7
2.6.3. WEC (<i>Work Energy Cost</i>)	7
2.6.4. WEC' (<i>Work Energy Cost per Weight</i>)	8
2.7. Beban Kerja Kualitatif	8
2.8. Metode <i>Step Test</i>	8
2.9. Kelelahan Kerja	9
2.10. Kapasitas Kerja Fisik	9
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN.....	11
3.1. Tempat dan Waktu.....	11
3.2. Alat dan Bahan	11
3.3. Metode Penelitian	11

3.4. Analisis Data	12
3.5. Cara Kerja	12
3.5.1. Pengukuran Luas Lahan Penelitian dan Kadar Air Tanah	12
3.5.2. Pengukuran Dimensi Cangkul dan Pengukuran Fisik Tubuh	12
3.5.3. Pengukuran Denyut Jantung dengan Metode <i>Step Test</i>	12
3.5.4. Pengukuran Denyut Jantung Saat Pengolahan Tanah	13
3.6. Parameter	13
3.6.1. Nilai BME	13
3.6.2. Nilai IRHR	14
3.6.3. Pengukuran TEC_{ST}	15
3.6.4. Pengukuran TEC	16
3.6.5. Pengukuran WEC dan WEC'	16
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1. Hasil Pengukuran Beban Kerja dengan Metode <i>Step Test</i>	18
4.2. Hasil Pengukuran Beban Kerja saat Pengolahan Tanah	25
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Kesimpulan	32
5.2. Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Konversi BME ekiivalen dengan VO_2 berdasarkan luas permukaan tubuh (mL/menit)	14
Tabel 3.2. Kategori tingkat beban kerja berdasarkan IRHR	15

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Diagram alir penelitian	37
Lampiran 2. Daftar kuisioner kelelahan kerja.....	38
Lampiran 3. Profil dan data antropometri tubuh subjek penelitian	44
Lampiran 4. Data spesifikasi cangkul	45
Lampiran 5. Data suhu dan kelembaban lingkungan saat <i>step test</i> di lahan penelitian	46
Lampiran 6. Data suhu dan kelembaban lingkungan saat bekerja di lahan penelitian	47
Lampiran 7. Perhitungan kadar air, <i>bulk density</i> dan ruang pori total (RPT) tanah	48
Lampiran 8. Perhitungan luas permukaan tubuh, BME, IRHR <i>step test</i> , TEC <i>step test</i> , IRHR <i>work</i> , TEC <i>work</i> , WEC dan WEC'	56
Lampiran 9. Dokumentasi penelitian	65

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kabupaten Ogan Ilir merupakan salah satu kabupaten di Sumatera Selatan, Indonesia yang memiliki potensi di bidang pertanian. Berdasarkan BPS Provinsi Sumatera Selatan (2016) Kabupaten Ogan Ilir memiliki lahan sawah seluas 67.627 ha sedangkan luas lahan bukan sawah yaitu 116.908 ha. Alat dan mesin untuk mengolah tanah telah berkembang mulai dari pembajakan tanah menggunakan tenaga hewan kemudian menggunakan cangkul dan yang terkini menggunakan traktor. Penggunaan alat dalam bidang pertanian dimaksudkan agar produktivitas tenaga menjadi lebih meningkat, pekerjaan lebih mudah dan menekan biaya produksi.

Pengolahan tanah dalam pertanian dilakukan dengan tujuan untuk menciptakan tanah yang siap tanam. Kegiatan pengolahan tanah dalam pertanian merupakan usaha yang dilakukan untuk memanipulasi kondisi tanah agar menjadi kondisi yang diinginkan dengan menggunakan gaya mekanis dari alat yang digunakan sebagai pengolah. Kegiatan pengolahan tanah dapat berupa pemotongan, pembalikan, penghancuran dan perubahan susunan sehingga didapat kondisi tanah yang sesuai untuk kegiatan pertanian (Suprodjo, 1980 dalam Gultom 2010). Penggunaan peralatan tradisional untuk mengolah tanah masih umum dipakai oleh petani di Kabupaten Ogan Ilir yang menggunakan peralatan tradisional seperti cangkul sebagai alat pengolah tanah di lahan.

Cangkul merupakan salah satu alat pertanian untuk mengolah tanah yang digerakkan dengan tenaga manusia. Menurut Asiyah (2015), cangkul umumnya digunakan untuk membalik, memecah dan meratakan tanah pada petakan lahan sempit yang tidak memungkinkan dilakukan pembajakan. Cangkul dapat digunakan pada lahan basah maupun lahan kering. Penggunaan cangkul pada lahan kering digunakan untuk mengolah tanah pada budidaya ubi kayu maupun tebu, serta membuat guludan pada budidaya sayuran, sedangkan pada lahan basah biasanya dipakai untuk mengolah tanah pada budidaya padi sawah.

Dimensi cangkul di setiap daerah juga beraneka ragam karena perbedaan jenis tanah, keadaan topografi dan kebiasaan masyarakat setempat. Menurut Asiyah (2015), keanekaragaman cangkul di pasaran yang penggunaannya berhubungan dengan gerakan tangan serta dalam sikap-sikap tubuh, cara-cara kerja, bentuk dan berat bilah serta tangkai yang secara ergonomis dapat diperbaiki untuk meningkatkan produktivitas kerja, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan dalam bekerja.

Pengolahan tanah dengan cara tradisional ini tentunya memerlukan tenaga dari pekerja atau petani yang cukup besar. Selain itu desain cangkul juga dapat mempengaruhi beban kerja dari segi ergonomika. Analisis beban kerja dalam kegiatan pengolahan tanah menggunakan cangkul dilakukan dengan pendekatan analisis denyut jantung sehingga diperoleh nilai beban kerja kualitatif dan kuantitatif. Besaran beban kerja yang dikeluarkan oleh petani pada saat pengolahan tanah dianggap perlu untuk dianalisis agar dapat dijadikan acuan untuk mengetahui tingkat beban kerja yang dialami oleh petani pada saat pengolahan tanah.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat beban kerja petani pada pengolahan tanah secara manual menggunakan tipe gagang cangkul yang berbeda.

BAB 2

TINJUAN PUSTAKA

2.1. Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah merupakan kegiatan yang dilakukan untuk meningkatkan produktivitas tanah dengan cara memecah partikel menjadi lebih kecil agar memudahkan akar tanaman untuk mendapatkan nutrisi (Lovita, 2009). Pengolahan tanah bertujuan untuk menyiapkan tempat persemaian, memberantas gulma, memperbaiki kondisi tanah untuk penetrasi akar. Beberapa cara dalam pengolahan tanah di antaranya yaitu menggunakan tenaga hewan, menggunakan tenaga manusia serta penggunaan traktor maupun *cultivator* dalam pengolahan tanah.

Pengolahan tanah dapat dibagi menjadi 3 tahapan yaitu pengolahan tanah primer atau pembajakan untuk memotong dan membalik tanah, pengolahan tanah sekunder yang dilakukan agar tanah gembur dan rata, tata air diperbaiki, tanaman pengganggu dihancurkan dan dicampur dengan lapisan tanah atas (Daywin, 1991). Pengolahan tanah ketiga dikerjakan sesuai kebutuhan seperti pembuatan guludan dilakukan saat masa tanam untuk beragam komoditas palawija dan sayuran, ukurannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Beberapa fungsi pembuatan guludan adalah memperbaiki aerasi dan drainase, memudahkan pemeliharaan tanaman dan memperbaiki sifat fisik tanah.

2.2. Ergonomika

Ergonomi memiliki arti yaitu aturan dan hukum alam yang berasal dari bahasa Yunani, yaitu *Ergon* artinya kerja dan *Nomos* artinya aturan. Menurut Nurmianto (2004), ergonomi merupakan studi tentang aspek manusia dalam lingkungan kerjayang ditinjau dalam anatomi, fisiologi, psikologi, teknik, manajemen dan perancangan.

Ergonomika adalah ilmu mengadaptasi peralatan kerja dengan manusia dengan tujuan agar mendapatkan kemampuan yang optimal. Ergonomika merupakan cabang ilmu yang menggunakan sifat, kapasitas, keterbatasan seseorang untuk mengembangkan sistem kerja sehingga seseorang tersebut dapat bekerja dengan baik dan mencapai tujuan yang efektif, aman dan nyaman (Lovita, 2009). Manusia diminta untuk beradaptasi dengan kenyamanan dan lingkungan kerja sampai batas tertentu namun yang paling penting menyesuaikan dengan lingkungan kerja agar tidak melewati batas kemampuan manusia.

2.3. Antropometri

Menurut Lovita (2009), *engineering anthropology* adalah metode pengukuran fisik manusia untuk pengembangan standar desain alat-alat teknik. Antropometri meliputi pengukuran statik dan dinamik (fungsional), dimensi dan karakteristik fisik ruang gerak dan pemakaian energi sebagai fungsi dari jenis kelamin, umur, pekerjaan, etnik, asal dan demografi. Menurut Bridger dalam Lovita (2009), antropometri merupakan pengukuran tubuh manusia.

Dimensi fisik ruang kerja, alat-alat kerja didapatkan dari data antropometri dengan tujuan agar terjadi kesesuaian antara manusia sebagai pengguna dan alat yang digunakan. Ukuran area kerja dan panel kontrol yang sesuai dengan pekerja belum tentu sesuai dengan pekerja regional lain sehingga dibutuhkan data antropometri agar pekerja dapat bekerja dengan nyaman efektif dan aman.

2.4. Beban Kerja

Pekerjaan apapun yang dilakukan oleh seseorang akan menjadi beban fisik dan beban mental. Aktivitas seseorang dapat digolongkan menjadi pekerja fisik yaitu otot dan pekerjaan mental yaitu otak. Meskipun demikian namun tetap mampu dibedakan antara pekerjaan fisik dan pekerjaan aktivitas mental (Tarwaka *et al.*, 2004).

Analisis beban kerja banyak digunakan untuk penentuan kebutuhan pekerja (*man power planning*), analisis ergonomis, analisis keselamatan dan kesehatan kerja (K3) hingga ke perencanaan penggajian. Perhitungan beban kerja paling sedikit dapat ditinjau dari tiga aspek, yaitu (Utami, 2012):

- 1) Secara fisik melibatkan perhitungan beban kerja berdasarkan standar fisik manusia.
- 2) Konsep mentalitas memperhitungkan beban kerja dengan mempertimbangkan aspek mental.
- 3) Penggunaan waktu membutuhkan lebih banyak waktu dalam aspek bekerja. Menurut Tarwaka *et al.* (2004), pengukuran beban kerja digunakan untuk, yaitu :

- 1) Evaluasi dan desain prosedur kerja
- 2) Keselamatan kerja
- 3) Penetapan jadwal istirahat
- 4) Deskripsi posisi dan pemilihan jabatan
- 5) Penilaian fungsional dan penilaian faktor longkungan.

2.5. Faktor Yang Mempengaruhi Beban Kerja

Menurut Tarwaka *et al.* (2004), faktor yang mempengaruhi beban kerja adalah sebagai berikut:

- 1) Faktor Eksternal

Faktor eksternal beban kerja merupakan beban kerja yang datang dari luar tubuh pekerja biasa juga disebut sebagai tegangan. Beban kerja eksternal ini termasuk:

- a. Tugas bersifat fisik seperti, desain ruang kerja, kondisi kerja, peralatan kerja. Tugas juga memiliki karakteristik intelektual seperti kompleksitas dan tanggung jawab untuk bekerja.
- b. Organisasi kerja yang mempengaruhi beban kerja seperti waktu kerja, waktu istirahat, pekerjaan bergilir, sistem penggajian, kerja malam hari, musik kerja serta tugas dan wewenang.

- c. Lingkungan kerja dapat memengaruhi beban kerja seperti lingkungan kerja fisik (pencahayaannya, kebisingan, getaran mekanis), lingkungan kerja kimiawi (debu, gas dan polusi udara), lingkungan kerja biologis (bakteri, virus dan parasit) dan lingkungan kerja psikologis.
- 2) Faktor Internal
- Faktor internal beban kerja muncul dalam tubuh sebagai akibat dari reaksi dari beban kerja eksternal. Singkatnya, faktor internal meliputi:
- a. Faktor somatis meliputi jenis kelamin, usia, ukuran tubuh, status kesehatan dan status gizi.
 - b. Faktor psikologis meliputi motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan, dan lain-lain.

2.6. Beban Kerja Kuantitatif

Beban kerja kuantitatif merupakan nilai beban kerja yang dilakukan terhadap keseimbangan energi yang digunakan selama aktivitas manusia. Terdapat beberapa istilah pada penelitian ini yaitu TEC (*Total Energy Cost*), BME (*Basal Metabolic Energy*), WEC (*Work Energy Cost*) dan WEC' (*Work Energy Cost per Weight*).

2.6.1. TEC (*Total Energy Cost*)

TEC adalah seluruh energi yang didapat dari proses metabolisme tubuh. Secara kimiawi proses metabolisme dapat dilihat pada persamaan 2.1:



Jumlah energi yang dihasilkan tergantung pada jumlah energi yang dihasilkan pada bahan makanan yang terbakar (teroksidasi) sehingga dapat didekati jumlah energi dengan pendekatan melalui perhitungan konsumsi oksigen atau volume oksigen (VO_2). Secara umum, 1 liter oksigen menghasilkan energi sebesar 5 kkal. Volume oksigen (VO_2) memiliki hubungan dengan kecepatan

denyut jantung. Oleh karena itu, pengukuran detak jantung dapat digunakan untuk memperkirakan konsumsi oksigen yang dapat diubah menjadi energi yang dikeluarkan (Sanders dan McCormick, 1993). Unit satuan yang digunakan untuk menyatakan TEC yaitu kkal/menit.

2.6.2. BME (*Basal Metabolic Energy*)

BME adalah konsumsi energi seseorang meski pada saat tidak melakukan aktivitas seperti tidur. Berat badan, tinggi badan, jenis kelamin dan umur merupakan faktor yang mempengaruhi nilai BME. Salah satu metode umum yang biasa digunakan untuk menentukan nilai BME yaitu menghitung luas permukaan tubuh dan mengubahnya menjadi volume oksigen (VO_2). Persamaan oksidasi metabolik diketahui bahwa setiap konsumsi 1 liter oksigen (O_2) setara dengan 5 kkal. Luas permukaan tubuh dihitung dengan Persamaan Du'Bois :

$$A = H^{0.725} \times W^{0.425} \times 0.007246 \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

A = Luas permukaan tubuh (m^2)

H = Tinggi badan (cm)

W = Berat badan (kg)

Berdasarkan perhitungan luasan tubuh dengan menggunakan persamaan tersebut, BME (ekuivalen terhadap VO_2) dapat ditentukan dengan menggunakan tabel konversi yang ditunjukkan oleh tabel konversi BME ekuivalen dengan VO_2 berdasarkan luas permukaan tubuh (mL/menit).

2.6.3. WEC (*Work Energy Cost*)

WEC merupakan jumlah energi tambahan yang diproduksi oleh tubuh selama melakukan aktivitas. Nilai WEC didapat dari perbedaan antara nilai TEC dan BME. Unit satuan nilai WEC yaitu kkal/menit.

2.6.4. WEC' (*Work Energy Cost per Weight*)

WEC' digunakan untuk menentukan pengeluaran dari beban kerja objektif yang dilakukan oleh seseorang selama melakukan aktivitas. Nilai WEC' digunakan untuk menentukan nilai WEC untuk setiap subjek dengan menghilangkan faktor berat badan. Unit satuan yang digunakan yaitu kkal/kg, menit.

2.7. Beban Kerja Kualitatif

Beban kerja kualitatif mengindikasikan berat atau ringan suatu pekerjaan yang dirasakan oleh seseorang. Beban kerja kualitatif dihitung sebagai pembandingan suatu beban kerja terhadap kapasitas kerja seseorang. Istilah yang digunakan adalah IRHR (*Increase Ratio of Heart Rate*). IRHR adalah rasio antara kecepatan relatif denyut jantung seseorang saat melakukan aktivitas dan denyut jantung saat istirahat. Nilai IRHR yang tinggi ataupun rendah menunjukkan tingkat beban kerja kualitatif suatu aktivitas.

2.8. Metode *Step Test*

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengkalibrasi pengukuran denyut jantung adalah penggunaan metode *step test*. Metode ini dapat dicoba dengan interval beban kerja tertentu dengan hanya mengubah ketinggian bangku serta intensitas langkah juga lebih mudah karena metode ini dapat dilakukan di ruang terbuka. Beban kerja yang tepat dapat diketahui dengan mengkalibrasi antara kurva denyut jantung saat bekerja atau melakukan aktivitas dengan denyut jantung yang ditetapkan sebelum melakukan aktivitas (metode *step test*). Beberapa faktor individu seperti usia, jenis kelamin, berat badan dan tinggi badan harus dipertimbangkan sebagai faktor penting dalam menentukan karakteristik individu yang akan diukur.

2.79 Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja adalah keadaan yang menunjukkan terjadinya penurunan kerja yang ditandai dengan berkurangnya kapasitas kerja, motivasi kerja, akibat kehilangan atau kekurangan energi pada saat bekerja. Ketika seseorang melakukan kerja, hasil aktivitas otot akan menghasilkan limbah metabolisme yang berupa asam laktat yang tertimbun dalam darah dan jaringan otot, sehingga dapat menyebabkan kelelahan otot. Limbah asam laktat yang dibebaskan terintensif ketika istirahat yaitu asam laktat dioksidasi sehingga terurai menjadi CO₂ dan H₂O yang mudah dikeluarkan (Nurmianto, 2004).

Definisi lain dari kelelahan kerja adalah suatu kondisi yang terjadi pada saraf dan otot manusia hingga tidak berfungsi lagi. Kelelahan ditinjau dari sudut industri yaitu pengaruh dari kerja pada pikiran dan tubuh manusia yang cenderung untuk mengurangi atau menurunkan kualitas produksi atau kedua-duanya dari performansi operator yang optimal. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kelelahan yaitu penentuan dan lamanya waktu kerja, penentuan dan lamanya waktu istirahat, sikap mental pekerja, besarnya beban kerja, kemonotonan pekerjaan dalam lingkungan kerja yang tetap, kondisi tubuh operator pada waktu melaksanakan pekerjaan, lingkungan fisik kerja, kecapaian kerja, jenis dan kebiasaan olahraga atau latihan, jenis kelamin, umur pekerja, serta sikap kerja.

2.10. Kapasitas Kerja Fisik

Kapasitas kerja fisik adalah kapasitas output energi seseorang. Kapasitas tersebut tergantung pada energi yang tersedia dalam bentuk makanan dan oksigen (Bridger, 2003). Jumlah energi yang dikonsumsi selama kerja merupakan hasil jumlah dari konsumsi energi basal dan konsumsi energi kerja. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kapasitas kerja adalah faktor individu dan faktor lingkungan. Perlu adanya keseimbangan dari beberapa faktor diantaranya yaitu: beban kerja, beban tambahan dari lingkungan kerja, dan kapasitas kerja

Menurut Arifianto (2009), kemampuan seseorang biasanya sangat bergantung kepada keterampilan, kemampuan, keserasian, keadaan gizi, jenis kelamin, usia dan keadaan tubuh karena kemampuan seseorang dalam melakukan kerja berbeda-beda. Usia mempunyai efek signifikan pada kapasitas kerja. Kapasitas kerja dapat ditingkatkan dengan melakukan latihan fisik untuk meningkatkan volume oksigen maksimum dan latihan kerja untuk lebih mengefisienkan metode kerja. Latihan khusus dapat membangun kekuatan sistem otot rangka pada bagian-bagian tubuh tertentu untuk mencegah terjadinya cedera.

BAB 3

PELAKSANAAN PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Desa Bengtapa, Kecamatan Indralaya Selatan, Kabupaten Ogan Ilir, Sumatera Selatan dan Laboratorium Komputer dan *Drafting* serta Laboratorium Biosistem, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya pada bulan Desember 2018 sampai April 2019

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 1) *Heart Rate Monitor* (HRM), 2) Cangkul gagang panjang dan cangkul gagang pendek , 3) Bangku *Step Test*, 4) *Stopwatch*, 5) *Digital Metronome*, 6) Timbangan, 7) Meteran, 8) Kamera *Handphone*, 9) *Thermohygrometer*, 10) Ring sampel, 11) Alat Tulis, Komputer dan beberapa perlengkapan yang mendukung untuk pencatatan data dan pengolahan data.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah. Subyek penelitian ini yaitu petani pengguna cangkul yang terdiri dari 3 orang petani laki-laki berusia sekitar 30 sampai 45 tahun dan objek penelitian berupa cangkul gagang panjang dan cangkul gagang pendek.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif yaitu pengamatan secara langsung dengan penyajian data dalam bentuk tabulasi dan grafik. Data yang diperoleh yaitu berupa data primer berupa data dari hasil pengukuran denyut jantung petani di lapang dan beberapa pengukuran fisik tubuh, sedangkan data sekunder didapat dari hasil wawancara dan kuisisioner kepada petani secara langsung dilapangan.

3.4. Analisis Data

Data primer hasil rekaman data HR (denyut jantung) yang diperoleh kemudian dipindahkan ke komputer menggunakan *Heart Rate Monitor Interface*, lalu data tersebut diolah dan dibuat dalam bentuk grafik.

3.5. Cara Kerja

3.5.1. Pengukuran Luas Lahan Penelitian dan Kadar Air Tanah

Lahan yang akan diteliti diukur luasnya terlebih dahulu kemudian diambil sampel tanah untuk diukur kadar air tanah tersebut.

3.5.2. Pengukuran Dimensi Cangkul dan Pengukuran Antropometri Tubuh

Cangkul diukur terlebih dahulu seperti panjang gagang cangkul, diameter gagang cangkul, dan lebar mata cangkul sedangkan pengukuran antropometri tubuh yang diukur meliputi tinggi badan, panjang tangan, dan lebar telapak tangan.

3.5.3. Pengukuran Denyut Jantung dengan Metode *Step Test*

Adapun langkah-langkah dalam metode *step test* sebagai berikut:

1. Bangku *step test* disiapkan dengan tinggi 30 cm.
2. *Digital metronome* diatur sebagai acuan frekuensi kalibrasi *step test* pada siklus yang sudah ditentukan.
3. Alat *Heart Rate Monitor* (HRM) disiapkan dan dipasangkan pada subjek.
4. *Step test* dilakukan seirama dengan bunyi *digital metronome*, sebelum melakukan *step test* subjek beristirahat selama 5 sampai 10 menit atau disesuaikan dengan kondisi subjek.
5. *Step test* dilakukan dengan tingkatan siklus yang berbeda (15, 20, 25 langkah/menit) selama 3 menit (d disesuaikan dengan kondisi subjek). Pengukuran denyut jantung dilakukan pada saat istirahat awal, *step test* dan istirahat setiap pergantian siklus *step test*.

6. Setiap pergantian siklus *step test* subjek istirahat selama 5 menit atau sampai kondisi denyut subjek mendekati normal seperti pada istirahat sebelum melakukan *step test*.
7. Hasil pengukuran dari *heart rate monitor* dicatat.

3.5.4. Pengukuran Denyut Jantung Saat Pengolahan Tanah

Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:

1. Cangkul yang digunakan untuk mengolah tanah disiapkan terlebih dahulu.
2. Alat *Heart Rate Monitor* (HRM) disiapkan dan dipasangkan pada subjek.
3. Denyut jantung diukur hingga subjek selesai mengolah tanah pada luas lahan yang sudah ditentukan.
4. Hasil pengukuran dari *heart rate monitor* dicatat.
5. Langkah nomor 1 sampai nomor 4 dilakukan untuk petani yang menggunakan cangkul gagang panjang dan gagang pendek.

3.6. Parameter

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah: 1) Nilai BME, 2) Nilai IRHR, 3) Pengukuran TEC_{ST} , 4) Pengukuran TEC, 5) Pengukuran WEC dan WEC'.

3.6.1. Nilai BME

BME merupakan konsumsi energi yang diperlukan seseorang meski pada saat tidak melakukan aktivitas seperti tidur. Nilai BME setiap orang berbeda dalam ukuran tubuh dan jenis kelamin. Nilai BME ekuivalen VO_2 yang mempengaruhi ukuran tubuh. Untuk mendapatkan nilai-nilai VO_2 maka dapat menggunakan tabel konversi BME ekuivalen VO_2 berdasarkan luas permukaan tubuh. Luas permukaan tubuh dihitung menggunakan Persamaan Du'Bois:

$$A = H^{0.725} \times W^{0.425} \times 0.007246 \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

A = Luas permukaan tubuh (m²)

H = Tinggi tubuh (cm)

W = Berat tubuh (kg)

Hasil dari perhitungan luasan tubuh dengan menggunakan persamaan (3.1), nilai BME bisa ditentukan dengan menggunakan tabel konversi dengan menggunakan tabel konversi yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Konversi BME ekuivalen VO₂ berdasarkan luas permukaan tubuh (mL/menit)

1/100 m ²	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,1	136	137	138	140	141	142	143	145	146	147
1,2	148	150	151	152	153	155	156	157	158	159
1,3	161	162	162	164	166	167	168	169	171	172
1,4	173	174	176	177	178	179	181	182	183	184
1,5	186	187	188	189	190	192	193	194	195	197
1,6	198	199	200	202	203	204	205	207	208	209
1,7	210	212	213	214	215	217	218	219	220	221
1,8	223	224	225	226	228	229	230	231	233	234
1,9	235	236	238	239	240	241	243	244	245	246

Sumber: Syuaib (2003) dalam Fil'aini (2012)

3.6.2. Nilai IRHR

Perhitungan nilai HR yang didapat harus dinormalisasi agar diperoleh nilai HR yang objektif. Normalisasi nilai HR dilakukan dengan perbandingan HR relatif saat bekerja terhadap nilai HR saat istirahat. Nilai perbandingan HR tersebut dinamakan IRHR (*Increase Ratio of Heart Rate*). Perbandingan tersebut dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{IRHR} = \frac{\text{HR work}}{\text{HR rest}} \quad (\text{beat per minute (bpm)}) \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

HR *work* = denyut jantung saat melakukan pekerjaan (denyut/menit)

HR *rest* = denyut jantung saat istirahat (denyut/menit)

Jumlah beban kerja kualitatif untuk melacak kelelahan kerja dapat dikategorikan berdasarkan nilai IRHR subjek. Kategori kualitatif dari beban kerja berdasarkan IRHR dapat dikelompokkan sebagai berikut (Tabel 3.2):

Tabel 3.2 Kategori tingkat beban kerja berdasarkan IRHR

Kategori	Nilai IRHR
Ringan	1,00 < IRHR < 1,25
Sedang	1,25 < IRHR < 1,50
Berat	1,50 < IRHR < 1,75
Sangat Berat	1,75 < IRHR < 2,00
Luar biasa berat	2,00 < IRHR

Sumber: Syuaib (2003) dalam Fil'aini (2012)

3.6.3. Pengukuran TEC_{ST}

TEC_{ST} (*Total Energy Cost Step Test*) merupakan jumlah energi keseluruhan saat melakukan *step test* yang dapat dihitung dengan Persamaan 3.3 (Lovita, 2009):

$$TEC_{ST} = \left[\frac{w \times g \times h \times 2f}{4,2 \times 1000} \right] \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

TEC_{ST} = *Total Energy Cost Step Test* (kkal/menit)

w = berat badan (kg)

g = percepatan gravitasi (9,81m/s²)

h = tinggi bangku *step test* (m)

f = frekuensi *step test* (menit)

4,2 = faktor konversi (1 Joule = 4,2 kalori)

3.6.4. Pengukuran TEC

Nilai IRHR dapat dikonversi menjadi TEC (*Total Energy Cost*) ketika melakukan pekerjaan dapat digunakan dengan menggunakan grafik korelasi TEC_{ST} dengan IRHR yang akan diperoleh dalam bentuk umum persamaan objek (Dewi *et al.*, 2011), dapat dilihat pada Persamaan 3.4:

$$Y = a X + b \quad \dots\dots\dots(3.4)$$

Keterangan:

Y = IRHR

X = TEC (kkal/menit)

a dan b = Konstanta

3.6.5. Pengukuran WEC dan WEC'

WEC (*Work Energy Cost*) adalah jumlah energi ekstra yang diproduksi oleh tubuh selama operasinya. WEC' adalah nilai yang dinormalisasikan untuk WEC untuk mencari tahu apakah nilai objektivitas seseorang telah didapatkan. Nilai BME dari setiap orang berbeda dan tidak terkait langsung dengan konsumsi energi sehingga untuk mengetahui bahwa peningkatan konsumsi energi sebagai akibat dari suatu aktivitas yang dilakukan maka perlu dihitung WEC (*Work Energy Cost*) dengan menghitung selisih nilai TEC dan BME. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk mengukur nilai TEC (Irawan, 2008) dapat dilihat pada Persamaan 3.5:

$$WEC = TEC - BME \quad \dots\dots\dots(3.5)$$

Keterangan:

WEC = *Work Energy Cost* (kkal/menit)

TEC = *Total Energy Cost* (kkal/menit)

BME = *Basal Metabolic Energy* (kkal/menit)

Konsumsi energi sebanding dengan berat badan semakin besar berat badan seseorang maka semakin besar konsumsi energi begitu juga sebaliknya saat melakukan pekerjaan yang relatif sama. Oleh karena itu untuk mengetahui nilai beban kerja objektif yang diterima seseorang saat melakukan kerja maka pengaruh berat badan perlu dinormalisasi. Untuk memperoleh nilai WEC yang ternormalisasi (WEC'), dapat menggunakan Persamaan 3.6:

$$WEC' = \frac{WEC}{w} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan:

WEC' = *Work Energy Cost per Weight* (kkal/kg.menit)

WEC = *Work Energy Cost* (kkal/menit)

w = Berat badan (kg)

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengukuran Beban Kerja dengan Metode *Step Test*

Denyut jantung yang diukur menggunakan metode *step test* bertujuan untuk mengetahui hubungan antara denyut jantung dengan peningkatan beban kerja subjek. Menurut Jati (2018), metode *step test* dilakukan dengan mengukur denyut jantung saat melakukan pekerjaan naik turun sebuah bangku dengan ketinggian bangku setinggi 30 cm. Pengukuran denyut jantung diawali dengan pengambilan data karakteristik tubuh subjek yang akan digunakan untuk mengetahui nilai *basal metabolic energy* (BME). BME atau *basal metabolic energy* merupakan energi yang dibutuhkan oleh seseorang untuk mempertahankan fungsi hidupnya (Syuaib, 2003). Subjek yang akan dihitung beban kerjanya merupakan petani berjenis kelamin laki-laki berjumlah 3 orang dengan usia antara 30 sampai 45 tahun. Hasil data karakteristik tubuh subjek dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Karakteristik tubuh subjek dan nilai BME

Subjek	Usia (tahun)	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	A (m ²)	VO ₂ (mL/menit)	BME (kkal/menit)
L1	34	164	58	1,64	203	1,02
L2	41	165	66	1,74	215	1,08
L3	45	160	62	1,66	205	1,03

Berdasarkan Tabel 4.1 diperoleh nilai VO₂ tiap subjek masing-masing yaitu 203 mL/menit, 215 mL/menit dan 205 mL/menit. Nilai BME yang diperoleh tiap subjek masing-masing yaitu 1,015 kkal/menit; 1,075 kkal/menit dan 1,025 kkal/menit. Hal ini menunjukkan bahwa nilai BME dipengaruhi oleh hasil pengukuran dimensi tubuh tiap subjek.

Nilai BME yang diperoleh dari tiap subjek berbeda-beda tergantung dari hasil pengukuran dimensi tubuh subjek. Semakin tinggi seseorang atau semakin besar berat badan seseorang maka nilai luas permukaan tubuh

seseorang juga akan semakin luas begitu juga sebaliknya, sehingga nilai BME yang diperoleh juga semakin besar. Nilai BME yang diperoleh merupakan nilai BME setara dengan VO_2 sehingga perlu dikonversi agar diperoleh nilai BME dengan satuan kkal/menit. Setelah diperoleh nilai BME masing-masing subjek maka dilanjutkan dengan menghitung nilai IRHR saat *step test*, TEC *step test*, TEC, WEC, dan WEC'.

Data pengukuran denyut jantung atau *heart rate* (HR) saat *step test* yang didapat selanjutnya diolah untuk mendapatkan nilai IRHR saat *step test*. Nilai HR istirahat yang digunakan dalam perhitungan IRHR *step test* pertama sampai ketiga atau yang paling akhir diambil dari nilai denyut jantung minimal atau yang paling rendah biasanya di awal. Adapun hasil pengukuran denyut jantung subjek yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Nilai HR subjek saat istirahat dan *step test*

Subyek	HR <i>Rest</i>	HR <i>step test</i> 1	HR <i>step test</i> 2	HR <i>step test</i> 3
L1	86	112	115	121
L2	92	115	118	122
L3	93	113	117	125

Berdasarkan Tabel 4.2 denyut jantung setiap subjek meningkat seiring dengan peningkatan frekuensi *step test*. Hal ini menunjukkan bahwa beban kerja subjek juga akan meningkat seiring dengan peningkatan frekuensi *step test* tersebut. Hal ini dapat disebabkan karena adanya faktor kelelahan dan kebutuhan energi yang meningkat. Denyut jantung saat istirahat atau HR *rest* lebih rendah dari pada saat dilakukannya *step test*. Hal ini dikarenakan ketika *step test* beban kerja subjek tinggi sehingga denyut jantung subjek lebih tinggi sedangkan saat istirahat nilai HR *rest* lebih rendah dikarenakan beban kerja subjek hampir tidak ada sehingga nilai denyut jantung juga rendah. Berdasarkan Tabel 4.2 denyut jantung subjek L1 pada saat *step test* pertama lebih rendah dari *step test* kedua dan juga *step test* ketiga hal ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan beban kerja pada subjek L1 dari *step test* pertama hingga ke *step test* ketiga. Begitu juga dengan

subjek L2 dan subjek L3 nilai denyut jantungnya meningkat seiring bertambahnya frekuensi *step test*.

Setelah menghitung nilai IRHR maka nilai TEC atau *Total Energy Cost* (kkal/menit) juga perlu dihitung. Nilai IRHR dan TEC dibuat ke dalam grafik yang membentuk garis lurus dengan fungsi untuk mendapatkan persamaan daya pada masing-masing subjek. Nilai IRHR saat *step test* yang diperoleh tiap masing-masing subjek dan nilai TEC saat *step test* dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Nilai IRHR dan TEC saat *step test*

Subjek	IRHR			TEC _{ST} (kkal/menit)		
	<i>step test</i> 1	<i>step test</i> 2	<i>step test</i> 3	<i>step test</i> 1	<i>step test</i> 2	<i>step test</i> 3
L1	1,30	1,34	1,41	1,22	1,63	2,03
L2	1,25	1,28	1,33	1,39	1,85	2,31
L3	1,22	1,30	1,35	1,30	1,74	2,17

Perhitungan yang sama juga dilakukan untuk subjek lainnya. Nilai IRHR saat *step test* yang diperoleh berbeda-beda tiap subjek. Perbedaan nilai IRHR pada masing-masing subjek penelitian diakibatkan karena nilai denyut jantung masing-masing subjek penelitian juga berbeda-beda yang bergantung pada keadaan fisik dan fisiologis tiap subjek tersebut. Penelitian ini menggunakan kalibrasi *step test* yaitu tiga buah frekuensi yang menghasilkan tiga nilai TEC tiap subjek.

Berdasarkan Tabel 4.3 diperoleh nilai IRHR subjek L1 pada saat *step test* pertama dengan frekuensi *step test* 15 siklus/menit sebesar 1,30 denyut/menit, *step test* kedua dengan frekuensi *step test* 20 siklus/menit sebesar 1,34 denyut/menit dan *step test* ketiga dengan frekuensi *step test* 25 siklus/menit sebesar 1,41 denyut/menit. Nilai IRHR subjek L2 pada saat *step test* pertama, kedua dan ketiga berturut-turut sebesar 1,25 denyut/menit, 1,28 denyut/menit dan 1,33 denyut/menit sedangkan nilai IRHR subjek L3 berturut-turut yaitu pada *step test* pertama sebesar 1,22 denyut/menit, *step test* kedua sebesar 1,30 denyut/menit dan *step test* ketiga sebesar 1,35 denyut/menit. Subjek L1 memiliki nilai IRHR yang lebih tinggi dibandingkan dengan subjek L2 maupun subjek L3. Hal ini

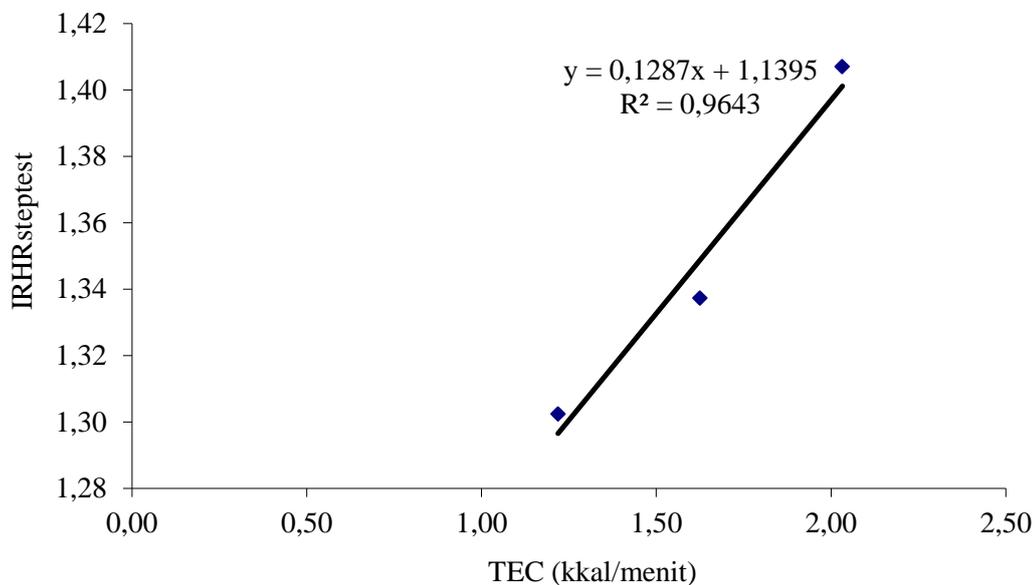
menunjukkan bahwa subjek L1 belum terbiasa dalam melakukan pekerjaan sehingga denyut jantungnya relatif tinggi dalam hal ini pengalaman bekerja subjek mempengaruhi nilai IRHR subjek tersebut.

Setelah nilai IRHR diperoleh selanjutnya nilai TEC saat *step test* perlu untuk dihitung. Nilai TEC_{ST} dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya berat badan, gravitasi, tinggi bangku *step test* dan juga frekuensi *step test*. Semakin besar berat badan seseorang maka semakin besar juga nilai TEC saat *step test* begitu juga sebaliknya. Gravitasi juga mempengaruhi nilai TEC saat *step test*. Selain itu juga tinggi bangku *step test* yang digunakan juga mempengaruhi nilai TEC saat *step test*. Semakin tinggi bangku *step test* yang digunakan maka semakin besar juga nilai TEC saat *step test*. Nilai TEC_{ST} juga akan meningkat seiring dengan peningkatan frekuensi *step test*.

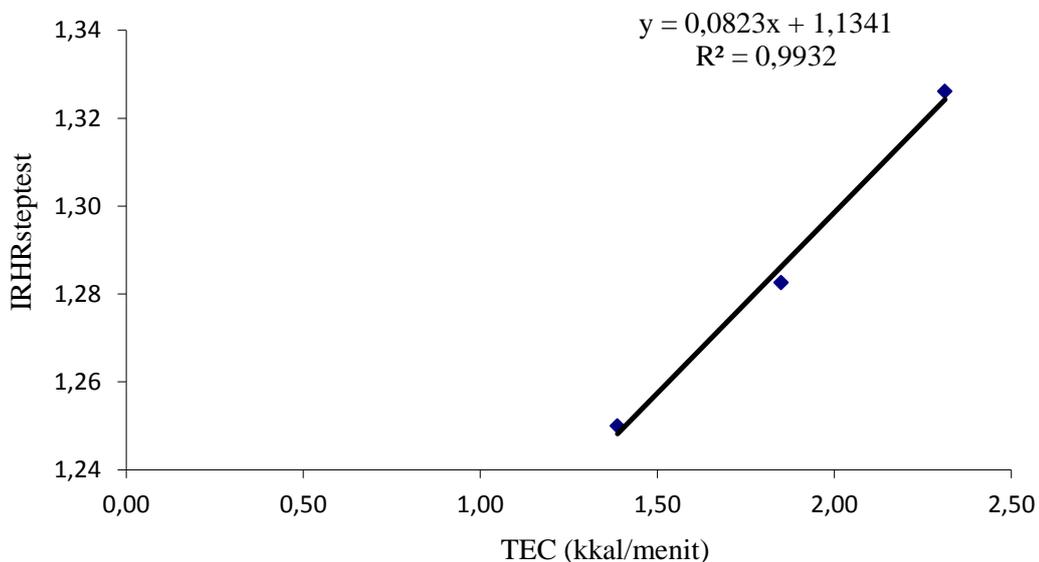
Berdasarkan Tabel 4.3 nilai TEC saat *step test* pertama, kedua dan ketiga yang diperoleh pada subjek L1 berturut-turut yaitu sebesar 1,22 kkal/menit, 1,63 kkal/menit dan 2,03 kkal/menit. Subjek L2 diperoleh nilai TEC saat *step test* pertama, kedua dan ketiga yaitu sebesar 1,39 kkal/menit, 1,85 kkal/menit dan 2,31 kkal/menit sedangkan nilai TEC saat *step test* pada subjek L3 berturut-turut yaitu sebesar 1,30 kkal/menit, 1,74 kkal/menit dan 2,17 kkal/menit. Nilai TEC yang diperoleh semakin meningkat seiring dengan peningkatan frekuensi *step test* yang dilakukan. Nilai TEC saat *step test* dari ketiga subjek ini diperoleh nilai TEC paling tinggi di antara subjek lainnya yaitu terdapat pada subjek L2. Hal ini menunjukkan bahwa adanya pengaruh berat badan dengan nilai TEC. Semakin besar berat badan subjek maka nilai TEC yang diperoleh juga semakin tinggi begitu juga sebaliknya semakin kecil berat badan subjek maka nilai TEC yang diperoleh juga semakin kecil.

Nilai IRHR yang diperoleh saat melakukan *step test* sebanyak tiga kali dihubungkan dengan besarnya nilai daya yang dikeluarkan untuk dibuat grafik. Hubungan antara nilai IRHR dan TEC pada saat *step test* yang diperoleh akan dimasukkan ke dalam grafik yang akan menghasilkan suatu persamaan. Nilai IRHR sebagai sumbu y sedangkan nilai TEC_{ST} sebagai sumbu x. Grafik tersebut

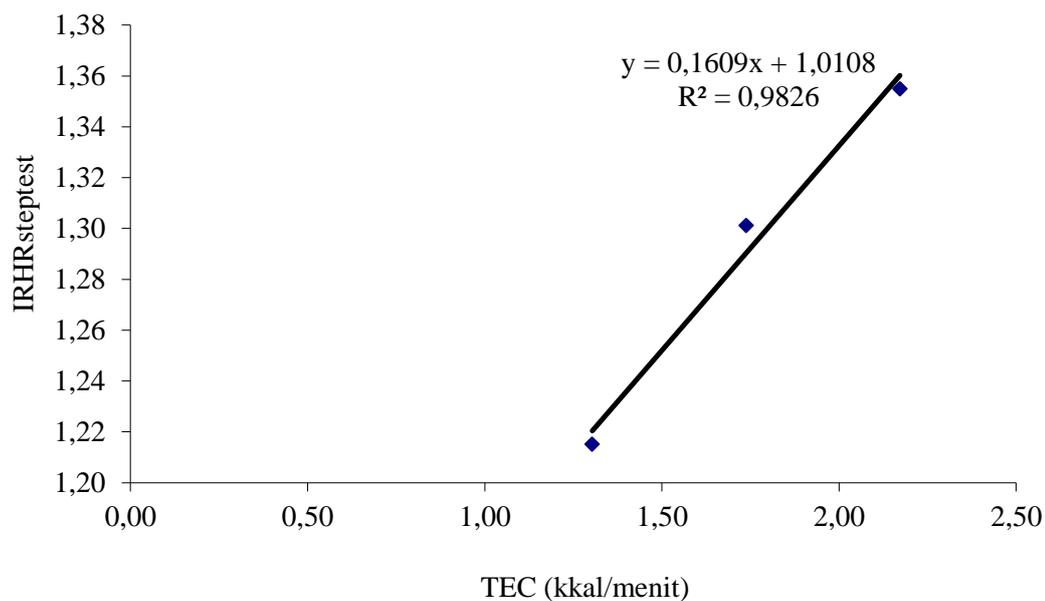
akan membentuk garis linier yang menghasilkan persamaan $y = ax + b$. Grafik hubungan antara IRHR dan TEC pada saat *step test* setiap subjek penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.1. Grafik hubungan IRHR dengan TEC_{ST} subjek L1



Gambar 4.2. Grafik hubungan IRHR dengan TEC_{ST} subjek L2



Gambar 4.3. Grafik hubungan IRHR dengan TEC_{ST} subjek L3

Grafik dan persamaan daya tiap masing-masing subjek berbeda-beda. Hal ini tergantung dari kemampuan fisiologis masing-masing subjek tersebut seperti berat badan subjek dan juga tinggi badan subjek. Grafik diatas mempunyai batas maksimal untuk nilai IRHR dan nilai TEC yang bergantung pada kapasitas jantung maksimal masing-masing subjek. Nilai maksimal IRHR yang diperoleh dari subjek penelitian yaitu 1,41 sedangkan nilai TEC maksimal yang diperoleh sebesar 2,31 kkal/menit.

Berdasarkan Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa semakin curam kemiringan garisnya maka semakin tinggi nilai IRHR dan semakin tinggi nilai daya yang dikeluarkan saat melakukan *step test*. Perubahan nilai IRHR terhadap TEC_{ST} dapat dilihat dari *slope* atau kemiringan garis yang dapat dilihat dari nilai a pada persamaan $y = ax + b$. Semakin curam kemiringan garis grafik maka semakin besar pula perubahan nilai IRHR terhadap TEC_{ST} begitu juga sebaliknya. Oleh karena itu penambahan beban sedikit saja akan menyebabkan peningkatan IRHR yang cukup besar.

Nilai a atau *slope* yang dihasilkan dalam grafik merupakan kemiringan garis linear. Semakin curam kemiringan garis linier maka nilainya akan semakin besar begitu juga sebaliknya. Kemiringan garis tersebut merupakan perubahan nilai TEC yang dipengaruhi oleh IRHR. Hubungan antara nilai a atau

slope dengan nilai TEC ini berbanding terbalik. Semakin besar nilai *a* maka nilai TEC yang diperoleh semakin kecil meskipun nilai IRHR bertambah atau berkurang. Nilai *b* pada grafik untuk setiap subjek akan mendekati angka 1.

Nilai *a* atau *slope* paling besar terdapat pada subjek L3 yaitu sebesar 0,1609 sedangkan nilai *a* yang paling kecil terdapat pada subjek L2 yaitu 0,0823. Hal ini menunjukkan bahwa faktor usia dan berat badan subjek mempengaruhi nilai IRHR yang diperoleh saat melakukan *step test* selain itu juga adanya penambahan frekuensi *step test* menyebabkan meningkatnya nilai IRHR menjadi lebih besar. Nilai *b* yang dihasilkan dari persamaan tersebut umumnya bernilai satu dikarenakan nilai IRHR tanpa beban sama dengan satu yaitu dalam kondisi ini denyut jantung saat bekerja sama dengan denyut jantung saat istirahat sehingga didapatkan perbandingan sama dengan 1.

Nilai R^2 atau disebut juga koefisien determinasi digunakan untuk mengukur dan mengetahui keeratan hubungan dalam persamaan tersebut yang mempunyai nilai antara 0 sampai 1 dengan nilai yang mendekati satu. Perbedaan nilai R^2 pada setiap petani ini apabila nilainya mendekati angka satu maka nilainya akan semakin baik. Hasil hubungan atau korelasi antara IRHR dengan TEC_{ST} ditunjukkan dengan adanya titik yang dihubungkan oleh garis lurus dengan kemiringan positif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar nilai *x* maka akan semakin besar pula nilai *y* begitu juga sebaliknya.

Berdasarkan Gambar 4.1, Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa nilai koefisien determinasi pada persamaan tersebut setiap masing-masing subjek mendekati satu. Grafik pada Gambar 4.1 memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,9643. Grafik pada Gambar 4.2 memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,9932 sedangkan Gambar 4.3 memiliki nilai koefisien determinasi sebesar 0,9826. Nilai R^2 persamaan daya pada setiap petani memiliki nilai yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing subjek memiliki kemampuan fisiologis yang berbeda-beda dalam menerima beban kerja. Persamaan dari masing-masing subjek dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4. Persamaan hubungan IRHR dengan TEC_{ST}

Subjek	Persamaan	R^2
L1	$0,1287x + 1,1395$	0,9643
L2	$0,0823x + 1,1341$	0,9932
L3	$0,1609x + 1,0108$	0,9826

Tabel 4.4 menunjukkan persamaan daya yang terbentuk dari hubungan IRHR dengan TEC_{ST} saat melakukan *step test* untuk masing-masing subjek penelitian. Berdasarkan persamaan tersebut nilai TEC_{ST} saat melakukan kerja atau pada saat *step test* dapat diketahui dengan memasukkan nilai IRHR saat kerja tersebut. Nilai y merupakan fungsi dari nilai x sehingga nilai y akan ditentukan oleh nilai x yang dapat digambarkan dengan persamaan garis lurus. Nilai y pada persamaan $y = ax + b$ dapat dicari setelah nilai-nilai x nya diketahui dan ditentukan terlebih dahulu. Nilai y yang akan disubstitusikan ke persamaan tersebut merupakan nilai IRHR pada saat melakukan aktivitas dalam hal ini pada saat *step test* sedangkan nilai x merupakan nilai TEC saat melakukan *step test*.

Garis lurus yang dihasilkan dari hubungan antara IRHR dan TEC *step test* bernilai positif. Hal tersebut berarti semakin besar nilai x atau TEC maka akan semakin besar juga nilai y (IRHR) begitu juga sebaliknya semakin kecil nilai x maka nilai y juga akan semakin kecil. Koefisien determinasi (R^2) digunakan untuk mengukur besarnya kontribusi x terhadap variabel terikatnya (y). Nilai koefisien determinasi berkisar dari nol sampai satu ($0 < R^2 < 1$).

4.2. Hasil Pengukuran Beban Kerja saat Pengolahan Tanah

Pengolahan tanah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu pembuatan guludan secara manual dengan menggunakan dua tipe gagang cangkul yang berbeda yaitu cangkul gagang pendek dan cangkul gagang panjang. Luas lahan yaitu seluas 18 m x 15 m sedangkan guludan yang dibuat setinggi 30 cm dengan lebar 70 cm dan panjang guludan yaitu 15 m. Berikut merupakan nilai IRHR saat pembuatan guludan yang dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

Tabel 4.5. Nilai IRHR saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek

Subyek	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	HR <i>rest</i>	HR <i>work</i>	IRHR
L1	164	58	89	143	1,61
L2	165	66	90	149	1,66
L3	160	62	91	132	1,45

Tabel 4.6. Nilai IRHR saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang

Subjek	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	HR <i>rest</i>	HR <i>work</i>	IRHR
L1	164	58	88	128	1,45
L2	165	66	91	130	1,43
L3	160	62	90	142	1,58

Tabel 4.5 dan Tabel 4.6 menunjukkan nilai IRHR saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek dan cangkul gagang panjang pada ketiga subjek. Nilai IRHR merupakan perbandingan antara nilai HR *work* dengan nilai HR *rest*. Nilai IRHR saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek pada masing-masing subjek sebesar 1,61 untuk subjek L1, subjek L2 sebesar 1,66 dan subjek L3 sebesar 1,45 sedangkan pada cangkul gagang panjang nilai IRHR pada subjek L1 sebesar 1,45, subjek L2 sebesar 1,43 dan subjek L3 sebesar 1,58.

Berdasarkan nilai IRHR ketiga subjek tersebut, nilai IRHR tertinggi menggunakan cangkul gagang pendek terdapat pada subjek L2 sedangkan yang paling rendah terdapat pada subjek L3. Nilai IRHR tertinggi saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang terdapat pada subjek L3 sedangkan yang terendah terdapat pada subjek L2. Hal ini menunjukkan adanya hubungan antara tinggi badan subjek dengan nilai IRHR. Hal ini disebabkan karena subjek L2 memiliki tinggi badan yang paling tinggi di antara subjek lainnya sehingga dengan tinggi tersebut subjek kesulitan dalam mencangkul menggunakan cangkul gagang pendek namun subjek L2 lebih mudah mencangkul menggunakan cangkul gagang panjang. Tinggi badan subjek L3 paling rendah di

antara tinggi badan subjek lainnya sehingga subjek kesulitan dalam mencangkul menggunakan cangkul gagang panjang sedangkan dengan menggunakan cangkul gagang pendek lebih mudah digunakan oleh subjek.

Nilai IRHR bergantung pada laju denyut jantung yang terukur. Nilai IRHR masing-masing subjek berbeda-beda. Perbedaan nilai IRHR yang dihasilkan pada masing-masing dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik masing-masing subjek. Nilai IRHR merupakan beban kerja relatif terhadap kapasitas diri seseorang sedangkan nilai TEC atau konsumsi energi merupakan jumlah energi yang dikeluarkan ketika seseorang melakukan pekerjaan.

Setelah didapatnya nilai IRHR saat melakukan pekerjaan dalam penelitian ini yaitu pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang dan cangkul gagang pendek maka perlu untuk diketahui kategori tingkat beban kerja kualitatif berdasarkan IRHR. Kategori tingkat beban kerja subjek dari penggunaan tipe cangkul yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4.7. Kategori tingkat beban kerja menggunakan cangkul gagang pendek berdasarkan IRHR

Subjek	IRHR	IRHR rata-rata	Kategori tingkat beban kerja berdasarkan IRHR	
			IRHR subjek	IRHR rata-rata
L1	1,61		Berat	
L2	1,66	1,57	Berat	Berat
L3	1,45		Sedang	

Tabel 4.8. Kategori tingkat beban kerja menggunakan cangkul gagang panjang berdasarkan IRHR

Subjek	IRHR	IRHR rata-rata	Kategori tingkat beban kerja berdasarkan IRHR	
			IRHR subjek	IRHR rata-rata
L1	1,45		Sedang	
L2	1,43	1,49	Sedang	Sedang
L3	1,58		Berat	

Berdasarkan Tabel 4.7 yang menunjukkan kategori tingkat beban kerja berdasarkan IRHR dari kegiatan mencangkul pada pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek berada pada kategori tingkat beban

kerja sedang sampai berat begitu juga dengan kategori tingkat beban kerja subjek pada Tabel 4.8 berada pada tingkat sedang sampai berat. Namun nilai IRHR rata-rata yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 memiliki nilai IRHR lebih tinggi dibandingkan pada Tabel 4.8 yaitu 1,57. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek berada pada tingkat beban kerja yang berat dibandingkan dengan menggunakan cangkul gagang panjang dengan nilai IRHR rata-rata sebesar 1,49 dengan kategori tingkat beban kerja sedang.

Selain dihitung nilai IRHR saat pembuatan guludan untuk setiap subjek penelitian dan didapatkan juga kategori beban kerja subjek berdasarkan IRHR, maka nilai TEC, WEC dan WEC' saat pembuatan guludan juga perlu untuk dihitung. Perhitungan yang sama seperti saat *step test* juga digunakan pada saat pembuatan guludan. Hasil perhitungan nilai TEC, WEC dan WEC' saat pembuatan guludan dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 berikut.

Tabel 4.9. Nilai TEC, WEC dan WEC' saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek

Subjek	Berat badan (kg)	IRHR	BME (kkal/menit)	TEC (kkal/menit)	TEC rata-rata (kkal/menit)	WEC (kkal/menit)	WEC' (kkal/kg.menit)
L1	58	1,61	1,02	3,66		2,64	0,05
L2	66	1,66	1,08	6,14	4,18	5,06	0,08
L3	62	1,45	1,03	2,73		1,70	0,03

Tabel 4.10. Nilai TEC, WEC dan WEC' saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang

Subjek	Berat badan (kg)	IRHR	BME (kkal/menit)	TEC (kkal/menit)	TEC rata-rata (kkal/menit)	WEC (kkal/menit)	WEC' (kkal/kg.menit)
L1	58	1,45	1,02	2,41		1,39	0,02
L2	66	1,43	1,08	3,58	3,18	2,50	0,04
L3	62	1,58	1,03	3,54		2,51	0,04

Berdasarkan Tabel 4.8 diperoleh nilai TEC, WEC dan WEC' saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek pada subjek L1 berturut-turut yaitu TEC sebesar 3,66 kkal/menit, WEC sebesar 2,64 kkal/menit dan WEC' sebesar 0,05 kkal/kg.menit. Nilai TEC pada subjek L2 yaitu sebesar 6,14 kkal/menit, nilai WEC yaitu sebesar 5,06 kkal/menit dan nilai WEC' sebesar 0,08 kkal/kg.menit. Subjek L3 memiliki nilai TEC sebesar 2,73 kkal/menit, nilai WEC dan WEC' masing-masing yaitu sebesar 1,70 kkal/menit dan 0,03 kkal/kg.menit.

Nilai konsumsi energi yang disajikan pada Tabel 4.8 saat pengolahan tanah menggunakan cangkul gagang pendek diperoleh nilai TEC paling besar terdapat pada subjek L2 yaitu sebesar 6,14 kkal/menit. Nilai IRHR yang dimiliki oleh subjek L2 ini tidak jauh berbeda dengan subjek lainnya bahkan bukan yang paling tinggi. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan dari persamaan TEC saat *step test* yang didapatkan dari persamaan garis linier dari masing-masing subjek. Nilai *a* atau *slope* berbanding terbalik dengan nilai TEC yang dihasilkan. Subjek L2 memiliki nilai *a* atau *slope* yang rendah yaitu sebesar 0,094 sehingga nilai TEC yang didapatkan tinggi.

Selain itu besarnya nilai TEC pada subjek L2 ini dikarenakan oleh pengaruh berat badan dan tinggi badan subjek atau tergantung dari nilai BME subjek. Tabel 4.8 juga menunjukkan bahwa nilai WEC dan WEC' paling besar juga terdapat pada subjek L2 yaitu sebesar 5,06 kkal/menit dan 0,08 kkal/menit. Nilai TEC, WEC dan WEC' berbanding lurus sehingga semakin tinggi nilai TEC maka nilai WEC dan WEC' juga akan semakin tinggi.

Berdasarkan Tabel 4.9 nilai TEC, WEC dan WEC' pada saat pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang diperoleh hasil pada subjek L1 yaitu berturut-turut sebesar 2,41 kkal/menit, 1,39 kkal/menit dan 0,02 kkal/kg.menit. Subjek L2 memiliki nilai TEC sebesar 3,69 kkal/menit, nilai WEC sebesar 2,62 kkal/menit dan nilai WEC' sebesar 0,04 kkal/kg.menit. Subjek L3 memiliki nilai TEC sebesar 3,54 kkal/menit sedangkan nilai WEC dan WEC' masing-masing sebesar 2,52 kkal/menit dan 0,04 kkal/kg.menit.

Nilai konsumsi energi saat pengolahan tanah menggunakan cangkul gagang panjang yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 memiliki nilai TEC yang paling besar terdapat pada subjek L2 sama seperti pada hasil Tabel 4.8 saat pengolahan tanah menggunakan cangkul gagang pendek. Nilai TEC pada subjek L2 yang ditunjukkan di Tabel 4.9 yaitu sebesar 3,69 kkal/menit. Nilai ini paling besar di antara nilai TEC pada subjek yang lainnya sedangkan nilai WEC dan WEC' pada subjek L2 yaitu sebesar 2,52 kkal/menit dan 0,04 kkal/kg.menit. Nilai TEC, WEC dan WEC' pada pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang yang paling rendah terdapat pada subjek L1. Hal ini dikarenakan subjek L1 memiliki berat badan yang paling kecil sehingga konsumsi energi yang dikeluarkan juga kecil.

Sama halnya dengan hasil yang diperoleh pada Tabel 4.8, nilai konsumsi energi saat pengolahan tanah menggunakan cangkul gagang pendek pada subjek L2 juga memiliki nilai IRHR yang tidak jauh berbeda dengan subjek lainnya bahkan bukan yang paling tinggi. Hal ini juga dipengaruhi oleh perbedaan dari persamaan TEC yang didapatkan dari persamaan garis linier dari masing-masing subjek. Besarnya nilai a atau *slope* berbanding terbalik dengan nilai TEC yang dihasilkan. Subjek L2 memiliki nilai a atau *slope* yang rendah yaitu sebesar 0,094 sehingga nilai TEC yang didapatkan juga tinggi.

Meskipun setiap subjek melakukan pekerjaan yang sama dalam pengolahan tanah yaitu pembuatan guludan, namun hasil yang diperoleh baik pada Tabel 4.8 maupun Tabel 4.9 berbeda-beda pada masing-masing subjek. Secara umum jantung sangat dipengaruhi oleh beban fisik dan psikologis. Saat denyut jantung tinggi maka faktor fisik berpengaruh besar terhadap denyut jantung. Namun saat subjek tidak melakukan beban fisik tetapi denyut jantungnya cukup tinggi biasanya beban psikologisnya lebih besar. Hal ini dapat disebabkan karena rasa tegang, cemas dan khawatir. Hal ini dapat dipengaruhi oleh perbedaan karakteristik dari masing-masing subjek, kemampuan fisiologis serta pengaruh lingkungan fisik seperti suhu dan kelembaban di lahan.

Pengaruh suhu dan kelembaban lingkungan kerja sangat berkaitan dengan efektivitas pekerjaan. Apabila lingkungan pada saat pengukuran terlalu panas dan

lembab maka dapat menyebabkan subjek kelelahan dan dapat menurunkan kemampuan fisik tubuh subjek tersebut. Ketika tubuh manusia berada pada lingkungan dengan suhu yang tinggi maka akan terjadi peningkatan denyut jantung akibat aktivitas jantung yang memompa darah lebih cepat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hendra (2003) bahwa suhu lingkungan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kenaikan denyut jantung seseorang.

Berdasarkan tabel nilai konsumsi energi saat pengolahan tanah menggunakan cangkul gagang pendek dan cangkul gagang panjang hal yang paling mempengaruhi nilai beban kerja saat melakukan kerja yaitu berat badan dan tinggi badan subjek atau tergantung nilai BME. Semakin besar berat badan subjek maka semakin besar juga beban kerja yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena seseorang dengan berat badan yang lebih besar secara umum akan mengkonsumsi energi yang lebih besar pula dibandingkan seseorang dengan berat badan yang lebih kecil.

Selain berat badan yang mempengaruhi nilai beban kerja tinggi badan subjek juga mempengaruhi beban kerja. Subjek yang memiliki tinggi badan yang paling tinggi tentunya memiliki panjang tangan yang berbeda dari subjek yang tinggi badannya lebih rendah sehingga saat subjek yang lebih tinggi menggunakan cangkul gagang pendek akan memiliki nilai konsumsi energi paling besar. Hal ini dikarenakan oleh penyesuaian dalam penggunaan cangkul. Penggunaan cangkul gagang pendek pada subjek dengan tinggi badan yang tinggi akan sulit dilakukan sehingga akan mengkonsumsi energi yang lebih besar.

Berdasarkan hasil perbandingan cara kerja pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek dan cangkul gagang panjang maka dapat diketahui bahwa berat badan dan tinggi badan atau nilai BME subjek mempengaruhi beban kerja yang dihasilkan oleh masing-masing subjek. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar berat badan atau semakin besar dimensi tubuh seseorang maka konsumsi energi yang dikeluarkan juga akan semakin besar begitu juga sebaliknya semakin kecil dimensi tubuh seseorang maka konsumsi energi yang dikeluarkan juga akan semakin kecil.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Tingkat beban kerja subjek pada pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek berdasarkan IRHR berada pada selang 1,45 bpm sampai 1,66 bpm dengan kategori beban kerja sedang sampai berat dan nilai IRHR rata-rata sebesar 1,57 bpm dengan kategori beban kerja berat.
2. Tingkat beban kerja subjek pada pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang panjang berdasarkan IRHR berada pada selang 1,43 bpm sampai 1,58 bpm dengan kategori beban kerja sedang sampai berat dan nilai IRHR rata-rata sebesar 1,49 bpm dengan kategori beban kerja sedang.
3. Beban kerja pembuatan guludan menggunakan cangkul gagang pendek lebih berat dibandingkan dengan menggunakan cangkul gagang panjang dengan konsumsi energi (TEC) rata-rata sebesar 4,18 kkal/menit sedangkan menggunakan cangkul gagang panjang rata-rata sebesar 3,18 kkal/menit.

5.2. Saran

Penggunaan cangkul gagang panjang lebih direkomendasikan untuk petani agar konsumsi energi petani dalam mengolah tanah tidak terlalu banyak yang mengakibatkan kelelahan serta perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut dengan subjek dan lokasi yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

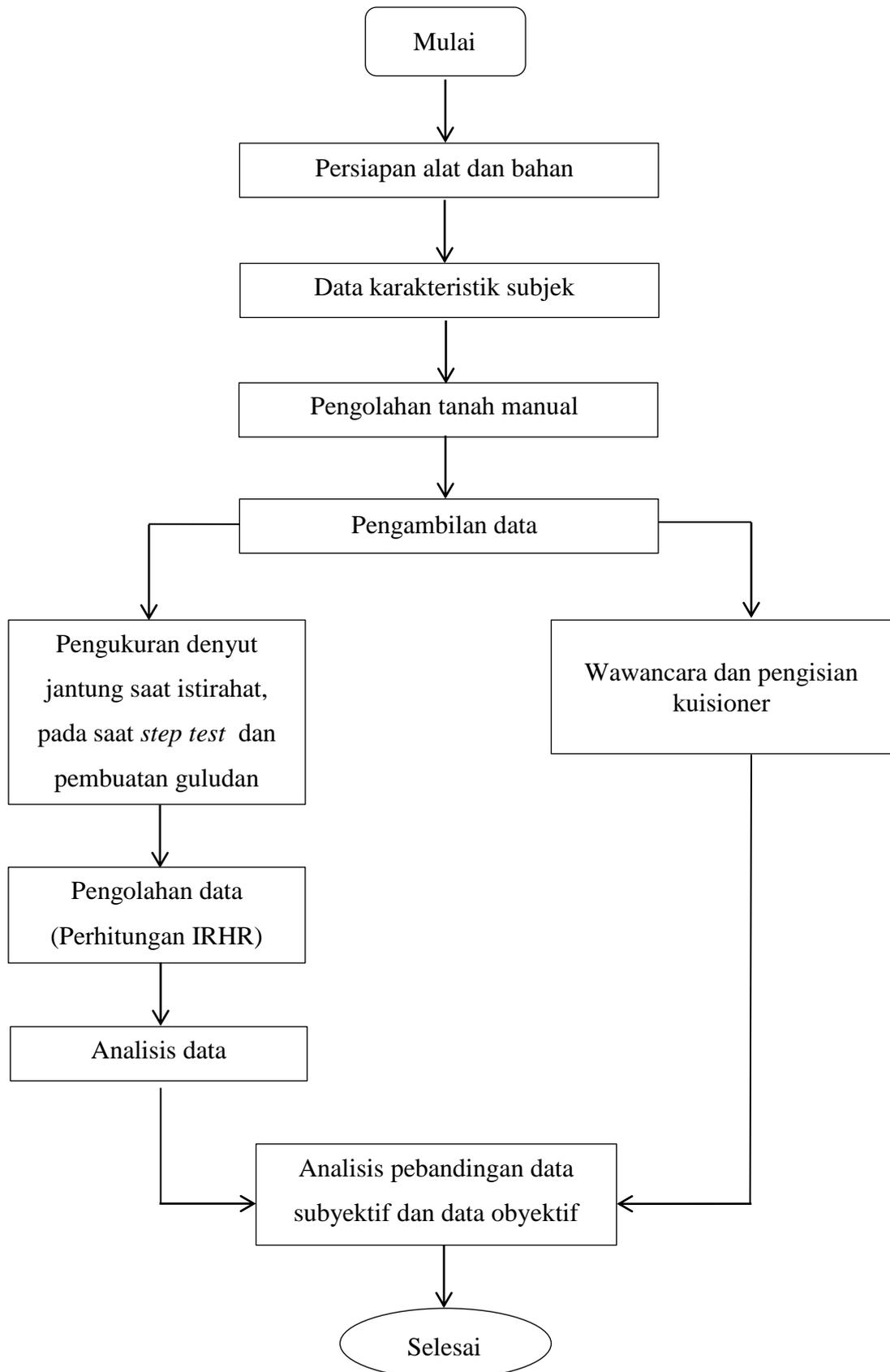
DAFTAR PUSTAKA

- Asiyah, S., 2015. *Studi Antropometri Petani Pria dan Aplikasinya pada Desain Cangkul di Kecamatan Trangkil, Pati, Jawa Tengah*. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- BPS Provinsi Sumatera Selatan., 2016. *Luas Lahan per Kabupaten/Kota Menurut Penggunaannya di Sumatera Selatan Tahun 2013-2015*. Palembang : BPS Provinsi Sumatera Selatan.
- Daywin, F.J., Djojomartono, M. dan Sitompul ,R.G., 1991. *Motor Bakar Internal dan Tenaga di Bidang Pertanian. JICA-DGHE/IPB Project/ADAET*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Dewi, I., Syuaib, M.F., Mandang, T., 2011. *Studi Ergonomi pada Penyiapan Lahan Sawah Lebak Menggunakan Alat Tradisional Tajak di Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan*. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 25 (2), 103-110.
- Fil'aini, R., 2012. *Analisis Beban Kerja Petani pada Pengoperasian Sprayer Gendong Semi-Otomatis di Kecamatan Wedung, Kabupaten Demak, Jawa Tengah*. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Gultom, T.S., 2010. *Faktor Antropometri dan Desain Cangkul Terhadap Kinerja Pengolahan Tanah oleh Petani Ladang di Kota Palembang*. Skripsi. Indralaya : Universitas Sriwijaya.
- Hendra., 2003. *Faktor yang Mempengaruhi Peningkatan Suhu Tubuh dan Denyut Nadi pada Pekerja yang Terpajan Panas*. Tesis. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Herodian, S., 2007. *Pengembangan Laboratorium Virtual Mata Kuliah Ergonomika dan Keselamatan Kerja Berbasis E-learning*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Irawan, L.C., 2008. *Analisis Beban Kerja pada Kegiatan Tebang Muat Tebu Seacara Manual di PG Bungamayang Milik PTPN VII (Persero) Lampung*. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Jati, D.P., 2018. *Studi Beban Kerja Fisik pada Pengendalian HPT Kopi dengan Sprayer*. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Kurniadi, D., 1990. *Mempelajari Pengaruh Berat Cangkul yang Berbeda Terhadap Pengeluaran Energi Tubuh, Kapasitas, dan Efisiensi Kerja Pencangkulan*. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Lovita., 2009. *Analisis Beban Kerja Pada Pembuatan Guludan di Lahan Kering*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

- Nadia, C., 2011. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kelelahan Pengumpul Tol di Gerbang Cililitan PT Jasa Marga Cabang CTC Tahun 2011. Skripsi. Depok : Universitas Sriwijaya.
- Nurmianto, E., 2004. *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi ke-2*. Surabaya : Guna Widya.
- Suprodjo., 1980. *Cara-cara Menentukan Ukuran Utama dari Traktor untuk Pengolahan Tanah*. Yogyakarta : Universitas Gadjah Mada.
- Tarwaka, S.H., Bakri, A. dan Sudiajeng L., 2004. *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta : UNIBA Press..
- Utami, S.W., 2012. *Pengukuran Beban Kerja Psikologis dan Fisiologis yang dialami oleh Operator pada Produk Cup di PT Indomex Dwijaya Lestari*. Laporan Kerja Praktek. Padang : Universitas Andalas.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram alir penelitian



Lampiran 2. Kuisisioner kelelahan kerja

Subjek L1 menggunakan cangkul gagang pendek

No	Pertanyaan	Tidak	Ya
1	Apakah anda sudah lama melakukan kegiatan mencangkul dalam bertani?	✓	
2	Apakah menurut anda mencangkul itu berat?	✓	
3	Apakah kepala anda pusing?		✓
4	Apakah tangan anda terasa pegal?		✓
5	Apakah saudara mengantuk?	✓	
6	Apakah anda mata anda terasa ada beban?	✓	
7	Apakah anda merasa kaku dalam bergerak?		✓
8	Apakah anda merasa sempoyongan ketika berdiri?	✓	
9	Apakah kaki anda terasa berat?	✓	
10	Apakah anda perasaan ingin berbaring?		✓
11	Apakah anda tidak dapat berkonsentrasi?	✓	
12	Apakah anda punya kecendrungan untuk lupa?	✓	
13	Apakah anda merasa malas untuk berbicara?	✓	
14	Apakah anda cemas terhadap sesuatu?	✓	
15	Apakah anda merasa tidak dapat tekun saat bekerja?	✓	
16	Apakah kelopak mata anda terasa kejang?	✓	
17	Apakah leher anda terasa kaku?		✓
18	Apakah bahu anda terasa kaku?		✓
19	Apakah punggung anda terasa nyeri?		✓
20	Apakah dada anda terasa sesak?	✓	
21	Apakah anda haus?		✓
22	Apakah suara anda terasa serak?	✓	
23	Apakah anggota badan anda terasa gemetar?	✓	
24	Apakah seluruh badan anda terasa lelah?		✓
25	Apakah anda dalam kondisi sehat?		✓

(Nadia, 2011)

Lampiran 2. (Lanjutan)

Subjek L1 menggunakan cangkul gagang panjang

No	Pertanyaan	Tidak	Ya
1	Apakah anda sudah lama melakukan kegiatan mencangkul dalam bertani?	✓	
2	Apakah menurut anda mencangkul itu berat?	✓	
3	Apakah kepala anda pusing?	✓	
4	Apakah tangan anda terasa pegal?	✓	
5	Apakah saudara mengantuk?	✓	
6	Apakah anda mata anda terasa ada beban?	✓	
7	Apakah anda merasa kaku dalam bergerak?	✓	
8	Apakah anda merasa sempoyongan ketika berdiri?	✓	
9	Apakah kaki anda terasa berat?	✓	
10	Apakah anda perasaan ingin berbaring?	✓	
11	Apakah anda tidak dapat berkonsentrasi?	✓	
12	Apakah anda punya kecendrungan untuk lupa?	✓	
13	Apakah anda merasa malas untuk berbicara?	✓	
14	Apakah anda cemas terhadap sesuatu?	✓	
15	Apakah anda merasa tidak dapat tekun saat bekerja?	✓	
16	Apakah kelopak mata anda terasa kejang?	✓	
17	Apakah leher anda terasa kaku?	✓	
18	Apakah bahu anda terasa kaku?	✓	
19	Apakah punggung anda terasa nyeri?	✓	
20	Apakah dada anda terasa sesak?	✓	
21	Apakah anda haus?		✓
22	Apakah suara anda terasa serak?	✓	
23	Apakah anggota badan anda terasa gemetar?	✓	
24	Apakah seluruh badan anda terasa lelah?	✓	
25	Apakah anda dalam kondisi sehat?		✓

Nadia, 2011)

Lampiran 2. (Lanjutan)

Subjek L2 menggunakan cangkul gagang pendek

No	Pertanyaan	Tidak	Ya
1	Apakah anda sudah lama melakukan kegiatan mencangkul dalam bertani?		✓
2	Apakah menurut anda mencangkul itu berat?	✓	
3	Apakah kepala anda pusing?	✓	
4	Apakah tangan anda terasa pegal?		✓
5	Apakah saudara mengantuk?	✓	
6	Apakah anda mata anda terasa ada beban?	✓	
7	Apakah anda merasa kaku dalam bergerak?	✓	
8	Apakah anda merasa sempoyongan ketika berdiri?	✓	
9	Apakah kaki anda terasa berat?		✓
10	Apakah anda perasaan ingin berbaring?		✓
11	Apakah anda tidak dapat berkonsentrasi?	✓	
12	Apakah anda punya kecendrungan untuk lupa?	✓	
13	Apakah anda merasa malas untuk berbicara?	✓	
14	Apakah anda cemas terhadap sesuatu?	✓	
15	Apakah anda merasa tidak dapat tekun saat bekerja?	✓	
16	Apakah kelopak mata anda terasa kejang?	✓	
17	Apakah leher anda terasa kaku?		✓
18	Apakah bahu anda terasa kaku?		✓
19	Apakah punggung anda terasa nyeri?		✓
20	Apakah dada anda terasa sesak?		✓
21	Apakah anda haus?		✓
22	Apakah suara anda terasa serak?	✓	
23	Apakah anggota badan anda terasa gemetar?	✓	
24	Apakah seluruh badan anda terasa lelah?		✓
25	Apakah anda dalam kondisi sehat?		✓

(Nadia, 2011)

Lampiran 2. (Lanjutan)

Subjek L2 menggunakan cangkul gagang panjang

No	Pertanyaan	Tidak	Ya
1	Apakah anda sudah lama melakukan kegiatan mencangkul dalam bertani?		✓
2	Apakah menurut anda mencangkul itu berat?	✓	
3	Apakah kepala anda pusing?	✓	
4	Apakah tangan anda terasa pegal?	✓	
5	Apakah saudara mengantuk?	✓	
6	Apakah anda mata anda terasa ada beban?	✓	
7	Apakah anda merasa kaku dalam bergerak?	✓	
8	Apakah anda merasa sempoyongan ketika berdiri?	✓	
9	Apakah kaki anda terasa berat?	✓	
10	Apakah anda perasaan ingin berbaring?	✓	
11	Apakah anda tidak dapat berkonsentrasi?	✓	
12	Apakah anda punya kecendrungan untuk lupa?	✓	
13	Apakah anda merasa malas untuk berbicara?	✓	
14	Apakah anda cemas terhadap sesuatu?	✓	
15	Apakah anda merasa tidak dapat tekun saat bekerja?	✓	
16	Apakah kelopak mata anda terasa kejang?	✓	
17	Apakah leher anda terasa kaku?	✓	
18	Apakah bahu anda terasa kaku?	✓	
19	Apakah punggung anda terasa nyeri?	✓	
20	Apakah dada anda terasa sesak?	✓	
21	Apakah anda haus?		✓
22	Apakah suara anda terasa serak?	✓	
23	Apakah anggota badan anda terasa gemetar?	✓	
24	Apakah seluruh badan anda terasa lelah?	✓	
25	Apakah anda dalam kondisi sehat?		✓

(Nadia, 2011)

Lampiran 2. (Lanjutan)

Subjek L3 menggunakan cangkul gagang pendek

No	Pertanyaan	Tidak	Ya
1	Apakah anda sudah lama melakukan kegiatan mencangkul dalam bertani?		✓
2	Apakah menurut anda mencangkul itu berat?	✓	
3	Apakah kepala anda pusing?	✓	
4	Apakah tangan anda terasa pegal?	✓	
5	Apakah saudara mengantuk?	✓	
6	Apakah anda mata anda terasa ada beban?	✓	
7	Apakah anda merasa kaku dalam bergerak?	✓	
8	Apakah anda merasa sempoyongan ketika berdiri?		✓
9	Apakah kaki anda terasa berat?	✓	
10	Apakah anda perasaan ingin berbaring?		✓
11	Apakah anda tidak dapat berkonsentrasi?		✓
12	Apakah anda punya kecendrungan untuk lupa?		✓
13	Apakah anda merasa malas untuk berbicara?	✓	
14	Apakah anda cemas terhadap sesuatu?		✓
15	Apakah anda merasa tidak dapat tekun saat bekerja?	✓	
16	Apakah kelopak mata anda terasa kejang?	✓	
17	Apakah leher anda terasa kaku?	✓	
18	Apakah bahu anda terasa kaku?	✓	
19	Apakah punggung anda terasa nyeri?		✓
20	Apakah dada anda terasa sesak?	✓	
21	Apakah anda haus?		✓
22	Apakah suara anda terasa serak?	✓	
23	Apakah anggota badan anda terasa gemetar?	✓	
24	Apakah seluruh badan anda terasa lelah?		✓
25	Apakah anda dalam kondisi sehat?		✓

(Nadia, 2011)

Lampiran 2. (Lanjutan)

Subjek L3 menggunakan cangkul gagang panjang

No	Pertanyaan	Tidak	Ya
1	Apakah anda sudah lama melakukan kegiatan mencangkul dalam bertani?		✓
2	Apakah menurut anda mencangkul itu berat?	✓	
3	Apakah kepala anda pusing?	✓	
4	Apakah tangan anda terasa pegal?		✓
5	Apakah saudara mengantuk?	✓	
6	Apakah anda mata anda terasa ada beban?	✓	
7	Apakah anda merasa kaku dalam bergerak?	✓	
8	Apakah anda merasa sempoyongan ketika berdiri?	✓	
9	Apakah kaki anda terasa berat?	✓	
10	Apakah anda perasaan ingin berbaring?		✓
11	Apakah anda tidak dapat berkonsentrasi?		✓
12	Apakah anda punya kecendrungan untuk lupa?		✓
13	Apakah anda merasa malas untuk berbicara?	✓	
14	Apakah anda cemas terhadap sesuatu?		✓
15	Apakah anda merasa tidak dapat tekun saat bekerja?	✓	
16	Apakah kelopak mata anda terasa kejang?	✓	
17	Apakah leher anda terasa kaku?	✓	
18	Apakah bahu anda terasa kaku?		✓
19	Apakah punggung anda terasa nyeri?		✓
20	Apakah dada anda terasa sesak?		✓
21	Apakah anda haus?		✓
22	Apakah suara anda terasa serak?	✓	
23	Apakah anggota badan anda terasa gemetar?	✓	
24	Apakah seluruh badan anda terasa lelah?		✓
25	Apakah anda dalam kondisi sehat?		✓

(Nadia. 2011)

Lampiran 3. Profil dan data antropometri tubuh subjek penelitian

Nama	Usia (tahun)	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	Panjang lengan (cm)	Lebar telapak tangan (cm)	Pengalaman (tahun)
Ahmad Suryono	34	164	58	74	8	6
Senen	41	165	66	76	9	13
Darmin	45	160	62	72	8,5	18

Lampiran 4. Data spesifikasi cangkul

	Panjang gagang Cangkul (cm)	Lebar daun cangkul (cm)	Diameter gagang cangkul (cm)
Cangkul gagang pendek	55	15	4,3
Cangkul gagang panjang	90	17	4,5

Lampiran 5. Data suhu dan kelembaban lingkungan saat *step test* di lahan penelitian

Subjek	<i>Step test 1</i>		<i>Step test 2</i>		<i>Step test 3</i>	
	Suhu (°C)	Rh (%)	Suhu (°C)	Rh (%)	Suhu (°C)	Rh (%)
L1	30,3	81	31,2	74	32,4	72
L2	33,2	70	33,4	67	33	71
L3	33,1	72	33,3	69	32,1	73

Lampiran 6. Data suhu dan kelembaban lingkungan saat bekerja di lahan penelitian

Cangkul gagang pendek						
Subjek	09.00 WIB		10.00 WIB		11.00 WIB	
	Suhu (°C)	RH (%)	Suhu (°C)	RH (%)	Suhu (°C)	RH (%)
L1	32	73	33,4	67	34,2	60
L2	32,6	80	34,1	69	35,2	59
L3	32,4	71	33,4	70	34,3	68
Cangkul gagang panjang						
Subjek	09.00 WIB		10.00 WIB		11.00 WIB	
	Suhu (°C)	RH (%)	Suhu (°C)	RH (%)	Suhu (°C)	RH (%)
L1	31	78	32,4	76	33	72
L2	30,2	81	32,3	77	32,6	76
L3	31,2	76	32,1	72	33,4	69

Lampiran 7. Perhitungan kadar air, *bulk density* dan ruang pori total (RPT) tanah

Diketahui: Diameter ring = 6,5 cm

Tinggi ring = 6 cm

$$V \text{ ring} = \pi r^2 t = 3,14 \cdot (3,25)^2 \cdot 6$$

$$= 198,9$$

$$= 199 \text{ cm}^3$$

$$PD = 2,65 \text{ g/cm}^3$$

Sampel A1:

BTBM = BTB – B ring

$$= 1.356,5 - 354$$

$$= 1.002,5 \text{ g}$$

BTKM = BTK – B ring

$$= 1.121 - 354$$

$$= 767 \text{ g}$$

$$\% \text{KA} = \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\%$$

$$= \frac{1.002,5 - 767}{767} \times 100\%$$

$$= 30,7\%$$

$$\text{BD} = \frac{\text{BTKM}}{V \text{ ring}}$$

$$= \frac{767}{199}$$

$$= 3,85 \text{ g/cm}^3$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{RPT} &= 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\% \\ &= 45,5\% \end{aligned}$$

Sampel B1:

$$\begin{aligned} \text{BTBM} &= \text{BTB} - \text{B ring} \\ &= 1.538 - 357 \\ &= 1.181 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BTKM} &= \text{BTK} - \text{B ring} \\ &= 1.169,5 - 357 \\ &= 812,5 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{KA} &= \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\% \\ &= \frac{1.181 - 812,5}{812,5} \times 100\% \\ &= 45,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BD} &= \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}} \\ &= \frac{812,5}{199} \\ &= 4,08 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RPT} &= 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\% \\ &= 54\% \end{aligned}$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

Sampel C1:

$$\text{BTBM} = \text{BTB} - \text{B ring}$$

$$= 1.719 - 355$$

$$= 1.364 \text{ g}$$

$$\text{BTKM} = \text{BTK} - \text{B ring}$$

$$= 1.258 - 355$$

$$= 903 \text{ g}$$

$$\% \text{KA} = \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\%$$

$$= \frac{1.364 - 903}{903} \times 100\%$$

$$= 51 \%$$

$$\text{BD} = \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}}$$

$$= \frac{903}{199}$$

$$= 4,54 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{RPT} = 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\%$$

$$= 71,3\%$$

Sampel A2:

$$\text{BTBM} = \text{BTB} - \text{B ring}$$

$$= 1.538 - 361 = 1177 \text{ g}$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

$$\text{BTKM} = \text{BTK} - \text{B ring}$$

$$= 1.270 - 361$$

$$= 909,5 \text{ g}$$

$$\% \text{KA} = \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\%$$

$$= \frac{1.177 - 909,5}{909,5} \times 100\%$$

$$= 29,4\%$$

$$\text{BD} = \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}}$$

$$= \frac{909,5}{199}$$

$$= 4,57 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{RPT} = 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\%$$

$$= 72,4\%$$

Sampel B2:

$$\text{BTBM} = \text{BTB} - \text{B ring}$$

$$= 1.584 - 364,5$$

$$= 1.219,5 \text{ g}$$

$$\text{BTKM} = \text{BTK} - \text{B ring}$$

$$= 1.297,5 - 364,5$$

$$= 933 \text{ g}$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \%KA &= \frac{BTBM-BTKM}{BTKM} \times 100\% \\ &= \frac{1.219,5-933}{933} \times 100\% \\ &= 31\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BD &= \frac{BTKM}{V \text{ ring}} \\ &= \frac{933}{199} \\ &= 4,69 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} RPT &= 1 - \frac{BD}{PD} \times 100\% \\ &= 77\% \end{aligned}$$

Sampel C2:

$$\begin{aligned} BTBM &= BTB - B \text{ ring} \\ &= 1.651,5 - 444,5 \\ &= 1.207 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BTKM &= BTK - B \text{ ring} \\ &= 1.357 - 444,5 \\ &= 912,5 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \%KA &= \frac{BTBM-BTKM}{BTKM} \times 100\% \\ &= \frac{1.207-912,5}{912,5} \times 100\% = 32,3\% \end{aligned}$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

$$\begin{aligned}
 \text{BD} &= \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}} \\
 &= \frac{912,5}{199} \\
 &= 4,58 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{RPT} &= 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\% \\
 &= 72,8\%
 \end{aligned}$$

Sampel A3:

$$\begin{aligned}
 \text{BTBM} &= \text{BTB} - \text{B ring} \\
 &= 1.552 - 362,5 \\
 &= 1.189,5 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BTKM} &= \text{BTK} - \text{B ring} \\
 &= 1.285 - 362,5 \\
 &= 922,5 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{KA} &= \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\% \\
 &= \frac{1.189,5 - 922,5}{922,5} \times 100\% \\
 &= 29\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BD} &= \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}} \\
 &= \frac{922,5}{199} = 4,64 \text{ g/cm}^3
 \end{aligned}$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{RPT} &= 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\% \\ &= 75,1\% \end{aligned}$$

Sampel B3:

$$\begin{aligned} \text{BTBM} &= \text{BTB} - \text{B ring} \\ &= 1.615 - 353 \\ &= 1.262 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BTKM} &= \text{BTK} - \text{B ring} \\ &= 1.272 - 353 \\ &= 919 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{KA} &= \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\% \\ &= \frac{1.262 - 919}{903} \times 100\% \\ &= 37,3\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BD} &= \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}} \\ &= \frac{919}{199} \\ &= 4,62 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RPT} &= 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\% \\ &= 74,3\% \end{aligned}$$

Lampiran 7. (Lanjutan)

Sampel C3:

$$\begin{aligned} \text{BTBM} &= \text{BTB} - \text{B ring} \\ &= 1.626,5 - 357 \\ &= 1.269,5 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BTKM} &= \text{BTK} - \text{B ring} \\ &= 1.263 - 357 \\ &= 906 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \% \text{KA} &= \frac{\text{BTBM} - \text{BTKM}}{\text{BTKM}} \times 100\% \\ &= \frac{1.269,5 - 906}{906} \times 100\% \\ &= 40,1\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BD} &= \frac{\text{BTKM}}{\text{V ring}} \\ &= \frac{906}{199} \\ &= 4,55 \text{ g/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{RPT} &= 1 - \frac{\text{BD}}{\text{PD}} \times 100\% \\ &= 71,7\% \end{aligned}$$

Lampiran 8. Perhitungan luas permukaan tubuh, BME, IRHR *step test*, TEC *step test*, IRHR *work*, TEC *work*, WEC dan WEC'

Subjek L1:

1. Perhitungan luas permukaan tubuh dan BME:

Diketahui: tinggi badan (h) = 164 cm

Berat badan (w) = 58 kg

$$A = H^{0,725} \times w^{0,425} \times 0,007246$$

$$A = 164^{0,725} \times 58^{0,425} \times 0,007246 = 1,64 \text{ m}^2$$

VO₂ = 203 (Tabel 3.1)

$$\text{BME} = \frac{(203 \times 1 \times 5)}{1000} = 1,02 \text{ kkal/menit}$$

2. Perhitungan IRHR *step test*

Diketahui: HR *rest* = 86 denyut/menit

HR *step test* 1 = 112 denyut/menit

HR *step test* 2 = 115 denyut/menit

HR *step test* 3 = 121 denyut/menit

$$\text{IRHR } \textit{step test} 1 = \frac{112}{86} = 1,30 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test} 2 = \frac{115}{86} = 1,34 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test} 3 = \frac{121}{86} = 1,41 \text{ denyut/menit}$$

3. Perhitungan TEC *step test*

Diketahui: w = 58 kg

g = 9,81 m/detik²

f = 15 siklus/menit, 20 siklus/menit dan 25 siklus/menit

4,2 = faktor konversi (1 Joule = 4,2 kalori)

$$\text{TEC}_{\text{ST}} = \left[\frac{w \times g \times h \times 2f}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$\text{TEC}_{\text{ST1}} = \left[\frac{58 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(15)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,22 \text{ kkal/menit}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$\text{TEC}_{\text{ST2}} = \left[\frac{58 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(20)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,63 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC}_{\text{ST3}} = \left[\frac{58 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(25)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 2,03 \text{ kkal/menit}$$

4. Perhitungan IRHR *work*

Cangkul gagang pendek:

Diketahui: HR *rest* = 89 denyut/menit

$$\text{HR } \textit{work} = 143 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR} = \frac{143}{89} = 1,61 \text{ denyut/menit}$$

Cangkul gagang panjang:

Diketahui: HR *rest* = 88 denyut/menit

$$\text{HR } \textit{work} = 128 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR} = \frac{128}{88} = 1,45 \text{ denyut/menit}$$

5. Perhitungan TEC *work*, WEC dan WEC'

Cangkul gagang pendek:

Diketahui: y = IRHR

$$x = \text{TEC}$$

$$w = 58 \text{ kg}$$

$$\text{Persamaan : } y = 0,1287x + 1,1395$$

$$1,61 = 0,1287x + 1,1395$$

$$0,1287x = 1,61 - 1,1395$$

$$0,1287x = 0,4705$$

$$x = 3,66 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC} = 3,66 \text{ kkal/menit}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$\text{WEC} = \text{TEC} - \text{BME}$$

$$\text{WEC} = 3,66 \text{ kkal/menit} - 1,02 \text{ kkal/menit} = 2,64 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC}' = \frac{\text{WEC}}{w}$$

$$\text{WEC}' = \frac{2,64 \text{ kkal/menit}}{58 \text{ kg}} = 0,05 \text{ kkal/kg.menit}$$

Cangkul gagang panjang:

Diketahui: $y = \text{IRHR}$

$$x = \text{TEC}$$

$$w = 58 \text{ kg}$$

$$\text{Persamaan : } y = 0,1287x + 1,1395$$

$$1,45 = 0,1287x + 1,1395$$

$$0,1287x = 1,45 - 1,1395$$

$$0,1287x = 0,32$$

$$x = 2,41 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC} = 2,41 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC} = \text{TEC} - \text{BME}$$

$$\text{WEC} = 2,41 \text{ kkal/menit} - 1,02 \text{ kkal/menit} = 1,40 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC}' = \frac{\text{WEC}}{w}$$

$$\text{WEC}' = \frac{1,40 \text{ kkal/menit}}{58 \text{ kg}} = 0,02 \text{ kkal/kg.menit}$$

Subjek L2:

1. Perhitungan luas permukaan tubuh dan BME:

Diketahui: tinggi badan (h) = 165 cm

$$\text{Berat badan (w)} = 66 \text{ kg}$$

$$A = H^{0,725} \times w^{0,425} \times 0,007246$$

$$A = 165^{0,725} \times 66^{0,425} \times 0,007246 = 1,74 \text{ m}^2$$

$$\text{VO}_2 = 215 \text{ (Tabel 3.1)}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$\text{BME} = \frac{(215 \times 1 \times 5)}{1000} = 1,08 \text{ kkal/menit}$$

2. Perhitungan IRHR *step test*

Diketahui: HR *rest* = 92 denyut/menit

$$\text{HR } \textit{step test} 1 = 115 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{HR } \textit{step test} 2 = 118 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{HR } \textit{step test} 3 = 122 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test} 1 = \frac{115}{92} = 1,25 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test} 2 = \frac{118}{92} = 1,28 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test} 3 = \frac{122}{92} = 1,33 \text{ denyut/menit}$$

3. Perhitungan TEC *step test*

Diketahui: w = 66 kg

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

f = 15 siklus/menit, 20 siklus/menit dan 25 siklus/menit

4,2 = faktor konversi (1 Joule = 4,2 kalori)

$$\text{TEC}_{\text{ST}} = \left[\frac{w \times g \times h \times 2f}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$\text{TEC}_{\text{ST1}} = \left[\frac{66 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(15)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,39 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC}_{\text{ST2}} = \left[\frac{66 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(20)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,85 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC}_{\text{ST3}} = \left[\frac{66 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(25)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 2,31 \text{ kkal/menit}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

4. Perhitungan IRHR *work*

Cangkul gagang pendek:

Diketahui: HR *rest* = 90 denyut/menit

$$\text{HR } work = 149 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR} = \frac{149}{90} = 1,66 \text{ denyut/menit}$$

Cangkul gagang panjang:

Diketahui: HR *rest* = 91 denyut/menit

$$\text{HR } work = 130 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR} = \frac{130}{91} = 1,43 \text{ denyut/menit}$$

5. Perhitungan TEC *work*, WEC dan WEC'

Cangkul gagang pendek:

Diketahui: $y = \text{IRHR}$

$$x = \text{TEC}$$

$$w = 66 \text{ kg}$$

$$\text{Persamaan : } y = 0,0823x + 1,1341$$

$$1,66 = 0,0823x + 1,1341$$

$$0,0823x = 1,66 - 1,1341$$

$$0,0823x = 0,5259$$

$$x = 6,14 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC} = 6,14 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC} = \text{TEC} - \text{BME}$$

$$\text{WEC} = 6,14 \text{ kkal/menit} - 1,08 \text{ kkal/menit} = 5,06 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC}' = \frac{\text{WEC}}{w}$$

$$\text{WEC}' = \frac{2,64 \text{ kkal/menit}}{66 \text{ kg}} = 0,08 \text{ kkal/kg.menit}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

Cangkul gagang panjang:

Diketahui: $y = \text{IRHR}$

$$x = \text{TEC}$$

$$w = 66 \text{ kg}$$

$$\text{Persamaan : } y = 0,0823x + 1,1341$$

$$1,66 = 0,0823x + 1,1341$$

$$0,0823x = 1,43 - 1,1341$$

$$0,0823x = 0,29$$

$$x = 3,58 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC} = 3,58 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC} = \text{TEC} - \text{BME}$$

$$\text{WEC} = 3,58 \text{ kkal/menit} - 1,08 \text{ kkal/menit} = 2,50 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC}' = \frac{\text{WEC}}{w}$$

$$\text{WEC}' = \frac{2,50 \text{ kkal/menit}}{66 \text{ kg}} = 0,04 \text{ kkal/kg.menit}$$

Subjek L3:

6. Perhitungan luas permukaan tubuh dan BME:

Diketahui: tinggi badan (h) = 160 cm

$$\text{Berat badan (w)} = 62 \text{ kg}$$

$$A = H^{0,725} \times w^{0,425} \times 0,007246$$

$$A = 160^{0,725} \times 62^{0,425} \times 0,007246 = 1,66 \text{ m}^2$$

$$\text{VO}_2 = 205 \text{ (Tabel 3.1)}$$

$$\text{BME} = \frac{(205 \times 1 \times 5)}{1000} = 1,03 \text{ kkal/menit}$$

7. Perhitungan IRHR *step test*Diketahui: HR *rest* = 93 denyut/menit

$$\text{HR } \textit{step test} 1 = 113 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{HR } \textit{step test} 2 = 117 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{HR } \textit{step test} 3 = 125 \text{ denyut/menit}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$\text{IRHR } \textit{step test 1} = \frac{113}{93} = 1,22 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test 2} = \frac{117}{93} = 1,30 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR } \textit{step test 3} = \frac{125}{93} = 1,35 \text{ denyut/menit}$$

8. Perhitungan TEC *step test*

Diketahui: $w = 66 \text{ kg}$

$$g = 9,81 \text{ m/detik}^2$$

$f = 15 \text{ siklus/menit, } 20 \text{ siklus/menit dan } 25 \text{ siklus/menit}$

4,2 = faktor konversi (1 Joule = 4,2 kalori)

$$\text{TEC}_{\text{ST}} = \left[\frac{w \times g \times h \times 2f}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$\text{TEC}_{\text{ST1}} = \left[\frac{62 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(15)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,39 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC}_{\text{ST2}} = \left[\frac{62 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(20)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,74 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC}_{\text{ST3}} = \left[\frac{62 \times 9,81 \times 0,3 \times 2(25)}{4,2 \times 1000} \right]$$

$$= 1,30 \text{ kkal/menit}$$

9. Perhitungan IRHR *work*

Cangkul gagang pendek:

Diketahui: $\text{HR } \textit{rest} = 91 \text{ denyut/menit}$

$$\text{HR } \textit{work} = 132 \text{ denyut/menit}$$

$$\text{IRHR} = \frac{132}{91} = 1,58 \text{ denyut/menit}$$

Lampiran 8. (Lanjutan)

Cangkul gagang panjang:

Diketahui: HR *rest* = 90 denyut/menit

HR *work* = 142 denyut/menit

IRHR = $\frac{142}{9} = 1,58$ denyut/menit

10. Perhitungan TEC *work*, WEC dan WEC'

Cangkul gagang pendek:

Diketahui: $y = \text{IRHR}$

$x = \text{TEC}$

$w = 62 \text{ kg}$

Persamaan : $y = 0,1609x + 1,0108$

$1,45 = 0,1609x + 1,0108$

$0,1609x = 1,45 - 1,0108$

$0,1609x = 0,44$

$x = 2,73 \text{ kkal/menit}$

TEC = 2,73 kkal/menit

WEC = TEC – BME

WEC = 2,73 kkal/menit – 1,03 kkal/menit = 1,70 kkal/menit

$\text{WEC}' = \frac{\text{WEC}}{w}$

$\text{WEC}' = \frac{1,70 \text{ kkal/menit}}{62 \text{ kg}} = 0,03 \text{ kkal/kg.menit}$

Cangkul gagang panjang:

Diketahui: $y = \text{IRHR}$

$x = \text{TEC}$

$w = 62 \text{ kg}$

Persamaan : $y = 0,1609x + 1,0108$

$1,58 = 0,1609x + 1,0108$

Lampiran 8. (Lanjutan)

$$0,1609x = 1,58 - 1,0108$$

$$0,1609x = 0,57$$

$$x = 3,54 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{TEC} = 3,54 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC} = \text{TEC} - \text{BME}$$

$$\text{WEC} = 3,54 \text{ kkal/menit} - 1,03 \text{ kkal/menit} = 2,51 \text{ kkal/menit}$$

$$\text{WEC}' = \frac{\text{WEC}}{w}$$

$$\text{WEC}' = \frac{2,51 \text{ kkal/menit}}{62 \text{ kg}} = 0,04 \text{ kkal/kg.menit}$$

Lampiran 9. Dokumentasi penelitian

*Heart Rate Monitor**Thermohygrometer*

Cangkul gagang panjang dan gagang pendek



Ring sampel



Pengukuran Luas lahan penelitian



Sampel tanah yang ditimbang

Lampiran 9. (Lanjutan)



Guludan hasil penelitian



Petani mencangkul menggunakan cangkul pendek



Petani mencangkul menggunakan cangkul panjang

