

TUGAS AKHIR

DESAIN ULANG (*REDESIGN*) KAPAK TANDAN SAWIT BERBASIS ERGONOMI GUNA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PEKERJA

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Teknik Industri**



Nama : Anggrian Lumban Gaol

No. Mahasiswa : 07 522 185

**PRODI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2011**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**DESAIN ULANG (*REDESIGN*) KAPAK TANDAN SAWIT
BERBASIS ERGONOMI GUNA MENINGKATKAN
PRODUKTIVITAS PEKERJA**



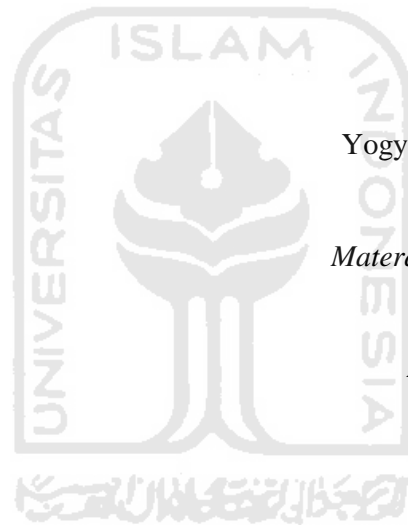
Yogyakarta, 28 Desember 2011

Pembimbing

Prof. DR. Ir. Hari Purnomo, MT

PENGAKUAN

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak intelektual maka saya bersedia bahwa ijasah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.



Yogyakarta, Desember 2011

Materai 6000

Anggrian Lumban Gaol

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**Desain Ulang (Redesign) Kapak Tandan Sawit Berbasis Ergonomi Guna
Meningkatkan Produktivitas Pekerja**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Nama : Anggrian Lumban Gaol

No. Mahasiswa : 07 522 185

Telah Dipertahankan Didepan Sidang Penguji Sebagai Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
Yogyakarta, 28 Desember 2011

Tim penguji

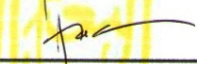
Prof. DR. Ir. Hari Purnomo, MT
Ketua



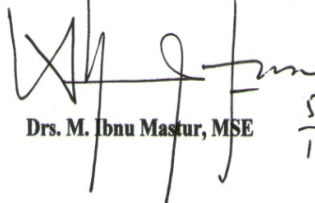
Taufiq Immawan, ST, MM
Anggota I



Sri Indrawati, ST, M.Eng
Anggota II



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Univesitas Islam Indonesia



Drs. M. Ibnu Mastur, MSE

5/1/2012



PT. PERKEBUNAN NUSANTARA V KEBUN AIR MOLEK - II

SURAT KETERANGAN

Nomor : - AMO.II/SK/X /2011

Yang bertanda tangan dibawah ini Manajer PT. Perkebunan Nusantara V Kebun Air Molek - II dengan ini menerangkan sbb. :

- N a m a : ANGGRIAN LB GAOL
 - NIM : 07522185
 - JURUSAN : T.INDUSTRI
 - FAKULTAS : TEKNOLOGI INDUSTRI
- UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Telah melakukan penelitian dan pengumpulan data tugas akhir di PT.Perkebunan Nusantara – V Kebun AMO.II Sei Lala Indragiri Hulu Riau dari Bulan Mei – Oktober 2011

Demikian Surat Keterangan ini diberikan agar dapat di gunakan sebagaimana mestinya.

Air Molek, 27 Oktober 2011



Ir. Edhi Muchlis.M

PERSEMBAHAN

Dengan penuh cinta dan keikhlasan kupersembahkan karya ini untuk keluargaku yang memberikan perhatian serta kasih sayangnya selama ini. Teruntuk Mama dan Ayah, serta Kakak dan adik-adikku terimakasih atas untaian do'a, nasehat, kasih sayang, dan semangat yang diberikan.

Sungguh aku mencintai kalian karena Allah SWT.

Serta saudara-saudara ku D'Lambes Family, Andri (gundol), Topan, Abdol, Ady, Zainal, Rezy, Anum, Megy, Sita, Mutex trima kasih atas dukungan dan kebersamaan kita selama ini. Sukses buat kita semua....Aamiin.

Jazakumullah Khoiron katsiron

MOTTO

وَعَاتَدْنَاكُمْ مِنْ كُلِّ مَا سَأَلْتُمُوهُ وَإِنْ تَعُدُّوا نِعْمَتَ
اللَّهِ لَا تُحْصُوهَا إِنَّ الْإِنْسَانَ لَظَالِمٌ كَفَّارٌ ﴿٣٤﴾

“Dan Dia telah memberikan kepadamu dan segala apa yang kamu mohonkan kepadanya. Dan jika kamu menghitung nikmat Allah, tidaklah dapat kamu menghinggakannya. Sesungguhnya manusia itu, sangat zalim dan sangat mengingkari (nikmat Allah)”. (QS. Ibrahim 34)

وَلَوْ أَنَّمَا فِي الْأَرْضِ مِنْ شَجَرَةٍ أَقْلَمٌ وَالْبَحْرُ يَمُدُّهُ مِنْ بَعْدِهِ سَبْعَةُ
أُبْحُرٍ مَّا نَفِدَتْ كَلِمَاتُ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ عَزِيزٌ حَكِيمٌ ﴿٣١﴾

“Dan seandainya pohon-pohon di bumi menjadi pena dan lautan (menjadi tinta), ditambahkan kepadanya tujuh lautan (lagi) setelah (kering)nya, niscaya tidak akan habis-habisnya (dituliskan) kalimat-kalimat Allah. Sesungguhnya Allah Maha Perkasa, Maha Bijaksana”. (QS : Luqman (31) : 27)

إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾ وَإِلَىٰ رَبِّكَ فَارْغَبْ ﴿٨﴾

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya pada Tuhan-mulah engkau berharap”. (QS : Al-Insyirah (94) : 6-8)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayahnya. Sholawat serta salam penulis haturkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat, serta orang-orang yang bertaqwa, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Desain Ulang (Redesign) Kapak Tandan Sawit Berbasis Ergonomi Guna Meningkatkan Produktivitas Pekerja.**

Laporan tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dan juga sebagai sarana untuk mempraktekkan secara langsung ilmu dan teori yang telah diperoleh selama menjalani masa studi di Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Keberhasilan terselesaikannya Tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dengan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Prodi Teknik Industri serta pengurus Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bantuan dan arahnya dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Mama, Ayah, Kakak dan adik-adikku atas segala doa, semangat, bantuan, dan kasih sayang yang tiada hentinya.
5. Bapak Ir. Edhi Muchlis.M, selaku Manajer PT.PN V kebun Air Molek II, Sei lala.

6. Teman-teman KKN unit 69 Boyolali 2010, Kris, Aan, Wisnu, Dani, Ifa dan Ica atas segala do'a, bantuan, dukungan dan kebersamaan kita selama ini.
7. Teman-teman yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat khususnya di dunia ilmu pengetahuan bagi semua pihak. Dan semoga Allah SWT memberikan ridha dan membalas segala budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb



Yogyakarta, Desember 2011

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGAKUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
HALAMAN MOTTO.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
ABSTRAK.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Ergonomi.....	7
2.2 Desain Produk.....	10
2.3 Kelelahan.....	12
2.4 Kapak.....	15
2.4.1 Perkembangan Kapak.....	15
2.5 Pendekatan Ergonomi Partisipatori.....	17
2.6 Produktivitas.....	19
2.7 Antropometri.....	20
2.8 Keluhan Muskuloskeletal.....	21

2.8.1 WMSDs.....	22
2.8.2 CTDs.....	24
2.8.3 CTS (<i>Carpal Tunnel Syndrome</i>).....	25
2.9 Seleksi Konsep.....	26
2.10 Uji Normalitas Dan Uji Beda.....	27

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Populasi dan Sampel.....	30
3.2.1 Populasi.....	30
3.2.2 Sampel.....	30
3.2.3 Penentuan dan Jumlah Sampel.....	30
3.3 Variabel Penelitian.....	32
3.4 Alat Penelitian.....	32
3.5 Perancangan Penelitian.....	33
3.6 Prosedur Penelitian.....	36
3.6.1 Kajian Pustaka.....	36
3.6.2 Identifikasi Masalah.....	36
3.6.3 Perencanaan Produk.....	36
3.6.4 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan.....	37
3.6.5 Penetapan Spesifikasi Produk.....	37
3.6.6 Penyusunan Konsep.....	37
3.6.7 Konsep Desain.....	38
3.6.8 Pemilihan Konsep.....	39
3.6.9 Pengujian Konsep.....	40
3.7 Analisa Hasil.....	40
3.7.1 Uji Normalitas.....	40
3.7.2 Uji Beda.....	41
3.7.2.1 Uji Terhadap Penurunan Keluhan Muskuloskeletal.....	41
3.7.2.2 Uji Terhadap Penurunan Kelelahan.....	42
3.7.2.3 Uji Terhadap Peningkatan Produktivitas.....	42

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data	43
4.1.1 Gambar Kapak Tandan Sawit Lama	43
4.2 Konsep Perancangan.....	44
4.2.1 Perancangan Produk.....	45
4.2.2 Identifikasi Kebutuhan Konsumen.....	45
4.2.3 Spesifikasi Produk.....	46
4.2.3.1 Hirarki Kebutuhan Dengan Derajat Kepentingan.....	46
4.2.3.2 Mempersiapkan Daftar Matrik.....	47
4.2.3.3 Spesifikasi Akhir Kapak.....	49
4.2.4 Penyusunan Konsep	51
4.3.4.1 Memperjelas Masalah.....	51
4.3.4.2 Pencarian Secara Eksternal.....	52
4.3.4.3 Pohon Klasifikasi Konsep.....	53
4.3.4.4 Tabel Kombinasi Konsep.....	53
4.2.5 Seleksi Konsep.....	70
4.2.5.1 Penyaringan Konsep.....	70
4.2.5.2 Penilaian Konsep.....	71
4.2.6 Pengujian Konsep	73
4.3 Tahap perancangan	74
4.3.1 Data Antropometri	76
4.3.2 Antropometri.....	76
4.3.2.1 Panjang <i>Handle</i>	76
4.3.2.2 Panjang Ruas Jari Pada <i>Handle</i>	77
4.3.2.3 Lebar Ruas Jari Pada <i>Handle</i>	77
4.3.2.4 Kedalaman Ruas Cekungan Jari Pada <i>Handle</i>	77
4.3.2.5 Diameter <i>Handle</i>	78
4.3.3 Karakteristik Subyek.....	78
4.3.4 Uji Normalitas.....	79
4.3.5 Uji T Terhadap Keluhan Muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas.....	79

BAB V PEMBAHASAN

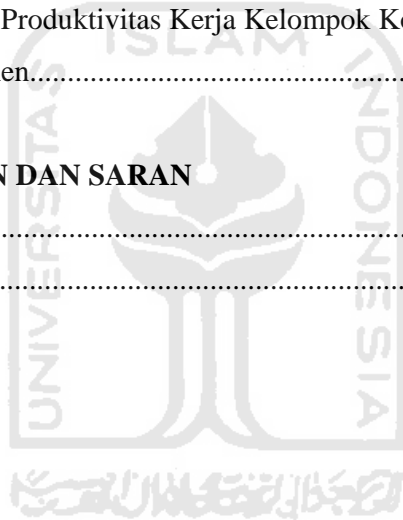
5.1 Perancangan Berbasis Ergonomi	81
5.2 Antropometri Desain Kapak Baru	85
5.3 Karakteristik Subjek.....	86
5.4 Uji Normalitas	87
5.5 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan dan Produktivitas	88
5.5.1 Uji Beda Keluhan Muskuloskeletal Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen	88
5.5.2 Uji Beda Kelelahan Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen	89
5.5.3 Uji Beda Produktivitas Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	92

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan	94
6.2 Saran	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perancangan Kapak.....	45
Tabel 4.2 Hirarki Kebutuhan dengan Derajat Kepentingan	47
Tabel 4.3 Daftar Metrik.....	47
Tabel 4.4 Spesifikasi Akhir.....	50
Tabel 4.5 Penyaringan Konsep.....	71
Tabel 4.6 Penilaian Konsep.....	72
Tabel 4.7 Data Antropometri.....	74
Tabel 4.8 Data Persentil Antropometri.....	75
Tabel 4.9 Deskripsi Subjek.....	78
Tabel 4.10 Rata-rata, Simpang Baku dan Uji Normalitas.....	79
Tabel 4.11 Rerata, Beda Rerata, dan Uji t antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden.....	80



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Rancangan Penelitian.....	33
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Desain Kapak Lama.....	44
Gambar 4.2 Desain Kapak Lama 2D.....	44
Gambar 4.3 Metrik Kebutuhan.....	49
Gambar 4.4 Diagram Fungsi.....	51
Gambar 4.5 Diagram Subfungsi	52
Gambar 4.6 Pohon Klasifikasi	53
Gambar 4.7 Konsep A.....	54
Gambar 4.8 Desain A.....	55
Gambar 4.9 Konsep B.....	56
Gambar 4.10 Desain B.....	57
Gambar 4.11 Konsep C.....	58
Gambar 4.12 Desain C.....	59
Gambar 4.13 Konsep D.....	60
Gambar 4.14 Desain D.....	61
Gambar 4.15 Konsep E.....	62
Gambar 4.16 Desain E.....	63
Gambar 4.17 Konsep F.....	64
Gambar 4.18 Desain F.....	65
Gambar 4.19 Konsep G.....	66
Gambar 4.20 Desain G.....	67
Gambar 4.21 Konsep H.....	68
Gambar 4.22 Desain H.....	69
Gambar 4.23 Desain Kapak Terpilih 3D.....	73
Gambar 4.24 Desain Kapak Terpilih 2D.....	73
Gambar 4.25 Desain <i>Handle</i> Kapak 3D.....	74
Gambar 4.26 Desain <i>Handle</i> Kapak 2D.....	74
Gambar 5.1 Desain Kapak Baru 3D.....	84
Gambar 5.2 Desain Kapak Baru 2D.....	84
Gambar 5.3 Desain <i>Handle</i> 3D.....	85

Gambar 5.2 Desain <i>Handle</i> 2D.....	85
Gambar 5.3 Grafik Tingkat Keluhan Muskuloskeletal Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	89
Gambar 5.4 Grafik Tingkat Kelelahan Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	90
Gambar 5.5 Grafik Tingkat Produktivitas Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen.....	92



ABSTRAK

Industri kelapa sawit saat ini sangat berkembang pesat di Indonesia ini di sebabkan semakin meningkatnya permintaan minyak sawit Crude Palm Oil (CPO) di pasar Internasional. Oleh karena itu banyak perusahaan yang mengembangkan perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang salah satunya adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu PT. Perkebunan Nusantara V (PT.PN V) yang memiliki lokasi di Provinsi Riau. Dalam proses pemanenan buah kelapa sawit alat yang digunakan adalah dodos dan egrek serta membutuhkan alat pendukung lain seperti kapak, gancu dan tojok. Pada penelitian pendahuluan yang dilakukan terhadap pekerja, banyak pekerja yang mengeluh terhadap kapak yang digunakan saat ini, dikarenakan kapak terlalu pendek dan licin saat digunakan. Perbaikan kapak tandan sawit dilakukan dengan redesign kapak tandan sawit berbasis ergonomi dengan metode seleksi konsep dan pendekatan ergonomi partisipatori. Rancangan penelitian ini adalah rancangan sama subjek (treatment by subjects design) dengan sampel 12 orang pekerja pemanen sawit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui desain kapak tandan sawit seperti apa yang diinginkan pekerja sawit serta untuk mengetahui penurunan keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan peningkatan produktivitas. Desain kapak yang diinginkan pekerja sawit adalah kapak yang memiliki spesifikasi mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk handle sesuai lekukan jari berbahan kayu dan kapak diberi tambahan ganju dengan bahan besi/baja, terjadi penurunan keluhan muskuloskeletal sebesar 7,42 atau 37,72 %, penurunan kelelahan sebesar 11,25 atau 21,49 % serta terjadi peningkatan produktivitas sebesar 0,02 atau 20,05 %.

Kata kunci : kapak tandan sawit, seleksi konsep, ergonomi partipatori, keluhan muskuloskeletal, kelelahan, produktivitas.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah.

Industri kelapa sawit saat ini sangat berkembang pesat di Indonesia ini di sebabkan semakin meningkatnya permintaan minyak sawit *Crude Palm Oil (CPO)* di pasar Internasional. (Media Indonesia, 2010) Oleh karena itu banyak perusahaan yang mengembangkan perkebunan kelapa sawit di Indonesia, yang salah satunya adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yaitu PT. Perkebunan Nusantara V (PT.PN V) yang memiliki lokasi di Provinsi Riau. Luas perkebunan kelapa sawit di Riau mencapai 1.530.150,39 ha dan perkebunan milik PT.PN V seluas 90.458 ha. (Disbun, 2006). Akhir – akhir ini pihak perusahaan sering mengeluhkan penurunan produktivitas pemanenan buah akibat para pekerja sering mengeluhkan kelelahan dan pegal-pegal. Hal ini dapat menimbulkan kerugian pada perusahaan, penentuan alat panen dan alat bantu yang tepat dapat membantu meningkatkan produktivitas pekerja. Alat panen yang biasa digunakan ada dua jenis yaitu (1) *Dodos* untuk kelapa sawit yang berumur dibawah < 8 tahun atau tinggi batang 3 meter dan (2) *Egrek* untuk kelapa sawit yang berumur lebih dari ≥ 9 tahun atau lebih tinggi dari 3 meter. Dan menggunakan alat bantu lain yaitu *Kapak*, *Gancu* dan *Tojok*. (Pahan, 2008)

Dalam aktivitas pemanenan, membutuhkan tenaga ekstra karena setelah memanen buah pekerja masih harus memotong tandan buah sisa terlebih dahulu sebelum dibawa ke pabrik pengolahan Kelapa sawit, karena jika tandan buah tidak dipotong terlebih dahulu akan di kenakan potongan 1 % – 2.5 % dari berat buah yang dibawa ke pabrik. Sebab tandan buah dapat menurunkan kadar minyak pada buah (Pahan, 2008). Alat kerja merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan

berkenaan dengan upaya peningkatan produktivitas kerja. (Kroemer *et.al.*, 1994) Dan (Soebroto, *et.al.*, 2005) menyatakan bahwa pekerjaan yang dilakukan tanpa melihat prinsip ataupun kaidah ergonomi, aktivitas kerja berlangsung secara manual dan kurang memperhatikan faktor kenyamanan, kesehatan maupun keselamatan kerja manusia, tanpa disadari hal tersebut akan mempengaruhi efektivitas, efisiensi dan produktivitas kerja. Pekerjaan yang memperhatikan aspek ergonomi akan lebih banyak menghasilkan produk tiga sampai sepuluh kali dibandingkan dengan kondisi kerja yang tidak memperhatikan aspek ergonomi (Eklund dan Axelsson, 2000) pada penelitian (Falk, *et.al.*, 2009)

Ketika umur pekerja sudah 40 tahun atau lebih kecelakaan akan lebih mudah terjadi dan bahkan beberapa orang tidak mampu untuk melakukan pekerjaan berat lagi (Hutagalung, 2007).

Penurunan produktivitas bisa terjadi karena adanya kerja yang berulang-ulang, beban kerja dan sikap kerja yang tidak alamiah, sehingga penyebab utama pada gangguan sistem muskuloskeletal, sikap kerja yang tidak alamiah dapat menyebabkan resiko cedera ditempat kerja, yang juga akan berdampak pada penurunan produktivitas. Produktivitas sangat terkait dengan efisiensi dan efektivitas kerja. Suatu industri dikatakan mempunyai produktivitas tinggi jika dapat memanfaatkan sumber daya secara efektif dan efisien. Efisien dapat diartikan sebagai usaha pengelolaan sumber daya yang maksimal, sedangkan efektif lebih ditekankan pada pencapaian hasil (Purnomo, 2003)

Berdasarkan wawancara dengan beberapa pekerja, mereka mengeluhkan kurang baiknya alat bantu pemotong tandan yaitu “kapak”, ini disebabkan bentuk mata Kapak yang sekarang kurang baik, karena kapak yang digunakan adalah kapak biasa yang sering digunakan oleh tukang kayu atau buatan sendiri tidak kapak khusus

untuk Tandan sawit. Kapak yang digunakan sekarang kurang membantu pekerja karena pekerja harus memotong tandan lebih dari dua kali potongan dan dapat merusak pinggiran buah, serta bentuk tangkai yang pendek dan licin juga menyulitkan pemanen dalam penggunaannya. Oleh karena itu perlu di desain Kapak khusus untuk Tandan sawit.

Penelitian sebelumnya Purwanto (1992), menyatakan bahwa Perancangan cangkul dengan pendekatan aspek ergonomi perlu dilakukan, yaitu aspek yang memperhatikan manusia di tempat kerjanya dan bertujuan untuk menyesuaikan pekerjaan terhadap pekerja, sehingga keterpaduan sistem manusia-mesin dapat tercapai. (Dilasari, 2007) dalam penelitiannya menyatakan perbaikan sistem kerja dengan pendekatan ergonomi partisipatori dapat mengurangi risiko cedera dan gangguan muskuloskeletal serta meningkatkan produktivitas. (Falk, *et.al.*, 2009) dalam penelitiannya menyatakan desain atau desain ulang produk, dan tempat kerja yang nyaman dan aman dapat meningkatkan kualitas, keselamatan dan produktivitas yang luar biasa. Kinasih,(2009) mengatakan bahwa perubahan alat bantu kerja hasil rancangan ulang yang ergonomis memberikan penurunan terhadap tingkat keluhan musculoskeletal, kelelahan dan meningkatkan produktivitas. Melihat dari penelitian-penelitian terkait diatas belum ada penelitian yang meneliti tentang perbaikan desain Kapak tandan sawit yang ergonomis. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian terkait permasalahan diatas untuk membantu pemecahan masalah pada perusahaan yaitu Desain Ulang (*Redesign*) Kapak Tandan Sawit Berbasis Ergonomi Guna Meningkatkan Produktivitas Pekerja.

1.2 Rumusan Masalah.

Adapun rumusan masalah yang terdapat dalam penelitian ini adalah :

1. Desain Kapak Tandan Sawit manakah yang diinginkan pekerja pemanen?
2. Berapakah besar penurunan keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan peningkatan produktivitas pekerja terhadap desain ulang Kapak Tandan Sawit usulan?

1.3 Batasan Masalah.

Batasan masalah diberikan agar penelitian yang akan dilakukan terfokus. Sehingga tujuan penelitian dapat tercapai dengan baik, antara lain sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. PN V kebun Sei Lalak.
2. Sampel yang diambil dan dijadikan responden adalah pekerja pemanen buah sawit dengan rata-rata umur 20-40 tahun.
3. Keadaan lingkungan di lokasi penelitian diasumsikan normal.
4. Penelitian difokuskan pada perubahan bentuk Kapak Tandan Sawit dan tangkainya untuk menurunkan keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan meningkatkan produktivitas kerja.
5. Pada penelitian ini tidak dibahas mengenai biaya pembuatan Kapak tandan sawit.

1.4 Tujuan Penelitian.

Adapun tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui desain Kapak Tandan Sawit seperti apa yang diinginkan pekerja.

2. Untuk mengetahui penurunan keluhan muskuloskeletal, kelelahan serta peningkatan produktivitas pekerja setelah dilakukan perubahan terhadap Kapak Tandan Sawit.

1.5 Manfaat Penelitian.

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan ilmu pengetahuan khususnya dalam bidang ergonomi.
2. Diharapkan dapat menjadi masukan bagi PT.PN V kebun Sei Lalak agar mengimplementasikan penelitian ini sebagai perbaikan model Kapak Tandan Sawit yang digunakan sekarang.
3. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi bacaan untuk menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca. Selain itu juga dapat dijadikan acuan bagi penelitian – penelitian berikutnya mengingat masih banyak faktor – faktor yang belum termasuk dalam penelitian ini.

1.6 Sistematika Penulisan.

Untuk mempermudah dan terstruktur, maka tugas akhir disusun dengan sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Memuat kajian singkat tentang latar belakang dilakukan kajian. Permasalahan yang dihadapi, rumusan masalah yang dihadapi, batasan yang ditemui, tujuan penelitian, hipotesis jika ada, tempat penelitian dan objek penelitian, sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisi tentang konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian. Disamping itu juga memuat uraian tentang hasil penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya oleh penelitian lain yang ada hubungannya dengan penelitian yang akan dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Mengandung uraian tentang kerangka dan badan alir penelitian, teknik yang dilakukan, model yang dipakai, pembangunan dan pengembangan model, bahan atau materi, alat, tatacara penelitian dan data yang akan dikaji serta cara analisis yang dipakai.

BAB IV PENGOLAHAN DATA DAN HASIL PENELITIAN

Pada sub bab ini berisi tentang data yang diperoleh selama penelitian dan bagaimana menganalisa data tersebut. Hasil pengolahan data ditampilkan baik dalam bentuk table maupun grafik. Yang dimaksud dengan pengolahan data juga termasuk analisis yang dilakukan terhadap hasil yang diperoleh. Pada sub bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada sub bab V yaitu pembahasan hasil.

BAB V PEMBAHASAN

Melakukan pembahasan hasil yang diperoleh dalam penelitian, dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan sebuah rekomendasi.

BAB VI KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berisi tentang kesimpulan terhadap analisis yang dibuat dan rekomendasi atau saran atas hasil yang dicapai dan permasalahan yang ditemukan selama penelitian sehingga perlu dilakukan rekomendasi untuk dikaji pada penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi.

Istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *Ergon* (kerja) dan *Nomos* (hukum alam) dan dapat didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan perancangan/desain (Nurmianto, 1995). Ergonomi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempunyai kaitan dengan prestasi tentang hubungan optimal antara para pekerja dengan lingkungan kerja (Tayyari dan Smith, 1997). Ergonomi didefinisikan sebagai penerapan ilmu biologi manusia bersama-sama dengan ilmu rekayasa untuk mencapai penyesuaian bersama antara pekerjaan dan manusia secara optimum dengan tujuan agar bermanfaat demi efisiensi dan kesejahteraan (ILO,1998). Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin ilmu yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. *Human engineering* (Ergonomi) didefinisikan sebagai perancangan *man machine – interface* sehingga pekerja dan mesin bisa berfungsi lebih efektif dan efisien sebagai sistem manusia mesin yang terpadu (Grandjean, 1986).

Menurut Satalaksana (1979), ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman, dan nyaman. Ergonomi berkenaan berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia ditempat kerja, di rumah, dan di tempat rekreasi. Ergonomi disebut juga

sebagai Human Factors. Ergonomi juga digunakan oleh beberapa ahli pada bidangnya misalnya: ahli anatomi, arsitektur, perancangan produk, fisika, fisioterapi, terapi pekerjaan, psikologi, dan teknik industri (definisi ini berdasar pada International Ergonomics Association). (Pulat, 1992) menyatakan bahwa ergonomi mempunyai tiga tujuan yaitu:

1. Memberikan kenyamanan

Dalam penerapan ergonomi akan dipelajari cara-cara penyesuaian pekerjaan, alat kerja dan lingkungan kerja dengan manusia, dengan memperhatikan kemampuan dan keterbatasan manusia itu sehingga tercapai suatu keserasian antara manusia dan pekerjaannya yang akan meningkatkan kenyamanan kerja dan produktivitas kerja.

2. Kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal

Ergonomi memberikan peranan penting dalam meningkatkan kesehatan dan keselamatan kerja yang optimal artinya sangat berperan dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri kerja untuk alat peraga *visual* (*Visual display unit*). Hal itu adalah untuk mengurangi ketidaknyamanan visual dan postur kerja, desain suatu perkakas kerja (*handtools*) untuk mengurangi kelelahan kerja, desain suatu peletakan instrumen dan sistem pengendalian agar didapat optimasi dalam proses *transfer* informasi dengan dihasilkannya suatu respon yang cepat dengan meminimumkan resiko kesalahan, serta supaya didapatkan optimasi, efisien kerja dan hilangnya resiko kesehatan akibat metoda kerja yang kurang tepat.

3. Efisiensi kerja

Penting dalam penyesuaian antara peralatan kerja dengan kondisi tenaga kerja yang menggunakan. Kondisi tenaga kerja ini bukan saja aspek fisiknya

(ukuran anggota tubuh: tangan, kaki, tinggi badan) tetapi juga kemampuan intelektual atau berpikirnya. Cara meletakkan dan penggunaan mesin otomatis dan komputerisasi di suatu pabrik misalnya, harus disesuaikan dengan tenaga kerja yang akan mengoperasikan mesin tersebut, baik dari segi tinggi badan dan kemampuannya. Dalam kaitannya efisiensi yang ingin dicapai oleh ergonomi adalah mencegah kelelahan tenaga kerja yang menggunakan alat-alat tersebut, apabila peralatan kerja dan manusia atau tenaga kerja tersebut sudah cocok maka kelelahan dapat dicegah dan hasilnya lebih efisien, sehingga akan meningkatkan efisien kerja yang akan meningkatkan produktivitas kerja, sehingga yang terpenting yakni bagaimana mengatur cara atau metode kerja sehingga meskipun hanya dengan menggunakan anggota tubuh saja pekerjaan itu dapat terselesaikan dengan efisien tanpa menimbulkan kelelahan.

Penerapan ergonomi lainnya yang tidak kalah pentingnya adalah untuk desain dan evaluasi produk yang dengan mudah diterapkan pada sejumlah populasi masyarakat tanpa menyebabkan resiko dalam penggunaannya (Nurmianto, 1995).

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi adalah (Tarwaka, 2004):

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif.

3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

Untuk mencapai tujuan ergonomi, maka perlu keserasian antara pekerja dan pekerjaannya, sehingga manusia sebagai pekerja dapat bekerja sesuai dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasannya. Secara umum kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia ditentukan oleh berbagai faktor yaitu umur, jenis kelamin, ras, anthropometri, status kesehatan, gizi, kesegaran jasmani, pendidikan, ketrampilan, budaya, tingkah laku, kebiasaan dan kemampuan beradaptasi (Tarwaka, 2004).

2.2 Desain Produk.

Istilah “Desain” atau “Disain” dalam ejaan bahasa indonesia, berasal dari kata “*Design*” dalam bahasa inggris. Secara umum dapat di artikan potongan, model, moda, bentuk, atau pola; kontruksi, rencana, mempunyai maksud, merencanakan; baik, bagus atau indah bentuknya. (Tahid dan Nurcahyanie, 2007)

Desain produk merupakan skema dimana elemen-elemen fungsional dan produk disusun menjadi beberapa kumpulan komponen yang berbentuk fisik. Pendesainan ditetapkan selama fase pengembangan konsep dan perancangan tingkatan sistem (Ulrich dan Eppinger, 2004). Motode untuk menetapkan desain produk terdiri beberapa tahap, yaitu: a) Membuat skema produk b) Mengelompokan elemen-elemen yang terdapat pada skema c) Membuat rancangan geometris yang masih kasar.

Proses pengembangan konsep menurut (Ulrich and Eppinger, 2001) mencakup kegiatan-kegiatan yaitu: Identifikasi kebutuhan pelanggan, penetapan spesifikasi target, penyusunan konsep, pemilihan konsep, pengujian konsep, penentuan

spesifikasi akhir, perencanaan proyek, analisis ekonomi, analisis produk pesaing, pembuatan prototipe.

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam melakukan desain ketika mengembangkan produk sebagai lima tujuan penting, (Dreyfuss, 1967) antara lain:

1. Kegunaan.

Hasil produksi manusia harus selalu aman, mudah digunakan, dan intuitif.

Setiap ciri harus dibentuk sedemikian rupa sehingga memudahkan pemakainya mengetahui fungsinya.

2. Penampilan.

Bentuk, garis, proporsi dan warna digunakan dalam menyatukan produk menjadi satu produk yang menyenangkan.

3. Kemudahan pemeliharaan.

Produk harus juga didesain untuk memberitahukan bagaimana mereka dapat dirawat dan diperbaiki.

4. Biaya – biaya rendah.

Bentuk dan ciri memegang peranan besar dalam biaya pelatan dan produksi. Karena itu, hal ini harus diperhatikan secara bersama – sama oleh tim.

5. Komunikasi.

Desain produk harus dapat mewakili filosofi desain perusahaan dan misi perusahaan melalui visualisasi kualitas produk.

Suatu desain akan diwujudkan kedalam suatu gambar teknik / kerja. Gambar teknik tersebut akan memberikan penjelasan mengenai produk yang dirancang dan bermanfaat didalam proses analisa manufakturing yang meliputi: bentuk dan dimensi

fisik dari komponen, material yang digunakan, teknik atau proses pembuatannya dan toleransi yang dikehendaki (Kinasih, 2009).

2.3 Kelelahan

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat atau dapat dikatakan sebagai sinyal tubuh yang mengisyaratkan seseorang untuk segera beristirahat. Menurunnya kemampuan dan ketahanan tubuh akan mengakibatkan menurunnya efisiensi dan kapasitas kerja. Apabila kondisi seperti ini dibiarkan berlanjut maka akan mempengaruhi produktivitas seseorang. Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot/perasaan nyeri pada otot. Sedang kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton: intensitas dan lamanya kerja fisik; keadaan lingkungan; sebab-sebab mental; status kesehatan dan keadaan gizi (Grandjean, 1993).

Secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan. Kelelahan subjektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik maksimal (Pulat, 1992). Kelelahan dapat berupa kelelahan fisik, kelelahan emosional dan kelelahan mental karena bekerja dalam situasi yang menuntut keterlibatan emosional (Sutjipto, 2006).

Ketika manusia melakukan kerja fisik yang memerlukan energi sebagai sumber tenaganya maka akan mengakibatkan adanya perubahan fungsi pada alat-alat tubuhnya. Gejala perubahan dapat dideteksi melalui : (a) frekuensi denyut jantung ; (b) tekanan darah ; (c) suhu badan ; (d) laju pengeluaran keringat ; (e) konsumsi oksigen ; (f) kandungan asam laktat dalam darah ; dan (g) kenaikan gula darah (Grandjean, 1993).

Pada waktu manusia melakukan aktivitas akan mengakibatkan pengeluaran energi yang sangat erat kaitannya dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengukuran (a) frekuensi denyut jantung dan (b) konsumsi oksigen. Dalam fisiologi kerja, konsumsi energi diukur secara tidak langsung melalui konsumsi oksigen. Untuk setiap liter oksigen yang dikonsumsi rata-rata 4,8 kkal dilepas. Jumlah metabolisme aerobik atau pengeluaran energi kerja dapat ditentukan dengan mengalikan nilai konsumsi oksigen (liter/menit) dengan 4,8 kkal/liter. Sedangkan pada saat metabolisme basal diperkirakan memerlukan 0,25 liter oksigen/menit (Bridger, 1995). Pemadanan konsumsi oksigen dengan denyut nadi atau denyut jantung dalam suatu aktivitas kerja adalah sebagai berikut (Sastrowinoto, 1985) :

1. operator pria bekerja dengan frekuensi 75 denyut/menit sepadan dengan konsumsi oksigen 0,5 liter/menit atau sepadan dengan pengeluaran energy 2,5 kkal/menit ;
dan
2. orang istirahat dengan frekuensi 62 denyut/menit, sepadan dengan konsumsi oksigen 0,25 liter/menit dan sepadan dengan pengeluaran energy 1,25 kkal/menit.

Frekuensi denyut nadi atau denyut jantung wanita umumnya lebih tinggi dari pria. Dalam keadaan yang sama frekuensi denyut nadi wanita 10 denyut lebih tinggi dari denyut pria setiap menitnya. Pada waktu istirahat orang akan mengeluarkan

energi secara konstan, yang besarnya ditentukan oleh berat badan, tinggi badan dan jenis kelamin. Segala aktivitas akan mengkonsumsi sejumlah energi, dan jika konsumsi energi melebihi 5,2 kkal/menit, maka seseorang akan mengalami kelelahan.

Pada umumnya kelelahan yang diakibatkan oleh aktivitas kerja statis dipandang mempunyai pengaruh lebih besar dibandingkan dengan aktivitas kerja dinamis. Pada kondisi yang hampir sama, kerja otot statis mempunyai konsumsi energi yang lebih tinggi, frekuensi denyut nadi meningkat dan diperlukan waktu istirahat yang lebih lama. Dalam suasana kerja dengan otot statis kontraksi otot bersifat isometrik yaitu tegangan otot bertambah dan ukuran panjangnya praktis tidak berubah. Pada kerja otot statis tidak terjadi perpindahan beban akibat bekerjanya suatu gaya sehingga aliran darah agak menurun sehingga asam laktat terakumulasi dan mengakibatkan kelelahan otot lokal (Kroemer, *et.al.* 1994). Suma'mur (1982) menyatakan bahwa kerja otot statis merupakan kerja berat (*strenous*). Pada kerja otot statis, dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat bekerja selama 1 menit, sedangkan pada pengerahan tenaga < 20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama. Tetapi pengerahan otot statis sebesar 15% - 20% akan menyebabkan kelelahan dan nyeri jika pembebanan berlangsung sepanjang hari.

Pada kerja dinamis, kontraksi otot bersifat isotonik yaitu ukuran panjang otot berubah, sementara tegangan tetap. Kontraksi otot yang menghasilkan perpindahan gerak badan dinamis biasanya bersifat ritmik, sehingga waktu kerja dapat berlangsung lama. Karena kontraksi dan relaksasi otot yang bergantian maka aliran darah tidak cepat terganggu, sehingga rasa sakit pada otot yang bersangkutan tidak cepat timbul. Pembebanan otot secara statis dalam jangka waktu cukup lama dan dilakukan berulang-ulang akan mengakibatkan *Repetitive Strain Injuries* (RSI) yaitu nyeri otot, tulang, tendon dan lain-lain. Namun jenis pekerjaan yang mengandung pembebanan

otot statis ini sulit dihindarkan terutama dalam kondisi jika otot yang bersesuaian merupakan otot pokok untuk menjaga suatu postur. Upaya untuk mengurangi kelelahan dapat dilakukan dengan cara melakukan perubahan dari sikap kerja statis menjadi sikap kerja yang dinamis atau lebih bervariasi, agar sirkulasi darah dan oksigen dapat berjalan normal ke seluruh anggota tubuh.

2.4 Kapak

Kapak sudah digunakan oleh manusia sejak zaman dahulu, penggunaan kapak untuk mempermudah manusia dalam pekerjaannya seperti membelah kayu, menebang pohon dan lain sebagainya. Kapak sendiri memiliki arti harfiah yaitu alat yang terbuat dari logam, bermata dan bertangkai panjang. (Pahan, 2008)

2.4.1 Perkembangan Kapak

Perkembangan kapak dari zaman dahulu sudah sangat banyak berkembang, mulai dari zaman purba kapak sudah dikenal dalam peradaban dunia. Kapak pertama kali digunakan oleh manusia zaman purba terbuat dari bahan batu atau tulang-tulang hewan. Seiring berjalannya waktu kapak banyak mengalami perubahan baik dari segi bahan pembuatnya ataupun jenisnya. Pada saat ini kapak di kembangkan dengan berbahan logam, sedangkan untuk tangkai banyak yang menggunakan bahan kayu dan pipa perubahan ini didasari oleh pemikiran manusia yang menginginkan kapak yang lebih awet dan tahan lama (Gun,2010)

Jenis-jenis kapak banyak berkembang di dunia:

1. Tipe I atau tipe umum merupakan tipe dasar. Kapak jenis ini lebar dengan penampang lonjong, garis puncak (pangkal) tangkainya cekung atau kadang-kadang lurus, dan bagian tajaman cembung.

2. Tipe II atau tipe ekor burung seriti mempunyai bentuk tangkai dengan ujung yang membelah seperti ekor seriti. Ujung tajamannya biasanya berbentuk cembung atau seperti kipas. Belahan pada ujung tangkai ada yang dalam, dan ada yang dangkal. Kapak-kapak tipe ini ada yang dihias, ada pula yang tidak memperlihatkan hiasan.
3. Tipe III atau tipe pahat memiliki tangkai yang pada umumnya lebih panjang daripada tajamannya. Bentuk tangkai ini ada yang menyempit dan lurus, ada yang pendek dan lebar. Bentuk tajamannya cembung atau lurus (datar).
4. Tipe IV atau tipe tembilang berbentuk seperti tembilang zaman sekarang; tangkai pendek, mata kapak gepeng, bagian bahu lurus ke arah sisi-sisinya. Mata kapak berbentuk trapesioda atau setengah lingkaran.
5. Tipe V atau tipe bulan sabit memiliki mata kapak berbentuk bulan sabit, bagian tengahnya lebar yang kemudian menyempit ke kedua sisi, serta sudut-sudut tajamannya membulat. Tangkai lebar di pangkal kemudian menyempit di bagian tajamannya.
6. Tipe VI atau tipe jantung memiliki mata kapak seperti jantung, tangkainya panjang dengan pangkal yang cekung, bagian bahu melengkung, pada ujungnya.
7. Tipe VII atau tipe candrasa bertangkai pendek dan melebar pada pangkalnya. Mata kapak tipis dengan kedua ujungnya melebar dan melengkung ke arah dalam. Pelebaran ini tidak sama sehingga membentuk bidang mata yang asimetris.
8. Tipe VIII atau tipe kapak Rote berbentuk khusus dan hanya ada tiga buah ditemukan di Rote. Tangkai kapak yang lengkung serta panjang dituang menjadi satu dengan kapaknya. Keseluruhannya gepeng dan berukuran panjang lebih kurang 90 cm. Puncak (pangkal) tangkai berbentuk cakram, tempat perletakan kapaknya. Cakram ini dihias dengan pola roda atau pusaran. Pola hias utama pada

mata kapak adalah topeng dengan tutup kepala yang menyerupai kipas. Sebuah fragmen kapak perunggu yang memperlihatkan mata kapak berbentuk bulat dengan pola hias semacam pusaran yang disederhanakan mungkin sekali merupakan bagian dari jenis kapak upacara tipe kapak Rote ini.

2.5 Pendekatan Ergonomi Partisipatori

Ergonomi partisipatori dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas produk melalui perbaikan kondisi kerja terkait dengan pemanfaatan atau penggunaan alat-alat kerja (Sutajaya, 2004). Sedangkan partisipasi ialah pelibatan mental dan emosi seseorang di dalam situasi kegiatan kelompok dan dalam menyampaikan tanggapannya (Manuaba, 2000). Itu berarti ergonomi partisipatori merupakan partisipasi aktif seseorang dengan menempatkan ergonomi sebagai acuannya dengan mempertimbangkan pendekatan secara holistik dan mengupayakan agar seseorang dalam kondisi sehat, aman, nyaman, efektif dan efisien sehingga tercapai produktivitas yang setinggi-tingginya. Hal ini didukung oleh penelitian Michie dan Williams yang dikutip oleh Sutajaya (2004) menyatakan bahwa tingkat absensi karena sakit dapat diturunkan dan kesehatan secara psikologis dapat ditingkatkan jika dilakukan pelatihan dan pendekatan organisasi dengan jalan meningkatkan partisipasi seseorang dalam mengambil kebijakan dan pemecahan masalah.

Ergonomi partisipatori juga merupakan perpaduan dari perancangan organisasi untuk menyelesaikan permasalahan ergonomi. Pekerja dari semua tingkatan fungsi dan struktur organisasi kerja berkumpul membentuk sebuah tim untuk berdiskusi menyelesaikan permasalahan kerja dengan menggunakan ergonomi sebagai forum (Karwowski dan Salvendy, 1998).

Ergonomi partisipatori merupakan partisipasi aktif dari karyawan dengan supervisor dan manajernya untuk menerapkan pengetahuan ergonomi di tempat kerjanya untuk meningkatkan kondisi lingkungan kerjanya. Dengan pendekatan ergonomi partisipatori, maka semua orang yang terlibat dalam unit kerja akan merasa terlibat, berkontribusi dan bertanggung jawab tentang apa yang mereka kerjakan (Tarwaka, 2004).

Ergonomi partisipatori memiliki tiga tahapan yaitu:

1. Seleksi partisipan. Pada tahap ini partisipan belum berperan secara penuh karena proses seleksi ditentukan oleh peneliti itu sendiri.
2. Desain dan Pengembangan. Tahap ini merupakan tahap desain dan pengembangan sistem atau produk yang menjadi inovasi dari peneliti setelah mendapat masukan dari partisipan.
3. Implementasi. Sistem atau produk yang telah dirancang akan diuji cobakan pada partisipan itu sendiri.

Proses partisipasi mempunyai manfaat sebagai berikut:

- a) Meningkatkan efektifitas perubahan
- b) Implementasi yang lebih mudah dalam perubahan
- c) Meningkatkan komunikasi
- d) Memperendah faktor resiko psikososial
- e) Proses partisipatori dapat digunakan sebagai model untuk alamat persoalan tempat kerja yang lain, dengan keuntungan potensial yang sama.

2.6 Produktivitas.

Dewasa ini kesadaran akan perlunya peningkatan produktivitas semakin meningkat karena adanya suatu keyakinan bahwa perbaikan produktivitas akan memberikan kontribusi positif dalam perbaikan ekonomi. Pandangan bahwa

kehidupan hari ini harus lebih baik dari kehidupan hari kemarin dan kehidupan hari esok harus lebih baik dari hari ini, merupakan suatu pandangan yang memberi dorongan pemikiran ke arah produktivitas. Produktivitas sering diartikan sebagai ukuran sampai sejauh mana sumber daya yang ada sebagai masukan sistem produksi dikelola sedemikian rupa untuk mencapai hasil atau luaran pada tingkat kuantitas tertentu (Sastrowinoto, 1985).

Ergonomi sebagai suatu disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya, telah dikenal memiliki kontribusi yang besar dalam meningkatkan produktivitas sistem produksi, terutama pada sistem produksi yang bersifat padat karya, (Lianto, 2004)

Produktivitas dapat digambarkan dalam dua pengertian yaitu secara teknis dan finansial. Pengertian produktivitas secara teknis adalah pengefesiensian produksi terutama dalam pemakaian ilmu dan teknologi. Sedangkan pengertian produktivitas secara finansial adalah pengukuran produktivitas atas output dan input yang telah dikuantifikasi. Suatu perusahaan industri merupakan unit proses yang mengolah sumber daya (*input*) menjadi output dengan suatu transformasi tertentu. Dalam proses inilah terjadi penambahan nilai lebih jika dibandingkan sebelum proses. (Soetisna, 1998)

Produktivitas adalah sikap mental yang selalu mempunyai pandangan bahwa mutu kehidupan hari ini harus lebih baik dari kemarin dan hari ini dikerjakan untuk kebaikan hari esok. (Sodomo, 1991)

Produktivitas dan produksi merupakan dua pengertian yang berbeda bahwa produksi dinilai dari jumlah produk yang dihasilkan dalam satu jam, sedangkan produktivitas dinilai dari jumlah produksi dibagi rata-rata nadi kerja persatu jam kerja (Yusuf dan Santiana, 2004).

Peningkatan produktivitas ini akan tercapai jika semua komponen dalam sistem kerja dirancang secara ergonomis (Manuaba, 2003).

2.7 Antropometri

Istilah *anthropometri* berasal dari kata “anthro” yang berarti manusia dan “metri” yang berarti ukuran (Soebroto, 1995). Secara definitif antropometri dapat dinyatakan sebagai suatu studi yang berkaitan dengan pengukuran dimensi tubuh manusia. Antropometri secara luas digunakan untuk pertimbangan ergonomis dalam suatu perancangan produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Aspek-aspek ergonomi dalam suatu proses rancang bangun fasilitas merupakan faktor yang penting dalam menunjang peningkatan pelayanan jasa produksi. Setiap desain produk, baik produk yang sederhana maupun produk yang sangat kompleks, harus berpedoman kepada antropometri pemakainya.

Antropometri adalah ilmu yang mempelajari tentang ukuran tubuh manusia dan karakteristik fisik tubuh lainnya seperti ukuran, bentuk berat dan kekuatan yang digunakan untuk perancangan alat dan tempat kerja (Tayyari dan Smith, 1997).

Antropometri dibagi atas dua bagian, yaitu (Wignjosubroto, 1995); (1) Antropometri statis, yaitu pengukuran dilakukan pada tubuh manusia yang berada pada posisi diam dan (2) Antropometri dinamis, yaitu dimana dimensi tubuh diukur dalam berbagai posisi tubuh yang sedang bergerak, sehingga lebih kompleks dan lebih sulit diukur.

Ada 3 filosofi dasar untuk suatu desain yang digunakan oleh ahli-ahli ergonomi sebagai data antropometri yang diaplikasikan (Sutalaksana, 1979), yaitu:

1. Perancangan produk bagi individu dengan ukuran yang ekstrim.

Prinsip ini memungkinkan fasilitas yang dirancang dapat dipakai dengan nyaman oleh sebagian besar orang (minimal 95 % dari pemakai dapat menggunakannya), Agar memenuhi sasaran, maka digunakan persentil besar (90-th, 95-th, atau 99-th percentile) atau persentil kecil (1-th, 5-th, atau 10-th percentile). Contoh: penetapan ukuran minimal dari lebar dan tinggi dari pintu darurat.

2. Perancangan produk yang bisa dioperasikan di antara rentang ukuran tertentu.
Perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan, prinsip ini digunakan untuk merancang suatu fasilitas agar fasilitas tersebut bisa digunakan dengan nyaman oleh semua yang mungkin memerlukannya. Contoh: perancangan kursi mobil yang letaknya bisa digeser maju atau mundur, dan sudut sandarannya pun bisa dirubah-rubah.
3. Perancangan produk dengan ukuran rata-rata.
Prinsip ini hanya digunakan apabila perancangan berdasarkan harga ekstrim tidak mungkin dilaksanakan dan tidak layak jika kita menggunakan prinsip perancangan fasilitas yang bisa disesuaikan. Contoh: desain fasilitas umum seperti toilet umum, kursi tunggu, dan lainnya.

2.8 Keluhan Muskuloskeletal

Sistem muskuloskeletal adalah keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang lama maka dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligament dan tendon. Keluhan hingga kerusakan ini yang biasa diistilahkan dengan keluhan musculoskeletal disorders (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993). Sistem

ini termasuk didalamnya adalah otot (*muscles*), syaraf (*nerves*) dan tulang (*bones*). Sistem kerangka otot (*The Skeletal and Muscular System*) tubuh manusia terdiri dari sistem kerangka dan sistem otot yang membentuk mekanisme gerakan dan melakukan fungsi penting lainnya. Sistem kerangka merupakan alat pengungkit mekanis yang pergerakannya diperoleh dari kontraksi otot. Masalah pergerakan tubuh menjadi salah satu perhatian serius dalam ilmu ergonomi (Tayyari, 1997).

Pergerakan atau aktivitas dari tubuh manusia adalah masalah koordinasi dari sistem usaha ketiga hal tersebut diatas. Pekerjaan yang dirancang kurang baik akan menghasilkan ketidak efektifan terhadap sistem muskuloskeletal tersebut. Oleh karena itu permasalahan ini banyak berhubungan dengan ketegangan-ketegangan otot ataupun yang lainnya yang berkaitan dengan sakit pada otot, syaraf dan tulang (Kristyanto, 2004).

2.8.1 WMSDs (*Work-Related Musculoskeletal Disorders*)

WMSDs adalah sekumpulan gangguan sistem muskuloskeletal menyangkut otot, tendon dan syaraf yang diakibatkan oleh pekerjaan yang dilakukan secara berulang-ulang dengan intensitas tinggi dan waktu istirahat yang kurang (Suparjo, 2005). Sehingga terjadinya WMSDs sangat berkaitan erat dengan postur kerja, gerakan-gerakan kerja yang terjadi serta alat yang digunakan untuk kegiatan penanganan material secara manual.

Keluhan otot skeletal pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban kerja yang terlalu berat dengan durasi pembebanan yang panjang. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keluhan otot skeletal, yaitu (Tayyari dan Smith, 1997):

1. Peregangan otot yang berlebihan, yaitu peregangan otot yang dilakukan akibat dari pengerahan tenaga yang berlebihan.
2. Aktivitas yang berulang, yaitu pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus sehingga otot menerima tekanan tanpa memperoleh kesempatan untuk relaksasi.
3. Sikap kerja tidak alamiah, yaitu sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian-bagian tubuh bergerak menjauh dari posisi alamiah, misalnya pergerakan tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat.

Perancangan stasiun kerja merupakan salah satu output studi ergonomi di bidang industri. Inputnya dapat berupa kondisi manusia yang tidak aman dalam bekerja, kondisi fisik lingkungan kerja yang tidak nyaman dan adanya hubungan manusia-mesin yang tidak ergonomis. Kondisi manusia dikatakan tidak aman bila kesehatan dan keselamatan pekerja mulai terganggu. Kelelahan dan keluhan pekerja pada muskuloskeletal merupakan salah satu indikasi adanya gangguan kesehatan dan keselamatan pekerja. Keluhan muskuloskeletal merupakan keluhan pada bagian-bagian otot skeletal yang dirasakan oleh seseorang mulai dari keluhan sangat ringan sampai sangat sakit. Apabila otot menerima beban statis secara berulang dan dalam waktu yang cukup lama, akan dapat menyebabkan keluhan berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan hingga kerusakan inilah yang biasanya diistilahkan dengan keluhan *musculoskeletal disorders* (MSDs) atau cedera pada sistem muskuloskeletal (Grandjean, 1993).

Postur dan pergerakan kerja yang tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian tubuh bergerak menjauhi posisi netral atau

alaminya, misalnya gerak tangan terangkat, punggung terlalu membungkuk, kepala terangkat dan sebagainya. Sikap kerja yang tidak alamiah ini pada umumnya dikarenakan tuntutan tugas, alat kerja dan stasiun kerja yang tidak sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Di Indonesia sendiri, hal ini umumnya dikarenakan oleh adanya ketidaksesuaian antara ukuran alat dan stasiun kerja dengan ukuran tubuh pekerja (Tarwaka, 2004).

Studi MSDs pada berbagai jenis industri telah banyak dilakukan dan hasil studi menunjukkan bahwa bagian otot yang sering dikeluhkan adalah otot rangka (*skeletal*) yang meliputi otot leher, bahu, lengan, jari, punggung, pinggang dan otot-otot bagian bawah. Diantara keluhan otot skeletal tersebut, yang banyak dialami pekerja adalah otot bagian pinggang (*low back Pain = LBP*).

2.8.2 CTDs (*Cumulative Trauma Disorders*)

Cumulative trauma disorders (dapat juga disebut sebagai *Repetitive Motion Injuries* atau *Musculoskeletal Disorders*) adalah cedera pada sistem kerangka otot yang semakin bertambah secara bertahap sebagai akibat dari trauma kecil yang terus-menerus yang disebabkan oleh desain yang buruk yaitu desain alat/sistem kerja yang membutuhkan gerakan tubuh dalam posisi yang tidak normal serta penggunaan perkakas/*handtools* atau alat lainnya yang terlalu sering. Empat faktor penyebab timbulnya CTD :

1. Penggunaan gaya yang berlebihan selama gerakan normal.
2. Gerakan sendi yang kaku yaitu tidak berada pada posisi normal. Misalnya, bahu yang terlalu terangkat, lutut yang terlalu naik, punggung terlalu membungkuk dan lain-lain.

3. Perulangan gerakan yang sama secara terus-menerus.
4. Kurangnya istirahat yang cukup untuk memulihkan trauma sendi.

Gejala yang berhubungan dengan CTD antara lain adalah terasa sakit atau nyeri pada otot, gerakan sendi yang terbatas dan terjadi pembengkakan. Jika gejala ini dibiarkan maka akan menimbulkan kerusakan permanen. CTD merusak sistem saraf muskuloskeletal yaitu urat saraf (*nerves*), otot, tendon, ligamen, tulang dan tulang sendi (*joint*) pada pergerakan *extrem* dari bagian tubuh atas (bahu, tangan, siku, pergelangan tangan), tubuh bagian bawah (pinggul, lutut, kaki) dan bagian belakang (leher dan punggung/badan). Punggung, leher dan bahu merupakan bagian yang rentan terkena CTD, penyakit yang diakibatkan adalah nyeri pada tengkuk/bahu (*cervical syndrome*), nyeri pada tulang belakang yang disebut *Chronic Low Back Pain*. Pada tangan dan pergelangan tangan terjadi penyakit *trigger finger* (tangan bergetar), *Raynaud's syndrome* (*vibration white finger*), *carpal tunnel syndrome* (Tayyari, 1997).

2.8.3 *Carpal Tunnel Syndrome*

CTS (*Carpal Tunnel Syndrome*) merupakan gangguan yang mengenai daerah tangan dan pergelangan tangan yang ditandai dengan beberapa gejala seperti kesemutan, nyeri, kekakuan dan penurunan sensitivitas terhadap sentuhan terutama di daerah perjalanan *nervus medianus* (tiga jari pertama). Faktor-faktor risiko yang juga berhubungan dengan pekerjaan tangan berulang sehingga meningkatkan risiko terjadinya CTS adalah lama melakukan pekerjaan, kurangnya perubahan jenis tugas (tidak adanya rotasi tugas) dan kurangnya istirahat, minimal 15% dari waktu kerja per hari. Berbagai pekerja

yang telah diteliti melakukan pekerjaan yang tergolong berulang antara lain: pekerja perakitan alat-alat otomotif, pekerja supermarket atau toko grosir yang bertugas memasang label, pekerja pada industri makanan dan buah-buahan, tukang asah, tukang potong, juru masak hotel dan restoran, pekerja di industri kulit, pembuat sepatu, tukang seterika/petugas laundry, pekerja di industri pakaian termasuk penjahit, pembuat topi, tukang pintal/tenun, tukang cat, pekerja perkebunan dan banyak lagi lainnya. Pekerja wanita mempunyai risiko terjadinya CTS lebih tinggi dibanding pekerja laki-laki mengingat tugas-tugas tangan *repetitive* dan *sedentary* lebih sering dilakukan oleh pekerja wanita. Untuk bisa melakukan pengendalian yang efektif terhadap penyakit ini harus menyertakan semua komponen dari unsur-unsur pelaksan *higene industri* (industrial higienis).

2.9 Seleksi Konsep

Seleksi konsep menurut (Ulrich and Eppinger, 2001) merupakan proses menilai konsep dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan kriteria lain, membandingkan kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep, dan memilih satu atau lebih konsep untuk penyelidikan, pengujian, dan pengembangan selanjutnya. Pemilihan konsep merupakan kegiatan dimana berbagai konsep dianalisis dan secara berturut-turut dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan. Proses ini biasanya membutuhkan beberapa iterasi dan mungkin diajukannya tambahan penyusunan dan perbaikan konsep. Tahapan proses dalam seleksi konsep yaitu:

a. Penyaringan konsep (*concept screening*)

Tujuan dari penyaringan konsep adalah mempersempit jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep. Penyaringan konsep ini dilakukan dengan membandingkan konsep satu dengan konsep yang lainnya. Penyaringan konsep menggunakan sistem perbandingan kasar untuk mempersempit kisaran konsep yang dipertimbangkan.

b. Penilaian Konsep (*concept scoring*)

Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Pada tahap ini, diberikan bobot kepentingan relatif untuk setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan penekanan pada setiap kriteria. Nilai konsep ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai.

2.10 Uji Normalitas dan Uji Beda

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Uji ini dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov* yaitu dengan menguji nilai probabilitas dari skor total yang didapat dalam penelitian. Uji normalitas dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

a. Menentukan hipotesis

H_0 : Skor bobot berdistribusi normal

H_1 : Skor bobot tidak berdistribusi normal

b. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan $df=n-1$

Membandingkan probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas > 0.05 , maka H_0 diterima

Jika probabilitas < 0.05 , maka H_0 ditolak

Karakteristik dari distribusi normal adalah sebagai berikut:

1. Membentuk kurva lonceng dan memiliki satu puncak yang terletak tepat di tengah distribusi.
2. Rata-rata hitung, median, dan modus dari distribusi adalah sama dan terletak di puncak kurva.
3. Setengah daerah di bawah kurva berada diatas titik tengah, dan setengah daerah lainnya terletak di bawahnya.
4. Data menyebar disekitar garis lurus.

Uji beda digunakan untuk menguji hipotesis komparatif dua sampel yang berkorelasi bila datanya berbentuk ordinal. Sebelum dilakukan uji beda, terlebih dahulu dilakukan uji normal untuk mengetahui distribusi data, apabila data berdistribusi normal maka digunakan uji t, tetapi apabila data tidak berdistribusi normal maka digunakan uji *Wilcoxon* (Walpole dan Myres, 1986). Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan uji statistik parametrik *compare mean* dengan *Paired Sampled T-Test*.

Tahap-tahap pengujian pada uji t (T-test) antara lain :

1. Hipotesis :

$H_0 : \mu_0 = \mu_1 =$ Tidak ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian.

$H_1 : \mu_0 > \mu_1 =$ Ada perbedaan skor bobot sebelum dan sesudah penelitian.

2. Menentukan taraf signifikansi

Taraf signifikansi (α) yang digunakan adalah 5% atau 0.05, dengan $df=n-1$

3. Membandingkan besar probabilitas dengan taraf signifikansi

Jika probabilitas (*sig*) > 0.05 maka H_0 diterima

Jika probabilitas (*sig*) < 0.05 maka H_0 ditolak



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT.Perkebunan Nusantara V kebun Sei Lalak Kab. Indragiri Hulu, Riau.

3.2 Populasi dan Sampel

3.2.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah para pekerja pemanen buah sawit yang berada di PT.PN V kebun Sei Lalak, Kab. Indragiri Hulu, Riau.

3.2.2 Sampel

Sampel pada penelitian kali ini adalah para pekerja pemanen buah sawit dengan kriteria sebagai berikut :

1. Laki-laki
2. Umur 20 – 40 Tahun
3. Sehat

3.2.3 Penentuan Jumlah Sampel

Subjek penelitian dipilih berdasarkan persyaratan kriteria, dengan teknik pemilihan secara acak sederhana (Hadi,1995).

(Sopiyudin, 2009) menyatakan bahwa besarnya sampel untuk rancangan sama subjek dapat dihitung dengan rumus di bawah ini :

$$N_1 = \left(\frac{(Z_\alpha + Z_\beta)S}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} \right)^2$$

Dimana :

N = Jumlah Sampel

S = Standart Deviasi

\bar{X}_1 = Rata-rata keluhan responden terhadap alat sebelum perbaikan

\bar{X}_2 = Rata-rata keluhan responden terhadap alat setelah perbaikan

Z_α = Nilai Z untuk $\alpha = 0,01$ ($Z_\alpha = 2,326$)

Z_β = Nilai Z untuk $\beta = 0,05$ ($Z_\beta = 1,645$)

Perhitungan besar sampel didasarkan atas hasil penelitian pendahuluan dengan subjek 10 orang diperoleh rata-rata untuk kuisioner kelelahan sebesar 50,7 dan rata-rata untuk kuisioner muskuloskeletal tangan sebesar 18,7. Rata-rata keluhan kelelahan setelah dilakukan perbaikan diharapkan menurun sebanyak 20% yaitu dari 50,7 menjadi 40,56. Sedangkan untuk muskuloskeletal tangan setelah dilakukan perbaikan diharapkan menurun sebanyak 20% yaitu dari 18,7 menjadi 14,96.

Untuk $\alpha = 0,01$ dan untuk $\beta = 0,05$ maka besar sampel (n) untuk keluhan muskuloskeletal adalah sebanyak 10 orang dan untuk kuisioner kelelahan sebanyak 10 orang. Perhitungan besar sampel berdasarkan penelitian pendahuluan dengan subjek 10 orang. Besarnya sampel ditambah 20% untuk menghindari terjadinya *Drop Out* subjek penelitian, sehingga sampel penelitian ditetapkan menjadi 12 orang.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel tergantung. Variabel bebas bertindak sebagai input penelitian yaitu desain kapak tandan sawit model lama dan kapak tandan sawit hasil rancangan berbasis ergonomi. Sedangkan variabel tergantung bertindak sebagai *output* penelitian adalah keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas.

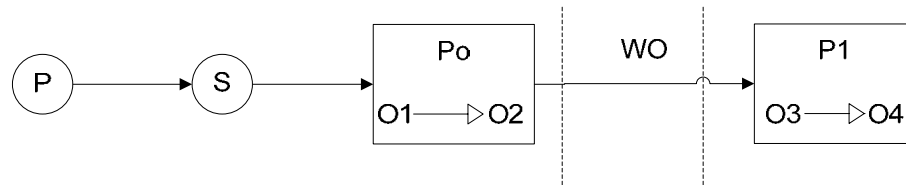
3.4 Alat yang digunakan

Dalam penelitian ini alat-alat yang digunakan antara lain:

1. Kuisisioner pendahuluan yang digunakan untuk mengidentifikasi masalah yang terjadi.
2. Desain Kapak Tandan Sawit yang digunakan saat ini.
3. Kuesioner tangan (*Carpal Tunnel*) digunakan untuk mengukur besarnya keluhan muskuloskeletal di daerah tangan.
4. *30 items of rating scale* yang dimodifikasi dengan empat skala *Likert* untuk mendata kelelahan.
5. Kuisisioner yang berisi tentang tingkat kepentingan responden, pertanyaan yang diajukan merupakan atribut desain dan responden hanya dapat menilai yang paling penting untuk dilakukan pengembangan pada produk.
6. Kuisisioner *screening* dan *scoring* yang digunakan untuk penyeleksian konsep.
7. Camera digital, untuk mendokumentasikan proses kerja.
8. Alat tulis.

3.5 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian *Treatment by Subject Design*. Secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

Keterangan :

- P = Populasi.
- S = Sampel Penelitian
- P0 = Pengukuran sebelum ada perbaikan desain alat kerja terhadap keluhan muskuloskeletal, kelelahan, denyut nadi dan hasil produk pada kelompok kontrol.
- O1 = Pengukuran sebelum perbaikan desain alat kerja terhadap keluhan Muskuloskeletal, kelelahan dan denyut nadi istirahat.
- O2 = Pengukuran setelah perbaikan desain alat kerja terhadap keluhan Muskuloskeletal, kelelahan, denyut nadi kerja dan hasil produk untuk desain lama.
- WO = *Washing Out* (waktu istirahat untuk menghilangkan efek perlakuan sebelumnya agar tidak meninggalkan efek/respon) selama 1 hari.
- P1 = Pengukuran setelah ada perbaikan desain alat kerja terhadap keluhan

muskuloskeletal, kelelahan, denyut nadi dan hasil produk pada kelompok

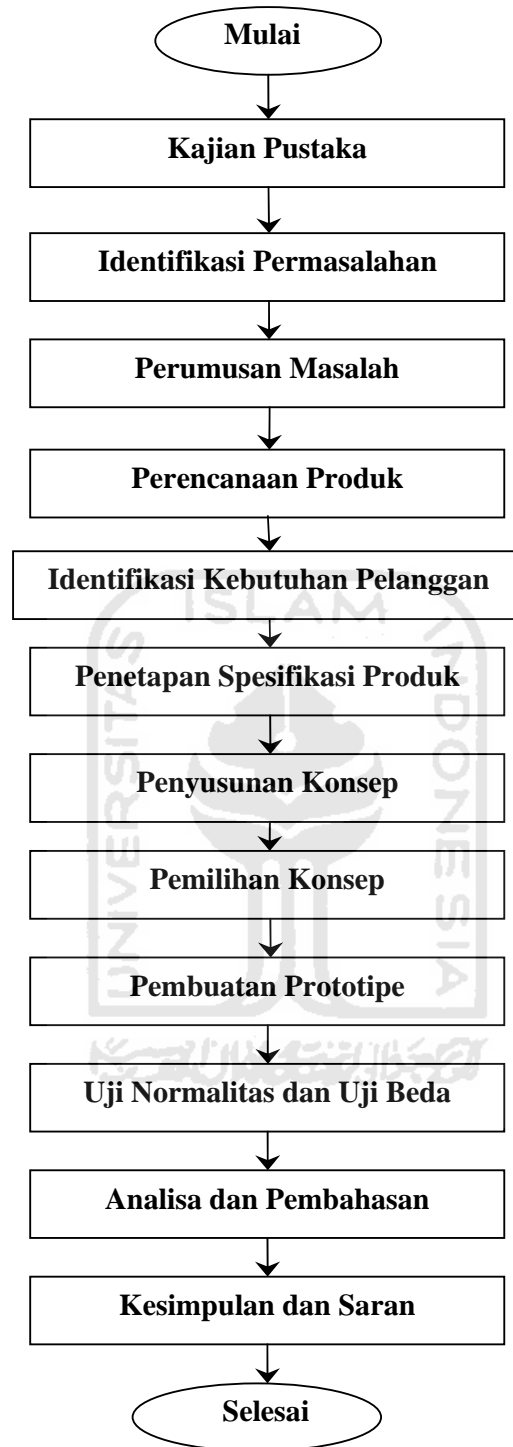
eksperimen.

O3 = Pengukuran setelah perbaikan desain alat kerja terhadap keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan denyut nadi istirahat.

O4 = Pengukuran setelah perbaikan desain alat kerja terhadap keluhan Muskuloskeletal, kelelahan, denyut nadi dan hasil produk.

Adapun *Flowchart* Penelitian dapat ditunjukkan seperti Gambar 3.2





Gambar 3.2 *Flowchart* Penelitian

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Kajian Pustaka

Ada dua macam studi pustaka yang dilakukan yaitu studi pustaka induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian pustaka yang bermakna untuk menjaga keaslian penelitian. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kinasih, (2009) mengatakan bahwa perubahan alat bantu kerja hasil rancangan ulang yang ergonomis memberikan penurunan terhadap tingkat keluhan muskuloskeletal dan dapat meningkatkan produktivitas. Dan Lanazilah (2010) Perancangan ulang alat bantu jalan (kruk) berbasis ergonomi memberikan penurunan terhadap keluhan muskuloskeletal di daerah tubuh dan keluhan tangan. Sedangkan kajian deduktif merupakan landasan teori yang digunakan sebagai acuan untuk memecahkan masalah penelitian.

3.6.2 Identifikasi Masalah

Peneliti mengumpulkan beberapa permasalahan yang dihadapi oleh para pekerja pengguna kapak tandan sawit yang lama yaitu tangan terasa sakit, mengalami kelelahan, tangkai kurang panjang dan licin, serta mata kapak yang kurang baik jika digunakan untuk memotong tandan buah sawit.

3.6.3 Perencanaan produk

Perencanaan produk dibuat berdasarkan data pendahuluan yang didapat dari kuisioner dan wawancara terhadap beberapa pekerja pengguna kapak tandan sawit di PT.PN V Sei lalak. Perencanaan perancangan kapak tandan sawit ini bertujuan untuk mengetahui deskripsi Kapak tandan sawit yang akan dirancang.

3.6.4 Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Pada tahap ini dilakukan untuk memahami kebutuhan pelanggan dengan mengumpulkan data mentah dari pelanggan dengan cara wawancara langsung terhadap keinginan dan keluhan para pengguna kapak tandan sawit di PT.PN V Sei lak. Hasil wawancara akan diolah dengan dibantu ahli ergonomi untuk menentukan solusi yang dibutuhkan dalam perancangan kapak tandan sawit nantinya.

3.6.5 Penetapan Spesifikasi Produk

Spesifikasi merupakan terjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan secara teknis. Spesifikasi produk terdiri dari matrik dan nilai matrik. Untuk mendapatkan spesifikasi produk akhir harus melalui 3 tahap yaitu: (1).Menyiapkan hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan, dengan penyebaran kuisioner kepentingan responden terhadap kapak tandan sawit, (2).Membuat matrik kebutuhan, dengan pengisian nilai kepentingan pada daftar matrik dilakukan dengan membulatkan rata-rata jumlah kepentingan kebutuhan yang mempengaruhi matrik, (3).Spesifikasi akhir kapak tandan sawit, diketahui daftar matrik kapak tandan sawit maka dapat dibuat spesifikasi akhir kapak tandan sawit tersebut. Nilai dari spesifikasi akhir ini akan dijadikan acuan data antropometri yang akan diambil dan menjadi acuan dalam perancangan kapak tandan sawit nantinya.

3.6.6 Penyusunan Konsep

Tujuan dari penyusunan konsep adalah menggali lebih jauh area konsep-konsep produk yang mungkin sesuai dengan kebutuhan pelanggan.

Penyusunan konsep didapat dari tahap sebelumnya yaitu penetapan spesifikasi target. Penyusunan konsep digunakan untuk menentukan kapak tandan sawit yang dapat memenuhi kebutuhan dari pekerja pemanen sawit. Langkah dalam penyusunan konsep yaitu memperjelas masalah, pencarian eksternal, membuat pohon klasifikasi, dan membuat tabel komposisi konsep.

a. **Memperjelas Masalah**

Pada tahap ini dijelaskan bagaimana alur proses penggunaan kapak tandan sawit pada pemakai, serta digambarkan diagram dekomposisi fungsi dan subfungsi kapak tandan sawit.

b. **Pencarian Eksternal**

Pencarian eksternal pada tahap ini digunakan untuk penentuan komponen tambahan pada perancangan kapak tandan sawit dilakukan dengan konsultasi pakar. Konsultasi dilakukan dengan pemilik kebun, ahli ergonomi, dan ahli teknik atau pembuat.

c. **Pohon Klasifikasi Konsep**

Pohon klasifikasi digunakan untuk memisahkan keseluruhan komponen sesuai penempatannya menurut para pakar.

d. **Tabel Kombinasi Konsep**

Pada perancangan kapak tandan sawit terdapat kombinasi konsep yang mungkin sesuai dengan kombinasi cabang dari pohon klasifikasi.

3.6.7 Konsep Desain

Dalam konsep desain peneliti membuat gambaran secara ringkas bagaimana produk yang dibuat dapat memuaskan kebutuhan pelanggan. Dalam suatu konsep ditampilkan dalam bentuk gambar beserta keterangan secara

ringkas. Dalam perancangan kapak tandan sawit dimensi antropometri yang digunakan adalah Panjang lengan bawah, Lebar jari telunjuk, Tebal jari telunjuk, Lebar telapak tangan (metacarpal) dan Diameter genggam tangan.

3.6.8 Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep merupakan kegiatan dimana berbagai konsep dianalisis dan secara berturut-turut dieliminasi untuk mengidentifikasi konsep yang paling menjanjikan. Proses ini biasanya membutuhkan beberapa iterasi dan mungkin diajukannya tambahan penyusunan dan perbaikan konsep. Tahapan proses dalam seleksi konsep yaitu:

a. Penyaringan konsep (*concept screening*)

Tujuan dari penyaringan konsep adalah mempersempit jumlah konsep secara cepat dan untuk memperbaiki konsep. Penyaringan konsep ini dilakukan dengan membandingkan konsep satu dengan konsep yang lainnya. Penyaringan konsep menggunakan sistem perbandingan kasar untuk mempersempit kisaran konsep yang dipertimbangkan. Dalam penelitian ini, n konsep masing-masing akan dibandingkan. Nilai relatif “lebih baik” (+), “sama dengan” (0), “lebih buruk” (-) diletakkan disetiap sel matriks untuk memperlihatkan bagaimana tiap konsep dinilai terhadap konsep referensi untuk kriteria tertentu

b. Penilaian Konsep (*concept scoring*)

Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Pada tahap ini, diberikan bobot kepentingan relatif untuk setiap kriteria seleksi dan memfokuskan pada hasil perbandingan yang lebih baik dengan

penekanan pada setiap kriteria. Nilai konsep ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai.

3.6.9 Pengujian Konsep

Disini konsep terpilih akan dilakukan pengujian apakah konsep terpilih sudah memenuhi keinginan atau kebutuhan pelanggan dan mencari beberapa kelemahan dari produk untuk diperbaiki selama proses pengembangan selanjutnya. Pada tahap ini dilakukan dengan metode wawancara kepada pengguna kapak tandan sawit, ahli ergonomi dan ahli teknik. Selanjutnya adalah penyampaian konsep dilakukan dengan uraian verbal berupa paragraf singkat berisi ringkasan konsep produk, dan sketsa produk.

3.7 Analisa Hasil

Dalam penelitian ini, observasi dilakukan terhadap subjek yang sama atau sampel yang sama dengan bantuan kuesioner. Data hasil kuesioner diolah dengan bantuan program *Statistical Program for Social Science (SPSS)*. Analisis data dibagi dalam dua bagian yaitu uji normalitas, dan uji beda.

3.7.1 Uji Normalitas

Data penilaian terhadap kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dilakukan uji normalitas dengan menggunakan Uji *Kolmogorov-Smirnov*.

Hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Aspek keluhan muskuloskeletal dan produktivitas kelompok kontrol.

H_0 : Skor bobot keluhan muskuloskeletal, kelelahan, dan produktivitas kelompok kontrol berdistribusi normal.

H_1 : Skor bobot keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas kelompok kontrol tidak berdistribusi normal.

b. Aspek keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas kelompok eksperimen.

H_0 : Skor bobot keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas kelompok eksperimen berdistribusi normal.

H_1 : Skor bobot keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas kelompok eksperimen tidak berdistribusi normal.

3.7.2 Uji Beda

Uji terhadap penurunan keluhan muskuloskeletal, pada kelompok kontrol dan eksperimen menggunakan uji beda dua kelompok berpasangan dengan taraf signifikansi ($\alpha=0.05$). Jika data berdistribusi normal, maka digunakan uji t berpasangan. Jika data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji *Wilcoxon*.

3.7.2.1 Uji Terhadap Penurunan Keluhan Muskuloskeletal

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Tidak ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Ada perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

3.7.2.2 Uji Terhadap Penurunan Kelelahan

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Tidak ada perbedaan penurunan kelelahan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Ada perbedaan penurunan kelelahan yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

3.7.2.3 Uji Terhadap Peningkatan Produktivitas

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

Tidak ada perbedaan peningkatan produktivitas yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

Ada perbedaan peningkatan produktivitas yang bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung dan wawancara terhadap para pekerja pengguna kapak tandan sawit. Data yang dikumpulkan dalam pembuatan kapak tandan sawit adalah sebagai berikut:

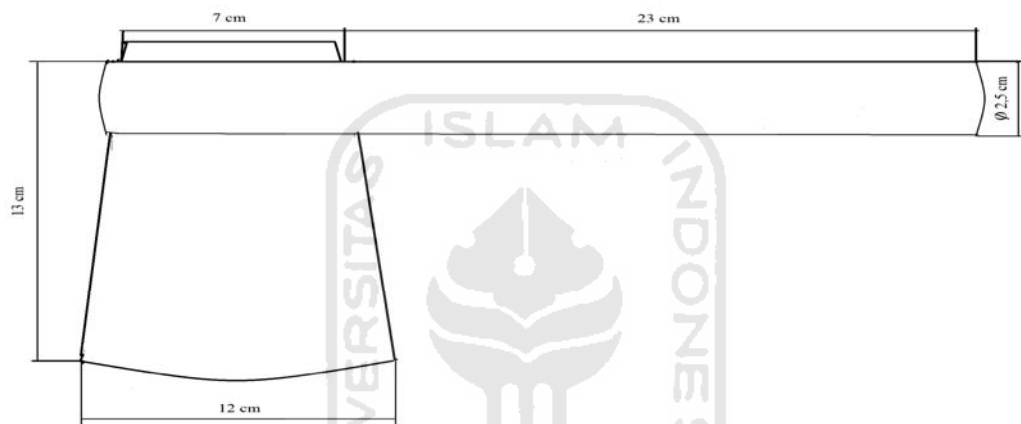
4.1.1 Gambar Kapak tandan sawit lama

Berdasarkan pengamatan awal yang dilakukan oleh peneliti dari 10 responden yang melakukan kegiatan memotong tandan sawit terhadap keluhan tangan bahwa dinyatakan sakit pada bagian pergelangan atas sebesar 70%, pada bagian Sakit pada pada otot ibu jari sebesar 60%, pada bagian telapak tangan bawah sebesar 50%, selanjutnya pada bagian Sakit pada telapak tangan atas sebesar 50% dan pada bagian ibu jari sebesar 50%.

Pada kapak lama ukuran panjang handle kapak keseluruhan sebesar (a) sebesar 30 cm, diameter *handle* (b) sebesar 2.5 cm, lebar pangkal mata kapak (c) sebesar 7 cm, lebar mata kapak bagian atas (d) sebesar 13 cm, dan panjang mata kapak (e) sebesar 12 cm. Berikut ini Gambar 4.1 dan 4.2 adalah gambar dari kapak lama:



Gambar 4.1 Gambar Kapak lama



Gambar 4.2 Gambar Kapak Lama 2 D

4.2 Konsep Perancangan

Konsep perancangan dilakukan untuk memberikan gambaran mengenai kebutuhan pengguna kapak yang kemudian diwujudkan dalam spesifikasi produk hingga muncul satu konsep perancangan yang akan dijadikan acuan dalam perancangan Kapak tandan sawit. Konsep perancangan pada penelitian ini (Ulrich, 2001) ada 6 tahapan yang meliputi fase 0 (1 tahapan) sampai fase 1 (5 tahapan).

4.2.1 Perancangan Produk

Perancangan produk di susun berdasarkan data penelitian pendahuluan yang telah di kumpulkan berdasarkan wawancara dan kuisisioner terhadap beberapa orang pekerja pemanen sawit di sei lalak. Perencanaan perancangan ini digunakan untuk mengetahui deskripsi kapak tandan sawit yang akan dirancang.

Tabel 4.1 Perancangan Kapak

Pernyataan Misi: Perancangan Kapak tandan sawit	
Uraian Produk	Berupa alat potong yang bisa digunakan petani sawit untuk memotong tandan sawit, dengan kriteria kenyamanan, keamanan, fleksibel, dan meningkatkan produktivitas.
Sasaran Produk	Pekerja pemanen sawit d PT. PN V, Sei lalak.
Stakeholder	Pekerja pemanen sawit
Asumsi-asumsi	<ul style="list-style-type: none"> - Data antropometri yang diambil yaitu pengguna kapak tandan sawit. - Pengguna kapak tandan sawit d PT. PN V, Sei lalak kurang lebih 12 orang.
Batasan	<ul style="list-style-type: none"> - Perhitungan mekanik tidak dilakukan - Pengambilan data antropometri dilakukan terhadap pengguna kapak. - Percentile yang digunakan yaitu 5%, 50%, dan 95%.

4.2.2 Identifikasi Kebutuhan Konsumen

Untuk mengidentifikasi kebutuhan konsumen dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada 12 responden yang semua adalah pekerja sawit.

Dari kuesioner yang disebarkan dapat diidentifikasi keinginan konsumen sebagai berikut:

1. Kapak nyaman saat digunakan.
2. Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil.
3. Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri.
4. Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan.
5. Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas.
6. Bahan awet dan kokoh.
7. Ringan saat digunakan.
8. Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin.

4.2.3 Spesifikasi Produk

Disini diterjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan secara teknis. Spesifikasi produk terdiri dari matrik dan nilai matrik. Untuk mendapatkan spesifikasi produk akhir harus melalui 3 tahap yaitu menyiapkan hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan, kemudian membuat matrik kebutuhan. Dari matrik kebutuhan maka dapat dibuat spesifikasi produk dengan matrik dan ukuran matriknya.

4.2.3.1 Hirarki Kebutuhan Dengan Derajat Kepentingan

Hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan diperoleh dengan penyebaran kuisisioner menggunakan skala *absolute importance* (1,2,3,4,5) untuk menilai tingkat kepentingannya.

Tabel 4.2 Hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan

No	Kebutuhan	Kepentingan
1	Kapak nyaman saat digunakan	4,7
2	Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil	4,5
3	Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri	3,0
4	Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan	3,8
5	Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas	5,0
6	Bahan awet dan kokoh	4,5
7	Ringan saat digunakan	4,8
8	Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	5,0

4.2.3.2 Mempersiapkan Daftar Matrik

Setelah diketahui hirarki kebutuhan dan derajat kepentingannya maka dapat dibuat daftar matrik dan satuan matrik. Matrik yang bagus atau baik adalah yang dapat menggambarkan secara langsung nilai produk yang memuaskan pelanggan. Hubungan antara kebutuhan dan matrik merupakan inti dari proses penetapan spesifikasi (Ullrich, 2001). Daftar matrik untuk perancangan kapak tandan sawit dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 4.3 Daftar Matrik

No Matrik	Kebutuhan	Matrik	Kepentingan	Satuan
1	1,5,8	Kesesuaian dengan antropometri	4,9	Cm
2	8	<i>Handle</i> dibuat sesuai bentuk tangan	5,0	Cm
3	6,7,8	Kualitas bahan	4,6	Subj
4	6,7	Keringanan Bahan	4,0	Subj

Table 4.3 Lanjutan

No Matrik	Kebutuhan	Matrik	Kepentingan	Satuan
5	7	Bahan kayu	4,8	Cm
6	2	Bentuk mata kapak kokoh	4,5	Subj
7	5	Atribut tambahan berfungsi	5	Subj
8	1,3	Atribut Keamanan	3,85	Subj

Pengisian nilai kepentingan pada daftar matrik dilakukan dengan membulatkan rata-rata jumlah kepentingan kebutuhan yang mempengaruhi matrik, misal untuk matrik “kesesuaian dengan antropometri” nilai kepentingan didapatkan dari rata-rata nilai kebutuhan 1, 5 dan 8. Maka didapatkan nilai kepentingan metrik sebesar 4,9. Begitu seterusnya sampai matrik terakhir.

Setelah diketahui hirarki kebutuhan dan daftar matrik maka dapat dihasilkan matrik kebutuhan seperti gambar 4.3. Lingkaran hitam pada matrik kebutuhan pada gambar tersebut menjelaskan hubungan antara kebutuhan dan matrik untuk memenuhi kebutuhan tersebut misalnya untuk kebutuhan “kapak nyaman saat digunakan”, maka matrik untuk kebutuhan tersebut adalah kesesuaian dengan antropometri, mudah dalam penggunaan, dan kesesuaian dengan pekerjaan.

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Kesesuaian dengan antropometri							
		Handle dibuat sesuai bentuk tangan							
		Kualitas bahan							
		Keringanan Bahan							
		Bahan kayu							
		Bentuk mata kapak kokoh							
		Atribut tambahan berfungsi							
		Atribut Keamanan							
1	Kapak nyaman saat digunakan	●							●
2	Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil						●		
3	Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri								●
4	Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan								
5	Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas	●						●	
6	Bahan awet dan kokoh			●	●				
7	Ringan saat digunakan			●	●	●			
8	Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	●	●	●					

Gambar 4.3 Matrik kebutuhan

4.2.3.3 Spesifikasi Akhir Kapak

Setelah mengetahui daftar matrik kapak tandan sawit maka dapat dibuat spesifikasi akhir dari kapak tersebut. Nilai dari spesifikasi akhir ini akan dijadikan acuan data antropometri yang akan diambil dan menjadi acuan dalam perancangan kapak.

Tabel 4.4 Spesifikasi Akhir

No	Matrik	Nilai	Keterangan
1	Kesesuaian dengan antropometri	Dimensi yang dibutuhkan dalam perancangan sesuai ukuran tubuh	Nilai didapatkan setelah mengukur antropometri (tahap perancangan)
2	<i>Handle</i> dibuat sesuai dengan bentuk jari tangan	Dimensi lebar telapak tangan lebar jari telunjuk, tebal jari telunjuk dan diameter gengaman	Lebar telapak tangan digunakan untuk menentukan panjang lengkungan pada handle, lebar jari telunjuk untuk menentukan lebar ruas jari, tebal jari telunjuk untuk kedalaman cekungan dan diameter gengaman maksimum digunakan untuk menentukan diameter <i>handle</i>
3	Kualitas bahan	Bahan kuat dan tidak mudah aus	Bahan pembuat kapak kuat dan tidak mudah aus sehingga pengguna nyaman saat menggunakan dan tidak perlu sering mengasah
4	Keringanan Bahan	Bahan kuat, kokoh, serta tidak mudah patah	Bahan pembuat kapak dan <i>handle</i> kuat serta ringan saat di gunakan
5	Bahan Kayu	Bahan ringan dan mudah dibuat	Kayu digunakan untuk bahan pembuat handle karena ringan dan mudah dalam pembuatan serta dibentuk
6	Bentuk mata kapak kokoh	Mata kapak kokoh dan tidak mudah patah	Bentuk mata kapak kokoh dan tidak mudah patah saat digunakan
7	Atribut tambahan berfungsi	Penambahan atribut bermanfaat	Dengan penambahan atribut gancu mempermudah pengguna dan mengurangi alat bantu lain
8	Atribut Keamanan	Atribut keamanan kapak baik	Karena kapak ini benda tajam jadi diperlukan atribut keamanan

4.2.4 Penyusunan Konsep

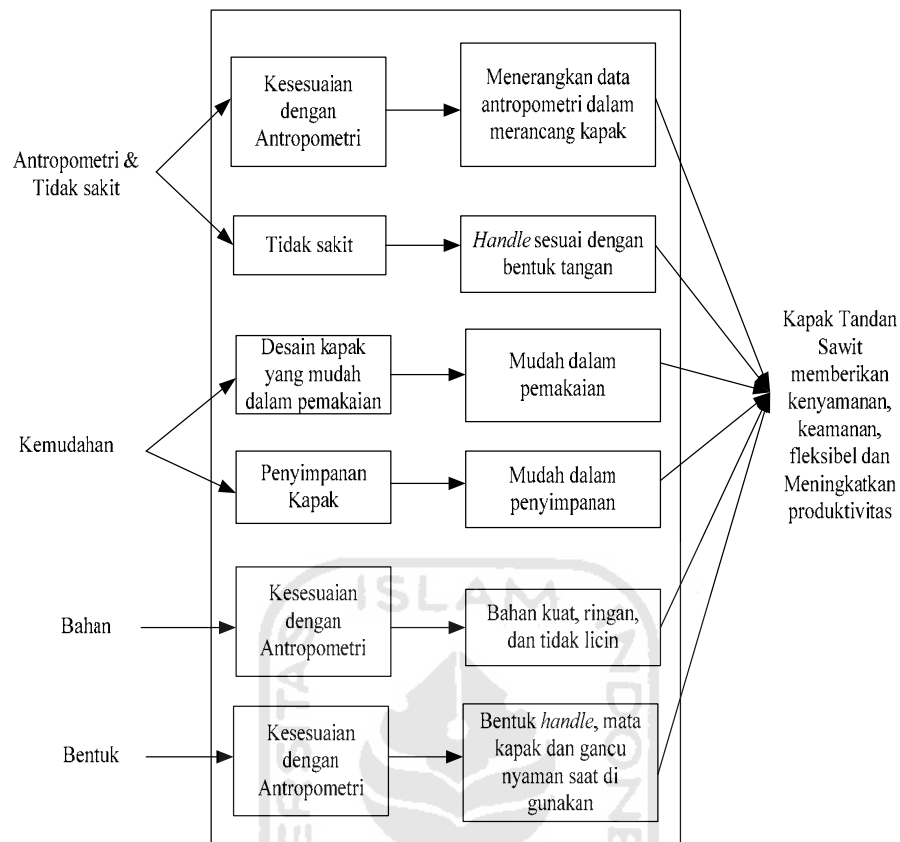
Konsep produk merupakan gambaran secara ringkas bagaimana produk yang dibuat dapat memuaskan kebutuhan pengguna kapak. Penyusunan konsep dibuat berdasarkan tahap sebelumnya yaitu spesifikasi produk. Penyusunan konsep digunakan untuk menentukan kapak yang sesuai dengan kenyamanan, keamanan, fleksibel, dan estetika. Berikut adalah langkah penyusunan konsep:

4.2.4.1 Memperjelas masalah

Dalam tahap ini diterangkan bagaimana alur proses desain kapak tandan sawit yang aman, nyaman dan dapat meningkatkan produktivitas pekerja. Dalam tahap ini digambarkan diagram dekomposisi fungsi dan subfungsi kapak tandan sawit.



Gambar 4.4 Diagram Fungsi



Gambar 4.5 Diagram subfungsi

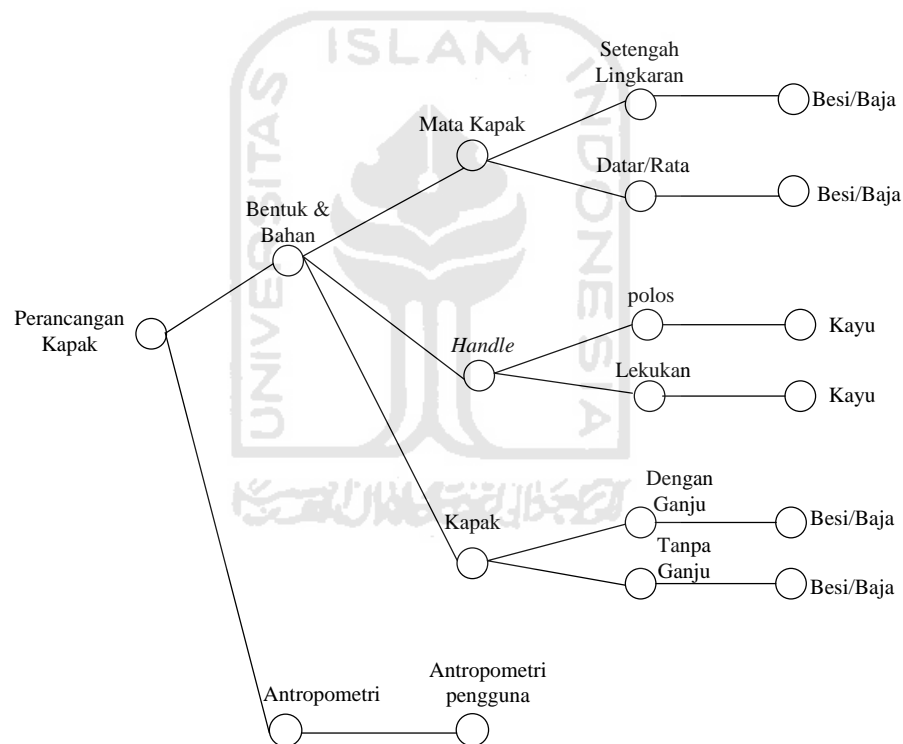
4.2.4.2 Pencarian Secara Eksternal

Pencarian eksternal bertujuan untuk menemukan pemecahan masalah dan submasalah yang ditemukan pada tahap memperjelas masalah (Ulrich, 2001). Pencarian eksternal untuk perancangan kapak dilakukan dengan cara konsultasi dengan pakar dan konsultasi kepada pengguna kapak. Konsultasi dilakukan dengan Assisten lapangan. Hasil dari wawancara yaitu kapak yang nyaman digunakan tidak sakit, *handle* dibuat sesuai dengan bentuk tangan agar tidak licin, mudah dalam pemakaian dan fleksibel dalam penyimpanannya. Konsultasi juga dilakukan dengan ahli ergonomi yang menyatakan bahwa kapak yang nyaman yaitu kapak dapat sesuai dengan antropometri atau tubuh penggunanya. Wawancara juga dilakukan dengan ahli teknik yang menyatakan bahwa kapak

yang aman digunakan terbuat dari bahan yang kuat dan *handle* terbuat dari kayu agar lebih ringan dan mudah di bentuk.

4.2.4.3 Pohon Klasifikasi Konsep

Pohon klasifikasi konsep digunakan untuk memisahkan keseluruhan penyelesaian yang mungkin menjadi beberapa kelas berbeda yang akan memudahkan perbandingan dan pemangkasan. Pohon klasifikasi dibawah ini sesuai dengan saran pakar dan pengguna kapak.



Gambar 4.6 Pohon Klasifikasi

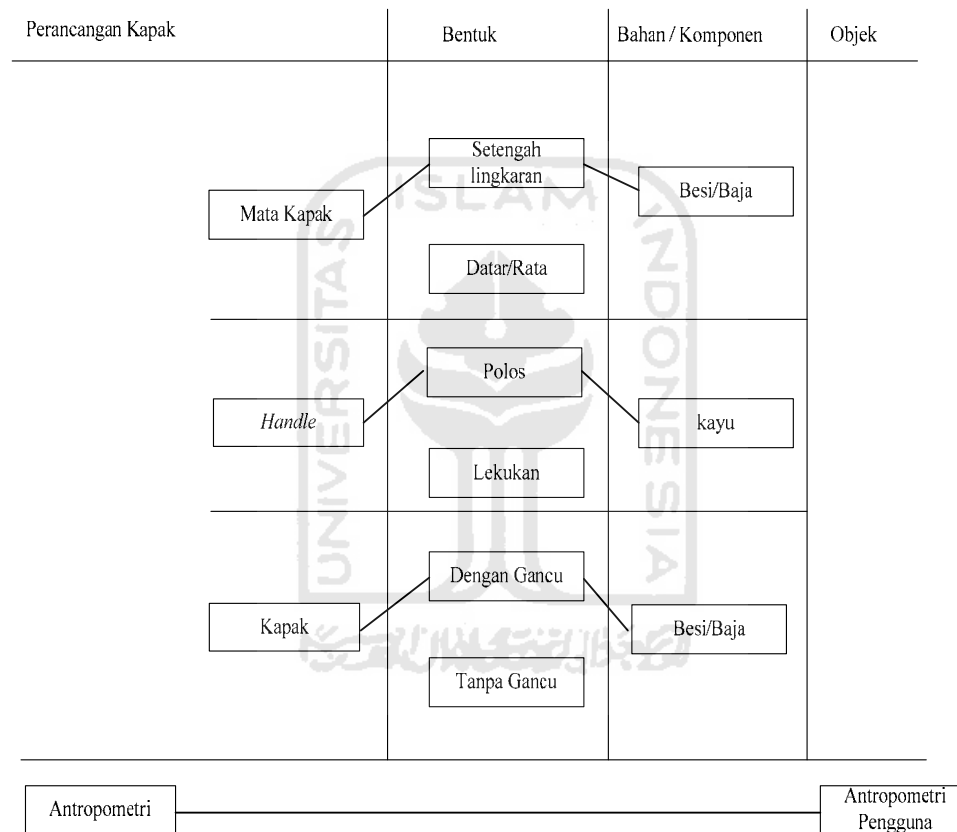
4.2.4.4 Tabel Kombinasi Konsep

Tabel kombinasi konsep menyediakan sebuah cara untuk mempertimbangkan kombinasi solusi secara sistematis (Ulrich, 2001). Setelah

melakukan diskusi yang mengacu pada konsep maka penelitian ini diperoleh 8 kombinasi konsep yaitu konsep A, B, C, D, E, F, G, dan H.

Konsep A

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep A sebagai berikut:



Gambar 4.7 Konsep A

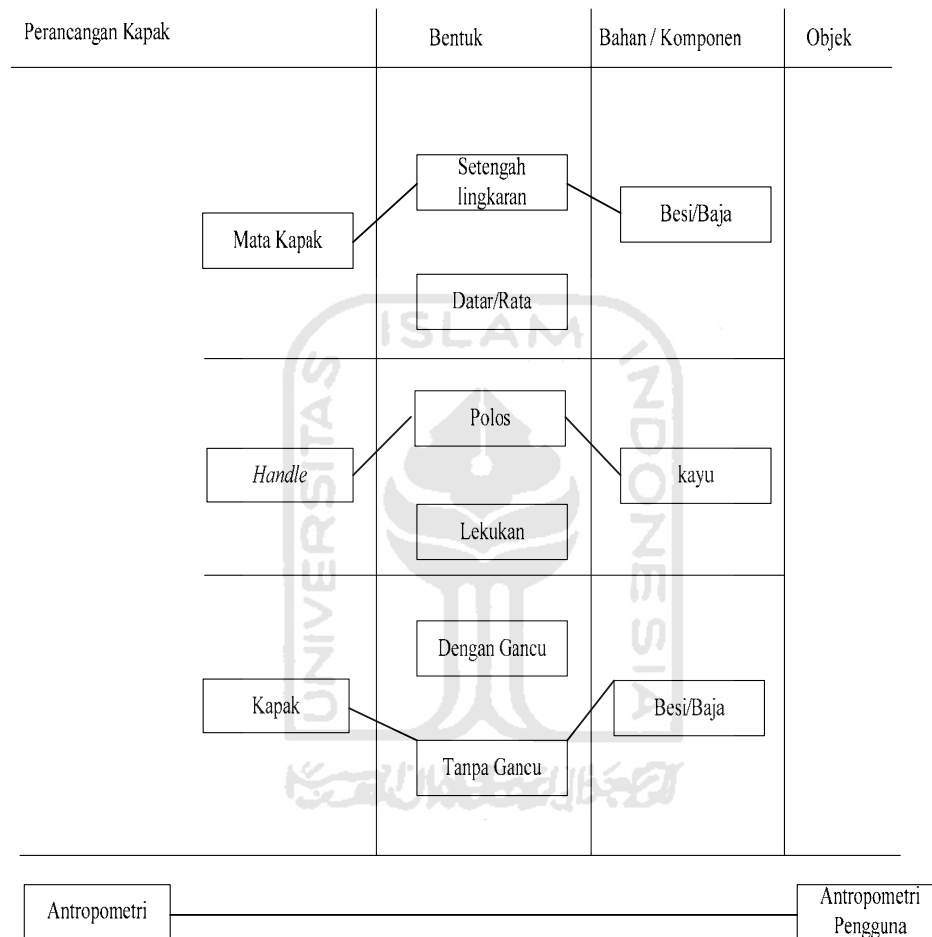
Pada konsep A pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* polos berbahan kayu meranti rawa, panjang 45 cm dan kapak diberi tambahan ganju berbahan besi/baja dengan berat keseluruhan kapak kira-kira adalah 0.5 Kg.



Gambar 4.8 Desain A

Konsep B

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep B sebagai berikut:



Gambar 4.9 Konsep B

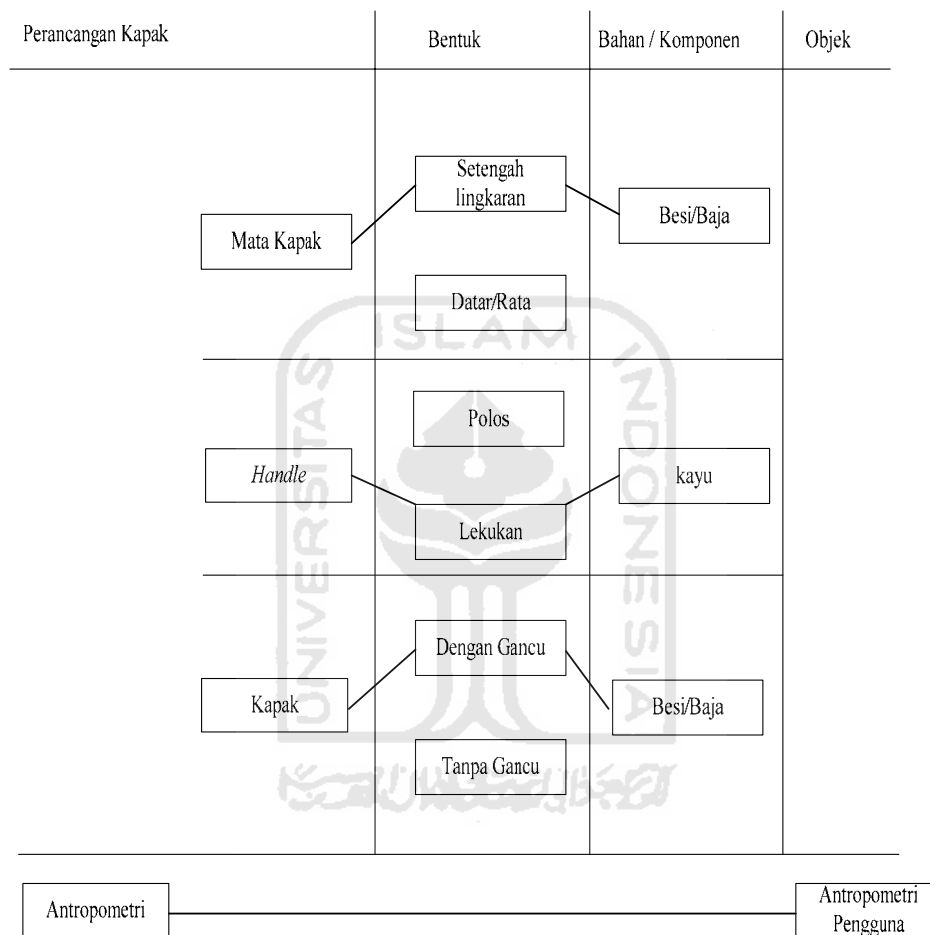
Pada konsep B pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* polos berbahan kayu meranti rawa, panjang 40 cm dan kapak tanpa tambahan ganju dengan berat keseluruhan kapak kira-kira 0.4 Kg.



Gambar 4.10 Desain B

Konsep C

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep C sebagai berikut:



Gambar 4.11 Konsep C

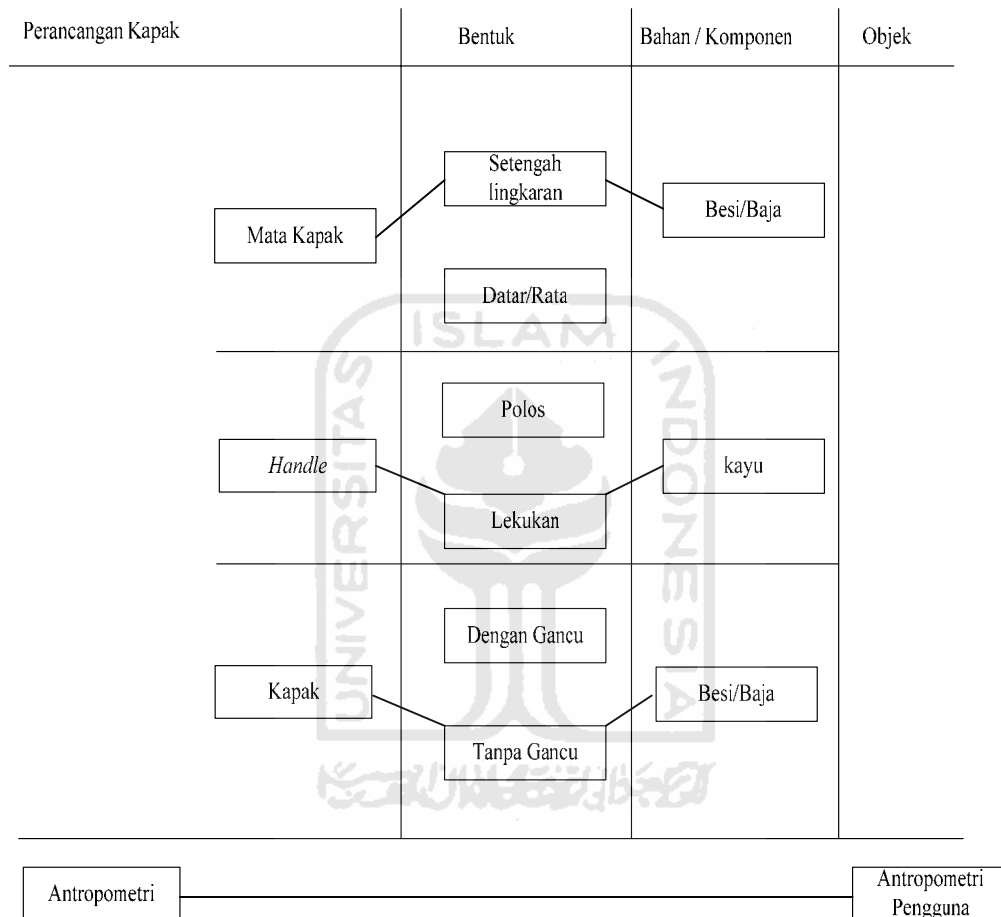
Pada konsep C pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* sesuai lekukan jari berbahan kayu meranti rawa, panjang 50 cm dan kapak diberi tambahan ganju dengan berbahan besi/baja dengan berat keseluruhan kapak kira-kira 0.4 Kg.



Gambar 4.12 Desain C

Konsep D

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep D sebagai berikut:



Gambar 4.13 Konsep D

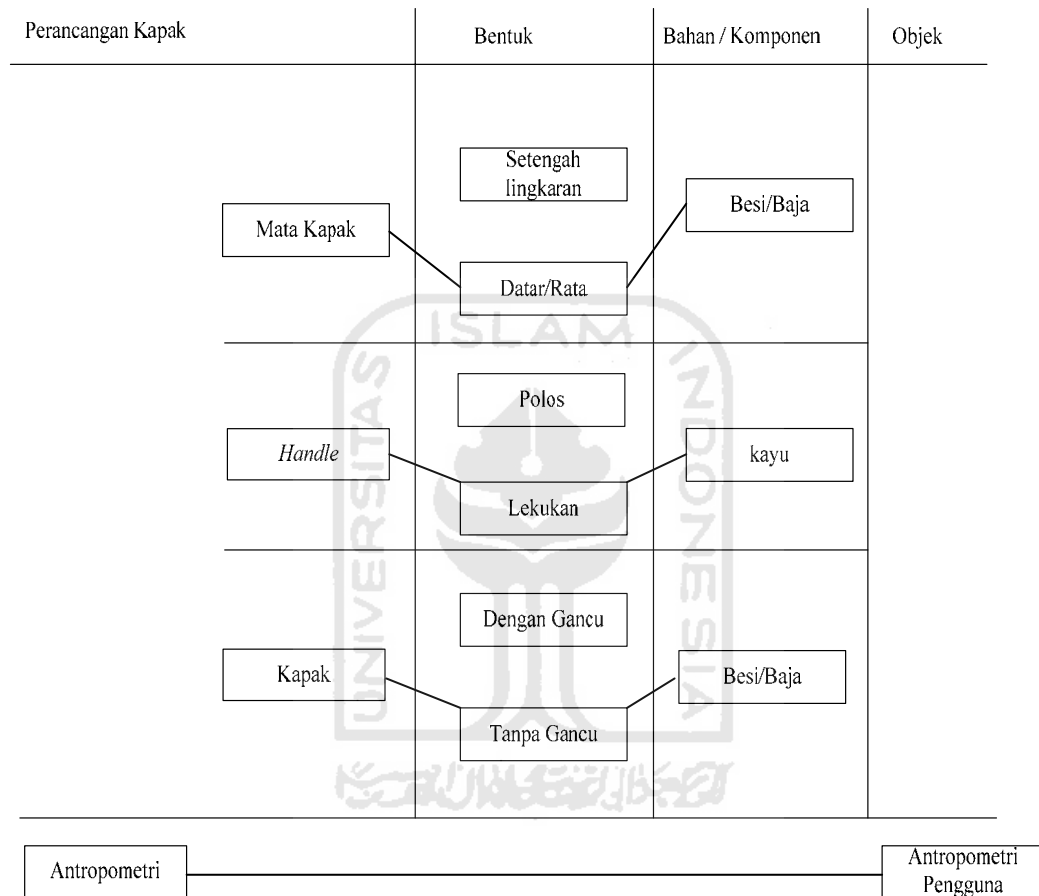
Pada konsep D pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* sesuai lekukan jari berbahan kayu meranti rawa, panjang 45 cm dan kapak tanpa tambahan ganju dengan berat keseluruhan kapak kurang lebih 0.5 Kg.



Gambar 4.14 Desain D

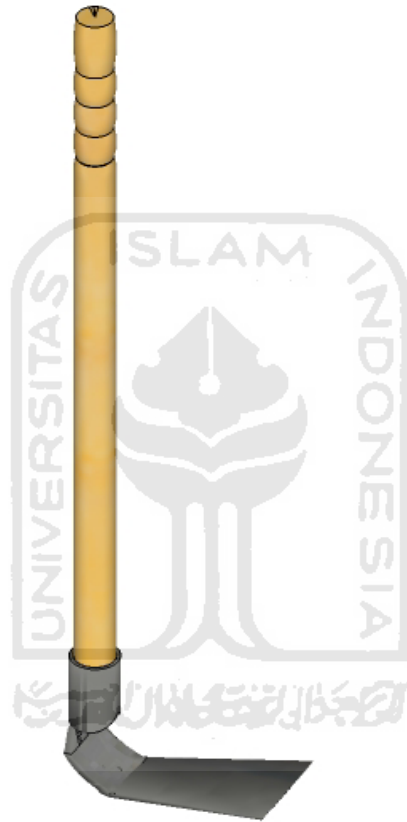
Konsep E

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep E sebagai berikut:



Gambar 4.15 Konsep E

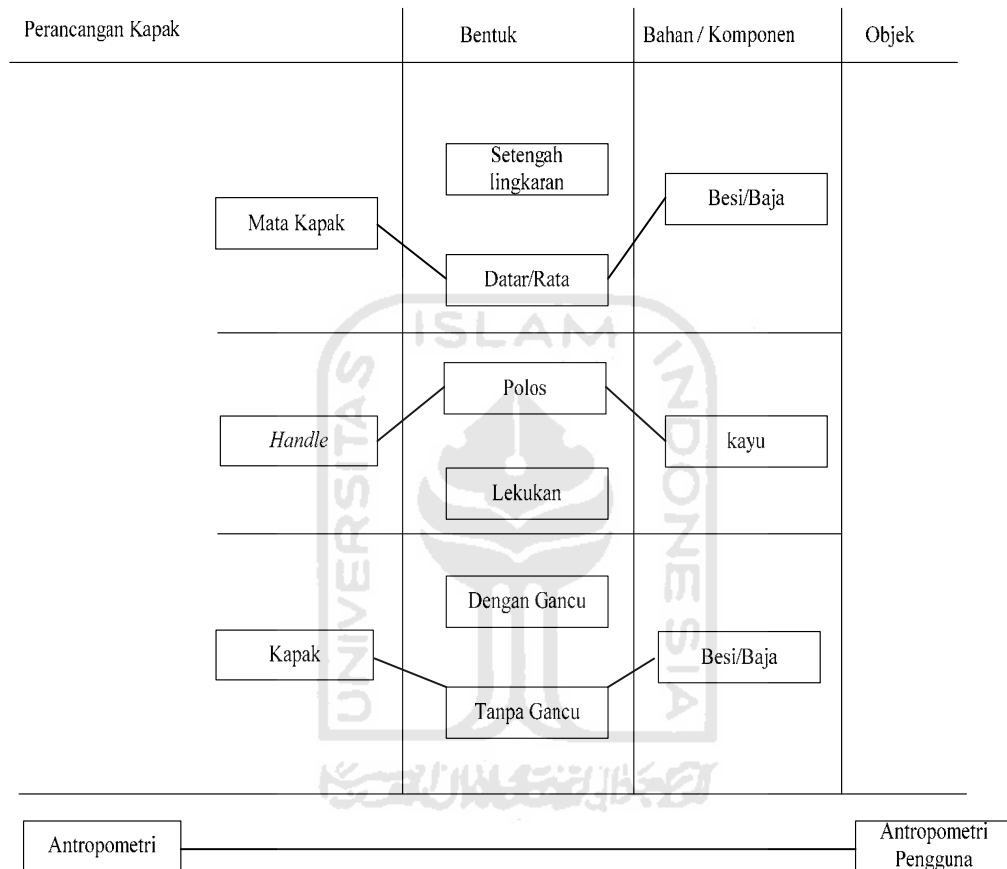
Pada konsep E pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk datar/rata dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* sesuai lekukan jari berbahan kayu meranti rawa, panjang 40 cm dan kapak tanpa tambahan ganju dengan berat keseluruhan kapak 0.4 kg.



Gambar 4.16 Desain E

Konsep F

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep F sebagai berikut:



Gambar 4.17 Konsep F

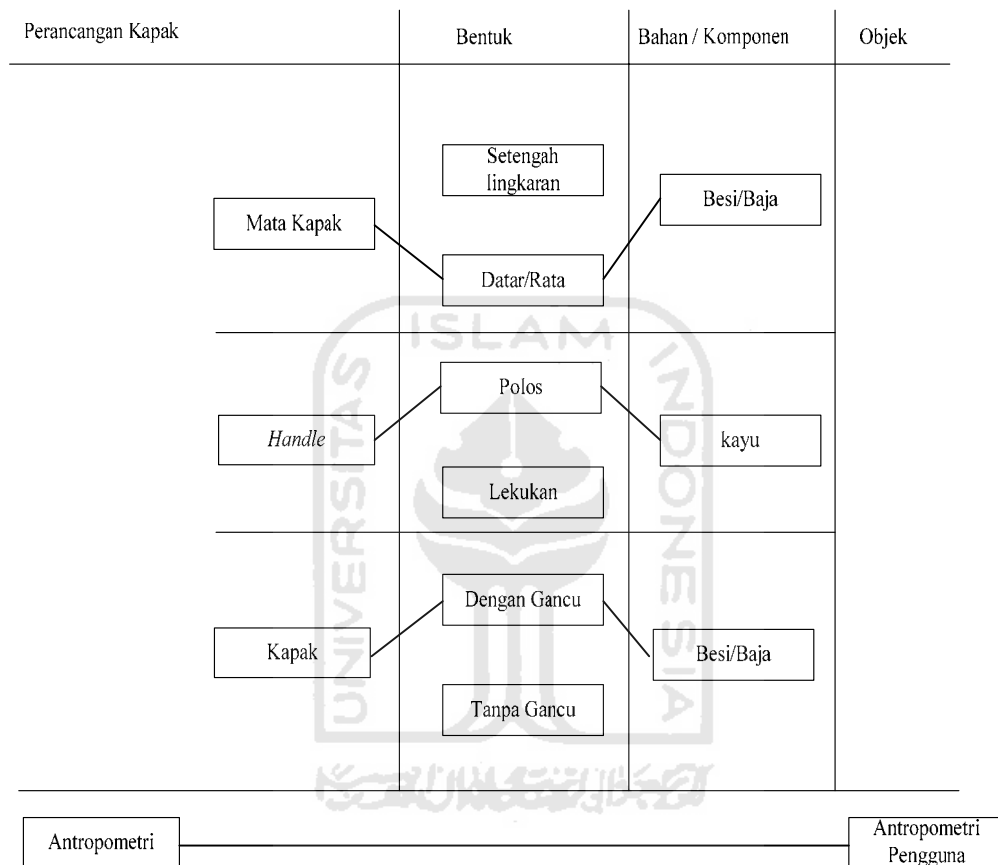
Pada konsep F pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk datar/rata dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* polos berbahan kayu meranti rawa, panjang 45 cm dan kapak tanpa tambahan ganju dengan berat keseluruhan kapak 0.5 Kg.



Gambar 4.18 Desain F

Konsep G

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep G sebagai berikut:



Gambar 4.19 Konsep G

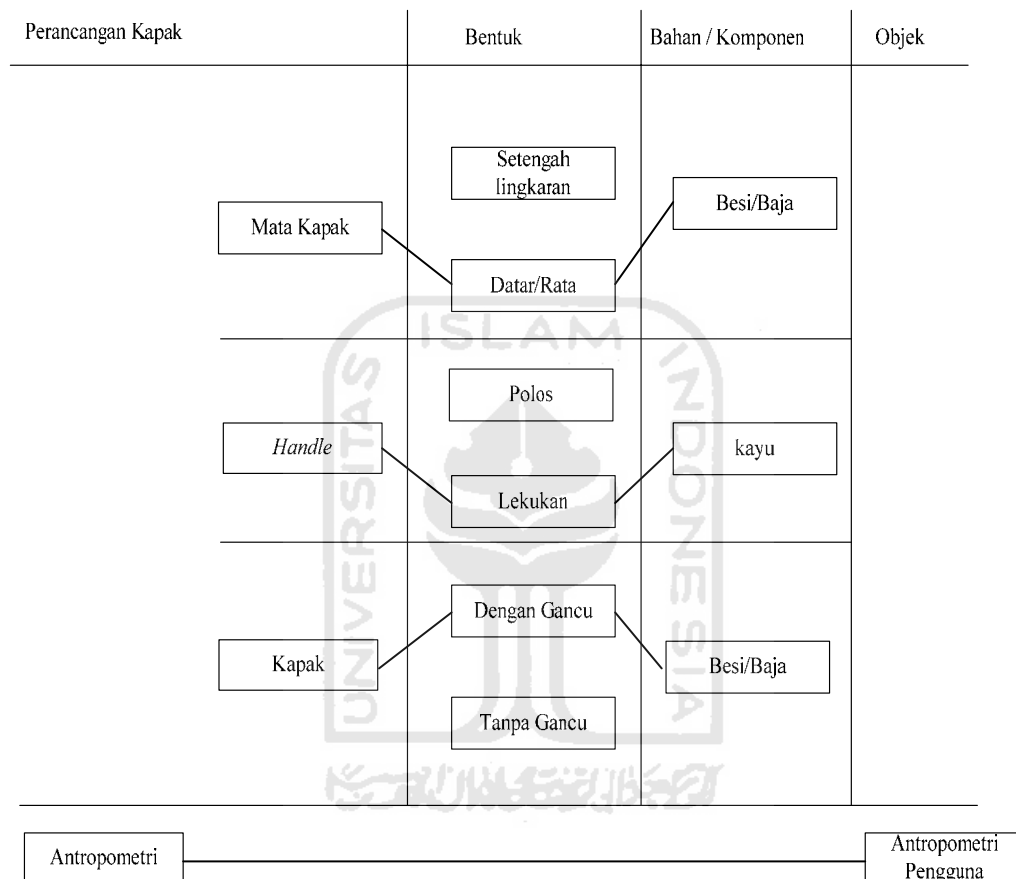
Pada konsep G pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk datar/rata dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* polos berbahan kayu meranti rawa dan kapak diberi tambahan ganju dengan berat keseluruhan kapak 0.4 Kg.



Gambar 4.20 Desain G

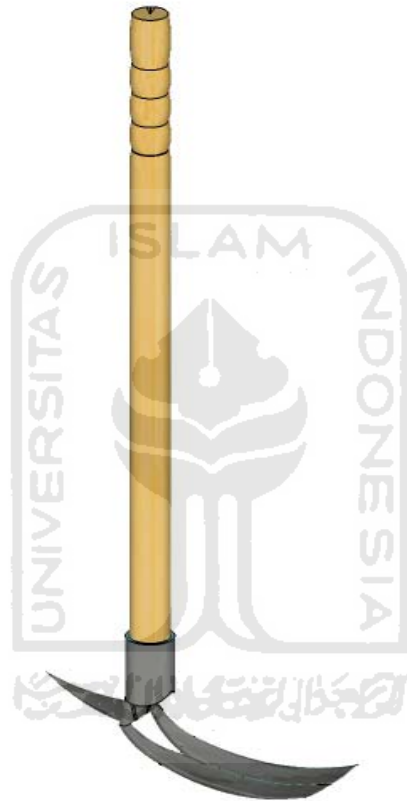
Konsep H

Berdasarkan pohon klasifikasi konsep, tabel kombinasi konsep H sebagai berikut:



Gambar 4.21 Konsep H

Pada konsep H pemilihan kapak tandan sawit, komponen Mata kapak berbentuk datar/rata dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* sesuai lekukan jari berbahan kayu meranti rawa, panjang 50 cm dan kapak diberi tambahan ganju dengan berat keseluruhan kapak 0.4 Kg.



Gambar 4.22 Desain H

4.2.5 Seleksi Konsep

Tujuan dari penyeleksian konsep adalah untuk memperkecil atau mengurangi jumlah konsep yang telah dibuat. Pada seleksi konsep ada 2 tahap yaitu penyaringan konsep (*concept screening*) dan penilaian konsep (*concept scoring*). Dalam penyeleksian konsep ini dilakukan oleh beberapa orang pengguna kapak, asisten lapangan dan ahli teknik.

4.2.5.1 Penyaringan Konsep (*concept screening*)

Penyaringan konsep berdasar pada metode yang dikembangkan oleh Stuart Pugh dan sering disebut seleksi konsep Pugh (Pugh, 1990). Tujuan dari penyaringan konsep adalah untuk mengurangi jumlah alternatif yang ada dan untuk mempermudah dalam pemilihan konsep mana yang akan dikembangkan nantinya. Penyaringan konsep ini dilakukan dengan cara membandingkan konsep satu dengan yang lainnya. Kriteria seleksi dituliskan sepanjang sisi kiri matriks penyaringan Tabel 4.5. Kriteria dipilih berdasar kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi. Nilai relatif “lebih baik” (+), “sama dengan” (0), “lebih buruk” (-) diletakkan ditiap sel matriks untuk memperlihatkan bagaimana tiap konsep dinilai terhadap konsep referensi untuk kriteria tertentu. Setelah dijumlahkan hasilnya maka didapatkan 4 konsep yang terpilih yaitu konsep A, C, G, dan H.

Tabel 4.5 Penyaringan Konsep

Kriteria Seleksi	Konsep							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Kapak nyaman saat digunakan	-	-	+	+	+	-	0	+
Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil	+	+	+	-	0	0	+	0
Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri	0	0	0	0	+	+	+	+
Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas	+	-	+	-	-	-	+	+
Bahan awet dan kokoh	+	-	+	-	-	-	+	-
Ringan saat digunakan	0	+	0	0	-	+	0	0
Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	0	-	+	+	+	-	-	+
Jumlah	2	-2	5	-1	0	-1	3	3
Lanjutkan?	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya

4.2.5.2 Penilaian Konsep (*concept scoring*)

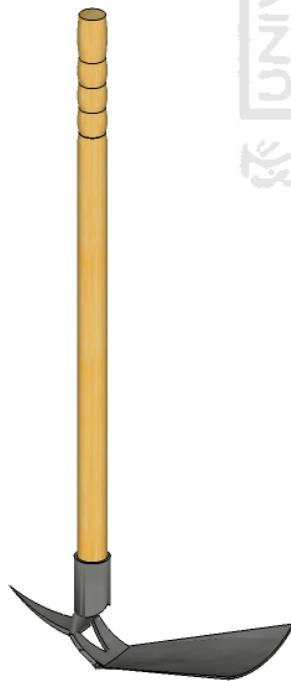
Penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Nilai konsep ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai. Bobot kepentingan didapatkan dari hirarki kebutuhan dengan derajat kepentingan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.6 Penilaian Konsep

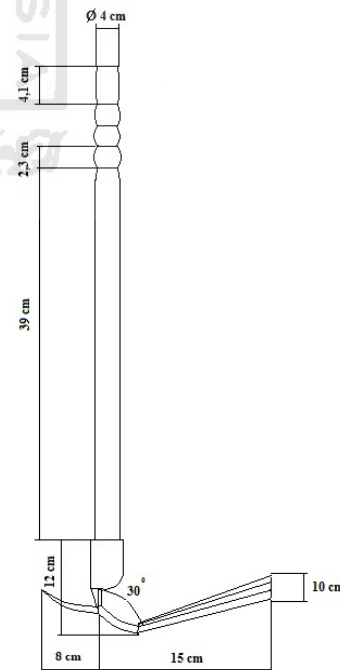
		Konsep							
		A		C		G		H	
Kriteria Sleksi	Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Kapak nyaman saat digunakan	4,7	4	18,8	3,9	18,3	2,7	12,7	2,7	12,7
Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil	4,5	3,3	14,8	4,1	14,5	3	13,5	3,8	17,1
Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri	3,0	3	9	3	9	3,2	9,6	3,2	9,6
Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan	3,8	2,7	10,3	2,7	10,3	3	11,4	2,7	10,7
Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas	5,0	3,3	16,5	5	25	3,1	15,5	3,1	15,5
Bahan awet dan kokoh	4,5	4	18	4,2	18,9	2,3	10,4	2,6	11,7
Ringan saat digunakan	4,8	3,1	14,9	3	14,4	3,4	16,3	3,3	15,8
Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	5,0	2,7	13,5	3,9	19,5	3	15	3	15
Total Nilai		115,8		129,9		104,4		108,1	
Peringkat		2		1		4		3	
Lanjutkan?		Tidak		Ya		Tidak		Tidak	

4.2.6 Pengujian Konsep

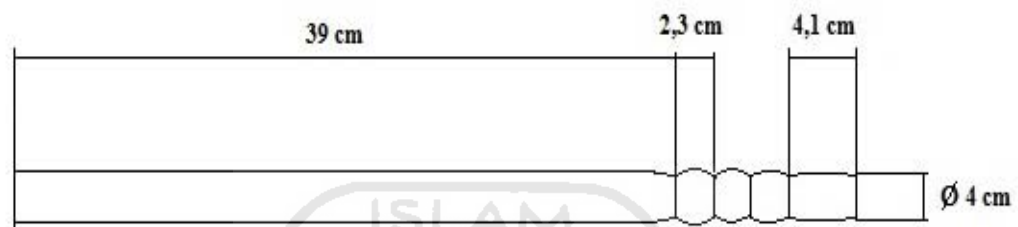
Berdasarkan hasil seleksi konsep yang dilakukan terhadap 8 kombinasi konsep, didapatkan hasil akhir konsep yang terpilih yaitu konsep C pada gambar 4.12 dengan komponen Mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk *handle* sesuai lekukan jari berbahan kayu dan kapak diberi tambahan ganju dengan bahan besi/baja. Pada tahap pengujian konsep ini peneliti meminta respon dari pengguna kapak, ahli ergonomi, dan ahli teknik pembuat kapak. Pada tahap ini dilakukan dengan pendekatan ergonomi partisipatori berupa wawancara dan penyampaian konsep dilakukan dengan uraian verbal dan sketsa gambar produk serta prototype awal desain kapak. Dari hasil wawancara, pengguna kapak dan ahli ergonomi serta ahli teknik pembuat kapak setuju dengan pengembangan konsep ini. Berikut adalah gambar desain kapak terpilih dan gambar *handle* kapak:



Gambar 4.23 Desain kapak terpilih 3D



Gambar 4.24 Desain kapak terpilih 2D

Gambar 4.25 Desain *Handle* kapak 3DGambar 4.26 Desain *Handle* kapak 2D

4.3 Tahap Perancangan

4.3.1 Data Antropometri

Tabel data Antropometri dibawah ini merupakan ukuran yang diambil dari 12 responden pengguna kapak. Dimensi yang di ukur adalah panjang lengan bawah, lebar telapak tangan (*metacarpal*), lebar jari telunjuk dan tebal jari telunjuk serta lebar genggam tangan. Berikut data yang telah dikumpulkan pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Data Antropometri

Responden	PLB	LTT	LJT	TJT	DG
1	43	9	2	1.5	4
2	44	9.2	2.1	1.3	4.2
3	40	8.9	1.8	1.8	3.8
4	39	8.7	2	1.7	3.9
5	41	8.9	2	1.6	3.8
6	38	7.6	1.6	1.3	3.7
7	41	8.2	1.8	1.4	4
8	42	9.1	2.2	1.9	4.1

Responden	PLB	LTT	LJT	TJT	DG
9	39	7.9	1.9	1.4	3.9
10	42	8.7	2	1.8	4
11	43	8.4	1.9	1.6	4.1
12	44	9.2	1.8	2	4.2

Keterangan:

PLB : Panjang Lengan Bawah

LTT : Lebar Telapak Tangan

LJT : Lebar Jari Telunjuk

TJT : Tebal Jari Telunjuk

DG : Diameter Genggaman

Dibawah ini adalah data persentil antropometri, persentil yang digunakan adalah persentil 5%, 50% dan 99%. Persentil ini digunakan pada perhitungan antropometri. Penggunaan persentil disesuaikan dengan dimensi yang digunakan. Berikut adalah data persentil antropometri yang digunakan pada tabel 4.8:

Tabel 4.8 Data Persentil Antropometri

No	Simbol Dimensi	Keterangan	5%	50%	95%
1	A	Panjang Lengan Bawah	38	41.3	46
2	B	Lebar Telapak Tangan	7.8	8.7	9.9
3	C	Lebar Jari Telunjuk	1.7	1.9	2.3
4	D	Tebal Jari Telunjuk	1.2	1.6	2.2
5	E	Diameter Genggaman	3.7	4	4.3

4.3.2 Antropometri

4.3.2.1 Panjang *Handle*

Dimensi tubuh yang digunakan adalah Panjang Lengan Bawah. Persentil yang digunakan adalah 99%. Rumusnya:

$$\begin{aligned} X_p &= \bar{X} \pm Z_{p.s} \cdot s \\ &= 41.33 \text{ cm} + (2.326 \times 2.01) \\ &= 46 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perlu adanya penambahan panjang *handle* untuk *dynamic clearance* sebesar 2,9 cm. Penentuan toleransi ini ditujukan untuk memberikan ruang gerak yang lebih nyaman serta pembulatan ukuran agar lebih mudah dalam memproduksi alat ini. Sehingga total panjang keseluruhan adalah :

$$X_p = 46 \text{ cm} + 4 \text{ cm} = 50 \text{ cm}$$

4.3.2.2 Panjang Ruas Jari Pada *Handle*

Dimensi tubuh yang digunakan adalah Lebar Telapak Tangan. Persentil yang digunakan adalah 99%. Rumusnya:

$$\begin{aligned} X_p &= \bar{X} \pm Z_{p.s} \cdot s \\ &= 8.65 \text{ cm} + (2.326 \times 0.52) \\ &= 9.9 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perlu adanya penambahan panjang *handle* untuk *dynamic clearance* sebesar 1.1 cm. Penentuan toleransi ini ditujukan untuk memberikan ruang gerak yang lebih

nyaman serta pembulatan ukuran agar lebih mudah dalam memproduksi alat ini. Sehingga total panjang keseluruhan adalah :

$$X_p = 9.9 \text{ cm} + 1.1 \text{ cm} = 11 \text{ cm}$$

4.3.2.3 Lebar Ruas Jari Pada *Handle*

Dimensi tubuh yang digunakan adalah Lebar Jari Telunjuk. Persentil yang digunakan adalah 50%. Rumusnya:

$$\begin{aligned} X_p &= X + Z_p \cdot \sigma \\ &= 2.3 \text{ cm} \end{aligned}$$

4.3.2.4 Kedalaman Ruas Cekungan Jari Pada *Handle*

Dimensi tubuh yang digunakan adalah Tebal Jari Telunjuk. Persentil yang digunakan adalah 5%. Rumusnya:

$$\begin{aligned} X_p &= X - Z_p \cdot \sigma \\ &= 1.6 \text{ cm} - (1.645 - 0.23) \\ &= 1.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Perlu adanya pengurangan ukuran untuk kenyamanan pemakai dikarenakan cekungan ada pada dua sisi *handle* sebesar 0,7 cm. Penentuan toleransi ini ditujukan untuk memberikan ruang gerak yang lebih nyaman serta pembulatan ukuran agar lebih mudah dalam memproduksi alat ini. Sehingga total kedalaman keseluruhan adalah :

$$X_p = 1.2 \text{ cm} - 0.7 \text{ cm} = 0.5 \text{ cm}$$

4.3.2.5 Diameter Handle

Dimensi tubuh yang digunakan adalah Diameter Genggaman. Persentil yang digunakan adalah 50%. Rumusnya:

$$X_p = \bar{X} + Z_p \cdot S$$

$$= 4 \text{ cm}$$

4.3.3 Karakteristik Subjek

Dalam pengumpulan data, yang menjadi subjek penelitian adalah para pengguna kapak dengan jumlah 12 orang yang terdiri dari laki-laki. Deskripsi subjek dapat dilihat pada Tabel.4.9:

Tabel 4.9 Deskripsi Subjek

Aspek	Laki-laki		
	Rata-rata	SB	Rentangan
Usia (tahun)	32.33	6,79	22-40
Tinggi badan (m)	167	0.05	1.59-1.72
Berat Badan (kg)	62.5	5.99	54-75
Lama Bekerja	10.8	5.57	3-20

Tabel 4.8 menyatakan bahwa usia subjek didapat rata-rata $32.33 \pm 6,79$ dengan rentangan 22-40 tahun. Tinggi badan subjek didapat rata-rata 1.67 ± 0.05 dengan rentangan 1.59-1.72 m. Berat badan subjek didapat rata-rata $62,5 \pm 5,99$ dengan rentangan 39-69 kg. Lama menggunakan kapak didapat rata-rata $7,63 \pm 5,9$ dengan rentangan 3-20 tahun.

4.3.4 Uji normalitas

Sebelum menentukan alat analisis data penelitian, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Uji normalitas menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* ditunjukkan pada Tabel.4.10.

Tabel 4.10 Rata-rata, Simpang Baku dan Uji Normalitas

Aspek	Rerata	Simpang Baku	<i>p</i>
Aspek keluhan muskuloskeletal kelompok kontrol	19.7	2.15	0.559
Aspek kelelahan kelompok kontrol	52.3	5.58	0.641
Aspek produktivitas kelompok kontrol	0.04	0.005	0.07
Aspek keluhan muskuloskeletal kelompok eksperimen	12.25	1.815	0.75
Aspek kelelahan kelompok eksperimen	41.1	6.33	0.899
Aspek produktivitas kelompok eksperimen	0.06	0.0037	0.07

p = nilai probabilitas

Berdasarkan perhitungan, didapat nilai *p* pada seluruh aspek lebih besar daripada 0.05 ($p > 0.05$), dengan demikian semua data berdistribusi normal (Perhitungan selengkapnya pada Lampiran 4).

4.3.5 Uji T Terhadap Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan dan Produktivitas

Karena keseluruhan data berdistribusi normal, maka analisis yang digunakan adalah uji *compare mean* yaitu dengan menggunakan uji *t* berpasangan (*Paired sample T-Test*). Hasil uji *t* untuk subjek ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Rerata, Beda Rerata, dan Uji t antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Responden

Variabel	Kelompok	Rerata	Simpang Baku	Beda Rerata	t hitung	P
Keluhan Muskuloskeletal	Kontrol	19.7	2.15	7,42	9.03	0,000
	Ekperimen	12.25	1.8152,35			
Kelelahan	Kontrol	52.3	5.582.99	11.45	7.3	0,000
	Ekperimen	41.1	6.33			
Produktivitas	Kontrol	0.04	0.005	0,02	-11.48	0,000
	Ekperimen	0.06	0.0037			

Tabel 4.11 menyatakan bahwa tingkat keluhan muskuloskeletal, kelelahan dan produktivitas pada sampel didapat nilai probabilitas masing-masing sebesar 0,000; 0,000; dan 0,000 ($p < 0.05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

Beda rerata tingkat keluhan muskuloskeletal antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 7,42 atau terjadi penurunan keluhan muskuloskeletal sebesar 37.72 %. Beda rerata kelelahan antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 11.45 atau terjadi penurunan kelelahan sebesar 21.49 %. Sedangkan beda rerata tingkat produktivitas antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 0,02 atau terjadi peningkatan produktivitas sebesar 20.05 %. (Perhitungan selengkapnya pada Lampiran 3).

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Proses Perancangan Berbasis Ergonomi

Proses perancangan kapak tandan sawit di fokuskan pada kapak tandan sawit yang di inginkan oleh para pekerja sawit dengan metode seleksi konsep berbasis ergonomi dan pendekatan ergonomi partisipatori, dan dalam perancangan ini tidak melupakan prinsip-prinsip ergonomi di dalamnya untuk menciptakan suatu hubungan yang relevan antara pekerja sawit dengan alat kerjanya.

Langkah awal dalam perancangan kapak tandan sawit kali ini di mulai dari penyebaran kuisisioner dan wawancara langsung dengan para pekerja sawit yang ada di PT.PN V Sei lalak, hal ini bertujuan untuk mengetahui kapak tandan sawit seperti apakah yang di inginkan oleh para pekerja. Hasil dari wawancara dan penyebaran kuisisioner terhadap pekerja sawit adalah: kapak nyaman saat digunakan, kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil, Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan, Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas, Bahan awet dan kokoh, Ringan saat digunakan dan Bentuk *handle* (pegangan) nyaman dan tidak licin.

Selanjutnya adalah spesifikasi produk yang merupakan terjemahan dari kebutuhan pelanggan menjadi kebutuhan secara teknis. Spesifikasi produk terdiri dari matrik dan nilai matrik. Untuk mendapatkan spesifikasi produk akhir harus melalui 3 tahap yaitu menyiapkan hierarki kebutuhan dengan derajat kepentingan,

kemudian membuat matrik kebutuhan. Penyebaran kuisioner 2 untuk mengetahui tingkat kepentingan pengguna kapak terhadap kebutuhan kapak. Setelah diketahui hirarki kebutuhan dan derajat kepentingannya maka dapat dibuat daftar matrik dan satuan matrik.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan konsep berdasarkan tahap sebelumnya yaitu spesifikasi produk. Pada tahap ini memperjelas masalah dengan dijelaskan bagaimana alur proses desain kapak yang nyaman, aman, dan fleksibel serta dapat meningkatkan produktivitas untuk mempermudah para pekerja sawit dalam memotong tandan sawit. Selain itu pencarian eksternal untuk perancangan kapak dilakukan dengan cara konsultasi pakar dan konsultasi kepada pengguna kapak. Konsultasi dilakukan dengan Assisten lapangan. Hasil dari wawancara yaitu kapak yang nyaman digunakan, tidak licin, pada bagian *handle* dibuat bergelombang, dan fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanannya serta dapat meningkatkan produktivitas pekerja. Konsultasi juga dilakukan dengan ahli ergonomi yang menyatakan bahwa kapak yang nyaman yaitu kapak dapat sesuai dengan antropometri atau tubuh penggunanya. Wawancara juga dilakukan dengan ahli teknik yang menyatakan bahwa kapak yang aman digunakan terbuat dari bahan yang kuat dan *handle* terbuat dari bahan yang ringan. Setelah itu membuat tabel kombinasi konsep, dan didapatkan 8 kombinasi konsep yaitu konsep A, B, C, D, E, F, G, dan H dan dipersempit dengan menggunakan seleksi konsep.

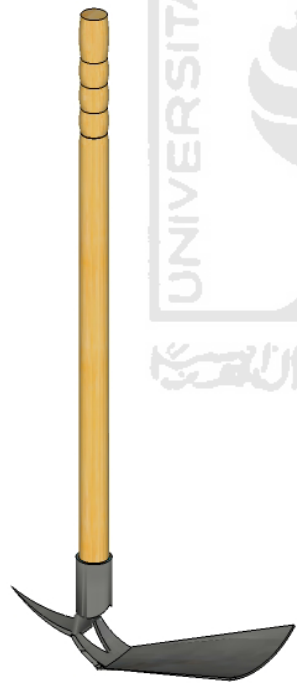
Pada tahap seleksi konsep ada 2 tahap yaitu penyaringan konsep (*concept screening*) dan penilaian konsep (*concept scoring*). Seleksi konsep digunakan untuk memperkecil jumlah konsep. Dalam penyeleksian konsep ini yang membuat keputusan adalah beberapa orang pekerja sawit, Assiten lapangan, dan

ahli teknik. Hasil dari penyaringan konsep didapatkan 4 konsep terpilih diantaranya konsep A, C, G, dan H. Kriteria dipilih berdasar kebutuhan konsumen yang telah diidentifikasi. Setelah konsep tersaring selanjutnya adalah penilaian konsep yang ditentukan oleh jumlah terbobot dari nilai. Berdasarkan hasil penilaian konsep didapatkan 1 konsep yang akan dikembangkan yaitu konsep C, dengan spesifikasi berupa komponen mata kapak berbentuk setengah lingkaran dengan bahan besi/baja, bentuk handle sesuai lekukan jari berbahan kayu dan kapak diberi tambahan ganju dengan bahan besi/baja.

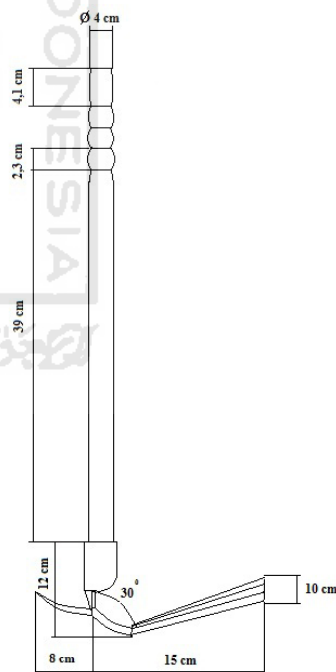
Perancangan ini diawali dengan proses penilaian terhadap aspek keluhan pengguna kapak dengan menggunakan kuisisioner tangan (*metacarpal*) dan kuisisioner *30 items of rating scale* dengan skala *likert* untuk mengukur kelelahan secara umum. Penelitian awal menggunakan kuisisioner keluhan tangan dan kuisisioner kelelahan yang sudah dimodifikasi. Selain itu wawancara dengan pengguna kapak secara langsung dilakukan penulis agar informasi yang dihasilkan lebih akurat. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keluhan yang dialami pengguna kapak selama menggunakan kapak lama. Dari rekapan kuisisioner pendahuluan dan hasil wawancara terhadap pekerja sawit yang menggunakan kapak, didapatkan keluhan yang meliputi sakitnya bagian telapak tangan, ibu jari, dan pergelangan tangan dikarenakan bentuk *handle* kapak lama yang kurang nyaman dan karena hal itu terjadi kelelahan dan penurunan produktivitas. Keluhan lain yang dirasakan oleh pengguna kapak adalah mata kapak yang kurang baik serta sulit dalam memotong tandan ukuran besar. Setelah mengetahui keluhan yang dialami pengguna kapak dibuatlah gambar desain

konsep yang terpilih untuk memudahkan dalam menerjemahkan pembuatan kapak. Gambar 4.12 adalah desain awal kapak sesuai konsep yang terpilih.

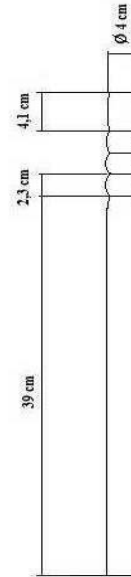
Pembuatan prototype langsung dilakukan menggunakan bahan baja pada mata kapak dan kayu pada *handle*-nya. Kemudian pengujian konsep desain terpilih, peneliti meminta respon dari pengguna kapak, ahli ergonomi, dan ahli teknik pembuat kapak. Dari hasil wawancara, pengguna kapak, ahli ergonomi dan ahli tehnik mereka setuju dengan pengembangan konsep ini. Berikut adalah gambar kapak baru dan gambar *handle*.



Gambar 5.1 Desain Kapak Baru 3D



Gambar 5.2 Desain Kapak Baru 2D

Gambar 5.3 Desain *Handle* 3DGambar 5.4 Desain *Handle* 2D

Setelah mendapat persetujuan dari pengguna kapak, ahli ergonomi dan ahli tehnik maka dilakukan pengujian terhadap kapak baru. Uji yang pertama adalah uji beda terhadap kapak lama dan kapak baru apakah terjadi perbedaan penurunan keluhan dan peningkatan produktivitas. Sebelum melakukan pengujian, dilakukan dialog dengan pekerja pengguna kapak tentang cara pengujian kapak. Penelitian ini dilakukan dengan cara pekerja melakukan pekerjaan seperti biasa memotong tandan dan menyusun buah selama 10 menit.

5.2 Antropometri Desain Kapak Baru

Dalam kajian ilmu antropometri perancangan ulang kapak diusahakan dibuat nyaman karena pada saat pendesainan mengacu pada data antropometri dengan perincian sebagai berikut:

1. Panjang *handle* keseluruhan, untuk panjang *handle* keseluruhan menggunakan dimensi panjang lengan bawah dengan persentil 99% ditambah

kelonggaran pergerakan dinamis, yang berfungsi agar pekerja mudah dalam melakukan pekerjaan karena pekerjaan di lakukan bergantian antara berdiri dan membungkuk. Sehingga di dapat nilai sebesar 46 cm, dan total panjang *handle* adalah 50 cm.

2. Panjang ruas jari pada *handle*, untuk panjang ruas jari menggunakan dimensi lebar telapak tangan dengan persentil 99% ditambah kelonggaran pergerakan dinamis, yang berfungsi agar petani nyaman saat memegang dan mengayun kapak ketika digunakan, sehingga didapat nilai sebesar 9,9 cm dan panjang total sebesar 11 cm.
3. Kedalaman cekungan ruas jari pada *handle*, untuk kedalaman cekungan menggunakan dimensi tebal jari telunjuk dengan persentil 5%, dikarenakan untuk kenyamanan petani maka dilakukan pengurangan ukuran dari 1,2 cm menjadi 0,5 cm untuk masing-masing sisi *handle*.
4. Lebar ruas jari pada *handle*, untuk lebar ruas jari menggunakan dimensi lebar jari telunjuk dengan persentil 50%, sehingga didapat nilai sebesar 2.3 cm.
5. Besar diameter *handle*, untuk diameter handle menggunakan dimensi diameter genggam dengan persentil 50%, sehingga didapat nilai sebesar 4 cm.

5.3 Karakteristik Subjek

Jumlah subjek dalam penelitian ini adalah 12 orang pekerja pria. Dengan rerata usia subjek penelitian adalah $32,33 \pm 6,79$ dengan rentang usia antara 22-40 tahun, menunjukkan rentang usia produktif untuk melakukan pekerjaan secara optimum. Ditinjau dari segi usia subjek menunjukkan masih dalam kategori produktif. Usia produktif berkisar antara 15 – 40 tahun (Grandjean, 1986).

Rerata tinggi badan subjek penelitian adalah $1,67 \pm 0,05$ dengan rentangan tinggi badan antara 1,59-1,72 m, rerata berat badan subjek penelitian adalah $62,5 \pm 5,99$ dengan rentangan berat badan antara 54-75 kg. Tinggi badan dan berat badan akan sangat berpengaruh pada *Body Mass Index* (BMI). *Body Mass Index* (BMI) merupakan standar yang biasanya digunakan untuk menentukan berat ideal, sehingga status gizi seseorang dapat diketahui. Kategori kekurangan berat badan pada BMI adalah kurang dari 18,5, kategori normal pada BMI adalah 18,5 – 24,9, kategori kelebihan berat badan pada BMI adalah 25 – 29,9 dan kategori obesitas pada BMI adalah lebih besar dari 30 (pdpersi,2003). Subjek penelitian mempunyai rata-rata BMI sebesar $22,46 \pm 1,72$, sehingga dapat disimpulkan bahwa responden memiliki tingkat BMI normal dan diasumsikan mempunyai cakupan gizi yang baik. Lama menggunakan kapak didapat rata-rata $10,83 \pm 5,6$ dengan rentangan 3-20 tahun, menunjukkan lama penggunaan kruk pada populasi.

5.4 Uji Normalitas

Uji normalitas yang digunakan yaitu uji *Kolmogorov-Smirnov*. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah sampel berasal dari populasi dengan sebaran distribusi normal. Data yang diuji yaitu data tingkat keluhan muskuloskeletal, tingkat kelelahan, dan tingkat produktivitas kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada responden. Uji normalitas dilakukan pada masing-masing variabel, kelompok, serta pada responden. Berdasarkan hasil perhitungan didapat bahwa probabilitas pada masing-masing variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen pada sampel lebih besar 0,05 ($p > 0,05$), sehingga data dinyatakan berdistribusi normal.

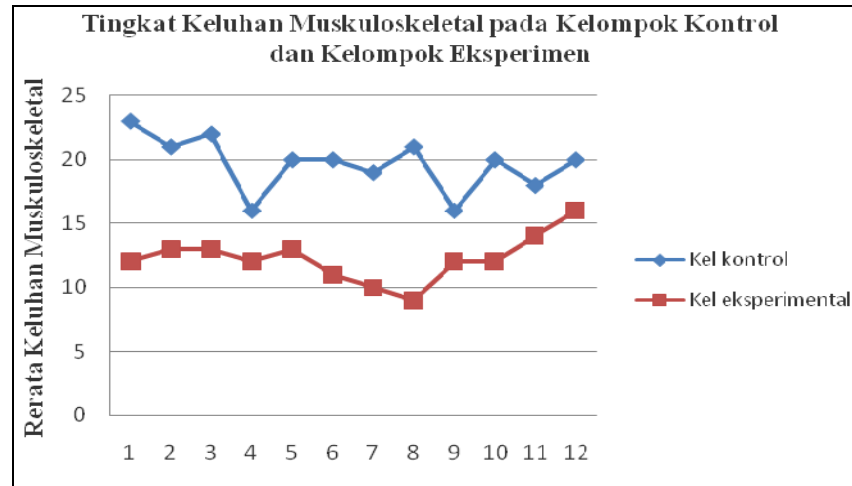
5.5 Uji Beda Tingkat Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan dan Produktivitas

Uji beda yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji parametrik dengan uji t berpasangan karena data yang diambil kurang dari 30 dan secara keseluruhan data berdistribusi normal. Uji beda bertujuan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang bermakna antara semua variabel pada kelompok kontrol dan kelompok eksperimen.

5.5.1 Uji Beda Keluhan Muskuloskeletal Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Keluhan muskuloskeletal diukur dengan menggunakan kuisioner tangan diberikan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan. Nilai keluhan sebelum kerja merupakan jumlah nilai keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian yang terdapat pada kuisioner pada masing-masing perlakuan. Nilai keluhan setelah kerja adalah jumlah keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian setelah melakukan pekerjaan pada masing-masing perlakuan. Beda keluhan muskuloskeletal merupakan selisih antara nilai keluhan muskuloskeletal sesudah kerja dengan nilai keluhan muskuloskeletal sebelum kerja. Untuk tingkat keluhan muskuloskeletal didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dinyatakan bahwa terdapat penurunan keluhan muskuloskeletal secara bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Beda rerata antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 7,42 atau terjadi penurunan sebesar 37,72 %.

Perbedaan tingkat keluhan muskuloskeletal antar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik Tingkat Keluhan Muskuloskeletal Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

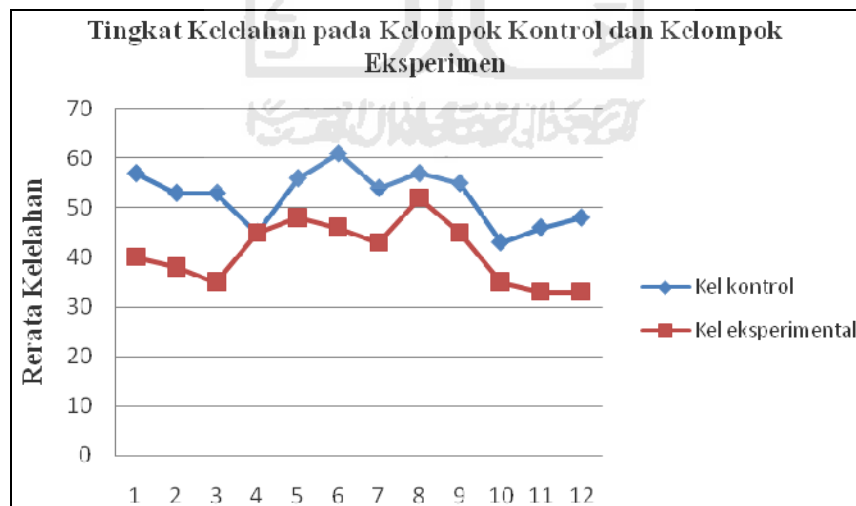
Berdasarkan Gambar 5.3 semua sampel mengalami penurunan keluhan muskuloskeletal. Dari hasil perhitungan kuisisioner tangan, didapat penurunan keluhan subjektif yaitu pada pergelangan tangan atas dari 66,67% menjadi 0%, otot ibu jari dari 88,33% menjadi 0%, telapak tangan bawah dari 58,33% menjadi 0%, ibu jari dari 66,67% menjadi 8,33%, telapak tangan atas dari 50% menjadi 8,33%, jari telunjuk dari 16,67% menjadi 8,33%, jari tengah dari 8,33% menjadi 8,33%, jari manis dari 0% menjadi 0%, kelingking dari 0% menjadi 0%. Penurunan keluhan paling tinggi terjadi pada pergelangan tangan atas dan otot ibu jari yaitu sebesar 66,67% dan 88,33%. Ini dikarenakan desain *handle* yang sesuai dengan tekstur tangan (*grip*) dengan diameter 4 cm, *handle* dibuat lebih panjang dari kapak lama dan mata kapak dibuat setengah lingkaran agar lebih mudah dalam pemotongan tandan sawit.

5.5.2 Uji Beda Kelelahan Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Kelelahan diukur dengan menggunakan kuisisioner kelelahan dengan skala *Likert* diberikan sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan. Nilai keluhan

sebelum kerja merupakan jumlah nilai keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian yang terdapat pada kuesioner pada masing-masing perlakuan. Nilai keluhan setelah kerja adalah jumlah keluhan yang dirasakan oleh subjek penelitian setelah melakukan pekerjaan pada masing-masing perlakuan. Beda keluhan kelelahan merupakan selisih antara nilai kelelahan sesudah kerja dengan nilai keluhan muskuloskeletal sebelum kerja. Untuk tingkat keluhan muskuloskeletal didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dinyatakan bahwa terdapat penurunan kelelahan secara bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Beda rerata antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 11,25 atau terjadi penurunan sebesar 21,49%.

Perbedaan tingkat kelelahan antar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada Gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik Tingkat Kelelahan Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Berdasarkan Gambar 5.4 hampir semua sampel mengalami penurunan kelelahan. Dari hasil kuisioner kelelahan, didapat penurunan pada kelelahan, yaitu penurunan pelemahan kegiatan dari 21,7% menjadi 10,8%, pelemahan motivasi dari 9,17% menjadi 5,83%, dan pelemahan fisik dari 30% menjadi 15%.

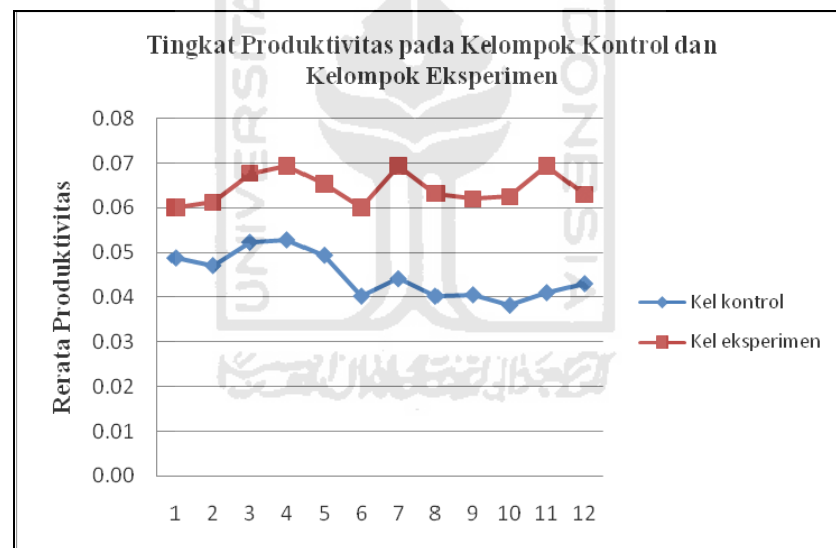
Perancangan kapak sesuai dengan keinginan pekerja melalui pendekatan partisipatori dapat mengurangi keluhan pada kelelahan tangan. Dengan membuat desain kapak baru yang sesuai dengan kenyamanan pekerja yaitu dengan membuat desain *handle* kapak menjadi bertekstur tangan (*grip*), sehingga pekerja tidak lagi merasa licin saat menggunakan kapak baru, sehingga kapak menjadi lebih nyaman ketika digunakan.

Sehingga dapat dikatakan bahwa perancangan kapak yang baru ini dapat menurunkan kelelahan. Suatu modifikasi yang dilakukan pada peralatan kerja melalui pendekatan ergonomi dapat meningkatkan produktivitas kerja serta menurunkan beban kerja dan keluhan subjektif (Partha, 2002). Dalam mendesain produk partisipasi dan komunikasi dari pengguna sangat dibutuhkan (Skepper et al., 1998). Perlu dilakukan perancang suatu produk yang baik, agar dapat memenuhi fungsinya dan sesuai dengan keinginan pemakai (Prasetyowibowo, 1999), sehingga apabila kapak ini dapat dirancang dengan baik maka pekerja yang melakukan pekerjaan merasa nyaman dan aman, sehingga meningkatkan produktivitasnya.

5.5.3 Uji Beda Produktivitas Kerja Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Untuk tingkat produktivitas kerja didapat nilai probabilitas sebesar 0,000 ($p < 0,05$) sehingga dinyatakan bahwa terdapat peningkatan produktivitas kerja secara bermakna antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Beda rerata antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah sebesar 0,02 atau terjadi peningkatan sebesar 20,5 %.

Perbedaan tingkat produktivitas kerja antar kelompok kontrol dan kelompok eksperimen dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik Tingkat Produktivitas Antara Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen

Dari Gambar 5.5 dapat diketahui bahwa semua sampel mengalami peningkatan tingkat produktivitas kerja antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan desain alat kerja dengan menggunakan metode seleksi konsep berbasis ergonomi melalui pendekatan

ergonomi partisipatori memberikan dampak yang positif kepada petani yaitu bukan hanya dengan menurunnya keluhan muskuloskeletal dan kelelahan, tetapi juga meningkatkan produktivitas.

Sesuai dengan pernyataan (Murniasih, 2004) bahwa suatu modifikasi yang dilakukan pada peralatan kerja melalui pendekatan ergonomi partisipatori dapat meningkatkan produktivitas kerja serta menurunkan beban kerja dan keluhan muskuloskeletal. Disamping itu dalam mendesain produk partisipasi dan komunikasi dari pengguna sangat dibutuhkan.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

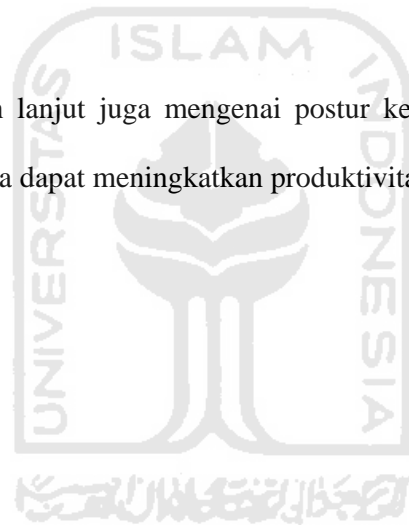
6.1 Kesimpulan

Dari hasil pengolahan data dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Setelah dilakukan perancangan ulang kapak tandan sawit berbasis ergonomi dengan metode seleksi konsep melalui pendekatan ergonomi partisipatori terhadap *handle* kapak dan mata kapaknya, didapatkan desain kapak dengan *handle* bertekstur gelombang untuk mengurangi licin saat dipakai, selain itu mata kapak di buat setengah lingkaran dan diberi tambahan gancu.
2. Setelah dilakukan perancangan ulang kapak tandan sawit berbasis ergonomi dengan metode seleksi konsep melalui pendekatan ergonomi partisipatori, memberikan penurunan terhadap tingkat keluhan muskuloskeletal sebesar 7,42 atau sebesar 37,72%, penurunan tingkat kelelahan sebesar 11,25 atau sebesar 21,49 %, dan peningkatan produktivitas sebesar 0,2 atau sebesar 20,5 %.

6.2 Saran

1. Kesadaran sikap antara peneliti, pekerja dan pandai besi, menyadari bahwa komunikasi dan keterbukaan mereka akan sangat mempengaruhi keberhasilan pendekatan ergonomi partisipatori.
2. Perlu diteliti lagi dampak dari penggunaan kapak tandan sawit dalam jangka waktu lama.
3. Perlu diteliti lebih lanjut tentang analisis ekonomi dalam perancangan kapak tandan sawit.
4. Perlu diteliti lebih lanjut juga mengenai postur kerja, lingkungan kerja dan stres kerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas.



DAFTAR PUSTAKA

- De Jong.,A.,M. 2004. *A Three-Phased Model of Participatory Ergonomics Processes to Improve Work in The Construction Industry*. Industrial Health Journal , 30, 338-387.
- Dilasari.,A. 2007. Perubahan Sistem Kerja Untuk meningkatkan Produktivitas Dengan Pendekatan ergonomi Partisipatori. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta. Disbun, 2006, Index luas area perkebunan di provinsi riau, diakses tanggal 27 april, 2011, tersedia di <http://www.dinasperkebunanprovinsiriau.go.id.2006>.
- Dreyfuss., H. 1967. *Designing for people*. New York: Paragraphic Books.
- Falk, Anki, Ortengren, Roland, and Hogberg. 2009. *The influence of assembly ergonomics on product quality and productivity in car manufacturing – a cost-benefit approach*. Department of Product and Production Development, Chalmers University of Technology, SE-41296 Göteborg and. School of Technology and Society, University of Skövde, SE-54128 Skövde. Sweden.
- Grandjean., E. 1993. *Fitting the Task to The Man* . 4th edition. London : Taylor & Francis
- Gun., H.,S. 2010 *Perkebangan kapak dan alat pemotong dari zaman purba*. Medan. Panca Jaya
- Hadi.,S. 1995. *Metodologi Research. Jilid IV*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Hutagalung.,R. 2007. Analisis Biomekanika pada Buruh Angkat – Angkut Tradisional di Pasar Badung – Denpasar. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi dan K3*. Searang 15 November.
- Karwowski.,W., and Salvendy.,G. 1998. *Ergonomics in Manufacturing*. Nacros: Engineering & Management Press.
- Kinasih.,N.,S. 2009. Desain Sabit Perkebunan Salak Untuk Meningkatkan Produktivitas. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta.
- Kroemer.,K, Kroemer, dan Kroemer, E. (1994). *Ergonomics How to Design for Ease & Efficiency*. New Jersey: Prentice Hall Eanglewoods Clifts.
- Lanazilah.,H. 2010. Perancangan Ulang Alat Bantu Jalan (Kruk) Berbasis Ergonomi. Skripsi S1 Teknik Industri UII Yogyakarta.

- Lianto.,B. 2004. Ergonomi dan Produktivitas. *Prosiding seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri*. Yogyakarta
- Manuaba., A. 2003. Aplikasi Ergonomi Dengan Pendekatan Holistik Perlu, Demi Hasil Yang lebih Lestari Dan Mampu Bersaing. *Makalah*. Temu Ilmiah dan Musyawarah Nasional Keselamatan dan Kesehatan Kerja Ergonomi. Hotel Sahid Jakarta.
- Nurmianto., E. 1995. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Jakarta : PT. Guna Widya.
- Pahan., I. 2008 *panduan lengkap kelapa sawit, manajemen agribisnis dari hulu hingga hilir*. Jakarta. Penebar Swadaya.
- Pulat., B.,M. 1992. *Fundamental of Industrial Ergonomic*. Prectise Hall Englewood Cliffs New Jersey.
- Purnomo., H. 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- Purwanto., W. 1992. *Perancangan Cangkul Yang Ergonomis Untuk Meningkatkan Kapasitas Kerja Petani Dalam Mengolah Tanah Sawah*. Agritech, vol 12, No. 3, Agustus 1992, hal 24-32.
- Ragilia., R.,W. 2010, Harga CPO naik, Pengusaha tidak genjot ekspor. *Media indonesia*, Maret: 18.
- Sodomo. 1991. Berbagai pendekatan peningkatan kemampuan Sumber Daya Manusia dalam pengamanan Inventasi di Indonesia. *Majalah Hiperkes dan Keselamatan Kerja*, pp. XXIV (1):4-11
- Soebroto.,S.,W, Rahman.,A, dan Jovianto.,E. 2005. *Kajian ergonomi dalam perancangan alat bantu Proses penyetulan dan pengelasan produk tangki travo ITS*. Surabaya.
- Sopiyudin., D. 2009. *Besar Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan Edisi 2*. Jakarta : PT. Arkans.
- Suma'mur., P.,K. 1982. *Ergonomi Untuk Produktivitas Kerja*, Jakarta: Yayasan Swabhawa Karya.
- Sutajaya.,I.,M. 2004. Penerapan Ergonomi Partisipatori dalam Memperbaiki Kondisi Kerja di Industri Kecil Menengah di Bali. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi Ergonomi dalam Industri*. Yogyakarta

- Sutjipto. 2006. Analisis Pengaruh Sudut Rotasi Keyboard Terhadap Beban Otot, Performansi Kerja, Tingkat Kenyamanan dan Tingkat Kelelahan Pada Pekerjaan Pengetikan Berkomputer. Laporan Tugas Akhir, ITB, Departemen Teknik Industri, Bandung.
- Tahid.,S, dan Nurcahyanie.,Y. 2007. *Konsep Teknologi dalam pengembangan produk industri. Cet-1*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.
- Tarwaka, Solichul H.,A, Bakri, dan Sudiajeng.,L. 2004. *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja dan produktivitas*. Surakarta UNIBA PRESS
- Tayyari.,F. and Smith., J.,L. 1997. *Occupational Ergonomics, Principles and Applications*. Chapman & Hall. London.
- Ulrich.,K.,T, and Eppinger.,S.,D. 2000. *product design and development*. USA: Mc Graw-Hill. Inc.
- Walpole., R.,E., 1986. *Ilmu Peluang dan Statistika Untuk Insinyur dan Ilmuwan*, ITB, Bandung
- Wickens.,C.,D, Lee.,J.,D, Liu.,Y. And Becker.,S.,E.,G. 2004. *An Introduction to Human Factors Engineering*. New Jersey : Prentice Hall.
- Wignyosoebroto.,S. 1995. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Cetakan Pertama, Guna Widya Surabaya.
- Yusuf, dan Santiana. 2004. Penggunaan Gerinda Modifikasi dapat menurunkan beban kerja dan meningkatkan produktivitas pengrajin Permata bagian proses penghalusan di Desa Subangan Karang Asem. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi, Aplikasi dalam Industri*. Yogyakarta.

LAMPIRAN



LAMPIRAN 1

PENENTUAN JUMLAH SAMPEL

1.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan diujikan kepada 10 responden. Data hasil kuesioner kemudian dikelompokkan menjadi dua yaitu kuisisioner keluhan muskuloskeletal keluhan tangan dan kelelahan. Adapun data yang didapat yaitu:

a. Aspek Kelelahan

Responde n	Keluhan Subjektif																														ΣX
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	2	1	2	3	1	3	1	2	2	3	1	1	2	1	1	2	3	1	2	1	1	3	2	1	3	1	1	2	1	1	51
2	2	2	3	2	2	1	1	2	3	2	2	1	2	1	3	2	2	2	1	1	3	2	2	1	2	1	1	2	1	3	55
3	1	2	1	3	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	3	3	2	3	1	2	2	1	2	2	1	3	2	3	1	55
4	2	2	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	2	2	1	3	1	2	1	2	2	1	1	1	49
5	3	2	2	2	1	1	1	3	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	2	2	48
6	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	3	2	2	1	1	2	3	2	1	3	3	1	2	2	3	2	2	1	2	1	53
7	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	2	3	3	1	4	2	1	3	2	3	1	1	2	1	2	1	54
8	2	2	2	2	1	1	1	2	1	1	3	3	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	44
9	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	3	1	2	2	3	3	1	1	1	2	2	1	3	49
10	1	1	3	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	2	1	3	3	2	1	2	1	3	1	1	1	2	2	1	2	1	49

Dari data diatas didapat bahwa :

$$\text{Rerata } (\bar{X}) = \bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{507}{10} = 50.7$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 3.72305$$

b. Aspek Keluhan Tangan (*Carpal tunnel*)

Responden	Keluhan Subjektif									ΣX
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	3	4	4	4	2	3	1	1	1	23
2	2	2	3	3	4	2	1	2	1	20
3	4	3	3	2	3	3	2	1	1	22
4	2	3	2	2	3	1	1	1	1	16
5	3	3	2	3	2	3	1	1	2	20
6	3	1	2	2	3	1	3	1	1	17
7	2	4	1	1	2	1	1	1	1	14
8	4	2	3	3	2	1	1	1	1	18
9	3	2	2	3	2	1	1	1	1	16
10	3	3	4	2	3	3	1	1	1	21

$$\text{Rerata } (\bar{X}) = \bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{187}{10} = 18.7$$

$$\text{Standar Deviasi (S)} = S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 2.9458$$

Dari masing-masing kuisisioner dilakukan perhitungan besar jumlah sampel, dan diambil nilai terbesar sebagai jumlah sampel.

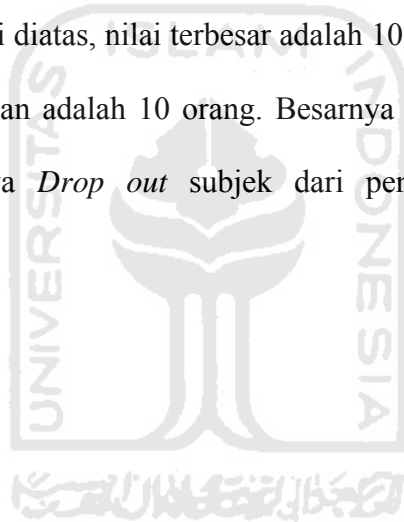
a. Kuisisioner kelelahan

$$N_1 = \left(\frac{(Z_\alpha + Z_\beta)S}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} \right)^2 = \left(\frac{(2,326 + 1,645) \times 3,72305}{50,7 - 40,56} \right)^2 = 2,1258 = 3 \text{ orang}$$

b. Kuisisioner keluhan muskuloskeletal

$$N_1 = \left(\frac{(Z_\alpha + Z_\beta)S}{\bar{X}_1 - \bar{X}_2} \right)^2 = \left(\frac{(2,326 + 1,645) \times 2,9458}{18,7 - 14,96} \right)^2 = 9,78 = 10 \text{ orang}$$

Dari kedua nilai diatas, nilai terbesar adalah 10 orang, sehingga sampel yang diambil dalam penelitian adalah 10 orang. Besarnya sampel ditambah 20% untuk menghindari terjadinya *Drop out* subjek dari penelitian sehingga jumlahnya menjadi 12 orang.



LAMPIRAN 2

DESKRIPSI RESPONDEN

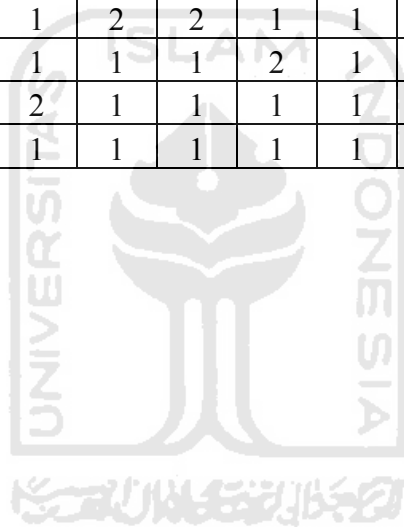
2.1 Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia, Tinggi, Berat, Lama menggunakan kapak dan IMT

A. USIA			B. TINGGI BADAN			C. BERAT BADAN			D. LAMA MENGGUNAKAN KAPAK			
No	Nama	Usia (th)	No	Nama	Tinggi (m)	No	Nama	Berat (kg)	No	Nama	Pengalaman Bekerja (th)	IMT
1	Turi	40	1	Turi	1,7	1	Turi	65	1	Turi	18	22,49
2	Zukri	29	2	Zukri	1,7	2	Zukri	75	2	Zukri	7	25,95
3	Arjiman	35	3	Arjiman	1,7	3	Arjiman	61	3	Arjiman	10	21,11
4	Iksan	40	4	Iksan	1,69	4	Iksan	62	4	Iksan	15	21,71
5	Suroto	38	5	Suroto	1,59	5	Suroto	54	5	Suroto	12	21,36
6	Rohman	26	6	Rohman	1,67	6	Rohman	60	6	Rohman	5	21,51
7	Tonik	27	7	Tonik	1,6	7	Tonik	55	7	Tonik	10	21,48
8	Utra	22	8	Utra	1,7	8	Utra	65	8	Utra	3	22,49
9	Sholeh	25	9	Sholeh	1,69	9	Sholeh	58	9	Sholeh	6	20,31
10	Jajak	38	10	Jajak	1,72	10	Jajak	70	10	Jajak	17	23,66
11	Viktor	28	11	Viktor	1,65	11	Viktor	60	11	Viktor	7	22,04
12	Saimun	40	12	Saimun	1,6	12	Saimun	65	12	Saimun	20	25,39

3.2 Rekap Kelompok Eksperimen Sebelum Aktivitas

a. Aspek keluhan tangan

No	Nama	Keluhan Subjektif									ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Turi	1	1	1	1	1	1	1	2	1	10
2	Zukri	1	1	2	1	1	1	2	1	1	11
3	Arjiman	1	1	2	1	2	1	1	2	1	12
4	Iksan	1	3	1	2	1	1	2	1	1	13
5	Suroto	1	1	1	1	1	2	1	1	1	10
6	Rohman	1	1	2	1	1	1	1	2	1	11
7	Tonik	1	1	1	1	3	1	2	1	1	12
8	Utra	1	2	1	1	1	2	1	1	1	11
9	Sholeh	1	1	2	2	1	1	1	1	1	11
10	Jajak	1	1	1	1	2	1	2	1	2	12
11	Viktor	1	2	1	1	1	1	1	1	1	10
12	Saimun	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9



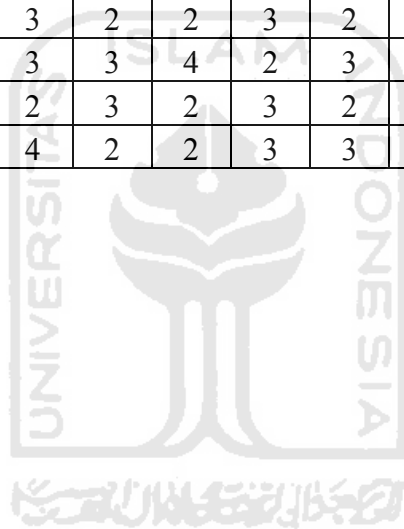
b. Aspek Kelelahan

No	Nama	keluhan Subjektif																														ΣX	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	Turi	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	36
2	Zukri	2	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	41
3	Arjiman	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	36
4	Iksan	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	36
5	Suroto	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	40	
6	Rohman	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	3	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	44
7	Tonik	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	2	3	1	1	2	1	2	1	1	40
8	Utra	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	3	3	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	42
9	Sholeh	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	3	1	1	1	2	2	1	3	45	
10	Jajak	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	2	2	1	2	1	42	
11	Viktor	1	1	1	2	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	39
12	Saimun	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	40	

3.3 Rekap Kelompok Eksperimen Setelah Menggunakan Kapak Lama

a. Aspek keluhan tangan

No	Nama	Keluhan Subjektif									ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Turi	3	4	4	4	2	3	1	1	1	23
2	Zukri	2	3	3	3	4	2	1	2	1	21
3	Arjiman	4	3	3	2	3	3	2	1	1	22
4	Iksan	2	3	2	2	3	1	1	1	1	16
5	Suroto	3	3	3	3	2	2	1	1	2	20
6	Rohman	3	4	2	2	3	1	3	1	1	20
7	Tonik	2	4	3	4	2	1	1	1	1	19
8	Utra	4	3	3	4	2	2	1	1	1	21
9	Sholeh	3	2	2	3	2	1	1	1	1	16
10	Jajak	3	3	4	2	3	2	1	1	1	20
11	Viktor	2	3	2	3	2	1	1	2	2	18
12	Saimun	4	2	2	3	3	1	2	1	2	20



b. Aspek Kelelahan

No	Nama	keluhan Subiektif																													ΣX	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		30
1	Turi	2	4	3	3	1	3	2	2	2	3	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	2	3	2	1	2	1	4	2	1	1	57
2	Zukri	2	2	1	2	2	1	1	2	3	2	2	1	3	1	3	1	2	1	1	1	3	2	3	1	2	1	1	2	1	3	53
3	Arjiman	1	1	1	3	1	2	2	4	2	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	3	3	2	3	3	2	3	1	53
4	Iksan	2	2	1	1	1	2	3	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1	2	1	2	2	1	1	1	45
5	Suroto	3	2	1	3	1	4	2	1	3	2	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	3	3	3	1	1	1	3	2	56
6	Rohman	1	3	2	1	2	2	3	4	3	2	2	3	2	1	1	1	1	1	1	3	2	1	3	2	4	3	3	1	2	1	61
7	Tonik	4	2	1	2	1	3	2	3	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	3	3	1	3	4	2	1	54
8	Utra	2	3	1	4	1	2	3	1	1	1	2	3	2	1	1	3	1	1	1	1	2	3	3	2	4	3	2	1	1	1	57
9	Sholeh	3	2	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	2	3	1	1	1	4	1	3	3	3	1	2	3	2	55
10	Jajak	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	4	2	1	1	2	2	1	2	1	43	
11	Viktor	2	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1	1	3	1	2	1	2	1	2	46
12	Saimun	1	2	3	2	1	2	2	1	1	2	4	2	1	1	3	2	1	1	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	2	2	48

c. Aspek produktivitas

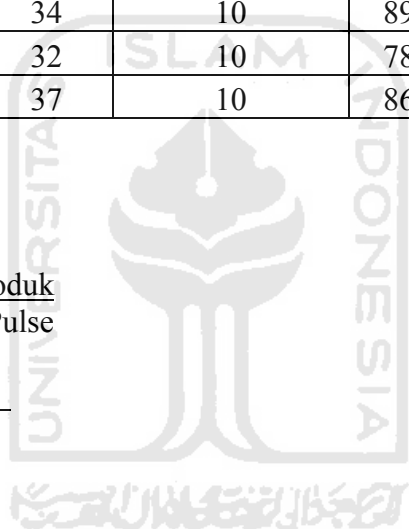
No	Nama	Sebelum Perbaikan			
		Jumlah	Waktu (mnt)	Pulse	Produktivitas
1	Turi	39	10	80	0.05
2	Zukri	40	10	85	0.05
3	Arjiman	35	10	67	0.05
4	Iksan	38	10	72	0.05
5	Suroto	38	10	77	0.05
6	Rohman	33	10	82	0.04
7	Tonik	30	10	68	0.04
8	Utra	33	10	82	0.04
9	Sholeh	30	10	74	0.04
10	Jajak	34	10	89	0.04
11	Viktor	32	10	78	0.04
12	Saimun	37	10	86	0.04

Contoh Perhitungan

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Waktu} \times \text{Pulse}}$$

$$= \frac{39}{10 \times 80}$$

$$= 0.05$$



3.4 Rekap Kelompok Eksperimen Setelah Menggunakan Kapak Baru

a. Aspek keluhan Tangan

No	Nama	Keluhan Subjektif									ΣX
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Turi	2	2	1	1	2	1	1	1	1	12
2	Zukri	2	1	2	1	1	2	1	2	1	13
3	Arjiman	1	2	1	2	1	3	1	1	1	13
4	Iksan	1	2	1	1	2	2	1	1	1	12
5	Suroto	2	1	1	3	1	1	2	1	1	13
6	Rohman	1	1	2	2	1	1	1	1	1	11
7	Tonik	2	1	1	1	1	1	1	1	1	10
8	Utra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
9	Sholeh	2	1	2	2	1	1	1	1	1	12
10	Jajak	1	2	1	2	1	2	1	1	1	12
11	Viktor	2	1	2	1	3	1	1	1	2	14
12	Saimun	2	1	2	2	2	1	3	2	1	16



b. Aspek Kelelahan

No	Nama	keluhan Subiektif																														ΣX	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
1	Turi	1	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	40
2	Zukri	1	1	3	1	1	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	38
3	Arjiman	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	35
4	Iksan	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	3	1	1	3	2	3	1	2	1	45	
5	Suroto	3	3	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	3	1	2	1	1	3	1	1	1	48	
6	Rohman	1	3	1	2	1	4	2	1	1	1	1	2	3	1	1	2	2	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	46	
7	Tonik	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	3	2	1	2	1	1	2	3	43	
8	Utra	2	2	2	1	1	1	2	3	1	1	3	2	1	1	2	1	2	1	2	1	3	1	1	1	3	2	4	1	3	1	52	
9	Sholeh	1	1	1	1	1	2	3	2	2	2	1	1	1	1	3	1	2	2	1	1	3	1	1	1	1	2	1	1	1	3	45	
10	Jajak	1	1	1	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	35	
11	Viktor	2	1	1	2	1	2	3	1	3	2	2	1	2	3	1	2	2	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	2	33	
12	Saimun	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1	1	1	4	3	1	1	1	1	1	1	33	

c. Aspek Produktivitas

No	Nama	Setelah Perbaikan			
		Jumlah	Waktu (mnt)	Pulse	Produktivitas
1	Turi	45	10	78	0.06
2	Zukri	49	10	82	0.06
3	Arjiman	44	10	65	0.07
4	Iksan	50	10	72	0.07
5	Suroto	49	10	77	0.07
6	Rohman	48	10	80	0.06
7	Tonik	50	10	72	0.07
8	Utra	48	10	76	0.06
9	Sholeh	44	10	71	0.06
10	Jajak	55	10	88	0.06
11	Viktor	50	10	72	0.07
12	Saimun	51	10	81	0.06

Contoh Perhitungan

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Jumlah Produk}}{\text{Waktu} \times \text{Pulse}} \\ &= \frac{45}{10 \times 78} \\ &= 0.06 \end{aligned}$$

3.5 Data Selisih Tingkat Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan dan Produktivitas

Sampel	Keluhan Subjektif			Kelelahan			Produktivitas		
	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih
1	23.00	12.00	11.00	57	40.00	17.00	0.05	0.06	0.01
2	21.00	13.00	8.00	53	38.00	15.00	0.05	0.06	0.01
3	22.00	13.00	9.00	53	35.00	18.00	0.05	0.07	0.02
4	16.00	12.00	4.00	45	45.00	0.00	0.05	0.07	0.02
5	20.00	13.00	7.00	56	48.00	8.00	0.05	0.07	0.02
6	20.00	11.00	9.00	61	46.00	15.00	0.04	0.06	0.02
7	19.00	10.00	9.00	54	43.00	11.00	0.04	0.07	0.03
8	21.00	9.00	12.00	57	52.00	5.00	0.04	0.06	0.02
9	16.00	12.00	4.00	55	45.00	10.00	0.04	0.06	0.02
10	20.00	12.00	8.00	43	35.00	8.00	0.04	0.06	0.02
11	18.00	14.00	4.00	46	33.00	13.00	0.04	0.07	0.03
12	20.00	16.00	4.00	48	33.00	15.00	0.04	0.06	0.02
Jumlah	236.00	147.00	89.00	628.00	493.00	135.00	0.54	0.77	0.24
Rata-rata	19.67	12.25	7.42	52.33	41.08	11.25	0.04	0.06	0.02

Dari tabel diatas, didapat rerata perbandingan tiap variabel pada kelompok kontrol setelah beraktivitas menggunakan desain lama dan kelompok eksperimen setelah beraktivitas menggunakan desain baru , seperti di bawah ini :

Aspek	Kelompok kontrol	Kelompok eksperimen	Selisih	%	Keterangan
Keluhan muskuloskeletal	19.67	12.25	-7.42	-37.72	Menurun
Kelelahan	52.33	41.08	-11.25	-21.49	Menurun
Produktivitas	0.04	0.06	0.02	20,5	Meningkat

Besar selisih kelompok kontrol dan kelompok eksperimen

- a. Tingkat keluhan muskuloskeletal

$$\begin{aligned}\text{prosentase \%} &= \left(\frac{\bar{X}_{\text{kel.eksperimen}} - \bar{X}_{\text{kel.kontrol}}}{\bar{X}_{\text{kel.kontrol}}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{12,25 - 19,67}{19,67} \right) \times 100\% = -37,72\%\end{aligned}$$

- b. Tingkat kelelahan

$$\begin{aligned}\text{prosentase \%} &= \left(\frac{\bar{X}_{\text{kel.eksperimen}} - \bar{X}_{\text{kel.kontrol}}}{\bar{X}_{\text{kel.kontrol}}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{41,08 - 52,33}{52,33} \right) \times 100\% = -21,49\%\end{aligned}$$

- c. Tingkat produktivitas

$$\begin{aligned}\text{prosentase \%} &= \left(\frac{\bar{X}_{\text{kel.eksperimen}} - \bar{X}_{\text{kel.kontrol}}}{\bar{X}_{\text{kel.kontrol}}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{0,06 - 0,04}{0,04} \right) \times 100\% = 21,05\%\end{aligned}$$

3.6 Rekap Hasil Keluhan Tangan

No	Jenis keluhan	Prosentase	
		Sebelum perbaikan	setelah perbaikan
1	Sakit pada pergelangan tangan atas	66.67	0.00
2	Sakit pada pada otot ibu jari	83.33	0.00
3	Sakit pada telapak tangan bawah	58.33	0.00
4	Sakit pada ibu jari	66.67	8.33
5	Sakit pada telapak tangan atas	50.00	8.33
6	Sakit pada jari telunjuk	16.67	8.33
7	Sakit pada jari tengah	8.33	8.33
8	Sakit pada jari manis	0.00	0.00
9	Sakit pada kelingking	0.00	0.00



LAMPIRAN 4

OUTPUT SPSS

4.1 Uji Normalitas

Uji Normalitas dibawah ini untuk data kuisioner keluhan muskuloskeletal kelompok kontrol sebelum beraktivitas, keluhan muskuloskeletal kelompok eksperimen sebelum beraktivitas, kelelahan kelompok kontrol sebelum beraktivitas, kelelahan kelompok eksperimen sebelum beraktivitas, keluhan muskuloskeletal kelompok kontrol setelah beraktivitas untuk desain lama, kelelahan kelompok eksperimen setelah beraktivitas untuk desain lama, keluhan muskuloskeletal kelompok kontrol setelah beraktivitas untuk desain baru, dan kelelahan kelompok eksperimen setelah beraktivitas untuk desain baru.

4.1.1 Uji Normalitas Kelompok Kontrol Oleh Sample

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Muskuloskeletal_awal	12	19.6667	2.14617	16.00	23.00
Kelelahan_awal	12	52.3333	5.58135	43.00	61.00
Produktivitas_awal	12	.0442	.00515	.04	.05

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Muskuloskeletal_awal	Kelelahan_a wal	Produktivitas_a wal
N		12	12	12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	19.6667	52.3333	.0442
	Std. Deviation	2.14617	5.58135	.00515
Most Extreme Differences	Absolute	.228	.214	.374
	Positive	.123	.122	.374

	Negative	-.228	-.214	-.288
Kolmogorov-Smirnov Z		.791	.742	1.296
Asymp. Sig. (2-tailed)		.559	.641	.070

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data

4.1.2 Uji Normalitas Kelompok Eksperimen oleh Sampel

NPar Tests

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Muskuloskeletal_eksp	12	12.2500	1.81534	9.00	16.00
Kelelahan_eksp	12	41.0833	6.33114	33.00	52.00
Produktivitas_eksp	12	.0642	.00515	.06	.07

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Muskuloskeletal_eksp	Kelelahan_eksp	Produktivitas_eksp
N		12	12	12
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	12.2500	41.0833	.0642
	Std. Deviation	1.81534	6.33114	.00515
Most Extreme Differences	Absolute	.195	.165	.374
	Positive	.173	.165	.374
	Negative	-.195	-.149	-.288
Kolmogorov-Smirnov Z		.676	.572	1.296
Asymp. Sig. (2-tailed)		.750	.899	.070

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data

4.2 Uji Beda

4.2.1 Uji Beda Rerata Antara Tingkat Kenyamanan Kelompok Kontrol dan Kelompok Eksperimen pada Sampel

a. Keluhan Muskuloskeletal

T-Test

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Muskuloskeletal_awal	19.6667	12	2.14617	.61955
Muskuloskeletal_eksp	12.2500	12	1.81534	.52404

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Muskuloskeletal_awal & Muskuloskeletal_eksp	12	-.023	.943

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Muskuloskeletal_awal - Muskuloskeletal_eksp	7.41667	2.84312	.82074	5.61023	9.22310	9.037	11	.000

b. Kelelahan

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 2 Kelelahan_awal	52.3333	12	5.58135	1.61120
Kelelahan_eksp	41.0833	12	6.33114	1.82764

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Kelelahan_awal & Kelelahan_eksp	12	.606	.037

Paired Samples Test

	Paired Differences						t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference					
				Lower	Upper				
Pair 1 Kelelahan_awal - Kelelahan_eksp	1.12500E1	5.32789	1.53803	7.86482	14.63518	7.315	11	.000	

c. Produktivitas

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Produktivitas_awal	.0442	12	.00515	.00149
Produktivitas_eksp	.0642	12	.00515	.00149

Paired Samples Correlations

	N	Correlation	Sig.
Pair 1 Produktivitas_awal & Produktivitas_eksp	12	.314	.320

Paired Samples Test

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Produktivitas_awal - Produktivitas_eksp	-.02000	.00603	.00174	-.02383	-.01617	-11.489	11	.000

LAMPIRAN 6

SURAT PENGANTAR RESPONDEN DAN KUISIONER

Kepada:

Yth. Bapak/Ibu Responden

Dengan hormat,

Dalam rangka penelitian Tugas Akhir yang berjudul “Desain Ulang (*Redesign*) Kapak Tandan Sawit Berbasis Ergonomi Guna Meningkatkan Produktivitas Pekerja” , studi kasus di PT.PN V Kebun Sei lalak, Inhu, Riau maka dengan ini saya:

Nama : Anggrian Lb Gaol

NIM : 07522185

Jurusan : Teknik Industri-Universitas Islam Indonesia

Mengharapkan partisipasi Bapak/Ibu dalam penelitian ini, untuk mengisi kuisisioner berikut ini. Kami mengharapkan Bapak/Ibu dapat menjawab setiap pertanyaan yang terlampir dengan baik dan benar. Jika ada pertanyaan yang menurut Bapak/Ibu kurang jelas dan membingungkan. Maka Bapak/Ibu dapat menanyakan pada peneliti. Atas perhatian, waktu dan partisipasi Bapak/Ibu kami mengucapkan banyak terima kasih.

Hormat saya

Anggrian Lb Gaol

KUISIONER 1
DATA PRIBADI DAN KEADAAN BEKERJA

Nama :
Jenis Kelamin :
Usia :
Pendidikan :
Tinggi Badan : m
Berat Badan : kg
Jam Kerja : jam
Lama Bekerja : tahun

1. Dalam melakukan bekerja anda?
 - a. Membungkuk
 - b. Berdiri
 - c. Bergantian Membungkuk dan Berdiri
2. Setelah berapa lama anda baru merasakan lelah saat melakukan pekerjaan anda?
 - a. < 1 jam
 - b. 2 jam
 - c. 3 jam
 - d. > 4 jam yaitu jam ke (tuliskan jamnya)
3. Apakah rasa lelah mengganggu konsentrasi anda saat bekerja?
 - a. Ya
 - b. Tidak
4. Apakah anda setuju hal-hal berikut ini dapat menyebabkan atau menambah lelah saat anda bekerja?

Kapak atau Alat kerja	setuju/ragu-ragu/tidak setuju
Postur atau Sikap kerja	setuju/ragu-ragu/tidak setuju

KUISIONER 2
KEINGINAN KONSUMEN
“ KAPAK TANDAN SAWIT”

Nama Responden :

Usia :

1. Model kapak tandan sawit seperti apa yang anda inginkan?

.....

2. Terbuat dari jenis bahan apakah untuk kapak tandan sawit yang diinginkan agar anda merasa nyaman saat menggunakannya?

.....

3. Bagaimana bentuk *handle* (pegangan) untuk kapak tandan sawit yang anda inginkan?

.....

4. Terbuat dari jenis bahan apakah *handle* (pegangan) untuk kapak?

.....

5. Atribut tambahan apa yang anda inginkan pada kapak ?

.....

6. Berapa perkiraan harga yang anda inginkan untuk kapak tersebut?

.....

7. Apakah kapak yang anda inginkan fleksibel dalam penyimpanan dan pemakaian?

.....

8. Berapakah ukuran *handle* (pegangan) yang anda inginkan?

.....

KUISIONER 3
PENILAIAN TINGKAT KEPENTINGAN RESPONDEN TERHADAP KAPAK
TANDAN SAWIT

Nama Responden :
 Umur :

Beri Tanda (√) pada setiap pertanyaan sesuai dengan tingkat kepentingan menurut Anda:

Keterangan Nilai Tingkat Kepentingan:

- Nilai 1, bila pernyataan tersebut sangat tidak penting
- Nilai 2, bila pernyataan tersebut tidak penting
- Nilai 3, bila pernyataan tersebut cukup
- Nilai 4, bila pernyataan tersebut penting
- Nilai 5, bila pernyataan tersebut sangat penting

No	Keinginan Konsumen	Tingkat Kepentingan				
		1	2	3	4	5
1	Kapak nyaman saat digunakan					
2	Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil					
3	Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri					
4	Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan					
5	Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas					
6	Bahan awet dan kokoh					
7	Ringan saat digunakan					
8	Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin					

KUISIONER 5
PENILAIAN KONSEP

		Konsep							
Kriteria Sleksi	Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Kapak nyaman saat digunakan									
Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil									
Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri									
Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan									
Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas									
Bahan awet dan kokoh									
Ringan saat digunakan									
Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin									

- 1 : Sangat buruk dibandingkan referensi 3: Sama seperti referensi 5: Sangat baik dari referensi
 2: Buruk dibandingkan referensi 4: Lebih baik dari referensi

KUISIONER 6

KUISIONER 30 ITEMS OF RATING SCALE DENGAN SKALA LIKERT UNTUK MENGUKUR KELELAHAN SECARA UMUM

Berilah tanda silang (X) atau (O) pada jawaban yang tersedia sesuai dengan kondisi saudara saat ini.

Nama :

Jenis Kelamin :

Umur :

Tinggi Badan :

Berat Badan :

Hari/Tanggal :

1. Apakah saudara berat dibagian kepala?

- | | |
|----------------|-----------------|
| a. tidak berat | c. Berat |
| b. Agak berat | d. Sangat Berat |

2. Apakah saudara merasa lelah pada seluruh badan?

- | | |
|----------------|-----------------|
| a. tidak lelah | c. Lelah |
| b. Agak lelah | d. Sangat lelah |

3. Apakah kaki saudara terasa berat?

- | | |
|----------------|-----------------|
| a. tidak berat | c. Berat |
| b. Agak berat | d. Sangat berat |

4. Apakah saudara sering menguap?

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| a. Tidak pernah | c. Sering |
| b. Jarang | d. Hampir setiap hari |

5. Apakah pikiran saudara terasa kacau?

- | | |
|----------------|-----------------|
| a. tidak kacau | c. Kacau |
| b. Agak kacau | d. Sangat kacau |

6. Apakah saudara sering mengantuk?

- | | |
|--------------------|---------------------|
| a. tidak mengantuk | c. Mengantuk |
| b. Agak mengantuk | d. Sangat mengantuk |

7. Apakah saudara merasa ada beban pada mata?
- a. tidak terasa
 - b. Agak terasa
 - c. Terasa
 - d. Sangat terasa
8. Apakah saudara merasa kaku dan canggung dalam bergerak?
- a. tidak kaku
 - b. Agak kaku
 - c. Kaku
 - d. Sangat kaku
9. Apakah saudara merasa sempoyongan ketika berdiri?
- a. tidak sempoyongan
 - b. Agak sempoyongan
 - c. Sempoyongan
 - d. Sangat berat
10. Apakah ada perasaan ingin berbaring?
- a. tidak ingin berbaring
 - b. Agak ingin berbaring
 - c. Ingin berbaring
 - d. Sangat ingin berbaring
11. Apakah saudara merasa susah berpikir?
- a. tidak susah
 - b. Agak susah
 - c. Susah
 - d. Sangat susah
12. Apakah saudara merasa lelah untuk bicara?
- a. tidak lelah
 - b. Agak lelah
 - c. Lelah
 - d. Sangat lelah
13. Apakah saudara merasa gugup?
- a. tidak gugup
 - b. Agak gugup
 - c. Gugup
 - d. Sangat gugup
14. Apakah saudara tidak bisa berkonsentrasi?
- a. Bisa berkonsentrasi
 - b. Agak bisa berkonsentrasi
 - c. Tidak bisa berkonsentrasi
 - d. Sangat bisa berkonsentrasi
15. Apakah saudara merasa tidak dapat memusatkan perhatian terhadap sesuatu?
- a. Dapat memusatkan perhatian
 - b. Agak dapat memusatkan perhatian
 - c. Tidak dapat memusatkan perhatian
 - d. Sangat dapat memusatkan perhatian
16. Apakah saudara mempunyai kecenderungan untuk lupa?
- a. tidak ada kecenderungan lupa
 - b. Agak cenderung lupa
 - c. Cenderung lupa
 - d. Sangat cenderung lupa

17. Apakah saudara merasa kurang percaya diri?
- a. Tetap percaya diri
 - b. Agak kurang percaya diri
 - c. Kurang percaya diri
 - d. Sangat percaya diri
18. Apakah saudara cemas terhadap sesuatu?
- a. tidak cemas
 - b. Agak cemas
 - c. Cemas
 - d. Sangat cemas
19. Apakah saudara tidak dapat mengontrol sikap?
- a. Dapat mengontrol sikap
 - b. Agak dapat mengontrol sikap
 - c. Tidak dapat mengontrol sikap
 - d. Sangat tidak dapat mengontrol sikap
20. Apakah saudara tidak merasa tekun dalam pekerjaan?
- a. Tekun
 - b. Agak tekun
 - c. Tidak tekun
 - d. Sangat tidak tekun
21. Apakah saudara merasa sakit kepala?
- a. tidak sakit
 - b. Agak sakit
 - c. Sakit
 - d. Sangat sakit
22. Apakah saudara merasa kaku di bagian bahu?
- a. tidak kaku
 - b. Agak kaku
 - c. Kaku
 - d. Sangat kaku
23. Apakah saudara merasa nyeri di punggung?
- a. tidak nyeri
 - b. Agak nyeri
 - c. Nyeri
 - d. Sangat nyeri
24. Apakah nafas saudara terasa tertekan?
- a. tidak tertekan
 - b. Agak tertekan
 - c. Tertekan
 - d. Sangat tertekan
25. Apakah saudara merasa haus?
- a. tidak haus
 - b. Agak haus
 - c. Haus
 - d. Sangat haus
26. Apakah saudara terasa sesak?
- a. tidak serak
 - b. Agak serak
 - c. Serak
 - d. Sangat serak

27. Apakah saudara terasa pening?

- a. tidak pening
- b. Agak pening
- c. Pening
- d. Sangat pening

28. Apakah kelopak mata saudara kejang/kaku?

- a. tidak kejang
- b. Agak kejang
- c. Kejang
- d. Sangat kejang

29. Apakah badan saudara terasa bergetar?

- a. tidak bergetar
- b. Agak bergetar
- c. Bergetar
- d. Sangat bergetar

30. Apakah saudara merasa kurang sehat?

- a. Tetap segar
- b. Agak kurang sehat
- c. Kurang sehat
- d. Sangat kurang sehat (sakit)



KUISIONER 7

KUISIONER TANGAN

Nama :

Usia :

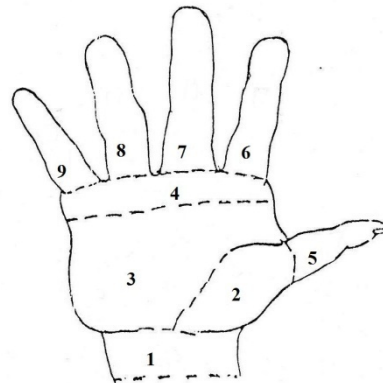
Keterangan pengisian :

Kolom 1 = tidak sakit **Kolom 3 = sakit**

Kolom 2 = agak sakit **Kolom 4 = sakit sekali**

Berilah tanda cek (√) pada jawaban yang anda pilih sesuai dengan tingkat keluhan/sakit pada otot yang anda rasakan selama menggunakan kapak!

No	Bagian Tangan	Jawaban			
		1	2	3	4
1	Sakit pada pergelangan tangan atas				
2	Sakit pada pada otot ibu jari				
3	Sakit pada telapak tangan bawah				
4	Sakit pada telapak tangan atas				
5	Sakit pada ibu jari				
6	Sakit pada jari telunjuk				
7	Sakit pada jari tengah				
8	Sakit pada jari manis				
9	Sakit pada kelingking				



LAMPIRAN 7

REKAP HASIL KUISIONER

7.1 Tingkat kepentingan pengguna terhadap kapak tandan sawit baru

No	Kebutuhan Pengguna	Responden												Total	IR
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Kapak nyaman saat digunakan	4	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	56	4,7
2	Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil	4	4	5	5	4	5	3	5	5	4	5	5	54	4,5
3	Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	36	3,0
4	Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan	4	4	3	4	5	4	3	4	3	5	3	4	46	3,8
5	Kapak multifungsi dan dapat meningkatkan produktivitas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	5,0
6	Bahan awet dan kokoh	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	54	4,5
7	Ringan saat digunakan	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	58	4,8
8	Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	60	5,0

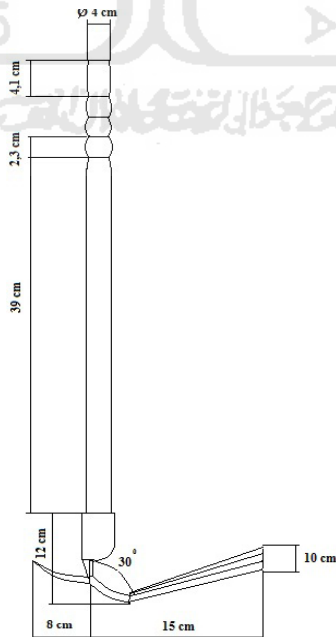
7.2 Penyaringan Konsep

Kriteria Seleksi	Konsep							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Kapak nyaman saat digunakan	-	-	+	+	+	-	0	+
Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil	+	+	+	-	0	0	+	0
Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri	0	0	0	0	+	+	+	+
Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan	0	0	0	0	0	0	0	0
Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas	+	-	+	-	-	-	+	+
Bahan awet dan kokoh	+	-	+	-	-	-	+	-
Ringan saat digunakan	0	+	0	0	-	+	0	0
Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	0	-	+	+	+	-	-	+
Jumlah	2	-2	5	-1	0	-1	3	3
Lanjutkan?	Ya	Tidak	Ya	Tidak	Tidak	Tidak	Ya	Ya

7.3 Penilaian Konsep

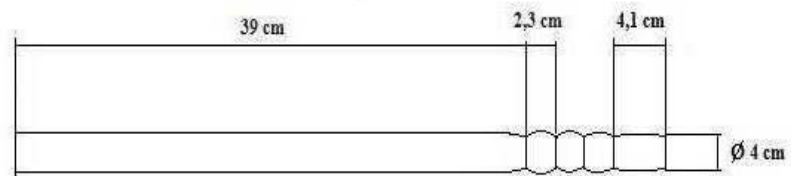
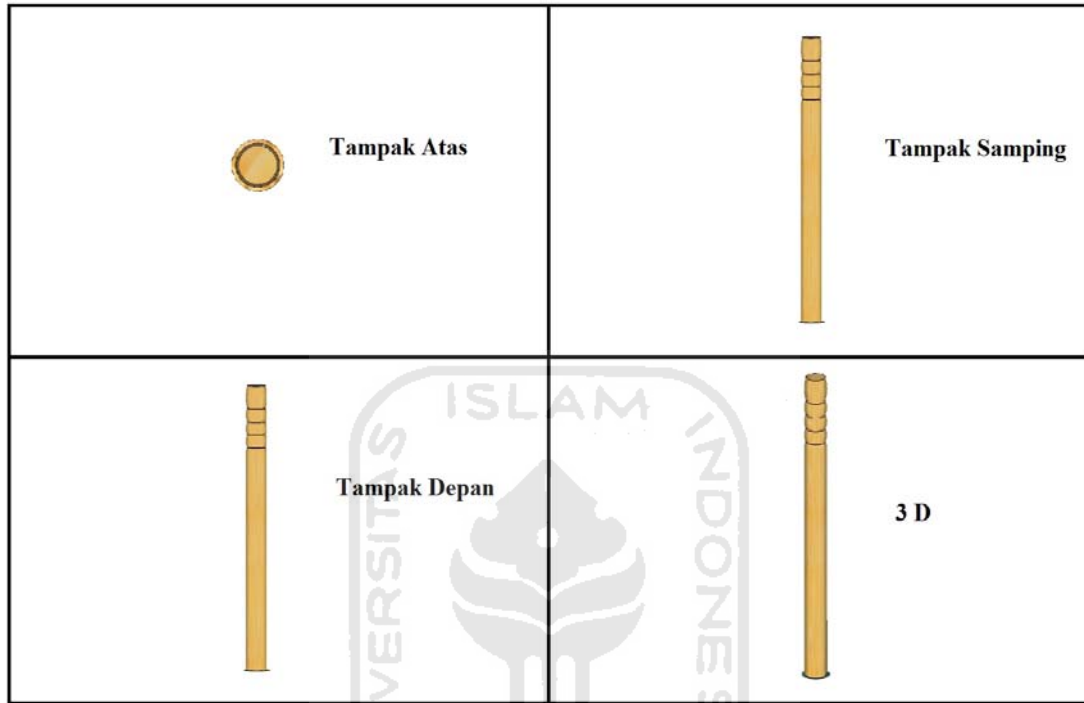
		Konsep							
		A		C		G		H	
Kriteria Sleksi	Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Kapak nyaman saat digunakan	4,7	4	18,8	3,9	18,3	2,7	12,7	2,7	12,7
Kemampuan mata kapak untuk memotong tandan ukuran besar/kecil	4,5	3,3	14,8	4,1	14,5	3	13,5	3,8	17,1
Kesesuaian alat dengan kondisi kerja membungkuk/berdiri	3,0	3	9	3	9	3,2	9,6	3,2	9,6
Fleksibel dalam pemakaian dan penyimpanan	3,8	2,7	10,3	2,7	10,3	3	11,4	2,7	10,7
Kapak multifungsi dan meningkatkan produktivitas	5,0	3,3	16,5	5	25	3,1	15,5	3,1	15,5
Bahan awet dan kokoh	4,5	4	18	4,2	18,9	2,3	10,4	2,6	11,7
Ringan saat digunakan	4,8	3,1	14,9	3	14,4	3,4	16,3	3,3	15,8
Bentuk handle (pegangan) nyaman dan tidak licin	5,0	2,7	13,5	3,9	19,5	3	15	3	15
Total Nilai		115,8		129,9		104,4		108,1	
Peringkat		2		1		4		3	
Lanjutkan?		Tidak		Ya		Tidak		Tidak	

LAMPIRAN 8



LAMPIRAN 9

Desain *Handle* Kapak



LAMPIRAN 10



Proses Pemotongan Tandan Sawit



Proses Pemindahan/Penyusunan Buah Sawit