



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

***PENGURANGAN POSTUR JANGGAL MELALUI PEMBAIKAN ALAT
PENUAIAN SEDIA ADA DALAM KALANGAN PEKERJA SAWIT DI
JOHOR, MALAYSIA***

IRWAN SYAH B. MD YUSOFF

FPSK(M) 2014 17



**PENGURANGAN POSTUR JANGGAL MELALUI PEMBAIKAN ALAT
PENUAIAN SEDIA ADA DALAM KALANGAN PEKERJA SAWIT DI JOHOR,
MALAYSIA**

Oleh

IRWAN SYAH B. MD YUSOFF

**Tesis ini dikemukakan kepada Sekolah Pengajian Siswazah, Universiti Putra
Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Master Sains**

April 2014

HAK CIPTA

Semua bahan yang terkandung dalam tesis ini, termasuk teks, gambar, logo, ikon, dan semua karya seni lain, adalah hak cipta Universiti Putra Malaysia. Penggunaan mana-mana bahan yang terkandung dalam tesis ini dibenarkan untuk tujuan bukan komersial daripada pemegang hak cipta. Penggunaan komersial bahan hanya boleh dibuat dengan kebenaran bertulis terdahulu yang nyata daripada Universiti Putra Malaysia.

Hak cipta © Universiti Putra Malaysia



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains.

**PENGURANGAN POSTUR JANGGAL MELALUI PEMBAIKAN ALAT
PENUAIAN SEDIA ADA DALAM KALANGAN PEKERJA SAWIT DI
JOHOR, MALAYSIA**

Oleh

IRWAN SYAH BIN MD YUSOFF

April 2014

Pengerusi : Prof. Madya Shamsul Bahri Bin Hj. Md Tamrin, PhD

Fakulti : Perubatan dan Sains Kesihatan

Pengenalan: Persekitaran kerja dan peralatan yang digunakan untuk menuai BTS telah dikenalpasti sebagai salah satu daripada faktor penyumbang kepada peningkatan gangguan rangka otot (GRO). Objektif utama kajian ini adalah mereka bentuk dan menghasilkan rekaan alat penuaian untuk mengurangkan masalah kesihatan yang berpotensi terhasil dan berorientasikan prinsip ergonomik serta menilai faktor risiko GRO yang secara khususnya pada bahagian atas badan dan belakang bawah dalam kalangan penuai sawit di Johor.

Kaedah : Seramai 273 orang penuai sawit yang memenuhi inklusif kriteria kajian telah terlibat dalam kajian. Borang soal selidik *Nordic* yang telah diubahsuai mengikut kesesuaian persekitaran kerja untuk menentukan kelaziman masalah GRO (aduan sepanjang 12 bulan lepas dan 7 hari kebelakangan bekerja) telah diterjemahkan dalam Bahasa Indonesia (Lombok). Postur kerja setiap penuai sawit direkod dan dianalisa menggunakan RULA. Ukuran antropometrik secara terpilih dan ukuran alat pahat telah diambil untuk menentukan nilai kesepadanan. Pembangunan rekaan telah dijalankan menggunakan prinsip *User Centered Design* (UCD). Fabrikasi prototaip dihasilkan dan ujian lapangan kajian telah dijalankan.

Keputusan: 100% penuai merupakan pekerja Indonesia dan purata umur 29.13 ± 6.50 tahun. Sebanyak 78.0% aduan berkenaan GRO sepanjang 12

bulan lepas dan 75.5% menyatakan GRO adalah daripada pekerjaan dilakukan. Bahagian anggota belakang bawah paling tinggi menerima aduan berbanding anggota lain. 85.3% penuai merasakan alat pahat yang digunakan berat. Risiko bekerja dalam keadaan postur janggal dengan menggunakan RULA analisis (skor 3 – 4) adalah 18.2 kali lebih tinggi untuk mengalami GRO. Tempoh menggunakan alat pahat kurang daripada 1 adalah 5.7 kali lebih tinggi untuk mengalami GRO. Simulasi analisis RULA menunjukkan rekaan konvensional adalah berisiko tinggi untuk mengalami GRO iaitu pada skor 7 pada peringkat tindakan. Keputusan ujian lapangan kajian (prototaip) dan simulasi 3D rekaan baru terdapat penurunan markah RULA iaitu pada peringkat tindakan 2 (risiko rendah) berbanding rekaan konvensional iaitu pada peringkat tindakan 4 (risiko tinggi).

Kesimpulanya:Objektif kajian telah dicapai dengan cadangan rekaan alat penuaian ergonomik baru yang menggabungkan kajian sains perubatan dan proses reka bentuk industri bagi meningkatkan keselamatan dan kesihatan penuai sawit di Johor secara amnya.

Kata Kunci:*Penuai sawit, RULA, Antropometrik, GRO, Penghasilan rekaan, Simulasi, Alat penuaian.*

Abstract of thesis presented to the senate of University Putra Malaysia in fulfillment of the requirement for the degree of Master of Science.

REDUCTION ON AWKWARD POSTURE THROUGH MODIFIED EXISTING TOOLS AMONG PALM OIL PLANTATION WORKERS IN JOHOR, MALAYSIA

By

IRWAN SYAH BIN MD YUSOFF

April 2014

Supervisor : Associate Professor Shamsul Bahri Bin Hj. Md Tamrin,

Fakulti : Medicine and Health Science

Introduction: Work environment and the equipment used to harvest BTS have been identified as one of the factors contributing to the increase of GRO. The primary objective of this study is to design and develop a harvesting equipment aim to reduce potential health problems using ergonomic principles and evaluate GRO risk factors specifically on the upper body and lower back amongst palm harvester in Johor.

Method: A total of 273 palm harvesters who meet inclusion criteria were chosen for the study. Nordic questionnaire was modified and translated into Bahasa Indonesia (Lombok) to suit the working environment in order to determine the regularity of GRO related problems (complaints over the last 12 months and 7 days past work). Every palm harvester work posture was recorded and analyzed using RULA. Selective anthropometric measurements and chisel measurement were taken to match congruity value. Development of the design was carried out using the principles of User Centered Design (UCD). Fabrication of prototypes produced and field testing studies have been conducted.

Results: 100% of harvesters consists of Indonesian workers with an average age of $29.13 \pm 6:50$. A total of 78.0% of complaints made concerning GRO in the past 12 months and 75.5% indicated GRO is outcome of a job done. Lower back received the most complain compared to other parts of the body. 85.3% of the harvesters felt the chisel used was a heavy equipment. Using RULA analysis (score 3-4) to evaluate, risks working in awkward postures was found to be 18.2 times higher for experienced GRO. Period of using a

chisel tool less than 1 was 5.7 times higher to experience GRO. Simulation analysis shows RULA conventional design face high risk of experiencing GRO with the score of 7 on the action level. The results of the field test study (prototype) and 3D simulation of new designs found RULA's score decreases to second action level (low risk) compared to conventional designs where the score is at action 4 (high risk).

Conclusion: The objective of this study was achieved with the proposed design of a new ergonomic harvesting tool which combines medical science and industrial design to increase the safety and health of the palm harvesters in Johor in general.

Keywords: *Palm harvesters, RULA, Anthropometric, GRO, Production design, Simulation, Harvesting tools.*



PENGHARGAAN

Syukur alhamdulillah ke hadrat illahi diatas limpah kurniaNya.Kajian ini telah dapat dihasilkan dengan jayanya yang bermula dari Januari 2012 sehingga Julai 2013. Saya ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada UPM kerana telah membiayai kajian saya di bawah skim geran university (RUGS).

Setinggi penghargaan ditujukan khas kepada penyelia saya iaitu Prof. Madya Dr. Shamsul Bahri Bin Hj. Tamrin. Tanpa bantuan atau tunjuk ajar beliau, kajian ini tidak dapat dijayakan dengan baik.Beliau juga tidak putus-putus memberikan semangat dan jalan penyelesaian ketika saya mengalami kebuntuan ketika mengendalikan kajian ini.Ucapan ribuan terika kasih juga ditujukan khas kepada penyelia bersama dalam kajian saya iaitu Prof. Madya Dr. Aini Mat Said daripada Fakulti Ekologi Manusia, Jabatan Pengurusan Sumber dan Penggajian Pengguna, UPM.Tidak ketinggalan juga ucapan ini tujukan kepada En. Eng Yee Guan yang telah sama-sama membantu saya dalam proses pengumpulan maklumat di lapangan kajian dan kepada rakan-rakan serta mereka yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung dalam menjayakan kajian.

Tidak ketinggalan juga kepada isteri saya yang telah banyak berkorban dan memberi semangat dalam proses penghasilan kajian ini. Akhir sekali kepada ibu bapa saya yang telah mendoakan kejayaan saya selama ini.

Saya mengesahkan bahawa satu Jawatankuasa Peperiksaan Thesis telah berjumpa pada tarikh **vica voce** untuk menjalankan peperiksaan akhir bagi **Irwan Syah Md Yusoff** bagi menilai tesis beliau yang bertajuk **pengurangan postur janggal melalui pembaikan alat penuaian sedia ada dalam kalangan pekerja sawit di Johor, Malaysia**” mengikut Akta Universiti dan Kolej Universiti 1971 dan Perlembagaan Universiti Putra Malaysia [P.U.(A) 106] 15 Mac 1998. Jawatankuasa tersebut telah memperakukan bahawa calon ini layak dianugerahkan ijazah **SarjanaSains (Kesihatan Persekitaran)**.

Ahli Jawatankuasa Peperiksaan Tesis adalah seperti berikut:

Muhammad Hanafiah Bin Juni, PhD

Professor
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Anita Binti Abdul Rahman, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia
(Pemeriksa Dalam)

Zulkifli b Muslim, PhD

Pensyarah Kanan
Fakulti Rekabentuk dan Senibina
Universiti Putra Malaysia
(Pemeriksa Dalam)

BaBa B Md Deros, PhD

Professor
Universiti Kebangsaan Malaysia
Malaysia
(Pemeriksa Dalam)

Norita Omar , PhD

Profesor Madya dan Timbalan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh :

Tesis ini telah dikemukakan kepada Senat Universiti Putra Malaysia dan telah diterima sebagai memenuhi keperluan untuk ijazah Master Sains. Ahli Jawatakuasa Penyelia adalah seperti berikut:

Shamsul Bahri Bin Hj. Tamrin, PhD
Professor Madya
Fakulti Perubatan dan Sains Kesihatan
Universiti Putra Malaysia
(Pengerusi)

Aini Mat Said, PhD
Professor Madya
Fakulti Ekologi Manusia
Universiti Putra Malaysia
(Ahli)

BUJANG KIM HUAT, PhD
Profesor dan Dekan
Sekolah Pengajian Siswazah
Universiti Putra Malaysia

Tarikh:

PERAKUAN PELAJAR SISWAZAH

Saya memperakui bahawa:

- Tesis ini adalah hasil kerja saya yang asli;
- Setiap petikan, kutipan dan ilustrasi telah dinyatakan sumbernya dengan jelas;
- Tesis ini tidak pernah dimajukan sebelum ini, dan tidak dimajukan serentak dengan ini, untuk ijazah lain sama ada di Universiti Putra Malaysia atau di institusi lain;
- Hak milik intelek dan hakcipta tesis ini adalah hak milik mutlak Universiti Putra Malaysia, mengikut Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- Kebenaran bertulis daripada penyelia dan Pejabat Timbalan Naib Canselor (Penyelidikan dan Inovasi) hendaklah diperoleh sebelum tesis ini diterbitkan (dalam bentuk bertulis, cetakan atau elektronik) termasuk buku, jurnal, modul, prosiding, tulisan popular, kertas seminar, manuskrip, poster, laporan, nota kuliah, modul pembelajaran atau material lain seperti yang dinyatakan dalam Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2012;
- Tiada plagiat atau pemalsuan/ fabrikasi data dalam tesis ini, dan integriti ilmiah telah dipatuhi mengikut Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan 2012-2013) dan Kaedah-Kaedah Universiti Putra Malaysia (Penyelidikan) 2013. Tesis telah diimbaskan dengan perisian pengesahan plagiat.

Tandatangan: _____

Tarikh: _____

Nama dan No. Matrik: **IRWAN SYAH MD YUSOFF/ GS328432**

PERAKUAN AHLI JAWATANKUASA PENYELIAN

Dengan ini, diperakukan bahawa:

- Penyelidikan dan penulisan tesis ini adalah di bawah seliaan kami;
- Tanggungjawab penyelian sebagaimana yang dinyatakan dalam Universiti Putra Malaysia (Pengajian Siswazah) 2003 (Semakan 2012-2013) telah dipatuhi.

Tandatangan:

Nama Pengerusi: **Shamsul Bahri Bin Hj. Tamrin, PhD**
Jawantankuasa
Penyelian

Tandatangan:

Nama Ahli: **Aini Mat Said, PhD**
Jawantankuasa
Penyelian

ISI KANDUNGAN

	Muka
	surat
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iv
PENGHARGAAN	vi
PENGESAHAN	vii
PERAKUAN	ix
SENARAI JADUAL	xvi
SENARAI RAJAH	xviii
SENARAI LAMPIRAN	xx
SENARAI SINGKATAN	xxi
BAB	
1. PENGENALAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Penyataan Masalah	4
1.3 Justifikasi Kajian	5
1.4 Persoalan Kajian	6
1.5 Objektif Kajian	7
1.5.1 Objektif Umum	7
1.5.2 Objektif Spesifik	7
1.6 Hipotesis Kajian	8
1.7 Kerangka Konsep Kajian	8
1.8 Definisi Pembolehubah	12
1.8.1 Faktor Risiko	12
1.8.2 Risiko Ergonomik (postur tubuh)	12
1.8.3 Antropometrik dan Alatan Tangan	13
1.8.4 Gangguan Rangka Otot	13

2. KAJIAN LITERATUR

2.1	Industri Sawit di Malaysia	15
2.2	Penuaian	19
2.2.1	Jenis Alatan Penuaian	19
2.2.2	Aktiviti Penuaian di Malaysia	20
2.3	Gangguan Rangka Otot	21
2.3.1	GRO Dikalangan Penuai Sawit	21
2.3.2	GRO Pekerja Asing Sektor Pertanian	24
2.4	Penyumbang Faktor Risiko GRO	29
2.4.1	Umur	29
2.4.2	Pendidikan	29
2.4.3	Aktiviti fizikal	29
2.5	Penilaian Risiko	30
2.6	Aplikasi prinsip rekaan	30
2.6.1	Ergonomik Pada Peralatan Tangan	33
2.6.2	Elemen Rekaan Alatan Tangan	33
2.6.2.1	Berat Alatan Tangan	34
2.6.2.2	Ciri-Ciri Pemegang	34
2.6.2.3	Genggaman	34
2.7	Antropometrik	37
2.7.1	Aplikasi Antropometrik	37
2.7.2	Konsep Antropometrik	37
2.7.3	Parameter Ukuran Antropometrik	38
2.7.4	Alatan Tangan dan Antropometrik	39
2.7.5	Tangan Dominan	40
2.8	Ketidaksepadanan	40
2.9	<i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i>	41

3. METODOLOGI

3.1	Latar Belakang Kajian	44
3.2	Lokasi Kajian	44
3.3	Proses Kerja Ladang Sawit	46
3.4	Kaedah Persampelan	48
3.4.1	Populasi Persampelan	49
3.4.2	Rangka Persampelan	49
3.4.3	Unit Persampelan	49
3.4.4	Saiz Sampel	50

3.5	Pemboleh Ubah	51
3.5.1	Pemboleh Ubah Tidak Bersandar	51
3.5.2	Pemboleh Ubah Bersandar	51
3.6	Pengumpulan Data	52
3.6.1	Borang Kaji Selidik	52
3.6.2	<i>Body Mass Index</i> (BMI)	54
3.6.3	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i> (RULA): Pemerhatian waktu sebenar	55
3.7	Peralatan/Instruman Kajian	61
3.7.1	Rakaman Video	61
3.7.2	Ukuran Antropometrik	61
3.7.3	Analisis Data	63
3.7.4	Analisis RULA	63
3.7.5	Pembangunan Reka Bentuk Teknikal	64
3.7.6	Simulasi Rekaan	65
3.7.7	Ujian penggunaan tenaga responden (tangan)	66
3.8	Prosedur Kajian	67
3.8.1	Ketidaksepadanan	67
3.8.2	Penghasilan Reka Bentuk Alat Penuian	68
3.9	Kerangka ringkasan kajian	72
3.10	Kawalan Kualiti Kajian	74
3.10.1	Ujian Kebolehpercayaan	74
3.10.2	Ukuran Antropometrik	74
3.10.3	Penimbang Berat	74
3.11	Data Analisis	75
3.12	Ujian Kenormalan	75
3.13	Etika Kajian	77
3.14	Limitasi Kajian	77
4.	HASIL KAJIAN	
4.1	Maklumat Sosio-Demografi	78
4.1.1	Sosio-demografi	78
4.1.2	Data Pekerjaan	80
4.1.3	Gaya Hidup	81
4.2	Prevalens gangguan rangka otot bahagian atas dan belakang bawah	82

4.3	Maklumat mengenai alatan menuai	85
4.4	Analisis Postur	86
4.5	Hubungan antara faktor risiko dengan bahagian badan atas (<i>Upper torso Part</i>) dan belakang bawah.	88
4.5.1	Ujian Khi Kuasa Dua (X^2)	88
4.5.2	Ujian Logistik Regerasi Binari	91
4.6	Ketidaksepadanan Pahat	92
4.6.1	Spesifikasi Alat Pahat	92
4.6.2	Ukuran Antropometrik	92
4.6.3	Ketidaksepadanan	93
4.6.4	Cadangan Ukuran	94
4.6.5	Perbandingan ukuran ketidaksepadanan dengan cadangan ukuran	94
4.7	Reka Bentuk Alat	96
4.8	Perbandingan Analisis (CATIA)	98
4.9	Prototaip	100
4.9.1	Fabrikasi	100
4.9.2	Perbandingan Analisis Postur (Prototaip)	101
4.10	Perbandingan penggunaan tenaga antara alat konvensional dengan rekaan baru	103
5.	PERBINCANGAN	
5.2	Maklumat Sosio-Demografi	104
5.2.1	Data Pekerjaan	105
5.2.2	Gaya Hidup	106
5.3	Prevalens gangguan rangka otot bahagian atas badan dan belakang bawah	106
5.4	Penggunaan pahat sebagai alat menuai BTS	108
5.5	Analisis Postur	109
5.6	Hubungan antara faktor risiko dengan bahagian badan atas (<i>Upper torso Part</i>) dan belakang bawah.	110
5.7	Ketidaksepadanan Alat	112
5.8	Reka Bentuk Baru Alat Tuai	113
5.8.1	Kaedah Penggunaan Rekaan	114
5.9	Perbandingan Rekaan baru Dengan Rekaan Konvensional	114

5.10	Maklumat Fabrikasi Rekaan	115
5.11	Perbandingan Rekaan di Lapangan Kajian Dengan Simulasi	121
5.12	Penggunaan Tenaga Antara Rekaan Baru Dengan Alat Konvensional	121
6.	KESIMPULAN, RUMUSAN DAN CADANGAN	
6.1	Kesimpulan	122
6.2	Implikasi	125
6.3	Cadangan	125
	RUJUKAN	127
	LAMPIRAN	141
	BIODATA PELAJAR	186
	SENARAI PENERBITAN	191

SENARAI JADUAL

Jadual		Muka Surat
2.1	Rumusan simptom dan faktor risiko GRO sering terjadi kalangan peladang/petani.	25
3.1	Kriteria persampelan	48
3.2	Senarai populasi persampelan	49
3.3	Klasifikasi menentukan tahap BMI	55
3.4	Tahap tindakan RULA	59
3.5	Rumusan kaedah & penilaian ketidaksepadanan kajian	67
3.6	Ujian statistik	75
4.1	Taburan penuai berdasarkan sosio-demografi	79
4.2	Maklumat pekerjaan	80
4.3	Gaya hidup penuai	81
4.4	Prevalens masalah gangguan rangka otot di kalangan penuai sawit.	83
4.5	Maklumat berkaitan dengan alatan	86
4.6	Analisis postur	87
4.7	Perkaitan terhadap faktor risiko dengan (Ujian khi kuasa dua)	89
4.8	Faktor risiko bagi masalah GRO bahagian atas badan dan belakang bawah	91
4.9	Ukuran alat penuai dengan responden	92
4.10	Ukuran antropometrik tangan penuai	93
4.11	Ketidaksepadanan pahat dengan ukuran penuai	93
4.12	Cadangan ukuran	94
4.13	Perbandingan ketidaksepadanan dengan cadangan ukuran	95
4.14	Skor analisis postur	99

4.15	Perbandingan skor analisis postur	102
4.16	Perbandingan penggunaan tenaga antara alat konvensional dengan rekaan baru	103



SENARAI RAJAH

Rajah		Muka Surat
1.1	Kerangka konsep kajian	11
2.1	Contoh pokok sawit dan tandan buah sawit	16
2.2	Pengeluaran minyak sawit Malaysia tahun 2011	17
2.3	Penggunaan tananaman ladang terpilih di Malaysia	18
2.4	Contoh alat pahat digunakan oleh penuai sawit.	20
2.5	Gambaran faktor risiko (GRO) keadaan kerja penuai pokok tinggi dan rendah sawit	23
2.6	Prinsip ' <i>User centered-design</i> '	31
2.7	Ilustrasi proses UCD	32
2.8	Jenis-jenis genggam	36
2.9	Analisis permodelan RULA	43
3.1	Lokasi kajian – Gugusan Felda Wilayah Johor Bahru	45
3.2	Proses kerja ladang sawit	47
3.3	Sesi temuduga	52
3.4	Contoh kedudukan postur badan penuai	56
3.5	Borang RULA	58
3.6	Sistem skor RULA	59
3.7	Ringkasan proses pengumpulan maklumat	60
3.8	<i>Handycam</i> digunakan ketika rakaman video	61
3.9	Diameter genggam dalam dan lebar tapak tangan tangan	62
3.10	Mengukur ketinggian	62

3.11	Penimbang “SECA 761 dan kaedah mengukur berat	63
3.12	Contoh gambaran tettingkap perisian SolidWorks 2007	64
3.13	Contoh gambaran RULA simulasi menggunakan perisian CATIA	65
3.14	1). <i>Electromyography</i> (EMG) <i>wiyerless</i> , 2).Pemasangan alat EMG, 3) Bahagian pemancar di letakkan.	66
3.15	Rumusan aliran proses reka bentuk rekaan baru – Pahat	70
3.16	Contoh lakaran saiz kecil dan pembangunan konsep rekaan	71
3.17	Ringkasan proses kajian	73
3.18	Data kenormalan keseluruhan umur responden	76
3.19	Data kenormalan umur penuai bagi ujian keberkesanan (EMG) rekaan baru dengan alat konvensional	76
4.1	Inovasi baru alat tuaian	97
5.1	Reka bentuk pemegang kawalan dengan struktur tangan	116
5.2	Pemegang hadapan boleh laras	116
5.3	Pemasangan sub–pemegang	118
5.4	Pemegang kawalan ergonomik	118
5.5	Sub–pemegang hadapan	119
5.6	Saiz dan gambaran pemegang D	119
5.7	Pemasangan mata pemotong dengan BBBG	120
5.8	Sistem kekunci keselamatan	120

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran		Muka Surat
1	Surat permohonan/kebenaran & sokongan	141
2	Borang soal selidik	147
3	Gambar pengumpulan maklumat	162
4	Lakaran rekaan	164
5	Pembangunan rekaan	166
6	Lakaran akhir	169
7	Rekaan 2D & 3D	171
8	Lukisan Teknikal	173
9	Simulasi Rekaan	175
10	Fabrikasi Prototaip	177
11	Gambaran Rekaan Prototaip Sebenar	180
12	Perbandingan Lapangan Kajian & Simulasi	184

SENARAI NAMA SINGKATAN

AKP	Analisis Keselamatan Pekerja
AHP	Analisis Hazad Pekerjaan
BBBG	Batang Besi Berongga Galvani
BTS	Buah Tandan Segar
BBSS	Batang Besi Stainless Steel
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
cm	<i>Centimeter</i>
CI	<i>Confidence interval</i>
DOSH	<i>Department of Occupational Safety and Health</i>
EMG	<i>Electromyography</i>
GRO	Gangguan Rangka Otot
BMI	<i>Body Mass Index</i>
KG	Kilogram
m	Meter
Mak	Maksimum
Min	Minimum
mm	Millimeter
N	<i>Newton</i>
USD	<i>United State Dollar</i>
NO	Nisbah <i>odd</i>
Od	<i>odd</i>
PE	Penilaian Ergonomik
RULA S.P	<i>Rapid Upper Limb Assessment</i> Sisihan Piawai
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>

UCD	<i>User Centered Design</i>
UPM	Universiti Putra Malaysia
3D	3 Dimensi
2D	2 Dimensi



BAB 1

PEGENALAN

1.1 Latar belakang

Malaysia telah memberi tumpuan dalam industri sawit sejak sekian lamanya lagi. Kerajaan Malaysia berhasrat untuk menghasilkan sendiri sumberbio-kimia yangbolehdigunakan sebagaibahanapi dan pelbagai produk untuk kegunaan pengguna yang berasaskan kepada sumber tumbuhan. Pada tahun 2011, Malaysia merupakan negara pengeksport minyak sawit terbesar di dunia dengan menyumbang sebanyak 27.9% minyak dunia (Oil World, 2012) dan menjadi salah satu daripada teras ekonomi di Malaysia.

Industri sawit Malaysia diklasifikasikan kepada tiga peringkat utama iaitu peringkat perladangan, pemprosesan dan penghasilan produk.Pada peringkat perladangan yang merangkumi kerja-kerja semaian, penanaman, penuaian, pengumpulan dan penghantaran ke kilang. Pada peringkat kedua iaitu peringkat pemprosesan, peringkat ini melibatkan aktiviti penghasilan minyak, penapisan, pengumpulan bahan dan proses pemasaran. Peringkat terakhir iaitu peringkat penghasilan bahan yang merupakan peringkat yang berasaskan produk bukan makanan dan produk makanan. Secara keseluruhannya, aktiviti pada peringkat perladangan sawit masih lagi bergantung kepada kemampuan dan produktif yang dilakukan secara manual oleh pekerja buruh(Jelani et al., 2008).

Tenaga buruh kasar digunakan secara meluasdi ladang sawitkeranaterdapatkebergantunganterhadap kerja yang dilakukan secaramanualbagi semuaaktiviti utamaseperti penyediaan ladang, semaian, penanaman, pembajaan, penjagaanatau penyelenggaraan, penuaian, pengumpulan dan pengangkutan. Kerja-kerja secara manualmasih lagi digunakan secara meluas keranakosperalatan sepertipahatdan sabitadalahlebih rendah berbanding daripadamekanisasiuntuk aktiviti penuaian buah tandan segar (BTS) (Jelani, 1997).

Pelbagai usaha telah dilaksanakan untuk menarik minat pekerja tempatan untuk menceburi sektor perladangan sawit. Antara usaha yang dilakukan ialah mereka bentuk alatan dalam bentuk mekanisasi yang bertujuan untuk mengurangkan masalahkebergantungankepada pekerja asing dan menarik

minat pekerja tempatan bagi menyertai sektor perladangan sawit (Jelani et al., 2008).

Antara aktiviti-aktiviti perladangan sawit yang terlibat adalah semaian pokok sawit, membaja, meracun dan penuaian BTS. Aktiviti menuai BTS dikenal pasti sebagai tugas yang berisiko tinggi yang memerlukan penggunaan tenaga yang banyak berbanding dengan kerja-kerja lain. Tugas yang dilakukan oleh penuai adalah memotong tandan buah sawit yang telah masak dan memangkas daun pelepah yang tidak diperlukan bagi tujuan tumbesaran pokok. Oleh itu, jadual kerjaya BTS adalah bergantung kepada kematangan buah sawit melalui kaedah pemerhatian di ladang (Owolarafe & Arumugan, 2007).

Oleh itu, penuai di ladang sawit lebih berisiko terhadap masalah kesihatan yang disebabkan oleh hazard fizikal, psikososial hazard dan ergonomik hazard. Menurut Chapman & Meyers (2001); Meyers et al. (2000, 1997), terdapat tiga faktor dalam sektor pertanian yang menjadi faktor penyumbang utama kepada risiko gangguan rangka otot (GRO) antaranya ialah aktiviti mengangkat dan membawa beban lebih 22.7 kg; struktur badan yang membengkok (bongkok) secara tetap atau berulang dan kerja-kerja yang melibatkan anggota tangan yang dilakukan secara berulang-ulang (memotong buah). Kenyataan ini turut disokong melalui kajian yang telah dijalankan oleh Mazz et al. (1997), apabila sektor pertanian telah dikenal pasti sebagai salah satu pekerjaan yang paling berisiko di Amerika Syarikat.

Institut Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Negara (NIOSH, 1997) mencadangkan istilah "gangguan ergonomik" digantikan dengan "kerja berkaitan GRO. Gangguan rangka otot termasuk sindrom '*Carpal tunnel syndrome, Trigger finger, De Quervain's*' dan penyakit lain (Clagget et al., 2002). Secara dasarnya, pekerjaan yang boleh mendatangkan masalah kesihatan kepada pekerja dalam bidang pertanian boleh diklasifikasikan kepada dua kategori yang berbeza iaitu kecederaan akut dan GRO (Davis & Kotowski, 2007). Kecederaan akut ditakrifkan sebagai penyakit atau kecederaan yang terjadi dalam jangka masasingkat dan memerlukan rawatan segera (Stedman's Medical Dictionary, 2004) seperti luka-luka berdarah, kecederaan teruk (jatuh sehingga patah, di tendang binatang) dan kemalangan yang berlaku secara tiba-tiba di tempat kejadian. Sebaliknya, GRO terjadi secara kumulatif dalam keadaan semula jadi dan terhasil daripada dedahan atau kelakuan yang berulang-ulang (Davis & Kotowski, 2007).

Sehubungan dengan itu, aktiviti memotong tandan sawit berpotensi terdedah kepada risiko GRO dalam kalangan penuai seperti postur janggal, keadaan kerja statik yang dilakukan secara berulang-ulang dan penggunaan tenaga secara paksa serta melampau. Di samping itu juga, GRO juga boleh terhasil daripada kesan penggunaan alatan yang tidak ergonomik dan mempunyai kaitan yang ketara terhadap kesihatan penuai sawit dalam jangka masa panjang (Mohd Nizam & Rampal, 2005). Menurut Mohd Nizam

& Rampal(2005) lagi, pekerja sawit (pemotong) yang mengalami sakit belakang mempunyai perkaitan yang signifikan (O.D: 5.010, 95%CI: 1.42, 18.27) dengan postur kerja janggal yang membongkok pada tahap prevelans yang tinggi.

Pada masa kini, alatan yang digunakan bagi aktiviti memotong tandan sawit secara manual adalah alat pahat dan sabit. Bagi menghasilkan reka bentuk alat yang berkesan atau melakukan penambahbaikan pada rekaan mesin atau peralatan, garis panduan dan prinsip-prinsip ergonomik yang berorientasikan kepada keperluan fisiologi dan psikologi pengguna perlu disertakan. Proses mereka bentuk peralatan sentiasa mempunyai hubung kait dengan keperluan biologi pengendali yang ditentukan dengan garis panduan ergonomik dan keperluan fizikal antara jentera atau peralatan (Das & Sengupta, 1996). Maklumat asas ukuran antropometrik pengguna dan ukuran alatan tangan yang digunakan oleh pengguna diperlukan bagi menghasilkan rekaan yang bersesuaian dengan pengguna dan berorientasikan kepada prinsip ergonomik. Terdapat kajian yang menunjukkan terdapat perkaitan ketidaksepadanan antara peralatan yang digunakan dengan ukuran antropometrik pengguna (Gouvali & Boudolos, 2006; Panagiotopoulou et al., 2004). Sehubungan dengan itu, ukuran antropometrik memainkan peranan yang sangat penting dalam mereka bentuk sesebuah alatan yang bersesuaian dengan kehendak kerja dan pengendali. Meskipun begitu, faktor risiko yang menjadi penyumbang kepada masalah GRO seharusnya diberikan penekanan selain daripada ukuran antropometrik dalam proses mereka bentuk alatan tangan yang ergonomik.

Oleh itu, faktor yang menyumbang kepada risiko GRO ialah kedudukan postur kerja dan kedudukan tangan yang secara statik dalam tempoh waktu yang lama, gerakan melentur atau pergerakan tangan melebihi paksi normal, tekanan pada pangkal tapak tangan, ketegangan yang berterusan, gengaman, getaran, dan penggunaan anggota tangan yang melampau dan kedudukan postur janggal (Armstrong et al., 1993).

Secara amnya, adalah sukar untuk menemui kajian yang memberi tumpuan secara khusus kepada reka bentuk alat pahat yang berteraskan kepada prinsip-prinsip ergonomik atau membincangkan kesan hazard ergonomik kepada kesihatan para pekerja. Walau bagaimanapun, terdapat kajian yang dilakukan berkaitan gangguan rangka otot pada bahagian belakang bawah yang menyebabkan sakit pinggang dalam kalangan penuai sawit. Sehubungan dengan itu, terdapat hubungan yang signifikan antara alatan yang digunakan dengan postur kerja (Mohd Nizam & Rampal, 2005).

1.2 Penyataan masalah

Penggunaan alatan tangan seperti pahat dan sabit bagi tujuan penuaian telah lama digunakan sejak industri sawit diperkenalkan di Malaysia. Walau bagaimanapun, keadaan kerja dan struktur reka bentuk alat itu sendiri berpotensi mendatangkan kesan kepada kesihatan pekerja seperti gejala GRO yang terhasil daripada postur janggal, kelakuan kerja berulang-ulang, penggunaan tenaga yang melampaui kemampuan tubuh, pergerakan berterusan yang melangkaui limitasi paksi normal kepada penuai sawit. Berdasarkan kaji selidik yang telah dijalankan oleh Walker-Bone & Palmer (2002) berkaitan penyakit yang dilaporkan di Britain pada tahun 1995, terdapat 43,000 orang pekerja di sektor pertanian mengalami simptom gejala GRO yang berpunca daripada pekerjaan yang dilakukan. Sebanyak 25% pekerja di sektor pertanian mengalami masalah pada bahagian anggota atas badan - kesakitan berpanjangan dalam seminggu (Davis & Kotowski, 2007).

Secara amnya, pokok sawit yang rendah di antara paras dada dan kebawah menggunakan alat pahat untuk aktiviti menuai BTS dan memangkas pelepah. Penggunaan alat pahat pada pokok sawit yang rendah memerlukan penuai membongkokkan badan dan menggunakan tenaga yang melebihi kemampuan tubuh untuk aktiviti menuai dan memangkas. Pada peringkat ini, penuai berhadapan dengan risiko GRO seperti penghasilan tenaga yang melampau, pergerakan berulang-ulang, pergerakan tangan yang melampau dan postur membongkok. Menurut McCurdy et al. (2003); Meyers et al. (1997), menyatakan bahawa GRO yang terjadi tidak membawa maut tetapi kecederaan yang paling biasaberlaku pada pekerja dalam bidang pertanian, terutama sekali pekerja yang terlibat dalam amalan kerja yang dilakukan secara intensif.

Secara amnya, penggunaan alat pahat untuk menuai BTS boleh mendatangkan kecederaan yang tidak di duga pada jangka masa panjang seperti sindrom GRO. Menurut Takala et al. (2005), 40% kos perubatan adalah berpunca daripada GRO yang mempunyai kaitan dengan kerja yang dilakukan. Salah satu daripada faktor utama kepada penyumbang kecederaan adalah reka bentuk alatan yang digunakan adalah tidak bersesuaian.

Tahap kualiti reka bentuk alat pahat yang rendah dan tidak mengikut garis panduan ergonomik merupakan salah satu faktor yang menjadi penyumbang kepada tekanan biomekanik, peningkatan risiko trauma secara kumulatif serta gangguan urat saraf (Anderson & Chaffin, 1986), meningkatkan risiko kecederaan dan kesan GRO untuk jangka masa yang panjang. Tiwari et al. (2002), melaporkan bahawa kadar nisbah keseluruhan kecederaan dalam sektor pertanian adalah 1.25/1000 pekerja/tahun di negara India. Menurut Tiwari et al. (2002), dianggarkan 77.6% daripada semua kejadian adalah disebabkan daripada

sektor yang melibatkan jentera ladang, 11.8%berpunca daripadaalatan tangan yang digunakandanselebihnya10.6%disebabkanolehfaktor-faktor lain seperti terjatuh, gigitan binatang liar dan lain-lain.

Dalam konteks mereka bentuk alatan tangan, ukuran antropometrik pada anggota tangan diperlukan. Ukuran antropometrik tangan digunakan di pelbagai aspek dalam industri jentera (Parcells et al. 1999),hal ini bertujuan supaya reka bentuk peralatan dan mesin lebih berkesan serta dapat memberikan keselesaan kepada pengguna. Secara amnya, bagi mendapatkan prestasi yang optimum di antara pengendali dan mesin, nilai kesepadanan atau kesesuaian yang betul di antara keperluan mesin atau peralatan dan keupayaan pengendali diperlukan. Dalam mereka bentuk peralatan tangan, pereka seharusnya menitikberatkan antara keperluan fisiologi pengguna yang ditentukan melalui garis panduan ergonomik dan keperluan fizikal pengguna (Kumar et al. (2008); Buchholz et al., 1992).

Dalam proses penghasilan reka bentuk rekaan, para jurutera/ergonomis perlumerujuk kepadadata antropometrik. Rekaan yang dihasilkan tidak dapat berfungsi dengan baik sekiranya tidak mematuhi prinsip ergonomik (Haslegrave, 1986). Perkara ini dapat mengurangkan kecekapan operasi dan menjadi tidak selamat serta menyebabkan ketidakselesaan kepada pengendali. (Gite & Singh, 1997).

Oleh yang demikian, perkara-perkara yang perlu diberikan penekanan dalam penghasilan alat tangan yang ergonomik adalah dengan berlandaskan prinsip ergonomik seperti ukuran antropometrik pengguna/pengendali dan faktor-faktor risiko yang boleh menjurus kepada GRO seperti keadaan postur janggal ketika mengendalikan alat, kedudukan posisi tangan dengan pemegang dan saiz alatan yang tidak bersepadanan dikalangan penuai sawit serta nilai estetika pada rekaan.

1.3 Justifikasi kajian

Kebanyakan kajian tertumpu kepada kaedah peningkatan dan penghasilan reka bentuk bagi meningkatkan hasil produktiviti buah sawit. Walau bagaimanapun, masih kurang penekanan diberikan kepada faktor-faktor risiko yang boleh mempengaruhi kesihatan pekerja ketikamengendalikan alat penuaian sawit kerana faktor-faktorini juga mampu memberi kesan kepada prestasi kerja dan membawa kesan sampingan pada masa depan seperti masalah GRO.

Kajian ini penting dijalankan kerana ketidaksepadanan alat berpotensi membawa kepada kesan kesihatan jangka masa yang panjang seperti GRO kepada penuai sawit dan ini boleh mendatangkan kesan pada produktiviti

kerja. Dalam bidang pertanian, kerja-kerja yang dilakukan melebihi kemampuan tangan merupakan salah satu faktor risiko yang membawa kepada gangguan pada anggota bahu (Fulmer et al., 2002). Menurut kajian Sen (1984), dengan melakukan pengubahsuaian pada bahagian pemegang dapat meningkatkan prestasi kerja menyodokserta mengurangkan kekerapan postur kerja membongkok atau postur membongkok tidak diperlukan lagi.

Kajian ini juga dapat mengenalpasti faktor risiko yang menjadi penyumbang kepada masalah GRO yang melibatkan bidang kerja, faktor sosio-demografik serta faktor psikososial. Oleh itu, kajian juga mengkaji perkara-perkara yang berpotensi menjurus kepada faktor risiko GRO yang secara khusus kepada penuai sawit yang menggunakan alat pahat. Sehubungan dengan itu, maklumat daripada kajian ini dapat membantu dalam proses mereka bentuk dengan mengenal pasti risiko hazard ergonomik dan faktor risiko lain yang melibatkan kesihatan pekerja bagi menghasilkan rekaan yang menepati keperluan ergonomik serta bersesuaian dengan keperluan penuai sawit yang menggunakan pahat bagi aktiviti memotong tandan buah sawit secara amnya di Johor.

Dengan adanya kajian seperti ini, permasalahan yang sering di alami oleh pekerja ladang sawit secara khususnya pemotong buah (penuai) dapat dikenalpasti. Di antara permasalahan yang dikenalpasti seperti masalah kesihatan yang dialami oleh pekerja dan kesesuaian alat tuaian dengan pekerja. Maklumat seperti ini dapat di gunakan oleh komuniti perladangan sawit serta negara secara amnya bagi tujuan penambahbaikan terhadap hasil produktiviti dan menggalakkan golongan muda dikalangan penduduk tempatan menceburi industri perladangan sawit.

1.4 Persoalan kajian

- I. Adakah pekerja – pekerja penuai (pemotong) sawit yang menggunakan alat pahat mengalami masalah kesihatan?
- II. Adakah postur kerja penuai (pemotong) sawit menyumbang kepada masalah kesihatan kepada pekerja yang menggunakan alat pahat?.
- III. Adakah saiz dan ukuran alat pahat (tuaian) bersesuaian dengan ukuran antropometrik penuai dan apakah kesannya kepada penuai?.
- IV. Adakah penambahbaikan pada alat tuaian (pahat) perlukan dilakukan yang berdasarkan keperluan kerja dan ukuran antropometrik penuai?.

1.5 Objektif kajian

1.5.1 Objektif umum

Mereka bentuk dan mengubahsuai rekaan alat penuaian bagi mengurangkan postur janggal yang berorientasikan kepada prinsip ergonomik dan menilai faktor risiko GRO yang secara khususnya pada bahagian atas badan dan belakang bawah di kalangan penuai sawit di Johor.

1.5.2 Objektif Spesifik

- I. Untuk menentukan prevalens kes GRO antara 12 bulan lepas dan 7 hari terakhir hari bekerja pada bahagian anggota tubuh badan atas dan belakang bawah di kalangan penuai sawit di Johor.
- II. Untuk mendapatkan maklumat yang berkaitan dengan alatan tangan yang digunakan dan kelaziman kesan kesihatan yang dialami oleh pekerja.
- III. Menilai postur kerja penuai sawit dengan menggunakan kaedah *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*.
- IV. Menentukan perkaitan faktor risiko dengan GRO pada bahagian anggota atas badan dan belakang bawah.
- V. Mengukur ukuran ketidaksepadanan ukuran alat yang digunakan oleh penuai sawit dengan ukuran antropometrik dan mencadangkan ukuran baru yang bersesuaian dengan penuai.
- VI. Mencadangkan reka bentuk baharu alat pahat berdasarkan kepada ukuran yang dicadangkan yang merangkumi data analisis yang telah dilakukan dan menilai keberkesanan rekaan baru terhadap postur kerja.

1.6 Hipotesis kajian

1. Terdapat perkaitan hubung kait antara faktor risiko dengan gangguan rangka otot pada anggota bahagian atas badan dan belakang bawah dikalangan penuai sawit.
2. Terdapat penurunan yang signifikan dari analisis RULA bagi rekabentuk alat tuaian ergonomik baru berbanding dengan alat tuaian sedia ada.

1.7 Kerangka konsep kajian

Kajian ini hanya memfokus kepada bidang pertanian dan khusus kepada penuai sawit yang menggunakan alat pahat bagi aktiviti penuaian. Reka bentuk pahat yang digunakan secara manual pada ketika itu untuk aktiviti penuaian buah sawit didapati terdapat beberapa faktor risiko yang menjadi penyumbang kepada masalah kesihatan dan memberi kesan kepada produktiviti kerja. Terdapat tiga pemboleh ubah tidak bersandar yang dikaji dalam kajian ini iaitu faktor risiko yang berhubung kait dengan kerja dan tidak berhubung kait dengan kerja, risiko ergonomik/postur tubuh janggal dan ukuran kesepadanan alat dengan data antropometrik (Kumar et al 2008).

Faktor risiko dalam reka bentuk alatan tangan yang ergonomik ialah perkara yang berhubung kait dengan kerja penuaian sawit seperti hari rehat (cuti) pekerja kerana hari tersebut penting untuk otot-otot pulih daripada keletihan. Sekiranya badan tidak mendapat rehat yang cukup maka secara khususnya otot tidak dapat membaiki dengan sendiri otot-otot yang tercedera. Otot-otot yang rosak boleh menyebabkan kecederaan secara kumulatif. Jangka masa bekerja merupakan jumlah waktu kerja yang diperuntukkan oleh penuai bagi melaksanakan tugas dalam sehari. Faktor ini adalah penting kerana dalam tempoh waktu itu penuai terdedah kepada semua faktor-faktor risiko yang boleh membawa kepada masalah GRO terutama sekali pada bahagian anggota atas badan dan belakang bawah. Kecederaan lepas yang berhubung dengan kerja adalah salah satu daripada faktor risiko terjadinya GRO yang secara khususnya pada anggota yang banyak terlibat untuk aktiviti penuaian seperti bahagian siku, lengan, tangan, leher, belakang atas dan belakang bawah yang pernah mengalami kecederaan. Situasi ini akan meningkatkan lagi potensi terdedah kepada gejala GRO (Mohd Nizam & Rampal, 2005).

Faktor risiko yang tidak melibatkan bidang pekerjaan responden juga harus diberi perhatian dalam mereka bentuk alatan tangan yang ergonomik agar penuai dapat memenuhi kesesuaian ruang kerja. Aktiviti pada waktu lapang

juga boleh memainkan peranan sebagai penyumbang kepada masalah kesihatan kerana aktiviti yang dilakukan seperti berkebun yang memerlukan postur tubuh dalam keadaan janggal dengan secara tidak langsung membantu meningkatkan risiko kepada GRO. Tahap pendidikan seseorang itu juga boleh mempengaruhi tahap kesedaran dalam menangani risiko yang terjadi dan kebarangkalian tahap risiko berlaku adalah berbeza-beza dan bergantung pada tahap pendidikan seseorang itu (Niu, 2010). Peningkatan tahap umur seseorang akan cenderung kepada gejala GRO kerana semakin berumur seseorang itu, semakin kurang tahap kemampuan tenaga dan kekuatan otot dapat dihasilkan (Kidd et al., 2000). Secara umumnya, banyak kajian telah membuktikan bahawa merokok merupakan faktor penyumbang kepada gejala GRO. Menurut Gamsky et al. (1992), peningkatan prevalens pekerja dalam sektor ladang yang merokok lebih daripada lapan bulan ada hubungkait dengan simptom gangguan pernafasan.

Semasa menghasilkan rekaan yang memenuhi keperluan dan mengikut perinsip ergonomik, postur kerja harus diambil perhatian kerana situasi kerja ketika mengendalikan alatan kerja dalam keadaan yang janggal seperti membongkokkan badan secara berulang-ulang, penggunaan tenaga yang berlebihan dan posisi tangan yang membengkok/berpintal akan menghasilkan kecederaan pada anggota yang terlibat serta akan menjurus kepada faktor risiko terjadinya masalah GRO secara kumulatif.

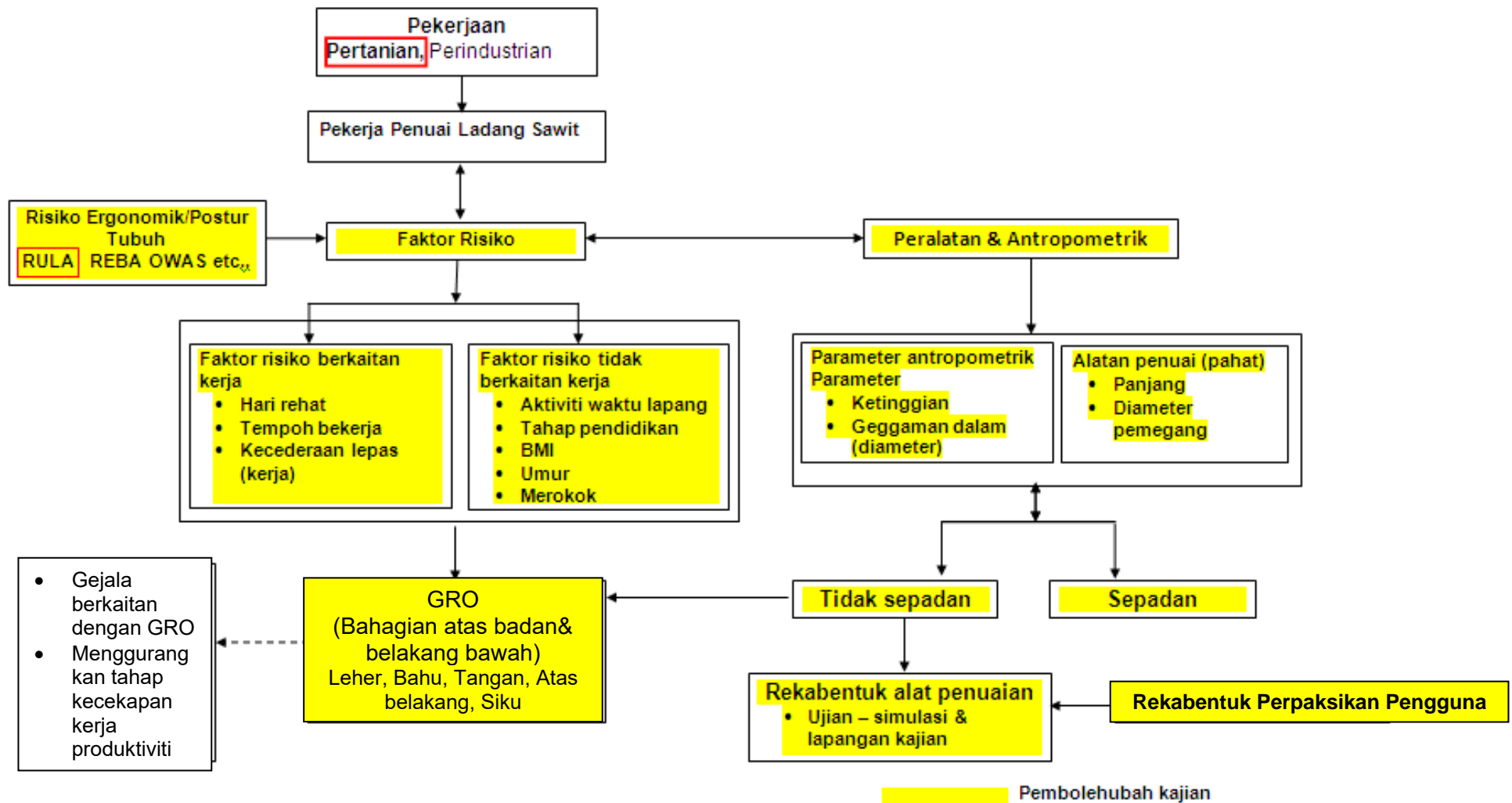
Data antropometrik yang diambil adalah ketinggian dan diameter genggam tangan dalam tangan. Manakala ukuran alat pahat yang diambil adalah panjang pahat dan diameter luar pahat dengan menggunakan kaedah Chaffin et al. (1991); Panero & Zelnik (1979), iaitu nilai yang melebihi 95% atau kurang 80% daripada nilai jumlah rujukan responden diklasifikasikan sebagai tidak sepadan.

Sehubungan dengan itu, nilai ukuran ketidaksepadanan sekiranya digunakan dalam penghasilan reka bentuk alatan tangan akan menyumbang kepada faktor risiko gejala GRO pada anggota tubuh badan terutama sekali pada bahagian tangan seperti kecederaan otot, ligamen otot koyak, patah dan gangguan pada urat saraf. Sebaliknya, gangguan dan kecederaan dapat dikurangkan dengan menggunakan nilai kesepadanan yang diperolehi melalui penyesuaian nilai antara ukuran alatan dan data antropometrik berdasarkan kepada 95% jumlah populasi kajian.

Pembolehubah bersandar dalam kajian ini adalah menghasilkan rekaan alat penuaian yang ergonomik berdasarkan kepada maklumat-maklumat daripada pembolehubah tidak bersandar seperti faktor risiko, risiko ergonomik dan data antropometrik serta ukuran alatan. Ukuran kesepadanan digunakan dalam penghasilan ukuran rekaan. Reka bentuk berpaksikan pengguna (RPP) digunakan dalam proses menghasilkan rekaan baru, diantara elemen- elemen yang diterapkan adalah pemilihan material,

keselamatan, inovatif, estetik, teknikal aspek, mesra pengguna, mudah dikendalikan, mengurangkan potensi masalah kesihatan dan faktor persekitaraan yang berlandaskan daripada pembolehubah kajian. Rekaan baru alat penuaian ergonomik dapat dihasilkan dengan berteraskan ciri-ciri ergonomik supaya dapat mengurangkan potensi kecederaan dan gejala GRO daripada berlaku. Rajah 1.1 menunjukkan kerangka kajian dalam menghasilkan rekaan alat penuaian baru yang berteraskan prinsip ergonomik.





Rajah 1.1: Kerangka konsep kajian

1.8 Definisi pembolehubah

1.8.1 Faktor risiko

Definisi konsep

Faktor-faktor yang menjadi penyumbang kepada terjadinya kecederaan atau gangguan otot rangka. Faktor risiko merupakan sesuatu yang boleh menjadi penyebab atau penyumbang kepada kecederaan (*Workers' Compensation Board of British Columbia, 2013*).

Definisi operasi

Faktor risiko pekerja yang menyebabkan atau menyumbang kepada GRO adalah kerja-kerja yang dilakukan secara berulang-ulang, secara paksaan, atau ketegangan berpanjangan pada anggota tangan seperti kekerapan mengangkat objek berat, menolak objek berat, menarik objek berat, atau membawa objek berat dan kedudukan postur badan dalam keadaan janggal yang berterusan. Aktiviti yang tidak melibatkan pekerjaan yang membawa kepada faktor risiko GRO adalah seperti bersukan, bermain badminton, berkebun, pertukangan, menjahit, dan bermain alat muzik (Kathleen et al., 2001).

1.8.2 Risiko ergonomik (postur tubuh)

Definisi konsep

Keadaan ruang kerja yang tidak ergonomik boleh menyebabkan gangguan visual, otot dan psikologi seperti tekanan pada mata, sakit kepala, keletihan, GRO seperti sakit belakang yang kronik, leher dan sakit bahu, gangguan trauma secara kumulatif, kecederaan pergerakan yang berlaku secara berulang-ulang, ketegangan psikologi, kebimbangan dan kemurungan (DOSH, 2008).

Definisi operasi

Risiko ergonomik ditakrifkan sebagai tekanan postur atau kedudukan anggota tubuh badan penuai sawit yang melampau dan dalam kedudukan janggal yang berlaku secara berulang-ulang ketika mengendalikan alat pahat yang menjadi penyumbang kepada masalah GRO. Faktor risiko ergonomik dikenal pasti melalui kaedah pemerhatian yang dijalankan dalam kajian lapangan terhadap kedudukan postur kerja penuai yang sedang menuai buah sawit yang berisiko tinggi mengalami masalah GRO melalui kaedah RULA.

1.8.3 Antropometrik dan alatan tangan

Definisi konsep

Antropometrik merupakan kajian ukuran tubuh badan manusia untuk membantudalam memahami variasi fizikal manusia dan membantu dalam klasifikasi antropologi Pheasant & Haslegrave (2006).

Definisi operasi

Menurut kajian Marras & Kim (1993); Hsiao et al. (2002), dimensi ukuran data antropometrik adalah berbeza-beza serta bergantung kepada jenis pekerjaan yang dilakukan oleh pekerja. Oleh yang demikian, hanya data antropometrik terpilih dan ukuran alatan yang terlibat seperti ukuran diameter genggam tangan, lebar tapak tangan, ketinggian responden, berat, panjang alatan dan diameter alat pahat di gunakan dalam kajian ini.

1.8.4 Gangguan rangka otot

Definisi konsep

Gangguan rangka otot adalah kecederaan, saraf, tendon, ligamen, sendi, rawan, atau tulang belakang. Putz-Anderson et al. (1997), mentakrifkan GRO sebagai satu kumpulan gangguan yang menjejaskan sistem anggota badan termasuk saraf, tendon, otot, dan yang menyokong struktur badan seperti tulang belakang.

Definisi Operasi

Dalam kajian ini GRO dikenalpasti dengan menggunakan *Standardized Nordic Questionnaire* (SNQ) oleh Kuorinka et al. (1987). Menggunakan kaedah SNQ yang telah di ubahsuai berdasarkan kehendak keadaan kerja. Gangguan rangka otot ditakrifkan sebagai kesakitanyangdilaporkanberlaku di dalamenambahagian anggota badanyangberbeza iaitu 1) leher, 2) bahu, 3) belakang atas, 4) belakang bawah, 5) siku dan 6) pergelangan tangan.



RUJUKAN

- Abras, C., Maloney-Krichmar, D., & Preece, J. (2004). User-centered design. *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction. Thousand Oaks: Sage Publications, 37(4), 445–456.*
- ACT514. Occupational Safety and Health Act and Regulations, 1994. Kuala Lumpur. MDC Publisher Sdn Bhd.
- Adetan, D. A., Adekoya, L. O., & Oladejo, K. A. (2007). An Improved Pole-and-Knife Method of Har vesting Oil Palms.
- Anderson, C. K., & Chaffin, D. B. (1986). A biomechanical evaluation of five lifting techniques. *Applied Ergonomics, 17(1), 2–8.*
- Allread WG, Wilkins JR, Waters TR, Marras W. S. (2004). Physical demands and low back-back injury risk among children and adolescents working on farms. *Journal Agriculture Safety Health. 10, 257-274.*
- Armstrong, T. J., Buckle, P., Fine, L. J., Hagberg, M., Jonsson, B., Kilbom, A., ... Viikari-Juntura, E. R. A. (1993). A conceptual model for work-related neck and upper-limb musculoskeletal disorders. *Scandinavian journal of work, environment & health, 73–84.*
- Ayoub, M.M., purswell, J., Hoag., 1975. Research requirement on hand tools. NIOSH Technical Report, The University of Oklahoma.
- Axmacher, b., & lindberg, h. (1993). Coxarthrosis in farmers. *Clinical orthopaedics and related research, 287, 82–86.*
- Barli, Ö., Elmali, D., Midilli, R., Aydintan, E., Üstün, S., Sagsöz, A., Gedik, T. (2005). Anthropometry of male and female children in Crèches in Turkey. *Collegium antropologicum, 29(1), 45–51.*
- Bejia, M.F., & Barr, A. E. (2006). Inflammation and the pathophysiology of work-related musculoskeletal disorders. *Brain, Behavior and Immunity, 20, 423-429.*
- Butler, R. A. (2006). Why is oil palm replacing tropical rainforests? Why are biofuels fueling deforestation? Retrieved 20 February 2013 from http://news.mongabay.com/2006/0425-oil_palm.html.
- Baron, S., Estill, C. F., Steege, A., & Lalich, N. (2001). *Simple solutions: Ergonomics for farm workers.* NIOSH Publications Dissemination.

- Bolstad, G., Benum, B., & Rokne, A. (2001). Anthropometry of Norwegian light industry and office workers. *Applied Ergonomics*, 32(3), 239–246.
- Bossen D.G., 2005. Office Ergonomics: Let's Get Practical. *Occupational Hazards* March, 43-47.
- Breen, R., Pyper, S., Rusk, Y., & Dockrell, S. (2007). An investigation of children's posture and discomfort during computer use. *Ergonomics*, 50(10), 1582–1592.
- Buchholz, B., Armstrong, T. J., & Goldstein, S. A. (1992). Anthropometric data for describing the kinematics of the human hand. *Ergonomics*, 35(3), 261–273.
- Chaffin, D. B., Andersson, G., & Martin, B. J. (1991). *Occupational biomechanics*. Wiley New York.
- Chapman, L., & Meyers, J. (2001). Ergonomics and musculoskeletal injuries in agriculture: recognizing and preventing the industry's most widespread health and safety problem. In *Agricultural safety and health conference proceedings*.
- Chuankai L. and Yinghui Z. (2004). *Carl Liu Design Book, 1st edition*. China: China Youth Press.
- Clagget, Christopher L. (2002). An analysis of the prevalence of musculoskeletal disorders in heavy, civil construction operations and the impact of job, age and experience. *University of Winconsin-Stout182*
- Cox, T., Thirlaway, M., & Cox, S. (1984). Occupational well-being: sex differences at work. *Ergonomics*, 27(5), 499–510.
- Da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2010). Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: a systematic review of recent longitudinal studies. *American journal of industrial medicine*, 53(3), 285–323.
- Das, B., & Grady, R. M. (1983). Industrial workplace layout design an application of engineering anthropometry. *Ergonomics*, 26(5), 433–447.
- Das, B., & Sengupta, A. K. (1996). Industrial workstation design: a systematic ergonomics approach. *Applied Ergonomics*, 27(3), 157–163.
- Davis, K. G., & Kotowski, S. E. (2007). Understanding the ergonomic risk for musculoskeletal disorders in the United States agricultural sector. *American journal of industrial medicine*, 50(7), 501–511.

- Dempsey, P. G., Burdorf, A., & Webster, B. S. (1997). The influence of personal variables on work-related low-back disorders and implications for future research. *Journal of occupational and environmental medicine*, 39(8), 748–759.
- Deros, B., Mohamad, D., Ismail, A. R., Lee, S. K. C., & Nordin, M. S. (2009). Recommended chair and work surfaces dimensions of VDT tasks for Malaysian citizens. *European Journal of Scientific Research*, 34(2), 156–167.
- Dewangan, K. N., Owary, C., & Datta, R. K. (2008). Anthropometric data of female farm workers from north eastern India and design of hand tools of the hilly region. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 38(1), 90–100.
- Disorders, N. R. C. (US). P. on M., Workplace, the, & (US), I. of M. (2001). *Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities*. Natl Academy Pr.
- DOSH (2008). Guidelines for hazard identification , risk assessment and risk control. Department of Safety and Health (DOSH) Malaysia.
- Drury, C. G. (1980). Handles for manual materials handling. *Applied Ergonomics*, 11(1), 35–42.
- Earle-Richardson, G., Jenkins, P. L., Slingerland, D. T., Mason, C., Miles, M., & May, J. J. (2003). Occupational injury and illness among migrant and seasonal farmworkers in New York State and Pennsylvania, 1997–1999: pilot study of a new surveillance method. *American journal of industrial medicine*, 44(1), 37–45.
- Eksioglu, M. (2004). Relative optimum grip span as a function of hand anthropometry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 34(1), 1–12.
- Eksioglu, M. (2006). Optimal work–rest cycles for an isometric intermittent gripping task as a function of force, posture and grip span. *Ergonomics*, 49(2), 180–201.
- Eksioglu, M., Fernandez, J. E., & Twomey, J. M. (1996). Predicting peak pinch strength: artificial neural networks vs. regression. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 18(5), 431–441.
- El-Metwally, A., Salminen, J. J., Auvinen, A., Macfarlane, G., & Mikkelsen, M. (2007). Risk factors for development of non-specific musculoskeletal pain in preteens and early adolescents: a prospective 1-year follow-up study. *BMC musculoskeletal disorders*, 8(1), 46.

- Ergonomics, E. (2004). A Guide to Selecting Non-Powered Hand Tools. *California Department of Industrial Relations and the National Institute for Occupational Safety and Health. DHHS (NIOSH) Publication, 164, 2004.*
- Firth, H., Herbison, P., McBride, D., & Feyer, A.-M. (2002). Low back pain among farmers in Southland, NZ. *Journal of occupational health and safety australia and new zealand, 18(2), 167–172.*
- Fulmer, S., Punnett, L., Tucker Slingerland, D., & Earle- Richardson, G. (2002). Ergonomic exposures in apple harvesting: Preliminary observations. *American journal of industrial medicine, 42(S2), 3–9.*
- Gamsky, T.E., Schenker, M.B., McCurdy, S.A., Samuels, S.J., 1992. Smoking, respiratory symptoms, and pulmonary function among a population of Hispanic farmworkers. *Chest Journal 101 (5), 1361- 1368.*
- Gite, L. P., & Singh, G. (1997). *Ergonomics in agricultural and allied activities in India.* Central Institute of Agricultural Engineering.
- Gite, L. P., & Yadav, B. G. (1989). Anthropometric survey for agricultural machinery design: an Indian case study. *Applied Ergonomics, 20(3), 191–196.*
- Gomez, M. I., Hwang, S., Stark, A. D., May, J. J., Hallman, E. M., & Pantea, C. I. (2003). An analysis of self-reported joint pain among New York farmers. *Journal of agricultural safety and health, 9(2), 143.*
- Gouvali, M. K., & Boudolos, K. (2006). Match between school furniture dimensions and children's anthropometry. *Applied Ergonomics, 37(6), 765–773.*
- Grant, K. A., Habes, D. J., & Steward, L. L. (1992). An analysis of handle designs for reducing manual effort: the influence of grip diameter. *International Journal of Industrial Ergonomics, 10(3), 199–206.*
- Grimmer, K., & Williams, M. (2000). Gender-age environmental associates of adolescent low back pain. *Applied Ergonomics, 31(4), 343–360.*
- Guo, H.-R., Tanaka, S., Halperin, W. E., & Cameron, L. L. (1999). Back pain prevalence in US industry and estimates of lost workdays. *American Journal of Public Health, 89(7), 1029–1035.*
- Harrington, J. M. (1994). Shift work and health--a critical review of the literature on working hours. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore, 23(5), 699–705.*

- Hartling, L., Pickett, W., & Brison, R. J. (1997). Non-tractor, agricultural machinery injuries in Ontario. *Can J Public Health*, 88(1), 32–35.
- Haslegrave, C. M. (1986). Characterizing the anthropometric extremes of the population. *Ergonomics*, 29(2), 281–301.
- Hassan, H.A. and Ahmad Rizal, A.B. (2008). Reka Bentuk Perindustrian (Pengenalan). Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Health, C. C. for O., & Safety. (1996). *Office ergonomics*. Canadian Centre for Occupational Health and Safety.
- Hendra, Suwandi Rahardjo (2009). Risiko Ergonomi Dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) Pada Pekerja Panen Kelapa Sawit, *Proceedings Seminar Nasional Ergonomi IX*, Semarang, Indonesia, D1-8.
- Hedge, A. (2005). RULA worksheet, Cornell University ergonomics web. Retrieved November.
- Hedge, Alan. Cornell University (2010). Hand Tool Design. Retrieved 09 February 2013 from <http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA3250pdfs/Hand%20Tools.pdf>
- Hedge, Alan, James, T., & Pavlovc-Veselinovic, S. (2011). Ergonomics concerns and the impact of healthcare information technology. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 41(4), 345–351.
- Hildebrandt, V. H. (1995). Musculoskeletal symptoms and workload in 12 branches of Dutch agriculture. *Ergonomics*, 38(12), 2576–2587.
- Holmberg, S., Stiernström, E.-L., Thelin, A., & Svärdsudd, K. (2002). Musculoskeletal symptoms among farmers and non-farmers: a population-based study. *International journal of occupational and environmental health*, 8(4), 339–345.
- Holmberg, S., Thelin, A., Stiernström, E.-L., & Svärdsudd, K. (2003). The impact of physical work exposure on musculoskeletal symptoms among farmers and rural non-farmers. A population-based study. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 10(2), 179–184.
- Hsiao, H., Long, D., & Snyder, K. (2002). Anthropometric differences among occupational groups. *Ergonomics*, 45(2), 136–152.

- Ian Rankine dan Thomas Fairhurst (1999). Canopy Management and Pruning. *Field Handbook. Oil Palm Series Vol.3 Mature* ; pp.59-62. Oxford Graphic Pte. Ltd.- Singapore.
- Ian Rankine dan Thomas Fairhurst (1999). Fresh Fruit Bunch Harvesting. *Field Handbook. Oil Palm Series Vol.3 Mature* ;pp.2-8. Oxford Graphic Pte. Ltd.- Singapore.
- Imrhan, S. N., & Farahmand, K. (1999). Male torque strength in simulated oil rig tasks: the effects of grease-smearred gloves and handle length, diameter and orientation. *Applied Ergonomics*, 30(5), 455–462.
- Jelani, A. R (1997), Design and Development of an Oil Palm Fresh Fruit Bunch Cutting Device. *Unpublished Master thesis*, Universiti Putra Malaysia, Malaysia
- Jelani, A. R., Ahmad, D., Hitam, A., Yahya, A., & Jamak, J. (1999). Reaction force and energy requirement for cutting oil palm fronds by spring powered sickle cutter. *Journal of Oil Palm Research*, 11(2), 114–122.
- Jelani, A. R., Hitam, A., Jamak, J., Noor, M., Gono, Y., & Ariffin, O. (2008). Cantas (tm)-a tool for the efficient harvesting of oil palm fresh fruit bunches. *Journal of Oil Palm Research*, 20, 548–558.
- Jeong, b. Y., & park, k. S. (1990). Sex differences in anthropometry for school furniture design. *Ergonomics*, 33(12), 1511–1521.
- Jones, G. T., Watson, K. D., Silman, A. J., Symmons, D. P. M., & Macfarlane, G. J. (2003). Predictors of low back pain in British schoolchildren: a population-based prospective cohort study. *Pediatrics*, 111(4), 822–828.
- Johari Mamat, 2012. Berita Sawit by MPOB, Retrieved 18 January 2013 from http://www.mpob.gov.my/images/stories/beritasawit/2012/11_nov/bs201211_07.jpg
- Kadefors, R., Areskoug, A., Dahlman, S., Kilbom, Å., Sperling, L., Wikström, L., & Öster, J. (1993). An approach to ergonomics evaluation of hand tools. *Applied ergonomics*, 24(3), 203–211.
- Kaul, R. N., & Ali, A. (1992). Gender issues in African farming: I. A case for developing farm tools for women. *Journal of farming systems research-extension*, 3.
- Kathleen M. Shear, Todd A. Christenson, James Kubisiak (2001), Ergonomics Guideline. *Minnesota Department of Employee Relations Safety and Industrial Hygiene Unit*. United States.

- Kelly, G., Dockrell, S., & Galvin, R. (2009). Computer use in school: its effect on posture and discomfort in schoolchildren. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 32(3), 321–328.
- Khan, M. K. J., Yusof, A. A., & Chew, N. A. A. (2005). *Keselamatan dan kesihatan pekerjaan dalam organisasi*. Prentice Hall/Pearson Malaysia.
- Kidd, P. S., McCoy, C., & Steenbergen, L. (2000). Repetitive strain injuries in youth. *Journal of the American Academy of Nurse Practitioners*, 12(10), 413–426.
- Kirkhorn, S. R., & Schenker, M. B. (2002). Current health effects of agricultural work: respiratory disease, cancer, reproductive effects, musculoskeletal injuries, and pesticide-related illnesses. *Journal of agricultural safety and health*, 8(2), 199.
- Kittusamy, N., Mayton, A., & Ambrose, D. (2004). Self-reported musculoskeletal symptoms among operators of farming equipment. In *Proceedings of the 2004 American Industrial Hygiene Conference*.
- Kotrlik, J. W. K. J. W., & Higgins, C. C. H. C. C. (2001). Organizational research: Determining appropriate sample size in survey research appropriate sample size in survey research. *Information technology, learning, and performance journal*, 19(1), 43.
- Krejcie, R. V, & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educ Psychol Meas*.
- Kumar, A., Singh, J. K., Mohan, D., & Varghese, M. (2008). Farm hand tools injuries: A case study from northern India. *Safety Science*, 46(1), 54–65. doi:10.1016/j.ssci.2007.03.003
- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied ergonomics*, 18(3), 233–237.
- Lämkkull, D., Hanson, L., & Örtengren, R. (2007). The influence of virtual human model appearance on visual ergonomics posture evaluation. *Applied Ergonomics*, 38(6), 713–722.
- Laubach, L. L., & McConville, J. T. (1967). Notes on anthropometric technique: Anthropometric measurements—right and left sides. *American journal of physical anthropology*, 26(3), 367–369.

- Lewis, W. G., & Narayan, C. V. (1993). Design and sizing of ergonomic handles for hand tools. *Applied Ergonomics*, 24(5), 351–356.
- Lin, R., & Kang, Y.-Y. (2000). Ergonomic design for senior high school furniture in Taiwan. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 44, pp. 6–39). SAGE Publications.
- MacKenzie, C. L., & Iberall, T. (1994). *The grasping hand* (Vol. 104). Access Online via Elsevier.
- Malek Mansor (1993). Economic of mechanization in oil palm cultivation in Malaysia. Paper presented to the Technical Advisory Committee, PORIM, Kuala Lumpur. 6-7 December 1993.
- Marras, W. S., & Kim, J. Y. (1993). Anthropometry of industrial populations. *Ergonomics*, 36(4), 371–378.
- Mazz, J.J., Lee, B.C., Gunderson, P.D., Stueland, D.T. (1997). Rural health care provides educational needs related to agricultural exposures. *Journal of Agricultural Health and Safety*. 3(4):207-215.
- McAtamney, L., & Corlett, E. N. (1994). RULA: A rapid upper limb assessment tool. *Contemporary Ergonomics*, 286.
- McAtamney, L., & Nigel Corlett, E. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied ergonomics*, 24(2), 91–99.
- McBeth, J., & Jones, K. (2007). Epidemiology of chronic musculoskeletal pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21(3), 403–425.
- McCurdy, S. A., Samuels, S. J., Carroll, D. J., Beaumont, J. J., & Morrin, L. A. (2003). Agricultural injury in California migrant Hispanic farm workers. *American journal of industrial medicine*, 44(3), 225–235.
- Meagher, S. W. (1987). Tool design for prevention of hand and wrist injuries. *The Journal of hand surgery*, 12(5), 855–857.
- Meyers, J. M., Faucett, J., Tejada, D. G., Kabashima, J., Miles, J. A., Janowitz, I., ... Weber, E. (2000). High risk tasks for musculoskeletal disorders in agricultural field work. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 44, pp. 616–619). SAGE Publications.

- Meyers, J. M., Miles, J. A., Faucett, J., Janowitz, I., Tejeda, D. G., & Kabashima, J. N. (1997). Ergonomics in agriculture: workplace priority setting in the nursery industry. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 58(2), 121–126.
- Meyers, J. R. (2001). *Injuries among farm workers in the United States, 1995*. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health.
- Miller, M. E., & Kaufman, J. D. (1998). Occupational injuries among adolescents in Washington State, 1988–1991. *American Journal of Industrial Medicine*, 34(2), 121–132.
- Mirmohammadi, S. J., Mehrparvar, A. H., Jafari, S., & Mostaghaci, M. (2011). An Assessment of the Anthropometric Data of Iranian University Students. *International Journal of Occupational Hygiene*, 3(2).
- Mital, A., Nicholson, A. S., & Ayoub, M. M. (1997). *A guide to manual materials handling*. CRC Press.
- Mohd Nizam, J., & Rampal, K. G. (2005). Study of Back Pain and Factors Associated with it Among Oil Palm Plantation Workers in Selangor. *Journal Occupational Safety Health*, 2, 36–41.
- "Mock-ups". Interaction-design.org. Retrieved 16 February 2013 from <http://www.interaction-design.org/encyclopedia/mock-ups.html>
- Murphy, S., Buckle, P., & Stubbs, D. (2007). A cross-sectional study of self-reported back and neck pain among English schoolchildren and associated physical and psychological risk factors. *Applied ergonomics*, 38(6), 797–804.
- Ng, Y. G., Shamsul Bahri M. T., Nor Hadibah T., Karmegam K. (2012). Prevalence and risk factor of musculoskeletal symptoms among harvesters: A preliminary study in oil palm plantation. *Malaysian Journal of Ergonomics*. 10, 1-12.
- Nicolay, C. W., & Walker, A. L. (2005). Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(7), 605–618.
- Niu, S. (2010). Ergonomics and occupational safety and health: An ILO perspective. *Applied Ergonomics*, 41(6), 744–753.
- NIOSH. 1997. Musculoskeletal disorders and workplace factors. *A critical review of epidemiologic evidence for work-related musculoskeletal disorders of the neck, upper extremity, and low back*. Publication no. 97-141.

- Norris, B., & Wilson, J. R. (1997). *Designing safety into products: making ergonomics evaluation a part of the design process*. University of Nottingham.
- Nurul Asyiqin M.A. (2009), *Development of Ergonomics Furniture for Primary School Children in Malaysia*. Unpublished Master thesis, Universiti Putra Malaysia, Malaysia.
- Oil World, 2012. Malaysia Palm Oil Council. MPOC. Retrieved 7 January 2013 from http://www.mpoc.org.my/Palm_Oil_Fact_Slides.aspx
- Osborne, A., Blake, C., McNamara, J., Meredith, D., Phelan, J., & Cunningham, C. (2010). Musculoskeletal disorders among Irish farmers. *Occupational medicine*, 60(8), 598–603.
- Owolarafe, O. K., & Arumughan, C. (2007). A review of oil palm fruit plantation and production under the contract-growers scheme in Andhra Pradesh and Tamil Nadu states of India.
- Palmer, K. T. (1996). Musculoskeletal Problems in the Tomato Growing Industry: "Tomato Trainer's Shoulder"? *Occupational medicine*, 46(6), 428–431.
- Panagiotopoulou, G., Christoulas, K., Papanicolaou, A., & Mandroukas, K. (2004). Classroom furniture dimensions and anthropometric measures in primary school. *Applied Ergonomics*, 35(2), 121–128.
- Panero, J., & Zelnik, M. (1979). *Human Dimension and Interior Space: A Sourcebook of Design Reference Standards*.
- Parcells, C., Stommel, M., & Hubbard, R. P. (1999). Mismatch of classroom furniture and student body dimensions: empirical findings and health implications. *Journal of Adolescent Health*, 24(4), 265–273.
- Parikh, M. (1980). Hand tools for small and marginal farmers. In *XVII annual convention of Indian Society of Agricultural Engineers, New Delhi, India*.
- Park, H., Sprince, N. L., Whitten, P. S., Burmeister, L. F., & Zwerling, C. (2001). Risk factors for back pain among male farmers: analysis of Iowa Farm Family Health and Hazard Surveillance Study. *American journal of industrial medicine*, 40(6), 646–654.
- Patkin, M. (2001). A checklist for handle design. *Ergonomics Australia On-Line*, 15.

- Pheasant, S. T., & Haslegrave, C. M. (2006). *Bodyspace: anthropometry, ergonomics, and the design of work*. CRC Press.
- Piaw, C. Y. (2009). *Kaedah dan Statistik Penyelidikan; Statistik Penyelidikan Lanjutan Ujian Regresi, Analisis Faktor dan Analisis SEM*. Malaysia, Mc Graw Hill Education.
- Prado-León, L. R., Avila-Chaurand, R., & González-Muñoz, E. L. (2001). Anthropometric study of Mexican primary school children. *Applied Ergonomics*, 32(4), 339–345.
- Pratt, D. S., Marvel, L. H., Darrow, D., Stallones, L., May, J. J., & Jenkins, P. (1992). The dangers of dairy farming: the injury experience of 600 workers followed for two years. *American journal of industrial medicine*, 21(5), 637–650.
- Putz-Anderson, V., Bernard, B. P., Burt, S. E., Cole, L. L., Fairfield-Estill, C., Fine, L. J., ... Hurrell Jr, J. J. (1997). Musculoskeletal disorders and workplace factors. *National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)*.
- Ramana, C., Ananthakrishnan, D. (2002). Modified hand hoe handle for operational comfort. *Indian J. Dryland Agric. Res. Devel*, 17 (1), 28-32.
- Ramli Abdullah, Azman Ismail, Ayatollah Khomeini A. Rahman (2011). Labour requirements in the Malaysian Oil Palm Industry in 2010. *Oil palm industry economic journal*, 11(2), 1-12.
- Roobazar, A., Bosker, G. W., & Richerson, M. E. (1979). A theoretical model to estimate some ergonomic parameters from age, height and weight. *Ergonomics*, 22(1), 43–58.
- Rosecrance, J., Rodgers, G., & Merlino, L. (2006). Low back pain and musculoskeletal symptoms among Kansas farmers. *American journal of industrial medicine*, 49(7), 547–556.
- Rosnah, M. Y., & Sharifah_Norazizan, S. A. R. (2009). Anthropometry dimensions of older Malaysians: comparison of age, gender and ethnicity. *Asian Social Science*, 5(6), P133.
- Safety, C. C. for O. H. and, & Stones, I. (1989). *Ergonomics: a basic guide*. Hamilton, Ont.: Canadian Centre for Occupation Health and Safety.
- Sancho-Bru, J. L., Giurintano, D. J., Perez-Gonzalez, A., & Vergara, M. (2003). Optimum tool handle diameter for a cylinder grip. *Journal of Hand therapy*, 16(4), 337–342.

Sanders, M. S., & McCormick, E. J. (1987). *Human factors in engineering and design*. McGRAW-HILL book company.

Schell, L. M., Johnston, F. E., Smith, D. R., & Paolone, A. M. (1985). Directional asymmetry of body dimensions among white adolescents. *American journal of physical anthropology*, 67(4), 317–322.

Schultz, B. (1994). Proper Ergonomics Must Be Integral to Design of Power Tools. *Welding Journal Including Welding Research Supplement*, 73(6), 81–82.

Sen, R. N. (1984). Application of ergonomics to industrially developing countries. *Ergonomics*.

Shehab, D. K., & Al-Jarallah, K. F. (2005). Nonspecific low-back pain in Kuwaiti children and adolescents: associated factors. *Journal of adolescent health*, 36(1), 32–35.

Snook, S. H. (1987). Approaches to preplacement testing and selection of workers. *Ergonomics*, 30(2), 241–247.

Snook, S. H., Campanelli, R. A., & Hart, J. W. (1978). A study of three preventive approaches to low back injury. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 20(7), 478–481.

Sparks, K., Cooper, C., Fried, Y., & Shirom, A. (1997). The effects of hours of work on health: A meta-analytic review. *Journal of occupational and organizational psychology*, 70(4), 391–408.

Spurgeon, A., Harrington, J. M., & Cooper, C. L. (1997). Health and safety problems associated with long working hours: a review of the current position. *Occupational and Environmental Medicine*, 54(6), 367–375.

[Stedman's Medical Dictionary](http://www.medilexicon.com/medicaldictionary.php?t=1007). MediLexicon International Ltd © 2004-2013. Retrieved 15 February 2013 from <http://www.medilexicon.com/medicaldictionary.php?t=1007>

Stephani M. (2002). Power Tools Go Ergonomic. *Remodeling Magazine*, November, Retrieved 09 February 2013 from <http://www.remodeling.hw.net/tools-and-equipment/power-tools-go-ergonomic.aspx>

Stocks, S. J., Turner, S., Carder, M., Hussey, L., McNamee, R., & Agius, R. M. (2010). Medically reported work-related ill-health in the UK agricultural sector. *Occupational medicine*, 60(5), 340–347.

- Struttmann, T. W., & Reed, D. K. (2002). Injuries to tobacco farmers in Kentucky. *Southern medical journal*, 95(8), 850–hyhen.
- Taechasubamorn, P., Nopkesorn, T., & Pannarunothai, S. (2011). Prevalence of low back pain among rice farmers in a rural community in Thailand. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet thangphaet*, 94(5), 616.
- Takala, J. (2005). Introductory report: Decent work–Safe work.
- Tarcan, E., Varol, E. S., & Ates, M. (2004). A qualitative study of facilities and their environmental performance. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 15(2), 154–173.
- Tiwari, P. S., Gite, L. P., Dubey, A. K., & Kot, L. S. (2002). Agricultural injuries in Central India: nature, magnitude, and economic impact. *Journal of agricultural safety and health*, 8(1), 95–111.
- Tunay, M., & Melemez, K. (2008). An analysis of biomechanical and anthropometric parameters on classroom furniture design. *African Journal of Biotechnology*, 7(8).
- Ulijaszek, S. J., & Mascie-Taylor, C. G. N. (1994). *Anthropometry: the individual and the population*. Cambridge University Press Cambridge.
- Van Amelsvoort, L. G. P. M., Schouten, E. G., & Kok, F. J. (2004). Impact of one year of shift work on cardiovascular disease risk factors. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 46(7), 699–706.
- Van der Hulst, M. (2003). Long workhours and health. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 171–188.
- Vanderwal, L., Rautiainen, R., Kuye, R., Peek-Asa, C., Cook, T., Ramirez, M., ... Donham, K. (2011). Evaluation of long-and short-handled hand hoes for land preparation, developed in a participatory manner among women vegetable farmers in The Gambia. *Applied Ergonomics*, 42(5), 749–756.
- Villarejo, D., & Baron, S. L. (1999). The occupational health status of hired farm workers. *Occupational medicine (Philadelphia, Pa.)*, 14(3), 613.
- Walker-Bone, K., & Palmer, K. T. (2002). Musculoskeletal disorders in farmers and farm workers. *Occupational medicine*, 52(8), 441–450.
- Wang, M.-J. J., Wang, E., & Lin, Y.-C. (2002). The anthropometric database for children and young adults in Taiwan. *Applied Ergonomics*, 33(6), 583–585.

- Watson, K. D., Papageorgiou, A. C., Jones, G. T., Taylor, S., Symmons, D. P. M., Silman, A. J., & Macfarlane, G. J. (2002). Low back pain in schoolchildren: occurrence and characteristics. *Pain*, 97(1), 87–92.
- Wedderkopp, N., Leboeuf-Yde, C., Andersen, L. B., Froberg, K., & Hansen, H. S. (2001). Back pain reporting pattern in a Danish population-based sample of children and adolescents. *Spine*, 26(17), 1879–1883.
- Workers' Compensation Board of British Columbia, Work Safe BC. Retrieved 13 January 2013 from <http://www2.worksafebc.com/Publications/OHSRegulation>.
- Whole Foods Market. (2006). Palm oil. Retrieved 25 Mac 2013 from <http://www.wholefoodsmarket.com/healthinfo/palmoil.html>
- Woolf, A. D., & Pfleger, B. (2003). Burden of major musculoskeletal conditions. *Bulletin of the World Health Organization*, 81(9), 646–656.
- Xiang, H., Stallones, L., & Keefe, T. J. (1999). Back pain and agricultural work among farmers: an analysis of the Colorado Farm Family Health and Hazard Surveillance Survey. *American journal of industrial medicine*, 35(3), 310–316.
- Yeow, P. H. P., & Nath Sen, R. (2003). Quality, productivity, occupational health and safety and cost effectiveness of ergonomic improvements in the test workstations of an electronic factory. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 32(3), 147–163.
- Zhou, C., & Roseman, J. M. (1994). Agricultural injuries among a population-based sample of farm operators in Alabama. *American journal of industrial medicine*, 25(3), 385–402.