

---

*Technical Paper***Studi Gerak Kerja Pemanenan Kelapa Sawit Secara Manual***Motion Study of Oil Palm Manual Harvesting*

M. Faiz Syuaib, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian, Bogor,

Email: faizs@ipb.ac.id

Nugrahaning Sani Dewi, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian, Bogor,

Email: nugrahaningsani@gmail.com

Tri Novita Sari, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian, Bogor,

Email: tri\_novita\_sari@yahoo.com

**Abstract**

*Good harvesting technique and timing is necessary to result good productivity in oil-palm industries. The harvesting activity is mostly conducted by 'human powered' manual handling which quite arduous and risky in term of work safety and musculoskeletal disorders (MSD). This research deals with anthropometry and motion study to analyse manual harvesting activity in oil palm plantation so the activity can be done in more safety, efficient and productive. Motion study using Natural Range of Motion (ROM) is applied to know the level of motion risk based on ROM indeks and appropriate antropometry. Manual harvesting tasks by using conventional tools named 'dodos' and 'egrek' were studied in this research. The aims of this research is to know the pattern and risks distribution of the work motions, and then to determine a good harvesting procedure to minimize the risk. The anthropometry result show that the harvester posture is ideal and uniform. The 'cutting with egrek (CuE)' was found as the most risky work element in the manual harvesting task, and the MSD risks occur on the neck, shoulder, forearm, back and ankle. Such work procedures should be designed and appropriate working distance and length of tool are required to prevent the risks. Work motion simulation revealed that 1.5, 2.5, 5.5, and 8.5 m are suitable working distance to harvest 3, 6, 12 dan 18 m height of targeted bunches, respectively.*

**Keywords:** *ergonomic, manual harvesting, oil palm, motion study, anthropometry*

**Abstrak**

Teknik dan waktu pemanenan yang tepat diperlukan untuk mencapai produktivitas yang baik di industri kelapa sawit. Kegiatan panen sawit secara umum masih dilakukan secara manual mengandalkan tenaga manusia yang tergolong cukup sulit dan beresiko tinggi dalam hal keselamatan kerja dan gangguan *muskuloskeletal* (MSD). Tujuan dari kajian ini adalah untuk menganalisis kegiatan panen-muat kelapa sawit di beberapa perkebunan sawit dengan pendekatan ergonomi dan mekanisme kerja yang optimal, baik dari sudut pandang efektivitas maupun keselamatan kerja. Lingkup yang dikaji dalam kajian ini adalah berfokus pada analisis antropometri serta gerak kerja pemanenan dengan pendekatan selang gerak alami (*natural Range of Motion*: ROM). Kajian ini juga meliputi dua metode dan alat panen yang lazim digunakan, yaitu 'dodos' dan 'egrek'. Hasil analisis antropometri secara umum menunjukkan bahwa pemanen di ketiga lokasi memiliki karakteristik postur tubuh yang relatif sama. Analisis gerak membuktikan bahwa elemen kerja yang terkait pemotongan tandan buah segar (TBS) memiliki resiko yang lebih tinggi dibandingkan dengan elemen kerja yang terkait dengan evakuasi dan pengumpulan TBS. Elemen kerja 'cutting egrek (CuE)' teridentifikasi sebagai pekerjaan paling beresiko, dimana segmen tubuh yang paling beresiko adalah leher, bahu, punggung-pinggang, lengan hingga pergelangan kaki. Desain ergonomis terkait prosedur dan jarak kerja diperlukan untuk meminimasi resiko tersebut, dan hasil simulasi menunjukkan bahwa jarak kerja yang ideal dan aman untuk ketinggian target potong (TBS) 3, 6, 12 dan 18 m berturut-turut adalah 1,5, 2,5, 5,5 dan 8,5 m.

**Kata Kunci :** ergonomika, pemanenan manual, kelapa sawit, studi gerak, antropometri

*Diterima: 02 Desember 2014 ; Disetujui: 24 Februari 2015*

**Pendahuluan**

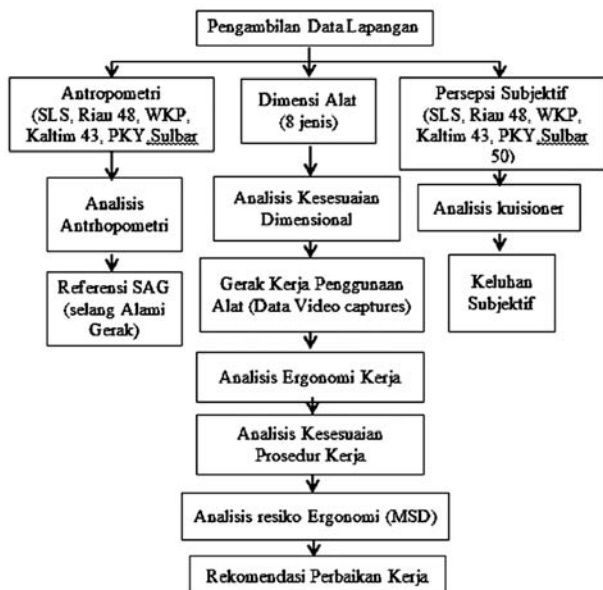
Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tumbuhan penghasil minyak yang potensial. Menurut FAO (2002) dengan *yield* yang tinggi, kelapa sawit dapat menghasilkan lebih dari 20 ton tandan buah segar (TBS)/ha setiap tahunnya di bawah pengelolaan ideal yang sama dengan 5 ton minyak/ha/tahun. Proses budidaya berperan sangat penting untuk menghasilkan produk akhir, baik kuantitas maupun kualitas. Panen merupakan kegiatan penting dalam kegiatan budidaya dan pengelolaan kelapa sawit. Keberhasilan pemanenan akan menunjang pencapaian produktivitas tanaman (Pusat Penelitian Kelapa Sawit, 2007). Dewasa ini, alat dan sistem yang digunakan untuk panen dan muat sawit pada umumnya adalah secara manual oleh petani dengan menggunakan alat dodos dan egrek untuk panen serta gerobak atau angkong untuk angkut muat. Beberapa jenis alat atau teknologi sudah banyak diintrodusir dan digunakan saat ini, untuk sebagian kondisi alat/teknologi tersebut cukup efektif, tetapi untuk beberapa kondisi lainnya sulit atau pun kurang ekonomis untuk diaplikasikan. Kegiatan pemanenan secara manual juga berpotensi untuk menimbulkan permasalahan keselamatan dan kesehatan kerja (K3). Hasil penelitian Hendra dan Rahardjo (2009) tentang keluhan *Musculoskeletal Disorders (MSD)* pada pemanen kelapa sawit menyatakan bahwa resiko pekerjaan pemanenan (panen dan muat) mempunyai kategori tinggi (skor 8-10) berdasarkan metode *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*. Oleh karena itu, kegiatan panen yang secara umum masih mengandalkan kerja manual perlu dikaji secara ergonomi, direncanakan dan diorganisir sehingga metode dan kapasitas panen yang optimal dapat ditentukan sesuai dengan kapasitas tenaga panen dan kaidah-kaidah keselamatan dan

kesehatan kerja.

Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi acuan sekaligus pertimbangan solutif untuk menyempurnakan dan mengoptimalkan peforma sistem dan mekanisme kerja yang dilaksanakan saat ini sehingga produktivitas kerja ‘panen-angkut’ dapat dioptimalkan. Selain itu, hasil kajian ergonomi ini dapat dijadikan referensi untuk merumuskan standar operasi serta target kerja pemanenan yang ideal untuk dilaksanakan di perkebunan sawit. Tujuan dari kajian ini adalah untuk menganalisis kegiatan panen-muat kelapa sawit di beberapa kebun di PT Astra Agro Lestari dengan pendekatan ergonomi dan mekanisme kerja yang optimal, baik dari sudut pandang efektivitas, efisiensi dan produktivitas maupun keselamatan dan kenyamanan kerja. Lingkup yang dikaji dalam kajian ini adalah analisis gerak pemanenan (*motion analysis*) yang dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dan resiko ergonomis pemanenan berdasarkan indeks selang alami gerak dan kesesuaian antropometri pemanen.

**Bahan dan Metode**

Pengambilan data lapangan dilaksanakan pada tanggal 26 Juni - 4 Agustus 2012 di tiga lokasi Perkebunan Kelapa Sawit PT Astra Agro Lestari, Tbk yaitu di PT Waru Kaltim Plantation (WKP), Kalimantan Timur, PT Sari Lembah Subur (SLS), Riau, dan PT Pasangkayu (PKY), Sulawesi Barat. Selanjutnya data dari lapang diolah dan dianalisis di Laboratorium Ergonomika Fakultas Teknologi Pertanian, IPB pada Agustus sampai Februari 2013. Alat yang digunakan adalah *digital video camera* antropometer, seperangkat alat tulis dan komputer. Beberapa *software* pendukung pengolahan dan analisis data, diantaranya *spread sheet*, *computer aided design (CAD)*, dan *Video Converter to Jpeg*. Subjek yang digunakan adalah pemanen kelapa sawit sebanyak 43 pemanen (WKP), 48 pemanen (SLS), dan 50 pemanen (PKY) untuk mengetahui antropometri pemanen kelapa sawit. Untuk mengetahui tingkat resiko gerakan pemanenan kelapa sawit menggunakan alat egrek dan dodos subyek yang digunakan adalah 5 pemanen (WKP), 9 pemanen (SLS), dan 11 pemanen (PKY). Alat panen yang diteliti dalam penelitian ini difokuskan pada alat panen egrek dan dodos. Secara umum, alur metodologis analisis gerak adalah sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Metode Analisis Gerak

**Observasi Pendahuluan**

Observasi pendahuluan dilaksanakan dengan tujuan untuk mengamati kondisi eksisting kerja di lapangan sehingga dapat diketahui gambaran umum sistem kerja, rangkaian kegiatan kerja, variasi kondisional lahan dan aktivitas kerja, peralatan, mengamati dan menentukan beberapa

Tabel 1. Elemen-elemen kerja pemanenan sawit.

No	Elemen Kerja	Lambang Huruf
1	Mengidentifikasi/verifikasi tandan matang	Ve
2	Menyiapkan alat panen	Pr
3	Memotong tandan dan pelepah	CuD/CuE
4	Mencacah dan memindahkan pelepah	Ba
5	Membuang sisa Tandan Buah Segar (TBS)/cangkam kodok	Ck
6	Memungut berondolan (buah yang terserak)	Br
7	Memuat tandan ke angkong	Lo
8	Perpindahan dari satu tempat ke tempat lain	Mo
9	Membongkar dan merapihkan tandan di Tempat Pengumpulan Hasil (TPH)	Un

faktor yang diduga kuat mempengaruhi proses dan produktivitas kerja panen. Hasil observasi ini selanjutnya dijadikan landasan untuk pengambilan data di lapangan. Kemudian, ditentukan kategorisasi kondisi kerja yang dianggap mempengaruhi tingkat kesulitan dan produktivitas kerja secara signifikan yang meliputi: tinggi pohon, relief topografis lahan dan kondisi atau struktur tanah.

**Pengambilan Data Lapangan**

Data yang diambil berupa rekaman video (gerak dan waktu) aktivitas kerja panen dengan menggunakan digital video camera, pengukuran antropometritubuhpemanendenganmenggunakan 51 parameter dimensi tubuh, pengukuran dimensi alat-alat yang digunakan untuk kerja panen, dan kuisener perspektif subjektif pemanen. Pengambilan data kondisi pengukuran dilakukan pada topografi teras (T), *rolling* (R), dan *flat* (F), lahan basah (B) dan kering (K), ketinggian pohon 3 m (H1), ketinggian pohon 3-6 m (H2), ketinggian pohon 6-12 m (H3) dan ketinggian pohon 12 m (H4). Topografi teras merupakan topografi yang memiliki bentuk lahan berundak-undak, topografi flat memiliki lahan berbentuk lahan datar agak bergelombang dan topografi *rolling* memiliki bentuk lahan berbukit dan bergelombang. Lahan kering merupakan lahan yang memiliki jenis tanah mineral dan kering sedangkan lahan basah memiliki jenis tanah organik (rawa) dan agak lembab namun tidak terendam oleh air.

Metodologi yang digunakan merupakan kombinasi dari pendekatan kesesuaian dimensional (*anthropometric*), selang alami gerak (*kinesthetic*) dan persepsi subjektif. *Antropometric* adalah analisis dimensi tubuh manusia. Data antropometri merupakan data yang digunakan untuk menentukan dimensi fisik dari ruang kerja, peralatan, *furniture* dan pakaian untuk memastikan terhindarnya ketidakcocokan antara dimensi alat dengan dimensi pengguna (Bridger 2003). Dalam kaitannya dengan studi ini, data-data dikumpulkan secara empiris dari pengukuran terhadap 101 orang subjek pemanen yang dipilih secara acak dari ketiga lokasi studi. Data yang diambil terdiri dari 51 parameter dimensi skeletal (skeletal dimension) pada posisi berdiri dan duduk. Selang alami gerak (SAG) adalah rentang angular gerakan persendian yang secara alami

dapat dilakukan oleh manusia normal pada setiap segmen tubuhnya. Semakin besar rentang gerak yang harus dilakukan bearti semakin besar pula upaya dan resiko yang harus dikeluarkan. Terdapat empat zona yang dihadapi manusia ketika duduk atau berdiri (Openshaw 2006) yaitu zona 0 (zona putih), zona 1 (zona hijau), zona 2 (zona kuning) dan zona 3 (zona merah).

**Analisis Ergonomi Gerak Kerja (*Motion Analysis*)**

Analisis ergonomi gerak kerja dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian prosedural kerja terhadap karakteristik alami fisiologi gerak (kinestetik) pekerja sehingga selanjutnya dapat dianalisis resiko ergonomi (MSD: *musculo-skeletal disorder*) yang mungkin terjadi pada pekerja panen. Tinggi rendahnya resiko kelelahan otot atau cidera akan berpengaruh terhadap tingkat produktivitas kerja.

Menurut Barnes (1980), study gerak (*motion study*) merupakan salah satu cabang dalam kajian ergonomi yang lazim dilakukan guna mendesain suatu metode atau prosedur atau cara kerja yang efektif – yaitu dengan *effort* sekecil mungkin untuk mendapatkan hasil sebaik mungkin – dimana prosedur atau metode kerja tersebut juga harus sesuai dengan karakteristik orang yang melakukannya. Oleh karena itu, *motion study* boleh juga dimaknai sebagai *work method design*.

Lebih lanjut, Barnes (1980) mengungkapkan bahwa studi gerak yang dilakukan bersamaan dengan studi waktu (*motion and time study*) merupakan pendekatan yang lazim digunakan untuk: (1) mendesain metode atau prosedur kerja yang sesuai, (2) standardisasi suatu operasi (pekerjaan), (3) menentukan waktu standar dari suatu pekerjaan, (4) training bagi operator dari suatu pekerjaan. Dalam kaitannya dengan penelitian ini, studi gerak dilakukan untuk mengevaluasi dan mendesain prosedur kerja yang lebih baik pada proses pemanenan sawit di lokasi studi.

**Hasil dan Pembahasan**

**Analisis elemen kerja**

Analisis elemen kerja dilaksanakan dengan

Tabel 2. Antropometri pemanen di ketiga lokasi studi'

No	Parameter Pengukuran	Rata-rata	SD	Min	Maks	Persentil		
						5	50	95
Posisi Berdiri								
1	Berat badan <sup>b</sup>	56.16	7.94	38.00	82.00	46.00	55.00	71.00
2	Tinggi badan	160.07	6.60	139.50	175.00	149.50	160.00	170.00
3	Tinggi mata	148.78	7.05	127.00	165.70	137.40	149.10	160.00
4	Tinggi bahu	133.03	5.93	115.90	145.10	123.00	133.50	141.20
5	Tinggi siku tangan	101.21	12.61	85.60	199.50	91.20	99.50	109.00
6	Tinggi pinggang	93.42	6.50	68.40	108.00	83.50	93.50	103.50
7	Tinggi pinggul	85.83	5.59	70.00	97.80	77.60	86.00	95.00
8	Tinggi genggam tangan ( <i>knuckle</i> )	68.34	5.54	52.70	93.40	60.00	68.10	76.00
9	Tinggi ujung tangan	57.84	4.67	42.20	82.10	51.50	57.90	63.00
10	Jangkauan tangan keatas terbuka	201.78	9.46	175.60	222.20	187.80	202.00	217.80
11	Jangkauan tangan keatas menggenggam	192.08	9.51	166.00	215.00	178.00	192.00	208.00
12	Jangkauan tangan kedepan terbuka	76.11	6.15	61.20	87.20	66.50	77.00	85.00
13	Jangkauan tangan kedepan menggenggam	65.85	5.17	54.90	89.30	57.70	66.00	73.50
14	Jengkal 2 tangan kesamping terbuka	165.64	13.98	60.60	196.50	152.50	167.30	178.00
15	Jengkal 2 tangan kesamping menggenggam	147.29	7.41	127.00	169.70	135.50	147.00	157.90
16	Jengkal 2 siku	84.25	6.07	56.50	99.00	73.00	84.60	93.00
17	Panjang telapak kaki	24.33	1.45	20.50	28.00	22.00	24.40	26.50
18	Lebar telapak kaki	10.45	0.76	8.40	13.00	9.30	10.50	11.50
Posisi Duduk								
19	Lebar telapak tangan	9.45	1.13	7.50	12.50	8.10	9.10	11.10
20	Panjang telapak tangan	18.33	4.80	8.20	71.90	16.40	18.00	20.00
21	Keliling genggam tangan	26.71	1.75	21.50	31.00	23.60	27.00	29.20
22	Panjang ibu jari	6.74	4.80	5.20	63.00	5.60	6.20	7.20
23	Panjang jari telunjuk	9.04	7.54	6.00	97.00	6.60	8.80	9.90
24	Panjang jari tengah	9.41	1.35	6.50	12.00	7.20	9.80	11.20
25	Panjang jari manis	9.43	8.65	6.00	110.40	6.80	9.00	10.50
26	Panjang jari kelingking	6.98	1.04	4.70	9.10	5.20	7.00	8.50
27	Panjang jengkal tangan	20.28	1.90	9.20	24.40	17.50	20.50	23.00
28	Tinggi duduk	82.22	3.82	73.00	93.00	76.00	82.30	88.20
29	Tinggi mata	70.82	3.85	61.70	80.50	64.00	71.20	77.00
30	Tinggi bahu	56.23	3.67	48.40	78.20	50.40	56.10	60.80
31	Tinggi siku tangan	21.30	3.11	14.40	30.00	16.70	21.00	26.00
32	Jangkauan tangan keatas terbuka	125.40	6.74	105.40	153.40	114.20	125.40	135.60
33	Jangkauan tangan keatas menggenggam	115.04	6.65	91.90	133.40	105.00	114.30	126.80
34	Tinggi lutut	48.68	2.98	40.20	58.00	44.50	49.00	53.00
35	Tinggi lipatan lutut dalam	40.49	2.94	33.00	51.00	36.00	40.30	45.00
36	Jangkauan tangan kebawah terbuka	73.28	3.88	63.20	87.00	67.20	73.70	79.00
37	Jangkauan tangan kebawah menggenggam	62.43	3.88	53.00	73.10	56.00	62.00	69.20
38	Panjang lengan atas	30.74	3.00	21.20	36.50	26.00	31.00	35.00
39	Panjang lengan bawah terbuka	43.80	2.63	38.00	50.00	39.40	44.00	48.00
40	Panjang lengan bawah terenggam	34.20	2.98	29.00	46.00	30.00	34.00	39.30
41	Jarak pantat lutut	53.28	3.06	45.60	60.00	48.10	53.50	58.00
42	Jarak pantat lipatan lutut dalam	43.58	3.33	36.00	51.00	37.90	43.40	49.00
43	Panjang leher	18.16	1.05	15.00	22.00	16.60	18.00	20.00
44	Lebar leher	16.12	1.25	14.00	20.00	14.60	15.90	19.00
45	Lebar bahu (biacromial)	31.22	5.81	21.00	86.00	23.00	31.40	35.50
46	Lebar bahu (bideltoid)	42.77	3.55	25.00	54.00	38.50	42.90	48.00
47	Lebar pinggul	31.88	2.61	26.00	38.40	28.00	32.00	35.90
48	Tebal dada	20.46	1.87	15.90	26.00	17.60	20.30	24.00

tujuan utama untuk mengetahui pola umum dan sekuensial dalam kerja pemanenan kelapa sawit. Kemudian pola dan sekuen tersebut di-dekomposisi menjadi elemen-elemen kerja untuk dapat dianalisis lebih detail dari segi gerak. Berdasarkan elemen-elemen kerja tersebut kemudian dianalisis kesesuaian, resiko maupun optimasi kerja panen dapat dilaksanakan.

Secara umum dapat disimpulkan adanya suatu "pola umum" sekuensial proses kerja pemanenan tandan buah segar (TBS) dari atas pohon hingga ke tempat pengumpulan hasil (TPH) dan satu siklus panen tersebut dapat didekomposisi menjadi 9 elemen kerja yang berpola dan berlaku secara umum serta satu elemen lain yang dinamakan "istirahat tersembunyi" (HR: *Hidden Rest*). Deskripsi elemen kerja pemanenan sawit disajikan pada Tabel 1.

**Analisis Anthropometri (Dimensi Tubuh) Pemanen**

Dalam kajian ini, 48 parameter anthropometri diambil secara acak dari 48 orang pemanen di SLS Riau, 43 orang pemanen di WKP Kaltim dan 50 orang pemanen di PKY Sulbar. Postur tubuh pemanen di ketiga lokasi adalah relatif ideal dan seragam. Tinggi badan rata-rata adalah 160 cm dan berat badan 55 kg. Koefisien keragaman untuk berat badan dan tinggi badan berturut-turut adalah sekitar 15% dan 5%. Rata-rata tinggi jangkauan tangan ke atas memegang adalah 190 cm di SLS, 191.5 di WKP dan 195.5 di PKY. Ringkasan antropometri pemanen di masing-masing lokasi pada persentil 5, 50 dan 95 disajikan pada Tabel 2. Data anthropometri sangat penting untuk dijadikan dasar dalam mendesain alat, perlengkapan dan prosedur kerja agar kesesuaian produktivitas menjadi optimal.

**Studi/Analisis Gerak**

Analisis atau studi gerak ini dilakukan dengan pendekatan *kinesiology* gerak kerja pemanenan dengan tolok ukur kesesuaian ataupun resiko gerak berdasarkan kriteria antropometri dan selang alami gerakan (SAG) tubuh. Analisis gerak kerja dimulai dengan mencermati rekaman video gerakan kerja oleh masing-masing subjek untuk masing-masing elemen kerja. Kemudian video tersebut di-*capture* menjadi segmen-segmen gerak untuk masing-masing ulangan data. Masing-masing segmen video tersebut diubah menjadi beberapa *frame* gerak yang mewakili sekuen yang ada. Contoh *frame* gerak untuk masing-masing elemen kerja dapat dilihat pada Gambar 2.

Berdasarkan hasil analisis gerak dan selang gerak alami (SAG) tiap elemen panen kelapa sawit secara keseluruhan, maka dapat dianalisis resiko ergonomi dalam aspek gerak kerja seperti yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 menjelaskan resiko gerak pada tiap-tiap segmen persendian secara akumulatif untuk masing-masing elemen kerja. Zona-0 (putih) dan zona-1 (hijau) merupakan zona yang aman untuk otot dan sendi subjek ketika bekerja; zona-2 (kuning) merupakan zona yang masih diperbolehkan namun dengan waktu yang singkat, beban tidak terlalu berat dan tidak terlalu repetitif, tetapi harus waspada dan berhati-hati untuk bekerja yang agak lama dan repetitive; sedangkan zona-3 (merah) merupakan zona yang seharusnya dihindari karena berbahaya untuk sendi dan otot (Openshaw 2006).

Mencermati hasil analisis dari perspektif ergonomi gerak, elemen-elemen kerja yang terkait evakuasi tandan buah segar (TBS) tergolong tidak terlalu beresiko dibanding elemen kerja yang terkait pemotongan TBS. Elemen kerja preparasi (Pr) dan



Gambar 2. Contoh *frame* gerak dan analisis gerak dari beberapa elemen kerja (Ve, Pr, Cu, Br, Ba, Ck, Lo, Mo, Un, Tr).

Tabel 3. Resiko Ergonomi dalam gerak kerja pada masing-masing elemen kerja pemanenan.

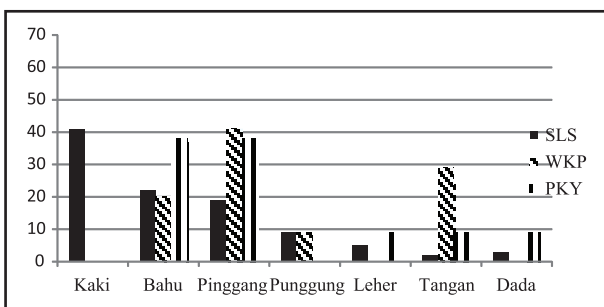
No	Elemen Kerja	NE	NF	BF	SF	AF	LE	LF	KF	AnF
1	Ve (Verifikasi)	3	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Pr(Preparasi)	3	-	2	3	2	-	1	2	3
3	CuD (Cutting dodos)	3	-	2	2	2	-	1	2	2
4	CuE (Cutting egrek)	3	-	2	3	3	-	1	2	3
5	Ba (Barking)	2	-	3	3	2	-	1	2	2
6	Ck (Cangkam Kodok)	3	-	3	3	2	-	2	2	-
7	Br (Berondolan):Jongkok	-	1	1	2	2	-	3	3	3
8	Br (Berondolan):Bungkuk	2	-	3	2	2	-	1	2	3
9	Lo (loading)	-	2	2	2	2	-	1	2	3
10	MoAT (moving angkong+tandan) dorong	2	-	2	1	1	-	-	2	-
11	MoAT (moving angkong+tandan) tarik	-	1	1	-	-	1	-	1	-
12	MoA (moving angkong) tarik	-	-	-	-	-	-	-	2	-
13	MoA (moving angkong) dorong	-	2	1	-	-	2	-	2	-
14	MoK (moving kosong)	-	2	1	-	1	-	1	2	-
15	MoT (moving tandan)	-	2	2	2	2	-	-	2	-
16	Un (unloading)	-	2	2	2	2	-	1	2	3
17	Tr (Trucking)	3	-	2	3	2	-	1	1	2

*Ket.*  : Zona 3 (bahaya),  : Zona 2 (hati-hati)  : Zona 1 (aman)  : Zona 0 (normal)

*NE:* neck extension, *NF:* neck flexion, *BF:* back flexion, *SF:* shoulder flexion, *AF:* arm flexion, *LE:* leg extension, *LF:* leg flexion, *KF:* knee flexion, *AnF:* ankle flexion

cutting-egrek (CuE) teridentifikasi sebagai pekerjaan yang paling beresiko dari sisi ergonomi gerak, dimana cedera akibat gerak beresiko tinggi terjadi di sebagian besar segmen vital tubuh, yaitu leher (NE), punggung-pnggang (BF), bahu (SF), lengan (AF) hingga pergelangan kaki (AnF) sebagai tumpuan beban. Secara spesifik, elemen kerja memuat truk (*trucking*: Tr) beresiko tinggi pada leher (NE) dan bahu (SF) sedangkan pada pinggang-punggung (BF), lengan (AF) dan kaki (AnF) diperlukan kehati-hatian dalam melakukan gerakan kerja.

Melihat ketepatan pemahaman dari para pekerja sendiri, hasil analisis kuisioner sebagaimana disajikan pada Gambar 3, menunjukkan bahwa persepsi subjektif tentang bagian tubuh yang paling lelah tidaklah sepenuhnya sama. Walaupun demikian, sebagian besar pemanen menyatakan bahwa bagian tubuh yang paling lelah adalah pinggang dan bahu, lalu secara lokasional diikuti



Gambar 3. Persepsi subjektif tentang bagian tubuh yang paling lelah berdasarkan hasil kuisioner 141 responden di SLS, WKP dan PKY.

oleh kaki dan tangan. Secara umum, para pemanen memiliki persepsi yang benar tentang bagian tubuh yang paling beresiko, oleh karena itu dapat dijadikan modal dasar untuk melakukan intervensi ergonomi guna mengurangi resiko kerja yang sekaligus juga berarti meningkatkan produktivitas. Perbaikan prosedur kerja, penyempurnaan desain alat dan penggunaan perlengkapan/pakaian pelindung diri adalah tiga alternatif yang dapat dilakukan.

**Gerak Elemen Kerja Cutting dengan Egrek (CuE)**

Penggunaan egrek jauh lebih dominan dibandingkan dodos untuk memanen secara umum. Egrek diunakan untuk memanen pohon > 3 m. Hasil analisis gerak membuktikan bahwa pemanenan dengan menggunakan egrek (CuE) relatif lebih sulit dan beresiko dibandingkan panen dengan dodos (CuD). Gambar 4 menunjukkan analisis selang alami gerak pada elemen kerja *cutting* dengan egrek saat gerakan posisi awal saat egrek sudah siap untuk ditarik yang berarti pisau egrek sudah dalam posisi mengait tandan kelapa sawit atau pelepah (a), gerakan menarik egrek yang pertama (b) dan yang terakhir adalah gerakan menarik egrek yang kedua sampai tandan kelapa sawit atau pelepah berhasil terpotong (c)

Gambar 4 merupakan contoh dari rangkaian gerakan *cutting* dengan menggunakan egrek pada lahan datar untuk tinggi target potong 3-6 m (E2) yang dilakukan oleh subjek C4. SAG maksimum untuk pengoperasian egrek pada gambar tersebut adalah 48 ekstensi leher (NE), fleksi punggung (BF) 9, fleksi lengan atas/ bahu (SF) 112, fleksi lengan bawah/

Tabel 4. Jarak aman yang terbentuk dari simulasi posisi dan gerak kerja yang aman untuk ketinggian target potong 3, 6, 12 dan 18 m.

No	Tinggi Target Potong ( <i>h</i> )	Tinggi Pemanen ( <i>t</i> )	Sudut Antara Batang Egrek dan Pohon ( $^{\circ}$ )	Jarak antara Pemanen dan Pohon ( <i>d</i> )
1	3	1.3	26 $^{\circ}$	1.5
2	6	1.3	26 $^{\circ}$	2.5
3	12	1.3	26 $^{\circ}$	5.5
4	18	1.3	26 $^{\circ}$	8.5

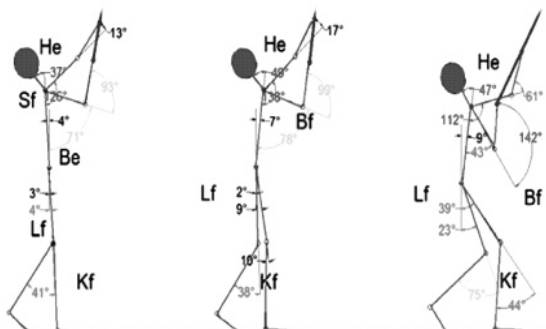
<sup>a</sup>Satuan panjang dalam m dan satuan sudut dalam derajat ( $^{\circ}$ )

siku (AF) 142, fleksi tungkai (LF) 39 dan fleksi lutut (KF) 44. Dengan demikian, zona 3 (merah, bahaya) beresiko pada leher (NE), bahu (SF) dan lengan/siku (AF). Zona 2 (kuning, hati-hati terjadi pada lutut (KF) sedangkan segmen tubuh lainnya relatif aman. *Cutting* egrek ini membutuhkan elemen kerja membutuhkan spesifikasi pekerja yang sekaligus memiliki keahlian (*skill*), pengalaman (*maturity*) dan tenaga (*power*). Ketiga spesifikasi tersebut sangat menentukan seberapa lama dan seberapa berat pekerjaan ini berlangsung, yang berarti pula akan menentukan resiko ergonomis yang mungkin mengikutinya. Oleh karena itu, prosedur kerja dan alat egrek (mata pisau maupun batang egrek) perlu didesain sedemikian rupa sehingga efektivitas kerja yang tetap tinggi dapat dilaksanakan dengan gerak kerja ergonomis dan aman. Dibandingkan dengan elemen kerja lainnya, *cutting* dengan menggunakan egrek memiliki karakteristik tekanan/kejut otot (*muscular impact*) yang relatif besar. Selain itu pekerjaan ini tergolong repetitif karena siklus tarikan egrek harus dilakukan beberapa kali. Oleh karena itu apabila gerakan dengan impak yang besar

dan repetitif tersebut terjadi pada zona-3 (merah, bahaya) maka akibatnya akan menaikkan resiko sekaligus juga tingkat fasilitasnya (*risk fatality*). Oleh karena itu, Perlengkapan Pelindung Diri (PPD) patut digunakan terutama pelindung (decker) untuk siku dan bahu, serta penggunaan sepatu kerja yang tepat (*safety shoe* setinggi di atas mata kaki) dapat berfungsi melindungi sendi pergelangan kaki sekaligus juga kaki secara keseluruhan.

**Jarak Kerja yang Aman**

Pada kegiatan *cutting* dengan egrek, resiko ergonomi tergolong tinggi sehingga memerlukan perbaikan prosedur kerja. Salah satu perbaikan prosedur kerja yaitu dengan cara membuat simulasi jarak kerja yang aman sehingga menghasilkan panduan prosedur jarak pemanenan yang aman. Simulasi jarak kerja yang aman dibuat dari informasi tingkat dan distribusi resiko gerakan setiap bagian tubuh pemanen, model manekin pemanen dan data dimensi alat. Dalam pembuatan simulasi ini ditentukan parameter-parameter yang mengatur 3 unsur utama yang berpengaruh dalam ergonomi



Gambar 4. Tiga tahapan gerakan *cutting* dengan menggunakan egrek.

**Pemanen**

- ✓ Antropometri pemanen → persentil 5
- ✓ Sudut gerak pemanen → leher, bahu dan lengan bawah
- ✓ Sudut pandang optimal → 15 $^{\circ}$  (Grandjean et al. 1984)

**Alat Panen**

- ✓ Jenis alat → dodos atau egrek
- ✓ Panjang alat → dodos (2.75 cm) dan egrek (1 sambungan = 3 m)

**Lingkungan Kerja**

- ✓ Tinggi target potong (pelepah atau tandan) → 3 m, 6 m, 12 m, 18 m
- ✓ Kondisi lahan → datar (F)

Gambar 5. Parameter simulasi jarak kerja yang aman.

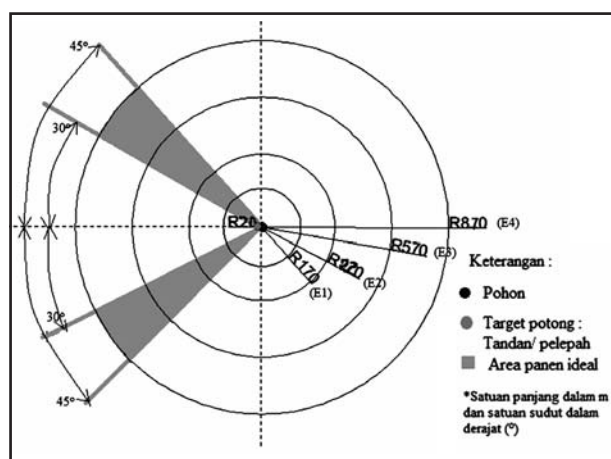
yaitu pengguna (*user*), alat dan lingkungan kerjanya. Parameter-parameter tersebut dijelaskan dalam Gambar 5.

Hasil simulasi jarak kerja yang aman untuk penggunaan egrek dapat dilihat pada Tabel 4. Jarak aman kerja juga menunjukkan radius kerja pemanen untuk setiap kategori tinggi pohon. Dalam simulasi yang dilakukan digunakan diameter pohon sawit yaitu 40 cm sebagai pusat area kerja. Jarak aman bagi pemanen agar sudut gerak kerjanya dibawah zona bahaya atau aman adalah 1.5 m, 2.5 m, 5.5 m, dan 8.5 m untuk tinggi maksimal target potong berturut-turut 3, 6, 12 dan 18 m. Radius jarak kerja pemanen untuk setiap kategori tinggi target potong dan posisi relatif pemanen terhadap target potong disajikan pada Gambar 6.

### Simpulan

Kajian ergonomi terhadap aktivitas panen-muat sawit telah dilaksanakan dengan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis antropometri pemanen di tiga lokasi menunjukkan bahwa postur tubuh pemanen relatif ideal dan seragam. Tinggi badan rata-rata adalah 160 cm dan berat badan 55 kg dengan koefisien keragaman untuk berat badan dan tinggi badan berturut-turut adalah 5% dan 5%.
2. Hasil analisis gerak mikro (*micro motion analysis*) menunjukkan bahwa segmen-segmen tubuh yang terlibat secara intensif dalam aktivitas panen-muat adalah leher, bahu, punggung-pinggang, lengan, tangan, tungkai, lutut, kaki dan pergelangan kaki.
3. Tinjauan perspektif ergonomi gerak menunjukkan bahwa elemen kerja yang terkait evakuasi TBS tidak terlalu beresiko dibandingkan elemen kerja yang terkait pemotongan TBS. Elemen kerja *cutting* egrek (CuE) teridentifikasi sebagai pekerjaan paling beresiko dari sisi ergonomi



Gambar 6. Radius jarak kerja pemanen untuk setiap kategori tinggi target potong dan posisi relatif pemanen terhadap target potong.

gerak, dimana segmen tubuh yang beresiko yaitu leher, bahu, punggung-pinggang, lengan hingga pergelangan kaki.

4. Jarak aman bagi pemanen agar sudut gerak kerjanya dibawah zona bahaya atau aman adalah 1.5 m, 2.5 m, 5.5 m, dan 8.5 m untuk tinggi maksimal target potong berturut-turut 3, 6, 12 dan 18 m.

### Saran

Perlu dilakukan tiga alternatif penyempurnaan metode panen muat yang meliputi perbaikan prosedur gerak kerja, penyempurnaan desain alat dan penggunaan perlengkapan alat pelindung diri untuk segmen tubuh yang beresiko seperti penggunaan *decker* untuk persendian punggung-pinggang, bahu, siku, *safety boots* untuk perlindungan pergelangan kaki dan *safety helmet* untuk perlindungan kepala dan leher.

### Ucapan Terima Kasih

PT Astra Agro Lestari, Tbk atas segala bantuan dan fasilitas yang telah diberikan sehingga penelitian ini dapat dilakukan dengan baik dan lancar.

### Daftar Pustaka

- Barnes, R.M. 1980. *Motion and Time Study: Design and Measurement of Work*. [handbook, 7<sup>th</sup> ed.]. John Wiley & Sons. New York & Toronto.
- Bridger, R.S. 2003. *Introduction to Ergonomics*. Taylor & Francis. London & New York.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2002. Small-Scale Palm oil processing in Africa. *Bulletin of FAO Agricultural Services*. Page 148 ISSN 1010-1365. Rome, Italy.
- Hendra dan S. Rahardjo. 2009. Risiko Ergonomi dan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Panen Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Ergonomi IX*. Halaman 27-32. Semarang.
- Openshaw S., E. Taylor. 2006. *Ergonomics and Design A Reference Guide*. [e-book] Allsteel inc. [diunduh 20 Mei 2012]. Tersedia pada: <http://www.allsteeloffice.com/ergo>.
- [PPKS] Pusat Penelitian Kelapa Sawit. 2007. *Budidaya Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kela Sawit. Jakarta
- Syuaib, M.F, et.al. 2012. *Kajian Ergonomi untuk Penyempurnaan Sistem & Produktivitas Kerja Panen-Muat Sawit di Kebun PT. Astra Agro Lestari*. [Laporan Hasil Kajian]. Kerjasama PT. Astra Agro Lestari, Tbk dan Fakultas Teknologi Pertanian IPB.