

Evaluasi Ergonomis Alat Angkut Cangkang Buah Sawit Berdasarkan Konsep Enase

Nofirza¹, Supardi²

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi UIN SUSKA Riau
Jl. HR. Soebrantas KM.15 Panam, Pekanbaru-Riau
e-Mail : nofirza.sahnov@uin-suska.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan lanjutan dari penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk mengevaluasi alat angkut cangkang buah sawit hasil rancangan berdasarkan konsep ENASE. Pengumpulan data dilakukan sebelum dan sesudah perancangan untuk data-data waktu kerja, denyut jantung, performance operator, dan penyebaran kuesioner kepada operator. Dari hasil pengolahan data diketahui bahwa alat angkut hasil rancangan lebih ergonomis dan memenuhi konsep ENASE jika dibandingkan dengan alat angkut sebelumnya. Dari sisi Efisiensinya, alat ini membutuhkan operator yang lebih sedikit dan waktu kerja yang lebih cepat (efisiensi 52,16%). Sisi Nyaman alat ini adalah kenyamanan pekerja pada pegangan dituas pendorong saat bekerja. Sisi Aman dapat dilihat dari kemampuan alat angkut menahan beban, lebar bak yang sesuai dengan lebar conveyor dan penggunaan roda untuk memperlancar pekerjaan. Sisi Sehat dapat diketahui dari hasil kuesioner bahwa alat ini tidak menimbulkan nyeri pada operator, memperlambat munculnya fatigue dan posisi kerja yang ergonomis. Dan dari sisi Efektif alat ini dapat dibuktikan menghasilkan produktivitas kerja yang lebih baik, yaitu dapat meningkatkan output standar sebesar 238%.

Kata kunci: alat angkut, efektif, efisien, ENASE, cangkang buah sawit

Abstract

This research was the continuation of the earlier research which conducted to evaluate the design of palm fruit shells material handling using ENASE (Efisien "Efficient", Nyaman "comfort", Aman "Safe", Sehat "Healthy", Efektif "Effective") concept. The data collected before and after the design processed for the standard time, heart beat rate, operator performance, and operator opinion from the questioners. The result showed the material handling designed made the system better than before. The Efficiency was showed by minimizing the working time (52,16%) and operator (50%). The Comfort gained by operator opinion that the handle is easy and comfort during the task. The Safety resulted from the using of wheel and tub which was appropriate with the worker and the conveyor. The Health was obtained from the reduce pain and suspended the fatigue from appears. While the Effective was accomplished from the standard output increasing (238%) which could sustain the productivity.

Keywords: effective, efficient, ENASE, material handling, cangkang buah sawit

1. Pendahuluan

Analisa dasar yang telah dilakukan dalam tahap perancangan alat angkut material handling pada penelitian sebelumnya memerlukan pembuktian secara empiris, sehingga dapat dikedepankan sebagai keberhasilan perancangan. Permasalahan penanganan material secara manual (*Manual Material Handling*) memang banyak menimbulkan kerugian bagi pihak pekerja dan akhirnya akan berakibat pada perusahaan. Di PT. Sari Lembah Subur II yang beralamatkan di Desa Genduang, Kecamatan Pangkalan Lesung, Kabupaten Pelalawan Provinsi Riau ini juga masih menggunakan pemindahan cangkang dan serat buah kelapa sawit yang merupakan bahan bakar ketel uap yang akan dimasukkan ke *chain grate stoker* (conveyor) oleh pekerja secara manual. Pekerjaan ini memberikan kontribusi pada tingginya tingkat kelelahan pekerja, karena pekerjaan dilakukan dengan gerakan berulang-ulang dan sikap kerja yang tidak sesuai dengan prinsip ergonomis.

Aspek-aspek Pendekatan Ergonomi Ergonomi

Secara ideal pendekatan ergonomi haruslah disesuaikan dengan peranan dan fungsi dari komponen-komponen sistem kerja yang terlibat yaitu manusia, mesin dan peralatan ataupun lingkungan fisik kerja. Peranan manusia dalam hal ini akan didasarkan pada kemampuan dan keterbatasannya terutama aspek pengamatan fisik atau psikologisnya. Demikian juga peranan atau fungsi mesin atau peralatan seharusnya ikut menunjang pekerja dalam melaksanakan tugas yang ditentukan. Mesin atau peralatan kerja juga berfungsi menambah kemampuan manusia yang tidak menimbulkan stress tambahan akibat beban kerja dan juga membantu melaksanakan kerja-kerja tertentu yang dibutuhkan tetapi berada diatas kapasitas atau kemampuan yang dimiliki manusia. Selanjutnya mengenai peranan dan fungsi dari

lingkungan fisik kerja akan berkaitan dengan usaha untuk menciptakan kondisi-kondisi kerja yang akan menjamin manusia dan mesin agar dapat berfungsi pada batas maksimalnya dalam kaitannya dengan lingkungan fisik kerja seringkali dijumpai bahwa perencana sistem kerja justru lebih memperhatikan mesin atau peralatan yang harus lebih dilindungi dari pada melihat kepentingan manusia dan pekerjanya [1].

Berkaitan dengan perancangan peralatan yang ergonomi dalam industri, maka ada beberapa aspek ergonomi yang harus dipertimbangkan yaitu sebagai berikut:

Sikap dan posisi kerja

Pertimbangan ergonomis yang berkaitan dengan sikap atau posisi kerja, baik duduk ataupun berdiri merupakan suatu hal yang sangat penting. Adanya sikap atau posisi kerja yang tidak mengenakan dan berlangsung dalam waktu yang lama, akan mengakibatkan pekerja cepat mengalami kelelahan serta membuat banyak kesalahan. Terdapat sejumlah pertimbangan ergonomis antara lain [11]:

4. Mengurangi keharusan operator untuk bekerja dengan sikap dan posisi membungkuk dengan frekuensi kegiatan yang sering dan waktu lama.
5. Pengaturan posisi kerja dalam jarak jangkauan normal operator tidak seharusnya duduk atau berdiri dalam waktu yang lama dengan kepala, leher, dada atau kaki dalam posisi miring.
6. Operator tidak seharusnya bekerja dalam frekuensi atau periode waktu yang lama dengan tangan atau lengan berada diatas *level* siku yang normal.

Dimensi Ruang Kerja

Dimensi ruang kerja akan dipengaruhi oleh dua hal pokok yaitu situasi fisik dan situasi kerja yang ada, didalam menentukan dimensi ruang kerja perlu diperhatikan lintasan jarak dan jangkau yang bisa dilakukan oleh operator, batasan-batasan ruang yang enak dan cukup memberikan keleluasaan gerak operator dan kebutuhan area minimum yang harus dipenuhi untuk kegiatan-kegiatan tertentu [11].

Kondisi lingkungan kerja

Adanya lingkungan fisik kerja yang bising, panas bergetar atau atmosfir yang tercemar akan memberikan dampak negatif terhadap kemampuan kerja maupun moral serta motivasi kerja. Suara-suara bising yang tidak terkendali tidak saja hanya merusak pendengaran manusia akan tetapi dapat juga mengganggu komunikasi suara yang dipakai di pabrik yang berguna untuk *signal* peringatan pada saat kondisi-kondisi darurat. Getaran-getaran yang tidak terkendali dari mesin dapat pula mempengaruhi performansi kerja mesin yang lain disamping itu pula dapat menimbulkan stres terhadap pekerja, kondisi-kondisi berbahaya yang diakibatkan oleh lingkungan fisik kerja yang tidak terkendali disebabkan oleh kurang diperhatikannya prinsip-prinsip ergonomi [11].

Resiko Kecelakaan Kerja Pada *Manual Material Handling*

Kegiatan *manual material handling* (MMH) melibatkan koordinasi sistem kendali tubuh seperti tangan, kaki, otak, otot dan tulang belakang. Bila koordinasi tubuh tidak terjalin dengan baik akan menimbulkan resiko kecelakaan kerja pada bidang *manual material handling* (MMH). Faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja *manual material handling* (MMH) dibagi menjadi dua faktor [5].

1. Faktor Fisik (*Physical Factor*)
Faktor ini bila dijabarkan terdiri dari suhu, kebisingan, bahan kimia, radiasi, gangguan penglihatan, postur kerja, gangguan sendi (gerakan dan perpindahan berulang), getaran mesin dan alat, permukaan lantai.
2. Faktor Psikososial (*Psychosocial Factor*)
Faktor ini terdiri dari karakteristik waktu kerja seperti shift kerja, peraturan kerja, gaji yang tidak adil, rangkap kerja, stress kerja, konsekuensi kesalahan kerja, istirahat yang pendek dan terganggu saat kerja.

Kerja Fisik dan Konsumsi Energi Kerja.

Secara umum yang dimaksudkan dengan kerja fisik (*physical work*) adalah kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya (*power*). Kerja fisik seringkali juga disebut sebagai "*manual operation*" dimana performans kerja sepenuhnya akan bergantung manusia baik yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) ataupun pengendali (*control*). Dalam hal ini kerja fisik ini, maka konsumsi energi (*energi consumption*) merupakan faktor utama dan tolak ukur yang dipakai sebagai penentu berat atau ringannya kerja fisik tersebut. Proses mekanisme kerja dalam berbagai kasus akan diaplikasikan sebagai jalan keluar untuk mengurangi beban kerja yang terlalu berat yang dipikul manusia, dengan mekanisme peran manusia sebagai sumber *energy* kerja akan digantikan oleh mesin. Hal ini akan memberikan kemampuan yang lebih besar lagi untuk penyelesaian aktivitas-aktivitas yang memerlukan energi fisik yang lebih besar dan berlangsung dalam periode waktu yang lama [11].

Standar Untuk Energi Kerja

Dari hasil penelitian mengenai fisiologi kerja diperoleh kesimpulan bahwa 5,2 Kcal/menit akan dipertimbangkan sebagai maksimum energi yang dikonsumsi untuk melaksanakan kerja fisik berat atau kasar secara terus menerus. Nilai 5,2 Kcal/menit dapat pula dikonversikan dalam bentuk konsumsi oksigen:

$$5,2 = \frac{\text{Kcal}}{\text{Menit}} = \frac{5,2}{4,8} = 1,08 \frac{\text{Liter Oksigen}}{\text{Menit}}$$

$$\frac{\text{Tenaga}}{\text{daya}} : 5,2 = \frac{\text{Kcal}}{\text{Menit}} = 5,2 \times 4,2 \frac{\text{KJ}}{\text{Menit}} = 21,84 \text{ KJ/menit}$$

$$21,84 \times \frac{1000}{60} = 364 \text{ watt}$$

Bilamana nilai metabolisme basal = 1,2 Kcal/menit maka energi yang dikonsumsi untuk kerja fisik berat adalah (5,2 - 1,2 = 4,0 Kcal/menit). Nilai kalori kerja 5,3 pada kondisi kerja standar ini akan menyebabkan jantung atau nadi akan berdetak sekitar 120 detik/menit. Nilai-nilai ini kemudian akan dipakai sebagai tolak ukur yang akan menggambarkan kondisi kerja standar [11].

Pengukuran Denyut Jantung

Jantung merupakan alat yang sangat penting bagi pekerja. Alat tersebut merupakan pompa darah kepada otot, sehingga zat yang diperlukan dapat diberikan kepada dan zat-zat sampah dapat diambil dari otot. Jantung bekerja di luar kemampuan dan memiliki kemampuan secara khusus. Alat itu memompa darah arteri ke jaringan, termasuk otot, dan darah vena ke paru-paru. Suatu denyut jantung merupakan suatu *volume* denyutan (*stroke volume*).

Pengukuran denyut jantung adalah salah satu alat untuk mengetahui beban kerja. Hal ini dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain yaitu [5]:

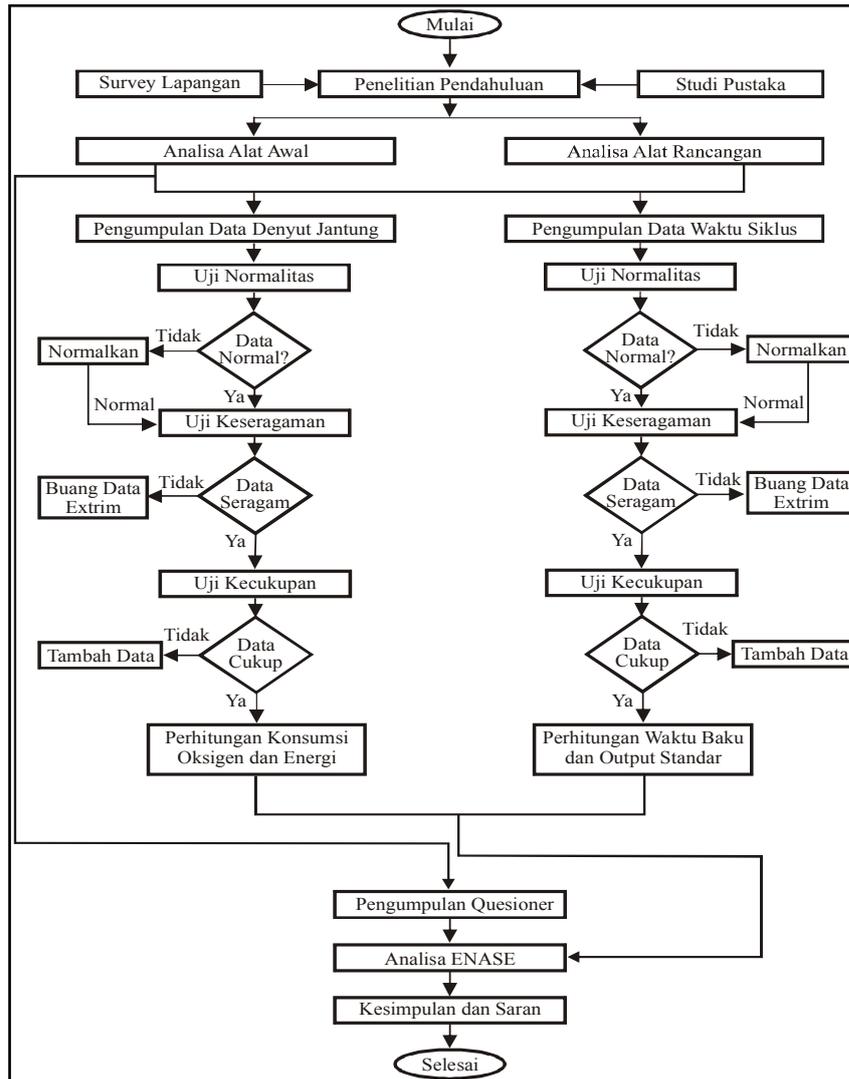
1. Merasakan denyut yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan.
2. Mendengarkan denyut dengan *stethoscope*.
3. Menggunakan ECG (*Electrocardiogram*) yaitu mengukur signal elektrik yang diukur dari otot jantung pada permukaan kulit.

2. Metode Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan analisa dan pengukuran sistem lama yaitu alat angkut cangkang buah sawit menggunakan angkong dengan bantuan sekop. Pengumpulan data yang dilakukan adalah pengukuran waktu siklus kerja yang diolah sehingga didapatkan waktu baku, pengukuran denyut jantung untuk mengetahui konsumsi energi, perhitungan jumlah kapasitas output standard yang dihasilkan, dan pengumpulan kuesioner opini operator mengenai alat angkut yang ada di kondisi awal. kan tersebut.

Kemudian hal yang sama dilakukan untuk system yang diperbaiki yaitu menggunakan alat angkut cangkang buah sawit hasil rancangan. Pengumpulan data juga meliputi pengukuran waktu siklus kerja yang diolah sehingga didapatkan waktu baku, pengukuran denyut jantung untuk mengetahui konsumsi energi, perhitungan jumlah kapasitas output standard yang dihasilkan, dan pengumpulan kuesioner opini operator mengenai alat angkut hasil rancangan.

Adapun langkah-langkah detil dan sistematis dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Tahapan penelitian

3. Hasil dan Analisa

3.1. Perhitungan Konsumsi Energi dan Konsumsi Oksigen Sebelum dan Sesudah Perancangan

Data denyut jantung diperoleh dari hasil pengukuran secara manual dengan menggunakan alat bantu jam henti (*Stopwacth*). pengukuran ini dilakukan sebelum operator melakukan pekerjaan dan setelah operator selesai melakukan pekerjaan, baik sebelum perancangan dan sesudah perancangan. Data denyut jantung kemudian diolah secara statistik dengan melakukan uji kenormalan, uji keseragaman dan kecukupan data.

Setelah data dianggap layak untuk digunakan maka dilanjutkan dengan perhitungan konsumsi oksigen dan energi sebelum dan sesudah bekerja dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Rata-rata Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Sebelum dan Sesudah Perancangan

No	Keterangan	Sebelum Perancangan		Sesudah Perancangan	
		Sebelum Bekerja	Setelah Bekerja	Sebelum Bekerja	Setelah Bekerja
1	Konsumsi Oksigen (Liter/menit)	0,51	1,06	0,51	0,99
2	Konsumsi Energi (Kcal/menit)	2,43	5,07	2,43	4,74

Jadi dengan menggunakan alat angkut *material handling* setelah perancangan operator bisa menghemat konsumsi energi sebanyak 0,33 Kcal/menit atau (5,92%) dan konsumsi oksigen sebanyak 0,07 liter/menit atau (6,60%).

3.2. Waktu Pemindahan Cangkang Sebelum dan Sesudah Perancangan

Pengumpulan data waktu pemindahan cangkang buah sawit dari gudang ke *conveyor* dilakukan dengan menggunakan alat bantu jam henti (*stopwatch*). Data waktu siklus yang dihitung kemudian diolah sehingga didapatkan waktu normal dan waktu standarnya dengan memperhatikan performansi kerja operator. Berikut hasil perbandingan waktu kerja sebelum dan sesudah perancangan

Tabel 2. Perbandingan waktu standar sebelum dan sesudah perancangan

Keterangan	Sebelum Perancangan (detik)	Sesudah perancangan (detik)	Efisiensi
Waktu baku pemindahan /100kg	537,33	257,03	52,16%

Dari tabel terlihat perancangan memberikan kontribusi dalam mengurangi waktu kerja sebesar 56,12%

3.3. Output Standar Sebelum dan Sesudah Perancangan

Output standar merupakan total cangkang yang dipindahkan dengan dasar dari perhitungan waktu baku dan dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Output standar (OS)} = \frac{1}{W_b}$$

Dari perhitungan output standar dapat diketahui perbandingan sebelum dan sesudah perancangan sebagai berikut:

Tabel 3. Perbandingan output standar sebelum dan sesudah perancangan

Keterangan	Sebelum Perancangan (kg)	Sesudah perancangan (kg)	Efisiensi
Output standar /jam	454,63	1086	238%

Dari tabel terlihat perancangan memberikan kontribusi dalam meningkatkan kapasitas output standar sebesar 238%

3.4. Perbandingan Alat

Uraian diatas menunjukkan perbedaan-perbedaan sistem pengerjaan antara alat angkut sebelum perancangan dan setelah perancangan. Perbedaan pokok terletak pada beberapa hal, seperti yang tertera pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4 Perbandingan Alat Angkut Sebelum Sesudah Perancangan

Keterangan	Gerobak Sorong (Angkong)	Setelah Perancangan
Sistem Pengisian cangkang	Lama	Cepat dan Mudah
Sistem Penuangan Cangkang ke <i>conveyor</i>	Sulit dan lama	Mudah dan cepat
Proses Menjalankan alat angkut	Mengangkat dan mendorong	Mendorong
Jumlah Operator	4 orang	2 orang
Waktu Pemindahan	Lama	Lebih Cepat
Kapasitas Berat Muatan (kg)	32,6 (kg)	26,8 (kg)

Dari Tabel 4 diatas maka terdapat beberapa perbedaan sistem kerja pada alat angkut antara sebelum perancangan dan setelah perancangan, yaitu saat pengisian cangkang ke bak alat angkut sebelum dilakukan perancangan dan setelah dilakukan perancangan, dimana proses pengisian cangkang sebelum dilakukan perancangan menggunakan alat bantu skop serta memerlukan gerakan yang berulang-ulang, namun setelah dilakukan perancangan proses pengisian cangkang dilakukan dengan cara menurunkan bak dan mendorong alat angkut ke tempat penumpukan cangkang, dalam hal ini maka proses pengisian cangkang setelah perancangan tidak memerlukan gerakan berulang-ulang lagi.

Selain itu juga terdapat perbedaan ketika mengoperasikan alat angkut sebelum perancangan dan setelah perancangan, pengoperasian alat angkut sebelum perancangan dilakukan dengan cara

mengangkat dan mendorong namun setelah perancangan alat angkut pengoperasian alat angkut cukup mendorong karena alat angkut setelah perancangan memiliki roda depan belakang.

Pada saat penuangan cangkang ke *chain grate stoker (conveyor)* sebelum perancangan dan sesudah perancangan memiliki perbedaan yaitu sebelum perancangan penuangan cangkang ke *chain grate stoker (conveyor)* tersebut sulit dilakukan karena dengan cara mengangkat alat angkut agar bak alat angkut bisa lebih tinggi dari *conveyor* lalu memiringkan alat angkut supaya cangkang bisa tertuang ke *chain grate stoker (conveyor)*. Namun setelah dilakukan perancangan sistem penuangan lebih mudah dan cepat karena penuangan cangkang dilakukan dengan cara meggerakkan tuas.



Gambar 2. Gambar alat sebelum dan sesudah rancangan

3.5 Hasil Evaluasi Berdasarkan Konsep Enase

Pengujian konsep produk dilakukan untuk mengetahui apakah kebutuhan pengguna telah terpenuhi atau tidak. Dalam penelitian ini pengujian produk yang telah selesai ini dilakukan secara langsung oleh operator dengan cara memindahkan cangkang ke *conveyor*. dan selanjutnya operator memberi jawaban terhadap kuisioner yang telah disediakan.

Tabel 5. Rekapitulasi Responden terhadap aspek Ergonomi Berdasarkan Konsep ENASE

NAMA	ASPEK Efisien			ASPEK Nyaman		ASPEK Aman			ASPEK Sehat			ASPEK Efektif	
	a	B	c	a	B	a	b	c	a	b	c	a	b
Repelita. S	5	5	5	4	5	4	5	5	4	3	5	5	4
Darmadi	5	5	5	4	5	4	5	5	4	3	4	5	4
Herlan. T	5	5	5	5	5	4	4	5	3	4	4	5	5
Hepri. D	5	5	5	4	5	4	5	5	5	3	4	5	4
Jumlah	20	20	20	17	20	16	19	20	16	13	17	20	17
Rata-Rata	5	5	5	4.3	5	4	4.75	5	4	3.25	4.25	5	4.25

Kriteria Penilaian :	
Tidak Baik	= 1
Kurang Baik	= 2
Cukup Baik	= 3
Baik	= 4
Sangat Baik	= 5

Range Penilaian Hasil	
1.0 – 1.9	Tidak Baik
2.0 - 2.9	Kurang Baik
3.0 - 3.9	Cukup Baik
4.0 - 4.9	Baik
5	Sangat Baik

Adapun analisa dan pembahasan terhadap konsep ENASE dari perancangan memberikan hasil sebagai berikut:

Aspek Efisien

- Alat angkut dapat meminimasi jumlah waktu yang digunakan dalam pemindahan cangkang (efisiensi sebesar 56,12%).
- Alat angkut tidak membutuhkan skop saat memuat cangkang ke gerobak
- Alat angkut dapat meminimasi jumlah operator (efisiensi 50%)

Aspek Nyaman

- Tuas pendorong terasa enak dipegang

- b. Tuas pendorong tidak licin atau kasar

Aspek Aman

- a. Alat angkut dapat menahan beban berat total
- b. Lebar bak sesuai ukuran *conveyor* sehingga saat penuangan cangkang sawit tidak tumpah ke luar.
- c. Roda depan belakang bergerak dengan lancar

Aspek Sehat

- a. Alat angkut tidak menyebabkan timbul rasa nyeri pada pinggang
- b. Alat angkut yang dapat mengurangi kelelahan pekerja pada saat melakukan pemindahan cangkang sawit
- c. Posisi kerja pada saat mendorong alat angkut tidak membungkuk

Aspek Efektif

- a. Bak alat angkut dapat memuat lebih cepat
- b. Tuas bisa menuangkan cangkang dari bak ke *conveyor* dengan cepat.

4. Kesimpulan

Alat angkut (*material handling*) cangkang buah sawit yang dirancang dapat dibuktikan lebih ergonomis, dimana selain dapat mengurangi gerakan berulang-ulang pada saat mengisi cangkang ke bak alat angkut, alat ini juga dapat mempercepat proses kerja pemindahan cangkang buah sawit dari gudang ke *chain grate stoker (conveyor)*, serta meminimasi jumlah operator pemindah menjadi 2 orang, karena pada saat pengisian cangkang dan penuangan cangkang bisa dilakukan oleh 1 orang operator dengan cepat dan mudah.

Dengan menggunakan alat angkut (*material handling*) cangkang setelah perancangan maka waktu pemindahan menjadi 257,03 detik/100kg, waktu pemindahan cangkang setelah perancangan alat angkut (*material handling*) lebih cepat dikarenakan operator tidak lagi menggunakan alat bantu sekop ketika melakukan pengisian cangkang ke bak, dan saat penuangan cangkang ke *conveyor* operator tidak mengalami kesulitan lagi. Dari segi denyut jantung operator setelah dilakukan perancangan alat angkut (*material handling*) cangkang buah sawit dapat menghemat sebesar 0,33 Kcal/menit dan konsumsi oksigen sebesar 0,07 liter/menit.

Daftar Pustaka

- [1] A. Pawennari,, dkk. *Analisis Ergonomi Terhadap Rancangan Fasilitas Kerja Pada Stasiun Kerja Dibagian Skiving Dengan Antropometri Orang Indonesia di Pabrik Vulkanisir Ban*. Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya. 2007.
- [2] Asril, H, *Peningkatan Kualitas Jasa Pelayanan Dengan Penerapan Quality Function Deployment (QFD)*. 2009.
- [3] Hartanto, S. *Analisa Kualitas Pelayanan Perpustakaan Perguruan Tinggi dengan Metode Quality Function Deployment (QFD)*. 2008.
- [4] Liliana, Y. *Pertimbangan Antropometri Pada Pendisainan*. Seminar Nasional III SDM Teknologi Nuklir: Yogyakarta. 2007.
- [5] Nurmianto, E. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Guna Widya Jakarta. 2005.
- [6] Purnomo, H. *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu. Yogyakarta, 2004.
- [7] Sari, E. *Analisis dan Perancangan Ulang Leaf Trolly yang Memenuhi Kaidah-Kaidah Ergonomi Studi Kasus di PTP. Nusantara VI Pabrik Teh Danau Kembar*. Jurnal Teknik Industri Universitas Trisakti. 2011.
- [8] Simanjuntak, A.R. *Evaluasi Kemampuan Fisik Berdasarkan Job Severity Index Guna Keselamatan Pekerja*. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. IST AKPRIND. Yogyakarta. 2008.
- [9] Santoso, G. *Ergonomi Manusia, Peralatan dan Lingkungan*. Prestasi Pustaka. Jakarta. 2004.
- [10] Tjiptono, F. D, A. *Total Quality Management*. Andi Offset. Yogyakarta. 2001.
- [11] Wignjosoebroto, Sritomo. *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*. Guna Widya. Jakarta. 2008.
- [12] Wignjosoebroto, S. *Perancangan Gerobak Sampah yang Ergonomis dengan Menggunakan Metode Kansei Engineering dan Metode Quality Function Deployment*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. 2005.
- [13] Verry Sentosa , dkk. *Aspek Ergonomi dalam Perbaikan Rancangan Fasilitas Pembuat Cetakan Pasir di PT X*. Teknik Industri Universitas Tarumanagara .Jakarta. 2010.