

ANALISIS DAN PERBAIKAN RANCANGAN MATERIAL HANDLING EQUIPMENT AKTIVITAS PEMINDAHAN KAYU MENGGUNAKAN PENDEKATAN *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* PADA PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII

ANALYSIS AND DESIGN IMPROVEMENT OF MATERIAL HANDLING EQUIPMENT HANDLING FIREWOOD ACTIVITIES USING *ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT* AT PT. PERKEBUNAN NUSANTARA VIII

Inda Putri Heni¹, Agus Kusnayat², Mira Rahayu³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

¹indapeha@gmail.com, ²aguskusnayat17@gmail.com, ³mirarahayu@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Berbagai insiden yang bersifat fatal dan berskala besar kadang terjadi ketika faktor manusia dianggap berperan penting. Salah satu aktivitas yang merupakan interaksi langsung antara alat bantu kerja dengan manusia adalah aktivitas *material handling*. Maka dari itu dilakukan evaluasi terhadap aktivitas *material handling* untuk melihat penilaian kemampuan pekerja (C, *capacity of worker*) terhadap tuntutan kerja yang diberikan (D, *demand of task*). Evaluasi dilakukan terhadap aktivitas mendorong troli, meliputi evaluasi pada postur tubuh pekerja dengan menggunakan pendekatan *Posture Evaluation Index* (PEI) dan evaluasi penilaian kemampuan pekerja terhadap aktivitas mendorong pendekatan *Manual Handling Limits* (MHL). Kemudian evaluasi yang dilakukan terhadap aktivitas mengangkat beban dilakukan dengan pendekatan *Lifting Index* (LI) pada kondisi eksisting. Hasil dari ketiga pendekatan mengeluarkan nilai diluar batas kemampuan pekerja, yang artinya pekerjaan tidak aman untuk dilakukan (berisiko). Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa kondisi eksisting membutuhkan perubahan sesegera mungkin. Dilakukan identifikasi lebih lanjut terhadap kondisi eksisting dan diberikan solusi berupa perbaikan rancangan produk dengan menggunakan metode *Ergonomic Functional Deployment* (EFD) dengan memasukkan konsep sistem kerja EASNE kedalam *ergonomic statement*. Dengan dilakukannya penelitian, dihasilkan sebuah konsep rancangan usulan produk yang sudah memenuhi kebutuhan user terhadap aspek ergonomi dengan nilai PEI adalah 1,25 (dibawah standar aman yaitu 2), nilai MHL adalah 75% (tepat pada standar aman yaitu 75%) dan nilai LI adalah 0,92 (dibawah standar aman yaitu 1). Dengan ketiga nilai sikap kerja yang sudah berada pada batas aman akan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya risiko cedera.

Kata kunci: Ergonomi, *Material Handling*, *Posture Evaluation Index*, *Manual Handling Limits*, *Lifting Index*, *Ergonomic Functional Deployment*

Abstract

Various fatal and large-scale incidents sometimes occur when the human factor is considered to play an important role. One of activities that is a direct interaction between the tools work with humans is *material handling* activity. Therefore, an evaluation of *material handling* activity is conducted to assess the ability of workers (C, *capacity of worker*) to the demands of work given (D, *demand of task*). Evaluation was conducted on the activity of pushing the trolley, including evaluation on worker posture using *Posture Evaluation Index* (PEI) approach and evaluation of worker's ability assessment on encouraging activities using *Manual Handling Limits* (MHL) approach. Then the evaluation on lifting activity is done by *Lifting Index* (LI) approach on the existing condition. The outcomes of the three approaches exclude values beyond the capability of the worker, which means the work is not safe to do (at risk). It can be concluded that the existing conditions need to changes as soon as possible. Further identification of the existing condition and a solution in the form of improvement of product design are using *Ergonomic Functional Deployment* (EFD) method by incorporating EASNE work system concept into *ergonomic statement*. With the result of the research, a draft proposed product concept that has fulfilled the user's need for ergonomic aspects with PEI value is 1.25 (under the safe standard is 2), the MHL value is 75% (right on the safe standard that is 75%) and the LI value Is 0.92 (below the safe standard is 1). With the three values of work attitudes that are already on the safe limit will be able to reduce the possibility of risk of injury.

Key words: Ergonomic, *Material Handling*, *Posture Evaluation Index*, *Manual Handling Limits*, *Lifting Index*, *Ergonomic Functional Deployment*

1. Pendahuluan

PT. Perkebunan Nusantara VIII (PT. PN) merupakan produsen teh terbesar di Indonesia. Produk teh yang dihasilkan harus berkualitas tinggi guna memenuhi kepuasan konsumen sehingga setiap proses produksinya harus sesuai dengan persyaratan dan peraturan yang berlaku. Proses produksi yang terus berjalan cepat untuk memenuhi permintaan konsumen menyebabkan operator dituntut untuk melakukan kegiatan secara cepat agar target dari permintaan konsumen tercapai. Salah satu aktivitas yang merupakan interaksi langsung antara alat bantu kerja dengan manusia adalah aktivitas *material handling*. Pekerjaan penanganan material secara manual (*manual material handling*) yang terdiri dari mengangkat, menurunkan, mendorong, menarik dan membawa merupakan sumber utama complain karyawan di industri [1]. Salah satu divisi yang melibatkan banyak kegiatan *material handling* adalah divisi pengeringan. Oleh karena itu penilaian sikap kerja pada postur tubuh pekerja. Pendekatan yang sesuai dilakukan untuk menilai sikap kerja ini adalah dengan *Posture Evaluation Index* (PEI). Nilai PEI didapatkan dari integrasi nilai *Lower Back Analysis* (LBA), *Ovako Working Posture Analysis System* (OWAS) dan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA).

Tabel 1 Rekapitulasi Skor PEI Pekerja

Pekerja ke-	Batas Aman LBA (N)	Skor LBA (N)	Batas Aman OWAS	Skor OWAS	Batas Aman RULA	Skor RULA	Batas Aman PEI	Nilai PEI
1	≤ 3.400	1.809	≤ 2	3	≤ 4	7	≤ 2	2,7
2		1.105		3		6		2,29
3		629		2		3		1,29

*Warna merah: nilai diluar batas aman

Selain melakukan evaluasi terhadap postur tubuh pekerja, dilakukan evaluasi terhadap kemampuan pekerja pada aktivitas mendorong troli. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Manual Handling Limits* (MHL).

Tabel 2 Rekapitulasi Skor MHL Pekerja

Pekerja ke-	Batas Aman Skor MHL	Skor MHL Kondisi Eksisting	
		Initial	Sustained
1	≥ 75%	88%	50%
2		88%	50%
3		90%	90%

*Warna merah: nilai diluar batas aman

Kemudian dilakukan perhitungan *Lifting Index* (LI) untuk mengetahui apakah berat kayu yang diangkut dan dipindahkan secara manual oleh pekerja sudah masuk dalam batas aman. Sebelum melakukan perhitungan LI, nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) dihitung terlebih dahulu.

Tabel 3 Nilai RWL dan LI Pekerja

Nilai RWL Eksisting	Batas aman LI	Nilai LI Eksisting
6,72	≤ 1	1,49

*Warna merah: nilai diluar batas aman

Dari seluruh evaluasi yang dilakukan terhadap aktivitas tuntutan kerja oleh perusahaan kepada pekerja, didapatkan nilai diluar dari batas aman menurut masing-masing pendekatan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa tuntutan pekerjaan dari perusahaan lebih dari kapasitas kemampuan pekerja sehingga kondisi eksisting membutuhkan perbaikan.

Oleh karena itu akan dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode *Ergonomic Functional Deployment* (EFD) dengan mengintegrasikan *ergonomic statement* bersama konsep sistem kerja EASNE. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan sikap kerja yang mempunyai nilai tuntutan beban kerja (D, *demand of task*) lebih kecil dari kapasitas pekerja (C, *capacity of the worker*) dimana nilai PEI lebih kecil dari 2, nilai MHL lebih besar atau sama dengan 75% dan nilai LI lebih kecil atau sama dengan 1. Kemudian memperbaiki kondisi eksisting dengan memasukkan konsep EASNE (efektif, aman, nyaman, sehat dan efisien) terhadap atribut produk dengan pendekatan *Ergonomic Function Deployment* (EFD).

2. Dasar Teori/Material dan Metodologi/perancangan

2.1 Lower Back Analysis (LBA)

Metode LBA digunakan untuk mengevaluasi gaya-gaya yang bekerja di tulang belakang manusia pada kondisi beban dan postur tertentu. Kondisi beban yang dianalisis ini terutama adalah beban yang diterima oleh bagian L4 dan L5 dari ruas tulang belakang manusia, dengan batas aman maksimal yaitu 3400 N [9].

2.2 Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)

Metode OWAS mengkodekan sikap kerja pada bagian punggung, tangan, kaki dan berat badan. Hasil pengamatan melalui metode OWAS ditentukan dengan skor risiko 1 sampai 4. Penilaian tiap skor adalah “normal posture” (skor 1), “slightly harmful” (skor 2), “distinctly harmful” (skor 3), dan “extremely harmful” (skor 4) [6]

2.3 Rapid Upper Limb Assessment (RULA)

Metode RULA dikembangkan untuk menginvestigasi secara ergonomi keadaan di tempat kerja dimana terdapat adanya keluhan-keluhan cedera yang disebabkan oleh beban kerja pada tubuh bagian atas [7].

2.4 Posture Evaluation Index (PEI)

PEI merupakan integrasi nilai dari tiga analisis metode ergonomi di atas yaitu LBA (*Lower Back Analysis*), OWAS (*Ovako Working Posture Analysis*), dan RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) [4]. Nilai PEI didapatkan dengan persamaan berikut.

$$PEI = I_1 + I_2 + I_3 \cdot mr$$

$$I_1 = \frac{LBA}{3400 N} \quad I_2 = \frac{OWAS}{4} \quad I_3 = \frac{RULA}{7} \quad mr = 1,42$$

2.5 Recommended Weight Limit (RWL)

Panduan mengenai batas maksimum beban yang boleh diangkat oleh pekerja untuk berbagai kondisi pengangkatan. Terdapat enam faktor yang menentukan besaran RWL, yakni empat faktor yang dipengaruhi sikap saat pengangkatan, satu faktor berkaitan dengan frekuensi pengangkatan dan satu faktor lagi berkaitan dengan kondisi pegangan benda yang diangkat. Enam faktor tersebut disebut dengan faktor pengali yang menentukan RWL dengan rumusan persamaan berikut [5].

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times FM \times AM \times CM$$

2.6 Lifting Index (LI)

LI dirumuskan sebagai perbandingan antara beban yang direkomendasikan untuk diangkat terhadap beban yang seharusnya diangkat [3].

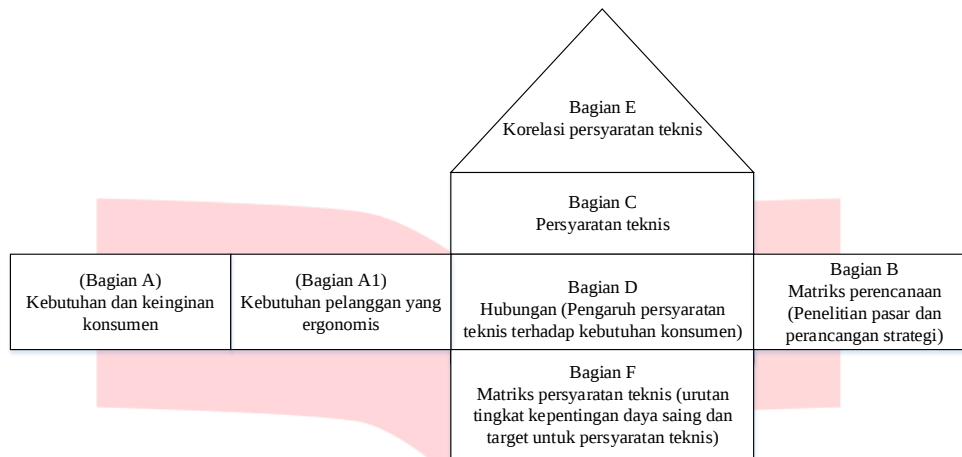
$$LI = \text{Bobot beban Aktual} / \min(RWL_{\text{awal}}, RWL_{\text{akhir}})$$

2.7 Simulasi Manual Handling Limits

Salah satu dari analisis ergonomi yang dapat membantu dalam merancang ruang kerja dan mengevaluasi pekerjaan fisik dengan lebih baik. Sebuah perusahaan di Amerika Serikat sering merancang manual material handling equipment dan menyarankan setidaknya 75% dari populasi wanita dan 99% dari populasi pria dapat dengan aman melakukannya. Tetapi pada kasus di PT. XYZ, seluruh pekerja di bagian pengeringan adalah laki-laki sehingga batas aman yang dipilih adalah 75% dari populasi laki-laki [8].

2.8 Ergonomic Function Deployment (EFD)

Pada metode EFD menambahkan aspek baru yaitu menghubungkan hubungan baru antara keinginan konsumen dan aspek ergonomi dari produk [8]. *Ergonomic Function Deployment* (EFD) adalah metode untuk melengkapi bentuk matriks *house of quality* yang juga menerjemahkan ke dalam aspek-aspek ergonomi yang diinginkan [2].



Gambar 1 *House of Ergonomic*

3. Pembahasan

3.1 Pengembangan Produk dengan Pendekatan *Ergonomic Functional Deployment* (EFD)

Tabel 4 *Hierarchy of Needs*

No.	Requirements Ergonomics	Need Statement	Perincian Atribut Produk (bila ada)
1.	Efektif (Tercapainya sasaran atau target yang telah ditentukan)	Produk dapat memenuhi target produksi teh pucuk	Kapasitas tampung produk dapat memenuhi target produksi
2.	Aman (Kondisi dimana seseorang berada dalam kondisi bebas dari risiko bahaya)	Produk kuat menahan kayu yang diangkut	Material produk kuat
3.	Sehat (Menghilangkan hal-hal yang bisa mengakibatkan gangguan kesehatan atau sakit)	Produk aman bagi postur tubuh pekerja	-
		Muatan produk mudah untuk dibongkar muat	-
4.	Nyaman (Suatu kondisi dimana seseorang berada dalam kondisi tanpa kecemasan)	Dimensi produk sesuai dengan data antropometri	Tinggi pegangan dari lantai sesuai dengan data antropometri
			Ukuran pegangan sesuai dengan data antropometri
			Ukuran lebar produk sesuai data antropometri
		Produk nyaman didorong	Ukuran roda disesuaikan dengan kebutuhan
5.	Efisien (Sasaran yang dapat dicapai dengan upaya atau pengorbanan yang rendah)	Produk aman untuk didorong	Total berat troli yang didorong memenuhi batas rekomendasi

Dalam rangka memenuhi konsep produk yang memenuhi konsep EASNE (Efektif, Aman, Sehat, Nyaman dan Efisien) yang telah ditetapkan berdasarkan *Hierarchy of Need* maka didapatkanlah rekapitulasi *need statement* oleh produk. Rekapitulasi *need statement* adalah sebagai berikut.

Tabel 5 Rekapitulasi *Need Statement*

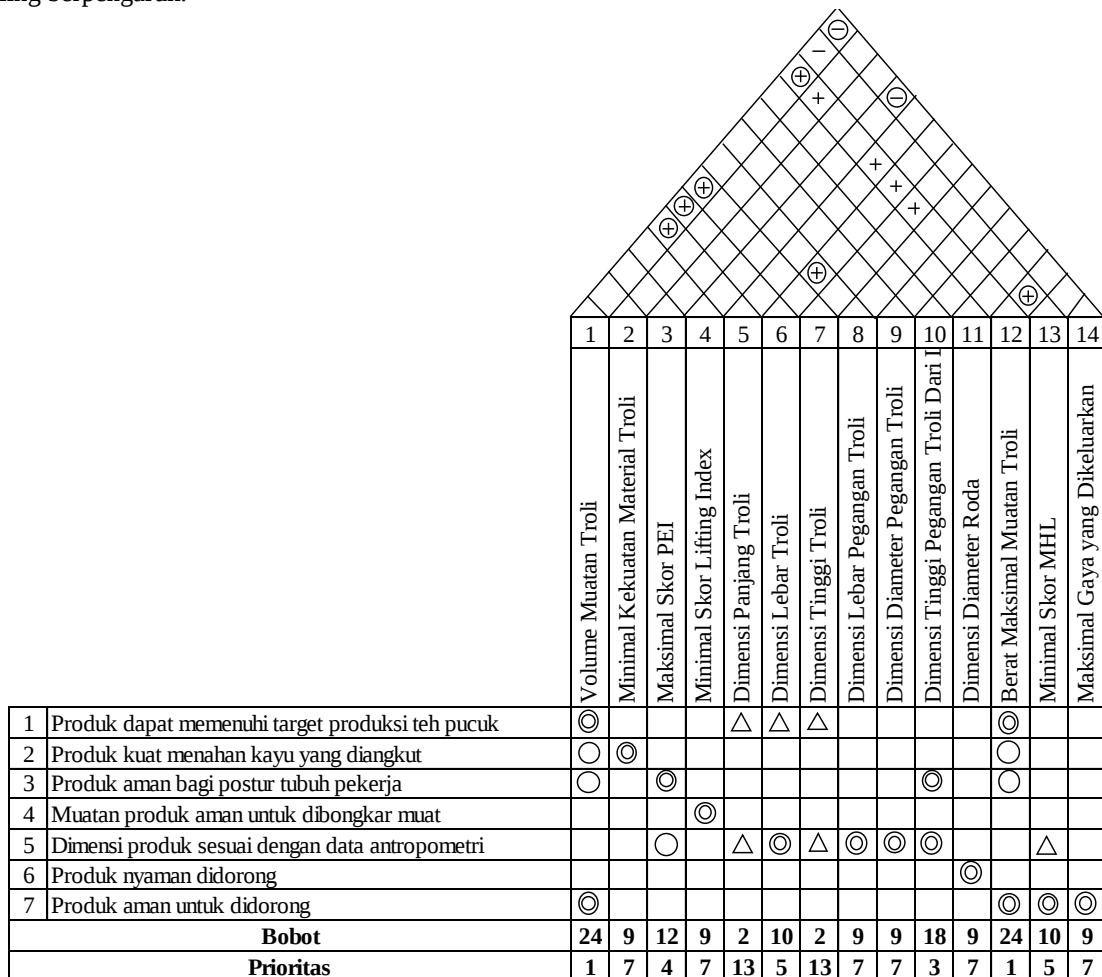
No.	Need Statement
1.	Produk dapat memenuhi target produksi teh pucuk
2.	Produk kuat menahan kayu yang diangkut
3.	Produk aman bagi postur tubuh pekerja
4.	Muatan produk aman untuk dibongkar muat
5.	Dimensi produk sesuai dengan data antropometri
6.	Produk nyaman didorong
7.	Produk aman untuk didorong

Pembuatan karakteristik teknis dilakukan untuk menerjemahkan atribut produk yang sudah didapatkan menjadi suatu nilai yang bisa terukur dan dapat direalisasikan.

Tabel 6 Karakteristik Teknis Atribut Kebutuhan

No.	Need Statement	Metric	Satuan
1.	Produk dapat memenuhi target produksi teh pucuk	Volume Muatan Troli	cm ³
2.	Produk kuat menahan kayu yang diangkut	Minimal Kekuatan Material Troli	MPa
3.	Produk aman bagi postur tubuh pekerja	Maksimal Skor <i>Posture Evaluation Index</i>	Skor/Nilai
4.	Muatan produk aman untuk dibongkar muat	Minimal Skor <i>Lifting Index</i>	Skor/Nilai
5.	Dimensi produk sesuai dengan data antropometri orang indonesia	Dimensi Panjang Troli	cm
		Dimensi Lebar Troli	cm
		Dimensi Tinggi Troli	cm
		Dimensi Lebar Pegangan Troli	cm
		Dimensi Diameter Pegangan Troli	cm
		Dimensi Tinggi Pegangan Troli Dari Lantai	cm
6.	Produk nyaman didorong	Dimensi Diameter Ban	cm
7.	Produk aman untuk didorong	Berat Maksimal Muatan Troli	kg
		Minimal Skor <i>Manual Handling Limits</i>	Skor/Nilai
		Maksimal Gaya yang Dikeluarkan	N

Setiap hubungan diberikan suatu simbol yang sudah memiliki arti masing-masing yang mewakili hubungan antar keduanya, meliputi seberapa besar hubungan tersebut dan juga interaksi yang terjadi apakah nilainya saling berpengaruh.



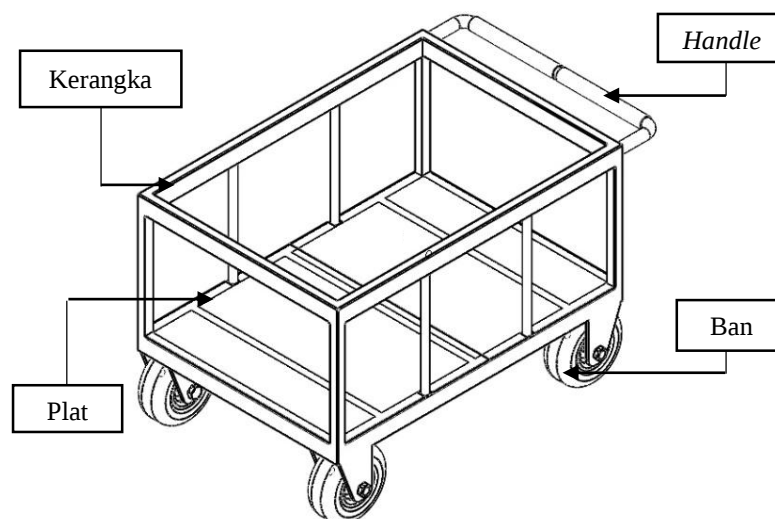
Gambar 2 House of Ergonomics

Setelah dilakukan perbaikan aspek ergonomi terhadap produk, didapatkan nilai spesifikasi akhir yang merupakan spesifikasi usulan yang akan diajukan.

Tabel 9 Nilai Spesifikasi Akhir

No.	Metric	Satuan	Target Nilai
1.	Volume Muatan Troli	cm ³	989.383
2.	Minimal dari Kekuatan Material Troli	MPa	100
3.	Maksimal Skor <i>Posture Evaluation Index</i>	Skor/Nilai	1,46
4.	Minimal Skor <i>Lifting Index</i>	Skor/Nilai	0,92
5.	Dimensi Panjang Troli	cm	175,11
6.	Dimensi Lebar Troli	cm	107
7.	Dimensi Tinggi Troli	cm	107,96
8.	Dimensi Lebar Pengangan Troli	cm	107
9.	Dimensi Diameter Pegangan Troli	cm	4,79
10.	Dimensi Tinggi Pegangan Troli Dari Lantai	cm	102,23
11.	Dimensi Minimal Diameter Ban	Inch	13
12.	Berat Maksimal Muatan Troli	kg	593
13.	Minimal Skor <i>Manual Handling Limits</i>	Skor/Nilai	75%
14.	Maksimal Gaya yang Dikeluarkan	N	160

Masing-masing karakteristik yang sudah didapatkan target nilai diwujudkan menjadi sebuah rancangan *material handling equipment* usulan yang ergonomis.



Gambar 5 Rancangan Usulan Konsep Produk yang Ergonomis

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dari pengolahan data yang dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Tuntutan kerja yang diberi oleh perusahaan tidak lebih besar dari kapasitas kemampuan pekerja dengan rincian:
 - a) Untuk dapat memperbaiki kondisi eksisting dengan nilai *Posture Evaluation Index* (PEI) yang baik, sebaiknya produk harus memiliki dimensi sesuai dengan data antropometri, terutama pada dimensi bagian yang mengalami interaksi langsung dengan tubuh manusia.
 - b) Untuk mendapatkan nilai *Manual Handling Limits* yang baik, sebaiknya kapasitas muatan troli dikurangi sampai mencapai batas aman kemampuan pekerja untuk mendorongnya.
 - c) Untuk mendapatkan nilai *Lifting Index* yang baik, sebaiknya pekerja mengikuti prosedur pengangkutan kayu yang diusulkan.

- 2) Dari seluruh perbaikan yang dilakukan, maka sudah didapatkan sebuah sikap kerja dimana nilai tuntutan beban kerja (*D, demand of task*) lebih kecil dari kapasitas pekerja (*C, capacity of the worker*) dan terlahir sebuah rancangan produk yang pada atributnya sudah terdapat konsep dari EASNE (Efektif, Aman, Nyaman, Sehat, dan Efisien).

Daftar Pustaka

- [1] Ayoub, M. M. and Dempsey, P. G. (1999). The Psychophysical Approach to Manual Material Handling Task Design. *Ergonomic* Vol. 42. No. 1, pp: 17 – 31.
- [2] Damayanti., K.A. (2000). Ergonomic Function Deployment Sebuah Pengembangan Dari Quality Function Deployment. Jurnal. Surabaya. Lab APK dan Ergonomi Universitas Kristen Petra.
- [3] Darcor & Ergoweb (2001). The Ergonomics of Manual Material Handling Pushing and Pulling Tasks. www.darcor.com.
- [4] Gironimo, G.D., Monacelia, G., Patalano, S.A. (2004). International Design Conference–Design, Dubrovnik, p.4.
- [5] Iridiastadi H., Yassierli. (2014). “Ergonomi: Suatu Pengantar”, Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset.
- [6] Karwowski, W. (2001). International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factor, Taylor and Francis, New York, 2001, p.3299.
- [7] McAtamney L., Corlett, N. (1993). Appl. Ergonomics. p.91.
- [8] Task Analysis Toolkit (TAT) for Jack. (2008). Siemens PLM Software. <http://www.siemens.com/plm>.
- [9] Ulrich, K.T. dan Eppinger, S.D. (2001). Product Design and Development, 2nd edition. Singapore: Mc Graw Hill.