

Analisis Beban Kerja *Manual Handling* Pekerjaan Pengangkatan Kayu dengan Metode NIOSH dan *Cardiovascular Load* (CVL)

Nasywa Raichaanah*¹, Novie Susanto²

¹*Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275*

Abstrak

PT BCS Logistics merupakan perusahaan logistik sebagai penyedia tenaga industri, manajemen gudang, transportasi dan pengadaan material. Pada pengadaan material kayu pallet di divisi workshop inventory storage, sebagian besar pekerjaan berupa penanganan secara manual yaitu pada pekerjaan pembongkaran dan pemindahan 4 jenis kayu secara repetitif oleh satu orang pekerja aktif dengan durasi kerja selama 45 menit sampai dengan 90 menit. Dibutuhkan analisis beban manual handling pada pekerjaan pembongkaran dan pemindahan kayu untuk identifikasi kelelahan pekerja dan resiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada pekerja dengan metode NIOSH RWL dari data hasil pengukuran jarak posisi pengangkatan dan analisis beban kerja fisik dari pengukuran peningkatan denyut nadi kerja dengan metode Cardiovascular Load (CVL). Pada perhitungan NIOSH RWL didapat semua pengangkatan kayu memiliki nilai Lifting Index (LI) lebih dari 1 sehingga pengangkatan terindikasi tidak aman dan pada perhitungan beban Cardiovascular Load (CVL) terdapat 2 pengangkatan yang memiliki nilai beban CVL melebihi 30% yang berarti pekerja berpotensi kelelahan sehingga diperlukan perbaikan. Semua jenis pengangkatan dapat diperbaiki posisi pengangkatannya pada posisi awal dengan mendekatkan jarak tubuh dan beban secara horizontal agar tidak terlalu membebani beban di titik tertentu dan dilakukan perbaikan posisi akhirnya dengan membagi penyusunan kayu agar tidak terlalu tinggi dan mengurangi ketinggian tempat tujuan beban. Untuk mengurangi kelelahan dapat dilakukan penambahan pekerja aktif dan pembagian shift untuk melakukan pengangkatan agar tidak dilakukan dalam jangka waktu lama dalam sekali sesi pengangkatan..

Kata kunci: *Penanganan Manual, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Beban Kerja Fisik, RWL, Indeks Pengangkatan, Beban Kardiovaskular.*

Abstract

[Analysis of Manual Workload Handling Wood Lifting Work using the NIOSH Method and Cardiovascular Load] PT BCS Logistics is a logistics company of industrial resources, warehouse management, transportation and material procurement. In the procurement of pallet wood materials, most of the work is in the form of manual handling, namely the work of dismantling and moving 4 types of wood repeatedly by one active worker with a work duration of 45 minutes to 90 minutes. Needed the manual handling load analysis on demolition and wood removal work to identify worker fatigue and the risk of Musculoskeletal Disorders (MSDs) with the NIOSH RWL method from the data measurement of the distance of the lifting position and analysis of the physical workload from the measurement of increase working pulse using the Cardiovascular Load (CVL) method. In the NIOSH RWL calculation, all wood lifts have a Lifting Index (LI) value of more than 1 so that the lift is indicated unsafe and in the CVL calculation there are 2 lifts that have a CVL load value exceeding 30% which means workers have the potential to be exhausted, so that repairs are needed. All types of lifting can be corrected in the initial position by bringing the body and load closer together horizontally so that it is not too burdensome at a certain point and improving the final position by dividing the arrangement of wood so that it is not too high and reducing the height of the load destination. Then to reduce fatigue, it can be done by adding active workers and dividing shifts to carry out the appointment so that it is not carried out for a long period of time in one lifting session.

Keywords: *Manual Handling, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Physical Workload, NIOSH RWL, Lifting Index, Cardiovascular Load (CVL)*

1. Pendahuluan

Dalam sebuah perusahaan atau organisasi, sumber daya manusia merupakan salah satu aset terpenting yang menjadi penggerak utama dalam mencapai tujuan perusahaan yang dapat bekerja lebih optimal jika berada dalam kondisi fisik yang baik (Utami, 2014). Karena itu penting untuk memperhatikan kondisi dari pekerja dalam bekerja salah satunya yaitu dengan memperhatikan beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja. Beban kerja fisik berkaitan dengan kelelahan yang dapat berdampak pada penurunan kinerja pekerja dan peningkatan tingkat kesalahan pada pekerjaan (Tarwaka, 2004). Beban kerja fisik selain berdampak pada kelelahan, penurunan kinerja dan peningkatan kesalahan juga berdampak pada resiko penyakit akibat kerja seperti *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) untuk beban kerja yang mempengaruhi postur tubuh pekerja saat bekerja. Adanya MSDs ini akan menyebabkan gangguan pada kesehatan, penurunan produktivitas, maupun penurunan kesejahteraan hidup (Siddiqui & Chacko, 2015). Menurut survey Departemen Kesehatan RI pada tahun 2005, penyakit akibat kerja di Indonesia diderita sebanyak 40,5% dari jumlah pekerja yang umumnya berupa penyakit MSDs (16%).

Resiko-resiko yang dapat dialami dari beban kerja fisik yang berlebih umumnya dialami oleh pekerjaan yang banyak memiliki kegiatan penanganan secara manual (*manual handling*) dan pekerjaan secara repetitif sebesar 47% dari kasus mengenai MSDs (ILO, 2013). Di Indonesia terdapat banyak kawasan industri yang mana walaupun sudah berprinsip modern sebagian besar masih melakukan pekerjaan secara manual termasuk pada pekerjaan pemindahan dikarenakan pekerjaan secara manual memiliki kelebihan dapat dilakukan dalam ruang terbatas dan ongkosnya yang murah. Tetapi jika aktivitas pemindahan secara dilakukan dengan tidak ergonomis selain dapat mengalami MSDs juga dapat menimbulkan kecelakaan kerja yang disebut *Over Exertion Lifting* and *Carying* yaitu kerusakan jaringan tubuh akibat beban pengangkatan yang berlebihan (Nurmianto, 2004). Selain MSDs, pengangkatan yang berlebih juga dapat menyebabkan cedera pada tulang punggung atau *Low Back Pain (LBP)* (Andini, 2015).

Penelitian ini berupa studi kasus di PT BCS Logistics pada divisi *workshop inventory storage* untuk pekerjaan pembongkaran dan pemindahan kayu secara repetitif yang dilakukan oleh satu orang pekerja aktif dengan durasi kerja selama 45 menit sampai dengan 90 menit. Dibutuhkan analisis beban fisik kerja dan analisis beban pengangkatan pada pekerjaan pembongkaran dan pemindahan kayu dikarenakan banyak kegiatan

pengangkatan manual untuk identifikasi kelelahan pekerja dan resiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs) serta *Low Back Pain* (LBP) pada pekerja. Analisis manual handling dilakukan dengan metode NIOSH RWL (*Recommendation Weight Limit*) untuk analisis kekuatan manusia dalam pengangkatan atau pemindahan beban dengan 2 tangan dan merekomendasikan batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan repetitif dan dilakukan dalam jangka waktu yang lama (Waters, 1994). Untuk analisis beban kerja fisik menggunakan pengukuran peningkatan denyut nadi kerja dengan metode *Cardiovascular Load* (CVL) yang berfungsi menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dapat digunakan untuk menentukan berapa lama pekerja dapat melakukan aktivitas kerjanya sesuai dengan kemampuan atau kapasitas kerja yang bersangkutan (Manuaba, 2000).

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di lokasi PT BCS Logistics yang terletak di Jl. Raya Merak Km. 115 Cilegon, Banten. Penelitian berlangsung dalam periode 30 hari yaitu dari tanggal 22 Januari 2022 sampai dengan 22 Februari 2022 selama hari kerja Senin, Rabu dan Jumat. Penelitian ini dikhususkan pada divisi *workshop inventory storage* pada jasa *warehousing* untuk pengadaan kayu pallet di PT BCS Logistics. Data dalam penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil dari tempat objek penelitian secara langsung berupa data pengukuran langsung berupa jarak posisi pengangkatan secara horizontal, vertikal dan sudut pengangkatannya terhadap beban (Waters, 1994), data denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat dari pengukuran langsung di lapangan (Konz., 1996). Lalu data sekunder berupa referensi yang berasal dari berbagai macam sumber, seperti perpustakaan, dokumen perusahaan, internet, jurnal, buku dan literatur lainnya untuk mendukung penelitian (Sugiono, 2018).

Tahap pertama dalam penelitian yaitu mengidentifikasi masalah dilakukan dahulu studi lapangan yaitu melakukan wawancara dengan HSE *Site Supervisor* terkait permasalahan sistem kerja yang ada di lapangan, wawancara dengan penanggung jawab *workshop inventory storage* terkait keadaan dalam rutinitas pekerjaan perendaman dan pembuatan kayu pallet serta para operator dan pekerja langsung di lapangan. Dari hasil wawancara didapatkan informasi mengenai permasalahan sistem kerja dalam pekerjaan perendaman kayu untuk perpindahan kayu secara manual terkait beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja.

*Penulis Korespondensi.

E-mail: nasywaraichaanah@students.undip.ac.id

Pada tahap pengumpulan data, data yang dibutuhkan yaitu data dimensi jenis kayu pada PT BCS Logistics yaitu ukuran 5x14x120 cm, 6x8x90 cm, 8x10x150 cm, dan 12x12x150 cm. Lalu pengukuran frekuensi pengangkatan per menitnya, pengukuran jarak pengangkatan terhadap beban dari jarak horizontal (H), jarak vertikal (V), sudut asimetri (A), pengukuran denyut nadi kerja (DNK), dan denyut nadi istirahat (DNI). Data-data tersebut dikumpulkan dengan pengukuran langsung di lapangan dan melakukan dokumentasi terhadap rutinitas pekerjaan pengangkatan untuk perendaman kayu.

Dalam tahap pengolahan data untuk menghitung beban indeks pengangkatan dengan metode NIOSH RWL yang merupakan metode yang merekomendasikan batas beban yang diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara repetitif dan dalam jangka waktu yang lama. Metode RWL ini ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat. Persamaan NIOSH berlaku pada keadaan sebagai berikut (Waters, 1994).

- Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban ditengah-tengah pekerjaan.
- Beban diangkat dengan kedua tangan.
- Pengangkatan atau penurunan benda dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
- Pengangkatan atau penurunan benda tidak boleh dilakukan saat duduk atau berlutut.
- Tempat kerja tidak sempit.

Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut (Waters, 1994).

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

Keterangan:

LC : konstanta = 23 kg

HM : 25/H/ sesuai tabel faktor pengali horizontal

VM : $1 - (0,003|V - 75|)$ / sesuai tabel faktor pengali vertikal

DM : $0,82 + (4,5/D)$, jika $D < 25$ maka 1

AM : $1 - (0,0032|A|)$ / faktor pengali asimetrik

FM : sesuai tabel faktor pengali frekuensi

CM : sesuai tabel faktor pengali kopling (*handle*)

Untuk kategori *Frequency Multiplier*

(FM) didapat kategori nilai dari:

- Durasi pendek : 1 jam atau kurang.
- Durasi sedang : antara 1 – 2 jam.
- Durasi panjang : 2 – 8 jam.

Untuk kategori *Coupling Multiplier* (CM)

didapat kategori nilai dari:

- a. Kriteria *Good*, adalah
 - Kontainer atau Box merupakan design optimal, pegangan bahannya tidak licin.
 - Benda yang didalamnya tidak mudah tumpah.

- Tangan dapat dengan nyaman meraih box tersebut.

b. Kriteria *Fair*, adalah

- Kontainer atau Box tidak mempunyai pegangan.

- Tangan tidak dapat meraih dengan mudah.

c. Kriteria *Poor*, adalah :

- Box tidak mempunyai Handle/pegangan.
- Sulit dipegang (Licin, Tajam, dll).
- Berisi barang yang tidak stabil, (Pecah, Jatuh, Tumpah, dll).
- Memerlukan sarung tangan untuk mengangkutnya

Proses metode RWL menghasilkan perhitungan *Lifting Index*, untuk mengetahui indeks pengangkatan yang tidak mengandung resiko cedera tulang, dengan persamaan.

$$Lifting\ Index\ (LI) = \frac{Load\ Weight}{RWL} \quad (1)$$

Standar metode RWL adalah $LI \leq 1$, maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang sedangkan jika $LI > 1$, maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang. Kelemahan metode ini adalah postur kerja tidak diperhatikan secara detail hanya gaya dan beban yang dianalisa, untuk penggunaan tenaga otot (statis/repetitif) dan postur leher belum dianalisa (Waters, 1994).

Pengukuran denyut nadi dilakukan sebelum melakukan pengangkatan setiap jenis kayu (DNI) dan setelah pengangkatan setiap jenis kayu (DNK). Pengukuran dilakukan dengan metode tidak langsung dengan menghitung denyut nadi dengan metode *stopwatch* 10 detik (Diniyati & Mulyadi, 2016). Untuk mendapat ukuran DNK dan DNI per menit nya dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$Denyut\ Nadi\ per\ menit = \frac{10\ denyut\ nadi\ per\ detik}{Waktu\ Perhitungan} \times 60 \quad (2)$$

Dalam menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum dinyatakan dalam *cardiovascular load* (CVL) (*Cardiovascular Load* dapat dihitung dengan rumus (Purwaningsih et al., 2017).

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{(\text{Denyut Nadi Maksimal} - \text{Denyut Nadi Istirahat})} \quad (3)$$

Keterangan:

- Laki-laki : denyut Nadi Maksimum = 220 – umur
- Perempuan : denyut Nadi Maksimum = 200 – umur

Lalu untuk mengetahui klasifikasi beban kerja dari hasil perhitungan CVL dapat dilihat pada tabel klasifikasi berikut.

Tabel 1. Klasifikasi Beban Kerja CVL

No.	% CVL	Kategori Beban Kerja
1	< 30%	Tidak terjadi kelelahan
2	30 – 60%	Diperlukan perbaikan
3	60 - < 80%	Kerja dalam waktu singkat
4	80 - <100%	Diperlukan tindakan segera
5	>100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

Pada **Tabel 1.** diatas menjelaskan terkait 5 klasifikasi beban kerja menurut perhitungan persentase CVL dari pengukuran denyut nadi istirahat (DNI) dan denyut nadi kerja (DNK). Untuk persentase CVL yang bernilai kurang dari 30% maka beban kerja fisik yang diberikan tidak memberikan kelelahan pada pekerja sehingga tergolong aman. Lalu untuk nilai persentase CVL antara 30% sampai 60% tergolong beban kerja yang butuh perbaikan karena berpotensi memberi kelelahan fisik pada pekerja. Lalu persentase CVL dari 60% sampai kurang dari 80% berarti beban kerja yang diberi sudah

masuk kategori berat sehingga pekerja diperlukan bekerja dalam waktu singkat. Lalu nilai CVL dari 80% sampai dengan 100% berarti beban kerja yang diberikan berdampak kelelahan akut yang berpotensi memberi penyakit akibat kerja sehingga diperlukan tindakan. Dan terakhir nilai CVL melebihi 100% sudah berdampak kelelahan cukup parah dan memberi penyakit akibat kerja sehingga pekerja tidak diperbolehkan beraktivitas lagi (Tarwaka, 2004).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis *Recommendation Weight Limit (RWL)* dan *Lifting Index (LI)*

Dapat dilihat pada **Tabel 2.** merupakan rekap hasil pengumpulan data untuk pengukuran jarak posisi pengangkatan pekerja terhadap beban yang akan digunakan dalam analisis nilai RWL dan LI pada setiap jenis pengangkatan kayu dimana dilakukan dua kali pengukuran untuk posisi pengangkatan awal (*origin*) dan posisi pengangkatan akhir (*destination*).

Tabel 2. Data Proses Pengangkatan Setiap Jenis Kayu

Jenis Pengangkatan Kayu	Berat (kg)	H awal	H akhir	V awal	V akhir	D	A° awal	A° akhir
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	4,05	52	79	28	67	39	15	45
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	2,44	39	86	29	82	53	15	45
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	12,15	57	87	34	84	50	15	45
Pengangkatan Kayu 8 x 10 x 120 cm	5,41	46	88	29	78	49	15	45

Keterangan :

- Nilai H (jarak horizontal dari titik pegangan beban sampai tulang pergelangan kaki bagian dalam/titik pusat tubuh)
- Nilai V (jarak vertikal dari tangan yang memegang beban terhadap lantai)
- Nilai D (Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan)
- Nilai A (sudut asimetri) yang dibentuk antara tangan dan kaki

Pada **Tabel 2.** menjelaskan hasil pengukuran dari pengamatan proses pengangkatan beban dari 4 jenis kayu. Dapat dilihat setiap pengukuran jarak horizontal posisi awal yaitu posisi akan mengangkat beban setiap jenis kayu memiliki jarak yang cukup berdekatan yaitu rentang jarak ukuran dari 39-57 cm dan untuk jarak vertikal posisi awal berada pada rentang ukuran cukup berdekatan juga antara 28-34 cm. Lalu untuk posisi pengangkatan akhir yaitu posisi telah memindahkan beban memiliki jarak horizontal dengan rentang ukuran 79-86 cm. Jarak ini

cukup signifikan dari jarak horizontal pengangkatan awal dikarenakan tujuan pemindahan memiliki ketinggian hingga melebihi 100 cm sehingga terdapat jarak ukuran cukup jauh dari posisi awal. Begitu juga dengan jarak vertikal posisi pengangkatan akhir dengan rentang ukuran 67-84 cm.

Dengan menggunakan persamaan NIOSH dilakukan perhitungan untuk nilai RWL dan LI. Pada **Tabel 3.** merupakan hasil rekap perhitungan RWL dan LI pada posisi sebelum perbaikan.

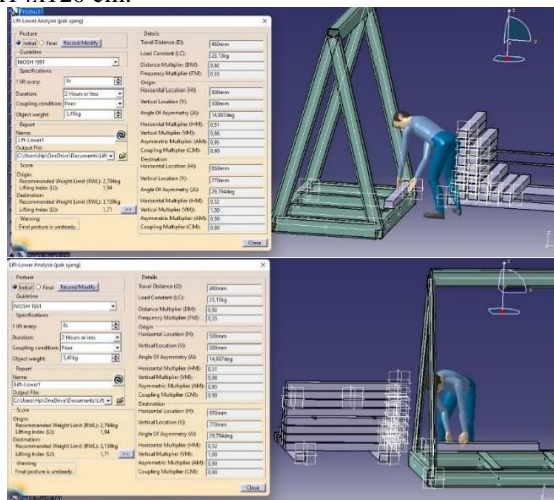
Tabel 3. Rekap Perhitungan RWL dan LI sebelum Perbaikan

Jenis Pengangkatan Kayu	LC	HM awal	HM akhir	VM awal	VM akhir	DM	AM awal	AM akhir	FM	CM	RWL Awal	RWL Akhir	LI Awal	LI Akhir
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	23,00	0,48	0,00	0,86	0,98	0,94	0,95	0,86	0,35	0,90	2,66	0,00	1,52	∞
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	23,00	0,64	0,00	0,86	0,98	0,90	0,95	0,86	0,35	0,90	3,44	0,00	0,71	∞
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	23,00	0,44	0,00	0,88	0,97	0,91	0,95	0,86	0,35	0,90	2,41	0,00	5,04	∞
Pengangkatan Kayu 8 x 19 x 150 cm	23,00	0,54	0,00	0,86	0,99	0,91	0,95	0,86	0,35	0,90	2,94	0,00	1,84	∞

Pada **Tabel 3.** menunjukkan hasil perhitungan nilai RWL dan nilai LI dengan menghitung setiap faktor pengali beserta konstanta nya. Dapat dilihat pada nilai RWL dan LI awal semua pengangkatan memiliki nilai melebihi 1 kecuali penangkatan 6x8x90 cm bernilai 0,71 cm yang mengindikasi pengangkatan tersebut cukup aman. Sedangkan pada nilai RWL posisi akhir semua penangkatan bernilai 0 dikarenakan tujuan akhir pengangkatan memiliki jarak horizontal lebih dari 63 cm sehingga nilai HM menjadi 0 yang menyebabkan nilai LI menjadi tidak ternilai. Karena itu perhitungan *manual lifting* ini juga dilakukan perhitungan dengan *software CATIA* untuk adanya perbandingan nilai RWL dan LI yang lebih valid.

A. Pengangkatan Kayu 5x14x120 cm

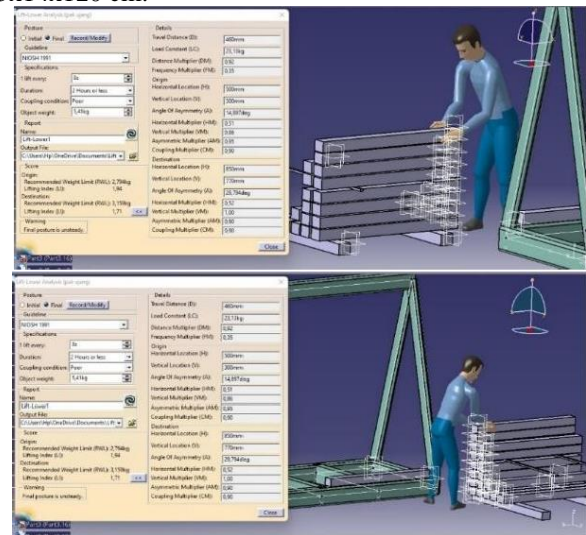
Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan software CATIA pada pengangkatan awal kayu 5x14x120 cm.



Gambar 1. Pengangkatan Awal Kayu 5x14x120 cm CATIA

Gambar 1. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan awal kayu 5x4x120 cm pada *software CATIA*. Pengukuran dengan CATIA ini juga disesuaikan ukuran jarak pengangkatannya sesuai dengan hasil riil pengukuran dan perhitungan secara manual. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 2,70 kg dan LI 1,50.

Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software CATIA* pada pengangkatan akhir 5x14x120 cm.

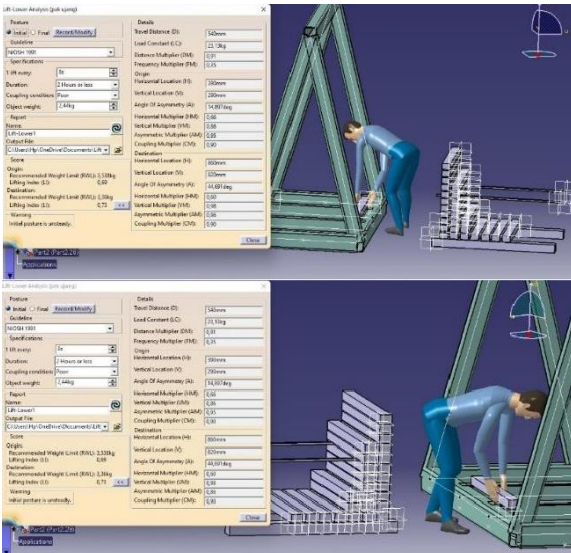


Gambar 2. Pengangkatan Akhir Kayu 5x14x120 cm CATIA

Gambar 2. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan akhir kayu 5x4x120 cm pada *software CATIA*. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 2,74 kg dan LI 1,48 yang tidak terlalu berbeda dengan pengangkatan awal karena jarak perpindahan yang tidak terlalu jauh sebesar 39 cm.

B. Pengangkatan Kayu 6x8x90 cm

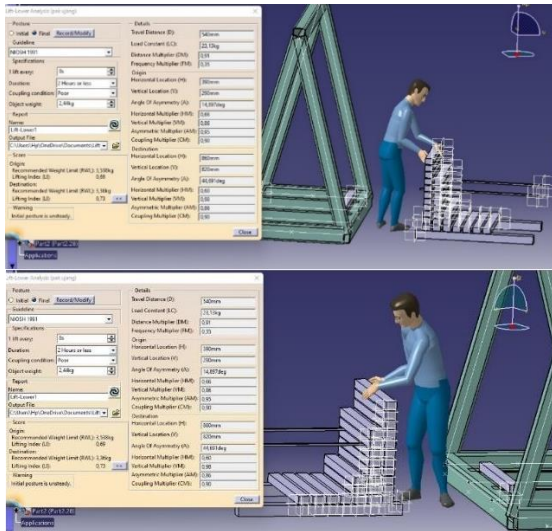
Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software* CATIA pada pengangkatan awal kayu 6x8x90 cm.



Gambar 3. Pengangkat Awal Kayu 6x8x90 cm CATIA

Gambar 3. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan awal kayu 6x8x90 cm pada *software* CATIA. Pengukuran dengan CATIA ini juga disesuaikan ukuran jarak pengangkatannya sesuai dengan hasil riil pengukuran dan perhitungan secara manual. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 3,54 kg dan LI 0,69.

Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software* CATIA pada pengangkatan akhir kayu 6x8x90 cm.



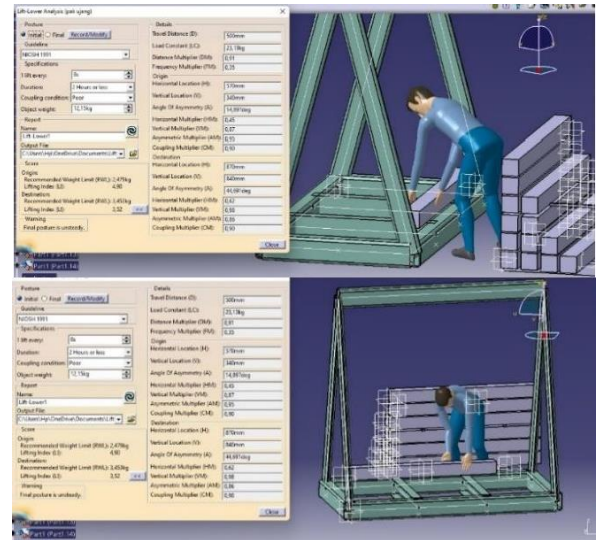
Gambar 4. Pengangkatan Akhir Kayu 6x8x90 cm CATIA

Gambar 4. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan akhir kayu 6x8x90 cm pada *software* CATIA. Pengukuran dengan CATIA ini juga disesuaikan

ukuran jarak pengangkatannya sesuai dengan hasil riil pengukuran dan perhitungan secara manual. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 3,36 kg dan LI 0,73.

C. Pengangkatan Kayu 12x12x150 cm

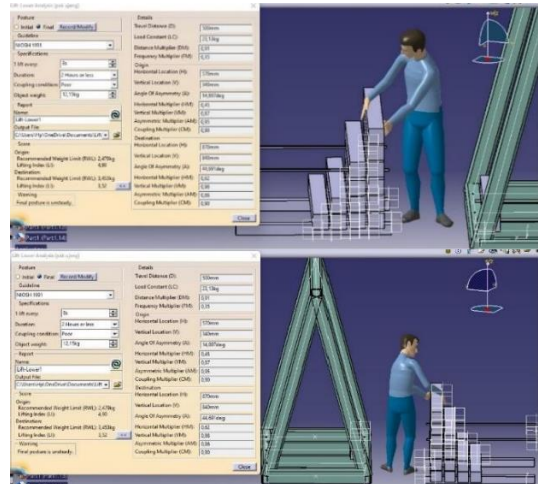
Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software* CATIA pada pengangkatan awal kayu 12x12x150 cm.



Gambar 5. Pengangkatan Awal Kayu 12x12x150 cm CATIA

Gambar 5. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan awal kayu 12x12x150 cm pada *software* CATIA. Pengukuran dengan CATIA ini juga disesuaikan ukuran jarak pengangkatannya sesuai dengan hasil riil pengukuran dan perhitungan secara manual. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 2,48 kg dan LI 4,90.

Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software* CATIA pada pengangkatan akhir kayu 12x12x150 cm.

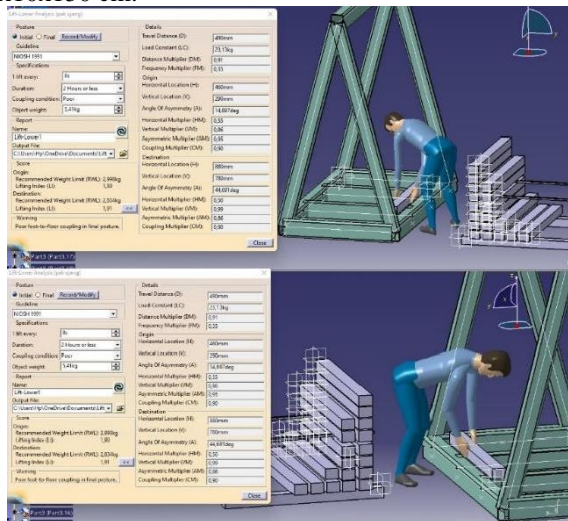


Gambar 6. Pengangkatan Akhir Kayu 12x12x150 cm CATIA

Gambar 6. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan akhir kayu 12x12x150 cm pada *software* CATIA. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 3,35 kg dan LI 3,52.

D. Pengangkatan Kayu 8x10x150 cm

Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software* CATIA pada pengangkatan awal kayu 8x10x150 cm.



Gambar 7. Pengangkatan Awal Kayu 8x10x150 cm CATIA

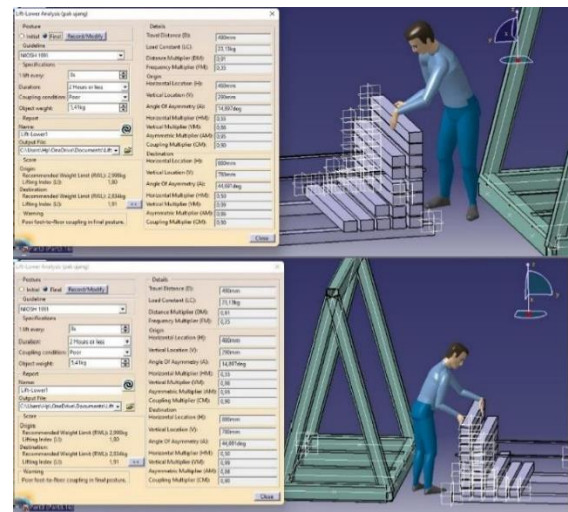
Gambar 7. diatas menunjukkan simulasi pengangkatan awal kayu 8x10x150 cm pada *software* CATIA. Pengukuran dengan CATIA ini juga disesuaikan ukuran jarak pengangkatannya sesuai dengan hasil riil pengukuran dan perhitungan secara manual. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 3,0 kg dan LI 1,84.

Berikut merupakan perhitungan RWL dan LI dengan *software* CATIA pada pengangkatan akhir kayu 8x10x150 cm.

Tabel 4. Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan RWL dan LI Manual dan CATIA

Jenis Pengangkatan Kayu	Berat (Kg)	RWL Awal		RWL Akhir		LI Awal		LI Akhir	
		Manual	CATIA	Manual	CATIA	Manual	CATIA	Manual	CATIA
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	4,05	2,66	2,70	0,00	2,74	1,52	1,50	∞	1,48
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	2,44	3,44	3,54	0,00	3,36	0,71	0,69	∞	0,73
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	12,15	2,41	2,48	0,00	3,35	5,04	4,90	∞	3,52
Pengangkatan Kayu 8 x 10 x 120 cm	5,41	2,94	3,00	0,00	2,83	1,84	1,80	∞	1,91

Pada **Tabel 4.** dapat dilihat terdapat beberapa perbedaan nilai RWL dan LI anatar perhitungan secara manual dan *software* CATIA dikarenakan terdapat perbedaan pembulatan pada *software* CATIA namun tidak terlalu signifikan perbedaannya. Jika nilai LI > 1,



Gambar 8. Penangkatan Akhir Kayu 8x10x150 cm CATIA

Gambar 8. Diatas menunjukkan simulasi pengangkatan akhir kayu 8x10x150 cm pada *software* CATIA. Pengukuran dengan CATIA ini juga disesuaikan ukuran jarak pengangkatannya sesuai dengan hasil riil pengukuran dan perhitungan secara manual. Selain gambaran simulasi pengangkatan dapat dilihat juga hasil nilai faktor pengali serta nilai RWL yang bernilai 2,83 kg dan LI 1,91.

Dari hasil perhitungan RWL dan LI dengan simulasi *software* CATIA didapat rekapitulasi perbandingan dari perhitungan RWL dan LI secara manual dan menggunakan *software* CATIA. Terdapat beberapa hasil perhitungan yang menunjukkan nilai yang berbeda dengan perhitungan RWL dan Li secara manual namun tidak terlalu berbeda secara signifikan. Perbedaan nilai tersebut dikarenakan adanya konstanta pembulatan yang digunakan dalam *software* CATIA. Pada **Tabel 4.** berikut menunjukkan rekap perbandingan nilai RWL dan LI.

berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan. Dengan demikian, maka aktivitas tersebut mengandung potensi resiko cedera muskuloskeletal. Jika LI < 1, berat beban yang diangkat

tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan.

Pada rekap perhitungan RWL dan LI baik dengan perhitungan manual ataupun dengan *software* CATIA terdapat beberapa pengangkatan yang memiliki nilai indeks pengangkatan (LI) melebihi nilai 1 yaitu pengangkatan awal dan akhir kayu 5x14x120 cm,

pengangkatan akhir kayu 6x8x90 cm, pengangkatan awal dan akhir kayu 12x12x150 cm, dan pengangkatan akhir kayu 8x10x150 cm sehingga akan dilakukan perbaikan terhadap sistem kerja pengangkatannya.

Pada **Tabel 5.** menunjukkan usulan perbaikan posisi sistem pengangkatan dari setiap jenis pengangkatan kayu.

Tabel 5. Usulan Perbaikan Jarak Sistem Pengangkatan Kayu

Jenis Pengangkatan Kayu	Berat (kg)	H awal	H akhir	V awal	V akhir	D	A° awal	A° akhir
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	4,05	37	53	31	46	15	0	0
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	2,44	39	41	29	51	22	0	0
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	12,15	35	41	32	42	10	0	0
Pengangkatan Kayu 8 x 10 x 150 cm	5,41	40	56	29	53	24	0	0

Pada rekap perhitungan RWL LI didapat 3 pengangkatan memiliki nilai LI posisi awal lebih dari 1 yaitu pengangkatan kayu ukuran 5x14x120cm, 12x12x150cm, dan 8x10x120. Pada ketiga pengangkatan dapat diperbaiki posisi pengangkatannya pada posisi awal dengan mendekati tubuh dengan beban secara horizontal sehingga dapat meminimalkan nilai LI dan tidak terlalu membebankan beban di titik tertentu.

Pada pengangkatan akhir semua nilai LI posisi akhir bernilai error karena nilai H (jarak horizontal terhadap beban) yang melebihi 63 cm. Dapat dilakukan

perbaikan dengan membagi penyusunan kayu agar tidak terlalu tinggi dan perbaikan posisi pengangkatan dengan mengurangi ketinggian tempat tujuan beban sehingga nilai LI juga bisa menurun dan mengurangi jarak perpindahan. Sudut asimetri posisi juga dikurangi menjadi 0 derajat untuk semua pengangkatan untuk menghindari cedera bagian pundak dan punggung. Setelah dilakukan perbaikan untuk sistem pengangkatannya, berikut hasil perhitungan dari RWL dan LI hasil perbaikan pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Hasil Perhitungan RWL dan LI setelah Perbaikan

Jenis Pengangkatan Kayu	Berat (Kg)	RWL Awal		RWL Akhir		LI Awal		LI Akhir	
		Manual	CATIA	Manual	CATIA	Manual	CATIA	Manual	CATIA
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	4,05	4,05	4,25	4,32	3,12	4,47	0,95	0,94	1,30
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	2,44	2,44	4,00	3,87	4,10	4,86	0,61	0,63	0,60
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	12,15	12,15	4,51	4,67	3,98	4,66	2,70	2,60	3,05
Pengangkatan Kayu 8 x 10 x 120 cm	5,41	5,41	3,90	4,00	3,02	4,11	1,39	1,35	1,79

Pada **Tabel 6.** dapat dilihat terdapat penurunan nilai LI pada hasil perhitungan perbaikan pada semua jenis pengangkatan yang memerlukan perbaikan karena nilai LI melebihi 1. Pada pengangkatan kayu 5x14x120 cm memiliki penurunan nilai LI baik pada posisi awal dan akhir berada dibawah nilai 1 sehingga pengangkatan tersebut sudah lebih aman dari resiko cedera walaupun pada pengangkatan akhir perhitungan secara manual pada masih melebihi 1,30 yang dapat disiasati dengan mengurangi frekuensi pengangkatan ataupun durasi kerja pengangkatan.

Pada pengangkatan kayu 6x8x90 cm posisi akhir yang membutuhkan perbaikan, nilai LI menurun dari yang tidak ternilai menjadi berada dibawah nilai 1

sehingga dapat disimpulkan pengangkatan ini menjadi semakin aman dari resiko cedera. Untuk nilai LI jenis pengangkatan kayu 12x12x150 cm dan 8x10x150 cm, keduanya juga mengalami penurunan yang cukup signifikan sehingga sistem pengangkatan setelah perbaikan sudah lebih aman dari resiko MSDs dan LBP walaupun nilai LI keduanya masih berada diatas nilai 1. Dapat disiasati dengan mengurangi frekuensi pengangkatan ataupun durasi kerja pengangkatan dan untuk lebih aman dapat dipertimbangkan dengan adanya alat bantuan pengangkatan ataupun penggunaan forklift secara aktif untuk pengangkatan kayu 12x12x150 cm karena nilai LI nya masih cukup besar hingga melebihi nilai 2.

3.2 Analisis Analisis Beban Kerja Fisik dengan Cardiovascular Load (CVL)

Dapat dilihat pada **Tabel 7.** merupakan rekap hasil pengukuran DNK dan DNI dari pekerja dalam setiap pengangkatan jenis kayu.

Tabel 7. Data Pengukuran DNI dan DNK

Jenis Pengangkatan Kayu	Denyut / 10 detik	Denyut Nadi Awal (DNI)	Denyut Nadi Akhir (DNK)
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	13	78	102
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	14	84	102
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	13	78	114
Pengangkatan Kayu 8 x 10 x 150 cm	12	72	108

Tabel 7. menunjukkan hasil pengukuran denyut nadi pada pekerja pengangkatan kayu. Profil dari pekerja pengangkatan ini yaitu seorang pria berusia 37 tahun dengan tinggi badan sekitar 159,5 cm dan berat badan 45 kg. Pengukuran data denyut nadi ini hanya pada pekerja aktif penangkatan kayu yaitu berjumlah 1 orang. Dapat dilihat pada tabel bahwa denyut nadi awal yaitu denyut nadi sebelum melakukan pekerjaan memiliki jumlah denyut yang hampir seragam dengan rentang 12-14 denyut/10 detik nya dan untuk perhitungan DNI nya setiap denyut nadi dikalikan 60 detik. Lalu dilakukan kembali pengukuran denyut nadi/ 10 detik nya setelah pengangkatan dan didapat ukuran dengan rentang 102-114 denyut per menit nya.

Setelah mendapat data denyut nadi kerja (DNK) dan denyut nadi istirahat (DNI), dilakukan perhitungan untuk denyut nadi maksimum dimana pada subjek penelitian ini yaitu pekerja berjenis kelamin laki-laki

berusia 37 tahun sehingga digunakan persamaan (Kamiso, 1991).

$$DN Maks = 220 - Usia$$

$$DN Maks = 220 - 37$$

Lalu dilakukan perhitungan untuk persentase beban *Cardiovascular Load (CVL)* pada masing-masing pengangkatan. Berikut untuk contoh perhitungan dari persentase beban CVL pada pengangkatan kayu 5x14x120 cm.

$$\%CVL = \frac{100\% \times (DNK - DNI)}{DN Maks - DNI}$$

$$\%CVL = \frac{100\% \times (102 - 81)}{183 - 78} = 22,86\%$$

Pada **Tabel. 8** berikut merupakan rekap perhitungan beban CVL pada masing-masing pengangkatan.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Beban CVL

Jenis Pengangkatan Kayu	Denyut / 10 detik	Denyut Nadi Awal (DNI)	Denyut Nadi Akhir (DNK)	Nadi Kerja	DN Maks	CVL%	Kategori
Pengangkatan Kayu 5 x 14 x 120 cm	13	78	102	24	183	22,86%	Tidak terjadi kelelahan
Pengangkatan Kayu 6 x 8 x 90 cm	14	84	102	18	183	18,18%	Tidak terjadi kelelahan
Pengangkatan Kayu 12 x 12 x 150 cm	13	78	114	36	183	34,29%	Diperlukan perbaikan
Pengangkatan Kayu 8 x 10 x 150 cm	12	72	108	36	183	32,43%	Diperlukan perbaikan

Pada pengangkatan kayu 5x14x120 cm memiliki nilai persentase beban CVL sebesar 22,86% dan pengangkatan kayu 6x8x90 cm memiliki persentase beban CVL sebesar 18,18% yang dapat dikategorikan dalam beban kerja yang tidak terjadi kelelahan pada pekerjaannya karena nilai beban CVL masih dibawah 30%. Itu dikarenakan denyut nadi kerja yaitu setelah pekerja melakukan pekerjaan pengangkatan tidak terlalu

jauh dari denyut nadi awal sebelum pengangkatan atau saat istirahat sehingga dapat dikatakan beban kerja yang diterima masih sesuai kapasitas pekerja.

Untuk pengangkatan kayu 12x12x150 cm memiliki nilai persentase beban CVL sebesar 34,29% dan pengangkatan kayu 8x10x150 cm memiliki nilai persen beban CVL sebesar 32,43% yang dapat dikategorikan dalam beban kerja yang membutuhkan perbaikan karena

terjadi kelelahan pada pekerjaannya karena nilai beban CVL masih berada diatas 30%. Itu dikarenakan denyut nadi kerja yaitu setelah pekerja melakukan pekerjaan pengangkatan sedikit jauh dari denyut nadi awal sebelum pengangkatan atau saat istirahat sehingga dapat dikatakan beban kerja yang diterima melebihi kapasitas pekerja sehingga membutuhkan perbaikan untuk sistem kerjanya.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis perhitungan beban indeks pengangkatan RWL LI, kegiatan perendaman kayu pada proses pengangkatan memiliki resiko cidera MSDs dan LBP pada pekerja dikarenakan 3 dari 4 pengangkatan memiliki nilai beban indeks pengangkatan (LI) melebihi nilai 1. Lalu dalam analisis beban kerja fisiknya, 2 dari 4 pengangkatan memiliki sistem pekerjaan yang membutuhkan perbaikan karena berpotensi terjadinya kelelahan pada pekerja.

Pada pengangkatan kayu 5x14x120 cm tergolong tidak aman dalam pengangkatannya karena memiliki nilai beban yang direkomendasikan (RWL) pada pengangkatan awalnya 2,66 kg dan akhirnya 2,74 kg namun pengangkatan ini memiliki berat beban 4,05 yang melebihi nilai RWL, dan pada nilai LI pengangkatan awalnya melebihi nilai 1 yang berarti beresiko cidera sebesar 1,52 dan penangkatan akhirnya 1,48, lalu untuk nilai beban CVL yang dikategorikan beban kerja tidak berpotensi kelelahan karena nilai dibawah 30%.

Pada pengangkatan kayu 6x8x120 cm tergolong aman dalam pengangkatannya karena memiliki nilai berat beban dibawah yang direkomendasikan yaitu 2,44 kg dengan nilai RWL pada pengangkatan awalnya 3,44 kg dan akhirnya 3,66 kg, dan pada nilai LI pengangkatan awalnya kurang dari nilai 1 yang berarti tidak beresiko cidera sebesar 0,71 dan penangkatan akhirnya 0,73, lalu untuk nilai beban CVL yang dikategorikan beban kerja tidak berpotensi kelelahan karena nilai dibawah 30%.

Pada pengangkatan kayu 12x12x150 cm tergolong tidak aman dalam pengangkatannya karena memiliki nilai berat beban diatas yang direkomendasikan yaitu 12,15 kg dengan nilai RWL pada pengangkatan awalnya 2,41 kg dan akhirnya 2,48 kg, dan pada nilai LI pengangkatan awalnya melebihi nilai 1 yang berarti beresiko cidera sebesar 5,04 dan penangkatan akhirnya 3,52, lalu untuk nilai beban CVL yang dikategorikan beban kerja berpotensi kelelahan sehingga butuh perbaikan karena nilai melebihi 30%.

Pada pengangkatan kayu 8x10x150 cm tergolong tidak aman dalam pengangkatannya karena memiliki nilai berat beban diatas yang direkomendasikan yaitu 5,41 kg dengan nilai RWL pada pengangkatan awalnya 2,94 kg dan akhirnya 2,83 kg, dan pada nilai LI pengangkatan awalnya melebihi nilai 1 yang berarti beresiko cidera sebesar 1,84 dan penangkatan akhirnya 1,91, lalu untuk nilai beban CVL yang dikategorikan beban kerja

berpotensi kelelahan sehingga butuh perbaikan karena nilai melebihi 30%.

Usulan perbaikan untuk pengangkatan yang memiliki berat beban melebihi nilai RWL nya dan dengan nilai LI melebihi nilai 1 yaitu dengan memperbaiki sistem kerja pengangkatannya dengan membagi penyusunan kayu agar tidak terlalu tinggi dan perbaikan posisi pengangkatan dengan mengurangi ketinggian tempat tujuan beban sehingga nilai LI juga bisa menurun dan mengurangi jarak perpindahan. Sudut asimetri posisi juga dikurangi menjadi 0 derajat untuk semua pengangkatan untuk menghindari cedera bagian pundak dan punggung. Setelah dilakukan perbaikan dapat dilihat hasilnya setiap jenis pengangkatan memiliki penurunan pada nilai LI nya, walaupun beberapa pengangkatan masih memiliki nilai LI yang melebihi nilai 1 namun dapat disiasati dengan dengan mengurangi frekuensi pengangkatan ataupun durasi kerja pengangkatan dan untuk lebih aman dapat dipertimbangkan dengan adanya alat bantuan pengangkatan ataupun penggunaan forklift secara aktif.

Untuk pengangkatan dengan klasifikasi beban kerja yang membutuhkan perbaikan karena berpotensi terjadi kelelahan dapat dilakukan penambahan pekerja aktif dan pembagian shift untuk melakukan pengangkatan agar tidak dilakukan dalam jangka waktu cukup lama dalam sekali sesi pengangkatan untuk mengurangi tingkat kelelahan.

Daftar Pustaka

- Andini, F. (2015). Risk Factors of Low Back Pain in Workers. *MEDICAL JOURNAL OF LAMPUNG UNIVERSITY, Vol. 4*(1).
- Diniyati, D., & Mulyadi, Z. (2016). Analisis Beban Kerja Fisik dan Mental Karyawan pada Lantai Produksi di PT. Pesona Laut Kuning. *Jurnal Sains, Teknologi, Dan Industri UIN Sultan Syarif Kasim Riau, Vol. 13 No. 2*(6).
- ILO. (2013). *Keselamatan dan Kesehatan Kerja Sarana Untuk Produktivitas Edisi Bahasa Indonesia*. International Labour Organizations (ILO).
- Kamiso, A. (1991). *Ilmu Keperawatan Dasar*. FPOK IKIP Semarang.
- Konz. (1996). *Physiology of Body Movement: Occupational Ergonomic*. Marcel Dekker Inc.
- Manuaba. (2000). *Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. PT Guna Widya.
- Nurmianto, E. (2004). *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya* (Edisi Kedua). PT Guna Widya.
- Purwaningsih, D., Rosyida, E. E., & Bae, I. (2017). Analisis beban kerja fisik dan mental PT. Energi Agro Nusantara dengan metode Cardiovasular

Load (CVL) dan NASA-TLX. *Seminar Nasional Teknik Industri 2017*.

- Siddiqui, N. A., & Chacko, A. G. (2015). Study of the ergonomics of the worker using the rapid entire body assessment technique on agri-machinery industry. *International Journal on Occupational Health & Safety, Fire Environment Allied Science*, 4, 1–4.
- Sugiono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. CV Alfabeta.
- Tarwaka, B. S. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press.
- Utami, S. R. (2014). Hubungan Antara Kesegaran Jasmani Produktivitas Tenaga Kerja Bagian Penjahitan Di Konveksi Sinar Panca Daya Sakti. *Unnes Journal of Public Health, Vol. 3 No. 4*.
- Waters, T. R. (1994). *Application Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation*. Public Health Centre.