

Evaluasi Aktivitas Manual Material Handling Dengan Menggunakan Metode Biomekanika Kerja Pada Pengangkatan *Thiner* di Bagian *Warehouse*

Ade Andhika Saputra¹, Wahyudin², Asep Erik Nugraha³

^{1,2,3}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang, Kabupaten Karawang, Indonesia

Abstract. In doing a job manually such as moving, lifting a certain material needs to be evaluated to minimize the risk of work accidents. The research that will be conducted is the evaluation of manual material handling on the removal and removal of thinners. The purpose of this study was to determine the application of work biomechanics in minimizing the risk of spinal cord injury and providing improvement in work activities. The methods used in this research are Nordic Body Map, NIOSH, Rapid Entire Body Assessment, L5 / S1 (Fc) Force and Energy Consumptions. The results of this study were found that several parts of the workers' body muscles were injured, such as the neck, left and right shoulders, arms and wrists, back and waist. The RWL and Li values after repairs where is RWL exceeded the Load Constant value of 20 kg, and the Li value <1 (no risk). Then the work category level which was originally light-moderate work changed to light work. Furthermore, the original REBA score got a score of 5 to 3 (level 1). And the results of the compressive force against L5 / S1 have values of $F_c < AL$ and $F_c < MPL$.

Keyword: Work Biomechanics, Manual Material Handling, Musculoskeletal

Abstrak. Dalam melakukan sebuah pekerjaan secara manual seperti pemindahan, pengangkatan suatu bahan tertentu perlu dilakukan evaluasi untuk meminimalisir terjadinya resiko kecelakaan kerja. Penelitian yang dilakukan yaitu mengenai evaluasi manual material handling pada pengangkatan dan pemindahan *thiner*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penerapan biomekanika kerja dalam meminimalisir resiko terjadinya cedera tulang belakang dan memberikan perbaikan aktivitas kerja. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Nordic Body Map, NIOSH, Rapid Entire Body Assessment, Gaya Tekan L5/S1 (Fc) dan Konsumsi Energi. Hasil dari penelitian ini adalah ditemukan beberapa bagian otot tubuh pekerja yang mengalami cedera seperti leher, bahu kiri dan kanan, lengan dan pergelangan tangan, punggung dan pinggang. Nilai RWL dan Li setelah dilakukan perbaikan di mana RWL melebihi nilai Load Constant sebesar 20 kg, dan nilai Li <1 (tidak berisiko). Kemudian tingkat kategori pekerjaan yang semula light-moderate work berubah menjadi light work. Selanjutnya nilai REBA semula mendapatkan skor 5 menjadi 3 (level 1). Dan hasil Gaya Tekan terhadap L5/S1 memiliki nilai $F_c < AL$ dan $F_c < MPL$.

Kata Kunci: Biomekanika Kerja, Manual Material Handling, Musculoskeletal

Received 24 May 2021 | Revised 06 July 2021 | Accepted 23 July 2021

*Corresponding author at: Jl. HS.Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Kec. Telukjambe Tim., Kabupaten Karawang, Jawa Barat 41361

E-mail address: adeandika0405@gmail.com

<https://doi.org/10.32734/jsti.v23i2.6273>

[Attribution-NonCommercial 4.0 International](#). Some rights reserved

Copyright © 2021 Published by Talenta Publisher, ISSN: 1411-5247 e-ISSN: 2527-9408

Journal Homepage: <http://talenta.usu.ac.id/jsti>

1. Pendahuluan

Dalam melakukan sebuah aktivitas pekerjaan seperti pemindahan, pengangkatan, dan pengambilan suatu bahan tertentu perlu dilakukan kajian serta evaluasi menggunakan metode biomekanika kerja. Biomekanika kerja adalah studi tentang interaksi fisik antara manusia, mesin, peralatan, dan bahan yang berguna untuk mengurangi risiko penyakit muskuloskeletal disorder sehingga dapat meningkatkan kinerja dan kepuasan kerja [1]. Dalam biomekanika kerja, tubuh manusia dianggap sebagai suatu sistem mekanis. Sistem ini terkait dengan sistem muskuloskeletal yang meliputi tulang, otot, ligamen, tendon, lapisan fasia, dan tulang rawan [2].

Evaluasi manual material handling diperlukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, efektif dan efisien [7]. Namun masih saja ada beberapa perusahaan yang tidak melakukan evaluasi terkait kegiatan manual material handling (MMH) salah satu contohnya ada PT. Satyamas Indoraya.

Manual Material Handling (MMH) adalah ilmu dan seni yang meliputi kegiatan penanganan (handling), pemindahan (moving), pengepakan (packaging), penyimpanan (storing), dan pengawasan (controlling) terhadap segala jenis bentuk bahan dan material [3]. Di mana kegiatan manual material handling melibatkan sistem koordinasi tubuh seperti tangan, otot, dan tulang belakang [4]. Aktivitas manual material handling masih sangat membutuhkan tenaga manusia karena dapat dilakukan di ruang terbatas dan tidak memerlukan biaya penanganan yang cukup besar. Namun apabila aktivitas tersebut tidak dilakukan secara ergonomi, maka dapat menimbulkan cedera serius seperti muskuloskeletal disorder [6]. Penyakit muskuloskeletal ini merupakan penyakit yang dapat merusak fungsi sendi, ligamen, otot, saraf dan tendon, serta tulang belakang. Hal ini dapat menyebabkan rasa sakit dan mengurangi mobilitas pekerja, yang dapat menghalangi pekerja untuk melakukan aktivitas pemindahan material sehari-hari [5]. Keluhan mengenai kerusakan ini disebut juga penyakit muskuloskeletal atau kerusakan sistem muskuloskeletal [2].

PT. Satyamas Indoraya merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi interior yang berkualitas untuk perumahan, instansi lembaga pemerintahan dan perusahaan. PT. Satyamas Indoraya terdiri dari beberapa department yang saling terintegrasi dan secara terpadu berusaha untuk mewujudkan pelayanan terbaik dan mencapai tujuan perusahaan. Dalam menjalankan rantai produksinya, PT. Satyamas Indoraya membuat perencanaan dan pengendalian barang logistic di bagian warehouse dengan baik dan benar. Sehingga pergerakan barang dan waktu penyimpanan menjadi efektif dan efisien. Menurut (Nugraha & Wahyudin, 2018) pekerjaan di gudang tidak hanya melakukan pendataan material in dan material out saja namun juga melakukan material handling untuk menunjang proses produksi perusahaan. Namun sangat disayangkan ketika manajemen warehouse sudah baik, tetapi belum ditunjang oleh fasilitas material handling yang memadai, banyak pekerja di sana yang mengeluh akan kondisi kesehatannya. Menurut (Herwanto et al, 2016) apabila suatu aktivitas material handling tidak dilakukan secara tepat dan alami akan menimbulkan keluhan yaitu merasakan nyeri di bagian pinggang, punggung, leher, tangan, dan sebagainya.

Setelah dilakukan pengkajian di lapangan peneliti menemukan beberapa keluhan dari pegawai akibat aktivitas pengangkatan dan pemindahan barang yaitu “Over Exertion – Lifting and Caring” yang disebabkan oleh pengangkatan beban secara excessive sehingga menimbulkan terjadinya kerusakan jaringan pada tubuh [8]. Menurut (Manuaba, 2000) dan (Tarwaka S.H., 1985) dijelaskan bahwa apabila beban kerja lebih besar dibanding kemampuan kerja seseorang maka akan menimbulkan resiko terjadinya overstress, ketidaknyamanan, kecelakaan kerja, dan cedera. Hal itu dapat terjadi ketika perusahaan belum memiliki alat bantu dan prosedur yang tepat dalam melakukan aktivitas manual material handling. Sebagai contoh aktivitas pengangkatan dan pemindahan bahan baku yaitu Thiner (20 kg/lit) di PT. Satyamas Indoraya.

Berdasarkan uraian yang sudah disampaikan pada bagian sebelumnya, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui resiko terjadinya cedera akibat aktivitas manual material handling (MMH) yang dilakukan oleh pekerja di bagian warehouse PT. Satyamas Indoraya. Oleh sebab itu paper ini akan menggambarkan evaluasi aktivitas manual material handling untuk meminimalisir terjadinya cedera otot tulang belakang.

2. Tinjauan Pustaka

Dalam melakukan sebuah aktivitas pekerjaan seperti pemindahan, pengangkatan, dan pengambilan suatu bahan tertentu perlu dilakukan kajian serta evaluasi menggunakan metode biomekanika kerja. Biomekanika kerja adalah studi tentang interaksi fisik antara manusia, mesin, peralatan, dan bahan yang berguna untuk mengurangi risiko penyakit muskuloskeletal disorder sehingga dapat meningkatkan kinerja dan kepuasan kerja [1]. Dalam biomekanika kerja, tubuh manusia dianggap sebagai suatu sistem mekanis. Sistem ini terkait dengan sistem muskuloskeletal disorder yang meliputi tulang, otot, ligamen, tendon, lapisan fasia, dan tulang rawan [10].

Evaluasi manual material handling diperlukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat, aman, nyaman, efektif dan efisien. Namun masih saja ada beberapa perusahaan yang tidak melakukan evaluasi terkait kegiatan manual material handling (MMH) salah satu contohnya ada PT. Satyamas Indoraya.

Biomekanika adalah ilmu yang mempelajari interaksi fisik antara manusia, mesin, perkakas, dan material yang digunakan untuk mengurangi resiko terjadinya keluhan muskuloskeletal dan meningkatkan performansi kerja [1]. Sedangkan biomekanika menurut (Wignjonosobroto, 2012) menyatakan bahwa biomekanika merupakan ilmu yang memadukan ilmu fisika (khususnya mekanika) dalam bidang teknik berdasarkan ilmu biologi dan lingkungan.

Muskuloskeletal disorder adalah kondisi ketidaknyamanan pada otot rangka yang dirasakan oleh pekerja, mulai dari rasa nyeri hingga rasa sakit yang berlebihan [14]. Hal ini dapat terjadi jika otot berulang kali mengalami beban statis dalam waktu yang cukup lama, selain itu pekerja akan mengalami rasa tidak nyaman berupa kerusakan pada sendi, ligamen dan tendon. Keluhan ini sering disebut dengan penyakit muskuloskeletal disorder (MSD) atau cedera pada sistem skeletal [5].

Penggunaan metode analitik ini direkomendasikan oleh NIOSH untuk pekerjaan manual material handling. NIOSH memberikan cara sederhana untuk mengestimasi kemungkinan terjadinya pergangan otot yang berlebihan atas dasar karakteristik pekerjaan, yaitu dengan menghitung Recommendation Weight Limit (RWL) dan Lifting Index (LI) [11]. Selain itu juga terdapat beberapa metode yang dapat membantu pekerja untuk menganalisis cedera otot, memperbaiki postur tubuh serta melakukan kategori aktivitas pekerjaan apakah termasuk rendah, sedang atau berat. Metode yang dapat digunakan yaitu Nordic Body Map, KE, Fc, dan REBA .

Nordic body map merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur resiko terjadinya gangguan atau cedera pada otot-otot rangka. Metode NBM merupakan metode yang digunakan dalam penilaian yang bersifat subjektif, artinya tingkat keberhasilan aplikasi ini sangat bergantung pada situasi dan kondisi yang sedang dialami oleh pekerja pada saat dilakukan penilaian [2].

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya digunakan parameter indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan denyut jantung pada saat waktu kerja tertentu dengan kecepatan denyut jantung pada saat istirahat.

REBA (Rapid Entire Body Assessment) merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam analisa postur kerja. REBA dikembangkan oleh Dr. Sue Hignett dan Dr. Lynn Mc Atamney pada tahun 1990, yang merupakan seorang ergonomi dari universitas di Nottingham (University of Nottingham's Institute of Occupational Ergonomic). Metode ini juga dilengkapi dengan faktor coupling, beban eksternal, dan aktivitas kerja [9].

Mengacu pada penjelasan (Chaffin dan Anderson, 1991) bahwa badan operator terbagi menjadi beberapa bagian. Untuk keseimbangan statis dengan adanya pengaruh gaya luar (external force) maka momen dan gaya pada masing-masing pusat sambungan (link joint) dapat ditentukan besarnya. Jika diperhatikan bahwa model yang digunakan meliputi sistem penyambungan antara sambungan pinggul dan segmen tulang belakang (disc L5/S1). Model tersebut juga meliputi pengaruh dari tekanan momen dan gaya yang ada. Dengan menggunakan teknik perhitungan keseimbangan gaya pada setiap segmen tubuh manusia, maka didapat momen resultan pada L5/S1 [12].

Material Handling adalah salah satu jenis alat bantu atau transportasi yang digunakan untuk membantu kegiatan mengangkat, mengangkut, dan meletakkan bahan-bahan atau barang-barang di dalam perusahaan industri, dimulai sejak raw material masuk atau diterima di perusahaan sampai dengan finish good yang akan dikeluarkan oleh pabrik untuk didistribusikan kepada konsumen [15]. Dalam dunia industri material handling digunakan untuk memudahkan segala kegiatan yang berhubungan dengan kegiatan pengangkutan yang mustahil untuk diangkat dengan tenaga manusia.

3. Metodologi Penelitian

Permasalahan yang dibahas dalam paper ini terjadi di salah satu *industry property* di Kabupaten Bekasi. Pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif menggunakan data primer dan sekunder yang diperoleh dari dokumen perusahaan dan observasi langsung ke perusahaan. Beberapa data primer dan sekunder yang diperoleh yaitu data bahan material di Gudang, jumlah penggunaan bahan material di Gudang, jumlah tenaga kerja, biaya material handling, usia pekerja, berat badan pekerja, tinggi badan pekerja, jenis kelamin pekerja dan lama bekerja, keluhan pada bagian tubuh pekerja.

Metode Biomekanika kerja dapat digunakan apabila terdapat aktivitas pekerjaan yang dilakukan secara manual, beban kerja melebihi dari kapasitas kekuatan pekerja, posisi postur tubuh pekerja yang tidak tepat sehingga menimbulkan cedera otot, serta keluhan yang dirasakan pekerja setelah melakukan aktivitas pekerjaan.

Metode biomkenika kerja dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut:

1. Melakukan diagnose keluhan berupa cedera pada bagian tubuh pekerja dengan menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM), kemudian dilakukan perhitungan *score* NBM apakah termasuk kategori perlu dilakukan perbaikan atau tidak perlu dilakukan perbaikan.
2. Menghitung nilai *Recommended Weight Limit* (RWL) untuk mengetahui batas pengangkatan beban yang dianjurkan, setelah hasil RWL diketahui selanjutnya menghitung nilai *lifting index* (Li) untuk melihat apakah aktivitas tersebut beresiko menimbulkan cedera atau tidak.
3. Menentukan kategori pekerjaan apakah termasuk *light*, *moderate*, atau *heavy*, dapat diketahui melalui perhitungan nilai Konsumsi Energi (KE).
4. Melakukan evaluasi terhadap postur tubuh pekerja ketika sedang melakukan aktivitas *manual material handling* apakah berisiko menimbulkan cedera atau tidak, dapat diketahui berdasarkan perhitungan *Rapid Entire Body Assessment* (REBA), kemudian dilakukan klasifikasi untuk menentukan level resiko pekerjaan.
5. Menghitung nilai Gaya Tekan terhadap L5/S1 (Fc) untuk menentukan apakah pekerjaan tersebut aman atau tidak berdasarkan perbandingan nilai AL dan MPL.
6. Penggunaan alat bantu *manual material handling* untuk meminimalisir terjadinya kelelahan dalam bekerja dan timbulnya resiko cedera pada pekerja.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. *Nordic Body Map* (NBM)

Nordic body map merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur resiko terjadinya gangguan atau cedera pada otot-otot skeletal. Metode ini telah banyak diterapkan secara luas oleh para ahli ergonomi untuk menilai tingkat resiko gangguan pada otot bagian tubuh dan skeletal yang mempunyai nilai validasi dan rehabilitas yang baik.

Tabel 1 Scoring Nordic Body Map

No	Nama	Scoring NBM	Tingkat Resiko	Tindakan Perbaikan
1	Subyek 1	32	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	Subyek 2	43	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
3	Subyek 3	37	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
4	Subyek 4	45	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
5	Subyek 5	50	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari

Berdasarkan hasil perhitungan skor *Nordic Body Map* terhadap 5 orang yang mejadi subyek penelitian di PT. Satyamas Indoraya pada bagian *Warehouse*, diketahui bahwa terdapat beberapa bagian otot yang mengalami cedera seperti leher, bahu kiri dan kanan, lengan dan pergelangan tangan, punggung, pinggang, pinggul, dan kaki kanan. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pekerja sering mengalami rasa nyeri dan sakit pada bagian tersebut. Setelah dilakukan skoring terhadap 8 orang pekerja diperoleh hasil yaitu tingkat resiko terjadinya cedera bagian otot pekerja termasuk kedalam kategori rendah dan sedang. Sehingga tindakan perbaikan untuk kategori rendah belum diperlukan, sedangkan untuk kategori sedang mungkin perlu dilakukan di kemudian hari [13].

4.2. Recommended Weight Limit (RWL)

Recommended Weight Limit merupakan batas dari beban yang dapat diangkat oleh seorang pekerja tanpa menimbulkan resiko cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara berulang dan dalam jangka waktu yang lama. Metode ini sangat tepat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang terdapat pada PT. Satyamas Indoraya khususnya pada aktivitas *manual material handling* pengangkatan Thiner seberat 20 kg. Pada proses analisis hasil pengolahan data RWL kali ini akan dilakukan melalui dua tahap, yaitu sebelum dan sesudah perbaikan dengan menggunakan alat bantu material handling berupa *hand pallet*.

Tabel 2 Hasil Perhitungan *Recommended Weight Limit*

Nama	<i>Recommended Weight Limit</i>	
	<i>Origin (kg)</i>	<i>Destination (kg)</i>
Subyek 1	27,21	26,57
Subyek 2	24,74	21,34
Subyek 3	24,74	26,57
Subyek 4	23,66	20,22
Subyek 5	25,92	24,46

Berdasarkan hasil perhitungan RWL sesudah perbaikan dengan penambahan alat bantu hand pallet dapat diketahui bahwa hasil perhitungan terbagi menjadi RWL origin dan RWL destination. Hal tersebut terjadi dikarenakan terdapat dua kondisi yang berbeda yaitu pada saat pekerja mengambil bahan baku Thiner di tempat asal yaitu permukaan hand pallet yang memiliki ketinggian 15 cm (origin) dan pada saat pekerja memindahkan dan menyimpan Thiner pada suatu tempat berupa meja dengan ketinggian 85 cm yang merupakan tujuan akhir (destination). Terdapat perbedaan rekomendasi batas pengangkatan masing-masing subyek yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti usia, berat badan, jenis kelamin, jarak, kondisi fisik dan teknik pengangkatan yang dilakukan oleh pekerja. Dapat dilihat bahwa subyek 1 memiliki RWL sebesar 27,21 Kg (Origin), sedangkan subyek 2 memiliki RWL sebesar 24,74 Kg (Origin). Selain itu juga nilai antara RWL origin dan RWL destination juga memiliki perbedaan yang diakibatkan oleh jarak horizontal (H), jarak vertical tangan/handle (V), Jarak perpindahan vertical (D) dan sudut yang dibentuk (A). sehingga pada subyek 1 diketahui nilai RWL origin sebesar 27,21 Kg sedangkan RWL Destination sebesar 26,57 Kg.

4.3. *Lifting Index (Li)*

Li digunakan untuk mengetahui index pengangkatan apakah menimbulkan resiko cedera tulang belakang seperti low back pain dan musculoskeletal disorder. Apabila nilai $Li < 1$ pekerjaan tersebut dapat dikatakan aman, ketika nilai Li berada di antara 1 dan 3 dapat dikatakan pekerjaan tersebut memiliki potensi menimbulkan cedera, dan apabila nilai $Li > 3$ maka pekerjaan tersebut dikatakan berbahaya dan dapat menimbulkan cedera tulang belakang.

Tabel 3 Hasil Perhitungan *Lifting Index*

Nama	<i>Lifting Index</i>	
	<i>Origin</i>	<i>Destination</i>
Subyek 1	0,73	0,75
Subyek 2	0,81	0,94
Subyek 3	0,81	0,75
Subyek 4	0,85	0,99
Subyek 5	0,77	0,82

Berdasarkan hasil perhitungan nilai lifting index sesudah perbaikan dengan menambahkan alat bantu hand pallet dapat diketahui bahwa perhitungan terbagi menjadi dua yaitu nilai Li origin dan Li destination. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan terdapat 2 kondisi yang berbeda yaitu ketika pekerja mengangkat objek di tempat asal (origin), kemudian dipindahkan dan disimpan ke tempat tujuan (destination). Selanjutnya dari kondisi tersebut diperoleh nilai RWL origin dan RWL destination yang digunakan untuk menghitung nilai lifting index. Nilai lifting index diperoleh dari hasil perbandingan antara berat beban benda (W) dibagi dengan RWL origin/destination. Dapat dilihat pada tabel di atas bahwa hasil perhitungan lifting index masing-masing subyek berbeda hal ini diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu usia, berat badan, jenis kelamin, teknik dan jarak

pengangkatan dan pemindahan barang, serta nilai RWL yang diperoleh. Untuk menentukan nilai Li terdapat syarat yaitu dengan menentukan nilai RWL terkecil antara origin dan destination. Dikarenakan nilai RWL destination lebih kecil dibandingkan origin maka nilai Li destination yang dijadikan acuan dalam penentuan index pengangkatan. Dapat diketahui bahwa nilai Li yang diperoleh oleh subyek 1 sampai dengan 5 berada pada $Li < 1$ yang berarti pekerjaan tersebut tidak

4.4. Konsumsi Energi (KE)

Konsumsi Energi (KE) untuk setiap cara kerja merupakan selisih antara besarnya energi pada saat bekerja (Et) dengan besarnya energi pada saat istirahat (Ei).

Tabel 4 Hasil Perhitungan Konsumsi Energi

Nama	Ei (Kkal)	Et (Kkal)	KE (Kkal)
Subyek 1	5,85	6,03	0,18
Subyek 2	5,41	6,22	0,81
Subyek 3	5,67	6,31	0,64
Subyek 4	4,99	5,85	0,86
Subyek 5	5,41	6,03	0,62

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi (KE) pada aktivitas pengangkatan dan pemindahan *Thiner* sesudah adanya proses perbaikan sistem kerja, maka didapatkan hasil dari pengamatan yaitu seluruh pekerja sudah tidak mengalami kelelahan karena sudah ditunjang dengan fasilitas alat bantu berupa *hand pallet*. Oleh sebab itu apabila mengacu pada nilai KE yang didapatkan dari hasil perhitungan, diketahui bahwa jenis pekerjaan pengangkatan dan pemindahan *Thiner* termasuk ke dalam golongan pekerjaan yang *light work* karena pekerjaan tersebut membutuhkan energi $< 2,5$ Kkal yang berarti pekerjaan tersebut aman dilakukan.

4.5. Rapid Entire Body Assesment (REBA)

REBA adalah salah satu metode yang digunakan untuk menganalisis postur kerja pada saat melakukan aktivitas manual material handling. Metode REBA dalam bidang ergonomic digunakan secara cepat untuk menilai postur leher, punggung, lengan pergelangan tangan, dan kaki seorang pekerja. Metode REBA telah mengikuti karakteristik, yang telah dikembangkan untuk memberikan jawaban untuk keperluan mendapatkan peralatan yang bisa digunakan untuk mengukur pada aspek pembebanan fisik para pekerja. Selain itu juga, metode REBA sudah dilengkapi dengan faktor coupling beban eksternal dan aktivitas kerja. Dalam metode ini, segmen-segmen tubuh dibagi menjadi dua group, yaitu group A dan group B. Group A terdiri dari punggung (batang tubuh), leher, dan kaki. Sedangkan group B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan.

Tabel 5 Hasil Perhitungan REBA

Tabel A	Tabel C											
	Score Tabel B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	7
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Berdasarkan hasil perhitungan REBA yang didapatkan dari perhitungan tabel A, B dan C. Tabel A merupakan tabel yang berfungsi untuk menilai postur leher (neck), batang tubuh (trunk), dan kaki (legs) didapatkan nilai analisa postur sebesar 1 dengan mempertimbangan skor beban berdasarkan kategori yaitu ketika beban < 5 kg maka skornya 0, 5 – 10 kg skornya 1, dan apabila beban > 10 kg maka skornya 2. Kemudian untuk Tabel B merupakan tabel yang berfungsi untuk menilai postur tubuh lengan atas (upper arm), lengan bawah (lower arm), dan pergelangan tangan (wrist) didapatkan nilai analisa postur sebesar 1 dengan mempertimbangkan skor coupling sebesar 0 karena objek dalam hal ini Thiner memiliki pegangan yang pas dan kuat ditengah genggamannya serta tidak mudah putus. Setelah masing-masing skor tabel A dan B sudah ditentukan, selanjutnya kedua skor tersebut akan dimasukkan ke dalam tabel C yang berfungsi sebagai penentuan skor postur akhir pekerja untuk dilakukan klasifikasi resiko dan Tindakan perbaikan yang seharusnya dilakukan. Berdasarkan hal tersebut didapatkan hasil skor pada Tabel C sebesar 2 dengan mempertimbangkan skor aktivitas sebesar +1 ketika bagian tubuh statis, ditahan lebih dari 1 menit. Maka dapat disimpulkan bahwa hasil skor REBA pada aktivitas pengangkatan dan pemindahan Thiner (20kg) sebesar $2+1 = 3$ yang berarti resiko pekerjaan rendah dan mungkin perlu dilakukan perbaikan. Dalam perbaikan kali ini yaitu dilakukan dengan cara memberikan pemahaman kepada pekerja untuk melakukan aktivitas manual material handling yang sesuai dengan prosedur yang berlaku.

4.6. Gaya Tekan (Fc)

Chaffin dan Anderson (1991) menjelaskan tentang biomekanika statis pada tubuh ketika bekerja. Penjelasan tersebut adalah perkiraan besarnya gaya tekan pada L5/S1 untuk suatu kegiatan pengangkatan yang spesifik. Model ini juga dapat digunakan untuk memprediksi proporsi populasi yang memiliki kekuatan pada masing-masing sambungan badan (joint) untuk aktivitas angkat.

Tabel 5 Hasil Perhitungan REBA

Nama	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
	Fc (N)	Fc (N)
Subyek 1	681,92	679,16
Subyek 2	862,21	551,16
Subyek 3	764,15	677,01
Subyek 4	459,37	159,24
Subyek 5	1488	1398

Berdasarkan hasil perhitungan Fc pada aktivitas pengangkatan dan pemindahan bahan baku *thiner* secara manual didapatkan perbedaan hasil yang signifikan antara gaya tekan L5/S1 yang diberikan sebelum dan sesudah perbaikan. Hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu berat badan, berat benda, sudut inklinasi perut, sudut inklinasi kaki, Panjang lengan momen otot *spinal erector* dari L5/S1 jarak dari gaya ke L5/S1 (0,11), sudut torso axis terhadap garis vertical L5/S1. Mengacu pada NIOSH (*National Safety and Health*) besar gaya tekan harus dibawah 6500 N pada L5/S1, sedangkan batas gaya angkat normal *action limit* sebesar 3500 pada L5/S1. Sehingga apabila $Fc < AL$ maka dapat dikatakan pekerjaan tersebut aman, $AL < Fc < MPL$ pekerjaan tersebut perlu dilakukan dengan hati-hati karena memiliki potensi menimbulkan cedera, dan apabila nilai $FC > MPL$ maka pekerjaan dapat dikatakan berbahaya. Dari hasil yang diperoleh perhitungan Fc sesudah dan sebelum perbaikan keduanya memiliki nilai $FC < AL$ yang artinya pekerjaan tersebut aman dilakukan.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian analisa postur kerja pada *aktivitas manual material handling* menggunakan metode biomekanika, NIOSH, dan REBA, *Nordic Body Map*, Fc, KE, dan penggunaan alat bantu berupa "hand pallet", dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisa resiko terjadinya cedera pada otot tubuh pekerja menggunakan *Nordic Body Map* (NBM) diketahui bahwa terdapat beberapa bagian otot yang mengalami cedera seperti: leher, bahu kiri dan kanan, lengan dan pergelangan tangan, punggung, pinggang, pinggul, dan kaki kanan. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan pekerja sering mengalami rasa nyeri dan sakit pada bagian tersebut. Kemudian hasil perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) sebelum dilakukan perbaikan berupa penggunaan alat bantu *material handling* yaitu "Hand Pallet" pekerja masih memiliki nilai kurang dari beban aktual sebesar 20 kg, sehingga ketika dilakukan proses perhitungan *Lifting index*, didapatkan nilai $Li > 1$ maka dapat disimpulkan pekerja yang melakukan pengangkatan

dan pemindahan *thiner* dapat menimbulkan resiko cedera tulang belakang. Namun sebaliknya, ketika sudah menggunakan alat bantu nilai RWL melebihi beban aktual sebesar 20Kg, sehingga didapatkan nilai $Li < 1$, artinya pekerjaan tersebut tidak menimbulkan cedera tulang belakang. Selanjutnya untuk konsumsi energi pada pekerja sebelum dilakukan perbaikan, dapat disimpulkan bahwa konsumsi energi yang dikeluarkan oleh pekerja masih dalam kriteria beban kerja yang *light-moderate work*, kategori tersebut tidak menimbulkan kelelahan pada pekerja, kriteria pekerja berdasarkan *energy expenditure* dan konsumsi energi. Namun setelah dilakukan perbaikan, konsumsi energi pada pekerja mengalami perubahan yang signifikan yaitu berada pada kriteria beban kerja *light work*, kriteria tersebut tidak menimbulkan kelelahan saat bekerja. Kemudian, untuk hasil analisa *Rapid Entire Body Assesment* (REBA) sebelum perbaikan didapatkan *score* REBA sebesar 5, dan termasuk kedalam action level 2 artinya resiko pekerjaan sedang dan perlu dilakukan perbaikan. Setelah dilakukan perbaikan postur kerja didapatkan *score* REBA sebesar 3, dan termasuk action level 1 artinya resiko pekerjaan rendah dan mungkin perlu dilakukan perbaikan. Hasil analisa gaya tekan kompresi di L5/S1 dapat disimpulkan bahwa seluruh pekerja memiliki gaya tekan kurang dari batas aman yaitu 6500 N baik sebelum dan sesudah perbaikan. Berarti pekerjaan pengangkatan dan pemindahan *thiner* tidak menimbulkan resiko terjadinya cedera tulang belakang. Penggunaan alat bantu *material handling* dinilai sangat efektif untuk meminimalisir terjadinya resiko cidera otot tulang belakang, hal ini didasarkan pada hasil analisis menggunakan pendekatan biomekanika kerja dimana nilai/skor sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan mengalami perubahan yang signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. B. A. A. G. B. J. Chaffin, Occupational Biomechanics, USA: John Wiley and Sons, 1991.
- [2] S. H. L. S. Tarwaka, Ergonomi untuk Keselamatan Kerja dan Produktivitas, Surakarta: Harapan Press, 2004.
- [3] J. Westland, The Project Management Life Cycle, America: Kogan Page, 2006.
- [4] R. Lueder, A Proposed RULA for Computer Users, Procceding of the Ergonomic Summer Workshop, San Fransisco, 1996.
- [5] E. Granjeand, Fitting the Task to The Man, 4 ed., T. & F. Inc, Ed., London, 1993.
- [6] A. E. N. H. W. Kusnadi, "ANALISA PENERAPAN LEAN WAREHOUSE DAN 5S+ SAFETY DI GUDANG PT. NICHIRIN INDONESIA," *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, pp. 1-13, 2018.
- [7] A. P. A. P. K. A. Dene Herwanto, "PERBAIKAN WORKSTATION DI PT. YUSHIRO INDONESIA UNTUK MENGURANGI RESIKO KELUHAN MUSKULOSKELETAL," *Jurnal Teknologi*, pp. 71-76, 2016.
- [8] E. Nurmianto, Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya, Surabaya: Guna Widya, 2008.

- [9] I. W. L. W. D. N. 2. Sukania, Identifikasi Keluhan Biomekanik dan Kebutuhan Operator Proses Packing di PT X, Jakarta: Program Studi Teknik Industri Universitas tarumanagara Jakarta, 2013.
- [10] V. Peter, "Musculoskeletal Disorder," 4 Maret 2000. [Online]. Available: <http://www.csao.org/uploadfiles/magazine/Vol.13 No 3/musculo.htm..>
- [11] I. Satalaksana, Teknik Perancangan Sistem Kerja, Bandung: Laboratorium Tata Teknik Industri- ITB, 2006.
- [12] F. Tayyari, Occupational Ergonomics, London: Chapman and Hall, 1997.
- [13] A. a. B. A. Bagchee, Biomechanical Aspect of Body Movement. In Occupational Ergonomics. Theory and Application, New York: Marcel Dekker, Inc, 1996.
- [14] P. O. a. R. K. 1. Astrand, Textbook of Work Physiology-Physiological Bases of Exercise, Neuromuscular Function. 2nd Edition, New York: McGraw-Hill Book Company, 1977.
- [15] S. d. C. V. M. Snook, "The Design of Manual Handling Tasks: Revised Table of Maximum Acceptable Weights and Forces.," pp. 1197-1213, 1991.