



## ANALISIS PEMINDAHAN MATERIAL DENGAN PENDEKATAN RECOMMENDED WEIGHT LIMIT

Tri Wibawa

Teknik Industri UPN “Veteran” Yogyakarta  
Jl. Babarsari 2 Tambakbayan Yogyakarta, 55281  
Telp. 0274-485363 Fax. 0274-486256  
e-mail : t\_wibw@yahoo.com

### Abstrak

Penanganan material secara manual (manual material handling/MMH) merupakan pekerjaan yang berpotensi membahayakan keselamatan kerja seperti timbulnya cedera pada sistem tulang dan otot (musculoskeletal disorders). Faktor penyebab cedera tersebut antara lain postur kerja yang tidak nyaman (tepat), berat beban yang diangkat, dan frekuensi pengangkatan. Pekerjaan pembuatan batako merupakan salah satu contoh pekerjaan yang dilakukan secara manual. Pekerjaan ini meliputi pengadukan bahan baku, mencetak, menjemur batako basah, dan mengangkat batako kering. Aktifitas kerja pekerja tersebut termasuk rawan terhadap cedera tulang belakang.

Penentuan aktifitas pengangkatan beban yang memiliki resiko cedera tulang belakang dan menentukan berat beban yang direkomendasikan dengan metode NIOSH Equation. Langkah awal adalah perhitungan Recommended Weight Limit (RWL) yang hasilnya berupa nilai Lifting Index (LI). Jika nilai LI lebih dari satu maka pekerjaan tersebut berpotensi mengakibatkan resiko cedera tulang belakang. Sedangkan untuk tolak ukur penentu berat ringannya pekerjaan dilakukan dengan perhitungan konsumsi energi.

Hasil penelitian didapatkan bahwa aktivitas kerja yang berpotensi mengakibatkan cedera tulang belakang karena nilai LI lebih dari satu adalah stasiun kerja menjemur batako basah.. Perbaikan variable dilakukan sampai mendapatkan nilai Lifting Index kurang dari satu. Dari hasil perbaikan tersebut diharapkan bahwa pekerjaan pembuatan batako tidak berpotensi mengakibatkan cedera tulang belakang. Perhitungan konsumsi energi untuk semua stasiun kerja masih dalam kondisi tidak melebihi batas yang ditentukan yaitu sebesar 5,2 kkal/menit, sehingga termasuk pekerja moderat dan aman.

**Kata kunci :** MMH, musculoskeletal disorders, NIOSH Equation, Lifting Indeks

### PENDAHULUAN

Penanganan material secara manual apabila dilakukan dengan tidak tepat dapat menimbulkan resiko cedera pada tubuh utamanya pada bagian tulang belakang. Salah satunya adalah keluhan pada bagian otot skeletal yang disebabkan beban statis yang diterima otot secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang lama. Keluhan inilah yang biasanya disebut dengan *musculoskeletal disorders* atau cedera pada sistem tulang dan otot.

Kecelakaan industri (*industrial accident*) yang disebut sebagai “*Over exertion-lifting and carrying*” yaitu kerusakan jaringan tubuh yang diakibatkan oleh beban angkat yang berlebihan (Nurmianto, 2004). Data mengenai insiden tersebut telah mencapai nilai rata-rata 18% dari seluruh kecelakaan selama tahun 1982-1985 menurut data statistik tentang kompensasi para pekerja di negara bagian New South Wales, Australia dalam Nurmianto (2004). Dari data kecelakaan ini 93% diantaranya diakibatkan oleh *strain* (rasa nyeri yang berlebihan) sedangkan 5% lainnya pada hernia. Dari data tentang *strain* 61% diantaranya berada pada bagian punggung. Kondisi lingkungan kerja yang tidak mempertimbangkan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan para pekerja juga sering menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja.



Berdasarkan laporan penelitian NIOSH (*The National Institute of Occupational Safety and Health*) pada tahun 1981 yang menyebutkan bahwa tingginya angka kecelakaan kerja sering disebabkan oleh kecerobohan dan keteledoran dari pekerja itu sendiri, yaitu seperti pada proses pemindahan material secara manual yang dilakukan secara tidak ergonomis. Aktivitas pemindahan secara manual dapat dilakukan dengan cara menarik (*pull*), mendorong (*push*), mengangkat baik itu menaikkan (*loading*) maupun menurunkan (*unloading*), serta membawa (*carry*).

Pada proses pembuatan batako semuanya dilakukan secara manual, dari proses pencampuran bahan baku, proses pencetakan, sampai dengan proses penjemuran. Berdasarkan wawancara secara langsung kepada pekerja pembuat batako, diketahui bahwa pada aktivitas pengangkatan material pada proses penjemuran sering mengakibatkan nyeri pada pinggang dan tulang belakang, karena aktivitas ini dilakukan secara terus-menerus dan mengangkat beban yang cukup berat.

Berdasarkan uraian sebelumnya, penelitian ini dimaksudkan untuk menganalisis terhadap postur kerja dan tingkat beban yang aman bagi para pekerja untuk mengurangi resiko terjadinya musculoskeletal disorders. Adapun perbaikan yang dilakukan dengan pendekatan *Recommended Weight Limit* (RWL) untuk menentukan tingkat beban yang aman bagi pekerja.

## METODA

Pada penelitian ini pendekatan yang digunakan dengan *Recommended Weight Limit* (RWL) merupakan rekomendasi batas beban yang dapat diangkat oleh manusia tanpa menimbulkan cedera meskipun pekerjaan tersebut dilakukan secara *repetitive* dan dalam jangka waktu yang cukup lama. RWL ditetapkan oleh NIOSH pada tahun 1991 di Amerika Serikat yang berlaku pada keadaan sebagai berikut (Waters, et al, 1994) :

- Beban yang diberikan adalah beban statis, tidak ada penambahan ataupun pengurangan beban di saat melakukan pekerjaan.
- Pengangkatan atau penurunan beban dengan kedua tangan.
- Pengangkatan atau penurunan beban dilakukan dalam waktu maksimal 8 jam.
- Pengangkatan atau penurunan beban tidak boleh dilakukan pada kondisi duduk atau berlutut.
- Ruang tempat melakukan pekerjaan representatif (tidak dibatasi)

Persamaan untuk menentukan beban yang direkomendasikan untuk diangkat seorang pekerja dalam kondisi tertentu menurut NIOSH adalah sebagai berikut (Waters, et al, 1993):

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

Keterangan :

*LC* : (*Lifting Constanta*) konstanta pembebanan = 23 kg

*HM* : (*Horizontal Multiplier*) faktor pengali horisontal =  $25/H$

*VM* : (*Vertical Multiplier*) faktor pengali vertikal =  $1 - 0,003 [V - 75]$

*DM* : (*Distance Multiplier*) faktor pengali perpindahan =  $0,82 + 4,5/D$

*AM* : (*Asymetric Multiplier*) faktor pengali asimetrik =  $1 - 0,0032 A^{\circ}$

*FM* : (*Frequency Multiplier*) faktor pengali frekuensi

*CM* : (*Coupling Multiplier*) faktor pengali kopling (*handle*)

Catatan :

*H* = Jarak horizontal posisi tangan pemegang beban dengan titik pusat tubuh.

*V* = Jarak vertikal posisi tangan yang memegang beban terhadap lantai

*D* = Jarak perpindahan beban secara vertikal antara tempat asal sampai tujuan

*A* = Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki

Setelah dilakukan perhitungan RWL selanjutnya dapat ditentukan besarnya *Lifting Index* (LI). LI merupakan estimasi sederhana terhadap resiko cedera yang ditimbulkan akibat beban yang diangkat, dengan persamaan :

$$LI = \frac{\text{Berat Beban}}{RWL}$$



Jika *Lifting Index* lebih besar dari 1 ( $LI > 1$ ), berat beban yang diangkat melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut mengandung resiko cedera tulang belakang. Sebaiknya dilakukan perbaikan posisi kerja atau penurunan beban yang diangkat. Jika *Lifting Index* lebih kecil dari 1 ( $LI < 1$ ), berat beban yang diangkat tidak melebihi batas pengangkatan yang direkomendasikan maka aktivitas tersebut tidak mengandung resiko cedera tulang belakang (Waters, et al; 1993).

Berdasarkan sikap dan kondisi sistem kerja pengangkatan beban dalam proses pembuatan batako yang dilakukan oleh pekerja dalam eksperimen, dapat dilakukan pengukuran terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi dalam pengangkatan beban tersebut.

Kenyamanan kerja diukur melalui energi yang dikeluarkan selama melakukan pekerjaan. Besarnya pengeluaran energi diperoleh dari hasil konversi dari denyut jantung. Untuk menyatakan hubungan antara energi dengan kecepatan denyut jantung menggunakan analisis regresi. Adapun persamaannya sebagai berikut :

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71711 \cdot 10^{-4} \cdot X^2$$

Dimana:

Y = energi (kkal/menit)

X = kecepatan denyut jantung (denyut/menit)

Setelah besaran kecepatan dapat disetarakan dalam bentuk energi maka konsumsi energi untuk kerja tertentu dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$K_E = Y_t - Y_i$$

Dimana:

$K_E$  = Konsumsi energi (kkal/menit)

$Y_t$  = Pengeluaran energi beberpa saat setelah melakukan pekerjaan (kkal/menit)

$Y_i$  = Pengeluaran energi sebelum melakukan pekerjaan (kkal/menit)

Dengan demikian konsumsi energi pada waktu kerja tertentu merupakan selisih waktu antara pengeluaran energi pada waktu kerja dengan pengeluaran energi pada saat istirahat.

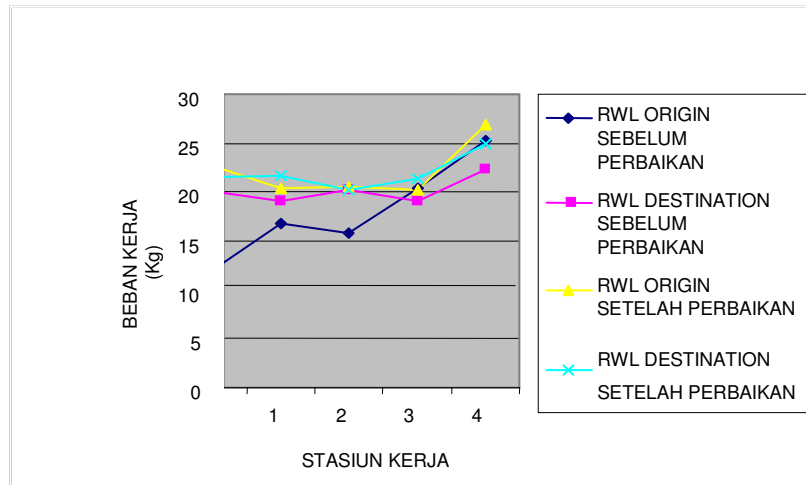
## ANALISA HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari perhitungan RWL dan LI untuk mesing-masing stasiun kerja baik dalam kondisi origin maupun destination merekomendasi bahwa masih perlu dilakukan perbaikan. Perbaikan dilakukan dengan melakukan perubahan pada variabel-variabel yang berpengaruh pada penentuan RWL termasuk postur kerja. Dengan perbaikan ini selanjutnya dilakukan perhitungan kembali RWL dan Lifting indeks untuk masing-masing stasiun kerja. Hasil perhitungan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 1.

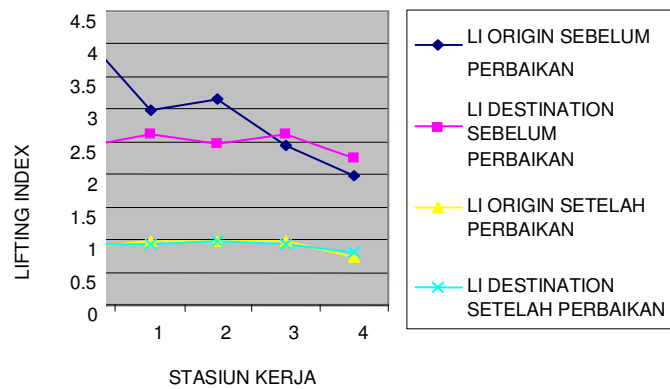
Tabel 1. Hasil Perhitungan RWL dan LI Sebelum dan Setelah Perbaikan

Stasiun Kerja		Sebelum Perbaikan		Setelah Perbaikan	
		<i>Origin</i>	<i>Destination</i>	<i>Origin</i>	<i>Destination</i>
1. Pengadukan	RWL	23,62	18,86	23,62	21,16
	LI	1,05	1,33	0,85	0,95
2. Pencetakan	RWL	12,01	20,01	22,64	21,53
	LI	4,16	2,42	0,88	0,93
3. Penjemuran	RWL	16,78	19,15	20,31	21,65
	LI	2,98	2,61	0,98	0,92
4. Pengangkatan	RWL	25,24	22,28	26,97	24,96
	LI	1,97	2,24	0,74	0,8

Berdasarkan nilai LI sebelum perubahan, dapat diketahui bahwa secara keseluruhan nilai LI stasiun kerja 1,2,3 maupun 4 semuanya lebih dari 1. Ini mengindikasikan bahwa pengangkatan yang dilakukan oleh para pekerja dengan beban tersebut sangat beresiko menyebabkan kecelakaan kerja dan cedera pada tulang belakang. Setelah adanya perbaikan harga LI dapat diturunkan seperti yang ditunjukkan pada grafik pada Gambar 1 dan Gambar 2.



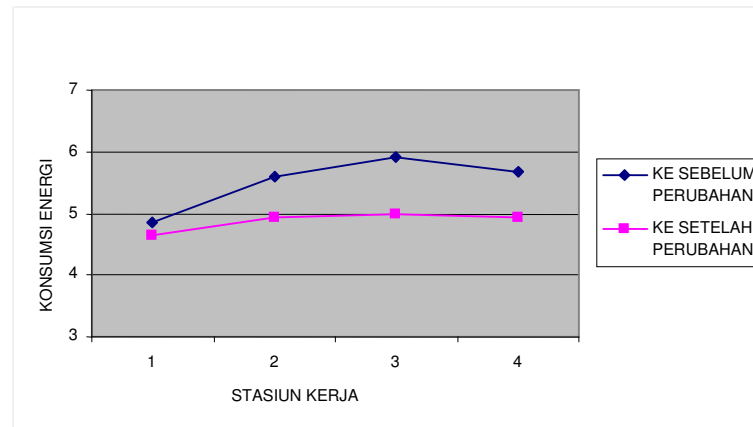
Gambar 1. Perbandingan RWL sebelum dan sesudah perbaikan



Gambar 2. Nilai LI sebelum dan setelah perubahan

Dari Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa perhitungan RWL terbesar berada pada stasiun kerja 4. Hal ini disebabkan oleh perubahan lokasi tangan (horizontal) *origin* menjadi 40 cm sehingga benda jauh dengan titik pusat tubuh. Perbaikan selanjutnya adalah dengan merubah posisi pengangkatan yang mendekati titik berat tubuh menjadi 15 cm dengan cara memberikan rak-rak. Dengan perubahan tersebut menghasilkan nilai LI sebesar 0,74 yang berarti bahwa pengangkatan tersebut aman bagi pekerja karena nilai LI < 1. Dari hasil perbaikan yang telah dilakukan pada stasiun kerja 1,2,3 dan 4 menghasilkan nilai LI < 1, sehingga pengangkatan secara manual pada pembuatan batako sudah memenuhi standar NIOSH dan aman bagi pekerja.

Kenyamanan kerja diukur melalui energi yang dikeluarkan selama melakukan pekerjaan. Hasil perhitungan konsumsi energi untuk masing-masing pekerja pada setiap stasiun kerja ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsumsi energi sebelum dan setelah perbaikan

Pengeluaran energi digunakan sebagai penentu berat atau ringannya suatu pekerjaan. Berdasarkan rekomendasi NIOSH, pengeluaran energi standar untuk pria adalah 5 kilokalori/menit (Pulat, 1992). Hasil penentuan kategori beban kerja ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori Beban Kerja Sebelum Dan Setelah Perbaikan

Stasiun kerja	KE Sebelum Perbaikan	Work Grade	KE Setelah Perbaikan	Work Grade
1	4,85	Light	4,9	Light
2	5,6	Moderate	4,94	Light
3	5,92	Moderate	5	Light
4	5,68	Moderate	4,94	Light

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi dapat dilihat terjadi penurunan tingkat beban kerja pada stasiun kerja 2,3 dan 4. Ini dapat dilihat dari pengeluaran energi pekerja sebelum perbaikan untuk stasiun kerja 1 tergolong dalam tingkat kerja *light* dan pekerja 2,3 dan 4 tergolong kedalam *moderate*. Sedangkan pengeluaran energi pekerja setelah perbaikan semuanya tergolong kedalam *light*. Perubahan tingkat kerja moderate ke tingkat kerja light terjadi karena perbaikan postur kerja dan perbaikan pada proses pengangkatan dimana yang semula dilakukan dengan dengan jarak pengangkatan vertikal 40 cm menjadi 15 cm. Selain itu juga disebabkan karena adanya perubahan jarak horisontal yang semakin lama akan semakin dekat dengan tempat penumpukan hasil produk.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perbaikan dilakukan dengan metode kerja dapat dilakukan dengan melakukan perubahan pada variabel-variabel yang akan berpengaruh pada *Recommended Weight Limit* (RWL). Pada proses pembuatan batako dengan menambah rak maka variabel vertical multiplier (VM) menjadi lebih kecil, sehingga resiko terjadinya cedera juga dapat dikurangi.
2. Perbaikan ini akan memberikan kenyamanan pekerja yang ditunjukkan dengan menurunnya konsumsi energi yang dikeluarkan.



#### DAFTAR PUSTAKA

- Muslimah, E., Pratiwi, I., Rafsanjani, F., 2006 Analisis Manual Material Handling Menggunakan NIOSH EQUATION (*Studi Kasus di Bulog Surakarta*), Jurnal Ilmiah Teknik Industri Vol. 5 No. 2, hal 53 – 60
- Nurmianto, E., 1996, *Ergonomi Konsep-konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi 1, Jakarta: Guna Widya.
- Pulat, B., 1992, *Fundamental of Industrial Ergonomics*. Prentice Hall, Englewood cliffs, New Jersey.
- Sastrowinito, S., 1985, *Meningkatkan Produktifitas dan Ergonomi*, Seri Manajemen No.116, Jakarta: Pustaka Binaman Pressindo.
- Sutalaksana, I. Z., 1979, *Teknik Tata Cara Kerja*, Bandung: Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- Tarwaka, B, S.H.A., Sudiajeng, L., 2004, *Ergonomi, untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press, Surakarta.
- Wignjosoebroto, S., 2000, *Ergonomi Study Gerak dan Waktu*, Jakarta: Guna Widya.
- Waters, T. R., 1994, *Applications Manual For The Revised NIOSH Lifting Equation*, Cincinnati Ohio: U.S Departement Of Health And Human Services.