

ANALISA ERGONOMI KEGIATAN MENGANGKAT BEBAN STUDI KASUS MENGANGKAT GALON AIR KE ATAS DISPENSER

oleh:

I Wayan Sukania*

Abstrak.

Kegiatan mengangkat merupakan kegiatan yang sangat banyak ditemui baik di rumah tangga, tempat kerja apalagi di pabrik atau tempat-tempat bongkar muat barang. Salah satunya adalah kegiatan mengganti botol air galon ke atas dispenser. Apabila kegiatan mengangkat dilakukan dengan cara yang keliru apalagi dengan cara yang keliru akan mengakibatkan cedera. Untuk itu perlu dievaluasi melalui beberapa kriteria antara lain evaluasi biomekanika dan NIOSH. Variabel yang terlibat antara lain adalah berat beban, jarak angkat, tinggi angkat serta postur tubuh saat mengangkat. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa postur mengangkat sangat menentukan berat beban yang aman untuk diangkat.

Kata kunci: postur kerja, NIOSH, beban aman

I. PENDAHULUAN

Pemindahan material secara manual sering dilakukan dalam aktivitas sehari-hari. Kegiatan tersebut antara lain memindahkan karung beras dari truk ke lantai gudang, menaikkan bata dari lantai gudang ke dalam truk. Pada lantai produksi kegiatan mengangkat dan mengangkat beban dapat berupa mengangkat sparepart kemudian merakitnya. Bahkan pada aktivitas pengepakan secara konvensional sebagian pekerjaannya berupa angkat dan angkut. Dalam sistem produksi modernpun pemindahan material secara manual tetap diperlukan manakala peralatan teknik tidak memungkinkan.

Pemindahan material secara manual apabila tidak dilakukan secara ergonomis akan menimbulkan kecelakaan dalam industri. Kecelakaan industri yang disebut sebagai "Over exertion-lifting and carrying" adalah kerusakan jaringan tubuh akibat beban angkat yang berlebihan. Data mengenai kecelakaan tersebut telah mencapai nilai rata-rata 18% dari seluruh kecelakaan selama tahun 1982-1985 menurut data statistik di negara bagian New South Wales. Dari data kecelakaan ini 93 % diantaranya diakibatkan oleh strain (rasa nyeri yang berlebihan) sedangkan 5% diantaranya hernia. Dari data tentang strain 61% diantaranya berada pada bagian punggung.

Berdasarkan pengalaman beberapa parameter yang berpengaruh terhadap kegiatan mengangkat antara lain berat beban yang diangkat, perbandingan berat bebandengan orangnya, jarak horizontal terhadap pekerja, ukuran beban yang diangkat (beban yang berdimensi besar akan mempunyai jarak beban yang jauh dan bisa mengganggu pandangan.

Oleh karena itu akan dievaluasi kegiatan berupa menempatkan galon aqua ke atas dispenser dalam berbagai postur, sehingga diperoleh postur yang paling nyaman.

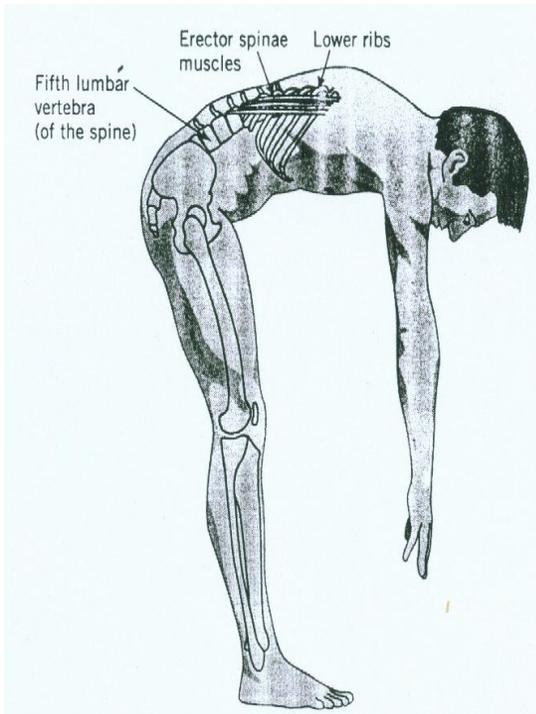
II. BATASAN BEBAN ANGKAT

2.1 Biomekanika

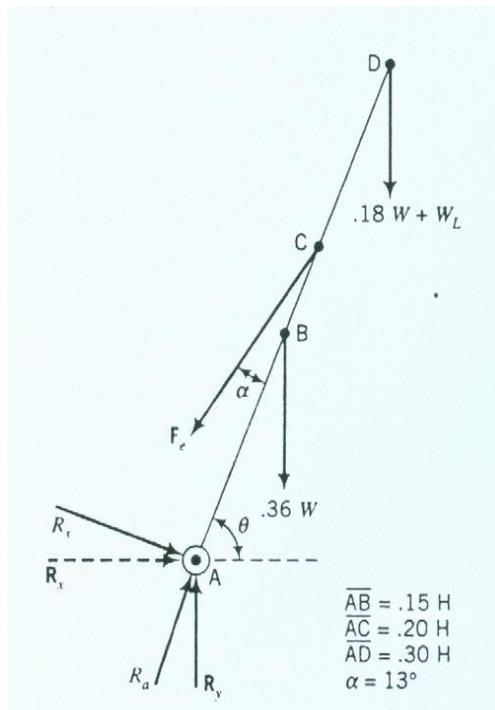
Biomekanika adalah studi mekanika mengenai tubuh manusia. Tubuh terdiri dari rangka

* Staf pengajar program studi teknik industri Universitas Tarumanagara

yang membentuk tubuh dan berfungsi menerima beban saat melakukan gerakan. Rangka terdiri dari tulang rangka dan dihubungkan dengan tulang lainnya dengan perantara sendi. Gerakan rangka terjadi akibat aktifitas otot rangka seperti gerakan pada lengan, jari dsb. Pada aktifitas angkat angkut analisa yang sering digunakan adalah besarnya beban yang dapat diberikan pada sendi sambungan tulang belakang. Kriteria keselamatan ditentukan berdasarkan beban tekan (compression load) pada intervertebral disc antara lumbar nomor lima dan sacrum no satu. (L5 /S 1). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pada aktivitas dengan postur tegak berlebihan (erect posture) atau ekstensi dapat mengakibatkan beban lebih pada sambungan opophysical yaitu yang berada diantara vertebral. Penelitian lain menunjukkan bahwa sekitar 65% kasus kerusakan pada lumbar akibat beban torsional. *NIOSH menetapkan batasan gaya angkat maksimum berdasarkan gaya tekan 6500 N pada L5 /S*. Besaran ini sangat tergantung pada berat beban yang diangkat, jarak antara beban dengan tubuh, posisi tubuh dll. Berikut gambar model sederhana aktifitas angkat.



Gambar 1. Model sederhana punggung bawah terhadap aktivitas angkat Koplantar Statis.



Gambar 2. Free body diagram *toraco lumbar spine*

2.2 Faktor-faktor yang Berpengaruh Terhadap Beban Angkat.

Beberapa faktor yang berpengaruh dalam pemindahan material sebagai berikut:

- 1) Berat beban yang harus diangkat dan perbandingan dengan berat badan operator.
- 2) Jarak horisontal dari beban relatif terhadap operator.
- 3) Ukuran beban yang harus diangkat (beban yang berat akan memiliki pusat masa (center of gravity) yang letaknya jauh dari badan operator, hal tersebut juga akan menghalangi pandangan.

- 4) Ketinggian beban yang harus diangkat dan jarak perpindahan beban. Mengangkat beban dari permukaan lantai akan relatif lebih sulit dari pada mengangkat beban dari ketinggian pada permukaan pingang.
- 5) Beban puntir (twisting load) pada badan operator selama aktivitas angkat beban.
- 6) Prediksi terhadap berat beban yang akan diangkat. Hal ini adalah untuk mengantisipasi beban yang lebih berat dari yang diperkirakan.
- 7) Stabilitas beban yang diangkat
- 8) Kemudahan untuk dijangkau oleh pekerja
- 9) Kondisi kerja yang meliputi pencahayaan, temperatur, kebisingan dan kelicikan lantai
- 10) Berbagai rintangan yang menghalangi dan keterbatasan postur yang berada pada suatu tempat kerja.
- 11) Frekuensi angkat.
- 12) Metode angkat yang benar (tidak boleh mengangkat beban tiba-tiba)
- 13) Diangkatnya beban dalam periode tertentu. Hal ini adalah sama dengan membawa beban pada jarak tertentu akan memberikan tambahan beban pada ruas-ruas tulang belakang.

2.3 Batasan Beban Angkat.

Pendekatan terhadap batasan dari masa beban angkat meliputi, batasan legal, batasan biomekanika, batasan fisiologi dan batasan psikofisik. Beberapa batasan angkat yang secara legal dari berbagai negara bagian benua Australia yaitu: pria di bawah usia 16 tahun maksimum angkat 14 kg, pria usia antara 16-18, pria di atas 18 tahun tidak ada batasan angkat, wanita usia 16-18 th maksimum 11 kg dan wanita usia di atas 18 tahun maksimum 16 kg.

Kriteria berdasarkan biomekanika ditentukan berdasarkan beban tekan (compression load) pada intervertebral disc antara lumbar nomor lima dan sacrum no satu. (L5 /S 1). *NIOSH menetapkan batasan gaya angkat maksimum berdasarkan gaya tekan 6500 N pada L5 /S.* Besaran ini sangat tergantung pada berat beban yang diangkat, jarak anatara beban dengan tubuh, posisi tubuh dll.

Kriteria berdasarkan beban fisiologi dengan mempertimbangkan rata-rata beban metabolisme dari aktifitas angkat yang berulang. Hal ini dapat diketahui dari konsumsi oksigen. Cara lainnya adalah dengan mengukur langsung tekanan yang ada di dalam perut selama aktivitas angkat.

III. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan berbagai variabel yang terlibat. Kemudian dilakukan perhitungan terhadap besarnya beban aman (Recomended Weight Limit, RWL) atau Action Limit (AL) untuk berbagai postur mengangkat.

Besarnya beban angkat yang direkomendasikan oleh NIOSH (The National Institute of Occupational Safety and Health) adalah:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM \dots\dots\dots(1)$$

$$Li = \text{Load Weight/ Recomended Weight Limit} = L/RWL \dots\dots\dots(2)$$

Di manan : $Li > 1.00$ termasuk pengangkatan berbahaya

Tabel 1. Nilai tiap variabel

LC	Load constant	23 kg
HM	Horizontal Multiplier	$(25/H)$, $H = 20 + W/2$, Untuk $V \geq 25$ cm W: lebar container
VM	Vertical Multiplier	$1 - (0.03 V - 75)$
DM	Distance Multiplier	$0.82 + (4.5/D)$
AM	Asymmetric Multiplier	$1 - (0.0032 A)$
FM	Frequency Multiplier	Tabel 2
CM	Coupling Multiplier	Tabel 3

Tabel 3.

Coupling Multiplier

Coupling type	Coupling Multiplier	
	$V < 75$ cm	$V \geq 75$ cm
Good	1.00	1.00
Fair	0.95	1.00
Poor	0.90	0.90

Tabel 2. Frekuensi Multiplier

Frequency Lift/min	Work Duration					
	≤ 1 hour		< 1 but ≤ 2 Hours		> 2 but ≤ 8 hours	
	$V \leq 30$ "	$V \geq 30$ "	$V \leq 30$ "	$V \geq 30$ "	$V \leq 30$ "	$V \geq 30$ "
≤ 0.20	1.00	1.00	0.95	0.95	0.85	0.85
0.5	0.97	0.97	0.92	0.92	0.81	0.81
1	0.94	0.84	0.88	0.88	0.75	0.75
2	0.91	0.91	0.84	0.84	0.65	0.65
3	0.88	0.88	0.79	0.79	0.55	0.55
4	0.84	0.84	0.72	0.72	0.45	0.45
5	0.80	0.80	0.60	0.60	0.35	0.35
6	0.75	0.75	0.50	0.50	0.27	0.27
7	0.70	0.70	0.42	0.42	0.22	0.22
8	0.60	0.60	0.35	0.35	0.18	0.18
9	0.52	0.52	0.30	0.30	0.00	0.15
10	0.45	0.45	0.26	0.26	0.00	0.13
11	0.41	0.51	0.00	0.23	0.00	0.00
12	0.37	0.37	0.00	0.21	0.00	0.00
13	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00
≥ 15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Catatan: Nilai V dalam inch. Untuk frekuensi mengangkat kurang dari 1 kali tiap 5 menit, ambil $F = 0.2$

IV. STUDI KASUS

Kegiatan mengangkat galon air minum ke atas dispenser merupakan kegiatan yang sering dilakukan, baik di lingkungan rumah tangga maupun perkantoran. Untuk rumah tangga tentu frekuensi penggantian agak lama misalnya 2-3 hari sekali, sedangkan lingkungan kantor dengan karyawan yang cukup banyak frekuensi berkisar 1-2 kali per hari. Berdasarkan pengamatan dan

pengalaman, proses mengangkat dimulai dengan memiringkan botol galon di atas lantai. Kemudian tangan kanan menahan bagian bawah galon sementara tangan kiri memegang leher galon. Selanjutnya galon diangkat. Sampai ketinggian tertentu (posisi mulut galon sedikit lebih tinggi dari dispenser galon di balik sehingga mulut botol menghadap bagian atas dispenser. Setelah itu galon diletakkan di atas dispenser. Beberapa asumsi yang di ambil:

- 1) Ketinggian angkat awal adalah 5 cm (Karena botol dimiringkan kemudian tangan masuk ke bawah botol)
- 2) Beban tertumpu di tangan kanan, sementara tangan kiri menjaga keseimbangan.
- 3) Pada saat akan meletakkan galon , galon di balik sehingga beban tertumpu pada tangan kiri, sedangkan tangan kanan menjaga keseimbangan.
- 4) Sudut asimetri 45° posisi awal dan sesudah pengangkatan.
- 5) Berat galon 19 kg, tinggi botol 50 cm, diameter 30 cm ($W=15$ cm), panjang leher botol 5 cm, diameter leher botol 5 cm, jari-jari kelengkungan bagian bawah botol 3 cm
- 6) Tinggi dispenser 95 cm, lebar 30 cm.
- 7) Perpindahan horizontal 50 cm
- 8) Perpindahan vertikal 100 cm (5 cm penyesuaian)
- 9) Coupling multiplier dianggap jelek yaitu 0,9 karena baik bagian bawah botol maupun leher botol agak sulit di genggam
- 10) Ukuran dispenser sbb: Ukuran Botol galon sbb:

Berikut adalah postur pada saat memindahkan galon air dari lantai ke atas dispenser yang diperagakan oleh Bapak Marsudi.



Gambar 3. Persiapan Mengangkat



Gambar 4. Botol dimiringkan



Gambar 5. Botol Diangkat



Gambar 6. Botol Mulai Dimiringkan



Gambar 7. Mulut Botol Diarahkan

Gambar 7. Selesai Meletakkan Botol

V. PEMBAHASAN

Proses Meletakkan botol galon air ke atas dispenser kelihatannya merupakan pekerjaan sederhana dan tanpa resiko terutama sakit pinggang. Namun bila diperhatikan lebih jauh ada beberapa kekeliruan yaitu:

- 1) Sikap membungkuk saat mulai mengangkat botol dari lantai, sehingga sangat membebani tulang belakang terutama lumbar ruas kelima dan sakral ruas pertama(L5/S1). Postur yang benar adalah mengangkat beban postur jongkok terus berdiri.
- 2) Adanya sedikit jarak berlebihan antara tempat asal botol dan tujuan penempatan sehingga memerlukan sedikit perpidahan badan untuk memudahkan penempatan botol galon. Jarak perpindahan ini harus diminimumkan sehingga kaki tidak perlu melangkah mendekati dispenser.

Besarnya nilai beban yang aman diangkat untuk postur tersebut dihitung dengan rumus

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

$$Li = \text{Load Weight/ Recommended Weight Limit} = L/RWL$$

Dengan nilai variabel ditunjukkan pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Nilai Variabel Untuk Postur Angkat galon Air

LC	Load constant	23 kg
HM	Horizontal Multiplier	$(25/H)$, $H=20 + W/2$, $W=25$ cm Maka $H = 20 + 15/2 = 27,5$ $HM = (25/27,50) = 0,91$
VM	Vertical Multiplier	$1-(0.03 V-75)$, V: perpindahan vertikal = 90 cm $VM = 1-(0.003 90-75) = 0,96$
DM	Distance Multiplier	$0.82+(4.5/D) = 0.82+(4.5/50) = 0,91$
AM	Asymmetric Multiplier	$1-(0.0032 A)$, $A= 45$ $1-(0.0032 \cdot 45) = 0,856$
FM	Frequency Multiplier	Tabel 2 = 1,00
CM	Coupling Multiplier	Tabel 3 = 0,90

Maka:

$$RWL = 23 \times 0,91 \times 0,96 \times 0,91 \times 0,856 \times 1,00 \times 0,90 = 14,09 \text{ kg}$$

$$Li = 19/14,09 = 1,35$$

Berdasarkan angka RWL, berat beban yang masih diijinkan yaitu hanya 14,09 kg serta nilai Li = 1,35 dapat diketahui bahwa kegiatan meletakkan botol air ke atas dispenser termasuk pekerjaan berbahaya. Beberapa faktor penyebabnya adalah gerakan memutar selama proses mengangkat,

ketinggian awal dari lantai, serta penanganan botol yang sulit (susah di pegang). Ini berbeda untuk beban yang sudah dilengkapi handel. Untuk memperbaiki kondisi tersebut dapat ditempuh dengan berbagai cara antara lain memperpendek tinggi angkat. Hal ini dilakukan dengan terlebih dahulu meletakkan botol di atas kursi misalnya, kemudian baru diangkat ke atas dispenser. Perpindahan horizontal juga diperkecil, sedapat mungkin menghindari gerakan memutar. Lebih aman memasang botol air kapasitas yang lebih kecil dan sudah tersedia di pasaran.

BAB VI KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan, sebenarnya aktifitas meletakkan botol air 19 liter ke atas dispenser cukup berisiko, hal ini terlihat dari angka RWL dan Li. Postur mengangkat yang salah akan menambah resiko kecelakaan kerja. Untuk mengurangi resiko dapat ditempuh dengan memperkecil variabel-variabel angkat dan memilih botol yang lebih kecil

PUSTAKA.

1. **Bridger, R.S.** (1995) "*Introduction to Ergonomics*", McGraw-Hill Inc, USA
2. **McCormick and Sanders** (1992), *Human Factors in Engineering and Design*, Seventh Edition, McGraw-Hill Inc, USA
3. **Niebel B. And Andris Freivalds** (2003), *Methods Srtandards, and Work Design*, Eleventh Edition, McGraw-Hill Inc., USA
4. **Pulat, B.M.** (1992), *Fundamentals of Industrial Ergonomics*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey
5. **Pulat, B.M., and David C. Alexander** (1991), *Industrial Ergonomics; Case Studies*, McGraw-Hill Inc. USA.
6. **I Wayan Sukania**, *Gaya Reaksi Lumbo Sakral Pada Dua Posisi Mengangkat Beban*, 2007, Prosiding Temu Ilmiah Dosen Teknik , Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara.