

# Rekomendasi Teknis Pengangkatan Material dan Waktu Istirahat pada Aktivitas Angkat-Angkut Tradisional Wanita Madura

Mahrus Khoirul Umami

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo - Madura

Jl. Raya Telang, Kamal, Bangkalan 69162

E-mail: *mahrus\_ku@yahoo.co.id*

## Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh rekomendasi teknis pengangkatan material secara manual dan lama jeda-istirahat pada aktivitas angkat-angkut tradisional perempuan Madura. Rekomendasi teknis didasarkan pada Persamaan NIOSH, yaitu Recommended Weight Limit (RWL). Perhitungan RWL dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diperoleh dari studi sebelumnya. Hasil penelitian merekomendasikan berat material yang diangkat sebaiknya tidak lebih dari 10 kg dan jarak maksimum subjek ke bahan tidak lebih dari 35 cm. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa rata-rata lama jeda-istirahat yang dibutuhkan adalah 11,88% (SD. 5,26%) dari durasi pekerjaan. Dalam hal ini, subjek membutuhkan rata-rata 1,78 menit (SD. 0,79 menit) istirahat setiap 15 menit kerja. Untuk durasi pekerjaan yang lebih lama dibutuhkan durasi jeda-istirahat yang lebih lama juga, karena panjang istirahat sebenarnya waktu yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pemulihan setelah melakukan aktivitas kerja.

**Kata kunci:** penanganan material manual, jeda-istirahat

## Abstract

*The objective of this study is to obtain technical recommendations for manual materials lifting and duration of rest-break on traditional lift-transport activity of Madurese women. Technical recommendations were based on NIOSH Equation, i.e Recommended Weight Limit (RWL). The calculations of RWL were carried out using secondary data obtained from previous study. The results of study recommended the weight of lifted materials should be not more than 10 kg and the maximum distance of materials not more than 35 cm to the subject. The results also showed that the average of required rest-break duration was 11.88% (SD. 5.26%) of the work duration. In this case, the subject required an average of 1.78 minutes (SD. 0.79 minutes) break every 15 minutes of work. For a longer duration of work required a longer duration of rest-breaks as well, because the long of break is actually the time needed by the body for recovery after doing many activities.*

**Keywords:** manual materials handling, rest-break

---

## Pendahuluan

Pekerjaan penanganan material secara manual (*manual materials handling*) merupakan aktivitas yang hampir selalu ada dalam setiap pekerjaan. Secara umum aktivitas *manual materials handling* (MMH) dapat berupa mengangkat, menurunkan, membawa, mendorong, dan menarik beban dengan tangan. Aktivitas MMH tidak terbatas pada pekerjaan-pekerjaan di industri, perkebunan, ataupun perkantoran, tetapi juga terdapat pada pekerjaan-pekerjaan domestik dalam rumah tangga.

Aktivitas MMH pada pekerjaan apapun berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan khususnya yang terkait dengan nyeri punggung bawah (*low back pain*). Data statistik yang diungkapkan oleh Klein *et al.* menunjukkan bahwa hampir 50% sakit pada punggung

bawah terkait dengan aktivitas mengangkat beban, 10% terkait aktivitas mendorong dan menarik beban, dan 6% lainnya disebabkan oleh aktivitas melempar, membawa, atau menenteng beban [1]. Itulah sebab mengapa aktivitas MMH selalu menjadi perhatian yang serius bagi para peneliti di bidang ergonomi, keselamatan, dan kesehatan kerja.

*National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), sebuah lembaga untuk keselamatan dan kesehatan kerja di Amerika Serikat, telah membuat persamaan yang dapat membantu bagi praktisi agar dapat mengevaluasi suatu pekerjaan pengangkatan benda secara manual dengan memberikan fokus perhatian pada segi keselamatan dan kesehatan kerja bagi para pekerja.

Persamaan yang dikeluarkan NIOSH membantu penentuan batasan beban yang disarankan untuk pekerjaan mengangkat benda yang disebut

*Recommended Weight Limit* (RWL). Persamaan NIOSH yang direvisi tahun 1991 memberikan faktor pengali tambahan dalam metode evaluasi. Faktor pengali tambahan ini berupa perhitungan pergerakan asimetrik dan faktor pegangan tangan (*handle*) sebagai fungsi kopling dalam pekerjaan pengangkatan beban. Persamaan ini juga memberikan prosedur baru untuk mengevaluasi pekerjaan dengan rentang waktu lebih lama dan frekuensi lebih tinggi dengan hasil yang lebih baik. Dengan demikian, persamaan NIOSH tersebut dapat diterapkan dalam lingkup yang lebih luas khususnya pengangkatan beban secara manual yang relatif berat.

Persamaan NIOSH Tahun 1991 untuk pengangkatan adalah:

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

atau

$$RWL = 23 \times [25/H] \times [1 - 0,003|V - 75|] \times [0,82 + 4,5/D] \times [1 - 0,0032 A] \times FM \times CM \dots (2)$$

dengan:

- LC* : konstanta pengangkatan (*lifting constanta*),  
23 kg  
*HM* : faktor pengali horisontal (*horizontal multiplier*),  
25/H  
*VM* : faktor pengali vertikal (*vertical multiplier*),  
1 - 0,003 [|V - 75|]  
*DM* : faktor pengali perpindahan (*distance multiplier*),  
0,82 + 4,5/D  
*AM* : faktor pengali asimetrik (*asymmetric multiplier*),  
1 - 0,0032 A  
*FM* : faktor pengali frekuensi (*frequency multiplier*)  
*CM* : faktor pengali kopling (*coupling multiplier*)  
*H* : Jarak horizontal antara posisi tangan yang memegang beban dengan titik tengah antara mata kaki sebelum beban diangkat  
*I* : Jarak vertikal posisi beban dari lantai sebelum diangkat

- D* : Jarak vertikal keseluruhan pengangkatan  
*A* : Sudut simetri putaran yang dibentuk antara tangan dan kaki

Selain model pengangkatan dengan beban berada di depan (*anterior mode*) yang menjadi fokus NIOSH, model pengangkatan lain adalah dengan menempatkan beban pada punggung pekerja (*backpack mode*) dan dengan menentang beban (*lateral mode*). Penelitian Cook dan Newmann (1997) menunjukkan bahwa model pengangkatan *backpack* memerlukan kerja otot yang lebih ringan dibandingkan model pengangkatan yang lain [2]. Meskipun demikian, model pengangkatan *backpack* pada beberapa kelompok masyarakat tidak banyak menjadi pilihan cara mengangkat beban.

Di Indonesia mode pengangkatan beban cukup beraneka ragam. Ada yang terbiasa membawa beban dengan menempatkannya di punggung atau pinggang (menggendong), ada yang memikul, dan ada pula yang membawa dengan menempatkan beban di atas kepala.

Pada masyarakat Madura, para wanita terbiasa membawa beban dengan menempatkannya di atas kepala (menyunggi). Untuk menempatkan beban di atas kepala, para wanita Madura dapat langsung menggunakan kedua tangannya dengan posisi beban berada di depan tubuhnya. Pengangkatan beban dapat dilakukan dengan posisi tubuh berjongkok. Dengan posisi tersebut, beban momen yang terjadi pada punggung bawah paling kecil apabila dibanding dengan postur badan membungkuk [3].

Selama aktivitas membawa beban, setiap pedagang tentu mengeluarkan energi. Pengerahan energi untuk aktivitas tersebut dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkatan beban kerja. Tayyari dan Smith (1997) mengelompokkan beban kerja tersebut berdasarkan konsumsi oksigen, energi yang dikeluarkan, dan denyut jantung. Tabel 1 menunjukkan klasifikasi beban kerja yang diajukan oleh Tayyari dan Smith [4].

**Tabel 1.** Klasifikasi beban kerja fisik berdasarkan konsumsi oksigen dan energi yang dikeluarkan

Klasifikasi beban kerja	Konsumsi oksigen (l/min)	Energi yang dikeluarkan (kcal/h)	Denyut jantung (bpm)
Sangat ringan	0,23–0,33	75–100	60–80
Ringan	0,33–0,5	100–150	70–90
Sedang	0,5–1,0	150–300	80–110
Berat	1,0–1,5	300–450	100–130
Sangat berat	1,5–2,0	450–600	120–150

Sumber: Tayyari dan Smith [4]

Untuk menghindari terjadinya kelelahan yang berlebihan karena pengerahan energi yang tidak terkendali, maka diperlukan jeda waktu untuk tubuh melakukan pemulihan dengan beristirahat. Beberapa rumusan untuk menentukan lama waktu istirahat juga banyak diajukan oleh para ilmuwan. Edholm (1967) merekomendasikan total energi yang dikeluarkan selama kerja maksimum sebesar 2000 kcal untuk kerja kontinyu berbulan-bulan atau bertahun-tahun, sehingga rata-rata energi yang dikeluarkan 4.2 kcal/ menit untuk 8 jam shift kerja dan energi yang dikeluarkan saat istirahat 1,5 kcal [4].

Rumus yang dapat digunakan:

$$Tr = \frac{480 M - 2000}{\quad} \dots\dots\dots (3)$$

dengan:

- $T_r$  : waktu istirahat yang diperlukan (menit)
- $M$  : energi metabolik selama kerja

Tiwari dan Gite<sup>[5]</sup> mengusulkan bahwa rumusan untuk menentukan lama istirahat secara umum:

$$r = \frac{t (e - a)}{\quad} \dots\dots\dots (4)$$

dengan:

- $r$  : waktu istirahat (menit)
- $t$  : total waktu kerja (menit)
- $e$  : energi yang dikeluarkan saat kerja (kJ/menit)
- $b$  : energi yang dikeluarkan saat istirahat (kJ/ menit)
- $a$  : tingkat rata-rata energi yang dikeluarkan (kJ/ menit)

Murrel (1965) menyarankan rumusan [4]:

$$Tr = Ts \frac{M - S}{\quad} \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

- $T_r$  : waktu istirahat yang diperlukan (menit)
- $T_s$  : total shift kerja (menit)
- $M$  : rata-rata energi yang dikeluarkan (kcal/ menit)
- $S$  : tingkat energi yang dikeluarkan untuk shift kerja (kcal/menit)
- 1.5 : energi yang diperlukan saat istirahat (kcal/menit)

Spitzer (1951) juga mengusulkan persamaan empiris tentang prosentase waktu istirahat terhadap waktu kerja [5]:

$$R = \left( \frac{E}{4} - 1 \right) \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

dengan:

- $R$  : waktu istirahat (dalam persen waktu kerja)
- $E$  : energi yang dikeluarkan saat kerja (kcal/menit)

Dengan rumusan-rumusan yang diusulkan untuk menentukan durasi istirahat tersebut, pada artikel ini akan disajikan kebutuhan waktu istirahat untuk aktivitas penanganan material pada para wanita Madura yang membawa barang bawaannya dengan cara menyanggi di atas kepala. Selain itu Persamaan NIOSH Tahun 1991 akan digunakan untuk menentukan batas beban yang boleh diangkat dan rekomendasi cara pengangkatan yang aman.

### Metode

Subjek penelitian ini adalah para pedagang wanita di Pasar Baru Kamal. Para pedagang wanita tersebut biasa membawa barang dagangannya dengan cara menyanggi dan menjinjing dengan berjalan kaki sejauh ± 1 km. Berat beban yang mereka bawa ± 15 kg. Data yang digunakan adalah data sekunder yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan oleh Fitriawati [3]. Data-data yang diperlukan ditampilkan pada Tabel 2. Pada penelitiannya, Fitriawati mengukur denyut nadi para pedagang wanita setelah mereka berjalan membawa beban selama 15 menit dengan jarak tempuh ± 1 km [3].

Penentuan beban maksimum yang direkomendasikan didasarkan pada Persamaan NIOSH Tahun 1991. Beberapa parameter yang memengaruhi faktor-faktor dalam persamaan NIOSH tersebut dapat diubah-ubah sehingga diperoleh RWL yang tertinggi. Sedangkan penentuan waktu istirahat yang diperlukan didasarkan pada rumusan-rumusan yang diusulkan dengan dasar klasifikasi beban kerja oleh Tayyari dan Smith [4].

### Hasil dan Pembahasan

Perhitungan *Recommended Weight Limit* (RWL) dan *Lifting Index* (LI) dilakukan dengan menggunakan data yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Perhitungan RWL untuk proses pengangkatan dilakukan dengan menggunakan: LC = 23 kg; H = 40 cm; V = 0 cm; A = 0°; FM = 0,97; HM = 0,833; VM = 0,775; AM = 1; dan CM = 1. Jarak horisontal beban ke subjek diambil sebesar 40 cm dengan asumsi

**Tabel 2.** Data-data yang digunakan untuk analisis

Subjek ke	Tinggi badan (cm)	Berat badan (kg)	Denyut jantung (denyut/menit)	
			Sebelum bekerja	Sesudah bekerja
1	145	45	78	96
2	154	62	80	98
3	147	50	48	84
4	159	59	78	94
5	156	60	87	98
6	148	49	82	94
7	152	50	85	102
8	160	57	78	96
9	146	43	81	96
10	145	52	78	98

**Tabel 3.** RWL untuk Aktivitas Mengangkat Sebelum Perbaikan

Subjek ke	D (cm)	DM	RWL
1	145	0,8510	9,1966
2	154	0,8492	9,1770
3	147	0,8506	9,1921
4	159	0,8483	9,1671
5	156	0,8488	9,1730
6	148	0,8504	9,1898
7	152	0,8496	9,1812
8	160	0,8481	9,1652
9	146	0,8508	9,1943
10	145	0,8510	9,1966
Rerata			9,1833
St. Dev.			0,0122

penampang lingkaran bak/keranjang berjari-jari 20 cm dengan jarak tepi bak/keranjang ke titik tengah antara kedua mata kaki subjek 20 cm. Jarak vertikal perpindahan beban, D adalah sama dengan tinggi badan setiap subjek, karena posisi akhir beban adalah di atas kepala. Faktor pengali asimetrik yang digunakan (AM) = 1 karena tidak melibatkan adanya gerakan asimetrik, A = 0°. Begitu pula faktor pengali kopling (CM) = 1 karena pada objek yang diangkat terdapat *handle* yang mempermudah subjek dalam melakukan pengangkatan [6]. Hasil perhitungan RWL untuk proses pengangkatan beban dari setiap subjek dapat dilihat pada Tabel 3.

Penentuan batasan beban yang direkomendasikan, RWL, didasarkan pada indeks pengangkatan, LI.

Dalam hal ini nilai LI tidak boleh lebih besar dari 1. Aktivitas mengangkat dengan nilai LI > 1, akan meningkatkan resiko terhadap keluhan sakit punggung. Oleh karena itu, teknis pengangkatan dapat didesain sedemikian rupa sehingga nilai LI < 1. Untuk beban kerja dengan nilai LI > 3, sudah dapat dipastikan terjadinya *overexertion* [6].

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa nilai RWL untuk setiap pedagang wanita rata-rata adalah 9,18 kg (SD. 0,0122 kg). Apabila digunakan beban, L sebesar 15 kg, maka dapat dipastikan akan diperoleh besaran LI > 1 dan berpotensi mengakibatkan terjadinya keluhan sakit punggung bawah. Oleh karena itu, agar beban 15 kg tersebut aman untuk diangkat diperlukan perbaikan pada teknis pengangkatan.

Salah satu langkah yang dapat dilakukan untuk memperbesar RWL adalah dengan mengurangi jarak antara beban yang diangkat dan tubuh pedagang. Dengan metode coba dan gagal didapatkan jarak terjauh antara beban dan tubuh pedagang adalah 24 cm. Dengan jarak tersebut, RWL meningkat dan berkisar antara 15,27 kg dan 15,33 kg. Akan tetapi, jarak H ini akan sulit diterapkan pada pengangkatan dengan V sebesar 0 cm, karena jarak bebas antara tepi bak/keranjang ke titik tengah antara kedua mata kaki subjek terlalu kecil. Jarak H yang mungkin adalah sebesar 35 cm. Dengan jarak tersebut didapatkan RWL sebesar rata-rata 10,5 kg (SD. 0,014 kg).

Dari perhitungan RWL tersebut, saran perbaikan yang diajukan untuk aktivitas MMH dengan mempertimbangkan keamanan dan kenyamanan bagi subjek adalah:

1. Pengangkatan beban dilakukan dengan cara berjongkok.
2. Beban yang diangkat tidak lebih dari 10 kg.
3. Pada saat mengangkat beban, disarankan jarak terjauh beban dari badan adalah 35 cm.

Pada aktivitas MMH yang dilakukan oleh para wanita pedagang, berdasarkan data denyut jantung (Tabel 2) dan klasifikasi beban kerja (Tabel 1) dapat diketahui bahwa klasifikasi beban kerja yang mereka alami termasuk kelas sedang dan energi yang dikeluarkan berada di bawah 300 kkal/jam atau di bawah 5 kkal/menit. Dengan demikian rumusan yang diusulkan oleh Spitzer (1951) dapat menjadi pilihan untuk menentukan lama waktu istirahat yang diperlukan. Rumusan-rumusan lain yang diajukan oleh Edholm (1967), Murrel (1965), dan Tiwari & Gite (2004) tidak dapat digunakan karena rumusan-rumusan tersebut mengacu pada aktivitas yang

**Tabel 4.** Waktu Istirahat yang diperlukan setelah bekerja selama 15 menit

Subjek ke	Energi yang dikeluarkan (kcal/menit)	Persentase waktu istirahat terhadap waktu kerja (%)	Lama waktu istirahat (menit)
1	4,42	10,50	1,58
2	4,61	15,25	2,29
3	4,90	22,50	3,38
4	4,61	15,25	2,29
5	4,22	5,50	0,82
6	4,42	10,50	1,58
7	4,61	15,25	2,29
8	4,32	8,00	1,20
9	4,22	5,50	0,82
10	4,42	10,50	1,58
Rerata		11,88	1,78
St. Dev.		5,26	0,79

memerlukan pengeluaran energi yang lebih besar dari 5 kcal/ menit.

Berdasarkan rumusan Spitzer (1961) dan data pada Tabel 2, waktu istirahat yang diperlukan oleh para wanita pedagang setelah dilakukan interpolasi terhadap konsumsi oksigen menurut denyut jantung dapat ditentukan sebagaimana disajikan pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 tersebut dapat dilihat lama waktu istirahat yang diperlukan rata-selama 11,88% (SD. 5,26%) dari waktu kerja. Sehingga untuk lama kerja 15 menit diperlukan rata-rata total waktu istirahat 1,78 menit (SD. 0,79 menit). Lama waktu istirahat tersebut adalah lama waktu istirahat total untuk beban 15 kg. Untuk beban yang kurang dari 15 kg, akan diperoleh data yang berbeda, karena konsumsi oksigen yang berbeda. Dalam penerapannya waktu istirahat dapat dibagi menjadi beberapa kali istirahat singkat, misalnya 0,5 menit istirahat setiap 5 menit kerja. Istirahat singkat yang sering lebih baik daripada istirahat dengan durasi lama tetapi jarang [7].

### Simpulan

Pengangkatan beban yang berada di lantai disarankan dilakukan dengan cara berjongkok. Beban yang diangkat disarankan tidak lebih dari 10 kg dengan jarak antara beban dan subjek disarankan sejauh-jauhnya 35 cm. Waktu istirahat total yang diperlukan para wanita pedagang rata-rata 11,88% (SD. 5,26%) dari waktu kerja. Dalam hal ini, lama waktu istirahat total yang diperlukan para wanita pedagang setelah berjalan membawa beban selama 15 menit rata-rata adalah 1,78 menit (SD. 0,79 menit). Untuk durasi kerja

yang lebih panjang diperlukan durasi istirahat yang lebih panjang juga, karena lama istirahat merupakan waktu yang diperlukan untuk pemulihan setelah tubuh mengerahkan energi untuk aktivitas kerja.

### Daftar Pustaka

- [1] Randall, S.B., dan Jeter G., 1997. *A Guide to Manual Materials Handling and Back Safety*, NC Department of Labor.
- [2] Chung, M.K., Lee, Y.J., Lee, I., dan Choi, K.I., 2005. "Physiological Workload Evaluation of Carrying Soft Drink Beverage Boxes on the Back", *Applied Ergonomics*, 36: 569–574.
- [3] Fitriawati, 2008. "*Analisis Biomekanika dan Usulan Perbaikan Manual Material Handling (Nyunggi) pada Pedagang Pasar Tradisional di Madura*", Skripsi, Jurusan Teknik Industri, Universitas Trunojoyo.
- [4] Tayyari, F., dan Smith, J.L., 1997. *Occupational Ergonomics, Principal and Applications*, 1<sup>st</sup> edition, Chapman & Hall.
- [5] Tiwari, P.S., dan Gite, L.P., 2006. Evaluation of Work-Rest Schedules During Operation of a Rotary Power Tiller, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36: 203–210.
- [6] Wickens, C.D., Lee, J.D., Liu, Y., dan Becker, S.E.G., 2004. *An Introduction to Human Factors Engineering*, 2<sup>nd</sup> Edition, Pearson Education Singapore, Pte. Ltd.
- [7] Faucett, J., Meyers, J., Miles, J., Janowitz, I., dan Fathallah, F., 2007. Rest Break Interventions in Stoop Labor Tasks, *Applied Ergonomics*, 38: 219–226.