

---

# PERHITUNGAN ENERGI EXPENDITUR, KONSUMSI ENERGI DAN PENILAIAN BEBAN KERJA PADA AKTIVITAS MANUAL MATERIAL HANDLING

**Ratih Setyaningrum**

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Dian Nuswantoro

Jl. Nakula 1 No 5-11 Semarang

Email : [ratihindustri@dosen.dinus.ac.id](mailto:ratihindustri@dosen.dinus.ac.id)

## Abstrak

*Pembangunan dan pertumbuhan perekonomian Indonesia memerlukan pengembangan dan pendayagunaan Sumber Daya Manusia (SDM). Seiring dengan program pengembangan dan pendayagunaan SDM tersebut, pemerintah juga memberikan jaminan kesejahteraan, kesehatan dan keselamatan kerja melalui perundang – undangan ketenaga kerjaan. Namun dalam pelaksanaannya masih ditemukan berbagai penyimpangan sehingga kesehatan dan keselamatan kerja diabaikan. Pekerjaan pemindahan material handling secara manual merupakan salah satu contoh kondisi kerja yang perlu mendapat perhatian. Pekerjaan manual handling dan lifting merupakan penyebab utama terjadinya cedera tulang belakang (Low Back Pain). Manual Material Handling (MMH) menghasilkan tingkat kecelakaan kerja sekitar 25% (Pulat, 1992) dan sekitar 75% cedera tulang belakang disebabkan karena aktivitas mengangkat (Grandjean, 1993). Mengingat tingginya faktor resiko cedera pada aktivitas mengangkat maka kondisi tersebut perlu mendapat perhatian khusus. Penelitian ini bertujuan melakukan penilaian beban kerja aktivitas manual material handling berdasarkan denyut jantung pekerja. Tahapan awal yang dilakukan adalah mengambil data denyut jantung pekerja sebelum dan sesudah beraktivitas. Proses berikutnya melakukan perhitungan energi expenditure, konsumsi energi dan % CVL untuk proses penilaian beban kerja. Output yang dihasilkan berupa klasifikasi beban kerja aktivitas MMH dan rekomendasi yang diusulkan untuk pekerjaan MMH. Apabila hasil perhitungan %CVL menunjukkan bahwa 100 % pekerja masuk di range 30% s/d 60% CVL sehingga perlu adanya perbaikan segera.*

**Kata kunci :** beban kerja, energi expenditure, konsumsi energi, MMH.

## Pendahuluan

CV. Rahma Jati merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang industri jasa konstruksi yang sangat bersaing sekarang ini. Dalam kegiatan operasionalnya terutama pada proses pemindahan material dari satu tempat ke tempat yang lain (dalam satu lokasi proyek) masih dilakukan secara manual dengan memanfaatkan tenaga manusia. Pada CV. Rahma Jati terdapat aktivitas pemindahan material (seperti : pasir, batu bata, dan batako) dari tempat penyimpanan ke tempat-tempat yang telah ditentukan, masih dilakukan secara manual oleh tenaga kerja. Berdasarkan hasil wawancara terhadap sebagian pekerja di CV. Rahma Jati yang menangani aktivitas pemindahan material, diketahui bahwa setiap harinya para pekerja memindahkan material secara berulang-ulang dari satu tempat ke tempat lain dengan berat kilogram. Hal ini menunjukkan tingginya frekuensi *manual material handling*. Aktivitas MMH yang dilakukan para pekerja bangunan di CV. Rahma Jati dengan frekuensi yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya cedera ataupun keluhan-keluhan pada pekerja bangunan. Mengingat tingginya faktor resiko cedera pada aktivitas mengangkat (MMH) maka kondisi tersebut perlu mendapat perhatian khusus. Penelitian ini bertujuan melakukan penilaian beban kerja aktivitas manual material handling berdasarkan denyut jantung pekerja.

## Metodologi

Penelitian diawali dengan mengambil data denyut jantung pekerja, kemudian melakukan perhitungan energi ekspenditur dan konsumsi energi. Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan CVL sehingga didapatkan penilaian beban kerja.

Responden dalam penelitian ini adalah pekerja bangunan. Responden berjumlah 20 orang berjenis kelamin laki-laki.

Rumus Energi Ekspenditur :

$$Et = 1,80411 - 0,0229038(101) + 4,71733 \times 10^{-4}(101^2)$$

$$= 1,80411 - 2,3132838 + 4,812148$$

$$= 4,303 \text{ kkal/mnt}$$

Rumus Konsumsi Energi

$$KE = Et - Ei$$

$$= 4,33 \text{ kkal/mnt} - 2,308 \text{ kkal/mnt}$$

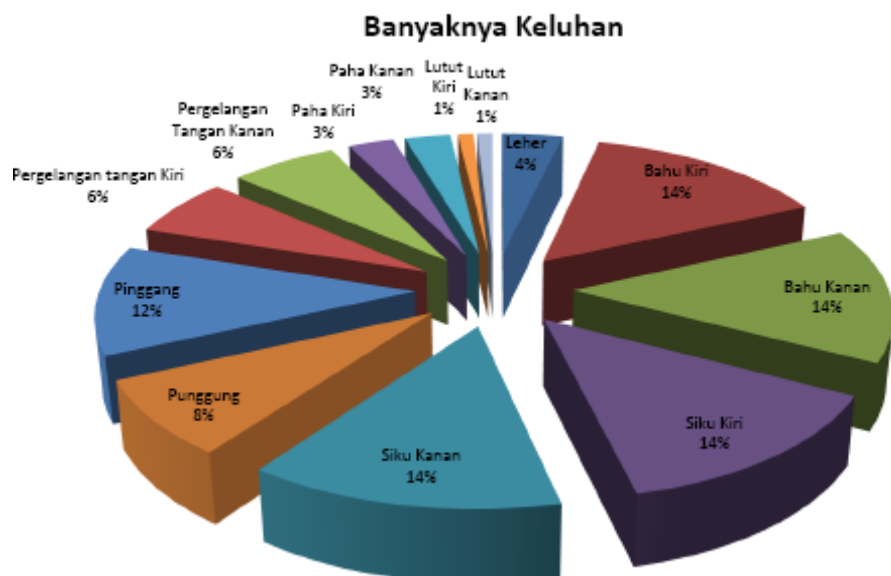
$$= 1,995 \text{ kkal/mnt}$$

Rumus Cardiovasuler Load :

$$\% \text{ CVL} = [100 (Dj \text{ kerja} - Dj \text{ istirahat})] - (Dj \text{ Maks} - Dj \text{ istirahat})$$

## Hasil dan Pembahasan

A . Data keluhan tubuh pekerja sbb :



**Gambar 1.** Frekuensi Keluhan Tubuh Pekerja

B. Data denyut jantung pekerja bangunan

Pengukuran denyut jantung dilakukan secara *manual* dengan menggunakan *stopwatch* sebagai pengukur waktu. Denyut jantung awal pekerja bangunan (DN0) diambil pada saat pekerja belum bekerja atau dalam keadaan normal. Setelah bekerja selama 4 jam, maka diambil data denyut jantung pekerja (DN1).

**Tabel 1.** Data denyut Jantung Pekerja

Pekerja	Denyut Jantung	
	DN0	DN1
1. Asrofi	65	101
2. Sopi'i	70	114
3. Mukhlisin	70	112
4. Junaidi	60	99
5. A. Munir	68	104
6. Taslim	70	108
7. Daikun	63	98
8. Harianto	62	99
9. Suhadi	60	98
10. M. Ulum	65	112
11. Tarom	76	115
12. Suauri	77	116
13. Munir	65	100
14. Paidi	63	99
15. Kiswanto	68	113
16. Samsul	70	115
17. Suep	64	100
18. Kazim	65	115
19. Azhar	60	99
20. Nor Hasim	62	102

Sumber: CV. Rahma Jati

### C. Perhitungan Konsumsi Energi

Dalam perhitungan konsumsi energi menggunakan rumus tersebut diatas, hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 2 sbb.

**Tabel 2.** Perhitungan Energi ekpenditur & Konsusmsi energi

Pekerja	Denyut Jantung		$E_t$	$E_i$	$KE$
	DN0	DN1			
1.	65	101	4,303	2,308	1,995
2.	70	114	5,323	2,512	2,811
3.	70	112	5,156	2,512	2,643
4.	60	99	4,160	2,128	2,032
5.	68	104	4,524	2,427	2,096
6.	70	108	4,832	2,512	2,320
7.	63	98	4,090	2,233	1,857
8.	62	99	4,160	2,197	1,963
9.	60	98	4,090	2,128	1,962
10.	65	112	5,156	2,308	2,848
11.	76	115	5,409	2,788	2,620
12.	77	116	5,495	2,837	2,657
13.	65	100	4,231	2,308	1,923
14.	63	99	4,160	2,233	1,927
15.	68	113	5,239	2,428	2,812
16.	70	115	5,409	2,512	2,897
17.	64	100	4,231	2,270	1,961
18.	65	115	5,409	2,308	3,101
19.	60	99	4,161	2,128	2,032
20.	62	102	4,376	2,197	2,178
$\sum X$	1323	2119	93,916	47,281	46,635
$\bar{X}$	66,15	105,95	4,696	2,364	2,332

## D. Perhitungan Cardiovascular Load (%CVL)

Tabel 3. Perhitungan % CVL

pekerja	Dj Kerja	Dj Istrirahat	D maks	CVL
1	101	65	180	31.30435
2	114	70	175	41.90476
3	112	70	173	40.7767
4	99	60	170	35.45455
5	104	68	165	37.1134
6	108	70	166	39.58333
7	98	63	164	34.65347
8	99	62	160	37.7551
9	98	60	175	33.04348
10	112	65	173	43.51852
11	115	76	172	40.625
12	116	77	170	41.93548
13	100	65	170	33.33333
14	99	63	172	33.02752
15	113	68	174	42.45283
16	115	70	170	45
17	100	64	168	34.61538
18	115	65	169	48.07692
19	99	60	165	37.14286
20	102	62	166	38.46154

---

Dari hasil perhitungan tersebut dibandingkan dengan klasifikasi berikut :

- < 30% : tidak terjadi kelelahan
- 30% s/d 60% : diperlukan perbaikan
- 60% s/d <80% : kerja dlm waktu singkat
- 80% s/d <100% : diperlukan tindakan segera
- > 100% : tidak boleh beraktivitas

Hasil perhitungan tersebut 100 % pekerja termasuk di range % CVL 30 % s/d 60 % sehingga rekomendasi yang diberikan adalah perlu perbaikan. Perbaikan dapat dilakukan pada posisi sikap tubuh saat beraktivitas MMH, perbaikan lingkungan kerja dan aplikasi alat bantu untuk memperingan aktivitas MMH misal dengan perbaikan wheelborrow.

### **Kesimpulan**

1. Pekerjaan manual material handling perlu dilakukan pengawasan dan evaluasi segera bila hasil penilaian sudah berbahaya.
2. Hasil perhitungan tersebut 100 % pekerja termasuk di range % CVL 30 % s/d 60 % sehingga rekomendasi yang diberikan adalah perlu perbaikan.
3. Perbaikan dapat dilakukan pada posisi sikap tubuh saat beraktivitas MMH, perbaikan lingkungan kerja dan aplikasi alat bantu untuk memperingan aktivitas MMH misal dengan perbaikan wheelborrow

### **Daftar Pustaka**

- Grandjean, E., 1993, *Fitting The Task To The Man, An Ergonomic Approach*, Taylor & Francis Ltd, London
- Nurmianto, E., 2004, *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya* Edisi Kedua, Penerbit Guna Widya, Surabaya.
- Tarwaka, et al, 2004, *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, UNIBA Press.
- Hignett, S., Mc Atamney, L., 2000, *Applied Ergonomics*, 31, 201-5.
- Wignjosoebroto, S., 2003, *Ergonomi Studi Gerak Dan Waktu*, Penerbit P.T. Guna Widya, Surabaya