

KAPASITAS KERJA FISIK PADA PEKERJA PRODUKSI KAYU BANGUNAN

Firdhani Faujiyah¹

¹Teknik Mesin Produksi, Politeknik TEDC Bandung,
Jl. Politeknik-Pesantren Km.2 Cimahi Utara 40513¹
Email : f.firdhani@gmail.com¹

Abstrak

Kelelahan fisik merupakan salah satu akibat dari aktivitas kerja fisik berlebih yang dialami oleh pekerja pada produksi kayu bangunan sebagai salah satu tipe pekerjaan konstruksi. Kelelahan fisik dapat menyebabkan penurunan performansi bahkan menyebabkan kecelakaan kerja. Sehingga, untuk menanggulangi hal tersebut, perlu dilakukan pengukuran fisiologis kerja dari para pekerjanya, untuk mengetahui kondisi pekerjaan konstruksi saat ini. Berdasarkan hasil pengukuran, didapatkan nilai *HR Average* 95.3 ± 10.8 bpm dan *HR Peak* 132.2 ± 31.8 bpm dengan besar *Energy Expenditure* (EE) yang dihasilkan adalah 4.2 kkal/menit. Nilai tersebut menunjukkan bahwa produksi kayu bangunan berada pada klasifikasi moderat hingga berat. Hal ini dapat menjadi sebuah gambaran untuk pekerjaan produksi kayu di Indonesia. Sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait pekerjaan konstruksi secara umum dan khususnya pada produksi kayu bangunan yang lebih luas.

Kata Kunci: produksi kayu bangunan, pengukuran fisiologis, *Heart Rate*, *Energy Expenditure*.

Abstract

Physical fatigue is a result of excessive physical work activities, experienced by wooden building production worker, as one type of construction work. Physical fatigue can cause a decrease in performance even work accidents. So, in order to overcome these problems, necessary to measure the physiological condition of the workers, to determine the current condition of construction work. Based on measurement result, obtained value 95.3 ± 10.8 bpm of HR average, 132.2 ± 31.8 bpm of HR Peak, with amount of Energy Expenditure generated is 4.2 kcal/min. This values indicated wooden building production worker are in moderate to severe work load classification. This result can be an illustration for wooden building production worker in Indonesia. So it needs to do further research related to construction worker generally and specially for wooden building production worker widely.

Keywords: wood craft construction, physiology measurement, *Heart Rate*, *Energy Expenditure*.

I. PENDAHULUAN

Pekerjaan Kayu Bangunan adalah salah satu jenis Usaha Mandiri Kecil Menengah yang bergerak di bidang konstruksi Indonesia. Pekerjaan konstruksi itu sendiri merupakan pekerjaan yang penuh dengan aktifitas kerja fisik. Aktifitas fisik adalah suatu kebiasaan yang memiliki karakteristik meliputi pergerakan seluruh tubuh yang menghasilkan peningkatan *energy expenditure* diatas tingkat istirahat (Casperse, 1989, dalam Freedson, 2015). Pekerjaan dengan tingkat aktifitas fisik yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya kelelahan fisik (Abdelhamid et al., 2002). Kelelahan fisik dinyatakan sebagai pengurangan kapasitas fisik untuk melakukan suatu pekerjaan (Toomingas et al., 2012) Kelelahan fisik tersebut dapat menyebabkan penurunan performansi kerja dan motivasi, serta dalam kondisi yang fatal dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja (Brouha,1967). Untuk mengurangi resiko dari kelelahan fisik tersebut perlu dilakukan suatu

upaya penanggulangan peningkatan aktifitas fisik tersebut. Pengukuran aktifitas fisik untuk mengetahui batasan suatu pekerjaan menjadi salah satu upaya dalam mengurangi risiko kelelahan fisik (Eston, 1998).

Dalam mengukur tingkat aktifitas fisik tersebut, mulai banyak dikembangkan alat ukur dan teknik pengukuran secara objektif (Freedson, 2015). Salah satu pengukuran objektif yang dapat digunakan dalam mengukur aktifitas fisik adalah melalui denyut jantung dan konsumsi oksigen. Denyut jantung tidak secara langsung mengukur aktifitas fisik namun berdasarkan hubungan linear antara konsumsi oksigen dan denyut jantung itu sendiri (Eston, 1998). Sayangnya aspek fisiologi kerja masih diabaikan dalam bidang konstruksi Aldehamid (2002). Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Aldehamid (2002) terkait fisiologi kerja dibidang konstruksi, menghasilkan simpulan bahwa pekerjaan konstruksi itu termasuk dalam klasifikasi pekerjaan moderat hingga pekerjaan sangat berat di Amerika Serikat berdasarkan

stadar pengukuran HR dan VO_2 Astrand dan Rodahl (1986).

Di Indonesia sendiri, penelitian mengenai fisiologi kerja pada pekerja konstruksi khususnya bidang pekerjaan kayu bangunan belum banyak dilakukan. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk melihat bagaimana kondisi fisiologis pekerjaan tingkat pekerjaan fisik pekerja kayu bangunan di Indonesia, apakah tergolong kedalam pekerjaan moderat atau berat seperti di Amerika Serikat.

II. LANDASAN TEORI

Kapasitas kerja fisik merupakan gabungan antara kapasitas kardiorespirasi dan kapasitas muskuloskeletal (WHO,1993). Menurut Abdelhamid (2002) kapasitas kerja fisik berfokus pada metabolisme dan respon fisiologis untuk mengerjakan suatu pekerjaan secara manual. Pengukuran kapasitas kerja fisik telah banyak dilakukan di beberapa industri untuk mengetahui kapasitas kerja pekerja dan menghindari kelelahan yang berakibat kecelakaan.

Tabel 1. Standar VO_2 dan HR pada pekerja (Astrand dan Rodahl, 1986).

Tingkatan Kerja	VO_2 Average (L/min)	HR Average (Beat/min)
Sangat Ringan	NA	NA
Ringan	< 0.5	< 90
Moderat / Menengah	0.5-1.0	90-110
Berat	1.0-1.5	110-130
Sangat Berat	1.5-2.0	130-150
Luar Biasa Sangat Berat	> 2.0	150-170

Tingkatan Kerja	Peak VO_2 (L/min)	Peak HR (Beat/min)
Sangat Ringan	< 0.5	< 75
Ringan	0.5-1.0	75-100
Moderat / Menengah	1.0-1.5	100-125
Berat	1.5-2.0	125-150
Sangat Berat	2.0-2.5	150-175
Luar Biasa Sangat Berat	>2.5	> 175

Sumber : Diadaptasi dari Astrand dan Rodahl (1986) dan Christensen (1983)

Pengukuran kapasitas kerja fisik dapat dilakukan melalui beberapa indikator, yaitu melalui tingkat rata-rata Oksigen yang dikonsumsi (VO_2) atau denyut jantung (HR) selama proses kerja. Untuk mengukur besar VO_2 dapat melalui *direct calorimetry* dan *indirect calorimetry*. Sedangkan untuk mengukur HR dapat melalui pengukuran langsung atau melalui bantuan alat seperti *heart rate monitor*, *electrocardiogram*, dll.

Astrand dan Rodahl (1986) telah melakukan standardisasi pada pengukuran VO_2 terhadap tingkatan kerja seperti pada **Tabel 1**.

Pada pengukuran denyut jantung atau *heart rate* (HR), Brouha (1967) menyatakan bahwa rata-rata HR jika diatas 110 bpm sudah melampaui kapasitas pekerja industri. Selain itu Muller (1962) pada Abdelhamid (2002) menyatakan bahwa jumlah HR selama proses istirahat atau normalisasi sama proporsinya dengan tingkat batas performansi pekerja. Sehingga pengukuran HR juga diperlukan untuk melihat kapasitas kerja seorang pekerja.

III. METODE PENELITIAN

A. Partisipan

5 orang pekerja kayu dengan rata-rata umur 38 ± 6.2 tahun yang berasal dari kota Bandung, Indonesia, berpartisipasi dalam penelitian ini. Semua pekerja dipilih berdasarkan beberapa kriteria, seperti laki-laki, memiliki pengalaman dibidangnya minimal 10 tahun, dan menyetujui prasyarat pada surat ketersediaan menjadi partisipan penelitian. Setiap partisipan menandatangani surat ketersediaan tersebut dan mendapatkan kompensasi berupa bingkisan. Partisipan diharuskan memiliki waktu tidur yang cukup semalam sebelum pengukuran berlangsung, tidak mengonsumsi kafein dan merokok selama proses pengukuran berlangsung. **Tabel 2.** Menunjukkan karakteristik dari partisipan.

Tabel 2. Karakteristik Partisipan.

Karakteristik	Total (%) / Rataan (SD)
Karakteristik Demografis	
Usia (tahun)	38 (6.2)
BMI	21.8 (1.6)
Karakteristik Operational	
Lama Jam Kerja (jam)	9
Pengalaman Kerja (tahun)	21 (5.6)
Karakteristik Kesehatan	
Status Penyakit Berat	0%
Status Merokok	100%
Kebiasaan Olah Raga	20%
Konsumsi Kafein	100%

B. Instrumen.

Heart Rate Monitor digunakan dalam penelitian ini untuk merekam data *Heart Rate* selama bekerja. HRM yang digunakan adalah *Polar Smart watch Rs800cx* dengan heart rate sensor, diproduksi oleh Polar, Finland. Unit

pengukuran alat ini adalah beat/min Alat ini akan merekam data *heart rate* dan data dapat dilihat melalui bantuan program *Polar Pro Trainer 5*.

C. Prosedur

Semua partisipan diminta untuk menggunakan HRM 5 menit sebelum hingga 5 menit sesudah bekerja. Waktu kerja yang diukur sekita 3 jam untuk setiap partisipan. Sehingga total waktu pengukuran adalah 3 jam 10 menit untuk setiap partisipan. Setelah pengukuran selesai, data yang direkam pada HRM kemudian dilihat melalui program *Polar Pro Trainer 5*. *HR average*, *HR peak*, telah diperhitungkan melalui program tersebut. Sedangkan *HR Rest* dilihat berdasarkan detak jantung 5 menit sebelum dan setelah bekerja. Selain 3 data tersebut diperhitungkan juga besarnya *Oxygen consumption* (VO_2) melalui $f(HR) = VO_2$ untuk pekerja Indonesia berdasarkan penelitian Yuliani (2010), dan juga perhitungan *energy expenditure* (EE) melalui $f(HR) = EE$ berdasarkan penelitian Keytel et al. (2005).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data HR 5 orang pekerja dikumpulkan dengan total waktu 16 jam 40 menit. Setiap orang pada pekerjaan kayu ini sudah memiliki sesifikasi pekerjaan tertentu seperti proses memotong, merakit, dan mengaluskan dilakukan secara terpisah. Setiap pekerjaan didalamnya sudah termasuk kedalam pengukuran, pengecekan dan penghalusan sementara. Beban kerja absolute didapatkan dari *HR Peak* yang merepresentasikan *physical strain* pada pekerja (Astrand dan Rodahl, 1986 dalam Aldehamid, 2002).

Berdasarkan hasil pengukuran secara keseluruhan didapatkan rata-rata nilai *HR average* adalah 95.3 ± 10.8 bpm, *HR Peak* 132.2 ± 31.8 bpm, dan *HR Rest* 64 ± 5.7 bpm, dengan nilai % *Heart Rate Range* sebesar 50%. Sedangkan untuk *Oxygen Consumption* (VO_2) dihitung berdasarkan rumusan Yuliani (2010) didapatkan rata-rata sebesar 17.7 ± 4.4 kcal/min. Selain itu untuk *Energy Expenditure* berdasarkan rumus Keytel et al. (2005) didapatkan rata-rata 4.2 ± 1.1 L/min. Tabel 3. Memperlihatkan hasil detail dari setiap bagian pekerjaan kayu bangunan.

Table 3. Hasil Pengukuran

Aktifitas	HR Average (Beat/min)	HR Peak (Beat/min)
Proses Akhir	81.9	104
Pemotongan Kayu	108.4	133
Penghalusan Kayu	104.1	186
Perakitan Pintu	91.5	116

Penghalusan Pintu	90.4	122
<i>Rata-rata</i>	95.3	132.2
<i>SD</i>	10.8	31.8
<i>Max</i>	108.4	186.0
Aktifitas	HR Rest (Beat/min)	HRR (%)
Proses Akhir	57.8	52%
Pemotongan Kayu	72.2	60%
Penghalusan Kayu	63.2	33%
Perakitan Pintu	59.5	57%
Penghalusan Pintu	61.1	48%
<i>Rata-rata</i>	62.8	50%
<i>SD</i>	5.6	10%
<i>Max</i>	72.2	60%
Aktifitas	VO ₂ (L/min)	EE (kcal/min)
Proses Akhir	0.4	2.9
Pemotongan Kayu	0.8	5.6
Penghalusan Kayu	0.9	4.9
Perakitan Pintu	0.5	4.0
Penghalusan Pintu	0.5	3.7
<i>Rata-rata</i>	0.6	4.2
<i>SD</i>	0.2	1.1
<i>Max</i>	0.9	5.6

Berdasarkan hasil pengukuran pada kelima pekerja kayu bangunan dapat dilihat bahwa rata-rata HR berada pada klasifikasi pekerjaan moderate. Hal ini berarti mendukung penelitian yang dilakukan oleh Aldehamid (2002) yang menyatakan berdasarkan nilai HR pekerjaan konstruksi secara umum berada pada tingkat moderat. Namun jika berdasarkan klasifikasi kroemer (2001) maka pekerjaan kayu bangunan ini berada pada klasifikasi ringan. Dilain hal jika dilihat berdasarkan *peak HR* pekerjaan konstruksi ini dapat dikategorikan sebagai pekerjaan berat. Jika nilai *peak HR* dilihat berdasarkan spesialisasi pekerjaannya 60% dari pekerjaan terdapat pada klasifikasi berat dan sisanya moderat. Hal ini berarti mendukung penelitian yang dilakukan oleh Aldehamid (2002) yang menyatakan sekitar 63% pekerja konstruksi berdasarkan *peak HR* berada pada klasifikasi berat. Selain itu jika dilihat berdasarkan nilai %HRR rata-rata mencapai 50% yang artinya berada lebih dari batas yang disarankan yaitu 33% untuk pekerjaan yang dilakukan selama 8 jam (Chengalur et. al) sehingga dapat dikatakan bahwa pekerjaan ini bukanlah pekerjaan ringan.

Selain itu berdasarkan nilai VO_2 juga memperlihatkan bahwa pekerja kayu bangunan terdapat pada klasifikasi moderat. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Aldehamid (2002) pada pekerja kayu bangunan nilai *energy*

expenditure yang didapat berkisar 4.2 kkal/min. Jika dilihat berdasarkan klasifikasi Satriawan (2008) berdasarkan nilai rata-rata HR dan VO_2 termasuk dalam klasifikasi pekerjaan yang ringan, namun berdasarkan jumlah *energy expenditure* yang dihasilkan terdapat pada klasifikasi moderate. Selain itu jika dilihat berdasarkan klasifikasi yang dilakukan oleh Soleman (2009) berdasarkan nilai HR termasuk dalam klasifikasi ringan, namun dilihat berdasarkan VO_2 termasuk dalam klasifikasi moderat, dan berdasarkan jumlah *energy expenditure* masuk kedalam klasifikasi berat. Perlu diketahui bahwa dalam perhitungan baik VO_2 dan *energy expenditure* dipengaruhi oleh usia dan berat badan. Standar dan rumusan yang digunakan berdasarkan standar usia 25 tahun, dan hal ini dapat menjadi faktor yang mempengaruhi hasil dari partisipasi dengan rata-rata usia 35 tahun keatas. Selain itu besarnya VO_2 dipengaruhi oleh *physical exercise*, sehingga hal ini juga perlu dipertimbangkan mengingat pada penelitian ini hal tersebut belum diperhitungkan.

Oleh sebab itu, penelitian ini dapat menjadi gambaran untuk penelitian selanjutnya dan menjadi hipotesis bahwa berdasarkan nilai rata-rata HR, peak HR, dan VO_2 pekerja kayu bangunan Indonesia terklasifikasi pada pekerjaan moderat atau pekerjaan ringan. Namun berdasarkan jumlah *energy expenditure* pekerjaan kayu bangunan termasuk kedalam klasifikasi pekerjaan berat. Karena VO_2 dan EE dipengaruhi oleh HR dan peningkatan HR dipengaruhi oleh temperatur ruangan, tingkat kelembaban, dan stress emosional, yang merupakan *uncontroable factor* dilapangan (Melanson & Freedson, 1996) sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi pekerjaan kayu bangunan ini.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa berdasarkan rata-rata HR, *peak HR*, %HRR dan VO_2 pekerjaan kayu bangunan di Indonesia termasuk dalam klasifikasi moderat hingga berat. Selain itu besarnya *energy expenditure* yang termasuk dalam klasifikasi berat. Hal ini mendukung penelitian yang dilakukan pada pekerja konstruksi di Amerika Serikat bahwa pekerjaan kayu bangunan yang termasuk dalam pekerjaan konstruksi berada dalam klasifikasi pekerjaan moderat hingga berat.

Selain itu, penelitian ini dapat menjadi gambaran untuk penelitian selanjutnya dan menjadi hipotesis bahwa berdasarkan nilai rata-rata HR, peak HR, dan VO_2 pekerja kayu bangunan Indonesia terklasifikasi pada pekerjaan moderat atau pekerjaan ringan. Namun berdasarkan jumlah *energy expenditure* pekerjaan kayu bangunan termasuk kedalam klasifikasi pekerjaan berat. Karena VO_2 dan EE dipengaruhi oleh HR dan peningkatan HR dipengaruhi oleh temperatur ruangan, tingkat kelembaban, dan stress emosional, yang merupakan *uncontroable*

factor dilapangan (Melanson & Freedson, 1996) sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kondisi pekerjaan kayu bangunan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhamid, T. S., & Everett, J.G., 2002 *Physiologiccal demands during construction work*. Journal of Construction Engineering and Management 128: 5 (1)
- Astrand, P., & Rodahl, K., 1986. *Textbook of work physiology: Physiological based of exercise*, McGraw-Hill, New York.
- Biswan, R., & Samanta, A., 2006. *Assesment of physiological strain in inland fising activity*. Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine 10.
- Brouha, L., 1967. *Physiology in industry*, Pergamon Press, New York.
- Eston, R.G., Rowlands, A.V., & Inglendew, D.K. 1998, *Validity of heart rate, pedometry, and accelerometry for predicting the energy cost of children's activities*. American Physiological Society.
- Freedson, P.S., & Miller, K., (2015) *Objective monitoring of physical activity using motion sensor and heart rate*. Research Quarterly for Exercise and Sport 71, 21-29.
- Grandjean, E. & Koromer, K.H.E. (2009). *Fitting The Task to The Human: A Textbook of Occupational Ergonomic*. London: Taylor & Francis Inc.
- Iridiastadi, H., & Yassierli, 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Keytel, L. R., Goedecke, J. H., Noakes, T. D., Hiiloskorpi, H., Laukkanen, R., & Lambert, E.V., 2005. *Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise*. Journal Sport Science, 23, 289-297.
- Kroemer, K.H.E, Kroemer, H.B., & Kroemer K.E., 2001. *Ergonomics: How to design for ease and efficiency*. New Jearsey: Prestise-Hall.
- Melanson, E.L. & Freedson, P.S., 1996. *Physical activity assessment: a review methods*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 36, 385-396.
- Satriawan, A., 2008. *Pengembangan persamaan prediksi konsumsi oksigen berdasarkan denyut jantung, faktor antropometri, dan demografi pekerja industri pria*. Tugas Akhir Sarjana Unpublish. Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, Indonesia.
- Soleman, A., 2009. *Kapasitas aerobik maksimum dan persamaan prediksi konsumsi oksigen pada perempuan pekerja industri*. Unpublish Tesis Magister. Teknik dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung, ITB
- Toomingas, A., Mathiassen, S.E., Tornqnovis, E.W., 2012. *Occupational Pshyology*.

CRC Press. London : Taylor & Francise
Group
Yuliani, E. N., 2010. *Study of aerobic capacity
determination and metabolic cost formula
of industrial workers*. Unpublished Master
Thesis. Industrial and Management
Engineering, Bandung Institute of
Technology, Bandung, Indonesia.