

ANALISIS KELELAHAN FISIOLOGIS MAHASISWA DALAM PRAKTIKUM ERGONOMI DAN SOLUSINYA

Author: Nova Fitria Nirwana, Muhammad Ikhsan Hizbatullah, Iqmal Nur Wahid

Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang

E-mail: novafitrianirwana@gmail.com, ikhsantzy06@gmail.com, iqmalnur99@gmail.com

ABSTRACT

Physiology practicum is an essential part of student learning, providing a deeper understanding of how the body functions and responds to various environmental conditions. During the practicum, students engage in simulations and experiments aimed at analyzing physiological parameters such as heart rate, blood pressure, oxygen consumption, and work fatigue. This study adopts an experimental approach, where students observe physiological changes while performing physical and cognitive activities in a controlled environment. The results indicate a significant improvement in students' understanding of physiological adaptation after completing the practicum. These findings highlight the importance of physiology practicum in supporting theoretical learning and enhancing students' analytical skills in the fields of health and industrial ergonomics.

Keywords: Physiology, student practicum, body adaptation, physiological response, experimental learning.

Abstrak

Praktikum fisiologi merupakan bagian penting dalam pembelajaran mahasiswa untuk memahami mekanisme kerja tubuh serta respons fisiologis terhadap berbagai kondisi lingkungan. Dalam konteks praktikum, mahasiswa terlibat langsung dalam simulasi dan eksperimen yang bertujuan untuk menganalisis parameter fisiologis seperti detak jantung, tekanan darah, konsumsi oksigen, dan kelelahan kerja. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental, di mana mahasiswa

Article history

Received: Juni 2025

Reviewed: Juni 2025

Published: Juni 2025

Plagiarism checker no 234

Doi : prefix doi :
10.8734/Nutricia.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Nutricia



This work is licensed under a [creative commons attribution-noncommercial 4.0 international license](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

mengobservasi perubahan fisiologis saat melakukan aktivitas fisik dan kognitif dalam lingkungan terkendali. Hasil menunjukkan bahwa pemahaman tentang adaptasi fisiologis meningkat secara signifikan setelah mahasiswa menjalani praktikum. Temuan ini menegaskan pentingnya praktikum fisiologi dalam mendukung pembelajaran teoritis serta meningkatkan keterampilan analitis mahasiswa dalam bidang kesehatan dan ergonomi industri.

Kata Kunci: Fisiologi, praktikum mahasiswa, adaptasi tubuh, respons fisiologis, pembelajaran eksperimen

PENDAHULUAN

Fisiologi Kerja merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang fokus terhadap pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia. Dalam menjalankan aktivitasnya. Energi yang dikeluarkan/dikonsumsi terjadi karena adanya proses metabolisme yang terjadi didalam otot yang ditunjang oleh sistem *cardiovascular* dan sistem pernafasan yang terdapat di dalam tubuh. Kerja fisik adalah kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaga (*power*). Kerja fisik disebut juga manual operation dimana performa pekerja sepenuhnya tergantung pada manusia yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) ataupun pengendali kerja.

Dalam kerja fisik konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringannya suatu pekerjaan. Pengukuran beban kerja fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara obyektif dimana sumber data yang diolah merupakan data-data kuantitatif, yaitu denyut jantung atau denyut nadi dan konsumsi energi. Denyut jantung atau denyut nadi digunakan untuk mengukur beban kerja seseorang dari gerakan otot.

Beban kerja dapat diukur dengan denyut nadi kerja. Selain itu, denyut nadi juga dapat digunakan untuk memperkirakan kondisi fisik atau derajat kesegaran jasmani seseorang. Denyut jantung yang diukur per menit dapat digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang.

PROSEDUR DAN MEKANISME

Berikut ini adalah prosedur atau langkah-langkah dalam melakukan praktikum faal kerja dengan metode fisiologi, yaitu:

1. Siapkan enam orang yang siap melakukan aktivitas faal kerja. Dusahakan agar terdapat praktikan wanita dan pria yang melakukan aktivitas faal kerja tersebut.

2. Lakukan pengamatan dan ukur denyut nadi pada masing-masing model sebelum melakukan aktivitas selama 1 menit.
3. Para model melakukan aktivitas faal kerja dengan melakukan olahraga dengan menggunakan treadmill selama 5 menit (wanita) dan 7 menit (pria).
4. Ukur suhu tubuh masing-masing model yang sudah melakukan aktivitas faal kerja.
5. Hitung Kembali denyut nadi pada masing-masing model sebelum melakukan aktivitas selama 1 menit.
6. Catat dengan lengkap semua data pada lembar data.
7. Lakukan perhitungan *heart rate* baik sebelum dan sesudah setelah melakukan aktivitas faal kerja selama 1 menit, jika diketahui rata-rata yang diperlukan adalah sebesar 5 Kkal/menit.
8. Lakukan perhitungan pada beban Kardiovaskular (%CVL) sebelum dan sesudah aktivitas faal kerja selama dari masing-masing model yang melakukan aktivitas faal kerja.
9. Terakhir lakukan analisa apakah ada faktor kelelahan atau tidak, yang dilihat dari kecepatan denyut jantung dan suhu badan dari masing-masing data pengukuran yang diperoleh dari model pada saat melakukan aktivitas faal kerja.

Dari prosedur diatas didapatkan data sebagai berikut dari setiap praktikan:

No	Nama	Umur	Denyut Nadi Sebelum	Denyut Nadi Setelah
1	Fikri	19	70	120
2	Alya	19	55	110
3	Nova	21	70	110
4	Rifasya	19	64	102
5	Akhsan	19	66	145
6	Krisandro	20	73	104

HASIL DAN PEMBAHASAN

Faktor kerja fisik sangat menentukan akan jumlah produksi. selama proses kerja fisik karyawan akan mengeluarkan energi sehingga agar proses produksi tetap optimal maka perlu dilakukan keseimbangan antara pengeluaran dan pemulihan energi. Adapun faktor yang berpengaruh terhadap pemulihan energi antara lain adalah waktu istirahat, periode istirahat, dan frekuensi istirahat. Adapun kelehan dapat dibedakan menjadi dua hal yaitu kelelahan fisiologis dan kelelahan psikologis. Kelelahan fisiologis adalah kelelahan yang timbul karena

adanya perubahan pada tubuh, sedangkan kelelahan psikologis adalah kelelahan yang timbul akibat beban kerja mental seperti stres dan gangguan psikis.

Faall kerja adalah ilmu tentang tubuh manusia saat bekerja. Bekerja adalah hasil koordinasi dari kerja sama indera, otak, syaraf dan otot yang ditunjang oleh jantung, paru, ginjal dan lain-lain. Secara fisiologis, bekerja adalah hasil kerja sama dalam koordinasi yang sebaik-baiknya dari saraf pusat dan perifer, pancaindra (mata, telinga, peraba, perasa, dan lain-lain), serta otot dan rangka (kedua yang terakhir ini adalah pelaku utama perbuatan). Bekerja mungkin dikelompokkan menjadi kerja otak (mental), dan kerja otot (fisik). Dalam faall kerja, perhatian utama difokuskan kepada kerja fisik atau otot.

Untuk bekerja pertukaran zat dalam organ tubuh yang diperlukan sebagai sumber energi dan transportasi sisa metabolisme yang harus dibuang jelas sangat penting peran peredaran darah ke dan dari susunan saraf serta otot-otot dan rangka (muskulo-skeletal) dan juga organ-organ lainnya. Selain jantung dan sistem peredaran darah, paru dan alat pernafasan lainnya, sistem gastro- intestinal (mulut, esofagus, usus, hati, dan lainnya) juga memainkan fungsi masing-masing dalam mendukung dan menunjang kelancaran berlangsungnya aktivitas dan rangkaian kegiatan dilakukannya pekerjaan. Dalam metode fisiologi akan dibahas mengenai:

1. pengukuran konsumsi energi dan konsumsi oksigen

Pengukuran terhadap konsumsi energi saat melakukan pekerjaan tidak bisa dilakukan secara langsung, melainkan bisa diukur dengan melakukan pengukuran pada tekanan darah, temperatur darah, dan jumlah udara yang dikeluarkan paru-paru. Dalam menentukan konsumsi energi biasanya menggunakan metode parameter indeks perubahan peningkatan denyut jantung/nadi. Metode ini ialah dengan melakukan perbandingan jumlah dan kecepatan denyut jantung/nadi pada saat waktu kerja dengan denyut jantung/nadi ketika tubuh sedang istirahat. Rumus umum dari hubungan antarakecepatan denyut jantung dengan kebutuhan energi ini merupakan hasil regresi kuadrat yang menghasilkan persamaan sebagai berikut:

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

Dimana:

Y= konsumsi energi (Kilokalori per menit (Kkal/menit))

X= Kecepatan Denyut jantung (denyut per menit)

Tingkat Pekerjaan	Konsumsi Energi		Detak Jantung	Konsumsi Oksigen
	Kkal/menit	Kkal/8jam	Detak/menit	Liter/menit
Terlalu berat	>12,5	>6000	>175	>2,5
Sangat berat	10-12,5	4800-6000	150-175	2-2,5

Berat	7,5-10	3600-4800	125-150	1,5-2
Moderate	5-7,5	2400-3600	100-125	1-1,5
Ringan	2,5-5	1200-2400	60-100	0,5-1
Sangat ringan	<2,5	<1200	<60	<0,5

Tabel 1.1 Pengelempokkan Beban Kerja Berdasarkan Tingkat Energi

2. Konsumsi energi berdasarkan denyut jantung

Konsumsi energi berdasarkan denyut jantung (heart rate) Irama denyut jantung/nadi akan mengalami perbedaan ketika diukur saat sebelum melakukan aktivitas, saat melakukan aktivitas dan setelah melakukan aktivitas (*recovery*). Ketika dirasa denyut jantung/nadi berdenyut dengan intensitas yang tidak normal, atau sangat cepat, maka disarankan agar mengambil waktu istirahat. Penentuan lamanya waktu istirahat akan berbanding lurus dengan beban yang diemban selama bekerja. Apabila badan terlalu dipaksakan untuk bekerja dalam waktu yang eksterim maka bisa jadi memicu kelelahan yang kronis. Untuk itu seorang peneliti bernama Murrel mencetuskan metode untuk menentukan waktu istirahat yang memang sewajarnya diterima oleh tubuh setelah melakukan pekerjaan, dengan rumus matematis sebagai berikut:

$$R = \frac{T(W-S)}{W-1,5}$$

Dimana:

R = Waktu istirahat yang diperlukan (menit).

T = Total waktu melakukan pekerjaan (menit).

W = Konsumsi energi rata-rata dalam bekerja (kkal/menit)

S = Pengeluaran energi rata-rata yang direkomendasikan (kkal/menit).

(Biasanya 4 atau 5 kkal/menit, sesuaikan dengan hasil rata).

1,5 = Energi yang diperlukan saat istirahat (kkal/menit).

3. Penilaian beban Kerja berdasarkan denyut nadi kerja

Pengukuran denyut nadi ketika bekerja bisa menggunakan alat yang disebut telemetri. Namun ketika ketersediaan dari alat tersebut susah, maka bisa dilakukan secara manual menggunakan bantuan *stopwatch*. Denyut nadi adalah ukuran untuk mengetahui berapa kali pembuluh darah arteri mengembang dan berkontraksi selama 1 menit sebagai respon terhadap detak jantung. Menurut (Oemijati) pengukuran denyut jantung secara manual bisa menggunakan metode 10 denyut, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60$$

Peningkatan denyut jantung/nadi berperan penting dalam meningkatnya cardiac output dari waktu istirahat sampai melakukan kerja secara maksimum. Manuaba (1996) menyatakan untuk mengklasifikasikan beban kerja atas dasar peningkatan denyut jantung/nadi yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (CVL), dapat dihitung dengan rumus:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

Dimana:

Denyut Nadi Istirahat merupakan rata-rata dari denyut nadi sebelum melakukan uji coba. Denyut Nadi Kerja merupakan rata-rata denyut nadi selama atau juga sesudah melakukan uji coba.

Untuk Denyut Nadi Maksimum:

Laki-laki: Denyut Nadi Maksimum = 220 - umur

Perempuan: Denyut Nadi Maksimum = 200 - umur

Tabel 1.2 Klasifikasi Hasil Perhitungan %CVL

Hasil % CVL	Klasifikasi
$X \leq 30\%$	Tidak terjadi kelelahan
$30 < X \leq 60\%$	Diperlukan perbaikan
$60 < X \leq 80\%$	Kerja dalam waktu singkat
$80 < X \leq 100\%$	Diperlukan tindakan segera
$X > 100\%$	Tidak diperbolehkan beraktivitas

No	Nama	Umur	Denyut Nadi Sebelum	Denyut Nadi Setelah
1	Fikri	19	70	120
2	Alya	19	55	110
3	Nova	21	70	110
4	Rifasya	19	64	102
5	Akhsan	19	66	145
6	Krisandro	20	73	104

Berikut ini perhitungan dari hasil praktikum kelompok kami pada pertemuan fisiologi menggunakan treadmill:

1. Menghitung konsumsi energi

$$\text{Rumus: } Y = 1,80411 - 0,0229038(X) + 4,71733 \times 10^{-4}(X)^2$$

a. Sebelum melakukan aktivitas

$$\begin{aligned} Y_{\text{Fikri}} &= 1,80411 - 0,0229038(70) + 4,71733 \times 10^{-4}(70)^2 = 2,512 \\ Y_{\text{Alya}} &= 1,80411 - 0,0229038(55) + 4,71733 \times 10^{-4}(55)^2 = 1,971 \\ Y_{\text{Nova}} &= 1,80411 - 0,0229038(70) + 4,71733 \times 10^{-4}(70)^2 = 2,512 \\ Y_{\text{Rifasya}} &= 1,80411 - 0,0229038(64) + 4,71733 \times 10^{-4}(64)^2 = 2,270 \\ Y_{\text{Akhsan}} &= 1,80411 - 0,0229038(66) + 4,71733 \times 10^{-4}(66)^2 = 2,347 \\ Y_{\text{Krisandro}} &= 1,80411 - 0,0229038(73) + 4,71733 \times 10^{-4}(73)^2 = 2,645 \end{aligned}$$

b. Setelah melakukan aktivitas

$$\begin{aligned} Y_{\text{Fikri}} &= 1,80411 - 0,0229038(120) + 4,71733 \times 10^{-4}(120)^2 = 5,848 \\ Y_{\text{Alya}} &= 1,80411 - 0,0229038(110) + 4,71733 \times 10^{-4}(110)^2 = 4,992 \\ Y_{\text{Nova}} &= 1,80411 - 0,0229038(110) + 4,71733 \times 10^{-4}(110)^2 = 4,992 \\ Y_{\text{Rifasya}} &= 1,80411 - 0,0229038(102) + 4,71733 \times 10^{-4}(102)^2 = 4,375 \\ Y_{\text{Akhsan}} &= 1,80411 - 0,0229038(145) + 4,71733 \times 10^{-4}(145)^2 = 8,401 \\ Y_{\text{Krisandro}} &= 1,80411 - 0,0229038(104) + 4,71733 \times 10^{-4}(104)^2 = 4,524 \end{aligned}$$

Nama	Perhitungan Konsumsi Energi			
	Sebelum	Keterangan	Setelah	Keterangan
Fikri	2,512	Ringan	5,848	Moderate
Alya	1,971	Sangat ringan	4,992	Ringan
Nova	2,512	Ringan	4,992	Ringan
Rifasya	2,270	Sangat ringan	4,375	Ringan
Akhsan	2,347	Sangat ringan	8,401	Berat
Krisandro	2,645	Ringan	4,524	Ringan
Rata-rata	2,376	Sangat ringan	5,522	Moderate

Jadi bisa disimpulkan untuk Tingkat pekerjaan praktikan yaitu beraktivitas menggunakan treadmill dengan memperhatikan nilai rata-rata konsumsi energinya termasuk Tingkat pekerjaan moderate.

2. Menghitung waktu istirahat yang diperlukan

$$\text{Rumus: } R = \frac{T(W-S)}{W-1,5}$$

$$R_{\text{Fikri}} = \frac{5(5,848-5)}{5,848-1,5} = \frac{4,24}{4,34} = 0,976 \text{ menit atau } 58,56 \text{ detik}$$

$$R_{\text{Alya}} = \frac{5(4,992-5)}{4,992-1,5} = \frac{-0,04}{3,492} = -0,011 \text{ menit atau } -0,66 \text{ detik}$$

$$R_{\text{Nova}} = \frac{5(4,992-5)}{4,992-1,5} = \frac{-0,04}{3,492} = -0,011 \text{ menit atau } -0,66 \text{ detik}$$

$$R_{\text{Rifasya}} = \frac{5(4,375-5)}{4,375-1,5} = \frac{-3,125}{2,875} = -1,086 \text{ menit atau } -65,16 \text{ detik}$$

$$R_{\text{Akhsan}} = \frac{5(8,401-5)}{8,401-1,5} = \frac{17,005}{6,901} = 2,464 \text{ menit atau } 147,84 \text{ detik}$$

$$R_{\text{Krisandro}} = \frac{5(4,524-5)}{4,524-1,5} = \frac{-2,38}{3,024} = -0,787 \text{ menit atau } -47,22 \text{ detik}$$

Jadi waktu istirahat yang diperlukan oleh masing-masing anggota kelompok 4 adalah untuk Fikri selama 0,976 menit atau 58,56 detik, untuk Alya -0,011 menit atau -0,66 detik, untuk Nova -0,011 menit atau -0,66 detik, untuk Rifasya -1,086 menit atau -65,16 detik, untuk Akhsan 2,464 menit atau 147,84 detik dan untuk Krisandro -0,787 menit atau -47,22 detik.

3. Menghitung beban kerja berdasarkan denyut nadi kerja

$$\text{Rumus: \%CVL} = \frac{100x(\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

Denyut nadi maksimum: laki-laki 220 - Umur dan Perempuan 200 - Umur

$$\%CVL_{\text{Fikri}} = \frac{100x(120 - 70)}{(220-19)-70} = \frac{5000}{131} = 38,167\% \text{ (diperlukan perbaikan)}$$

$$\%CVL_{\text{Alya}} = \frac{100x(110 - 55)}{(200-19)-55} = \frac{5500}{126} = 43,650\% \text{ (diperlukan perbaikan)}$$

$$\%CVL_{\text{Nova}} = \frac{100x(110 - 70)}{(200-21)-70} = \frac{4000}{109} = 36,697\% \text{ (diperlukan perbaikan)}$$

$$\%CVL_{\text{Rifasya}} = \frac{100x(102 - 64)}{(200-19)-64} = \frac{3800}{117} = 32,478\% \text{ (diperlukan perbaikan)}$$

$$\%CVL_{\text{Akhsan}} = \frac{100x(145 - 66)}{(220-19)-66} = \frac{7900}{135} = 58,518\% \text{ (diperlukan perbaikan)}$$

$$\%CVL_{\text{Krisandro}} = \frac{100x(104 - 73)}{(220-20)-73} = \frac{5000}{127} = 24,409\% \text{ (tidak terjadi kelelahan)}$$

Jadi berdasarkan perhitungan diatas setelah melakukan aktivitas menggunakan *treadmill*, didapatkan bahwa Fikri, Alya, Nova, Rifasya dan Akhsan diperlukan perbaikan sedangkan Krisandro tidak terjadi kelelahan karena nilai %CVLnya berada dibawah angka $\leq 30\%$.

KESIMPULAN

Praktikum fisiologi kerja memberikan pemahaman yang signifikan terhadap adaptasi tubuh manusia saat melakukan aktivitas fisik dan kognitif. Melalui pengukuran denyut jantung dan perhitungan konsumsi energi, diperoleh bahwa tingkat pekerjaan mahasiswa saat

beraktivitas dengan treadmill berada pada kategori moderate dengan konsumsi energi rata-rata sebesar 5,522 kkal/menit.

Meskipun sebagian besar praktikan menunjukkan peningkatan denyut jantung yang memadai, analisis %CVL mengindikasikan bahwa hampir semua mahasiswa (kecuali satu orang) berada dalam kategori "diperlukan perbaikan", yang berarti terdapat potensi kelelahan fisiologis yang perlu diatasi dengan perencanaan kerja dan istirahat yang lebih optimal.

Hanya satu praktikan (Krisandro) yang nilai %CVL-nya menunjukkan tidak terjadi kelelahan, sedangkan lainnya memerlukan evaluasi beban kerja agar tidak menimbulkan dampak negatif jangka panjang.

Secara keseluruhan, praktikum ini tidak hanya meningkatkan pemahaman mahasiswa mengenai respon fisiologis, tetapi juga menekankan pentingnya pengaturan beban kerja, waktu istirahat, serta perlunya monitoring fisiologis untuk mencegah kelelahan berlebih dalam lingkungan kerja industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulrahim, M., Aziza, N., & Sholihah, Q. (2022). *Ergonomi Industri*. Universitas Brawijaya Press.
- Helianty, Y., Wahyuni, C. S., & Wardhany, A. K. *PENENTUAN LAMANYA ISTIRAHAT KERJA UNTUK MEMINIMASI BEBAN FISILOGIS BEKERJA (STUDI KASUS DI PR. DJAGUNG PADI MALANG)*.
- Ir Julianus Hutabarat, M. S. I. E. (2021). *Dasar-dasar pengetahuan ergonomi*. Media Nusa Creative (MNC Publishing).
- Juliana, N., Wibowo, A. H., Setiorini, A., Noverial, N., Hadju, V. A., Sekarjati, K. A., ... & Darsono, K. (2023). *Ergonomi dan Faal Kerja*.
- Pangaribuan, O., Tambun, B., Panjaitan, L. M., Mutiara, P., & Sinaga, J. (2022). *Peranan ergonomi di tempat kerja*. ABDIMAS MANDIRI-Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 2(1), 26-35.
- Simanjuntak, R. A., & Maedi, M. (2019). *ANALISIS PEMBERIAN INSENTIF KERJA BERDASARKAN FISILOGI KERJA DITINJAU DARI ASPEK ERGONOMI. JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*. 130-137.
- Suarjana, I. W. G., Pomalingo, M. F., Palilingan, R. A., & Parhusip, B. R. (2022). *Perancangan Fasilitas Kerja Ergonomi Menggunakan Data Antropometri Untuk Mengurangi Beban Fisiologis*. Jurnal Ilmiah Teknik Industri, 10(2), 109-117.