

Analisis Beban Kerja Fisiologis Mahasiswa Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja Dengan Menggunakan Metode 10 Denyut

Monita Rahayu¹⁾, Sutresna Juhara²⁾

*Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf, Jl. Maulana Yusuf No.10
Tangerang Banten 15118, Indonesia*

¹⁾monita@unis.ac.id

²⁾sjuhara@unis.ac.id

Abstrak Fisiologi kerja merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang fokus terhadap pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban kerja fisiologis pada mahasiswa saat melakukan praktikum Analisa Perancangan Kerja Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Islam Syekh-Yusuf. Pengukuran beban kerja secara fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara obyektif dengan menggunakan data kuantitatif berupa pengukuran denyut jantung atau denyut nadi serta konsumsi energi. Metode yang digunakan adalah metode 10 denyut dilakukan secara manual dengan menggunakan stopwatch. Dalam penelitian ini terdapat sampel sebanyak 6 orang mahasiswa yang akan diukur denyut nadi saat beraktivitas dan saat istirahat saat melakukan praktikum. Selain itu juga dihitung HR reverse, %CVL, konsumsi energi serta waktu istirahat. Dari hasil penelitian berdasarkan %CVL berada pada kategori tidak terjadi kelelahan sedangkan dari jumlah konsumsi energi rata-rata mahasiswa berada pada kategori ringan sebanyak 4 orang dan kategori sedang sebanyak 2 orang.

Kata Kunci : beban kerja, denyut nadi, %CVL

Abstract Work physiology is one branch of ergonomics that focuses on measuring the energy released or energy consumed by humans. This study aims to determine the physiological workload on students when conducting practicum Analysis of work design of Industrial Engineering, Faculty of Engineering Universitas Islam Syekh-Yusuf. Measurement of physical workload is a measurement of workload carried out objectively using quantitative data in the form of measurement of heart rate or pulse and energy consumption. The method used is the 10 beat method done manually using a stopwatch. In this study there were a sample of 6 students who would be measured for their pulse during activities and at rest during practicum. It also counts reverse HR, % CVL, energy consumption and rest periods. From the results of the study based on %CVL are in the category of no fatigue while from the total energy consumption the average student is in the light category of 4 people and the medium category of 2 people.

Keywords: workload, pulse, % CVL

I. Pendahuluan

Fisiologi kerja merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang fokus terhadap pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia. Energi yang dikonsumsi/ dikeluarkan terjadi karena adanya proses metabolisme yang

terjadi didalam otot yang ditunjang oleh sistem *cardiovascular* dan sistem pernafasan yang terdapat didalam tubuh. Kerja fisik adalah kerja yang memerlukan energi otot manusia sebagai tenaga. Kerja fisik konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentuan berat atau ringannya suatu pekerjaan. Pengukuran beban kerja

secara fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara obyektif dengan menggunakan data kuantitatif berupa pengukuran denyut jantung atau denyut nadi serta konsumsi energi. Denyut jantung atau denyut nadi banyak digunakan untuk mengukur beban kerja seseorang dari gerakan otot. Selain itu, denyut nadi juga dipergunakan untuk memperkirakan kondisi fisik atau kebugaran jasmani seseorang. Denyut jantung atau denyut nadi (yang diukur per menit) dapat dipergunakan untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang.

Praktikum Analisa Perancangan Kerja merupakan mata kuliah yang dilakukan oleh mahasiswa Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf Tangerang. Kondisi yang terjadi di lapangan saat praktikum banyak mahasiswa yang kelelahan saat melakukan praktikum khususnya untuk modul fisiologi kerja. Saat praktikum mahasiswa melakukan kerja fisik dengan melakukan aktivitas berjalan selama 5 menit. Kondisi seperti ini tentu saja membutuhkan energi yang banyak untuk saat memasuki modul ini sehingga membuat mahasiswa kelelahan untuk melakukan praktikum modul yang lain atau mengikuti mata kuliah lain setelah praktikum. Apalagi bila praktikum modul fisiologi kerja ini dilakukan secara terus-menerus tanpa adanya waktu istirahat yang cukup bagi mahasiswa. Faktor pemulihan energi dengan cara istirahat sangat penting diperhatikan selama proses kerja kelelahan.

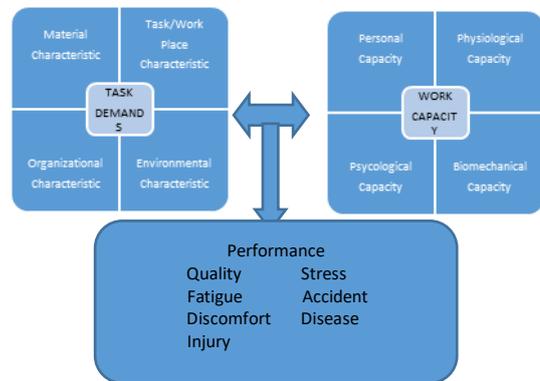
Menurut (Ruslani, 2015) denyut nadi yang tinggi menyebabkan pekerja mudah lelah karena aktivitas kerja dan pada akhirnya target tidak tercapai. Sedangkan menurut (Mutia, 2014) beban kerja yang tinggi bukan hanya pada beban kerja tetapi juga pada hal-hal yang mempengaruhi beban kerja tersebut seperti penerangan, *shift* kerja, waktu istirahat, dan lain-lain.

II. Bahan dan Metode

Ergonomi

Ergonomi merupakan suatu ilmu, seni dan teknologi yang berupaya untuk menyesuaikan alat, cara dan lingkungan kerja terhadap kemampuan dan segala keterbatasan manusia sehingga manusia dapat berkarya secara optimal tanpa pengaruh buruk dari pekerjaannya. Dari sudut pandang ergonomi, antara tuntutan tugas dengan kapasitas kerja harus selalu dalam dalam garis keseimbangan sehingga dicapai performansi kerja yang tinggi.

Konsep keseimbangan antara kapasitas kerja dengan tuntutan tugas (Rahayu, 2019) dapat diilustrasikan seperti gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1 Konsep Dasar Ergonomi
 (Sumber: Pengolahan Sendiri Dari Berbagai Sumber)

Secara umum tujuan dari penerapan ergonomi menurut (Tarwaka, 2004) adalah sebagai berikut :

1. Meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental melalui upaya pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, mengupayakan promosi dan kepuasan kerja
2. Meningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak sosial, mengelola dan mengkoordinir kerja secara tepat guna dan meningkatkan jaminan sosial baik selama kurun waktu usia produktif maupun setelah tidak produktif
3. Menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai aspek yaitu aspek teknis, ekonomis, antropologis dan budaya dari setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas hidup yang tinggi.

Beban Kerja

Tubuh manusia di rancang untuk dapat melakukan aktivitas pekerjaan sehari-hari (Sutalaksana, 2006). Adanya massa otot yang bobotnya hampir lebih dari separuh beban tubuh, memungkinkan kita untuk dapat menggerakkan dan melakukan pekerjaan. Dari sudut pandang ergonomi, setiap beban kerja yang diterima oleh seseorang harus sesuai atau seimbang baik dalam kemampuan fisik maupun kognitif serta keterbatasan manusia yang menerima beban tersebut.

Dengan bertambah kompleksnya aktivitas otot, maka beberapa hal yang berpengaruh (Andriyanto, 2012) antara lain :

1. Denyut jantung
2. Tekanan darah
3. *Cardiac output*
4. Komposisi kimia darah (kandungan asam laktat)
5. Temperatur tubuh
6. Kecepatan berkeringat
7. Konsumsi oksigen

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan konsumsi energi (Emitua, 2014). Konsumsi energi saat kerja bisa ditentukan dengan cara tidak yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung atau konsumsi oksigen.

Pengukuran beban kerja fisik dilakukan secara objektif dimana sumber data yang diolah merupakan data-data kuantitatif, misalnya:

1. Denyut jantung atau denyut nadi
 Digunakan untuk mengukur beban kerja dinamis seseorang sebagai manifestasi dari gerakan otot. Semakin besar aktivitas otot semakin besar fluktuasi dari gerakan denyut jantung yang ada, demikian pula sebaliknya.
2. Konsumsi oksigen
 Oksigen yang dikonsumsi oleh seseorang dipengaruhi oleh intensitas pekerjaan yang dilakukan. Secara khusus, konsumsi oksigen dapat dibandingkan dengan kapasitas kerja fisik.

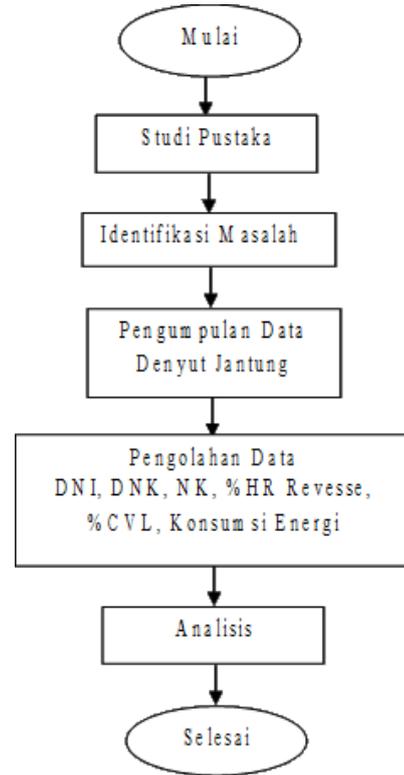
Pengukuran Denyut Nadi Kerja

Pengukuran denyut nadi kerja adalah salah satu cara untuk mengetahui beban kerja. Hal ini dapat dilakukan dengan cara, merasakan denyut nadi yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan. Selain itu, pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan suatu metode *cardiovascular strain*. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk mengukur denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan dari *Electro Cardio Graph* (ECG). Apabila peralatan untuk menilai tersebut tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi sebagai berikut:

$$Denyut\ nadi(nadi/menit) = \frac{10\ denyut}{waktu\ perhitungan} \times 60 \tag{1}$$

Penelitian ini mengambil objek mahasiswa yang sedang melakukan praktikum Analisa dan Perancangan Kerja Program Studi Teknik Industri

Unversitas Islam Syekh-Yusuf. *Flowchart* dapat dilihat pada gambar 2, sebagai berikut:



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

Pengumpulan data diawali dengan melakukan pengukuran waktu 10 denyut nadi mahasiswa baik saat istirahat maupun saat melakukan aktivitas praktikum. Data denyut nadi dikumpulkan dari 6 orang mahasiswa. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali selama beberapa jam. Data hasil pengukuran DNK dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengukuran DNK Mahasiswa

Nama Mahasiswa	Usia	10 denyut NI (detik)	10 Denyut NK (detik)				
			1	2	3	4	5
Beni	23	8,8	7,17	8,9	5,9	6,5	7,6
Santika	22	12,2	8,91	8,2	8,7	8,8	8,2
Dedi	22	9,3	5,93	5,8	7,6	6,9	6,5
Ridha	23	8,86	5,77	7,02	8,45	6,95	5,37
Sodikin	34	9,66	8,01	7,02	8,44	6,95	5,93
Rama	22	9,75	7,92	8,14	6,6	7,2	7,5

(Sumber: Pengolahan Sendiri)

Hasil data waktu 10 denyut nadi mahasiswa kemudian dimasukkan kedalam persamaan 10 denyut (metode 10 denyut) sehingga diperoleh denyut nadi mahasiswa setiap denyut per menit(denyut/menit). Perhitungan denyut nadi istirahat dengan

menggunakan metode 10 denyut untuk mahasiswa Beni adalah DNI (detik) = 8,8

$$\text{Denyut nadi} \left(\frac{\text{nadi}}{\text{menit}} \right) = \frac{10 \text{ denyut}}{8,8} \times 60 = 68,18$$

Hasil rekap perhitungan jumlah denyut nadi mahasiswa pada saat praktikum terdapat pada tabel 2 dan gambar 3, sebagai berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi Denyut Nadi Mahasiswa Saat Melakukan Praktikum

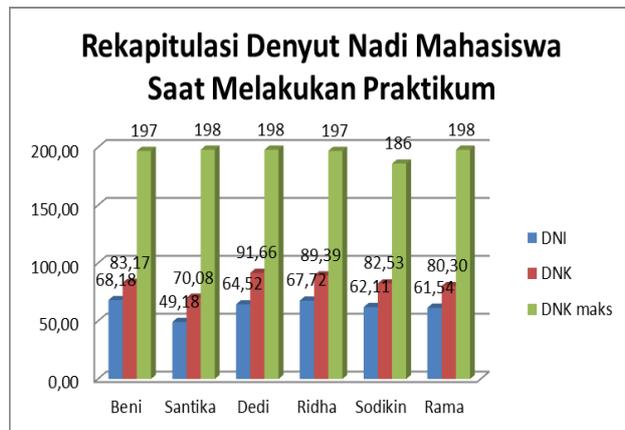
Nama Mahasiswa	DNI	DNK	DNK maks	NK
Beni	68,18	83,17	197	14,99
Santika	49,18	70,08	198	20,90
Dedi	64,52	91,66	198	27,14
Ridha	67,72	89,39	197	21,67
Sodikin	62,11	82,53	186	20,42
Rama	61,54	80,30	198	18,76
Rata-Rata	62,21	82,86	195,67	20,65

Keterangan:

DNK_{maks} : Denyut Nadi Maksimal, 220-usia(pria); 200-usia (wanita)

NK : Nadi Kerja(DNK-DNI)

(Sumber: Pengolahan Sendiri)



Gambar 3. Rekapitulasi Denyut Nadi Mahasiswa Saat Melakukan Praktikum (Sumber: Pengolahan Sendiri)

Perhitungan % HR Reverse, Cardiovascular strain (%CVL) dan konsumsi energi sebagai berikut:

a. Perhitungan %HR Reverse

HR Reverse (Heart Rate Reverse) adalah peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum.

$$\%HR \text{ Reverse} = \frac{DNK - DNI}{DNI_{maks} - DNI} \times 100 \quad (2)$$

b. Perhitungan Cardiovascular strain (%CVL)

Cardiovascular strain adalah suatu estimasi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan

peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum (Ismaila, 2013).

$$\%CVL = \frac{100X(DNK - DNI)}{DNK_{maks} - DNI} \quad (3)$$

c. Konsumsi Energi

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya digunakan dalam suatu bentuk hubungan energi dengan kecepatan denyut nadi yaitu sebuah persamaan kuadratis sebagai berikut:

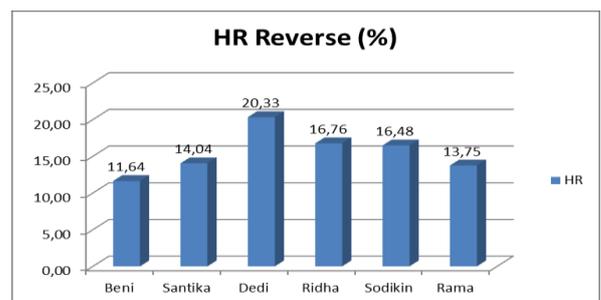
$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733x10^{-4}X^2 \quad (4)$$

Dari hasil perhitungan dengan metode 10 denyut berupa rekapitulasi penilaian beban kerja fisik terhadap mahasiswa yang sedang melakukan praktikum Analisa Perancangan Kerja dapat dilihat pada tabel 3 dan gambar 4, berikut ini:

Tabel 3. Hasil Penilaian Metode 10 Denyut Mahasiswa Saat Melakukan Praktikum

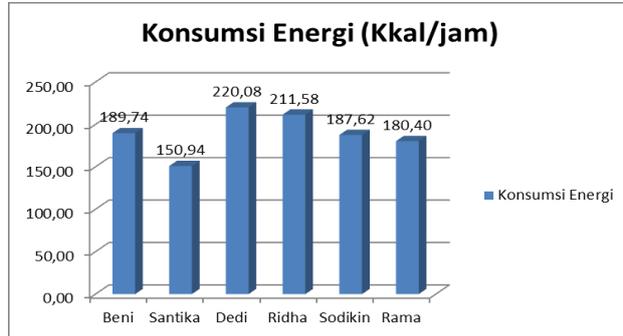
No	Keterangan	Beni	Santika	Dedi	Ridha	Sodikin	Rama
1	Rerata DNI	68,18	49,18	64,52	67,72	62,11	61,54
2	Rerata DNK	83,17	70,08	91,66	89,39	82,53	80,30
3	Rerata DNK _{Maks}	197	198	198	197	186	198
4	Rerata DN	14,99	20,90	27,14	21,67	20,42	18,76
5	HR Reverse	11,64	14,04	20,33	16,76	16,48	13,75
6	CVL	11,64	14,04	20,33	16,76	16,48	13,75
7	Konsumsi Energi	3,16	2,52	3,67	3,53	3,13	3,01

(Sumber: Pengolahan Sendiri)



Gambar 4. Grafik HR Reverse (Sumber: Pengolahan Sendiri)

Dari gambar 4 dapat dilihat pada mahasiswa bernama Dedi terjadi peningkatan denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum. Sedangkan untuk Grafik konsumsi energi dapat dilihat pada gambar 5, sebagai berikut:



Gambar 5. Grafik Konsumsi Energi
 (Sumber: Pengolahan Sendiri)

Dari gambar 5 dapat dilihat untuk Beni, Santika, Sodikin dan Rama menunjukkan konsumsi energi berada antara 100-200 Kkal/jam hal ini berarti beban kerja dikategorikan ringan. Tetapi untuk Dedi dan Ridha konsumsi energi berada pada 201-350 Kkal/jam menunjukkan bahwa beban kerja yang diberikan saat praktikum termasuk kategori sedang.

Pentuan waktu istirahat menggunakan pendekatan fisiologis

$$R = \frac{T(W - S)}{W - 1,5} = \frac{60(3,16 - 3)}{3,16 - 1,5} = 5,86$$

Waktu istirahat sebesar 5,86 menit diperlukan untuk istirahat ketika mahasiswa melakukan praktikum dengan mengkonsumsi energi rata-rata 3,16 kkal/menit yang berlangsung selama 1 jam secara terus menerus.

IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari pembahasan yang sudah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pengukuran konsumsi energi berada pada kategori ringan terjadi pada 4 mahasiswa yaitu sebesar 189,74 Kkal/jam; 150,94 Kkal/jam; 187,62Kkal/jam dan 180,40 Kkal/jam, Sedangkan untuk pengukuran konsumsi energi pada dua mahasiswa lainnya berada pada kategori sedang yaitu sebesar 220,08Kkal/jam dan 211,58Kkal/jam. Sedangkan berdasarkan %CVL berada dalam kategori tidak terjadi kelelahan.

Daftar Pustaka

- Andriyanto. & Bariyah, C. (2012). Analisis Beban Kerja Operator Mesi Pemotong Batu Besar (sirkel 160 cm) Dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 136-143.
- Emitua, P. (2014). Analisis Beban Kerja Fisiologis Operator di Stasiun Penggorengan Pada Industri Kerupuk. *e-jurnal Teknik Industri FT USU Vol 5 no 2*, 11-16.
- Iridiastadi, H. & Yassierli. (2017). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung : Rosda Karya.
- Ismaila, dkk. (2013). Cardiovascular Strain of Sawmill Workers in South-Western Nigeria. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics vol 19 no 4*, 607-611.
- Mutia, M. (2014). Pengukuran Beban Kerja Fisiologis Dan Psikologi Pada Operator Pemetikan Teh Dan Operator Produksi Teh Hijau Di PT Mitra Kerinci. *Jurnal Optimasi Sistem Industri vol.13 No.1*, 503-517.
- Rahayu, M. (2019). Analisis Pengaruh Konsumsi Kopi Dengan Denyut Jantung Pada Pemuda. *Unistek*, 6(2), 5-12. <https://doi.org/10.33592/unistek.v6i2.172>
- Ruslani, L. & Nurfajriah. (2015). Analisa Beban Kerja Fisiologi dan Psikologi Karyawan Pembuatan Baju di PT Jaba Garmino Majalengka. *Bina Teknika volume 11 nomor 2*, 114-123.
- Sugiono, dkk. (2018). *Ergonomi Untuk Pemula*. Malang: UB Pres.
- Sutalaksana, dkk. (2006). *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB.
- Tarwaka, B. (2004). *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Pres.