

PENILAIAN BEBAN FISIK PADA PROSES *ASSEMBLY* MANUAL MENGUNAKAN METODE FISILOGIS

Annisa Purbasari¹, Akhiri Joko Purnomo²

^{1,2} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan
Jl. Batu Aji Baru No. 99, Batam, Kepulauan Riau
E-mail : annisapurbasari@gmail.com¹

ABSTRAK

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang penyediaan alat-alat perminyakan di Batam. Proses *assembly* adalah salah satu proses produksi di PT. XYZ yang masih melibatkan kinerja secara manual. Karakteristik proses kerja *assembly* secara manual yaitu fleksibilitas gerakan tubuh dengan tingkatan beban kerja fisik yang beragam dan masih mengandalkan kemampuan pekerja yang memerlukan energi fisik manusia. Penilaian tingkat beban kerja fisik pekerja belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kategori beban kerja fisik pekerja pada proses *assembly* manual dengan pendekatan fisiologi. Metode yang digunakan adalah faktor fisiologis pekerja berupa pengukuran denyut nadi kerja dan saat istirahat serta menghitung cadangan denyut nadi (%HRR), beban kardiovaskuler (% CVL) dan konsumsi energi (KE). Hasil penelitian menunjukkan nilai beban kerja fisik menurut rerata denyut nadi kerja sebesar 116,59 denyut/ menit yang menunjukkan kategori kerja sedang (*moderate*), rerata denyut nadi istirahat pekerja sebesar 69,40 denyut/menit yang menunjukkan kategori kerja ringan, nilai beban kerja fisik menurut rerata %HR *Reverse* dan %CVL sebesar 39,34 Kkal/menit yang menunjukkan kategori mungkin diperlukan perbaikan kerja dan nilai rerata konsumsi energi (KE) sebesar 3,06 Kkal/menit yang menunjukkan kategori kerja ringan.

Kata kunci: Beban fisik kerja, Denyut nadi, % CVL, %HRR, Konsumsi energi

ABSTRACT

PT. XYZ is a manufacturing company that is engaged in the provision of petroleum equipment in Batam. Assembly process is one of production process in PT. XYZ which still involve performance manually. Characteristics of manual assembly work process that is the flexibility of body movement with diverse physical workload levels and still relies on the ability of workers who require human physical energy. Employee physical workload rate assessment is not yet known. Characteristics of manual assembly work process that is the flexibility of body movement with diverse physical workload levels and still relies on the ability of workers who require human physical energy. Employee physical workload rate assessment is not yet known. The study aims to assess the worker's physical workload category on manual assembly processes with a physiological approach. The method used is the physiological factor of the worker in the form of pulse measurement of work and at rest as well as calculating the reserves of pulse (% HRR), cardiovascular burden (% CVL) and energy consumption (KE). The results showed the physical workload value according to the average pulse rate are 116,59 beats/minute indicating medium working category (*moderate*), rate of worker resting pulse are 69,40 beats/minute indicating lightweight working category, physical workload rate according

to %HR Reverse and %CVL is 39,34 Kcal/minute, indicating that the category may be required work improvement and the average value of energy consumption (KE) is 3,06 Kcal/minute indicating the lightweight working category .

Kata kunci: Physical workload, Heart rate, % CVL, % HRR, Energy consumption

1. PENDAHULUAN

Faktor manusia memegang peran yang penting dalam keberlangsungan sebuah perusahaan, maka penting bagi perusahaan untuk memberikan fokus terhadap kondisi pekerjanya dalam menyelesaikan pekerjaan. Setiap jenis pekerjaan yang dilakukan akan memiliki beban kerja yang berbeda. Idealnya, beban kerja yang diterima oleh seorang pekerja sesuai dengan kemampuannya. Namun, sejumlah dampak buruk dapat terjadi jika beban fisik suatu pekerjaan telah melampaui kapasitas fisiologis yang dialami pekerja. Dampak aktivitas kerja dari pengerahan tenaga manusia yang melebihi kemampuannya yaitu rendahnya kenyamanan kerja, tingginya tingkat absensi pekerja, menimbulkan stress fisik maupun mental dan mempengaruhi kesehatan pekerja [2,12].

Kerja fisik (*manual operation*) memerlukan energi fisik manusia sebagai sumber tenaganya (*power*), dimana performans kerja sepenuhnya akan tergantung pada manusia yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) atau pengendali kerja [1]. Energi yang dikeluarkan atau dikonsumsi terjadi karena adanya proses metabolisme yang terjadi di dalam otot yang ditunjang oleh sistem *cardiovascular* dan sistem pernafasan yang terdapat di dalam tubuh [5].

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang penyediaan alat-alat perminyakan di Batam. Salah satu proses produksi di perusahaan ini adalah proses *test & assembly* yang sangat bergantung pada peran tenaga fisik manusia sebagai sumber tenaga atau pengendali kerja. Tenaga manusia berperan penting dalam proses *assembly* manual ini, karena sebagian besar karakteristik proses kerja *assembly* secara manual masih mengandalkan kemampuan pekerja yang memerlukan energi fisik manusia, fleksibilitas gerakan tubuh dengan tingkatan beban kerja fisik yang beragam, seperti: proses memasangkan antara bagian material, gerakan mengangkat, menekan, memutar, menarik dan membawa beban, sehingga bisa berpotensi timbulnya risiko kerja, seperti mempengaruhi performans kinerja. Pengukuran beban kerja fisik merupakan salah satu

metode untuk menilai tingkat beban kerja. Pengamatan aspek fisiologis kerja dapat diketahui dari berat atau ringannya beban kerja berdasarkan hasil pengukuran pada gejala fisik pekerja [8]. Berdasarkan uraian di atas, tujuan penelitian ini adalah menilai kategori ringan atau beratnya beban kerja fisik pekerja pada proses *assembly* manual dengan pendekatan fisiologi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beban Kerja Fisik

Salah satu pendekatan bidang studi ergonomi adalah fisiologi kerja. Pendekatan fisiologi kerja merupakan suatu aspek dalam rekayasa industri yang berfokus pada kebutuhan metabolisme, kinerja fungsi tubuh dan komponennya dalam desain pekerjaan dan tempat kerja [10].

Beban kerja adalah usaha yang harus dikeluarkan untuk memenuhi keseluruhan permintaan tugas yang diberikan kepada pekerja [1,6,12]. Kondisi fisik manusia dapat diukur dari kemampuan atau kapasitas tubuhnya. Beban kerja merupakan ukuran dari keterbatasan kemampuan atau kapasitas tubuh manusia yang dibutuhkan untuk melakukan kerja tertentu. Dalam perspektif ergonomi, beban kerja yang diperoleh tubuh manusia harus sesuai atau seimbang pada kemampuan atau kapasitas fisik, kemampuan kognitif serta keterbatasan tubuh manusia yang memperoleh beban tersebut [6,11]. Kemampuan kerja tubuh manusia berbeda antara satu individu pekerja dengan individu pekerja lainnya, karena sangat tergantung pada tingkat keterampilan, kesegaran jasmani, keadaan gizi, jenis kelamin, usia, dan ukuran tubuh manusia [11].

Faktor-faktor yang mempengaruhi hubungan antara beban kerja dan kemampuan kerja sebagai berikut:

- Beban kerja dipengaruhi faktor eksternal
Beban kerja faktor eksternal merupakan beban kerja yang berasal dari luar tubuh pekerja yang terdiri atas beberapa aspek *stressor*, yaitu: tugas-tugas (*task*), organisasi kerja dan lingkungan kerja.
- Beban kerja dipengaruhi faktor internal

Beban kerja faktor internal merupakan beban kerja yang berasal dari dalam tubuh pekerja itu sendiri akibat adanya reaksi (*strain*) dari beban kerja eksternal, yang terdiri atas beberapa faktor yaitu faktor somatis (jenis kelamin, ukuran tubuh, usia, kondisi kesehatan, status gizi), dan faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, kepuasan).

2.2 Pengukuran Beban Kerja Fisik

Penilaian berat ringannya suatu kerja fisik dapat dilakukan dengan melihat perubahan reaksi melalui evaluasi beban kerja fisiologis secara obyektif berdasarkan sumber data kuantitatif. Faktor lain untuk dijadikan tolak ukur penentu berat ringannya suatu pekerjaan fisik yang sedang berlangsung dengan menentukan nilai konsumsi energinya. Metode lain yang digunakan dalam penilaian berat ringannya beban kerja fisik dengan pendekatan pengukuran tidak langsung yaitu kecepatan denyut nadi atau denyut jantung dan prosentase beban kardiovaskular (*Cardiovascular Load*

= % CVL) [3,11]. Konsumsi energi yang digunakan pada kondisi kerja tertentu tidak cukup untuk mengoptimasi beban kerja. Hasil penilaian konsumsi energi dapat menghasilkan nilai denyut nadi yang berbeda. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban otot statis yang diterima tubuh serta adanya tekanan temperatur sekeliling kondisi lingkungan kerja yang tinggi dapat meningkatkan denyut nadi [4,11].

Fungsi dari mengetahui berat ringannya suatu beban pekerjaan yang bisa diterima oleh tubuh seorang pekerja yaitu dapat digunakan untuk menentukan lamanya waktu kerja yang disesuaikan dengan kemampuan atau kapasitas tubuh pekerja itu sendiri. Semakin berat beban kerja yang diterima tubuh, maka semakin pendek waktu kerja seseorang untuk bekerja tanpa kelelahan dan gangguan yang berarti atau sebaliknya [11].

Dr. Lucien Brouha menguraikan tabel klasifikasi beban kerja menurut reaksi fisiologis berdasarkan tingkatan pekerjaan, seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Beban Kerja dan Reaksi Fisiologis

Kategori Kerja	Energy Expenditure		Denyut Nadi (Denyut/Menit)
	(Kkal/menit)	(Kkal/8 jam)	
Terlalu Berat	> 12,5	> 6000	> 175
Sangat Berat	10,0 – 12,5	4800 – 6000	150 – 175
Berat	7,5 – 10,0	3600 – 4800	125 – 150
Sedang	5,0 – 7,5	2400 – 3600	100 – 125
Ringan	2,5 – 5,0	1200 – 2400	60 – 100
Sangat Ringan	< 2,5	< 1200	< 60

a. Denyut Nadi

Pengukuran denyut nadi atau denyut jantung merupakan salah satu metode untuk mengukur tingkat beban kerja fisik secara obyektif, memperkirakan kondisi fisik atau derajat kesegaran jasmani seseorang dan untuk mengukur tingkat kelelahan seseorang [1,3,6,8,11]. Pengukuran dengan menggunakan metode ini banyak digunakan karena mudah diamati dan diukur serta dapat digunakan untuk mengukur pengeluaran energi (*energy expenditure*) secara tidak langsung [10]. Estimasi indeks beban kerja fisik berdasarkan denyut nadi terbagi menjadi beberapa jenis, yaitu [9]:

- Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
- Denyut nadi kerja adalah rerata denyut nadi selama bekerja.

- Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

Salah satu cara yang digunakan untuk mengukur denyut nadi secara manual yang dirasakan menurut denyut pada arteri radial di pergelangan tangan dan memakai *stopwatch* dengan menggunakan metode 10 denyut [4,6,11]. Perhitungan metode 10 denyut berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Penghitungan (detik)}} \times 60 \quad (1)$$

b. HR Reverse (%HRR)

Peningkatan denyut nadi tubuh manusia berperan penting dalam peningkatan cardiac output dari istirahat sampai kerja maksimum [11]. Klasifikasi beban kerja

melalui peningkatan potensi denyut nadi istirahat sampai kerja maksimum diukur oleh cadangan denyut nadinya (*HR reverse*) [3,7,8,11].

$$\%HR\ reserve = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{Denyut nadi istirahat}}{\text{Denyut nadi maksimum} - \text{Denyut nadi istirahat}} \times 100 \quad (2)$$

c. Cardiovascular Strain (% CVL)

Penilaian klasifikasi tingkatan beban kerja tidak langsung dapat ditentukan dari prosentase beban kardiovaskular (%CVL) [7,9,11,12]. Nilai %CVL dihitung dari tingkatan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang

dibandingkan dengan denyut nadi maksimum, dengan rumus sebagai berikut:

$$\%CVL = \left(\frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Di mana perhitungan denyut nadi maksimum adalah sebagai berikut:

$$1. \text{ Laki-laki} = 220 - \text{umur} \quad (4)$$

$$2. \text{ Wanita} = 200 - \text{umur} \quad (5)$$

Klasifikasi beban kerja berdasarkan %CVL telah ditetapkan seperti tabel 2 [11].

Tabel 2. Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan %CVL

Rentang	Klasifikasi
< 30%	Tidak terjadi kelelahan
30% s.d < 60%	Diperlukan perbaikan
60% s.d < 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% s.d < 100%	Diperlukan tindakan segera
> 100%	Tidak diperbolehkan beraktivitas

d. Konsumsi Energi

Pengolahan data denyut nadi melalui metode pengukuran langsung berdasarkan perhitungan konsumsi energinya [5]. Hubungan energi dengan kecepatan denyut nadi berdasar persamaan regresi kuadratis adalah sebagai berikut [1,6,12]:

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71711 \times 10^{-4} X^2$$

Dimana:

Y = Energi yang dikeluarkan (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut nadi (denyut/menit)

Bentuk persamaan konsumsi energi diperoleh dari selisih energi yang dikeluarkan selama bekerja dan selama istirahat dengan persamaan sebagai berikut:

$$KE = Et - Ei \quad (7)$$

Dimana:

KE = Konsumsi energi selama kerja tertentu (Kkal/menit)

Et = Pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (Kkal/menit)

Ei = Pengeluaran energi pada waktu istirahat (Kkal/menit)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Subyek dan Obyek Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di PT. XYZ, Kota Batam. Pengumpulan data untuk menentukan nilai tingkat risiko beban kerja dengan melibatkan seluruh pekerja pada proses *test & assembly* manual.

Subyek penelitian ini berjumlah 20 orang pekerja laki-laki dengan rentang usia antara 23 – 47 tahun yang bekerja selama periode waktu 8 jam kerja sehari. Sedangkan, obyek penelitian adalah pengukuran denyut nadi kerja dan istirahat.

Pengolahan data untuk menilai tingkat ringan atau beratnya beban kerja fisik dilakukan dengan beberapa tahap, mulai dari pengukuran denyut nadi, melakukan perhitungan metode 10 denyut, perhitungan %HR *Reverse*, perhitungan %CVL, pengeluaran energi istirahat dan saat kerja serta nilai konsumsi energi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penilaian Denyut Nadi

Berdasarkan hasil observasi dan pengukuran terhadap variabel-variabel penelitian, diperoleh hasil data pekerja pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Data Pekerja di PT. XYZ

Pekerja	Usia (tahun)	Rerata DNI	Rerata DNK	Rerata DN Maks
		(denyut/menit)		
1	30	69,95	116,43	190
2	36	69,59	116,56	184
3	47	69,69	117,37	173
4	40	69,77	115,88	180
5	25	70,13	116,50	195
6	32	68,45	116,56	188
7	30	68,14	116,88	190
8	30	68,87	118,45	190
9	23	69,38	117,80	197
10	24	70,06	116,88	196

Tabel 3. Lanjutan

Pekerja	Usia (tahun)	Rerata DNI	Rerata DNK	Rerata DN Maks
		(denyut/menit)		
11	27	69,61	117,57	193
12	32	70,37	116,38	188
13	27	69,53	117,44	193
14	27	70,39	115,77	193
15	24	67,98	115,44	196
16	33	70,17	114,26	187
17	33	69,46	114,85	187
18	34	69,84	114,36	186
19	27	67,75	119,42	193
20	27	68,81	117,06	193
Rentang	23 – 40	67,75 – 70,39	114,26 – 119,42	173 – 197
Rerata	30,4	69,40	116,59	189,6
Nilai Tengah	30	69,60	116,56	190
St. Deviasi	5,87	0,798	1,29	5,871

Dimana:

DNK = Denyut Nadi Kerja

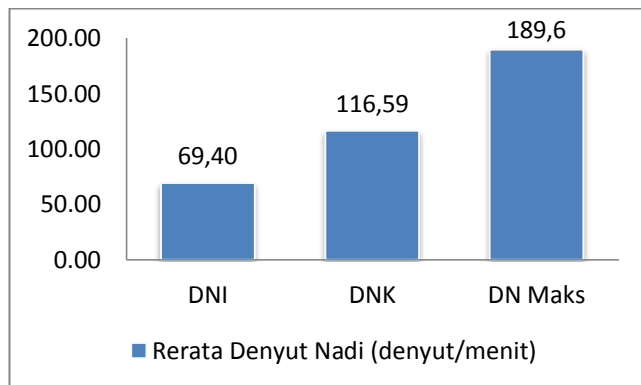
DN Maks = Denyut Nadi Maksimum

DNI = Denyut Nadi Istirahat

Dari hasil rekapitulasi data pada Tabel 3, diperoleh hasil observasi dan pengukuran denyut nadi selama 3 hari kerja sebanyak 3 kali sehari untuk 20 pekerja yang menunjukkan nilai statistik dari rentang, rerata, nilai tengah dan nilai standar deviasi.

Rerata usia sampel sebesar 30,4 tahun (dalam rentang 23 – 40 tahun), nilai tengah usia sebesar 30 tahun (standar deviasi: 5,87). Rerata denyut nadi istirahat (DNI) sebesar 69,40 denyut/menit, nilai tengah DNI sebesar 69,60 (standar deviasi: 0,798).

Rerata denyut nadi kerja (DNK) sebesar 116,59 denyut/menit, nilai tengah DNK sebesar 116,56 (standar deviasi: 1,29). Rerata denyut nadi maksimal (DN Maks) sebesar 189,60 denyut/menit, nilai tengah DN Maks sebesar 190 (standar deviasi: 5,871). Gambar 1 menunjukkan grafik perbandingan nilai rerata DNI, DNK dan DN Maks pekerja pada proses *assembly* manual di PT. XYZ.



Gambar 1. Perbandingan rerata denyut nadi proses *assembly* manual

Kategori beban kerja fisik yang dialami 20 pekerja menunjukkan bahwa pada kondisi DNI seluruh pekerja mengalami kategori kerja ringan (dalam rentang 67,75 – 70,39 denyut/menit). Hasil DNK pekerja selama 8 jam kerja menunjukkan bahwa proses *assembly* manual dalam kategori kerja sedang atau *moderate* (dalam rentang 114,26 – 119,42

denyut/menit), hal ini dikarenakan selama proses kerja terjadi berbagai gerakan sehingga ada peningkatan intensitas kerja fisik dari DNI ke DNK. Dalam industri, untuk proses ini masih dalam kategori kerja yang diperbolehkan. Denyut jantung atau nadi yang disarankan untuk aktivitas 8 jam kerja di industri tidak melebihi 110 – 115 bpm [3]. Sedangkan hasil DN Maks seluruh pekerja menunjukkan kategori kerja terlalu berat (dalam rentang 173 – 197 denyut/menit), hal ini terjadi karena selama 8 jam seluruh pekerja melakukan aktivitas fisik dengan mengerahkan seluruh tenaga dan tingginya fleksibilitas gerakan pekerja, seperti gerakan mengangkat, menekan, memutar, menarik dan membawa beban, serta kondisi sikap tubuh pekerja selama bekerja tidak alamiah, sehingga terjadi tingginya pembebanan otot statis yang menyebabkan peningkatan denyut nadi kerja maksimalnya. Saat tubuh bekerja lebih keras, sejumlah respon fisiologis seperti denyut nadi secara bersama-sama akan meningkat dan tubuh lebih banyak membutuhkan energi [3].

4.2 Kategori Beban Kerja Fisik

Dari tabel 4, menunjukkan nilai Rerata cadangan denyut nadi atau %HR *Reverse* (%RHR), beban kardiovaskular (%CVL), energi yang dikeluarkan pada waktu istirahat (E_i), energi yang dikeluarkan pada waktu kerja (E_t) dan konsumsi energi selama proses kerja *assembly* manual.

Tabel 4. Rekapitulasi Nilai %HR *Reverse*, %CVL, E_i , E_t dan Konsumsi Energi

Pekerja	Rerata HR <i>Reverse</i> (%)	Rerata CVL (%)	Energi		Konsumsi Energi (KE) (Kkal/min)
			E_i (Kkal/min)	E_t (Kkal/min)	
1	38,72	38,72	2,51	5,53	3,02
2	41,05	41,05	2,49	5,54	3,05
3	46,15	46,15	2,50	5,61	3,11
4	41,83	41,83	2,50	5,48	2,98
5	37,14	37,14	2,52	5,54	3,02
6	40,24	40,24	2,45	5,54	3,10
7	40,00	40,00	2,43	5,57	3,14
8	40,93	40,93	2,46	5,71	3,25
9	37,94	37,94	2,49	5,65	3,17

10	37,18	37,18	2,51	5,57	3,06
11	38,87	38,87	2,50	5,63	3,14
12	39,12	39,12	2,53	5,53	3,00
13	38,80	38,80	2,49	5,62	3,13
14	37,01	37,01	2,53	5,47	2,95
15	37,07	37,07	2,43	5,45	3,02
16	37,74	37,74	2,52	5,35	2,83
17	38,61	38,61	2,49	5,40	2,91
18	38,33	38,33	2,51	5,35	2,85
19	41,25	41,25	2,42	5,80	3,38
20	38,85	38,85	2,46	5,59	3,13
Rentang	37,01 – 46,15	37,01 – 46,15	2,42 – 2,53	5,35 – 5,80	2,83 – 3,38
Rerata	39,34	39,34	2,49	5,55	3,06
Nilai Tengah	38,83	38,83	2,49	5,54	3,05
St. Deviasi	2,18	2,18	0,03	0,11	0,13

Berdasarkan rekapitulasi data dari tabel 4, menunjukkan nilai rerata %HR *Reverse* dan %CVL dari seluruh pekerja sama yaitu sebesar 39,34%, nilai tengah sebesar 38,83% dan standar deviasi sebesar 2,18%. Untuk nilai rerata pengeluaran energi pada waktu istirahat (E_i) sebesar 2,49 Kkal/menit, nilai tengah sebesar 2,49 Kkal/menit dan standar deviasi sebesar 0,03 denyut/menit. Nilai rerata pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (E_t) sebesar 5,55 Kkal/menit, nilai tengah sebesar 5,54 Kkal/menit dan standar deviasi sebesar 0,11 denyut/menit. Sedangkan Nilai rerata KE sebesar 3,06 Kkal/menit, nilai tengah sebesar 3,05 Kkal/menit dan standar deviasi sebesar 0,13 denyut/menit.

Untuk menentukan energi rata-rata yang dikeluarkan oleh pekerja di PT. XYZ, maka diperoleh dari hasil perhitungan rerata pengeluaran energi pada waktu istirahat sebesar 2,49 Kkal/menit yang berada pada kategori ringan, sedangkan rerata pengeluaran energi pada waktu kerja *assembly* manual sebesar 5,55 Kkal/menit yang berada pada kategori sedang (*moderate*). Nilai konsumsi energi diperoleh dari hasil perhitungan pengeluaran energi pada waktu istirahat dan pada waktu kerja. Rerata hasil nilai konsumsi energi pekerja pada proses *assembly* manual sebesar 3,06 Kkal/menit.

Klasifikasi beban kerja fisik pekerja pada proses *assembly* manual berdasarkan nilai pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu menunjukkan kategori kerja sedang atau *moderat* (dalam rentang 5,35 – 5,80 Kkal/menit). Berdasarkan nilai konsumsi energi (dalam rentang 2,83 – 3,38 Kkal/menit) dapat menghasilkan denyut nadi kerja yang berbeda-beda (dalam rentang 114,26 – 119,42). Hal ini sesuai dengan kajian bahwa konsumsi energi dapat menghasilkan denyut jantung yang berbeda-beda [4]. Nilai %CVL seluruh pekerja menunjukkan proses kerja *assembly* diperlukan perbaikan (dalam rentang 37,01 – 46,15), perubahan dan perbaikan pada proses ini melalui perbaikan secara teknik maupun organisasional untuk mengurangi risiko kerja.

5. KESIMPULAN

Karakteristik pekerja *assembly* manual dengan pembebanan otot statis dan fleksibilitas gerakan diperoleh hasil penilaian berat-ringannya beban kerja fisik dengan menggunakan metode fisiologis pada beberapa variabel yaitu: nilai beban fisik menurut rerata DNK sebesar 116,59 denyut/ menit yang menunjukkan kategori kerja sedang (*moderate*), nilai rerata DNI pekerja sebesar 69,40 denyut/menit yang

menunjukkan kategori kerja ringan, nilai rerata %HR Reverse dan %CVL sebesar 39,34 Kkal/menit yang menunjukkan kategori kerja diperlukan perbaikan serta nilai beban fisik menurut rerata konsumsi energi sebesar 3,06 Kkal/menit yang menunjukkan kategori kerja ringan.

Daftar Pustaka

- [1] Andriyanto., Bariyah, C. Analisis Beban Kerja Operator Mesin Pemotong Batu Besar (Sirkel 160 cm) Dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 11, no. 2, hal. 136-143. Des, 2012
- [2] Bo Melin., Lundberg, U., Soderlund, J., Granqvist, M. "Psychological and physiological stress reactions of male and female assembly workers: a comparison between two different forms of work organization". *Journal of Organizational Behavior*, Vol. 20, no. 1, hal. 47-61. Feb, 1999
- [3] Iridiastadi, H., Yassierli. "Fisiologi" dalam *Ergonomi: Suatu Pengantar*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2014, hal. 114-120.
- [4] Nurmianto, E. "Konsumsi Energi untuk Aktivitas Kerja Berat", dalam *Ergonomi Konsep Dasar Dan Aplikasinya*: Ed. Pertama. Surabaya: Guna Widya, 1996, hal. 124-146.
- [5] Purba, E., Rambe, A. J. M., Anizar. (Maret 2014). Analisis Beban Kerja Fisiologis Operator Di Stasiun Penggorengan Pada Industri Kerupuk. *e-Jurnal Teknik Industri FT USU*, 5 (2), hal. 11-16. Tersedia: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jti/article/view/12393/0>
- [6] Puteri, R. A. M., Sukarna, Z. N. K. (2017). Analisis Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode CVL Dan NASA-TLX Di PT. ABC. *Spektrum Industri*, 2017, 15 (2), hal.121 – 255. Tersedia: <http://journal.uad.ac.id/index.php/Spektrum/article/view/7554>.
- [7] Sari, A. D., Suryoputro, M. R., Pramaningtyas, M. D., Putra, P. S. (2016). Work Physiology Evaluation of Laundry Workers. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* Vol. 105 (2016) 012034. Tersedia: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/105/1/012034>
- [8] Silalahi, R.L, R; Ikasari, D. M; Septifani, R. (2018). Beban Kerja Fisik Pekerja Pengolah Emping Jagung di UKM Sofia Kota Malang. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*. 7 (1), hal. 12-22. Tersedia: <https://industria.ub.ac.id/index.php/industri/article/view/299>
- [9] Simanjuntak, R. A. Penilaian Resiko *Manual Handling* dengan Metode Indikator Kunci dan Penentuan Klasifikasi Beban Kerja dengan Penentuan *Cardiovasculair Load*. *Proceeding Seminar Nasional "Industrial Services"*, Cilegon, Indonesia, 2011, hal. 11-81.
- [10] Sitohang, D. R., Winaningthias, M., & Iridiastadi, H. (2010). Pada Industri Manufaktur (Industri Pembuatan Komponen Pesawat Terbang dan Industri Sepatu). *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 5(2), hal. 110-126.
- [11] Tarwaka. "Penilaian Beban Kerja Fisik dan Mental," dalam *Ergonomi Industri: Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Solo: Harapan Press, 2010, hal. 119-124.
- [12] Wahyuni, D., Budiman, I., Sembiring, M.T., Sitorus, E., Nasution, H. (2018). The Workload Analysis In Welding Workshop. *IOP Conf. Series: Earth and Environment Science* 126 (2018) 012095. Tersedia: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/126/1/012095>