

PERHITUNGAN BEBAN KERJA DAN WAKTU ISTIRAHAT KARYAWAN PENGANTONGAN DI PERUSAHAAN PUPUK DENGAN FISIOLOGI

Taufik Nurrahman¹, Renilaili²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Darma
Email : taufiknurrahman97@gmail.com¹, renilaili@binadarma.ac.id²

ABSTRAK

Keberhasilan suatu pekerjaan dapat berpengaruh dalam pekerjaan fisik yang mengakibatkan energi yang dikeluarkan lebih banyak, sehingga harus adanya pemulihan energi. Faktor yang dapat mempengaruhi pemulihan energi adalah istirahat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beban kerja fisik dan mengetahui tingkat konsumsi energi pekerja serta menentukan lamanya waktu istirahat berdasarkan pendekatan fisiologis pada bagian pengantongan. Metode perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode langsung, tidak langsung dan metode fisiologis. Dari hasil perhitungan metode tidak langsung untuk rata-rata %HR Reserve dan %CVL adalah 37.32% sehingga klasifikasi yang didapatkan adalah diperlukan perbaikan. Untuk hasil perhitungan langsung yaitu konsumsi energi sebesar 5.06 Kkal/min dan total metabolisme tubuh sebesar 304.81 Kkal/h sehingga perhitungan dengan metode fisiologis berdasarkan perhitungan rata-rata denyut nadi kerja dan istirahat adalah 2.59 Kkal/min sehingga waktu dihasilkan dirasa cukup tanpa perlu waktu tambahan.

Kata kunci: Beban Kerja, *Cardiovascular Load*, Fisiologi, Konsumsi Energi

ABSTRACT

The success of a job can affect physical work resulting in more energy expended, so there must be energy recovery. The factor that can affect energy recovery is rest. This study aims to determine the physical workload and determine the level of energy consumption of workers and determine the length of time of rest based on the physiological approach in the office section. The calculation methods used in this study are direct, indirect and physiological assessment methods. From calculation result of indirect method for the average% of HR Reserve and% CVL is 37.32% so that the classification obtained is needed improvement. For the results of direct calculation namely energy consumption 5.06 Kcal / min and total body metabolism of 304.81 Kcal / h so that the calculation using the physiological approach method is based on the calculation of the average pulse of work and rest is 2.59 Kcal / min so that the resulting time is considered sufficient without the need.

Keywords: *Workload, Cardiovascular Load, Physiology, Energy Consumption*

1. PENDAHULUAN

Faktor pekerja masih sangat mempengaruhi tingkat produktivitas suatu sistem produksi, produktivitas tenaga kerja dapat dipengaruhi oleh kondisi stasiun kerja tempat pekerja dan waktu pekerja tersebut melakukan aktivitas kerjanya, sehingga perusahaan akan dapat memproduksi lebih efektif dan efisien yang akhirnya perusahaan mampu bersaing dan mendapatkan keuntungan.

Keberhasilan suatu pekerjaan dapat juga dipengaruhi beberapa faktor, salah satunya adalah

faktor kerja fisik. Kerja fisik dapat mengakibatkan pengeluaran energi yang banyak, sehingga dapat berpengaruh pada kemampuan kerja manusia. Untuk pengoptimalan kemampuan manusia dalam pengeluaran energi perlu diperhatikan faktor pemulihan energi antara lain lamanya waktu istirahat, frekuensi istirahat dan periode istirahat (Sritomo Wignjosubroto, 2007)

PT. Pupuk Sriwidjaja merupakan salah satu perusahaan BUMN yang berdiri pada akhir tahun 1959 di Palembang, PT Pupuk Sriwidjaja yang bergerak didalam bidang produksi, penjualan dan pemasaran pupuk urea dan NPK memiliki sumber daya manusia

(tenaga kerja) yang berjumlah kisaran 2.500 an karyawan dengan berdasarkan latar belakang pendidikan. Didalam Manajemen perusahaan dipabrik terdapat Lima divisi antara lain divisi pemeliharaan yang terdiri dari lima departemen pemeliharaan, divisi operasi yang terdiri dari lima departemen , divisi teknologi yang terdiri dari tujuh departemen, divisi teknik dan pengadaan yang terdiri dari dua departemen dan kelompok supporting yang terdiri dari lima departemen. Terdapat banyak departemen-departemen yang ada di PT Pusri dan penelitian ini difokuskan pada divisi operasi di departemen bagian pengantongan pupuk karena terdapat masalah khusus yaitu berkurangnya produksi pengantongan pupuk karena pekerja mengalami kelelahan dan waktu istirahat yang kurang dikarekanan bagian pengantongan ini salah satu pekerjaan yang tergolong berat karena bekerja yang sifatnya terus menerus dan membutuhkan fisik yang cukup prima karena pekerjaan yang terjadi bersifat terus menerus.

Pada bagian pengantongan pupuk dilakukan secara manual oleh para pekerja dan terdapat tiga shift yaitu shift pagi, shift sore dan shift malam dengan jumlah pekerja setiap shift berjumlah 20 orang, rata-rata per shift mampu menghasilkan 5600an kantong. Dalam pekerjaan pengantongan ini sering muncul keluhan subjektif yaitu kelelahan dan sering mengalami pegal-pegal dari karyawan akibat kelelahan fisik yang dirasakan dan bila permasalahan ini tidak diatasi akan menimbulkan berkurangnya produksi didalam pengantongan. Penelitian ini difokuskan pada bagian pengantongan pupuk karena pekerjaan ini dilakukan didalam lingkungan yang panas, posisi pekerja berdiri, mengangkut beban yang cukup berat dan repetitif.

Pemulihan fisik penting dilakukan karena didalam suatu pekerjaan sering terjadi kelelahan dan pemulihan kondisi fisik untuk kembali fit selama aktivitas merupakan hal yang wajib diperhatikan agar tidak terganggunya aktivitas produksi dan tidak menimbulkan masalah pada pekerja dan perusahaan.

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut pekerjaan dibagian pengantongan pupuk di katakan cukup berat dengan pekerjaan banyaknya keluhan-keluhan dari pekerja yang bersifat terus menerus dan dalam keadaan berdiri. Berdasarkan permasalahan diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan **perhitungan beban kerja karyawan dan waktu istirahat bagian pengantongan untuk meminimumkan beban kerja fisik karyawan.**

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ergonomi

Menurut Wignjosoebroto S (2003) , Ergonomi adalah ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi mengenai kemampuan dan keterbatasan manusia dalam merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut yang lebih baik yaitu dengan mencapai tujuan yang diinginkan melalui suatu pekerjaan yang efektif, efisien, aman dan nyaman.

Menurut Tarwaka (2015), definisi ergonomi adalah ilmu, seni dan penerapan teknologi untuk menyerasikan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktifitas maupun dalam istirahat atas dasar kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik.

2.2 Tujuan Ergonomi

Menurut (Tarwaka, 2015) bahwa ergonomic secara umum adalah sebagai berikut:

1. Ergonomi bertujuan meningkatkan kesejahteraan fisik dan mental dengan cara pencegahan cedera dan penyakit akibat kerja, menurunkan beban kerja fisik dan mental, dan mengupayakan promosi dan kepuasan kerja.
2. Ergonomi bertujuan untuk peningkatkan kesejahteraan sosial melalui peningkatan kualitas kontak social, mengelola dan mengkoordinir secara tepat dan meningkatkan jaminan social selama kurun waktu usia produktif maupun setelah produktif.
3. Ergonomi bertujuan menciptakan keseimbangan rasional antara berbagai macam aspek yakni aspek ekonomi, aspek teknis, antropologis dan juga budaya setiap sistem kerja yang dilakukan sehingga tercipta kualitas kerja dan kualitas hidup yang tinggi.

2.3 Prinsip-Prinsip Ergonomi

Prinsip ergonomi adalah suatu pedoman dalam menerapkan ergonomi di tempat kerja. Menurut Baiduri, prinsip ergonomi diantaranya:

1. Mengurangi beban berlebihan
2. Mencakup jarang ruang
3. Minimalisasi gerakan statis
4. Membuat agar display dan contoh mudah dimengerti
5. Bekerja dalam posisi atau postur normal
6. Menempatkan peralatan berada dalam jangkauan
7. Mengurangi gerakan berulang dan berlebihan

8. Menciptakan lingkungan kerja yang nyaman
9. Meminimalisasi titik beban
10. Melakukan gerakan, olahraga dan peregangan saat bekerja
11. Bekerja sesuai dengan ketinggian dimensi tubuh

Selain itu, secara umum, prinsip ergonomi terbagi menjadi 5 yaitu:

1. Kegunaan (Utility) artinya prinsip ini berarti setiap produk yang dihasilkan bermanfaat bagi seseorang dalam mendukung aktivitas atau kebutuhan secara maksimal tanpa mengalami kesulitan atau masalah dalam kegunaannya. Contohnya prinsip ergonomi ini yaitu kemeja diberi kancing untuk memudahkan mengenakan dan melepaskan.
2. Keamanan (safety) artinya prinsip ini berarti setiap produk yang dihasilkan memiliki fungsi yang bermanfaat tanpa risiko membahayakan keselamatan maupun merugikan pemakainya. Contohnya yaitu saku baju diberi tutup dan kancing agar benda tidak mudah jatuh.
3. Kenyamanan (comfortability) prinsip ini berarti produk yang dihasilkan mempertau tujuan yang sesuai atau tidak mengganggu aktivitas serta upayakan mendukung aktivitas seseorang. Contohnya yaitu kain dipilih dari serat lembut, sejuk dan menyerap keringat.
4. Keluwesan (Flexibility) prinsip ini artinya ergonomi dapat digunakan untuk kebutuhan dalam kondisi maupun fungsi ganda. Contohnya yaitu baju diberi saku agar dapat menyimpan benda kecil
5. Kekuatan (durability) ini artinya harus awet dan tahan lama serta tidak mudah rusak jika digunakan. Contohnya yaitu bahan baju yang awet dan dijahit kuat.

2.4 Manfaat Ergonomi

- a. Kerja meningkat, misalnya kecepatan, ketepatan, keselamatan dan mengurangi energi saat bekerja.
- b. Mengurangi waktu, biaya pelatihan dan juga pendidikan.
- c. Optimalisasi penggunaan SDM (Sumber Daya Manusia) melalui peningkatan keterampilan yang diperlukan.
- d. Mengurangi waktu yang terbuang sia-sia.
- e. Meningkatkan kenyamanan karyawan dalam bekerja.

2.5 Beban Kerja

Beban kerja (workload) dapat didefinisikan sebagai suatu perbedaan antara kapasitas atau

kemampuan pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang harus dihadapi (Meshkati,1998 dalam Tarwaka,2015).

Mengingat kerja manusia bersifat mental dan fisik, maka masing-masing mempunyai tingkat pembebanan yang berbeda-beda. Tingkat pembebanan yang terlalu tinggi memnungkinkan pemakaian energy yang berlebihan “*Overstress*”,sebaliknya intensitas pembebanan yang terlalu rendah memungkinkan rasa bosan dan kejenuhan atau “*understress*”. Oleh karena itu perlu diupayakan tingkat intesitas optimum yang ada diantara kedua batas yang ekstrim tadi dan tentunya berbeda antara individu yang satu dengan yang lainnya.

Menurut (Hart & Staveland, 1998 dalam Tarwaka, 2015) bahwa beban kerja merupakan sesuatu yang muncul dari interaksi antara tuntutan tugas-tugas, lingkungan kerja dimana digunakan sebagai tempat kerja, keterampilan, perilaku dan persepsi dari pekerja. Beban kerja juga dapat didefinisikan secara operasional pada faktor seperti tuntutan tugas atau upaya-upaya yang dilakukan untuk melakukan pekerjaan. Bagaimanapun juga, bukanlah hal yang bijaksana jika hanya mempertimbangkan beban kerja dari satu aspek saja, selama faktor-faktor yang lain mempunyai interpretasi pada cara-cara yang kompleks.

2.6 Beban Kerja Fisik

Kerja fisik merupakan kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya. Kerja fisik akan mengakibatkan beberapa perubahan fungsi pada alat-alat tubuh, oleh karena itu beban kerja fisik dapat diukur melalui perubahan fungsi pada alat-alat tubuh. Perubahan tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Konsumsi oksigen
2. Denyut jantung
3. Peredaran udara dalam paru-paru
4. Temperatur tubuh
5. Konsentrasi asam laktat dalam darah
6. Tingkat penguapan

Pekerjaan fisik merupakan sesuatu yang dapat dilakukan apabila memiliki energi, karena berguna untuk mendukung kontraksi otot. Tubuh manusia membutuhkan energy untuk mempertahankan/menjaga fungsi-fungsi dasar kehidupannya meskipun tidak ada kegiatan yang dilakukan sama sekali. *Energy expenditure* terendah yang diperlukan untuk menjaga fungsi-fungsi dasar kehidupan disebut metabolisme basal.

2.7 Penilaian Beban Kerja Fisik

Menurut Astrand and Rodhal (1977) dalam Tarwaka(2015) bahwa penilaian beban kerja dapat dilakukan dengan dua metode secara subjektif, yaitu metode penilaian langsung dan metode penilaian tidak langsung.

a. Metode penilaian langsung
Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan (energy expenditure) melalui asupan oksigen selama bekerja. Semakin berat beban kerja akan semakin banyak energi yang diperlukan untuk dikonsumsi. Meskipun metode pengukuran asupan oksigen lebih akurat, namun hanya dapat mengukur untuk waktu kerja yang singkat dan diperlukan peralatan yang mahal.

Dalam perhitungan konsumsi oksigen disini menggunakan data denyut nadi kerja dengan menggunakan rumus persamaan :

$$Y = 0.014X + 0,017Z - 1.706$$

Ket : Y = Konsumsi Oksigen

X = Denyut Nadi Kerja

Z = Berat Badan

Sumber : Persamaan Rahmani,2007)

Dalam perhitungan untuk menentukan konsumsi energi digunakan suatu persamaan hubungan energi dengan perhitungan kecepatan denyut jantung yaitu dengan persamaan regresi kuadratis sebagai berikut :

$$E = 1.80411 - 0.0229038X + 4.71733 \times 10^{-4} (X)^2$$

Dimana:

E = Energi (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

b. Metode Penilaian Tidak Langsung
Metode penilaian tidak langsung adalah dengan menghitung denyut nadi selama bekerja. Pengukuran denyut jantung selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai cardiovascular strain dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992) dimana dengan metode ini dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

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

Penggunaan nadi kerja untuk menilai berat ringannya beban kerja mempunyai beberapa keuntungan, selain mudah, cepat, sangkil dan murah juga tidak diperlukan peraltan yang mahal serta hasilnya pun cukup reliabel dan tidak mengganggu ataupun menyakiti orang yang diperiksa.

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yaitu:

- 1) Denyut Nadi Istirahat (DNI) adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai
- 2) Denyut Nadi Kerja (DNK) adalah rerata denyut nadi selama bekerja
- 3) Nadi Kerja (NK) adalah selisih antara denyut nadi istirahat dengan denyut nadi kerja.

Peningkatan denyut nadi mempunyai peranan yang sangat penting didalam peningkatan cardiat output dari istirahat sampai kerja maksimum. Peningkatan yang potensial dalam denyut nadi dari istirahat sampai kerja maksimum oleh Rodahl (1989) dalam Tarwaka, dkk

(2004:101) didefinisikan sebagai Heart Rate Reverse (HR Reverse) yang diekspresikan dalam presentase yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\%HRReserve = \frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat} \times 100}{(\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}$$

Lebih lanjut lagi untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler (*Cardiovascular Load* = %CVL) dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

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

Denyut nadi maksimum adalah

A. Laki laki = 220 - umur

B. Perempuan = 200 - umur

Dari hasil perhitungan %CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi sebagai berikut.

Tabel 1 Klasifikasi Berat Ringan Beban Kerja Berdasarkan %CVL

%CVL	Keterangan
X < 30%	Tidak Terjadi Kelelahan
30% < X < 60%	Diperlukan Perbaikan
60% < X < 80%	Kerja Dalam Waktu Singkat
80% < X < 100%	Diperlukan Tindakan Segera
X > 100%	Tidak Diperbolehkan Beraktivitas

Selain cara perhitungan diatas cardiovascular strain juga dapat diketahui dengan perhitungan nadi pemulihan atau lebih dikenal dengan metode brouba. Perhitungan nadi pemulihan ini dilakukan pada saat pekerja berhenti bekerja. Denyut nadi pemulihan (P) ini dihitung pada akhir 30 detik menit pertama, kedua dan ketiga (P1,P2,P3). Rata-rata ketiga nilai tersebut ditotalkan dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Jika P1 - P3 > 10 atau P1,P2,P3 seluruhnya <90, maka dinyatakan nadi pemulihan normal
2. Jika Rata-rata <110, dan P1 - P3 >10, maka dinyatakan beban kerja tidak berlebihan
3. Jika P1 - P3 <10 dan jika P3 >90, maka dinyatakan perlu redesain pekerjaan

2.8 Total Metabolisme (Total Metabolism)

Salah satu proses yang paling penting dalam kondisi badan manusia ialah perubahan energi kimia dari makanan menjadi panas dan menghasilkan tenaga mekanik. Makanan yang telah dimakan akan diproses didalam tubuh manusia untuk disimpan sebagai cadangan energi dalam bentuk glikogen.

Segala perubahan yang menyangkut bahan makanan disebut "metabolisme". Oleh proses tersebut itulah dihasilkan energi yang dipakai untuk kerja mekanis melalui sarana kimiawi didalam otot. Sedangkan metabolisme basal yaitu konsumsi energi secara konstan pada saat istirahat dengan perut dalam

keadaan kosong, yang mana tergantung pada jenis kelamin, ukuran badan. Untuk perhitungan total metabolisme tubuh dapat diukur berdasarkan konsumsi oksigen dengan rumus sebagai berikut:

Total Metabolisme Tubuh = $60 \text{Energy} \times \text{OX Uptk}$

Ket: Total Met: total metabolisme tubuh (Kkal/h)

Energi = Konsumsi energi (Kkal/min)

Ox Uptk = Konsumsi Oksigen (liter/min)

2.9 Penentuan Waktu Istirahat Dengan Menggunakan Metode Fisiologis

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

$$E = E = 1.80411 - 0.0229038 X + 4.71733 \times 10^{-4} (X)^2$$

E = Energi (Kkal/menit)

X = Kecepatan denyut jantung/nadi (denyut/menit)

Setelah melakukan penghitungan diatas, kita dapat menghitung konsumsi energi dengan menggunakan persamaan :

$$K = E_t - E_i$$

Dimana:

K = Konsumsi energi (kilokalori/menit)

E_t = Pengeluaran energi pada waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

E_i = Pengeluaran energi pada waktu sebelum bekerja

Selanjutnya konsumsi energi dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat dengan menggunakan persamaan Murrell (Pullat, 1992) sbb:

$$R_t = 0 \quad \text{untuk } K < S$$

$$R_t = \frac{K/S \times T (K.S)/BM}{2} \quad \text{untuk } S < K < 2S$$

$$R = \frac{T(K.S)}{K.BM} \times 1,11 \quad \text{untuk } K < 2S$$

Dimana :

R_t = waktu istirahat

K = energi yang dikeluarkan selama bekerja

S = standar energi yang dikeluarkan (pria = 5 kkal/menit, wanita = 4 kkal/menit)

BM = metabolisme basal (pria = 1,7 kkal/menit, wanita = 1,4 kkal/menit)

T = lamanya bekerja (menit).

3 .METEDOLOGI PENELITIAN

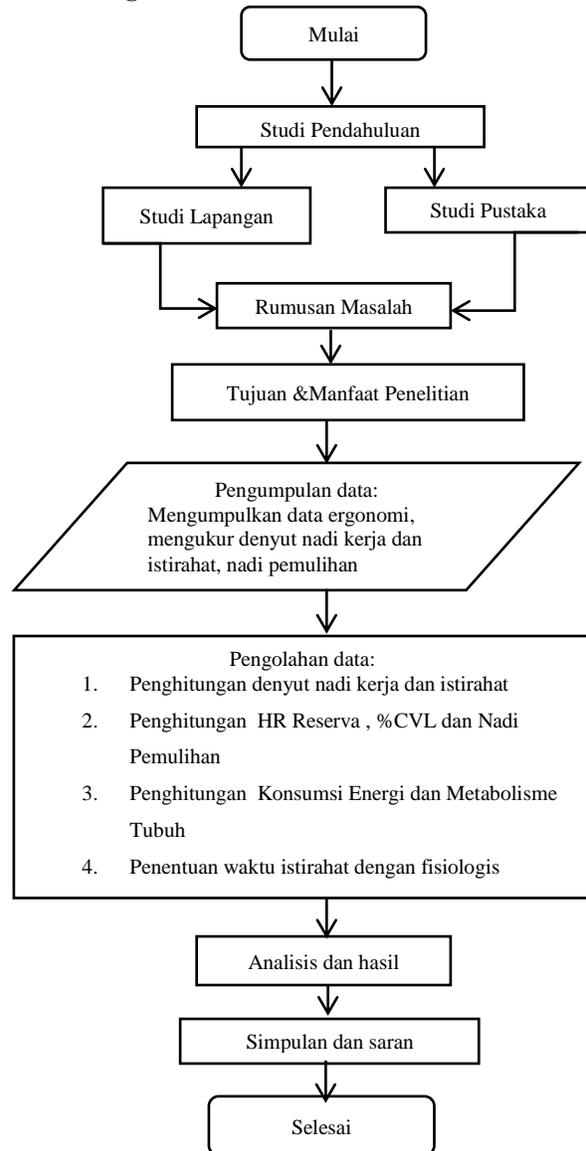
3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang yang berlokasi di Jl. Mayor Zen, Palembang 30118, Indonesia. Penelitian ini dilaksanakan ±6 bulan pada bulan february, maret, april, mei, juni dan juli 2019 pada PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang.

3.2 Objek dan Subjek

Objek yang diteliti adalah para pekerja bidang pengantongan PT. Pupuk Sriwidjaja Palembang yang bertugas didalam pengantongan pupuk dengan jenis kelamin laki-laki.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dijelaskan proses pengumpulan data dan pengolahannya secara mendetail dan terperinci.

4.1 Pengumpulan Data

Sumber-sumber data yang diperoleh didalam penelitian ini adalah data denyut nadi kerja dan istirahat 20 pekerja pada bagian pengantongan.

Penelitian diawali dengan peninjauan dan pengumpulan data wawancara terhadap pekerja dan pengambilan data denyut nadi kerja dan istirahat 20 pekerja bagian pengantongan untuk diolah menjadi sebuah perhitungan untuk menghasilkan klasifikasi beban kerja dan konsumsi energi pekerja.

4.1.1 Karakteristik Pekerja

Tabel 2 Karakteristik Pekerja

No	Nama Pekerja	Usia (thn)	Jenis Kelamin	Berat Badan (Kg)
1	Yayang F	32	Laki-laki	69
2	Alfredo	47	Laki-laki	68
3	Rio K	43	Laki-laki	71
4	Erick R	43	Laki-laki	71
5	Febrianto	35	Laki-laki	68
6	Afri A	40	Laki-laki	69
7	Darussalam	41	Laki-laki	66
8	Ahmad F	41	Laki-laki	68
9	Wanda W	29	Laki-laki	70
10	Ari Saputra	24	Laki-laki	64
11	Agung P	30	Laki-laki	68
12	Junaidi	38	Laki-laki	69
13	Bambang I	38	Laki-laki	72
14	Guntur A	45	Laki-laki	68
15	Parijo	46	Laki-laki	68
16	Subhan M	32	Laki-laki	70
17	M. Taufik	45	Laki-laki	65
18	Elfin Sapta	30	Laki-laki	67
19	Alex Sauki	26	Laki-laki	68
20	Yoga P	25	Laki-laki	68

Sumber: Hasil wawancara dengan pekerja

Tabel 3 Data Waktu 10 Denyut Nadi Pekerja

No	Nama	Umur (thn)	DNI (Detik)	DNK (Dtk)			
				1	2	3	4
1	Yayang F	32	8.52	4.85	4.75	4.83	4.80
2	Alfredo	47	8.70	5.83	5.80	5.75	5.70
3	Rio K	43	8.30	5.25	5.30	5.40	5.30
4	Erick R	43	8.65	5.10	5.20	5.44	5.35
5	Febrianto	35	8.01	5.45	5.18	5.20	5.15
6	Afri A	40	8.31	5.18	5.25	5.30	5.20
7	Darussalam	41	8.25	5.05	5.15	5.20	5.0
8	Ahmad F	41	8.25	5.30	5.25	5.35	5.30
9	Wanda W	29	8.90	5.60	5.45	5.40	5.30
10	Ari Saputra	24	9.12	6.71	6.50	6.25	6.50
11	Agung P	30	8.90	5.65	5.73	5.78	5.90
12	Junaidi	38	8.73	5.60	5.70	5.65	5.50
13	Bambang I	38	8.60	5.50	5.60	5.82	5.75
14	Guntur A	45	8.36	5.35	5.30	5.30	5.20
15	Parijo	46	8.25	5.65	5.73	5.75	5.23
16	Subhan M	32	9.50	5.40	5.30	5.20	5.05
17	M. Taufik	45	8.75	5.50	5.40	5.35	5.20

18	Elfin Sapta	30	8.54	5.35	5.30	5.15	5.10
19	Alex Sauki	26	9.53	5.85	5.70	5.50	5.40
20	Yoga P	25	9.70	5.63	5.60	5.50	5.40

4.2 Pengolahan Data

Pada Pengolahan data ini peneliti melakukan perhitungan denyut nadi kerja dan istirahat lalu dilakukan pengolahan data dengan metode penilaian langsung dan metode penilaian tidak langsung, dan perhitungan dengan metode fisiologis.

4.2.1 Metode Penilaian Beban Kerja Dengan Metode Tidak Langsung

Metode penilaian tidak langsung yaitu dengan melakukan perhitungan denyut nadi pekerja selama bekerja. Pengukuran denyut jantung selama melakukan pekerjaan dilakukan dengan metode 10 denyut (Kilbon,1992), dimana metode ini dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$(\text{Denyut/menit}) = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Perhitungan}} \times 60 \text{ detik} \dots$$

Tabel 4 Data Waktu Rata-rata 10 Denyut Nadi

Nama	Umur	DNI(dtk)	DNK (dtk)				Rata-rata
			1	2	3	4	
Yayang F	32	8.52	4.85	4.75	4.83	4.80	4.80
Alfredo	47	8.70	5.83	5.80	5.75	5.70	5.77
Rio K	43	8.30	5.25	5.30	5.40	5.30	5.31
Erick R	43	8.65	5.10	5.20	5.44	5.35	5.27
Febrianto	35	8.01	5.45	5.18	5.20	5.15	5.24
Afri A	40	8.31	5.18	5.25	5.30	5.20	5.23
Darussalam	41	8.25	5.05	5.15	5.20	5.0	5.10
Ahmad F	41	8.25	5.30	5.25	5.35	5.30	5.30
Wanda W	29	8.90	5.60	5.45	5.40	5.30	5.43
Ari Saputra	24	9.12	6.71	6.50	6.25	6.50	6.49
Agung P	30	8.90	5.65	5.73	5.78	5.90	5.76
Junaidi	38	8.73	5.60	5.70	5.65	5.50	5.61
Bambang I	38	8.60	5.50	5.60	5.82	5.75	5.66
Guntur A	45	8.36	5.35	5.30	5.30	5.20	5.28
Parijo	46	8.25	5.40	5.30	5.20	5.05	5.23
Subhan M	32	9.50	5.36	5.42	5.40	5.30	5.30
M. Taufik	45	8.75	5.50	5.40	5.35	5.20	5.36
Elfin Sapta	30	8.54	5.35	5.30	5.15	5.10	5.22
Alex Sauki	26	9.53	5.85	5.70	5.50	5.40	5.61
Yoga P	25	9.70	5.63	5.60	5.50	5.40	5.53

Keterangan:

DNI : Denyut Nadi Istirahat

DNK : Denyut Nadi Kerja

1. Pengambilan atau pengumpulan data pengukuran denyut nadi istirahat dilakukan pada jam istirahat yaitu pukul 12.00Wib- 13.00 Wib.
2. Pengambilan atau pengumpulan data pengukuran denyut nadi kerja dilakukan pada saat pekerja bekerja selama 4x pengukuran yaitu pada jam:
 - Pengukuran DNK Pertama Pukul 08.30

- Pengukuran DNK Kedua Pukul 09.30
- Pengukuran DNK Ketiga Pukul 10.30
- Pengukuran DNK Keempat Pukul 11.30

Kemudian setelah melakukan pengukuran denyut nadi kerja dan istirahat dimasukan kedalam persamaan 10 denyut sehingga data diperoleh denyut nadi pekerja setiap denyut per menit.

- Salah satu contoh perhitungan denyut nadi istirahat untuk pekerja Yayasan F :

$$\text{DNI (detik)} = 8.52$$

$$\text{DNI (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Penghitungan}} \times 60 \text{ Detik.}$$

$$\text{DNI(denyut/Menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{8.52} \times 60 \text{ Detik} = 70.42 \text{ kali}$$

- Salah satu contoh perhitungan denyut nadi kerja untuk pekerja Yayasan F :

$$\text{DNK (detik)} = 4.80$$

$$\text{DNK (denyut/Menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{Waktu Penghitungan}} \times 60 \text{ Detik.}$$

$$\text{DNK (denyut/menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{4.80} \times 60 \text{ Detik} = 125 \text{ kali}$$

Setelah dilakukan perhitungan diperoleh hasil perhitungan rata-rata DNI dan DNK seperti pada tabel 5 berikut:

Tabel 5 Rata-rata DNK

Nama	DNK (denyut/Menit)				Rerata DNK (denyut/Menit)
	Pengukuran Ke				
	1	2	3	4	
Yayang F	123.71	127.11	124.22	125	125
Alfredo	102.91	103.44	104.34	105.26	103.98
Rio K	114.28	113.20	111.11	113.20	112.99
Erick R	117.64	115.38	110.29	112.14	113.85
Febrianto	110.09	115.38	115.38	116.50	114.50
Afri A	115.83	114.28	113.20	115.38	114.72
Darussalam	118.81	116.50	115.38	120	117.64
Ahmad F	113.20	114.28	112.14	113.20	113.20
Wanda W	107.14	110.09	111.11	113.20	110.49
Ari Saputra	89.41	92.30	96	92.30	93.75
Agung P	106.19	104.71	103.80	101.69	104.16
Junaidi	107.14	105.26	106.19	109.09	106.95
Bambang I	109.09	107.14	103.09	104.34	106.07
Guntur A	112.14	113.20	113.20	115.38	113.63
Parijo	111.11	113.20	115.38	118.81	114.72
Subhan M	111.94	110.70	114.28	115.38	113.20
M. Taufik	109.09	111.11	112.14	115.38	111.94
Elfin Saptia	112.14	113.20	116.50	117.64	114.94
Alex Sauki	102.56	105.26	109.09	111.11	106.95
Yoga P	106.57	107.14	109.09	111.11	108.49

Setelah mengetahui rata-rata Denyut nadi kerja dan istirahat, sebelum memasuki perhitungan %HR Reserve dan % CVL terlebih dahulu menghitung denyut nadi maksimum dengan rumus:

DN Max: Denyut Nadi Maksimal, 220 – Umur (pria);
200 – Umur (wanita)

Rekapitulasi perhitungan Denyut Nadi Maksimum adalah sebagai berikut :

Tabel 6 Denyut Nadi Maksimum Pekerja

Nama	Umur (thn)	DNK
Yayang F	32	188
Alfredo	47	173

Rio K	43	177
Erick R	43	177
Febrianto	35	185
Afri A	40	180
Darussalam	41	179
Ahmad F	41	179
Wanda W	29	191
Ari Saputra	24	196
Agung P	30	190
Junaidi	38	182
Bambang I	38	182
Guntur A	45	175
Parijo	46	174
Subhan M	32	188
M. Taufik	45	175
Elfin Saptia	30	190
Alex Sauki	26	194
Yoga P	25	195

Contoh Perhitungan Pekerja Yayasan F

1. %HRReserve=

$$\frac{\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{(\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}$$

$$\text{DNK1} = \frac{123.71 - 70.42}{188 - 70.42} \times 100 = 45.32\%$$

2. Perhitungan % Cardiovascular Strain (%CVL)

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

$$= \frac{100 \times (125 - 70.42)}{188 - 70.42} = 46.41\%$$

Berdasarkan Contoh Perhitungan diatas dapat dibuat tabel 20 pekerja yaitu sebagai berikut:

Tabel 7 Hasil Perhitungan %HR Reserve dan %CVL

Nama	%HR Reserve				%CVL
	DNK1	DNK2	DNK3	DNK4	
Yayang F	45.32	48.21	45.75	46.41	46.41
Alfredo	32.63	33.14	34.06	34.89	33.66
Rio K	40.10	39.07	37.07	39.07	38.87
Erick R	41.33	44.85	42.75	38.03	39.79
Febrianto	31.96	37.17	36.76	37.78	35.96
Afri A	40.47	39.03	38.03	40.05	39.44
Darussalam	43.46	41.19	40.13	44.48	42.26
Ahmad F	37.55	38.55	36.56	37.55	37.55
Wanda W	32.14	34.53	35.35	37.04	34.85
Ari Saputra	18.14	20.36	23.20	20.36	21.47
Agung P	31.63	30.42	29.68	27.96	30.01
Junaidi	33.91	36.54	33.07	35.63	33.74
Bambang I	43.36	41.19	40.13	44.48	42.26
Guntur A	39.10	40.13	40.13	42.24	40.55
Parijo	37.90	39.96	42.12	45.50	41.46
Subhan M	39.07	38.08	40.95	41.83	40.08
M. Taufik	38.07	39.96	40.93	43.98	40.74
Elfin Saptia	34.98	35.86	38.62	39.57	38.88
Alex Sauki	30.23	32.28	35.20	36.74	33.57
Yoga P	33.58	34.01	35.47	36.99	35.02
Rata-Rata	35.54	36.06	36.24	37.12	36.24

Selain menggunakan perhitungan diatas cardiovascular strain dapat diestimasi menggunakan

nadi pemulihan atau dikenal dengan metode brouba. Denyut nadi pemulihan ini diukur pada saat pekerja berhenti bekerja yaitu pada akhir 30 detik menit pertama, kedua dan ketiga. Klasifikasi nadi pemulihan adalah sebagai berikut:

- Jika $P1 - P3 \geq 10$, atau rerata $P1, P2$ dan $P3 < 90$ maka nadi pemulihan normal
- Jika rata-rata $P1 \leq 110$ dan $P1 - P3 > 90$ maka dinyatakan beban kerja tidak berlebihan (not excessive)
- Jika $P1 - P3 \leq 10$, atau rata-rata $P3 > 90$ maka dinyatakan nadi pemulihan tidak normal dan perlu redesain pekerjaan.

Secara lengkap hasil penilaian nadi pemulihan kelompok pekerja tenaga bagian persiapan disajikan pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8 Rata-rata Nadi Pemulihan

Nama	Nadi Pemulihan (denyut/min)			Rata-rata (denyut/min)
	P1	P2	P3	
Yayang F	84	80	72	78.67
Alfredo	86	82	74	80.67
Rio K	82	80	70	77.33
Erick R	90	86	68	81.33
Febrianto	84	80	76	80
Afri A	84	80	70	78
Darussalam	86	82	68	78.67
Ahmad F	84	82	64	76.67
Wanda W	84	80	74	79.33
Ari Saputra	80	78	74	77.33
Agung P	86	84	80	83.33
Junaidi	90	84	78	84
Bambang I	88	80	76	81.33
Guntur A	88	80	72	80
Parijo	90	86	72	82.67
Subhan M	82	80	70	77.33
M. Taufik	84	80	68	77.33
Elfin Sapta	86	82	72	80
Alex Sauki	84	80	76	80
Yoga P	82	80	70	77.33
Rata-rata	85.20	81.30	72.20	79.56

Dari tabel hasil perhitungan diatas dapat dapat dibuat tabel rekapitulasi penilaian beban kerja fisik kelompok pekerja bagian persiapan seperti yang disajikan pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9 Hasil Perhitungan Metode Tak langsung Bagian Pengantongan

No	Ket	DNK
1	Rata-rata DNI (denyut/min)	69.15
2	Rata-rata DNK (denyut/min)	110.85
3	Rata-rata DN Maks (denyut/min)	183.5
4	Rata-rata NK (denyut/min)	41.86
5	HR Reserve (%)	37.32
6	CVL (%)	37.32
7	Nadi Pemulihan (denyut/min)	
	P1	85.20
	P2	81.30
	P3	72.20

4.2.2 Metode Penilaian Beban Kerja Dengan Metode Langsung

Metode pengukuran langsung yaitu dengan mengukur energi yang dikeluarkan pekerja melalui asupan oksigen selama bekerja. Ketika semakin berat pekerjaan maka semakin banyak juga energi yang dikeluarkan. Menurut Christensen (1991) dan Grandjean (1993) dalam Tarwaka dan Solichul H.A Bakri (2004:97) menjelaskan bahwa salah satu pendekatan untuk menilai berat ringannya beban kerja dengan menghitung denyut nadi kerja dan konsumsi oksigen. Konsumsi oksigen yang telah dihitung dengan data denyut nadi kerja dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 10 Konsumsi Oksigen Pekerja

Nama	DNK (denyut/menit)	Berat Badan (kg)	Konsumsi Oksigen (L/menit)
Yayang F	125	65	1.21
Alfredo	103.98	60	0.90
Rio K	112.99	59	1.08
Erick Ricardo	113.85	60	1.09
Febrianto	114.50	61	1.05
Afri A	114.72	65	1.07
Darussalam	117.64	63	1.06
Ahmad F	113.20	62	0.98
Wanda W	110.49	65	1.03
Ari Saputra	93.75	59	0.69
Agung P	104.16	68	0.90
Junaidi	106.95	63	0.96
Bambang I	106.07	65	1.02
Guntur A	113.63	64	1.04
Parijo	114.72	68	1.05
Subhan M	113.20	62	1.06
M. Taufik	111.94	60	0.96
Elfin Sapta	114.94	67	1.04
Alex Sauki	106.95	64	0.94
Yoga P	108.49	61	0.96
Rata- Rata Konsumsi Oksigen			1.004

Dari hasil perhitungan yang didapa pada tabel 10 diatas dapat dihitung konsumsi energi pekerja dan total metabolisme tubuh pekerja sebagai berikut:

1. Perhitungan Konsumsi Energi

$$\text{Konsumsi Energi}(E) = 1.80411 - 0.0229038 X + 4.71733 \times 10^{-4} (X)^2$$

$$E = 1.80411 - 0.0229038 (110.85) + 4.71733 \times 10^{-4} (110.85)^2$$

$$E = 1.80411 - 2.53888 + 4.71733 \times 1.2287$$

$$E = 5.06 \text{ Kkal/min}$$

2. Total Metabolisme Tubuh

$$\text{Total Metabolisme} = 60 \text{Energy} \times \text{Oxuptk}$$

$$\text{Total Metabolisme} = 60 (5.06) \times 1.004$$

$$\text{Total Metabolisme} = 304.81 \text{ Kkal/h}$$

4.2.3 Penentuan Waktu Istirahat Dengan Metode Pendekatan Fisiologis

Perhitungan waktu istirahat untuk pekerja bagian pengantongan

- $X = 110.85$ (Rata-rata Denyut Nadi Kerja)
 $E_t = 1.80411 - 0.0229038X + 4.71733 \times 10^{-4}(X)^2$
 $= 1.80411 - 0.229038(110.85) + 4.71733 \times 10^{-4}(110.85)^2$
 $= 1.80411 - 2.53888 + 4.71733 \times 10^{-4} \times 1.2287$
 $E_t = 5.06$ Kkal/min
- $X = 69.15$ (Kecepatan Denyut Nadi Istirahat)
 $E_i = 1.80411 - 0.0229038X + 4.71733 \times 10^{-4}(X)^2$
 $= 1.80411 - 0.0229038(69.15) + 4.71733 \times 10^{-4}(69.15)^2$
 $= 1.80411 - 1.5728 + 4.71733 \times 0.471$
 $E_i = 2.47$ Kkal/min
- $K = E_t - E_i$
 $= 5.06$ Kkal/min $- 2.47$ Kkal/min
 $= 2.59$ Kkal/min

Karena nilai $K = 2.59$ Kkal/min $< S$ yaitu energi yang dikeluarkan selama bekerja kurang dari nilai standar energi yang dikeluarkan, dan waktu istirahat untuk saat ini sudah cukup memadai sehingga waktu istirahat cukup pada bagian pengantongan.

Tabel 11 Hasil Perhitungan Metode Langsung dan Fisiologi bagian Pengantongan

No	Ket	Hasil
1	Konsumsi Oksigen (L/min)	1.004
2	Konsumsi Energi (Kkal/min)	5.06
3	Total Metabolisme (Kkal/H)	304.81
4	Energi (fisiologis) (Kkal/min)	2.59

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data dan analisis data maka peneliti mengambil kesimpulan sebagai berikut :

- Beban Kerja yang dihasilkan pekerja menggunakan metode tidak langsung yaitu perhitungan %CVL dan HR Reserve didapatkan rata-rata 37.02% dan diklasifikasikan kedalam kategori diperlukan perbaikan karena ($30\% < X < 60\%$) dan perhitungan nadi pemulihan didapatkan rata-rata 79.56 dan masuk dalam kategori nadi pemulihan normal ($P1, P2, P3 < 90$).
- Tingkat konsumsi energi pekerja bagian pengantongan dari hasil perhitungan sebesar 5.06 Kkal/menit.

- Berdasarkan pendekatan fisiologis untuk penentuan waktu istirahat yang didapat melalui perhitungan konsumsi energi yang dibutuhkan selama bekerja yang dikonversikan kedalam kebutuhan waktu istirahat menyatakan bahwa waktu istirahat saat ini sudah cukup memadai dan tidak dibutuhkan waktu penambahan.

5.2 Saran

Berdasarkan dari hasil kesimpulan diatas, maka peneliti dapat memberikan saran-saran sebagai berikut:

- Manajemen SDM perusahaan hendaknya lebih memperhatikan kondisi ruang lingkup kerja dan kesehatan para pekerja.
- Untuk karyawan agar memakai jam istirahat sesuai dengan yang diberikan, karena kebanyakan karyawan masih bekerja ketika jam istirahat berlangsung
- Agar karyawan selalu memperhatikan kondisi tubuh atau badan agar selalu bekerja dengan prima tanpa ada masalah fisik dalam bekerja.

DAFTAR RUJUKAN

- Anisa, Nur Rizki. 2015. *Analisa Beban Kerja Fisik Sebagai Dasar Penentuan Waktu Istirahat Yang Optimal* Jurnal Fakultas Teknik : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta
- Hart & Staveland 1988 dalam Tarwaka, 2015. *The Workload*. Jakarta. Universitas Indonesia Press.
- Hoiritus Sholikhah, Maya Sita . 2015. *Perencanaan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dan Pengaruh Beban Kerja Terhadap Kelelahan* Jurnal Fakultas Teknik : Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta

<https://www.pelajaran.id/2017/30/pengertian-ergonomi-ruang-lingkup-tujuan-fungsi-manfaat-dan-prinsip-ergonomi.html> (Diakses: 15 Maret 2019)

<https://text-id.123dok.com/document/8yd4o6eyp-konsep-keseimbangan-dalam-ergonomi.html> (Diakses: 20 Maret 2019)

Iridiastadi, H dan Yassierli. 2014. *Ergonomi Suatu Pengantar*. PT. Remaja Rosdakarya. Bandung

Rodhal, Astrand (1989), dalam Manuaba (2000). *Hubungan Beban Kerja dan Kapasitas Kerja*. Jakarta. Rineka Cipta.

Suma'mur. 1982. *Ergonomi untuk produktivitas kerja*. Jakarta : Yayasan Swabhawa karya.

Tarwaka. (2014). *Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi Di tempat Kerja*. Solo. Harapan Press

Tarwaka. (2015). *Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi Di tempat Kerja*. Solo. Harapan Press

Tarwaka, Solichul H, Bakri A, dan Sudiajeng Lilik. 2004. *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press. Surakarta

Widodo, Sarwo. *Penentuan lama waktu istirahat berdasarkan metode fisiologis*. UMS

Wigjosoegihardjo, S (2003), *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*, Graha Ilmu, Yogyakarta