

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang dilaksanakan, diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang dipermasalahkan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar-dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memaparkan beberapa konsep relevan yang berhubungan dengan penelitian ini. Rangkuman penelitian terdahulu dan perbandingan dengan penelitian saat ini pada Tabel 2.1

1. Adiyanto, Wignjosoebroto, Rahman (2000) melakukan penelitian pada pekerja *Departement Medical equipment* pada bagian *Pra Assembly* dan *Assembly* karena terdapat masalah terhadap tingkat penyesuaian pekerja yang disebabkan oleh sistem rotasi yang diterapkan perusahaan sehingga mempengaruhi produktivitas. Tujuan dari penelitian ini untuk meningkatkan produktivitas para pekerja pekerja *Pra Assembly* dan *Assembly*. Dalam penelitian ini peneliti mengumpulkan jenis keluhan pada pekerja dengan kuesioner *nordic body maps* selain itu melakukan peniltian langsung atas learning curve dari sampel pekerja yang telah ditentukan. Setelah itu membuat rekomendasi perbaikan metode dan penentuan waktu istirahat optimal. Hasil penelitian adalah terjadi efesiensi NBM sebesar 6,89% pada *assembly ivy needle&adaptor*, 7,81% pada proses *rubbering* 3,77% pada proses *assembly tube&joint* dan 3,33% pada *assembly tube&ivy needle+adaptor+rubber*
2. Annisa (2015) melakukan penelitian terhadap waktu istirahat pada bagian pekerjaan percetakan dan pembubutan di perusahaan pengecoran alumunium “SP Aluminium”. Pada bagian pengecoran dan pembubutan terkena paparan faktor lingkungan yang cukup besar Maka penelitian dilakukan pada bagian percetakan dan pembubutan untuk melihat pengaruhnya terhadap kondisi fisik kerja dan menghitung waktu istirahat yang dibutuhkan oleh pekerja. Hasil penelitian adalah denyut nadi kerja bubut sebesar 35,60 denyut nadi/menit dan untuk denyut nadi percetakan 23,95 denyut nadi/menit. Untuk nilai kcal dari proses pembubutan didapatkan nilai $K= 7,91$

dengan nilai waktu istirahat yang seharusnya 217,79 menit dan bagian percetakan dengan nilai $K=5,91$ dengan nilai waktu istirahat yang seharusnya 98,69 menit

- Widodo (2008) melakukan penelitian terhadap waktu proses penyelesaian pekerjaan pada pabrik minyak kayu putih krai. Pemulihan energi sangat penting diperhatikan karena selama proses kerja terjadi kelelahan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pemulihan energi adalah istirahat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui lamanya waktu istirahat berdasar beban kerja dua tempat yang berbeda yaitu stasiun persiapan dan pengolahan. Hasil penelitian adalah untuk rerata denyut nadi kerja dan beban kardiovaskuler (%CVL) pada stasiun persiapan adalah 99,85 denyut/menit dan 28,64% sehingga tergolong dalam kategori beban kerja ringan. Dan stasiun pengolahan diperoleh rerata denyut nadi kerja dan beban kardiovaskuler (%CVL) 99,89 denyut/menit dan 25,23% yang tergolong dalam beban kerja ringan. Sedangkan dari perhitungan total metabolisme diperoleh nilai 383,645kkal/jam yang masuk dalam kategori beban kerja berat

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Adiyanto, Wignjosoebroto, Rahman (2000)	Anissa (2011)	Widodo (2008)	Santanu (2015)
Judul Penelitian	Peningkatan Produktivitas Operator dengan perbaikan Metode dan Penentuan Waktu Istirahat	Analisa Beban Kerja Fsiik Sebagai Dasar Penentuan Waktu Istirahat Yang Optimal	Penentuan Lama Waktu Istirahat Berdasarkan Beban Kerja Dengan menggunakan Pendekatan Fisiologis	Analisis Penentuan Waktu Istirahat Untuk Mengendalikan Kecepatan Kerja dan Kelelahan
Tempat Penelitian	PT. OTSUKA INDONESIA	Perusahaan Pengecoran Alumunium "SP Aluminum"	Pabrik Minyak Kayu Putih Krai	PR. ADI BUNGSU
Metode	<i>Learning curve, THERBLIGH, Nordic body Map .Operator Process Chart</i>	Pendekatan fisiologis	Penilaian beban kerja fisik	Pendekatan fisiologis

2.2 Definisi Ergonomi

Menurut *International Ergonomics Association* dalam Nurmianto (2008 : 1) istilah ergonomi berasal dari bahasa latin yaitu *ergon* (kerja) dan *nomos* (hukum alam) dan dapat

didefinisikan sebagai studi tentang aspek-aspek manusia dalam lingkungan kerjanya yang ditinjau secara anatomi, fisiologi, psikologi, *engineering*, manajemen dan desain/perancangan. Ergonomi berkenaan pula dengan optimasi, efisiensi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, dirumah dan ditempat rekreasi. Didalam ergonomi dibutuhkan studi tentang sistem di manusia, fasilitas kerja dan lingkungan kerja saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan suasana kerja dengan manusianya.

Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Disiplin ergonomi secara khusus akan mempelajari keterbatasan dari kemampuan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan baik jangka pendek maupun jangka panjang pada saat berhadapan dengan keadaan lingkungan sistem kerjanya yang berupa perangkat keras (mesin, peralatan kerja) dan perangkat lunak (metode kerja, sistem dan prosedur) (Wignjosoebroto, 2009).

2.2.1 Ruang Lingkup Ergonomi

Menurut *International ergonomics association* (2015:1) ruang lingkup ergonomi diklasifikasi menjadi:

1. Ergonomi Fisik

Ergonomi fisik berkaitan dengan anatomi manusia, antropometri, karakteristik fisiologis dan biomekanis yang berkaitan dengan aktivitas fisik. Topik-topik yang relevan termasuk postur kerja, penanganan material, gerakan berulang-ulang, tata letak tempat kerja, keselamatan dan kesehatan.

2. Ergonomi Kognitif

Ergonomi kognitif berkaitan dengan proses mental, seperti persepsi, memori, penalaran, dan respon motorik yang mempengaruhi interaksi antara manusia dan elemen lain dari sistem. Topik-topik yang relevan meliputi beban kerja mental, pengambilan keputusan, kinerja terampil, interaksi manusia-komputer, keandalan manusia, stres kerja dan pelatihan.

3. Ergonomi Organisasi

Ergonomi organisasi berkaitan dengan optimalisasi sistem *sociotechnical*, termasuk struktur organisasi, kebijakan dan proses. Topik-topik yang relevan meliputi komunikasi, manajemen sumber daya, desain pekerjaan, desain waktu kerja, kerja

tim, desain partisipatif, ergonomi masyarakat, kerja koperasi, paradigma kerja baru, budaya organisasi, organisasi virtual, dan manajemen kualitas.

2.3 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah pengukuran yang dilakukan pada suatu aktivitas atau kegiatan seorang operator dalam menyelesaikan pekerjaannya. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut tentang pengukuran waktu kerja.

2.3.1 Definisi Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu merupakan usaha untuk mengetahui berapa lama yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dengan wajar dan dalam rancangan sistem kerja yang terbaik. Pengukuran waktu kerja dituju untuk menetapkan metode-metode pengukuran waktu kerja. Selain itu pengukuran waktu kerja bertujuan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan suatu pekerjaan.

Menurut Wignjosoebroto (2009) teknik pengukuran waktu kerja dapat dibagi menjadi dua yaitu:

1. Pengukuran waktu kerja secara langsung, yaitu pengukuran dilakukan secara langsung di tempat dimana pekerjaan yang diukur sedang berlangsung;
2. Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung : pengukuran yang dilakukan tanpa di pengamat harus berada di tempat kerja yang diukur sedang berlangsung namun pengamat harus memahami proses pekerjaan yang diukur.

Pemilihan pengukuran waktu kerja ini harus disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi yang berjalan, karena masing-masing pengukuran waktu kerja ini memiliki tujuan dan karakteristik yang harus dimengerti. Pemilihan metode yang kurang tepat dapat menyebabkan kehilangan waktu, sehingga diperlukan pengukuran tambahan atau pengukuran ulang dengan metode yang lebih tepat.

2.3.2 Pengukuran Waktu Kerja Secara Langsung

Pada pengukuran kerja langsung dimana setiap aktivitas yang dilakukan sesuai dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Pengukuran ini dapat dengan menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) atau dengan menggunakan *sampling* kerja lainnya. Hal ini tentunya dipertimbangkan sebagai langkah yang tidak

efisien, karena bagaimanapun berbagai macam pekerjaan/operasi akan memiliki elemen-elemen kerja yang tidak sama.

a. Metode Jam Henti (*Stopwatch time study*)

Pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti diperkenalkan Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang singkat dan berulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama.

b. Sampling Pekerjaan (*Work Sampling*)

Work sampling adalah suatu aktifitas pengukuran kerja untuk mengestimasi proporsi waktu yang hilang (*idle/delay*) selama siklus kerja berlangsung atau untuk melihat proporsi kegiatan tidak produktif yang terjadi (*ratio delay study*). Pengamatan dilaksanakan secara random selama siklus kerja berlangsung untuk beberapa saat tertentu. Sebagai contoh aktivitas ini sering kali diaplikasikan guna mengestimasi jumlah waktu yang diperlukan atau harus dialokasikan guna memberi kelonggaran waktu (*allowances*) untuk *personal needs*, melepas lelah ataupun *unavoidable delays*.

2.3.3 Pengukuran Waktu Kerja Secara Tidak Langsung

Pengukuran kerja secara tidak langsung adalah pengukuran kerja dengan menggunakan metode standar data. Pengukuran kerja secara tidak langsung antara lain menggunakan:

a. Data Waktu Baku (*standard data*)

Metode ini biasanya digunakan untuk mengukur kerja mesin atau satu operasi tertentu saja, dimana data yang diperoleh sama sekali tidak bisa digunakan untuk jenis operasi lainnya. Oleh karena itu, metode ini khusus diaplikasikan untuk elemen kegiatan konstan seperti *set-up*, *loading/unloading*, *handling machine* dan sebagainya. Keuntungan dari metode ini yaitu akan mengurangi aktifitas pengukuran kerja tertentu, mempercepat proses yang diperlukan untuk penetapan waktu baku yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan.

b. Data Waktu Gerakan (*Predetermined Time System*)

Pengukuran waktu kerja secara tidak langsung dengan data waktu gerakan yaitu pengukuran waktu yang tidak langsung berdasarkan elemen-elemen pekerjaannya, melainkan berdasarkan elemen-elemen gerakannya. Elemen gerkan timbul dari gagasan konsep *Therbligs* yang dikemukakan oleh Frank dan Lilian Gilberth. (Wignjosoebroto, 2009). Menetapkan waktu baku dengan pengukuran metode ini menggunakan data waktu gerakan yang terdiri atas sekumpulan data waktudan prosedur sistematis yang dilakukan dengan menganalisa dan membagisetiap operasi kerja yang dilakukan secara manual kedalam gerakan-gerakan kerja, gerakan anggota tubuh/gerakan-gerakan manual lainnya

2.4 Penilaian Beban Kerja Berdasarkan Denyut Nadi Kerja

Pengukuran denyut nadi selama bekerja merupakan suatu metode untuk menilai cardiovasculair strain. Salah satu peralatan yang dapat digunakan untuk menghitung denyut nadi adalah telemetri dengan menggunakan rangsangan *Electro Cardio Graph* (ECG). Peralatan tersebut jika tidak tersedia, maka dapat dicatat secara manual memakai *stopwatch* dengan metode 10 denyut (Kilbon, 1992). Dengan metode tersebut dapat dihitung denyut nadi kerja sebagai berikut:

$$\text{Denyut Nadi (Denyut/Menit)} = \frac{10 \text{ Denyut}}{\text{WaktuPenghitungan}} \times 60 \quad (2-1)$$

Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan, baik yang berasal dari pembebanan mekanik, fisik maupun kimiawi (Oemijati, 1995). Grandjean (2000) juga menjelaskan bahwa konsumsi energi sendiri tidak cukup untuk mengestimasi beban kerja fisik. Beban kerja fisik tidak hanya ditentukan oleh jumlah kJ yang dikonsumsi, tetapi juga ditentukan oleh jumlah otot yang terlibat dan beban statis yang diterima serta tekanan panas dari lingkungan kerjanya yang dapat meningkatkan denyut nadi. Berdasarkan hal tersebut maka denyut nadi lebih mudah dan dapat untuk menghitung indek beban kerja. Astrand & Rodahl (1997); Rodahl (1989) menyatakan bahwa denyut nadi mempunyai hubungan linier yang tinggi dengan asupan oksigen pada waktu kerja. Salah satu cara yang sederhana untuk menghitung denyut nadi adalah dengan merasakan denyutan pada arteri radialis di pergelangan tangan.

Denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik terdiri dari beberapa jenis yang didefinisikan oleh Grandjean (2000). Berikut merupakan denyut nadi untuk mengestimasi indek beban kerja fisik :

1. Denyut nadi istirahat adalah rerata denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai.
2. Denyut nadi kerja adalah rerata denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi kerja adalah selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja.

2.4.1 Pengukuran Konsumsi Energi dan Konsumsi Oksigen

Kerja fisik mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan erat dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada waktu kerja biasanya ditentukan dengan cara tidak langsung, yaitu dengan pengukuran tekanan darah, aliran darah, komposisi kimia dalam darah, temperatur tubuh, tingkat penguapan dan jumlah udara yang dikeluarkan oleh paru-paru.

Penentuan konsumsi energi biasa digunakan parameter indeks kenaikan bilangan kecepatan denyut jantung. Indeks ini merupakan perbedaan antara kecepatan denyut jantung pada waktu kerja tertentu dengan kecepatan denyut jantung pada saat istirahat. Untuk merumuskan hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan *heart rate* (denyut jantung), dilakukan pendekatan kuantitatif hubungan antara *energy expenditure* dengan kecepatan denyut jantung dengan menggunakan analisa regresi. Bentuk regresi hubungan energi dengan kecepatan denyut jantung secara umum adalah regresi kuadratis dengan persamaan sebagai berikut (Astuti, 1985)

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

Dimana:

Y : Energi (kilokalori per menit)

X : Kecepatan denyut jantung (denyut per menit)

2.5 Penjadwalan Waktu Istirahat

Bilamana seseorang harus bekerja dengan mengkonsumsi energy rata-rata maka secara perlahan-lahan dia akan “menumpuk” kelelahan sampai akhirnya dipaksa untuk berhenti dan memerlukan istirahat untuk beberapa waktu tertentu. Untuk mengestimasi jumlah waktu istirahat – baik yang harus dijadwalkan atau tidak terjadwal – yang

diperlukan dalam pelaksanaan kerja dapat diformulasikan sebagai berikut (Wignjoesebroto:276) :

$$R = \frac{T(\bar{K}-S)}{\bar{K}-1.5} \text{ (menit)} \quad (2-4)$$

R = Waktu istirahat yang diperlukan (menit)

T = Total waktu yang dipergunakan untuk kerja (menit)

\bar{K} = Rata-rata energy yang dikonsumsi untuk kerja (Kcal/menit)

S = Standard beban kerja normal yang diaplikasikan (Kcal/menit)

Perhitungan konsumsi energi dan konsumsi oksigen jika data denyut jantung berkelompok, maka harus mencari nilai rata-rata denyut jantung ketika kerja dan istirahat. Berikut merupakan rumus untuk mencari nilai rata-rata denyut jantung ketika kerja dan istirahat:

$$\bar{D} \text{ Kerja} = \frac{D_1+D_2+D_3}{n} \quad (2-5)$$

\bar{D} = Denyut jantung rata-rata saat berkerja

D = Denyut jantung saat berkerja

n = Jumlah sampel pekerja

$$\bar{D}' \text{ istirahat} = \frac{D'_1+D'_2+D'_3}{n} \quad (2-6)$$

\bar{D}' = Denyut jantung rata-rata pekerja saat istirahat

D' = Denyut jantung pekerja saat istirahat

n = Jumlah sampel pekerja

2.6 Pengujian Data

Pengujian data merupakan upaya pengolahan data menjadi informasi, sehingga karakteristik atau sifat-sifat data tersebut dapat dengan mudah dipahami dan bermanfaat untuk menjawab masalah-masalah yang berkaitan dengan kegiatan penelitian

2.6.1 Pengujian Keseragaman Data

Dalam pengujian keseragaman data digunakan peta control. Uji keseragaman data dilakukan agar data yang digunakan bukan merupakan data yang ekstrim (data yang

nilainya terlalu besar atau terlalu kecil dan meysimpang jauh dari nilai trend rata-ratanya). Data ekstrim tidak menggambarkan data waktu proses yang diperlukan oleh operator untuk menyelesaikan pekerjaan seperti pada umumnya.

Data ekstrim bisa muncul karena beberapa hal diantaranya pekerja bekerja tidak seperti biasanya saat dilakukan pengamatan atau bisa terjadi kesalahan pengamatan saat membaca atau mengoperasikan jam henti (stop watch)

Menurut Wignjosoebroto (2009:195) batas atas dan bawah yang digunakan dalam pembuatan peta control dapat dilihat pada persamaan berikut ini.:

$$BKA = \mu + (k \times \sigma) \quad (2-7)$$

$$BKB = \mu - (k \times \sigma) \quad (2-8)$$

Keterangan :

BKA = batas kontrol atas

BKB = batas kontrol bawah

μ = nilai rata-rata

σ = standar deviasi

2.6.2 Pengujian Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk melihat apakah data yang diambil sudah mewakili data populasi dan sesuai dengan tingkat ketelitian yang diinginkan atau tidak.

Menurut Wignjosoebroto (2009:172) rumus perhitungan kecukupan data dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

$$N' = \left(\frac{k}{s} \sqrt{N(\sum x^2) - (\sum x)^2} \right) \quad (2-9)$$

Keterangan :

N' = banyaknya data yang harus diambil

N = banyaknya data yang telah diambil

k = tingkat kepercayaan dari distribusi normal

s = tingkat ketelitian

x = nilai data

Halaman ini sengaja dikosongkan

