

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelelahan Kerja

Salah satu faktor risiko terjadinya kesalahan pada saat bekerja adalah kelelahan kerja. Kelelahan bisa terjadi dari yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal diantaranya usia, status anemia, masa kerja, kualitas tidur, dan beban kerja, sedangkan faktor eksternal yaitu shift kerja dan iklim kerja panas (Gaol et al., 2018). Kelelahan adalah proses yang mengakibatkan penurunan kesejahteraan, kapasitas atau kinerja sebagai akibat dari aktivitas kerja. kemudian ditemukan hal seperti; penurunan kecepatan kerja, penurunan konsentrasi kerja, gangguan kesehatan, angka absensi karena sakit meningkat, yang kesemuanya akan bermuara pada rendahnya produktivitas kerja (Dani, 2014)

Faktor penyebab kelelahan di industri sangat bervariasi. Lingkungan kerja dapat mempengaruhi kinerja pekerja, misalnya kebisingan, iklim kerja panas, pencahayaan yang buruk dan vibrasi dapat mengakibatkan ketidaknyamanan dalam bekerja. Apabila bekerja dengan kondisi tidak nyaman lama kelamaan akan menimbulkan kelelahan.5 Selain dari faktor fisik lingkungan kerja, Suma'mur memprediksi beberapa faktor utama yang signifikan terhadap kelelahan yang meliputi jenis kelamin, usia, status gizi, beban kerja, ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan serta waktu yang digunakan dalam bekerja (Gaol et al., 2018)

Faktor utama penyebab timbulnya kelelahan adalah pekerjaan bergilir Secara alamiah, alam telah mengatur periodisasi waktu kerja dan istirahat (Silaban, 1998). Pada siang hari dengan adanya matahari yang menyebabkan keadaan lingkungan menjadi terang membuat manusia mempunyai naluri untuk bekerja dan sebaliknya karena pengaruh gelap malam menimbulkan naluri manusia untuk beristirahat. Masa selama siang hari disebut fase ergotropik, yaitu kinerja manusia berada pada puncaknya, sementara masa malam hari disebut fase trophotropik, yaitu terjadinya proses istirahat dan pemulihan tenaga (Gaol et al., 2018).

2.1.1 Jenis Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja berakibat pada pengurangan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh. Berikut ini jenis kelelahan kerja, yaitu:

1. Berdasarkan Proses dalam Otot

Berdasarkan proses dalam otot, kelelahan kerja dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Kelelahan Otot (*Muscular Fatigue*)

Kelelahan otot atau yang biasa disebut dengan muscular fatigue merupakan fenomena berkurangnya kinerja otot setelah terjadinya tekanan melalui fisik untuk suatu waktu disebut kelelahan otot secara fisiologi, dan gejala yang ditunjukkan tidak hanya berupa berkurangnya tekanan fisik, namun juga pada makin rendahnya gerakan. Pada akhirnya kelelahan fisik ini dapat menyebabkan sejumlah hal yang kurang menguntungkan seperti: melemahnya kemampuan tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan dan meningkatnya kesalahan dalam melakukan kegiatan kerja, sehingga dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Gejala kelelahan otot dapat terlihat pada gejala yang tampak dari luar atau *external signs* (Dewi, 2021)

b. Kelelahan Umum (*General Fatigue*)

Kelelahan umum biasanya ditandai berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan di rumah, kondisi mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Widyananti, 2010).

2. Berdasarkan Waktu Terjadinya

Berdasarkan waktu terjadinya, kelelahan kerja dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Kelelahan Akut

Kelelahan akut biasanya disebabkan oleh kerja suatu organ atau seluruh tubuh secara berlebihan.

b. Kelelahan Kronis

Akibat kelelahan kerja dapat berdampak pada fisik maupun psikologis. Perasaan lelah tidak hanya dirasakan pada saat setelah bekerja, tetapi juga saat sedang bekerja, bahkan kadang-kadang sebelum bekerja. Kelelahan yang terjadi secara terus menerus berakibat pada kelelahan kronis (Mualim & Yusmidiarti, 2020)

3. Berdasarkan Faktor Penyebab

Berdasarkan faktor penyebabnya, kelelahan kerja dibagi menjadi empat jenis, yaitu (Syamsuri, 2008)

a. Kelelahan Fisik

Kelelahan fisik disebabkan oleh kelemahan pada otot. Suplai darah yang mencukupi dan aliran darah yang lancar ke otot sangat penting dikarenakan menentukan kemampuan proses metabolisme dan memungkinkan kontraksi otot tetap berjalan.

b. Kelelahan Psikologi

Kelelahan psikologi berkaitan dengan depresi, gugup, dan kondisi psikososial yang lain. Kelelahan jenis ini diperburuk dengan adanya stress.

c. Kelelahan Mental

Kelelahan mental disebabkan karena faktor psikis. Pekerja memiliki persoalan kejiwaan yang belum terselesaikan dan menyebabkan stress psikis.

d. Kelelahan Keterampilan

Kelelahan ini disebabkan oleh adanya tugas-tugas yang memerlukan ketelitian dan pemecahan persoalan yang cukup sulit.

2.1.2 Faktor Penyebab Kelelahan kerja

faktor penyebab terjadinya kelelahan di industri sangat bervariasi, dan untuk memelihara/mempertahankan kesehatan dan efisiensi, proses penyegaran harus dilakukan di luar tekanan (*cancel out the stress*). Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu-waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran (Suwandi, 2022).

Faktor yang mempengaruhi kelelahan kerja yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Yang termasuk faktor internal kelelahan kerja antara lain : faktor somatis atau faktor fisik, gizi, jenis kelamin, usia, pengetahuan dan gaya hidup. Sedangkan yang termasuk faktor eksternal adalah keadaan fisik lingkungan kerja antara lain : kebisingan, suhu, pencahayaan, faktor kimia, faktor biologis, faktor ergonomi, kategori pekerjaan, sifat pekerjaan, disiplin atau peraturan perusahaan, upah, hubungan social dan posisi kerja atau kedudukan (Syafar & Fiatno, 2018).

Terdapat lima kelompok penyebab kelelahan kerja, yaitu :

1. Keadaan monoton.
2. Beban dan lamanya pekerjaan baik fisik maupun mental.
3. Keadaan lingkungan kerja, seperti cuaca kerja, penerangan dan kebisingan di tempat kerja.
4. Keadaan kejiwaan seperti tanggung jawab, kekhawatiran atau konflik.
5. Penyakit, perasaan sakit dan keadaan gizi.

2.1.3 Dampak Kelelahan Kerja

Kelelahan memiliki peran ganda dalam etiologi kecelakaan kerja, kelelahan dapat menurunkan kemampuan untuk memproses informasi tentang situasi berbahaya dan dapat menurunkan kemampuan untuk menanggapi situasi berbahaya. Kelelahan diklasifikasikan sebagai faktor yang berhubungan dengan tugas-tugas pekerjaan dan menyiratkan bahwa intensitas dan durasi kerja dapat menyebabkan kelelahan. Kelelahan dapat menurunkan kemampuan pekerja dalam memproses informasi visual dan informasi penting yang relevan untuk menghindari kecelakaan. Kelelahan mempengaruhi kinerja individu dan kemampuannya untuk berfungsi pada pekerjaan (Etikariena, 2014). Hingga saat ini tidak diketahui apakah kelelahan adalah mediator antara faktor kerja yang berhubungan dengan terjadinya kecelakaan kerja, atau apakah kelelahan merupakan faktor risiko terjadinya kecelakaan kerja (Janssen, N, Kant, IJ, Swaen, GMH, Janssen, PPM, and Schroer, 2003)

2.2 Beban Kerja Mental

Menurut J.R Henry, dalam bukunya "*Human Mental Workload*", beban kerja mental adalah: "Beban kerja yang merupakan selisih antara tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi". Beban kerja mental yang berlebihan akan mengakibatkan adanya stres kerja. Menurut Lazarus, mengatakan bahwa stres kerja adalah kejadian-kejadian disekitar kerja yang merupakan bahaya atau ancaman seperti rasa takut, cemas, rasa bersalah, marah sedih, putus asa, bosan, dan timbulnya stres kerja disebabkan beban kerja yang diterima melampaui batas-batas kemampuan pekerja yang berlangsung dalam waktu yang relatif lama pada situasi dan kondisi tertentu. Stoner mengatakan bahwa pekerjaan yang berbeda bagi setiap pekerja akan menimbulkan tingkat stres kerja yang berbeda pula. Stres kerja berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap aspek-aspek pekerjaan terutamaterhadap motif berprestasi yang kelak akan berhubungan dengan proses kerja (Stoner, 1986)

Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Padahal secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktivitas fisik, karena lebih melibatkan kerja otak dari pada kerja otot (Handika et al., 2020).

Ada beberapa gejala yang merupakan dampak dari kelebihan beban mental berlebih, yaitu:

1. Gejala fisik Sakit kepala, sakit perut, mudah terkejut, gangguan pola tidur lesu, kaku leher belakang sampai punggung, napsu makan menurun dan lain-lain.
2. Gejala mental Mudah lupa, sulit konsentrasi, cemas, was-was, mudah marah, mudah tersinggung, gelisah, dan putus asa.
3. Gejala sosial atau perilaku Banyak merokok, minum alkohol, menarik diri, dan menghindar.

1.3 Beban Kerja Fisik

beban kerja fisik adalah beban kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya dan konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringannya suatu pekerjaan. Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan fungsi pada alat-alat tubuh, yang dapat dideteksi melalui konsumsi oksigen, denyut jantung, peredaran udara dalam paru-paru, temperatur tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan air seni, serta tingkat penguapan (Handika et al., 2020)

Kerja fisik dapat dikonotasikan dengan kerja berat atau kerja kasar karena kegiatan tersebut memerlukan usaha fisik manusia selama periode kerja berlangsung. Konsumsi energi pada kerja fisik merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringan suatu pekerjaan. Kerja fisik akan mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada saat kerja ditentukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung atau konsumsi oksigen. Pengukuran beban kerja fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara obyektif dimana sumber data yang diolah merupakan data-data kuantitatif (Tarwaka, 2015). Kepastian energi yang dihasilkan oleh seseorang dipengaruhi oleh faktor usia. Kapasitas maksimum seorang pekerja ada pada usia antara 20-30 tahun (100%) (Simanjuntak, dkk. 2019).

2.4 Bourdon Wiersma

Tes *Bourdon Wiersma* adalah suatu metode pengukuran beban kerja secara objektif untuk mengetahui tingkat pembebanan secara mental pada pekerjaan yang memerlukan ketelitian, kecepatan dan konstansi yang tinggi maupun untuk pekerjaan yang bersifat monoton (Simanjuntak, dkk. 2019). Pengukuran beban kerja mental dengan Tes *Bourdon Wiersma* dilakukan dengan tiga tahap yaitu mengukur kecepatan, ketelitian, dan konstansi.

Pada metode ini, konsentrasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menguji ketelitian dan kecepatan menyelesaikan pekerjaan. *Bourdon Wiersma Test*, merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menguji kecepatan, ketelitian dan konstansi. Hasil tes akan menunjukkan bahwa semakin lelah seseorang maka tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi akan semakin rendah atau sebaliknya. Namun demikian, *Bourdon Wiersma test* lebih tepat untuk mengukur kelelahan akibat aktivitas atau pekerjaan yang lebih bersifat mental.

Ada cara untuk mengisi kuesioner *bourdon wiersma test* yang akan dilakukan oleh responden adalah cengan cara mencoret gambar yang hanya terdapat 5 titik. Perlu diketahui pada setiap responden bahwa:

1. Harus dilakukan berurutan dari kiri ke kanan dari baris 1 sampai baris terakhir.
2. Responden disarankan untuk mengerjakan dengan teliti dan cepat serta mencoret gambar yang hanya terdapat 4 titik pada setiap baris.

Perhitungan interpretasi kuantitatif atau rumus perhitungan tes *Bourdon Wiersma* terdiri dari tiga tahap, yaitu:

2.4.1 Kecepatan Kerja

Kecepatan kerja kemampuan untuk mengulang aktivitas yang sama dan terus menerus didalam waktu yang sesingkat-singkatnya. Setiap pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan memiliki standar waktu yang telah ditentukan. Jika pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan dapat diselesaikan didalam waktu yang ditentukan, maka visi dan misi organisasi akan terwujud (Nala, 2011). faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan kerja meliputi dua hal, yaitu :

- a. Faktor Internal, yaitu faktor yang berasal dari dalam seperti usia. Semakin bertambahnya usia pekerja, maka kapasitas fisik seperti kecepatan, kelenturan, kekuatan, penglihatan dan sistem koordinasinya akan semakin menurun.
- b. Faktor Eksternal, yaitu faktor yang berasal dari luar seperti suhu dan durasi kerja. Temperatur yang nyaman orang Indonesia adalah 22°-28° C. Bila temperatur di ruang kerja jauh di atas atau di bawah dari suhu normal tersebut, maka akan mengganggu kinerja pekerja yang berada di dalam ruangan tersebut. Kemudian, durasi kerja adalah lamanya pajanan resiko yang akan berpengaruh terhadap kelelahan. Kelelahan akan menimbulkan penurunan kinerja, kenyamanan dan konsentrasi kerja.

Cara pengukuran tingkat kecepatan kerja yaitu dengan cara waktu rata rata 25 baris kelompok titik – titik yang dihitung mulai dari baris ke-3 sampai dengan baris ke-27 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan waktu rata-rata (Mean)} = \sum fx/n$$

Keterangan:

fx = Jumlah frekuensi kecepatan

n = Jumlah frekuensi

2.4.2 Ketelitian Kerja

Ketelitian merupakan salah satu modal utama setiap pekerjaan. Ketelitian memungkinkan pekerjaan seseorang lebih cermat, rapi, dan akurat. Dunia kerja memerlukan seseorang dengan ketelitian yang tinggi agar tetap dapat bekerja dalam tekanan dengan konsisten dan stabil (Kasidin, 2021). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian kerja meliputi dua hal, yaitu:

- a. Faktor Internal, yaitu faktor yang berasal dari dalam seperti usia, jenis kelamin dan asupan makanan. Orang yang usianya lebih tua memiliki tingkat ketelitian yang lebih rendah jika dibandingkan dengan orang yang berusia lebih muda. Kemudian, perbedaan jenis kelamin dapat mempengaruhi tingkat produktivitas seseorang, dalam keadaan tertentu tingkat produktivitas perempuan lebih tinggi dibanding laki-laki, misalnya pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian dan kesabaran (Amron, 2009). Asupan makanan juga dapat mempengaruhi tingkat ketelitian seseorang, untuk meningkatkan tingkat ketelitian, pekerja harus memperhatikan asupan makan salah satunya yaitu glukosa. Glukosa dapat meningkatkan *serotonin* yang dapat meningkatkan *mood* seseorang, Ketika *mood* seseorang meningkat, maka ketelitian akan meningkat.
- b. Faktor Eksternal, yaitu faktor yang berasal dari luar seperti kebisingan dan pencahayaan. Lingkungan yang kurang mendukung seperti adanya kebisingan yang berlangsung terus-menerus akan menurunkan tingkat ketelitian dan kewaspadaan. Kemudian pada pencahayaan yang baik di tempat kerja adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja untuk melihat objek yang ingin dikerjakannya dengan mudah, jelas dan tanpa upaya yang berlebihan dari indera penglihatannya sehingga mereka dapat melakukan pekerjaannya dengan cepat, teliti dan aman.

Untuk mengetahui tingkat ketelitian kerja dengan menggunakan tes Bourdon Wiersma dilakukan dengan menghitung jumlah kelompok titik – titik 22 empat yang dilompati atau yang dicoret bukan kelompok titik – titik empat dan diinterpretasikan sesuai standar.

2.4.3 Konstansi Kerja

Konstansi berarti tidak ada perubahan atau terus menerus sama. Dengan asumsi bahwa semakin kecil perbedaan maka konstansi pekerjaan semakin tinggi atau sebaiknya (Mariawati et al., 2022). Indikator konstansi kerja meliputi minimnya tingkat kesalahan dalam bekerja, kesalahan konsep, kesalahan prinsip dan kesalahan operasi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi konstansi kerja meliputi dua hal, yaitu:

- a. Faktor Internal, yaitu faktor yang berasal dari dalam seperti status gizi. Status gizi berpengaruh terhadap tingkat kecepatan, ketepatan dan keakuratan pekerjaan. Jika pekerjaan dilakukan dengan cepat, tepat dan akurat maka keadaan darurat yang terjadi bisa segera diatasi dengan baik.
- b. Faktor Eksternal, yaitu faktor yang berasal dari luar seperti masa kerja dan temperatur (suhu). Masa kerja adalah jenjang waktu yang dilakukan sejak seseorang bekerja di instansi terkait. Adapun pembagian lamanya masa kerja menurut World Health Organization (WHO) yaitu < 5 tahun, 5-10 tahun dan > 10 tahun. Kemudian, temperatur atau suhu yang terlalu dingin akan menyebabkan gairah kerja menurun dan sebaliknya jika suhu terlalu panas akan mengakibatkan tubuh cepat lelah dan cenderung melakukan kesalahan dalam bekerja.

Cara mengukur tingkat konstansi pekerja yaitu dengan membandingkan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata – rata menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Konstansi Kerja} = \sum fx^2 / \text{Mean}$$

Keterangan:

Fx^2 = Jumlah frekuensi konstansi

$Mean$ = Jumlah rata-rata konstansi

Tingkat ketelitian, kecepatan, dan konstansi kerja dapat disebabkan karena adanya faktor kesalahan manusia (human errors). Seperti halnya dalam pemenuhan target produksi yang tinggi maka dibutuhkan waktu kerja yang lama sedangkan dampak dari waktu kerja yang lama akan menyebabkan penurunan konsentrasi.

Setelah didapatkan hasil penilaian kecepatan, ketelitian, dan konsentrasi dari *bourdon wiersma test*, maka hasilnya dapat diinterpretasikan sesuai standar (Tarwaka, 2014). Berikut adalah table standar penelitian dan kategori untuk parameter kecepatan, ketelitian, dan konstansi *bourdon wiersma test* (Tarwaka, 2015).

Tabel 2. Kategori penilaian *bourdon wiersma* (Joko, dkk. 2012)

Kecepatan	Ketelitian	Konstansi	Nilai	WS	Golongan
-	-	-	-	15-20	-
0-9,6"	1	0-1,9	9	14	B
9,7-10,4"	2	2,0-2,6	8,5	13	CB
10,5-11,1"	3	2,7-3,2	8	12	CB
-	-	-	-	-	-
11,2-11,8"	4-5	3,3-3,8	7,5	11	C
11,9-12,6"	6-7	3,9-4,5	7	-	C
12,7-13,5"	8-9	4,6-5,4	6,5	10	C
13,6-14,6"	10-12	5,5-6,7	6	9	C
-	-	-	-	-	-
14,7-16,0"	13-16	6,8-8,6	5,5	8	R
16,1-17,8"	17-22	8,7-11,3	5	-	R
17,9-20,0"	23-31	11,4-15,0	4,5	7	R
20,1-22,6"	32-43	15,1-20,1	4	-	K
22,7-25,4"	44-58	20,2-25,9	3,5	6	K
25,5-up"	59-up	26,0-up	3	-	K
-	-	-	0-2	0-5	K

Keterangan

WS = *Weight Score*

B = Baik

CB = Cukup Baik

C = Cukup

R = Ragu-ragu

K = Kurang

2.4.4 Hasil Pengukuran *Bourdon Wiersma*

Hasil dari tiga tahapan tes Bourdon Wiersma tersebut dapat menunjukkan angka kumulatif satuan detik kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja, sehingga dapat terlihat perbandingan rasio antar jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata. Semakin kecil perbedaan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata, maka semakin konstan hasil kerja seseorang. Begitupun sebaliknya, semakin besar perbedaan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata, maka semakin tidak konstan hasil kerjanya. Ketika golongan kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja tersebut dapat diketahui, maka dapat diinterpretasikan sebelum kelelahan yang terjadi.

2.5 *Cardiovascular Load (CVL)*

Terdapat dua metode dalam penilaian beban kerja fisiologis yaitu secara langsung dan tidak langsung. Penilaian beban kerja fisik dengan *cardiovascular load (CVL)* merupakan contoh pengukuran tidak langsung dimana menggunakan denyut nadi sebagai medianya (Astuti et al., 2021). Metode tersebut dapat dituis dengan rumus:

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

Indikator perhitungan dalam menghitung denyut nadi dan mengestimasi indeks beban kerja fisik terdiri dari beberapa perhitungan diantaranya:

1. Denyut nadi istirahat adalah denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai atau dalam keadaan istirahat.
2. Denyut nadi kerja adalah denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi kerja adalah selisih antara jumlah denyut nadi dan denyut nadi istirahat.

Hasil pengukuran denyut nadi tersebut dinamakan denyut nadi kerja. Perhitungan nilai CVL atau kardiovaskular (*cardiovascular load* = % CVL) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Perhitungan denyut Nadi Maksimum didapatkan dengan cara:

1. Laki- laki -> Denyut Nadi Maksimum = 220 - umur
2. Perempuan -> Denyut Nadi Maksimum = 200 – umur

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi CVL

%CVL	Klasifikasi CVL
<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 melakukan aktivitas

Berdasarkan tabel klasifikasi CVL diatas, dapat diartikan bahwa jika nilai %CVL dibawah 30% artinya tidak terjadi kelelahan dan tidak perlu ada perbaikan, jika nilai %CVL 30-60% artinya perlu perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal, jika %CVL 60-80% artinya perlu perbaikan tapi waktu kerja pekerja harus dikurangi saat itu juga, jika %CVL 80-100% artinya perlu perbaikan segera mungkin walau cuma sementara, dan jika %CVL >100% artinya pekerja benar-benar tidak boleh lanjut bekerja.

2.6 *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan (Kuswardana, 2017).

2.7 Konsumsi Energi

Konsumsi energi (*energy consumption*) merupakan penyebab utama dan indikator dalam mengetahui tingkatan ringan atau beratnya suatu kerja fisik (Oktaviani et al., 2021). Energi dapat keluar karena dengan adanya proses metabolisme yang terjadi didalam tubuh tepatnya pada otot yang dibantu oleh cardiovascular dan juga oleh sistem pernapasan tubuh (Basri & Suseno, 2023). Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu dalam bentuk matematik sebagai berikut (Latar, 2009):

$$KE = E_t - E_i$$

Dimana :

KE = Konsumsi energi untuk suatu kegiatan tertentu (kkal/menit)

E_t = Pengeluaran energi pada saat kerja tertentu (kkal/menit)

E_i = Pengeluaran energi pada saat istirahat (kkal/menit)

Konsumsi *energy expenditure* adalah pengeluaran energi total individu yang berasal dari tiga komponen yaitu metabolisme basal, efek konsumsi makanan dan aktivitas fisik. Metabolisme basal adalah penggunaan energi pada saat istirahat. Metabolisme basal menyumbang 10 - 20% terhadap pengeluaran energy tubuh (Qamariyah & Nindya, 2018). Persamaan untuk menghitung *energy expenditure* sebagai berikut :

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

Dimana:

Y = *energy expenditure* (Kkal/menit)

X = kecepatan denyut jantung/menit

2.8 Perhitungan Waktu Kerja

Pengukuran Waktu kerja (Time Study) pada dasarnya merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang diperlukan oleh seorang operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang spesifik pada tingkat kecepatan kerja yang normal dalam lingkungan kerja yang terbaik pada saat itu. Tujuan pengukuran waktu kerja adalah untuk mendapatkan waktu standar yang harus dicapai pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu standar dapat digunakan untuk menentukan insentif, perencanaan pengalokasian jumlah tenaga kerja, menghitung output, penjadwalan produksi, dan sebagainya (Purbasari & Reginaldi, 2020).