

SKRIPSI

**ANALISIS KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA
WASTEWATER TREATMENT PLANTS PT. KIMA (PERSERO)**

Disusun dan diajukan oleh:

TRIYANA R. TAMBOROLANGI

D071181509



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

SKRIPSI

**ANALISIS KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA
WASTEWATER TREATMENT PLANTS PT. KIMA (PERSERO)**

Disusun dan diajukan oleh:

TRİYANA R. TAMBOROLANGI

D071181509



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA *WASTEWATER TREATMENT PLANTS*
Studi Kasus PT. KIMA (PERSERO)**

Disusun dan diajukan oleh

TRİYANA R. TAMBOROLANGI
D071181509

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembibing Utama

Pembibing Pendamping

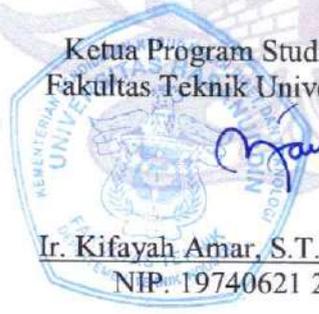


Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc., IPM.
NIP. 19750929 199903 1 002



Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., MSi., IPM
NIP. 19750507 200501 2 002

Ketua Program Studi, Teknik Industri
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Ir. Kifayah Amar, S.T., M.Sc., Ph.D, IPU
NIP. 19740621 200604 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Triyana R. Tamborolangi
NIM : D07118509
Program Studi : Teknik Industri
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

ANALISIS KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA *WASTEWATER TREATMENT PLANTS* PT. KIMA (PERSERO)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua Informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 2023

Yang Menyatakan Tanda Tangan,



Triyana R. Tamborolangi

ABSTRAK

TRİYANA R. TAMBOROLANGI. Analisis Kelelahan Kerja Pada Pekerja *Wastewater Treatment Plants* PT. KIMA (Persero) (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc., IPM dan Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., M.Si., IPM)

Kelelahan kerja salah satu sebab terjadinya kecelakaan kerja atau terganggunya kesehatan bagi pekerja. Pekerja *wastewater treatment plants* (WWTP) dapat mengalami kelelahan kerja mengakibatkan berbagai risiko yang mengancam keselamatan dan kesehatan kerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelelahan kerja secara subjektif dan objektif pada pekerja *wastewater treatment plants* dan mengukur rasa sakit pada otot pekerja. Populasi adalah pekerja WWTP yang berjumlah 8 orang. Pengolahan data menggunakan SPSS. Analisis data adalah univariat dengan menggunakan uji normalitas, uji t berpasangan dan uji korelasi *pearson*. Penyajian data dalam bentuk tabel disertai narasi. Hasil penelitian metode subjektif berdasarkan kuesioner *industrial fatigue research committee* menunjukkan bahwa terdapat 25% pekerja yang mengalami kelelahan RENDAH, 37,5% pekerja yang mengalami kelelahan SEDANG dan 37,5% pekerja yang mengalami kelelahan TINGGI sebanyak 37,5%. Hasil penelitian metode objektif berdasarkan analisis pengukuran kadar asam laktat terdapat 25% pekerja yang terindikasi tidak lelah dan 75% pekerja yang terindikasi lelah. Hasil analisis keluhan otot rangka akibat kerja menggunakan kuesioner *nordic body map* terdapat 25% pekerja yang mengalami tingkat risiko RENDAH, 50% pekerja yang mengalami tingkat risiko SEDANG dan 25% pekerja yang mengalami tingkat risiko TINGGI. Berdasarkan total skor tiap keluhan rata-rata rasa sakit paling besar dirasakan pada bagian pergelangan tangan kiri dan pergelangan tangan kanan serta lutut kiri dan lutut kanan.

Kata kunci: Kelelahan Kerja, Keluhan Gangguan Otot Akibat Kerja, Instalasi Pengolahan Air Limbah

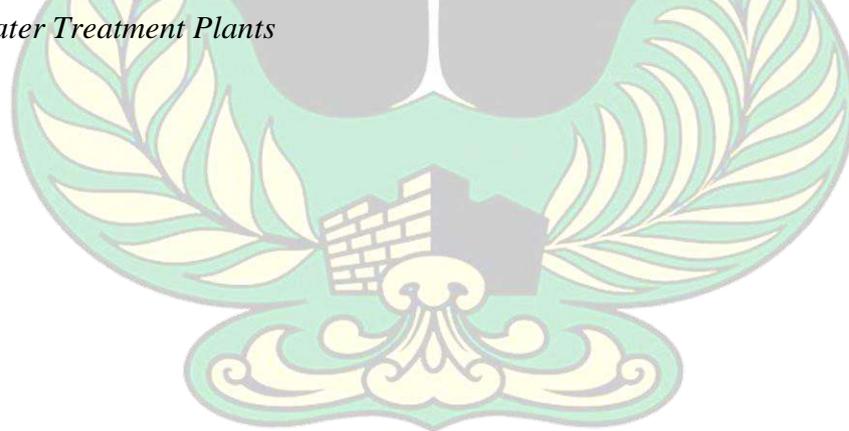


ABSTRACT

TRİYANA R. TAMBOROLANGI. *Analysis Of Work Fatigue in Wastewater Treatment Plants Workers PT. KIMA (Persero) (dibimbing oleh Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc., IPM dan Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., M.Si., IPM)*

Work fatigue is one of the causes of work accidents or health problems for workers. Wastewater Treatment Plants (WWTP) workers can experience work fatigue which results in various things that threaten occupational safety and health. This study aims to determine the completion of work subjectively and objectively in wastewater treatment plant workers and to measure pain in the muscles of workers. The population is WWTP workers totaling 8 people. Data processing using SPSS. Data analysis was univariate using the normality test, paired t test and Pearson's correlation test. Presentation of data in tabular form accompanied by narration. The results of the subjective method based on the industrial fatigue research committee questionnaire showed that 25% of workers experienced LOW fatigue, 37.5% of workers experienced MODERATE fatigue and 37.5% of workers experienced HIGH fatigue as much as 37.5%. The results of the objective method study based on measuring lactic acid levels showed that 25% of workers indicated they were not tired and 75% of workers indicated they were tired. The results of the analysis of skeletal muscle complaints due to work using the nordic body map questionnaire found that 25% of workers experienced LOW risk levels, 50% of workers experienced MEDIUM risk levels and 25% of workers experienced HIGH risk levels. Based on the total score for each complaint, the average pain was greatest felt in the left wrist and right wrist as well as the left knee and right knee.

Keyword: Work Fatigue, Risk of Level Occupational Muscle Disorder Complaints, Wastewater Treatment Plants



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan kasih, karunia dan kehendak-Nya sehingga Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kelelahan Kerja Pada Pekerja *Wastewater Treatment Plants* PT. KIMA (Persero)” dapat diselesaikan dengan baik. Selesaiannya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan doa dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini ingin disampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam pembuatan karya ini, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Ibu saya tercinta, Villa Rangga yang telah mendidik dan banyak memberikan kasih sayang, doa dan materi secara tulus sampai saat ini.
2. Kedua kakak saya, Tirsani Olivia dan Sisilia yang senantiasa memberikan kasih sayang dan memberikan banyak dukungan sampai saat ini.
3. Ibu Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc., Ph.D., IPU selaku Ketua Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanud bb din.
4. Bapak Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc., IPM selaku pembimbing I dan Ibu Ir. Retnari Dian Mudiastuti, ST., MSi., IPM selaku pembimbing II dalam menyusun tugas akhir ini, terima kasih telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya selama proses bimbingan dari awal hingga selesai.
5. Bapak Irwan Setiawan, ST., MT dan Ibu Ir. Megasari Kurnia, ST., MT selaku penguji yang telah memberikan masukan dan saran dalam perbaikan tugas akhir saya.
6. Seluruh dosen dan staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
7. Teman-teman FEAZ18LE yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat dari awal perkuliahan hingga saat ini.
8. Grup #dirumahaja yang senantiasa hadir memberikan dukungan dan doa dari maba hingga saat ini.
9. Sahabat SMA saya yaitu ABL yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

10. Teman-teman yaitu Ikram, Piya, Ifah, Fadilah yang selalu mendengarkan keluhan saya selama mengerjakan tugas akhir ini.
11. Sahabat SMP saya yaitu PRIXLE yang senantiasa memberikan semangat, dukungan dan doa.
12. Sahabat magang saya yaitu rara, selmi, salsa dan gaby yang memberikan dukungan dan doa selama mengerjakan tugas akhir ini.
13. Kanda Abdillah Ramadhan, ST yang senantiasa hadir menemani dan memberikan semangat, motivasi, tenaga dan waktu dengan tulus kepada saya selama proses mengerjakan tugas akhir ini.
14. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang tulus dengan ikhlas memberikhan doa dan motivasi sehingga dapat terselesaikan tugas akhir ini.
15. Terima kasih untuk diri sendiri karena tidak pernah memutuskan untuk menyerah sesulit apa pun proses penyusunan tugas akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati, saya menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, saya mengharapkan kritik dan saran dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini. Saya berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dengan baik kepada siapa pun.

Gowa, 25 Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kelelahan Kerja.....	5
2.2 Metode Pengukuran Kelelahan Kerja	16
2.2.1 IFRC (<i>Industrial Fatigue Research Committe</i>)	16
2.2.2 Pengukuran Asam Laktat	17
2.3 <i>Nordic Body Map</i> (NBM)	18
2.4 Uji Statistik Data	20
2.4.1 Uji Normalitas	20
2.4.2 Uji T Berpasangan.....	21
2.4.3 Uji Korelasi Pearson Product Moment	21

2.5	Penelitian Terdahulu	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		25
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2	Jenis Data	25
3.3	Metode Pengumpulan Data	25
3.4	Prosedur Pengambilan Data	26
3.5	Prosedur Penelitian	27
3.6	Diagram Alir Penelitian	28
3.7	Kerangka Pikir	29
BAB IV PENGOLAHAN DATA		30
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	30
4.2	Proses dan Aktivitas Kerja WWTP PT. KIMA	36
4.3	Data Karakteristik Subjek Penelitian	38
4.4	Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja	39
4.5	<i>Nordic Body Map</i>	42
4.6	Uji Asumsi Statistik	44
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		47
BAB VI PENUTUP		53
DAFTAR PUSTAKA		55
LAMPIRAN		58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kriteria Kelelahan	15
Tabel 2. 2 Klasifikasi Kelelahan Kerja	17
Tabel 2. 3 Klasifikasi Tingkat Risiko Individu	19
Tabel 2. 4 Interpretasi Nilai r	21
Tabel 4. 1 Proses Kerja dan Aktivitas Kerja WWTP	36
Tabel 4. 2 Karakteristik Subjek Penelitian	38
Tabel 4. 3 Aktivitas Kerja Tiap Subjek Penelitian	38
Tabel 4. 4 Pengukuran Tingkat Kelelahan Kerja Secara Subjektif	39
Tabel 4. 5 Klasifikasi Total Skor Kelelahan	39
Tabel 4. 6 Hasil Penelitian Kadar Asam Laktat	41
Tabel 4. 7 <i>Nordic Body Map</i>	42
Tabel 4. 8 Hasil Uji Normalitas Kuesioner IFRC	44
Tabel 4. 9 Hasil Uji Normalitas Kadar Asam Laktat	45
Tabel 4. 10 Hasil Uji T Berpasangan Sebelum dan Sesudah Bekerja	45
Tabel 4. 11 Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Lactat Device</i>	26
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	28
Gambar 3. 3 Kerangka Berpikir	29
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian	31
Gambar 4. 2 Tahapan Proses Unit Pengolahan Air Limbah WWTP PT. KIMA..	31
Gambar 4. 3 Intlet Unit Pengolahan Air Limbah WWTP PT. KIMA.	32
Gambar 4. 4 Pre-treatment Unit Pengolahan Air Limbah WWTP PT. KIMA.	33
Gambar 4. 5 Equalisin Basin Unit Pengolahan Air Lmbah WWTP PT. KIMA... 33	33
Gambar 4. 6 Oxidation Ditch Unit Pengelolaan Air Limbah WWTP PT. KIMA. 34	34
Gambar 4. 7 Sedimentation Tank Unit Pengelolaan Air Limbah WWTP PT. KIMA.	35
Gambar 4. 8 Drying Bed Unit Pengelolaan Air Limbah WWTP PT. KIMA.	35
Gambar 4. 9 Outlet Unit Pengelolaan Air Limbah WWTP PT. KIMA.	36
Gambar 4. 10 Aktivitas Kerja	37
Gambar 4. 11 Hasil Pengukuran Kelelahan Berdasarkan IFRC	40
Gambar 4. 12 Hasil Pengukuran Kelelahan Berdasarkan Kadar Asam Laktat.....	41
Gambar 4. 13 Distribusi Keluhan Otot Pekerja WWTP	42
Gambar 4. 14 Hasil Pengukuran Tingkat Risiko Keluhan Otot.....	43
Gambar 4. 15 Data Kadar Asam Laktat Sebelum & Setelah Kerja	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelelahan secara nyata dapat mempengaruhi kesehatan tenaga kerja dan dapat menurunkan produktivitas kerja. Kelelahan juga dapat mempengaruhi kesehatan seseorang dimana dapat terjadi peningkatan peluang untuk cedera dan mengurangi kinerja dan produktivitas di tempat kerja. Kelelahan kerja biasanya ditandai dengan terjadinya pelemahan pada tenaga kerja ketika melakukan suatu pekerjaan maupun aktivitas yang dapat menambah tingkat kesalahan saat mengerjakan suatu pekerjaan dan efek fatal yang dapat terjadi ialah kecelakaan kerja. Data dari *International Labour Organisation* (dalam Verawati 2016), menyebutkan sebanyak dua juta pekerja menjadi korban setiap tahun karena kecelakaan kerja akibat faktor kelelahan. Penelitian yang dilakukan *International Labour Organisation*, menjelaskan bahwa sebanyak 58.118 sampel dari 18.828 sampel (32,8%) di antaranya mengalami kelelahan dan berpengaruh pada produktivitas kerja. Selain itu juga terdapat hasil penelitian yang dilakukan oleh Kementerian Tenaga Kerja di Jepang terhadap 12.000 perusahaan yang melibatkan sekitar 16.000 pekerja di negara tersebut yang dipilih secara acak telah menunjukkan hasil bahwa ditemukan 65% pekerja mengeluhkan kelelahan fisik akibat kerja rutin, 28% mengeluhkan kelelahan mental dan sekitar 7% pekerja mengeluhkan stress berat dan merasa tersisihkan (Miranti dkk, 2008).

Kelelahan yang terjadi secara nyata dapat mempengaruhi keselamatan tenaga kerja dengan menambah tingkat kesalahan kerja sehingga akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri (Santoso, 2004). Faktor penyebab terjadinya kelelahan saat bekerja sangat bervariasi yang dipengaruhi oleh beban kerja, lingkungan kerja, *shift* kerja, *problem* fisik, dan kondisi kesehatan juga dapat dipengaruhi oleh faktor individu seperti

umur, status kesehatan, status gizi, pola makan, jenis kelamin dan kondisi psikologi. Risiko yang dapat ditimbulkan akibat kelelahan diantaranya penurunan motivasi kerja, performansi rendah, rendahnya kualitas kerja, banyak terjadi kesalahan dalam bekerja, rendahnya produktivitas kerja, menyebabkan stres kerja, penyakit akibat kerja, cedera, dan terjadi kecelakaan akibat kerja.

Penelitian ini dilakukan pada pekerja limbah di *Wastewater Treatment Plants* (WWTP) yang merupakan salah satu fasilitas yang ada di PT. Kawasan Industri Makassar (PT. KIMA) sebagai jalan keluar dari permasalahan limbah cair lebih dari 200 perusahaan di dalamnya. Dari hasil observasi secara langsung para pekerja masih menggunakan *manual material handling* dalam pengangkutan lumpur dan sampah. Seringkali para pekerja tidak memperhatikan postur kerja pada saat melakukan *maintanance* dan pengangkutan lumpur dan sampah. Oleh karena itu, penelitian melakukan penelitian ini untuk melihat kelelahan kerja dan tingkat risiko kerja yang dialami oleh pekerja WWTP PT. KIMA. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan pengukuran kelelahan kerja agar diketahui kondisi pekerja dalam melakukan pekerjaannya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur kelelahan kerja baik secara subjektif dengan pengisian kuesioner *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) maupun secara objektif dengan pengukuran kadar asam laktat dalam darah serta mengidentifikasi keluhan otot rangka yang dialami oleh pekerja WWTP PT. KIMA.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis melakukan penelitian sebagai tugas akhir dengan Judul “ANALISIS KELELAHAN KERJA PADA PEKERJA *WASTEWATER TREATMENT PLANTS* PT. KIMA (PERSERO)”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, adapun rumusan masalah yaitu :

- a. Bagaimana tingkat kelelahan kerja menggunakan metode IFRC dan kadar asam laktat pada pekerja WWTP?

- b. Bagaimana keluhan otot rangka menggunakan *nordic body map* pada pekerja WWTP?
- c. Bagaimana mengusulkan perbaikan yang dapat meminimalisir kelelahan kerja dan risiko gangguan otot rangka akibat kerja pada pekerja WWTP?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah dalam penelitian ini, maka diperoleh tujuan penelitian untuk :

- a. Mengukur tingkat kelelahan kerja menggunakan metode IFRC dan kadar asam laktat pada pekerja WWTP.
- b. Mengidentifikasi keluhan otot rangka menggunakan *nordic body map* pada pekerja WWTP.
- c. Mengusulkan perbaikan yang dapat meminimalisir kelelahan kerja dan risiko gangguan otot rangka akibat kerja pada pekerja WWTP.

1.4 Batasan Masalah

Masalah yang akan diteliti dan dibahas perlu dibatasi agar penelitian dapat lebih terarah. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah pengukuran kelelahan dan keluhan otot rangka dilakukan pada divisi Pengelolaan Lingkungan pada pekerja limbah di *Wastewater Treatment Plants* pada PT. KIMA.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut ;

- a. Bagi Perguruan Tinggi
Sebagai tambahan referensi, khususnya mengenai pengendalian kualitas pada sebuah perusahaan, yang dapat digunakan oleh pihak-pihak yang memerlukan. Selain itu, dapat pula membina kerja sama yang baik antara lingkungan akademik dengan lingkungan kerja.

b. Bagi Pekerja

Diharapkan dengan adanya penelitian ini, pekerja lebih peduli terhadap postur kerja dan kondisi fisik saat bekerja ataupun melakukan aktivitasnya sehari-hari yang dapat memicu terjadinya kelelahan.

c. Bagi Peneliti

Melalui penelitian ini peneliti dapat mengimplementasikan ilmu yang sudah dipelajari di perkuliahan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelelahan Kerja

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh untuk terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Pada susunan saraf pusat terdapat sistem aktivasi (bersifat simpatis) dan inhibisi (bersifat parasimpatis). Istilah kelelahan biasanya menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh. Kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu kelelahan otot dan kelelahan umum. Menurut Tarwaka (2014) kelelahan otot merupakan tremor pada otot/perasaan nyeri pada otot. Sedangkan menurut Budiono (2003) kelelahan merupakan kondisi melemahnya tenaga untuk melakukan suatu kegiatan yang biasa terjadi kepada semua orang dalam kehidupan sehari-hari dan disertai penurunan efisiensi dan kebutuhan dalam bekerja.

Kelelahan kerja adalah suatu pola yang timbul pada suatu keadaan yang secara umum terjadi pada pekerja, dimana pekerja tidak sanggup lagi untuk melakukan pekerjaan sehingga mengakibatkan terjadinya penurunan produktivitas kerja akibat faktor pekerjaan (Sedarmayanti, 2009). Sedangkan pendapat lain menyebutkan bahwa kelelahan kerja merupakan proses menurunnya efisiensi, *performance* kerja, dan berkurangnya kekuatan/ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan. Kelelahan kerja akan menambah tingkat kesalahan kerja dan menurunkan kinerja atau produktivitas. Jika kesalahan kerja meningkat, akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja dalam industri (Nurmianto, 2003).

Menurut Sedarmayanti (2011) kelelahan kerja terdiri dari dua jenis yang dibedakan dari faktor penyebabnya yaitu:

a. Faktor Fisiologis (fisik atau kimia)

Kelelahan fisiologis merupakan jenis kelelahan yang diakibatkan oleh berubahnya fisiologis dalam tubuh. Ada lima jenis mekanisme yang dikerjakan oleh tubuh seperti, sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem pernapasan, sistem syaraf, dan sistem otot. Kerja fisik apabila berkelanjutan dapat mempengaruhi mekanisme dalam tubuh.

b. Faktor Psikologis Kelelahan psikologis bisa dikategorikan sebagai kelelahan yang tidak nyata. Kelelahan psikologis merupakan kelelahan yang timbul pada perasaan seseorang dan dapat dilihat dari kelakuannya ataupun opininya yang sudah tidak konsisten, disertai jiwa yang labil karena terjadinya perubahan meskipun dalam keadaan lingkungan ataupun keadaan tubuh itu sendiri. Kelelahan Psikologis dapat menyebabkan minat seseorang dalam bekerja menjadi berkurang, timbulnya berbagai penyakit, berkurangnya rasa pertanggungjawaban. Pengaruh tersebut seperti berkumpul di dalam tubuh dan dapat memunculkan rasa lelah.

Pengaruh-pengaruh tersebut terakumulasi di dalam tubuh manusia dan menimbulkan perasaan lelah yang dapat menyebabkan seseorang berhenti bekerja (beraktivitas). Kelelahan dapat diatasi dengan beristirahat untuk menyegarkan tubuh. Apabila kelelahan tidak segera diatasi dan pekerja dipaksa untuk terus bekerja, maka kelelahan akan semakin parah.

a. Proses terjadinya kelelahan kerja

Menurut Budiono (2003), kelelahan terbagi menjadi dua, yaitu :

1) Proses dalam otot

Proses dalam otot (*muscular fatigue*) fenomena berkurangnya kinerja otot setelah terjadinya tekanan melalui fisik untuk suatu waktu disebut kelelahan otot secara fisiologis, dan gejala yang ditunjukkan tidak hanya berupa berkurangnya tekanan fisik, namun juga pada makin rendahnya gerakan.

2) Kelelahan umum (*general fatigue*) gejala utama kelelahan umum adalah suatu perasaan letih yang luar biasa. Semua aktivitas menjadi terganggu dan terhambat karena munculnya gejala kelelahan tersebut.

Tidak adanya gairah untuk bekerja baik secara fisik maupun psikis, segalanya terasa berat dan merasa ngantuk.

b. Waktu terjadinya kelelahan

Menurut Budiono (2013), kelelahan terbagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Kelelahan akut terutama disebabkan oleh kerja seluruh tubuh secara berlebihan.
- 2) Kelelahan kronis, yaitu sebagai akibat terjadinya akumulasi efek kelelahan pada jangka waktu panjang.

c. Akibat Kelelahan Kerja

Konsekuensi kelelahan kerja menurut Randalf Schuler (1999) antara lain:

- 1) Pekerja yang mengalami kelelahan kerja akan berprestasi lebih buruk lagi dari pekerja yang masih penuh semangat.
- 2) Memburuknya hubungan antar pekerja yang satu dengan pekerja yang lainnya.
- 3) Dapat mendorong terciptanya tingkah laku yang menyebabkan menurunnya kualitas hidup rumah tangga seseorang.

Menurut Grandjean (1998) gambaran mengenai gejala kelelahan (*fatigue symptoms*) secara subjektif dan objektif antara lain :

1. Perasaan lesu, mengantuk, dan pusing.
2. Tidak atau kurang konsentrasi.
3. Berkurangnya tingkat kewaspadaan.
4. Persepsi yang buruk dan lambat.
5. Tidak ada atau berkurangnya gairah untuk bekerja.
6. Menurunnya kinerja jasmani dan rohani.

Adapun tanda-tanda atau perasaan yang erat kaitannya dengan kelelahan berdasarkan dari pendapat Suma'mur (2013) yaitu:

1. Rasa berat yang dirasakan dikepala
2. Seluruh badan tersa lelah
3. Kaki terasa berat
4. Konstan menguap
5. Kacaunya pikiran
6. Timbulnya rasa kantuk

7. Rasa berat yang dirasakan pada mata
8. Canggung dan kaku ketika bergerak
9. Ketika berdiri kehilangan keseimbangan
10. Ingin terlentang
11. Susah untuk berfikir
12. Malas untuk berbicara
13. Merasa gugup
14. Konsentrasi hilang
15. Tidak bisa memfokuskan perhatian pada sesuatu
16. Mudah lupa
17. Percaya diri menurun
18. Mudah untuk cemas
19. Sikap susah untuk dikontrol
20. Ketika melakukan pekerjaan tidak bisa menekuninya
21. Sakit di bagian kepala
22. Kaku di bagian bahu
23. Nyeri di bagian punggung
24. Pernapasan terasa seperti tertekan
25. Mudah haus
26. Suara menjadi serak
27. Terasa pening
28. Kelopak mata menjadi kaku
29. Anggota badan merasakan tremor
30. Merasa kurang sehat

Tanda perasaan atau gejala kelelahan dari nomor 1-10 menunjukkan melemahnya kegiatan, sedangkan gejala perasaan atau tanda kelelahan dari nomor 11-20 menunjukkan melemahnya motivasi dan gejala perasaan atau tanda kelelahan dari nomor 21-30 adalah gambaran dari kelelahan fisik yang merupakan akibat dari kondisi umum yang melelahkan. Menurut Nurmianto (2008) gejala umum dari kelelahan adalah timbulnya perasaan letih yang sangat berat. Terganggunya aktivitas yang sedang dikerjakan karena gejala kelelahan yang muncul. Kurang bergairah untuk melakukan aktivitas baik

secara fisik ataupun psikis, semua hal yang dilakukan terasa sulit dan mudah mengantuk. Umumnya, gejala kelelahan diawali dengan yang paling mudah sampai dengan perasaan yang sangat memelahkan. Kelelahan subjektif lebih sering dialami ketika jam kerja berakhir.

Beberapa dampak di sebabkan oleh kelelahan pada pekerja yang mengalaminya seperti, menurunnya motivasi dalam bekerja, penurunan kesiagaan, penurunan perhatian, memperlambat serta menghambat persepsi, sulit dan lambat dalam berpikir, konsentrasi dan akurasi yang menurun, rendahnya kinerja kerja, rendahnya kualitas kerja, serta kecepatan reaksi yang menurun. Hal ini bisa berpotensi mengakibatkan terjadi banyak kesalahan, efek buruk bahkan pekerja bisa menderita cedera, kecelakaan kerja, stres kerja, penyakit akibat pekerjaan, sehingga dapat mengurangi produktivitas. Menurunnya efektivitas bekerja, produktivitas kerja dan keselamatan pekerja secara umum adalah efek buruk dari kelelahan, maka dari itu kelelahan ya ada pada tempat pekerjaan tidak bisa diremehkan dikarenakan pengaruhnya besar (Sedarmayanti, 2009).

Menurut Wignjosoebroto (2003) pemberian istirahat yang cukup merupakan hal yang dibutuhkan dalam mengembalikan kebugaran seseorang agar kesegaran fisiknya kembali pulih yaitu 15% dari total waktu kerja. Akan tetapi waktu istirahat yang dibutuhkan setiap orang tidaklah sama. Waktu istirahat yang dibutuhkan tergantung pada tipe pekerjaan seseorang. Apabila pekerjaannya merupakan pekerjaan fisik yang berat (kerja berat/kasar), maka presentasi waktu istirahat yang dibutuhkan ialah 30%.

Menurut Sedarmayanti (2011) kelelahan dapat diminimalisir dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut :

1. Jam kerja yang diatur agar sesuai
2. Melakukan istirahat yang tepat setiap ada kesempatan
3. Adanya fasilitas yang disediakan untuk beristirahat
4. Waktu libur yang diberikan dimanfaatkan dengan baik dan melakukan rekreasi
5. Penerapan sistem kerja yang ergonomi saat menyiapkan alat-alat untuk pengawasan

6. Kesesuaian terhadap organisasi maupun hubungan kerja
7. Faktor lingkungan lebih diperhatikan agar tercipta kondisi lingkungan kerja yang tidak membosankan, seperti kebisingan, suhu ruangan, sirkulasi udara, dan pencahayaan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan kerja, sebagai berikut:

1. Faktor internal

- a. Usia

Suma'mur (2013) menyatakan bahwa seseorang dengan usia muda mampu untuk mengerjakan pekerjaan yang berat dan tenaga kerja yang lanjut usia, kemampuan fisiknya untuk mengerjakan pekerjaan yang berat akan berkurang. Tenaga kerja yang lanjut usia lebih cepat merasa lelah dan pergerakan pun menjadi kurang leluasa saat mengerjakan pekerjaannya sehingga terjadi penurunan kinerja. Pernyataan ini diperkuat oleh WHO dan ILO yang dikutip dalam Tarwaka (2012) yang menyatakan bahwa faktor usia dapat mempengaruhi kemampuan, kondisi serta kapasitas tubuh saat mengerjakan suatu kegiatan. Seiring bertambahnya usia, maka produktivitas menurun atau berkurang. Kapasitas kerja seperti kapasitas fungsional, kapasitas mental dan sosial akan mengalami penurunan ketika seseorang memasuki usia 45 tahun dan ketika seseorang memasuki usia 50 tahun keatas, akan benar-benar menurun.

- b. Jenis kelamin

Dari hasil penelitian Sartono dkk (2013) pekerja usia 35 tahun keatas (89,7%) lebih banyak mengalami kelelahan dibandingkan pekerja usia 35 tahun kebawah (51,4%). Uji statistik menyatakan adanya hubungan usia dengan kelelahan kerja ($p = 0,000$). Pekerja usia 35 tahun keatas mengalami 2,379 kali kelelahan kerja dibandingkan dengan pekerja usia 35 tahun kebawah.

- c. Penyakit

Kesehatan seseorang mempengaruhi kelelahan kerja yang dapat berdasarkan riwayat penyakit yang dialami. Penyakit yang

mempengaruhi kelelahan ialah penyakit jantung, gangguan ginjal, asma, hipotensi, dan hipertensi.

d. Keadaan psikis pekerja

Salah satu penyebab reaksi psikologis suatu pekerjaan yang monoton dimana pekerjaan berkaitan dengan hal yang sama, waktu dan periode tertentu, dengan waktu yang lama dan umumnya terdapat pada produksi yang besar. Tenaga kerja yang memiliki masalah dengan psikologis, sangatlah rentan untuk mengalami kelelahan kronis (Budiono, 2003).

e. Status gizi

Status gizi erat kaitannya dengan produktivitas dan efisiensi kerja. Agar pekerjaan dapat terlaksana, maka tubuh harus mendapatkan energi yang cukup. Apabila tubuh kekurangan energi maka berpengaruh pada kapasitas kerja.

2. Faktor eksternal

a. Beban kerja

Kemampuan kerja dari seseorang tidaklah sama dengan tenaga kerja yang lainnya. Kemampuan kerja dari tenaga kerja berkaitan dengan keterampilan, kebugaran tubuh, status gizi, jenis kelamin, umur, dan proporsi tubuh dari tenaga kerja (Suma'mur, 2013). Beban kerja ialah suatu perbedaan antara kemampuan dengan tuntutan pekerjaan yang dilalui. Menurut Tarwaka (2012) apabila beban kerja semakin berat maka melebihi kapasitas kerja yang mengakibatkan penurunan efisiensi dan produktivitas kerja yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada tenaga kerja. Beban kerja fisik yang dikategorikan dengan beban yang berat dapat menyebabkan meningkatnya beban kardiovaskuler sehingga kelelahan akan cepat muncul.

b. Masa kerja

Masa kerja merupakan kurun waktu atau lamanya tenaga kerja bekerja di suatu tempat. Masa kerja adalah waktu yang dihitung berdasarkan tahun pertama bekerja hingga saat penelitian dilakukan dihitung dalam tahun. Semakin lama masa kerja seseorang maka semakin tinggi juga tingkat kelelahan, karena semakin lama bekerja menimbulkan perasaan jenuh

akibat kerja monoton akan berpengaruh terhadap tingkat kelelahan yang dialami (Setyawati, 2010). Kelelahan yang disebabkan oleh karena kerja statis berbeda dengan kerja dinamis. Tarwaka menjelaskan pada kerja otot statis dengan pengerahan tenaga 50% dari kekuatan maksimum otot hanya dapat bekerja selama 1 menit sedangkan pada pengerahan tenaga hanya dapat bekerja selama 1 menit sedangkan pada pengerahan tenaga <20% kerja fisik dapat berlangsung cukup lama (Tarwaka, 2004). Kelelahan harus dibedakan dengan kejenuhan merupakan salah satu faktor penyebab kelelahan, jemu adalah keadaan dimana terdapat 5 (lima) faktor penyebab kelelahan:

- 1) Keadaan monoton
- 2) Beban kerja dalam pekerjaan baik fisik maupun mental
- 3) Keadaan lingkungan kerja seperti cuaca kerja, penerangan dan bising
- 4) Keadaan kejiwaan seperti tanggung jawab, kekhawatiran/konflik
- 5) Penyakit perasaan sakit dan keadaan gizi

Kehilangan cairan dalam tubuh dapat menimbulkan dan mengakibatkan kelelahan. Berikut ini adalah persentase kehilangan cairan dalam tubuh.

- 1) Kekurangan air tubuh 1% mulai menimbulkan rasa haus dan gangguan mood.
- 2) Kekurangan air tubuh 2-3% meningkatkan suhu tubuh, rasa haus dan gangguan stamina.
- 3) Kekurangan air tubuh 4% dapat menurunkan kemampuan fisik 25%.
- 4) Pingsan bila kadar air tubuh berkurang sampai 7%.

- c. Lingkungan kerja menurut Komarudin (1983), adalah kehidupan sosial, psikologi, dan fisik dalam perusahaan yang berpengaruh terhadap pekerja dalam melaksanakan tugasnya. Kehidupan manusia tidak terlepas dari berbagai keadaan lingkungan sekitarnya, antara manusia dan lingkungan terdapat hubungan yang sangat erat. Dalam hal ini, manusia akan selalu berusaha untuk beradaptasi dengan berbagai keadaan lingkungan sekitarnya. Demikian pula halnya ketika melakukan pekerjaan, karyawan sebagai manusia tidak dapat dipisahkan dari berbagai keadaan disekitar tempat mereka bekerja, yaitu lingkungan

kerja. Selama melakukan pekerjaan, setiap karyawan akan berinteraksi dengan berbagai kondisi yang terdapat dalam lingkungan kerja. Selama melakukan pekerjaan, setiap karyawan akan berinteraksi dengan berbagai kondisi yang terdapat dalam lingkungan kerja.

1) Lingkungan Fisik

Lingkungan Fisik merupakan jenis lingkungan yang berhubungan dengan kondisi fisik lingkungan kerja yaitu tingkat pencahayaan, suhu dan kelembaban. Lingkungan fisik dapat mempengaruhi kinerja manusia. Apabila lingkungan fisik baik dapat membuat pekerja nyaman dan aman, sebaliknya lingkungan fisik buruk dapat menyebabkan konsentrasi, kemampuan, dan efektivitas pekerja menurun. Hal tersebut merupakan tanda-tanda kelelahan.

2) Lingkungan Sosial

Lingkungan sosial yang dimaksud berkenaan dengan keyakinan nilai-nilai, sikap, pandangan, pola atau gaya hidup di lingkungan sekitar serta interaksi antara orang-orang yang bekerja dalam suatu perusahaan baik itu interaksi antara atasan dengan bawahan maupun dengan rekan kerja.

3) Lingkungan Psikologis

Kehidupan psikologis adalah interaksi perilaku-perilaku karyawan dalam suatu perusahaan dimana mereka bekerja. Setiap orang dalam suatu perusahaan membawa suatu harapan akan pemenuhan kebutuhan dan keinginan. Adanya kebutuhan dan keinginan itu mendorong mereka berperilaku untuk memuaskan kebutuhan dan keinginannya.

d. Jenis Pekerjaan

Jenis pekerjaan menuntut ketrampilan kerja yang meliputi pengetahuan tentang tata cara kerja dan prakteknya, serta pengenalan aspek-aspek pekerjaan secara terperinci sampai hal-hal kecil termasuk keselamatannya. Seorang tenaga kerja memiliki kemampuan tersendiri dalam hubungannya dengan fisik, mental atau sosial. Penempatan yang

tepat pada tenaga kerja meliputi kecocokan pengalaman, ketrampilan, motivasi dan kepastian kerja.

e. Waktu kerja

Kesehatan, efektivitas, efisiensi, serta produktivitas kerja dapat ditentukan berdasarkan waktu kerja. Hal yang paling terpenting dalam waktu kerja ialah lamanya seorang pekerja melakukan pekerjaan dengan baik, adanya keterkaitan antara waktu kerja dengan istirahat, dan waktu kerja sehari berdasarkan periode waktu pagi, siang, sore dan malam hari. Semakin lama waktu kerja, maka kecelekaan kerja semakin besar untuk terjadi (Suma'mur, 2013).

Menurut Tarwaka (2013) pengukuran atau penilaian terjadinya kelelahan kerja dapat dilakukan dengan berbagai cara antara lain yaitu:

1. Perasaan Kelelahan Secara Subjektif

Saat ini telah ada alat untuk mengukur kelelahan dengan menggabungkan beberapa indikator untuk menginterpretasikan hasil yang dapat dipercaya. Mengutamakan perasaan subjektif terhadap kelelahan perlu diperhatikan (Kroemer & Grandjean, 1997). Kuesioner khusus digunakan untuk menilai perasaan kelelahan secara subyektif. *Subjective Self Rating Test* (SSRT) dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) Jepang, merupakan salah satu kuesioner yang dibuat pada tahun 1967, berisi gejala kelelahan umum yang dapat untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif. Kuesioner ini berisi 30 pertanyaan sebagai indikator yang terdiri dari 10 pertanyaan sebagai indikator tentang pelemahan kegiatan, 10 pertanyaan sebagai indikator tentang pelemahan motivasi, dan 10 pertanyaan sebagai indikator tentang gambaran kelelahan fisik.

2. Mengukur Frekuensi Subjektif Kelipan Mata (*Flicker Fusion Eyes Test*)

Dalam kondisi yang lelah, kemampuan tenaga kerja untuk melihat kelipan akan berkurang. Semakin lelah akan semakin panjang waktu yang diperlukan untuk jarak antara dua kelipan. Metode ini, disamping untuk mengukur kelelahan juga menunjukkan keadaan kewaspadaan tenaga kerja.

3. Pengujian Psikomotorik

Pengujian psikomotorik mengukur fungsi-fungsi yang melibatkan persepsi, interpretasi, dan reaksi motorik. Uji yang sering digunakan adalah pengukuran waktu reaksi (*Reaction Timer Test*). *Reaction time* adalah jangka waktu dari adanya pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu kesadaran atau dilaksanakan gerakan/kegiatan. Dalam uji *Reaction Timer* dapat digunakan rangsangan berupa nyala lampu yang kemudian pekerja akan meresponnya, sehingga dapat dihitung waktu yang dibutuhkan pekerja untuk merespon rangsangan tersebut. Pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya perlambatan pada proses faal syaraf dan otot. Pengukuran waktu reaksi dilakukan sebanyak 5 kali, setiap hasil pengukuran dijumlahkan, kemudian diambil nilai rata-ratanya. Eksperimen menggunakan uji *Reaction Timer* sangat penting dan menarik. Hal tersebut dikarenakan hasil yang didapatkan dari pengukuran ini tidak hanya sekedar mengetahui perbedaan kecepatan persepsi individu, akan tetapi juga mampu mendapatkan informasi mengenai kegunaan fungsi sistem syaraf yaitu atensi, kemampuan proses persepsi, dan proses kecepatan reaksi. Hasil pengukuran dengan *Reaction Timer* akan dibandingkan dengan standar pengukuran kelelahan yaitu:

Tabel 2. 1 Kriteria Kelelahan

Kriteria	Waktu Reaksi
Normal	150,0-240,0 mili detik
Kelelahan Kerja Ringan	$240,0 < x < 410,0$ mili detik
Kelelahan Kerja Sedang	$410,0 \leq x < 580,0$ mili detik
Kelelahan Kerja Berat	$\geq 580,0$ mili detik

Keterangan x adalah hasil pengukuran dengan *Reaction Timer*

Sumber: (Nawangsari, 2009)

4. Pengujian Mental

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 konsentrasi. Hasil test akan menunjukkan bahwa semakin lelah seseorang maka tingkat kecepatan, ketelitian, dan konsentrasi akan semakin rendah. Namun demikian *Bourdon*

Wiersma Test lebih tepat untuk mengukur kelelahan akibat aktivitas atau pekerjaan yang lebih bersifat mental.

2.2 Metode Pengukuran Kelelahan Kerja

2.2.1 IFRC (*Industrial Fatigue Research Committe*)

IFRC (*Industrial Fatigue Research Committe*) adalah sebuah metode yang di gunakan dalam mengukur kelelahan bekerja yang dialami oleh seseorang dalam menjalankan aktivitas kerjanya. Tingkat kelelahan yang diukur oleh peneliti terdahulu hanya berupa indikator yang memperlihatkan terjadinya kelelahan yang diakibatkan karena bekerja (Tarwaka, 2013). Pada tahun 1967 kuesioner ini dibuat dengan berisikan mengenai gejala atau kondisi lelah yang pada umumnya bisa diukur pada tingkat kelelahan subjektif yang terkhusus dipergunakan dalam menilai perasaan lelah dengan subjektif. Metode IFRC (*Industrial Fatigue Research Committe*) berisi 30 jenis perasaan kelelahan yang dirasakan, yakni sebuah alat pengukuran tingkat kelelahan subjektif.

Kuesioner ini kemudian dikembangkan dimana jawaban-jawaban kuesioner diskoring sesuai empat skala *Likert* (Susetyo, 2008). Apabila menggunakan penilaian dengan skala *Likert*, maka setiap skor atau nilai haruslah memiliki definisi operasional yang jelas dan mudah dipahami oleh responden. Jawaban untuk kuesioner IFRC tersebut terbagi menjadi 4 kategori jawaban dimana masing-masing jawaban tersebut diberi skor atau nilai sebagai berikut (Tarwaka, 2013):

- a. Skor 4 = Sangat Sering (SS) merasakan kelelahan
- b. Skor 3 = Sering (S) merasakan kelelahan
- c. Skor 2 = Kadang-kadang (K) merasakan kelelahan
- d. Skor 1 = Tidak Pernah (TP) merasakan kelelahan.

Setelah selesai melakukan wawancara dan pengisian kuesioner, maka langkah berikutnya adalah menghitung jumlah skor pada masing-masing kolom (1, 2, 3 dan 4) dari 30 pertanyaan tersebut dan akan dijumlahkan, total nilai yang didapat akan menggambarkan kategori kelelahan dari tiap responden.

Apabila tingkat kelelahan yang dirasakan semakin besar, maka akan muncul frekuensi gejala kelelahan tinggi. Kuesioner IFRC ini memiliki sifat yang subjektif dimana berdasarkan apa yang dirasakan untuk memastikan kelelahan yang dirasakan pekerja pada saat proses bekerja. Berikut klasifikasi kelelahan kerja berdasarkan IFRC.

Tabel 2. 2 Klasifikasi Kelelahan Kerja

Tingkat Kelelahan	Total Skor Individu	Klasifikasi Kelelahan	Tindakan Perbaikan
1	30-52	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	53-75	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
3	76-98	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	99-120	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber: (Tarwaka, 2013)

2.2.2 Pengukuran Asam Laktat

Menurut Setyawati dalam Maharja (2015), bahwa kelelahan kerja terjadi akibat penumpukan asam laktat. Pada saat bekerja tubuh membutuhkan energi. Energi tersebut diperoleh dari hasil pemecahan glikogen. Selain energi, asam laktat merupakan salah satu hasil dari pemecahan glikogen. Saat otot berkontraksi, maka akan terjadi penumpukan asam laktat. Asam laktat ini menghambat kerja otot dan menyebabkan rasa lelah.

Weihrer (1991) menjelaskan bahwa asam laktat adalah biomolekul tiga karbon dengan gugus karboksil dan gugus hidroksil. Asam laktat merupakan asam yang cukup kuat. Farenia dkk (2010) memaparkan bahwa asam laktat adalah produk akhir dari proses *glikolisis anaerob* yang dihasilkan oleh sel darah merah dan sel otot yang aktif. Dalam keadaan istirahat, asam laktat dihasilkan oleh sel darah merah, sel darah putih, otak, sel otot, sel hepar, mukosa usus, dan kulit. Saltin and Edstrom (1981) mengemukakan bahwa akumulasi asam laktat dalam otot akan menurunkan kemampuan otot untuk bekerja. Janssen (1987) juga mengemukakan bahwa selain dapat menyebabkan asidosis pada sel otot dan terganggunya koordinasi otot, peningkatan kadar asam laktat yang cukup tinggi juga dapat meningkatkan risiko cedera serta mengganggu sistem fosfokreatin dan

oksidasi asam lemak. Selain itu, penumpukan asam laktat pada tendon otot seringkali mengakibatkan rasa pegal atau nyeri setelah melakukan pekerjaan.

Ningrum (2012) menyatakan bahwa kelelahan timbul karena penumpukan asam laktat dalam jaringan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan tubuh menetralkan tumpukan asam laktat tersebut tidak sebanding dengan kecepatan asam laktat yang terbentuk akibat beratnya aktivitas yang dilakukan. Tingkat kinerja individu (durasi kerja dan usaha untuk melakukan pekerjaan) menentukan tingkat kenaikan asam laktat. Ahmaidi (1996) menyebutkan bahwa besarnya kadar asam laktat dalam darah sebanding dengan kadar asam laktat dalam otot seseorang. Kadar asam laktat darah yang melebihi ambang batas (lebih besar dari 2 mmol/l) mengindikasikan terjadinya kelelahan. Peningkatan kadar laktat lebih dari 2 mmol/l mengindikasikan telah terjadi hipoksia jaringan, sedangkan peningkatan laktat lebih dari 4 mmol/l dan tidak turun setelah resusitasi mengindikasikan telah terjadi kerusakan organ (Irmaya, 2018).

2.3 Nordic Body Map (NBM)

Nordic Body Map (NBM) berupa kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan atau kesakitan pada tubuh, responden yang mengisi kuesioner diminta untuk memberikan tanda ada tidaknya gangguan pada bagian area tubuh tersebut. NBM ditujukan untuk mengetahui lebih detail bagian tubuh yang mengalami gangguan atau rasa sakit saat bekerja (Restuputri, 2017). Melalui NBM dapat dilakukan identifikasi dengan memberikan penilaian terhadap keluhan rasa sakit yang dialami. Kuesioner *Nordic Body Map* adalah kuesioner yang paling sering digunakan untuk mengetahui ketidaknyamanan pada para pekerja karena sudah terstandarisasi dan tersusun rapih. Berikut klasifikasi tingkat risiko individu berdasarkan kuesioner NBM:

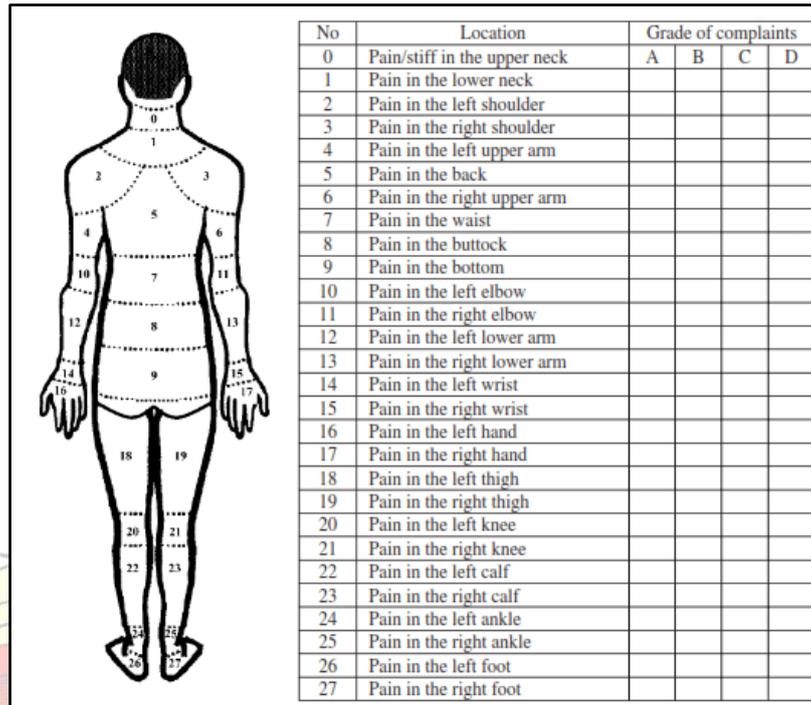
Tabel 2. 3 Klasifikasi Tingkat Risiko Individu

Skala <i>Likert</i>	Total Skor Individu	Tingkat Risiko	Tindakan Perbaikan
1	28-49	Rendah	Belum diperlukan adanya tindakan perbaikan
2	50-70	Sedang	Mungkin diperlukan tindakan dikemudian hari
3	71-90	Tinggi	Diperlukan tindakan segera
4	92-122	Sangat Tinggi	Diperlukan tindakan menyeluruh sesegera mungkin

Sumber: (Tarwaka, 2014)

Nordic Body Map memiliki tujuan guna memahami keluhan otot rangka yang dialami pekerja. Keluhan otot rangka tersebut akan diketahui dengan menggunakan kuesioner yang berupa beberapa jenis keluhan otot rangka pada peta tubuh manusia. Kuesioner *Nordic Body Map* mengandung 27 pernyataan agar bisa mengidentifikasi bagian-bagian tubuh mana yang merasakan keluhan nyeri. Masing-masing pernyataan terdiri dari 4 pilihan jawaban yakni tidak sakit (TS), agak sakit (AS), sakit (S) dan sangat sakit (SS) dimana skor tiap pilihan yaitu 1,2,3 dan 4. Skor dari keseluruhan pertanyaan ditotalkan selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan skor yang diperoleh (Restuputri, 2017).

Berikut adalah contoh rekapitulasi kuesioner *Nordic Body Map* berdasarkan pengelompokan jenis keluhan yang dapat dilihat pada



Gambar 2. 1 Nordic Body Map

Sumber: (Zadry dkk., 2017)

2.4 Uji Statistik Data

2.4.1 Uji Normalitas

Menurut Azka Madihah (dalam Ginting & Silitonga, 2019), tujuan uji normalitas untuk mengetahui distribusi data normal atau tidak normal. Data yang berdistribusi normal akan memperkecil kemungkinan terjadinya bias. Metode yang digunakan adalah metode *Shapiro-Wilk* yaitu dengan persyaratan jika nilai signifikan lebih besar dari $\alpha = 0.05$ maka data tersebut normal.

Uji normalitas adalah suatu pengujian yang digunakan untuk menguji apakah data berdistribusi normal atau tidak dengan ketentuan sebagai berikut:

- Jika signifikansi atau nilai probabilitas $< 0,05$ maka distribusi datanya adalah tidak normal.
- Jika signifikansi atau nilai probabilitas $> 0,05$ maka distribusi datanya adalah normal.

2.4.2 Uji T Berpasangan

Uji T berpasangan atau *Paired sample t-test* adalah pengujian dua sampel yang berpasangan dengan subjek yang sama namun mengalami perlakuan berbeda, apakah mempunyai rata-rata yang secara nyata berbeda atau tidak. Uji T Berpasangan (*paired* sampel) adalah sebuah sampel dengan subjek yang sama namun mengalami dua perlakuan atau pengukuran yang berbeda. Uji data berpasangan ini dilakukan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang sesungguhnya atau signifikan antara pasangan data yang diambil dari satu sampel atau dua sampel yang saling terkait. Dasar pengambilan keputusan untuk menerima atau menolak H_0 pada uji ini adalah sebagai berikut.

- a. Jika nilai Sig. (2-tailed) $< 0,05$, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar asam laktat pada data sebelum dan setelah bekerja.
- b. Jika nilai Sig. (2-tailed) $> 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar asam laktat pada data sebelum dan setelah bekerja.

2.4.3 Uji Korelasi *Pearson Product Moment*

Teknik korelasi ini digunakan untuk mencari hubungan dua variabel dengan data kedua variabel berskala interval atau rasio. Koefisien korelasi mempunyai nilai $-1 < r < 1$. Koefisien r melambangkan estimasi untuk sampel, sedangkan koefisien ρ mewakili korelasi populasi. Koefisien korelasi menunjukkan besar dan arah dari hubungan. Besar kekuatan hubungan dinyatakan dengan angka, sedangkan arah hubungan dinyatakan dengan dalam bentuk positif (+) atau negatif (-) (Tifrizi dkk., 2021). Berikut tabel klasifikasi nilai koefisien korelasi *r pearson*:

Tabel 2. 4 Interpretasi Nilai r

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00-0,199	Sangat rendah
0,2-0,399	Rendah
0,4-0,599	Cukup kuat
0,6-0,799	Kuat
0,8-1	Sangat kuat

Sumber: (Tifrizi dkk., 2021)

2.5 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan tugas akhir ini:

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1	Ani Umyati, Ekana Kusumaningrum, Wahyu Susihono, Akbar Gunawan (2020)	Pengukuran Tingkat Kelelahan Kerja Karyawan pada Departemen Operation Director PT. XYZ	Metode IRFC	Bagian Divisi <i>Logistic Manager</i> mengalami tingkat kelelahan yang paling tinggi dibandingkan dengan bagian yang terdapat di Departemen <i>Operation Manager</i> .
2	Irma Hidayah (2018)	Peningkatan Kadar Asam Laktat Dalam Darah Sesudah Bekerja	Perhitungan kelelahan dengan asam laktat	Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar asam laktat dalam darah responden sebelum dan sesudah bekerja yaitu 0,263 mmol/l dan 0,883 mmol/l. Uji statistik <i>Wilcoxon Signed Ranks Test</i> yang dilakukan menunjukkan perolehan Sig. (2-tailed) = 0,001. Kesimpulan dalam penelitian ini adalah terdapat peningkatan kadar asam laktat dalam darah sesudah bekerja
3	Ilham Kurniawan, Ganda Sirait (2021)	Analisis Kelelahan Kerja di PT. ABC	Metode IRFC dan NASA TLX	Aktivitas yang dilakukan dalam bekerja seperti mengemas, mengangkat, menarik, dan mendorong, serta kondisi lingkungan kerja yang kurang kondusif. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa kelelahan kerja yang dialami oleh pekerja <i>packing</i> dapat dikategorikan berdasarkan perhitungan nilai rata-rata skor yang diperoleh. Penelitian ini dapat dikategorikan kelelahan kerja yang dialami oleh pekerja <i>packing</i> dikatakan tinggi diantara 45 sampai 67, hal tersebut dapat diketahui dari nilai rata rata 18 responden sebesar 47,17.
4	Putri Ekawati Ariyantono (2021)	Analisa Faktor Ergonomi dengan Metode Nordic Body Map untuk Pekerja di Industri Tahu CV. Budi Sari Jaya Sidoarjo	Metode <i>Nordic Body Map</i>	Populasi dalam penelitan ini adalah sebanyak 10 orang pekerja pada bagian pekerjaan pembakaran, pencucian, penggilingan, pemasakan, sampai dengan pencetakan tahu. Gangguan <i>muskuloskeletal</i> pada pekerja industri tahu teridentifikasi mengalami keluhan yang paling banyak oleh para pekerja bagian betis kiri kanan 60%, bagian kaki kiri kanan 90%.

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
5	Ruslan, Wahyu Erfandy, Andi Muhammad Aswan, Muhammad Harliawan (2019)	Perbandingan Kadar Asam Laktat Setelah Bermain Bolabasket	Perhitungan kelelahan dengan asam laktat	Berdasarkan hasil data dan pembahasan dari penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan kadar asam laktat setelah bermain bolabasket antara tim Bolabasket putri SMAN 1 Liliraja dan tim Bolabasket putri SMAN 1 Watansoppeng sebesar 1.84 mg/dl.
6	DK Sofyan, Amir 2019	<i>Determination of Musculoskeletal Disorders (MSDs) complaints level with Nordic Body Map (NBM)</i>	Metode Nordic Body Map	Karakteristik 15 pekerja dari faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan MSDs pada penjahit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bagian tubuh yang mengalami keluhan subjektif adalah 93% pinggang, 87% pantat, 87% leher bagian bawah, 80% bahu kiri, 80% punggung, dan 80% pergelangan tangan.
7	Jacky Chin, Herlina, Hardianto Iridiastadi, Lin Shu-Chiang, Satria Fadil Persada (2019)	<i>Workload Analysis by Using Nordic Body Map, Borg RPE and NIOSH Manual Lifting Equation Analyses: a Case Study in Sheet Metal Industry</i>	Metode Nordic Body Map	Hasil dari penelitian ini terdapat lima keluhan diidentifikasi oleh kuesioner <i>nordic body map</i> . Keluhan tersebut berupa nyeri pada bagian leher, bahu, dan pinggul operator.
8	Jan Meh, Nataša Bizovičar, Nataša Kos, Miroljub Jakovljević (2020)	<i>Work-related musculoskeletal disorders among Slovenian physiotherapists</i>	Metode Cross Sectional	Prevalensi 1 tahun WMSD adalah 92,2%. Prevalensi satu tahun WMSD tertinggi untuk leher 64% dan punggung bawah 63%. Usia yang lebih tinggi dan lebih banyak tahun latihan berkorelasi dengan WMSD untuk bahu dan area pergelangan kaki/kaki. Beberapa pasien yang dirawat oleh fisioterapis merupakan faktor risiko kesulitan di leher dan beberapa area tubuh. Tingkat aktivitas fisik tidak berkorelasi dengan WMSD di area tubuh yang berbeda
9	Ozgur Surenkoka, Ayse Kin Islerb, Aydan Aytarc, Zuhul Gultekinc dan Mahmut N. Akmand (2006)	<i>Effect of knee muscle fatigue and lactic acid accumulation on balance in healthy subjects</i>	Perbandingan kelelahan dengan asam laktat	Hasil pengolahan data menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam keseimbangan statis ($t = 4,106$; $P = 0,001$) setelah otot lutut kelelahan. Skor <i>Kinesthetic Ability Trainer</i> (KAT) statis sikap pada kaki menunjukkan peningkatan setelah kelelahan otot lutut yang menunjukkan penurunan dalam saldo ($250,50 \pm 88,92$ vs $366,56 \pm 153,49$). berpasangan uji t sampel juga menunjukkan perbedaan

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
				yang signifikan antara kadar asam laktat sebelum dan sesudah kelelahan ($0,68 \pm 0,19$ vs $2,13 \pm 0,99$). Selain itu, tidak ada korelasi signifikan yang ditemukan antara perbedaan KAT.
10	Filus, Rodrigo, Okimorto, Maria Lucia (2012)	<i>The effect of job rotation intervals on muscle fatigue – lactic acid</i>	Pengukuran kelelahan dengan asam laktat	Hasil perhitungan dapat membuat prosedur rotasi pekerjaan layak, dengan definisi skema ideal dan pergantian kelompok otot yang tepat, dapat disimpulkan bahwa melalui keandalan hasil yang disajikan bahwa Skema rotasi pekerjaan dengan interval 1 jam dan 2 jam menghasilkan asam laktat yang lebih sedikit daripada yang lebih panjang.

