

Tugas Akhir

**TINGKAT KELELAHAN KERJA FISIK OTOT TANGAN OPERATOR
ALAT BERAT *DUMP TRUCK* DI PT. VALE INDONESIA TBK**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian
Guna memperoleh gelar Sarjana Teknik
pada Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Disusun Oleh

PUTRI PURNAMA UTAMI H.ALI

D221 16 508

**DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2021**

Tugas Akhir

**TINGKAT KELELAHAN KERJA FISIK OTOT TANGAN OPERATOR
ALAT BERAT *DUMP TRUCK* DI PT. VALE INDONESIA TBK**

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat ujian

Guna memperoleh gelar Sarjana Teknik

pada Fakultas Teknik

Universitas Hasanuddin



Disusun Oleh:

PUTRI PURNAMA UTAMI H.ALI

D221 16 508

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2021

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir :

TINGKAT KELELAHAN KERJA FISIK OTOT TANGAN OPERATOR ALAT BERAT *DUMP TRUCK* DI PT. VALE INDONESIA TBK

Disusun oleh :

PUTRI PURNAMA UTAMI H.ALI

D221 16 508

Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Ir. Mulyadi, MT.

NIP. 19571231 198703 1 002



Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc., IPM

NIP. 19750929 199903 1 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Dr. Ir. Saiful, ST., MT., IPM

NIP. 19810606 200604 1 004

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : PUTRI PURNAMA UTAMI H.Ali

NIM : D22116508

Judul Skripsi : “TINGKAT KELELAHAN KERJA FISIK OTOT TANGAN OPERATOR ALAT BERAT DUMP TRUCK DI PT.VALE INDONESIA TBK”

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Hasanuddin.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, 1 April 2021

Yang membuat pernyataan,



PUTRI PURNAMA UTAMI H.Ali

NIM. D22116508

ABSTRAK

Putri Purnama Utami H.Ali (D221 16 508). **Tingkat Kelelahan Kerja Fisik Otot Tangan Operator *Dump Truck* Di PT.Vale Indonesia, Tbk.** Dibimbing oleh Ir. Mulyadi, M.T dan Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, S.T., M.Sc.

Pekerja merupakan salah satu sumber daya terpenting pada sebuah perusahaan yang akan terlibat langsung dalam setiap kegiatan pekerjaan. Dalam melaksanakan semua tugas-tugasnya. Pekerja akan menggunakan kemampuan fisik ataupun kemampuan mentalnya untuk menyelesaikan tugas tersebut. Beban kerja yang melebihi kapasitas pekerjaan akan berdampak timbulnya kelelahan baik secara fisik (fisiologis) maupun secara mental (psikologis). Kelelahan fisiologis maupun psikologis ini akan sangat mempengaruhi penurunan konsentrasi dalam bekerja yang berdampak cidera dan kecelakaan kerja. Pembagian waktu kerja operator dibagi menjadi 3 *shift*, setiap *shift* kerja mempunyai 8 jam waktu kerja bila beban kerja yang diberikan tidak seimbang dengan kemampuan yang dimiliki oleh pekerja maka dapat memberikan dampak yang tidak baik bagi pekerja maupun bagi perusahaan. Aktivitas yang dilakukan operator alat berat yang pekerjaannya memiliki durasi waktu kerja yang lama, dilakukan berulang-ulang dan rutin setiap hari sehingga dapat terjadi faktor kelelahan yang lebih tinggi pada operator kendaraan alat berat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur dan menganalisa tingkat kelelahan operator alat berat *dump truck*. Pengambilan data yang dilakukan secara langsung dengan 20 orang pekerja operator alat berat *dump truck* menggunakan alat *handgrip dynamometer*. Hasil yang di dapatkan dari uji T dengan metode dengan metode *Pired Sampet T Tes* pada *shift* 1, *shift* 2, dan *shift* 3 menunjukkan adanya penurunan kekuatan genggam tangan yang signifikan antara sebelum dan sesudah melakukan pekerjaan yang menunjukkan bahwa terjadi kelelahan pada pekerja operator alat berat *dump truck*. Sedangkan hasil yang didapatkan pada uji T dengan metode *Independent-Samples T Test* (sampel independen) untuk mengetahui perbandingan setiap *shift* setelah bekerja terjadi perbedaan. Pada *shift* 1 dan *shift* 2 penurunan yang terjadi tidaklah signifikan, pada *shift* 1 dan *shift* 3 terjadi penurunan yang signifikan dan begitu pula pada *shift* 2 dan *shift* 3 terjadi penurunan yang signifikan.

Kata kunci: Kelelahan, Handgrip Dynamometer, Uji T.

ABSTRACT

Worker are one of the most important resources in a company who will be directly involved in every work activity. In carrying out all of its duties. Workers will use their physical or mental abilities to complete the task. Workload that exceeds work capacity will result in fatigue both physically (physiologically) and mentally (psysiologicaly) Physiological and psychological fatigue will greatly affect the decrease in concentration at work which result in injuries and work accidents.

The division of operator working time is divided into 3 shifts, eachwork shift has 8 hours of work time if yhe work load provided is not balanced with the abilities of the workers, it can have an ad verse impact on workers for the company. The workers have a long working time duration, are carried out repeatdly and routinely every day so that a higher fatigue factor can occur in heavy equipment dump truck operators. Data retrival is carried out directly with 20 workers of heavy dump truck operator using handgrip dynamometer. The result obtained from the T test with the Paired Samples T Test method on shift 1, shift 2, and shift 3 indicate a significant decrease in handgrip strength between before and afer doing work which indicater that there is fatigue in heavy dump equipment operators workers dump truck. While the result obtained on the T Test with the independent-Samples T Test method (independent sample) to determine the comparison of each shifts after work there is a difference. In shift 1 and shift 2 the decline that occurred was no significant, in shift 1 and shift 3 there was significant decrease and also in shift 2 and shift 3 there was a significant decrease.

Keyword : Fatigue, Handgrip Dynamometer, Uji T

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul **“Tingkat Kelelahan Kerja Fisik Otot Tangan Operator Alat Berat *Dump Truck* Di PT. Vale Indonesia, Tbk”** Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus ditempuh untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Industri pada fakultas teknik Universitas Hasanuddin. Dalam penyelesaian tugas akhir ini, seringkali terjadi hambatan yang penulis hadapi. Namun, berkat bantuan dari pihak sehingga penulis mampu menyelesaikannya. Maka pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimah kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis yaitu kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Ridho dan Rahmatnya serta nikmat sehat dan kemudahan dalam mengerjakan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua saya , Hamdan Haji Ali,S.T dan Asnaning Manja serta saudara-saudara penulis yang senantiasa memberikan motivasi, dukungan, dan doa untuk saya.
3. Bapak Dr. Ir. Saiful, S.T., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Industri.
4. Bapak Ir. Mulyadi, M.T.selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Eng. Ir.Ilham Bakri, S.T.,M.Sc.selaku Dosen Pembimbing II tugas akhir ini, terima kasih atas segala waktu, bimbingan, serta bantuannya selama menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Departemen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Keluarga Asisten Lab. Ergonomi Dan Perancangan Sistem Kerja yang

bersedia untuk ditanyakan dan diminta sarannya terkait penyusunan tugas akhir.

7. Saudara seperjuangan saya Z16MA yang telah memberikan banyak pelajaran hidup yang sangat berwarna.
8. Keluarga besar HMTI FT–UH yang telah menjadi wadah untuk berproses gunakan mencapai satu salam, yaitu salam unity.
9. Serta semua pihak yang turut membantu saya namun tidak dapat ditulis satu per satu.

Akhir kata penulis mengharap tugas ini dapat dimanfaatkan oleh semua pembaca dalam rangka pengembangan wawasan dan bahkan untuk penelitian selanjutnya. Sekian dan terimakasih.

Gowa,25 Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Tinjauan Pustaka	17
2.2.1 Kelelahan Kerja	17
2.2.2 Jenis- Jenis Kelelahan Kerja	18
2.2.3 Faktor yang menyebabkan Kelelahan Kerja	20
2.2.4 Resiko Kelelahan Kerja	21

2.2.5	Cara Mengatasi Kelelahan	21
2.2.6	Mekanisme Kelelahan.....	23
2.3	Beban Kerja Fisik	24
2.4	Alat Berat.....	24
2.4.1	Pengklasifikasian Alat Berat.....	25
2.5	<i>Shift</i> Kerja	28
2.5.1	Definisi <i>Shift</i> Kerja.....	28
2.5.2	<i>System</i> Kerja <i>Shift</i>	29
2.5.3	Aspek <i>Shift</i> Kerja	30
2.6	Pengukuran Kelelahan Fisik	31
2.6.1	<i>Handgrip Dynamometer</i>	31
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		34
3.1	Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.2	Metode Pengumpulan Data.....	34
3.3	Sumber Data	35
3.4	Subjek Penelitian	36
3.5	Prosedur Penelitian	36
3.6	Diagram Alir Penelitian.....	37

3.7	Kerangka Pikir	38
BAB IV PENGOLAHAN DATA.....		39
4.1	Gambaran Umum Perusahaan PT.Vale Indonesia, Tbk	39
4.2	Hasil Penelitian.....	42
4.2.1	Hasil Pengukuran Kelelahan Kerja Operator Alat Berat <i>Dump Truck</i>	42
4.2.2	Hasil Uji Statistik Tingkat Signifikan di Tiap <i>Shift</i>	45
4.2.3	Hasil Uji Statistik Tingkat Signifikasi Sebelum Bekerja.....	46
4.2.4	Hasil Uji Statistik Tingkat Signifikasi Sesudah Bekerja.....	47
4.2.5	Hasil Diagram <i>Scatter</i> Pengaruh Berat Badan dan Usia Terhadap Tingkat Kelelahan Fisik pada <i>Shift 1</i>	48
4.2.6	Hasil Diagram <i>Scatter</i> Pengaruh Berat Badan dan Usia Terhadap Tingkat Kelelahan Fisik pada <i>Shift 2</i>	50
4.2.7	Hasil Diagram <i>Scatter</i> Pengaruh Berat Badan dan Usia Terhadap Tingkat Kelelahan Fisik pada <i>Shift 3</i>	53
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN.....		56
5.1	Berdasarkan Hasil Uji Statistik Tingkat Signifikan di Tiap <i>Shift</i>	56
5.2	Berdasarkan Hasil Uji Statistik Tingkat Signifikan Sebelum Dan Sesudah Bekerja.....	58

5.3	Berdasarkan Pengaruh Usia dan Berat Badan terhadap Tingkat Kelelahan Fisik Pada <i>Shift</i> 1	59
5.4	Berdasarkan Pengaruh Usia dan Berat Badan terhadap Tingkat Kelelahan Fisik Pada <i>Shift</i> 2	59
5.5	Berdasarkan Pengaruh Usia dan Berat Badan terhadap Tingkat Kelelahan Fisik Pada <i>Shift</i> 3	60
BAB VI KESIMPULAN & SARAN		61
6.1	Kesimpulan	61
6.2	Saran	61
DAFTAR PUSTAKA		63

DAFTAR TABEL

Table 2.1 Posisi Penelitian	8
Table 4.1 Kekuatan Genggaman Tangan Operator.....	35
Table 4.2 Tingkat Signifikan Di Tiap <i>Shift</i>	36
Table 4.3 Tingkat Signifikasi Sebelum Bekerja	38
Table 4.4 Tingkat Signifikasi Sesudah Bekerja	39
Table 4.5 Hasil Regresi Linear Antara Usia Dengan Kekuatan Genggaman Tangan <i>Shift</i> 1	48
Table 4.6 5 Hasil Regresi Linear Antara Berat Badan Dengan Kekuatan Genggaman Tangan <i>Shift</i> 1.....	49
Table 4.7 Hasil Regresi Linear Antara Usia Dengan Kekuatan Genggaman Tangan <i>Shift</i> 2	51
Table 4.8 Hasil Regresi Linear Antara Berat Badan Dengan Kekuatan Genggaman Tangan <i>Shift</i> 2.....	52
Table 4.9 Hasil Regresi Linear Antara Usia Dengan Kekuatan Genggaman Tangan <i>Shift</i> 3	53
Table 4.10 Hasil Regresi Linear Antara Berat Badan Dengan Kekuatan Genggaman Tangan <i>Shift</i> 3	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-Bagian <i>Handgrip Dynamometer</i>	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	29
Gambar 3.2 Kerangka Pikir	30
Gambar 4.1 <i>Dump Truck</i>	32
Gambar 4.2 <i>Sequence</i> Waktu Kerja Pekerja.....	33
Gambar 4.3 Rata-Rata Kekuatan Genggaman Tiap <i>Shift</i>	36
Gambar 4.4 Rata Kekuatan Genggaman Sebelum dan Sesudah Kerja ...	47
Gambar 4.5 Hubungan Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Usia <i>Shift</i> 1	49
Gambar 4.6 Hubungan Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Berat Badan <i>Shift</i> 1.....	50
Gambar 4.7 Hubungan Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Usia <i>Shift</i> 2	51
Gambar 4.8 Hubungan Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Berat Badan <i>Shift</i> 2.....	53
Gambar 4.9 Hubungan Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Usia <i>Shift</i> 3.....	54
Gambar 4.10 Hubungan Kekuatan Genggaman Tangan Dengan Berat Badan <i>Shift</i> 3	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada era globalisasi untuk mampu bersaing secara global maka pelaku industri harus memiliki produktivitas yang tinggi. Agar suatu sistem produksi dapat berjalan dengan lancar, ada beberapa *input* penting yang perlu diperhatikan yaitu *Material, Machine, Man, modals, and information*. Manusia merupakan salah satu faktor penting dalam proses produksi yang bertindak sebagai pekerja atau operator. Perusahaan harus mengetahui seberapa besar beban pekerja secara fisiologis (kerja fisik) dan psikologis (mental) untuk mengoptimalkan hasil kerja pekerja sesuai dengan target perusahaan (Amalia 2017).

Pekerja merupakan salah satu sumber daya terpenting pada sebuah perusahaan yang akan terlibat langsung dalam setiap kegiatan pekerjaan. Dalam melaksanakan semua tugas-tugasnya pekerja akan menggunakan kemampuan fisik ataupun kemampuan mentalnya untuk menyelesaikan tugas tersebut. Sebagai akibatnya, pekerja akan mengalami tekanan baik secara fisik maupun mental. Beban fisik pada umumnya disebabkan oleh penggunaan otot dalam upaya menyelesaikan tugas-tugas, sedangkan beban kerja mental biasanya disebabkan oleh penggunaan otak dalam bekerja, selain adanya tekanan psikologis akibat pekerja itu sendiri. Beban kerja yang melebihi kapasitas pekerjaan akan berdampak timbulnya kelelahan baik secara fisik

(fisiologis) maupun secara mental (psikologis). Kelelahan fisiologis maupun psikologis ini akan sangat mempengaruhi penurunan konsentrasi dalam bekerja yang berdampak cedera dan kecelakaan kerja.

PT. Vale Indonesia, Tbk sebagai salah satu perusahaan tambang terbesar di Indonesia tentunya memiliki banyak pekerja untuk menjalankan kegiatan operasionalnya. Untuk memudahkan kegiatan operasionalnya PT.Vale Indonesia, Tbk. Memiliki sejumlah peralatan berat seperti *Dump Truck, dozer, front shovel, loader, ekskavator*, dan lainnya. Tujuan penggunaan alat berat tersebut untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat.

Banyaknya jenis dan jumlah alat berat yang digunakan mengakibatkan operator yang bekerja pun harus dalam jumlah yang banyak. Jumlah operator yang bekerja mengoperasikan alat berat di PT.Vale Indonesia, Tbk. Ada sekitar 1000 pekerja. Pembagian waktu kerja operator dibagi menjadi 3 *shift*, setiap *shift* kerja mempunyai 8 jam waktu kerja bila beban kerja yang diberikan tidak seimbang dengan kemampuan yang dimiliki oleh pekerja maka dapat memberikan dampak yang tidak baik bagi pekerja maupun bagi perusahaan. Salah satu bahayanya menimbulkan resiko keselamatan dan kesehatan pekerja adalah bahaya ergonomi yang menyebabkan tingkat kelelahan pekerja sangat tinggi. Di karenakan pekerja operator alat berat *dump truck* mengalami tingkat kelelahan otot tangan yang mengakibatkan terjadinya kecelakaan kerja pada operator alat berat *dup truck*.

Banyaknya berbagai jenis alat berat dan operator yang bekerja pada *Mining* PT.Vale Indonesia, Tbk. membuat besarnya kemungkinan terjadinya risiko tingkat kelelahan yang sangat tinggi. Aktivitas yang dilakukan operator alat berat yang pekerjaanya memiliki durasi waktu kerja yang lama, dilakukan berulang-ulang dan rutin setiap hari sehingga dapat terjadi faktor kelelahan yang lebih tinggi pada operator kendaraan alat berat. Dengan demikian, berdasarkan permasalahan tersebut saya ingin melakukan penelitian untuk mengurangi tingkat risiko terjadinya kelelahan kerja fisik yang tinggi, dengan judul : TINGKAT KELELAHAN KERJA FISIK OTOT TANGAN OPERATOR ALAT BERAT DUMP TRUCK DI PT.VALE INDONESIA,TBK.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut: “Bagaimana Tingkat Kelelahan Kerja Pada Operator Alat Berat *Dump Truck* di PT.Vale Indonesia Tbk?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, diperoleh tujuan penelitian untuk:

- a. Mengukur tingkat kelelahan kerja fisik yang terjadi pada operator alat berat *Dump Truck* di PT.Vale Indonesia,Tbk.
- b. Menganalisis tingkat kelelahan kerja fisik pada operator alat berat *Dump Truck* di PT.Vale Indonesia,Tbk.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Bagi Peneliti

Sebagai upaya meningkatkan ilmu pengetahuan yang didapatkan selama mengikuti perkuliahan dan menerapkannya di lapangan serta meningkatkan penguasaan terhadap metode yang digunakan pada penelitian ini.

b. Bagi Akademik

Sebagai upaya meningkatkan kerjasama yang baik dalam keilmuan *ergonomic* antara pihak perusahaan dengan pihak perguruan tinggi, serta sebagai pengetahuan tambahan diruang lingkup peneliti.

c. Bagi Perusahaan

Sebagai bahan masukan bagi pihak perusahaan agar dapat memperoleh informasi untuk melakukan perbaikan dan upaya perlindungan kesehatan dan keselamatan kerja bagi para karyawan sehingga dapat meningkatkan produktivitas perusahaan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun yang akan dikaji pada penelitian kali ini akan dibatasi pada:

a. Penelitian hanya dilakukan pada pekerja membawa alat berat *Dump Truck* khususnya pada *Department Mining Operation*.

b. Pengukuran tingkat kelelahan kerja fisik menggunakan alat pengukuran *Handgrip Dynamometer*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Anindiya (2018) Melakukan penelitian dengan judul Kelelahan Kerja Pada Operator Container Crane Di PT.X. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya gambaran kelelahan kerja pada operator container crane di PT. X. Metode penelitian ini dilakukan dilapangan karena pada penelitian ini melakukan pengukuran secara langsung. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh operator container crane berjumlah 51 operator. Hasil yang didapatkan dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel, persentase dan tabulasi silang. Hasil penelitian menunjukkan kelelahan yang terjadi pada operator container crane mayoritas adalah kelelahan rendah sebanyak 90,2% dan kelelahan sedang sebanyak 9,8%. Paling banyak operator yang mengalami kelelahan kerja sedang adalah shift malam sebanyak 40%. Shift kerja malam cenderung untuk mengalami kelelahan kerja.

Susilowati *et al* (2013) Melakukan penelitian dengan judul Pekerjaan, Nonpekerjaan, dan Psikologi Sosial sebagai Penyebab Kelelahan Operator Alat Berat di Industri Pertambangan Batu Bara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor risiko dan faktor pendukung kelelahan pada operator alat berat. Metode yang dilakukan kuisisioner, wawancara berstruktur, dan observasi di lapangan, dan pengukuran waktu reaksi pada saat sebelum dan setelah bekerja. Populasi penelitian adalah seluruh operator alat berat perusahaan kontraktor tambang dari tiga lokasi tambang batubara di

Kalimantan (2 area di Kalimantan Timur dan 1 area di Kalimantan Selatan) pada Tahun 2007. Besar sampel diperoleh dengan menggunakan metode *purposive* proposional sampling sehingga dari populasi tersebut diambil secara acak 353 operator alat berat sebagai responden yang secara rinci diperoleh dari perusahaan di area 1 sebanyak 90 (25,5%) responden, area 2 sebanyak 141 (39,9%) responden dan di area 3 sebanyak 122 responden. Hasil dari penelitian ini menunjukkan gejala kelelahan yang dialami operator alat-alat berat di tambang batubara sudah terindikasi, namun masih tidak terlalu tinggi. Peningkatan kelelahan berhubungan dengan meningkatnya faktor usia dan lama bekerja di perusahaan. Kelelahan yang lebih besar dijumpai pada pola kerja tiga *shift* . Pada umumnya, penurunan waktu reaksi pekerja sifmalam lebih besar dibandingkan dengan waktu reaksi pekerja *shift* siang.

Amalia *et al* (2017) Melakukan penelitian yang berjudul Hubungan Postur Kerja Pada Operator *Container Crane* PT. Terminal Peti Kemas Semarang. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat. Yaitu Hubungan postur kerja dengan keluhan kelelahan pada operator container crane PT. Terminal Peti Kemas Semarang. Metode Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian *explanatory*, dengan menggunakan pendekatan kuantitatif dan rancangan penelitian *cross sectional*. .Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh *Operator container crane di PT*. Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 42 operator di PT. Terminal Peti Kemas Semarang menggunakan alternatif uji *Fisher's Exact Test*, dengan pengujian terhadap variabel bebas postur kerja dan variabel terikat kelelahan kerja, dihasilkan perhitungan dengan nilai

signifikansi sebesar 0,0001, atau $<0,05$ H_0 ditolak. Sehingga ada hubungan antara postur kerja dengan kelelahan kerja pada operator container crane PT. Terminal Peti Kemas Semarang dengan kekuatan hubungan 0,000 -0,069.

Purnawati *et al* (2017) Melakukan penelitian yang berjudul Analisis beban Kerja Operator *Head Truck* menggunakan metode *National Aeronautics And Space Administration Task Load Index* (Nasa-TLX) Pada PT. Kuda Inti Samudera Surabaya. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis beban kerja yang dialami oleh operator *Head truck* pada PT. Kuda Inti Samudera. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode NASATLX yang terdapat 6 indikator yaitu *Mental Demand, Physical Demand, Temporal Demand, Performance, Effort, Frustration Level*. Hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa untuk *operator Head truck area* dalam diperoleh hasil rata-rata sebesar 77 dimana berada pada kategori beban kerja tinggi. Sedangkan untuk *operator Head truck area* luar diperoleh hasil rata-rata sebesar 80 dimana berada pada kategori beban kerja tinggi sekali. Dan faktor dominan yang mempengaruhi beban kerja operator *Head truck* area dalam maupun area luar adalah *Performance dan Physical Demand*.

Birana *et al*(2019) Melakukan penelitian yang berjudul Kelelahan Kerja Oprator Alat Berat *Dump Truck* (Study Analitik di PT. Indonesia Pratama, Tabang Kutai Kartanegara, Kalimantan timur). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang berhubungan dengan kelelahan kerja operator dump truck di PT. Indonesia Pratama. Metode Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi analitik dengan pendekatan *cross sectional study*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden yang merasakan

kelelahan kerja sebanyak 83 (59,3%) orang, yang tidak merasakan kelelahan kerja sebanyak 57 (40,7%) orang, ada hubungan shift kerja dengan kelelahan kerja yang beresiko sebanyak 112 (80%) orang dan tidak beresiko sebanyak 28 (20%) orang, tidak ada hubungan antara masa kerja dan kelelahan kerja yang masa kerja lama sebanyak 111 (79,3%) orang dan yang masa kerja baru sebanyak 29 (20,7%) orang, ada hubungan antara beban kerja dan kelelahan kerja yang berat sebanyak 97 (79,3%) orang dan beban kerja yang sedang sebanyak 43 (30,7%) orang.

Mulyati *et al* (2020) Melakukan Penelitian dengan judul *Fatigue Analysis Of High Dump Truck Operators In Indonesia's Coal Mining Industry : A Case Study*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kelelahan yang dialami oleh *high dump truck operator* (HD operator) di suatu lokasi penambangan batubara di Kalimantan Timur, Indonesia. Metode yang digunakan Ada dua metode yang dilakukan untuk pengumpulan data. Metode pertama adalah mendistribusikan survei Komite Riset Kelelahan Industri (IFRC) ke semua operator HD. Metode kedua adalah *Fatigue Likelihood Scoring* (FLS), yang bertujuan untuk mengukur tingkat kelelahan berdasarkan jadwal kerja karyawan yang diterapkan di perusahaan. Hasil Penelitian Pengukuran fatik menggunakan survei IFRC menunjukkan bahwa operator HD yang bekerja pada shift malam mengalami tingkat kelelahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang bekerja pada shift siang. Nilai dari operator shift siang dan malam menunjukkan bahwa kelelahan diklasifikasikan ke dalam tingkat kelelahan rendah / ringan. Secara rinci, nilai pasti kelelahan operator shift malam (51,85) mendekati tingkat kelelahan

sedang (kisaran 53-75) sehingga perlu perbaikan. Sedangkan Pengukuran fatik menggunakan FLS menunjukkan hasil penilaian kelelahan sebesar 22. Nilai tersebut dikategorikan ke dalam level 4 dan menunjukkan tingkat kelelahan yang tinggi. Selain itu, kategori penilaian FLS menunjukkan bahwa operator HD mengalami jam kerja yang berlebihan (lebih dari 55 jam per minggu dan bertentangan dengan peraturan pemerintah yaitu 40 jam per minggu). Khusus untuk operator shift malam, jam kerja yang berlebihan dapat mempengaruhi waktu istirahat operator dan menimbulkan rasa kantuk.

Matthew *et all* (2019) Melakukan penelitian dengan judul *Prevalence of operator fatigue in winter maintenance operations*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui prevalensi, sumber, dan penanggulangan kelelahan pada operasi pemeliharaan musim dingin. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu kuisioner. Hasil dari Penelitian ini hasil menegaskan bahwa kelelahan lazim terjadi dalam operasi pemeliharaan musim dingin. Lebih dari 70% operator dan manajer percaya bahwa kelelahan memiliki dampak sedang hingga signifikan pada operasi pemeliharaan musim dingin. Kira-kira 75% operator pemeliharaan musim dingin dilaporkan setidaknya kadang-kadang mengemudi saat kelelahan, dan 96% manajer percaya operator pemeliharaan musim dingin mereka mengemudi sambil kelelahan setidaknya untuk beberapa waktu. Selain itu, operator dan manajer pemeliharaan musim dingin mengidentifikasi tindakan pencegahan kelelahan dan sumber kelelahan terkait dengan peralatan pemeliharaan musim dingin. Namun, tindakan pencegahan yang diyakini paling efektif dalam mengurangi kelelahan selama keadaan darurat musim dingin (yaitu, tidur siang) kurang

dimanfaatkan. Misalnya, operator pemeliharaan musim dingin dilaporkan tidak pernah menggunakan tidur siang untuk menghilangkan kelelahan. Hasil ini menunjukkan operasi pemeliharaan musim dingin dipengaruhi oleh kelelahan operator. Hasil ini mendukung peningkatan kebutuhan untuk penelitian dan tindakan pencegahan efektif yang menargetkan kelelahan operator pemeliharaan musim dingin.

Arellano *et al* (2013) Melakukan penelitian yang berjudul *Fatigue Dimensions among AMT Operators in Mexico*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan apakah lima dimensi kelelahan berubah ketika diterapkan pada operator bubut CNC di tiga perusahaan manufaktur suku cadang otomotif yang berlokasi di Meksiko Tengah. Metode jenis penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah kuesioner. Hasil penelitian ini menunjukkan dua perubahan yang signifikan, karena lingkungan kerja fisik, variabel panas menjadi bagian dari dimensi kekurangan energi. dari dimensi usaha fisik, dan ketidaknyamanan fisik dan fisik dimensi usaha kal digabung sebagai dimensi baru. Hasilnya, 15 variabel kelelahan kuesioner SOFI yang dimodifikasi dikelompokkan menjadi empat dimensi, yang membedakannya dari SOFI lima dimensi yang diterapkan di Swedia, Spanyol, dan Cina. Empat dimensi baru ini adalah "kurangnya energi", "ketidaknyamanan dan upaya fisik", kantuk, dan kurangnya motivasi.

Arellano *et al* (2012) Melakukan penelitian yang berjudul *Construction of a survey to assess workload and fatigue among AMT operators in Mexico*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai beban kerja dan kelelahan di antara operator AMT di Mexico secara subjektif. Hasil penelitian ini

menunjukkan penilaian beban kerja metode NASA-TLX dan ISTASI 21 digabungkan ke instrument survey. Adapun alat penilaian kelelahan yaitu kuisioner SOFI-S, FAS dan OFER. Hasil ini menunjukkan nilai KMO dan Cronbach alpha diatas 0.6. yang menunjukkan bahwa survey instrument yang dirancang memungkinkan pengumpulan data yang andal dan valid mengenai beban kerja dan kelelahan antara operator AMT Mexico.

Setiawan *et al* (2019) Melakukan penelitian yang berjudul *The Difference of Work Fatigue on Operator Based on Shift Pattern in PT. X Shintia Yunita Arini, Tri Martiana*. Tujuan dari penelitian ini untuk melihat hubungan kerja antara umur, pengalaman kerja, motivasi kerja, pengetahuan, sikap, ketersediaan instruksi kerja dan kepatuhan pekerja terhadap instruksi kerja pada operator *forklift*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa motivasi mempunyai hubungan yang signifikan dengan kepatuhan pekerja terhadap intruksi kerja. Dapat disimpulkan bahwa motivasi merupakan determinan yang signifikan dibandingkan dengan instruksi kerja pada operator *forklift*. Oleh karena itu disarankan agar perusahaan melakukan inspeksi rutin dan pelatihan keselamatan pengoperasian *forklift*.

Berikut merupakan tabel penelitian terdahulu:

Tabel 2.1 Posisi Penelitian

No	Peneliti	Judul	Metode	Hasil
1.	Anindiya (2018)	Jurnal: Kelelahan Kerja Pada Operator Container Crane Di PT.X	Penelitian dilakukan dilapangan karena mrlakukan pengukuran langsung menggunakan <i>Industrial Fatigue Research Committee</i> .	Shift kerja memberikan pengaruh terhadap terjadinya kelelahan kerja yang dialami oleh operator <i>Container Crane</i> . Shift kerja malam menunjukkan adanya kecenderungan untuk mengalami kelelahan kerja.
2.	Susilowati (2013)	Jurnal: Pekerjaan, Nonpekerjaan dan Psikologi Sosial sebagai Penyebab Kelelahan Operator Alat Berat di Industri Pertambangan Batu Bara.	Kuisisioner ,Wawancara berstruktur,observasi dilapangan,dan pengukuran waktu reaksi pada saat sebelum kerja dan sesudah kerja.	Gejala kelelahan yang dialami operator alat-alat berat di tambang batubara sudah terindikasi, namun masih tidak terlalu tinggi. Peningkatan kelelahan berhubungan dengan meningkatnya faktor usia dan lama bekerja di perusahaan. Kelelahan yang lebih besar dijumpai pada pola kerja tiga sif. Pada umumnya, penurunan waktu reaksi pekerja sifmalam lebih besar dibandingkan dengan waktu reaksi pekerja sift siang.
3.	Nurrina Riska Amalia, Ida Wahyuni, Ekawati (2017)	Jurnal: Hubungan Postur Kerja Pada Operator Container Crane PT. Terminal Peti Kemas Semarang.	Metode Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian <i>explanatory</i> , dengan pendekatan kuantitatif dan rancangan penelitian <i>cross sectional</i> .	Hasil penelitian yang dilakukan terhadap 42 operator di PT. Terminal Peti Kemas Semarang menggunakan alternatif uji <i>Fisher's Exact Test</i> , dengan pengujian terhadap variabel bebas postur kerja dan variabel terikat kelelahan kerja, dihasilkan perhitungan dengan nilai signifikasi sebesar 0,0001, atau <0,05 Ho ditolak. Sehingga ada hubungan antara postur kerja dengan kelelahan kerja pada operator container crane PT. Terminal Peti Kemas Semarang dengan kekuatan hubungan 0,000 -0,069.

4.	Sandra Dhea M. C, Farida Pulansari, Erlina Purnamawati (2017)	Jurnal: Analisis beban Kerja Operator <i>Head Truck</i> menggunakan metode <i>National Aeronautics And Space Administration Task Load Index</i> (Nasa-TLX) Pada PT. Kuda Inti Samudera Surabaya.	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode NASATLX yang terdapat 6 indikator yaitu <i>Mental Demand, Physical Demand, Temporal Demand, Performance, Effort, Frustration Level.</i>	Hasil penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa untuk <i>operator Head truck area</i> dalam diperoleh hasil rata-rata sebesar 77 dimana berada pada kategori beban kerja tinggi. Sedangkan untuk <i>operator Head truck area</i> luar diperoleh hasil rata-rata sebesar 80 dimana berada pada kategori beban kerja tinggi sekali. Dan faktor dominan yang mempengaruhi beban kerja <i>operator Head truck area</i> dalam maupun area luar adalah <i>Performance dan Physical Demand.</i>
5.	Amelia Indriani Birana, Andi Alim, Muhammad Azwar. (2019)	Jurnal: Kelelahan Kerja Oprator Alat Berat <i>Dump Truck</i> (Study Analitik di PT. Indonesia Pratama, Tabang Kutai Kartanegara, Kalimantan timur).	Metode Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi analitik dengan pendekatan <i>cross sectional study.</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa responden yang merasakan kelelahan kerja sebanyak 83 (59,3%) orang, yang tidak merasakan kelelahan kerja sebanyak 57 (40,7%) orang, ada hubungan shift kerja dengan kelelahan kerja yang beresiko sebanyak 112 (80%) orang dan tidak beresiko sebanyak 28 (20%) orang, tidak ada hubungan antara masa kerja dan kelelahan kerja yang masa kerja lama sebanyak 111 (79,3%) orang dan yang masa kerja baru sebanyak 29 (20,7%) orang, ada hubungan antara beban kerja dan kelelahan kerja yang berat sebanyak 97 (79,3%) orang dan beban kerja yang sedang sebanyak 43 (30,7%) orang.
6.	Mulyati, Trisna, Prima Denny, Maulana Anis (2020)	Jurnal : <i>Fatigue Analysis Of High Dump Truck Operators In Indonesi's Coal Mining Industry: A Case Study</i>	Metode yang digunakan Ada dua metode yang dilakukan untuk pengumpulan data. Metode pertama adalah mendistribusikan survei Komite Riset Kelelahan Industri (IFRC) ke semua operator HD.	Hasil Penelitian Pengukuran fatik menggunakan survei IFRC menunjukkan bahwa operator HD yang bekerja pada shift malam mengalami tingkat kelelahan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang bekerja pada <i>shift</i> siang. Nilai dari operator shift siang dan malam menunjukkan bahwa kelelahan diklasifikasikan ke

			<p>Metode kedua adalah Fatigue Likelihood Scoring (FLS), yang bertujuan untuk mengukur tingkat kelelahan berdasarkan jadwal kerja karyawan yang diterapkan di perusahaan.</p>	<p>dalam tingkat kelelahan rendah / ringan Secara rinci, nilai pasti kelelahan operator shift malam (51,85) mendekati tingkat kelelahan sedang (kisaran 53-75) sehingga perlu perbaikan. Sedangkan Pengukuran fatik menggunakan FLS menunjukkan hasil penilaian kelelahan sebesar 22. Nilai tersebut dikategorikan ke dalam level dan menunjukkan tingkat kelelahan yang tinggi. Selain itu, kategori penilaian FLS menunjukkan bahwa operator HD mengalami jam kerja yang berlebihan (lebih dari 55 jam per minggu dan bertentangan dengan peraturan pemerintah yaitu 40 jam per minggu). Khusus untuk operator shift malam, jam kerja yang berlebihan dapat mempengaruhi waktu istirahat operator dan menimbulkan rasa kantuk.</p>
7.	Camden Matthew, Medina Alejandra, Bryce James (2019)	Jurnal Prevalence of operator fatigue in winter maintenance operations	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuisioner	Hasil dari Penelitian ini hasil menegaskan bahwa kelelahan lazim terjadi dalam operasi pemeliharaan musim dingin. Lebih dari 70% operator dan manajer percaya bahwa kelelahan memiliki dampak sedang hingga signifikan pada operasi pemeliharaan musim dingin. Kira-kira 75% operator pemeliharaan musim dingin dilaporkan setidaknya kadang-kadang mengemudi saat kelelahan, dan 96% manajer percaya operator pemeliharaan musim dingin mereka mengemudi sambil kelelahan setidaknya untuk beberapa waktu. Selain itu, operator dan manajer pemeliharaan musim dingin mengidentifikasi tindakan pencegahan kelelahan dan sumber kelelahan terkait dengan peralatan pemeliharaan musim dingin.

				<p>Namun, tindakan pencegahan yang diyakini paling efektif dalam mengurangi kelelahan selama keadaan darurat musim dingin (yaitu, tidur siang) kurang dimanfaatkan. Misalnya, operator pemeliharaan musim dingin dilaporkan tidak pernah menggunakan tidur siang untuk menghilangkan kelelahan. Hasil ini menunjukkan operasi pemeliharaan musim dingin dipengaruhi oleh kelelahan operator. Hasil ini mendukung peningkatan kebutuhan untuk penelitian dan tindakan pencegahan efektif yang menargetkan kelelahan operator pemeliharaan musim dingin.</p>
8.	JL Hernande Arellano, G Ibarra-Mejía (2013)	Jurnal: Fatigue Dimensions among AMT Operators in Mexico	Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuisisioner	<p>Hasil penelitian menunjukkan dua perubahan yang signifikan karena lingkungan kerja fisik, variabel panas menjadi bagian dari dimensi kekurangan energi. dari dimensi usaha fisik, dan ketidaknyamanan fisik dan fisik dimensi usaha kal digabung sebagai dimensi baru. Hasilnya, 15 variabel kelelahan kuisisioner SOFI yang dimodifikasi dikelompokkan menjadi empat dimensi, yang membedakannya dari SOFI lima dimensi yang diterapkan di Swedia, Spanyol, dan Cina. Empat dimensi baru ini adalah "kurangnya energi", "ketidaknyamanan dan upaya fisik", "kantuk", dan "kurangnya motivasi".</p>
9.	Juan Luis Hernández Arellan, Gabriel Ibarra Mejía, JNieves Serratos Pérez (2012)	Jurnal: Construction of a survey to assess workload and fatigue among AMT operators in Mexico	Metode yang dilakukan yaitu NASA-TLX dan ISTASI 21, Kuisisioner	<p>Hasil penelitian yang didapatkan untuk penilaian beban kerja metode NASA-TLX dan ISTASI 21 digabungkan ke instrument survey. Adapun alat penilaian kelelahan yaitu kuisisioner SOFI-S, FAS dan OFER. Hasil ini menunjukkan nilai KMO dan Cronbach alpha</p>

				diatas 0.6. yang menunjukkan bahwa survey instrument yang dirancang memungkinkan pengumpulan data yang andal dan valid mengenai beban kerja dan kelelahan antara operator AMT Mexico.
10	Dedy Setiawan, Siwi Trisanti, Yustinus Denny Ardyanto Wahyudio no (2019)	Jurnal: The Difference of Work Fatigue on Operator Based on Shift Pattern in PT. X Shintia Yunita Arini, Tri Martiana,	Metode yang digunakan yaitu dengan pengumpulan data dan desain <i>cross sectional</i>	Hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa motivasi mempunyai hubungan yang signifikan dengan kepatuhan pekerja terhadap intruksi kerja. Dapat disimpulkan bahwa motivasi merupakan determinan yang signifikan dibandingkan dengan instruksi kerja pada operator <i>forklift</i> . Oleh karena itu disarankan agar perusahaan melakukan inspeksi rutin dan pelatihan keselamatan pengoperasian <i>forklift</i> .

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Kelelahan Kerja

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar tubuh menghindari kerusakan lebih lanjut, sehingga dengan demikian terjadilah pemulihan. Kelelahan harus dibedakan dari kejemuhan, sekalipun kejemuhan adalah suatu faktor dari kelelahan. Jemu adalah suatu keadaan bahwa lingkungan kurang memberikan rangsangan kepada tenaga kerja. Kejemuhan terjadi bila pekerjaan kurang mendatangkan perhatian, motivasi terlalu sedikit, pekerjaan tidak mensyaratkan keterampilan, dan lingkungan kerja monoton. Pada kejemuhan, kegairahaan dan kesigapan mental akan segera dibangkitkan apabila keadaan seperti terdapat pada pekerjaan-pekerjaan yang kerjanya tidak bebas tetapi ditentukan oleh mesin dan sebagainya (Haditia, 2012).

Kelelahan dapat diartikan sebagai suatu kondisi menurunnya efisiensi, performa kerja, dan berkurangnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh untuk terus melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan (Wignjosoebroto, 2003).

Berikut ini pengertian kelelahan kerja menurut beberapa ahli yaitu;

- 1) Saito (1999), Kelelahan merupakan panduan dari wujud fungsi mental dan fisik yang menghasilkan berkurangnya semangat kerja sehingga mengakibatkan efektivitas dan efisiensi kerja menurun
- 2) Kroemer (1997), Kelelahan kerja merupakan gejala yang ditandai dengan adanya perasaan lelah dan kita merasa segan dan aktivitas

akan melemah serta ketidakseimbangan pada kapasitas fisik, mental dan tingkat emosional seseorang, dimana dapat mengakibatkan kurangnya kewaspadaan yang ditandai dengan kemunduran reaksi pada sesuatu dan berkurangnya kemampuan psikomotorik.

- 3) Widyasari (2010), Kelelahan kerja adalah aneka keadaan yang disertai penurunan efisiensi dan ketahanan dalam bekerja, yang dapat disebabkan oleh kelelahan yang sumber utamanya adalah mata (kelelahan visual), kelelahan fisik umum, kelelahan syaraf, kelelahan oleh lingkungan yang monoton, dan kelelahan oleh lingkungan kronis terus-menerus sebagai faktor secara menetap.

Banyak pengertian mengenai kelelahan kerja yang telah dikemukakan oleh para ahli. Secara garis besar kelelahan kerja merupakan suatu kondisi yang timbul karena aktivitas individu hingga individu tersebut tidak mampu lagi mengerjakannya. Dengan kata lain, kelelahan kerja dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kinerja yang berakibat pada peningkatan kesalahan kerja dan berujung pada kecelakaan kerja (Nurmianto, 2004).

2.2.2 Jenis- Jenis Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja dapat dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu berdasarkan proses, waktu, dan penyebab terjadinya kelelahan.

a. Berdasarkan proses, meliputi:

- 1) Kelelahan otot (*muscular fatigue*)

Kelelahan otot menurut Suma'mur (1999) adalah *tremor* pada otot atau perasaan nyeri yang terdapat pada otot. Hasil percobaan yang

dilakukan para peneliti pada otot mamalia, menunjukkan kinerja otot berkurang dengan meningkatnya ketegangan otot sehingga stimulasi tidak lagi menghasilkan respon tertentu. Manusiapun menunjukkan respon yang sama dengan proses yang terjadi pada percobaan diatas. Iram kontraksi otot akan terjadi setelah melalui suatu periode aktivitas secara terus menerus.

Fenomena berkurangnya kinerja otot setelah terjadinya tekanan melalui fisik untuk suatu waktu tertentu disebut kelelahan otot secara fisiologis, dan gejala yang ditunjukkan tidak hanya berupa berkurangnya tekanan fisik namun juga pada makin rendahnya gerakan (AM.Sugeng Budiono, 2003).

2) Kelelahan Umum

Pendapat Grandjean (1993) yang dikutip oleh Tarwaka, dkk (2004), biasanya kelelahan umum ditandai dengan berkurangnya kemauan untuk bekerja, yang sebabnya adalah pekerjaan yang monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan lingkungan, Sebab-sebab mental, status kesehatan dan keadaan gizi.

Secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan. Kelelahan subyektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik. Pengaruh-pengaruh ini seperti berkumpul didalam tubuh dan mengakibatkan perasaan lelah (Suma'mur, 2009).

b. Berdasar waktu terjadi kelelahan, meliputi:

- 1) Kelelahan akut, yaitu disebabkan oleh kerja suatu organ atau seluruh organ tubuh secara berlebihan dan datangnya secara tiba-tiba.
- 2) Kelelahan kronis merupakan kelelahan yang terjadi sepanjang hari dalam jangka waktu yang lama dan kadang-kadang terjadi sebelum melakukan pekerjaan, seperti perasaan “kebencian” yang bersumber dari terganggunya emosi. Selain itu timbulnya keluhan psikosomatis seperti meningkatnya ketidakstabilan jiwa, kelesuan umum, meningkatnya sejumlah penyakit fisik seperti sakit kepala, perasaan pusing, sulit tidur, masalah pencernaan, detak jantung yang tidak normal, dan lain-lain (AM. Sugeng Budiono, 2003).

2.2.3 Faktor yang menyebabkan Kelelahan Kerja

Menurut Suma'mur (2009) terdapat lima kelompok sebab kelelahan yaitu:

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

Waters dan Bhattacharya (1996), yang dikutip oleh Tarwaka (2004) berpendapat berbeda, bahwa kontraksi otot baik statis maupun dinamis dapat menyebabkan kelelahan otot setempat. Kelelahan tersebut terjadi pada waktu ketahanan (*Endurance time*) otot terlampaui. Waktu ketahanan otot tergantung pada jumlah tenaga yang dikembangkan oleh otot sebagai suatu prosentase tenaga maksimum yang dapat dicapai oleh otot. Kemudian pada saat kebutuhan metabolisme dinamis dan aktivitas melampaui kapasitas energi yang dihasilkan oleh tenaga kerja, maka kontraksi otot akan terpengaruh sehingga kelelahan seluruh badan terjadi.

2.2.4 Resiko Kelelahan Kerja

Resiko kelelahan kerja menurut (Tarwaka, 2010), adalah :

- 1) Motivasi kerja turun.
- 2) Performansi rendah.
- 3) Kualitas kerja rendah.
- 4) Banyak terjadi kesalahan.
- 5) Stres akibat kerja
- 6) Penyakit akibat kerja.
- 7) Terjadi kecelakaan kerja.

2.2.5 Cara Mengatasi Kelelahan

Menurut (Tarwaka, 2004) Kelelahan dapat diatasi dengan cara :

- 1) Menyesuaikan kapasitas kerja fisik, kapasitas kerja mental dengan pekerjaan yang kita lakukan.
- 2) Mendesain stasiun pekerjaan yang ergonomi dan mendesain

lingkungan kerja yang nyaman.

- 3) Melakukan sikap kerja yang alamiah.
- 4) Memberikan variasi terhadap pekerjaan yang dilakukan.
- 5) Mengorganisasi kerja yang baik.
- 6) Mencukupi kebutuhan kalori yang seimbang.

Melakukan istirahat setelah bekerja selama 2 jam dengan sedikit kudapan. Menurut (Sugeng, 2003) Kelelahan dapat dicegah dan diatasi yaitu dengan cara ;

- 1) Memperkenalkan perubahan pada rancangan produk bila perusahaan menghasilkan produk barang.
- 2) Merubah metoda kerja menjadi lebih efisien dan efektif.
- 3) Menerapkan penggunaan peralatan dan piranti kerja yang memenuhi standar ergonomi.
- 4) Menjadwalkan waktu istirahat yang cukup bagi seorang tenaga kerja.
- 5) Menciptakan suasana lingkungan kerja yang sehat, aman, dan nyaman bagi tenaga kerja.
- 6) Melakukan pengujian dan evaluasi kinerja tenaga kerja secara *periodic* untuk mendeteksi indikasi kelelahan secara lebih dini dan menemukan solusi yang tepat.

2.2.6 Mekanisme Kelelahan

Keadaan dan perasaan kelelahan adalah reaksi fungsional dari pusat kesadaran yaitu *korteks serebri*, yang dipengaruhi oleh dua sistem antagonistik yaitu sistem penghambat (inhibisi) dan sistem penggerak (aktivasi). Sistem penghambat terdapat dalam *thalamus* yang mampu menurunkan kemampuan manusia bereaksi dan menyebabkan kecenderungan untuk tidur. Sistem penggerak terdapat dalam *formasio retikularis* yang dapat merangsang peralatan dalam tubuh ke arah bekerja, berkelahi, melarikan diri, dan sebagainya (Silastuti, 2006).

Maka keadaan seseorang pada suatu saat sangat tergantung kepada hasil kerja diantara dua sistem antagonis dimaksud. Apabila sistem penghambat lebih kuat, maka seseorang dalam keadaan lelah dan sebaliknya jika sistem aktivitas lebih kuat maka seseorang dalam keadaan segar untuk bekerja. Misalnya peristiwa seseorang dalam keadaan lelah, tiba-tiba kelelahan hilang karena terjadi peristiwa yang tidak diduga sebelumnya atau terjadi tegangan emosi. Dalam keadaan ini, sistem penggerak tiba-tiba terangsang dan dapat mengatasi sistem penghambat. Kelelahan terjadi karena hambatan dari sistem penghambat, walaupun beban kerja tidak begitu berat (Silastuti, 2006).

Kelelahan diatur secara sentral oleh otak. Pada susunan saraf pusat, terdapat sistem aktivasi dan inhibisi. Kedua sistem ini saling mengimbangi tetapi kadang-kadang salah satu lebih

dominan sesuai dengan keperluan. Sistem aktivasi bersifat simpatis, sedangkan inhibisi adalah parasimpatis. Agar tenaga kerja berada dalam keserasian dan keseimbangan, kedua sistem tersebut harus berada pada kondisi yang memberikan stabilitasi kepada tubuh (Silastuti, 2006).

2.3 Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik dapat berupa beratnya pekerjaan seperti mengangkat, mendorong. Beban kerja sendiri memiliki pengertian yaitu perbedaan antara kemampuan pekerja dengan tuntutan pekerjaan yang dihadapi. Beban kerja dibedakan menjadi beban kerja fisik dan beban kerja mental. Adapun yang mempengaruhi beban kerja yaitu kesegaran jasmani, gizi, keterampilan, jenis kelamin, usia, dan ukuran tubuh pekerja.³ Dengan adanya beban kerja tersebut tentu dapat memicu adanya dampak yaitu stres kerja sehingga timbulah depresi. (Manuaba, 2000)

2.4 Alat Berat

Alat berat digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan. Saat ini, alat berat merupakan faktor penting di dalam proyek, terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala yang besar. Tujuan penggunaan alat-alat berat yaitu untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah pada waktu yang relatif lebih singkat. Pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek. Alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, ukuran maupun jumlahnya. Ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya

proyek. Kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar dan akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek. Hal ini dapat menyebabkan biaya proyek meningkat. Produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan untuk pengadaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar (Rostiyanti,2014).

2.4.1 Pengklasifikasian Alat Berat

Secara umum alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi. Salah satunya adalah pengklasifikasian alat berat berdasarkan klasifikasi fungsional dan klasifikasi operasional alat berat (Rostiyanti, 2014).

a. Klasifikasi Fungsional Alat Berat

1) Alat Pengolah Lahan

Jika pada lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan *dozer*. Untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas dapat digunakan *scraper*. Sedangkan untuk membentuk permukaan supaya rata selain *dozer* dapat digunakan juga *motor grader*.

2) Alat Penggali

Jenis alat ini dikenal dengan istilah *excavator*. Fungsi dari alat ini adalah untuk menggali tanah dan batuan, yang termasuk dalam kategori ini adalah *front shovel*, *backhoe*, *dragline*, dan *clamshell*.

3) Alat Pengangkut Material

Pengangkutan material dapat dibagi menjadi pengangkutan horizontal dan vertikal. Truk dan wagon termasuk dalam alat pengangkut horizontal karena material yang diangkutnya hanya dipindahkan secara horizontal dari satu tempat ke tempat yang lain. Umumnya alat ini dipakai untuk pengangkutan material lepas (*loose material*) dengan jarak tempuh yang relatif jauh. Sedangkan, *crane* termasuk didalam kategori alat pengangkut vertikal. Material yang diangkut *crane* dipindahkan secara vertikal dari satu elevasi ke elevasi yang lebih tinggi. Jarak jangkauan pengangkutan *crane* relatif kecil.

4) Alat Pemindah Material

Alat berat yang termasuk dalam kategori ini yaitu *loader* dan *dozer*. Alat ini digunakan untuk memindahkan material dari satu alat ke alat yang lain.

5) Alat Pemadatan

Pada pekerjaan penimbunan lahan biasanya setelah dilakukan penimbunan maka pada lahan tersebut perlu dilakukan pemadatan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan permukaan yang rata dan padat. Alat yang termasuk sebagai alat pemadatan adalah *tamping roller*, *pneumatic-tired roller*, *compactor*, dan lain-lain.

6) Alat Pemroses Material

Alat ini dipakai untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Hasil dari alat ini misalnya adalah batuan bergradasi, semen, beton, dan aspal. Alat

yang termasuk dalam kategori ini adalah *crusher*. Alat yang dapat mencampur material untuk pembuatan beton maupun aspal dikategorikan kedalam alat pemrosesan material seperti *concrete batch plant* dan *asphalt mixing plant*.

7)Alat Penempatan Akhir Material

Alat yang digolongkan pada kategori ini karena fungsinya, yaitu menempatkan material pada tempat yang telah ditentukan. Ditempat atau lokasi ini material disebarkan secara merata dan dipadatkan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Alat yang termasuk dalam kategori ini adalah *concrete spreader*, *asphalt paver*, *motor grader*, dan alat pemadat.

b. Klasifikasi Operasional Alat Berat

1) Alat dengan Penggerak

Alat penggerak merupakan bagian dari alat berat yang menerjemahkan hasil dari mesin menjadi kerja. Bentuk dari alat penggerak adalah *crawler* atau roda kelabang dan ban karet. Sedangkan *belt* merupakan alat penggerak pada *conveyer belt*. Untuk beberapa jenis alat berat seperti truk, *scraper* atau *motor grader*, alat penggeraknya adalah ban karet.

2) Alat Statis

Alat statis adalah alat berat yang dalam menjalankan fungsinya tidak berpindah tempat, yang termasuk dalam kategori ini adalah *tower crane*, *batching plant* dan *crusher plant*.

2.5 Shift Kerja

2.5.1 Definisi Shift Kerja

Penggunaan sumberdaya secara optimal dalam rangka meningkatkan produksi yang dituntut oleh dunia industri maupun perusahaan yang ada di dunia, memberikan konsekuensi terhadap perpanjangan jam kerja pekerja. Meningkatnya jumlah kebutuhan sumber daya yang berdampak pada pekerja dengan memperkerjakan pekerja melampaui waktu yang telah ditetapkan atau memberlakukan sistem kerja *shift*. Kerja *shift* biasa dilakukan oleh orang yang bekerja diluar jam kerja normal selama kurun waktu tertentu. Kerja *shift* adalah suatu strategi yang dilakukan di setiap perusahaan untuk meningkatkan produktifitas secara maksimal dan efisien (Marchelia, 2014).

Menurut *International Labor Organization* (ILO) tahun 1990 kerja *shift* adalah suatu metode bekerja pembagian waktu kerja yang dilakukan secara bergantian dalam waktu 24 jam. Seperti yang sudah ditetapkan oleh Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No.Kep.102/MEN/VI/2004 bahwa waktu kerja normal selama 6 hari kerja adalah 7 jam / hari dengan waktu kerja pada hari ke 5 dan ke 6 adalah 5 jam/hari. Waktu kerja yang di hitung 12 secara keseluruhan normal untuk 5 hari kerja adalah 8 jam/hari dengan jumlah total keseluruhan jam kerja adalah 40 jam/minggu. Jika jam kerja lebih dari 40 jam/minggu maka akan dihitung sebagai waktu kerja lembur.

2.5.2 System Kerja Shift

Sistem kerja *shift* di setiap perusahaan berbeda – beda sesuai dengan kebutuhan tempat kerja yang bersangkutan dan direkomendasikan oleh manajemen perusahaan yang bersangkutan yang bahkan sangat tidak beraturan. Macam-macam shift kerja sebagai berikut :

1) Kerja *shift* tetap (permanen)

Kerja *shift* permanen/tetap merupakan pekerjaan yang dilakukan secara terus menerus dalam waktu yang sama tanpa bertukar waktu. Pada pekerja shift tetap ini bila pekerja bekerja pada siang hari maka di hari selanjutnya akan bekerja di siang hari sampai seterusnya, begitu pula dengan yang bekerja pada malam hari maka seterusnya akan bekerja dimalam hari (Kodrat, 2009).

2) Kerja *shift* berputar (rotasi)

Kerja *shift* rotasi adalah kerja shift yang sistem waktu kerjanya berputar disetiap harinya. Shift rotasi merupakan sistem kerja yang paling mengganggu terhadap irama sirkadian 13 dibandingkan dengan shift permanen bila berlangsung dalam jangka waktu panjang. Rotasi cepat adalah pergantian shift yang dilakukan dalam waktu kurang dari satu minggu. Sistem kerja shift rotasi atau sistem kerja yang dilakukan secara bergantian dapat mengganggu irama sirkadian dalam tubuh dibandingkan kerja shift yang dilakukan secara pemanen/tetap. Tubuh manusia sangat berkaitan dengan irama sirkadian, yang dimana fungsi dari irama sirkadian

yaitu sebagai regulator tubuh untuk mengatur suhu, metabolisme, pencernaan, tekanan darah, sekresi adrenalin, serta keadaan bangun dan tidur (Kodrat, 2009).

2.5.3 Aspek *Shift* Kerja

Terdapat tiga aspek dalam pengukuran shift kerja yang sudah dikemukakan oleh Maurits dan Widodo (2008), yaitu :

1) Aspek Fisiologis

Irama sirkadian merupakan dasar dari fisiologis dan psikologis pada siklus tidur dan bangun di setiap harinya, yang mana di setiap proses – proses tersebut memiliki hubungan dalam penyesuaian dengan setiap perubahan waktu selama 24 jam. Terganggunya irama sirkadian seseorang dapat dipengaruhi oleh perubahan jadwal kegiatan seperti perubahan shift kerja seseorang. Apabila irama sirkadian seseorang terganggu akan memberikan dampak fisiologis pada tubuh pekerja seperti gangguan gastrointestinal, gangguan pola tidur, serta gangguan kesehatan lainnya, karena irama sirkadian sangat berhubungan dengan suhu tubuh, tingkat metabolisme, 16 detak jantung, tekanan darah, dan komposisi kimia tertentu pada tubuh. Lingkungan pekerja sangat mempengaruhi perubahan irama sirkadian seperti lingkungan yang terang, gelap, serta suhu lingkungan.

2) Aspek Psikologis

Stres merupakan salah satu bentuk terganggunya aspek psikologis seseorang. Kerja *shift* yang berlebihan dapat menyebabkan stres,

stres yang berkepanjangan dapat menyebabkan terganggunya psikis pekerja, seperti ketidakpuasan dalam bekerja dan juga dapat meningkatkan angka kecelakaan kerja.

3) Domestik dan Sosial

Shift kerja selain dapat mempengaruhi psikologi dan fisiologis seseorang juga akan mempengaruhi domestik dan sosial pekerja. Dampak negatif yang ditimbulkan adalah masalah domestik dan sosial. Masalah tersebut ditimbulkan akibat terganggunya hubungan keluarga atau lingkungan sekitar pekerja. Sosialisasi dan interaksi pekerja dengan tetangga sekitar tempat tinggalnya akan terganggu.

2.6 Pengukuran Kelelahan Fisik

Ada beberapa alat yang bisa digunakan untuk pengukuran kelelahan fisik antara lain:

2.6.1 *Handgrip Dynamometer*

Menurut Adiatmika *et al* (2015) Merupakan alat ukur kekuatan otot tangan yang sudah didesain sedemikian rupa yang menekankan pada efektifitas kerja otot tangan sehingga bentuk alat sudah menyesuaikan dengan tangan manusia. *Handgrip dyanamometer* merupakan alat ukur yang bersatuan kilogram (kg) dengan nominal yang tertera pada alat adalah digit puluhan dengan satu angka dibelakang koma. Prosedur pelaksanaanya adalah sebagai berikut:

- 1) Berdiri tegak dengan posisi kaki dibuka selebar bahu.
- 2) Pegang *handgrip dynamometer* dengan posisi lurus di samping

badan.

- 3) Telapak tangan menghadap ke paha, sedangkan skala *dynamometer* menghadap keluar.
- 4) Genggam *handle handgrip dynamometer* sekuat tenaga.
- 5) Lihat hasil pada *digital display handgrip dynamometer*.



Gambar 2.1 Bagian-bagian *Handgrip Dynamometer*

2.6.2 Mechanical Push Pull Dynamometer

Menurut Rani Julita (2018) *Push Pull dynamometer* adalah alat yang digunakan untuk mengetahui kekuatan menarik dan mendorong otot lengan dan bahu. Satuan yang digunakan dalam skala alat ini adalah kilogram (kg).

Penggunaan Alat ini mudah dan sederhana, alat ini dirancang secara ergonomis yang secara objektif mengukur kekuatan daya dorong, kekuatan daya menarik dan kekuatan mengangkat untuk

pengujian otot manual, evaluasi kapasitas fungsional dan evaluasi para pekerja. Peralatan ini ringan dan bisa dibawa kemana-mana sesuai dengan keperluan anda, alat ini bisa digunakan dimana saja di lokasi kerja, kantor, atau di rumah. Dinamometer ini sendiri dapat menguji kekuatan kecil dengan menggunakan pegangan yg tunggal, atau pegangan ganda yang dapat digunakan ketika mengukur kekuatan yang lebih besar.



Gambar 2.2 Bagian-bagian *Mechanical Push Pull Dynamometer*