

TESIS

PENGARUH USIA, MASA KERJA, POSISI KERJA DAN GETARAN SELURUH TUBUH TERHADAP KELELAHAN DAMPAKNYA PADA KELUHAN NYERI PUNGGUNG BAWAH PADA OPERATOR ALAT BERAT PEMBANGUNAN MAKASSAR *NEW PORT*

THE EFFECT OF AGE, WORKING PERIOD, WORK POSITION AND WHOLE-BODY VIBRATION ON FATIGUE ON THE IMPACT OF LOWER BACK PAIN ON HEAVY EQUIPMENT OPERATORS IN MAKASSAR NEW PORT DEVELOPMENT

Disusun dan diajukan oleh

**ANDI YEPITA DEVIYANTI
K012201034**



**PROGRAM STUDI S2 KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

**PENGARUH USIA, MASA KERJA, POSISI KERJA DAN GETARAN
SELURUH TUBUH TERHADAP KELELAHAN DAMPAKNYA PADA
KELUHAN NYERI PUNGGUNG BAWAH PADA OPERATOR
ALAT BERAT PEMBANGUNAN MAKASSAR *NEW PORT***

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

**Disusun dan diajukan oleh:
ANDI YEPITA DEVIYANTI**

Kepada

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH USIA, MASA KERJA, POSISI KERJA DAN GETARAN
SELURUH TUBUH TERHADAP KELELAHAN DAMPAKNYA PADA
KELUHAN NYERI PUNGGUNG BAWAH PADA OPERATOR
ALAT BERAT PEMBANGUNAN MAKASSAR NEW PORT**

Disusun dan diajukan oleh

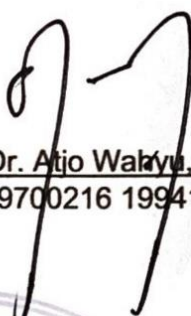
**ANDI YEPITA DEVIYANTI
K012201034**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 22 Agustus 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,


Prof. Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes
NIP. 19700216 199412 1 001


Prof. Yahya Thamrin, SKM., M.Kes, MOHS., Dr.PH
NIP. 19760218 200212 1 003


**Dekan Fakultas
Kesehatan Masyarakat**

Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc.PH., Ph.D
NIP. 19720529 200112 1 001


**Ketua Program Studi S2
Ilmu Kesehatan Masyarakat**

Prof. Dr. Masni, Apt., MSPH.
NIP. 19590605 198601 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Andi Yepita Deviyanti
NIM : K012201034
Program Studi : Ilmu Kesehatan Masyarakat / K3
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul :

**PENGARUH USIA, MASA KERJA, POSISI KERJA DAN GETARAN
SELURUH TUBUH TERHADAP KELELAHAN DAMPAKNYA PADA
KELUHAN NYERI PUNGGUNG BAWAH PADA OPERATOR
ALAT BERAT PEMBANGUNAN MAKASSAR NEW PORT**

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

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

Makassar, 23 Agustus 2022
Yang Menyatakan



Andi Yepita Deviyanti

ABSTRAK

ANDI YEPITA DEVIYANTI. *Pengaruh Usia, Masa Kerja, Posisi Kerja, dan Getaran Seluruh Tubuh Terhadap Kelelahan Dampaknya Pada Keluhan Nyeri Punggung Bawah Pada Operator Alat Berat Pembangunan Makassar New Port* (Dibimbing oleh **Atjo Wahyu** dan **Yahya Thamrin**).

Penyakit yang timbul karena hubungan kerja adalah penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan kerja, salah satunya keluhan nyeri punggung bawah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh usia, masa kerja, posisi kerja dan getaran seluruh tubuh terhadap kelelahan dampaknya pada nyeri punggung bawah pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain observasional analitik dan pendekatan cross sectional. Adapun populasi dalam penelitian ini adalah seluruh operator alat berat dan sampel berjumlah 32 responden dengan penerikan sampel menggunakan *exhaustive sampling*. Analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis jalur.

Hasil penelitain ini menunjukkan ada pengaruh langsung usia ($p=0.000$) dan posisi kerja ($p=0.009$) terhadap nyeri punggung bawah serta ada pengaruh tidak langsung getaran seluruh tubuh terhadap nyeri punggung bawah ($p=0.029$). Sedangkan, masa kerja menunjukkan tidak ada pengaruh langsung dan tidak langsung terhadap nyeri punggung bawah. Oleh karena itu, kepada pihak perusahaan agar menyesuaikan pekerjaan berdasarkan usia dan kemampuan fisik operator alat berat serta meningkatkan kualitas pelatihan ergonomi.

Kata Kunci : Nyeri Punggung Bawah, Kelelahan, Getaran Seluruh Tubuh, Operator Alat Berat.



ABSTRACT

ANDI YEPITA DEVIYANTI. *The Effect of Age, Working Period, Work Position and Whole Body Vibration to Fatigue on the Impact of Lower Back Pain on Heavy Equipment Operators in Makassar New Port Development* (Supervised by **Atjo Wahyu** and **Yahya Thamrin**).

Diseases that arise due to work relationships are diseases caused by work or the work environment, one of which is low back pain. This study aims to determine the effect of age, working period, work position and whole body vibration to fatigue on the impact of lower back pain on heavy equipment operators in Makassar New Port development in 2022.

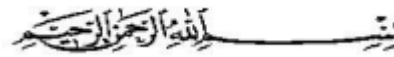
This research is a quantitative study with analytics observational design and cross sectional approach. The population in this study were all heavy equipment operators and a sample of 32 respondents with the sampling using exhaustive sampling. Data analysis in this study used path analysis.

The results of this study indicate that there is a direct effect of age ($p=0.000$) and work position ($p=0.009$) on low back pain and there is an indirect effect of whole body vibration on low back pain ($p=0.029$). Meanwhile, working period showed that no direct effect and indirect effect on low back pain. Therefore, the company should adjust the work based on the age and physical ability of heavy equipment operators and improve the quality of ergonomics training.

Keywords : Low Back Pain, Fatigue, Whole Body Vibration, Heavy Equipment Operator.



PRAKATA



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah rabbil aalamiin,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah yang tiada henti diberikan kepada hamba-Nya. Salam dan shalawat tak lupa kita kirimkan kepada Rasulullah Muhammad SAW beserta para keluarga. Alhamdulillah seluruh rangkaian proses penyusunan tesis yang berjudul “Pengaruh Usia, Masa Kerja, Posisi Kerja dan Getaran Seluruh Tubuh Terhadap Kelelahan Dampaknya Pada Keluhan Nyeri Punggung Bawah Pada Operator Alat Berat Pembangunan Makassar *New Port*” dapat terselesaikan sekaligus sebagai syarat dalam menyelesaikan studi pada Program Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu acuan dalam upaya peningkatan derajat kesehatan masyarakat. Berbagai tantangan telah penulis hadapi dalam menyelesaikan penulisan tesis ini namun berkat ikhtiar, tawaqqal dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya tesis ini dapat terselesaikan. Dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Atjo Wahyu, SKM., M.Kes selaku Ketua Komisi Penasihat dan Bapak Prof. Yahya Thamrin, SKM., M.Kes. MOHS. Ph.D selaku Anggota Komisi Penasihat yang telah membimbing, memberikan saran dan solusi sehingga tesis ini tersusun dengan baik.
2. Tim penguji Bapak Dr. Lalu Muhammad Saleh, SKM., M.Kes, Bapak Prof. Dr. Stang, M.Kes dan Bapak Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes atas kesediaan waktu dalam memberikan saran serta arahan guna penyempurnaan penyusunan tesis ini.
3. Bapak Prof. Dr. Jamaluddin Jompa, M.Si selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Sukri Palutturi, SKM., M.Kes., M.Sc.PH., Ph.D selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, Ibu Prof. Dr. Masni, Apt, MPSH selaku Ketua Prodi Pascasarjana Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin, serta seluruh tim pengajar Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja telah memberikan ilmu dan bimbingan selama penulis mengikuti pendidikan.
4. Bapak Ludy Aries selaku HSE *Manager* dan seluruh pekerja PT. PP (Persero) Proyek Makassar *New Port* yang telah menerima dan meluangkan waktunya dalam melancarkan kegiatan penelitian penulis.
5. Teman-teman program pascasarjana fakultas kesehatan masyarakat angkatan 2020, bagian akademik pascasarjana IKA FKM Unhas, teman-teman kelas C dan teman seperjuangan departemen keselamatan dan kesehatan kerja khususnya Lidya Resty, SKM, Yuspiah Sudir, SKM, Andi Nurarifah, SKM., M.KM, Wida Minarti, SKM,

Sri Rahayu Suparman, SKM dan Cicci Khaerunnisa, S.Kep atas kekompakan, kebersamaan, semangat, dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama mengikuti penelitian.

6. Penghargaan teristimewa dan sembah sujud penulis kepada orang tua tercinta Ayahanda Andi Sahib dan Ibunda Andi Asmarani, S.Pd., M.Pd, Kakek H. Andi Mangkona, BA dan H. Andi Mamu (alm) dan Nenek Hj. Indo Lebbi, A.Ma.Ag dan Andi Gallong (alm) atas doa, dukungan, nasehat dan kasih sayang yang tiada henti dalam menyelesaikan studi. Terima kasih juga kepada Kakakku Andi Putrianisa Nurfadilah, SP. M.Si dan Andi Eka Resky Putera Irawan, SKM yang senantiasa memberikan semangat, motivasi dan doa kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, besar harapan penulis kepada pembaca atas kontribusinya baik berupa kritik maupun saran yang membangun. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmatNya kepada kita semua dan apa yang disajikan dalam tesis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin. Terima kasih.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 23 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	9
D. Manfaat Penelitian.....	10
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum Tentang Usia.....	11
B. Tinjauan Umum Tentang Masa Kerja.....	12
C. Tinjauan Umum Tentang Posisi Kerja	13
D. Tinjauan Umum Tentang Getaran	30
E. Tinjauan Umum Tentang Kelelahan.....	41
F. Tinjauan Umum Tentang Nyeri Punggung Bawah	53
G. Tinjauan Umum Tentang Operator Alat Berat	71
H. Kerangka Teori Penelitian	73
I. Kerangka Konsep Penelitian	74
J. Hipotesis Penelitian.....	75
K. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	77
L. Matriks Sintesa Penelitian	80

BAB III METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	87
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	87
C. Populasi dan Teknik Sampel.....	88
D. Instrumen dan Pengumpulan Data.....	88
E. Tahapan Penelitian	93
F. Etika Penelitian	94
G. Pengolahan dan Penyajian Data.....	95
H. Analisis Data	96

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	97
B. Hasil Penelitian	100
C. Pembahasan	114
D. Keterbatasan Penelitian	129

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan	130
B. Saran.....	130

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Skor Bagian Leher (<i>Neck</i>).....	23
Tabel 2.2	Skor Bagian Punggung (<i>Trunk</i>).....	24
Tabel 2.3	Skor Bagian Kaki (<i>Legs</i>)	24
Tabel 2.4	Penilaian Skor Tabel A.....	25
Tabel 2.5	Skor Bagian Lengan Atas (<i>Upper Arms</i>)	26
Tabel 2.6	Skor Bagian Lengan Atas (<i>Lower Arms</i>)	27
Tabel 2.7	Skor Bagian Pergelangan Tangan (<i>Wrist</i>).....	27
Tabel 2.8	Penilaian Skor Tabel B.....	28
Tabel 2.9	Penilaian Skor Tabel C	29
Tabel 2.10	Pengukuran Tabel Skor Level Aksi REBA	30
Tabel 2.11	Nilai Ambang Batas Getaran Untuk Pemaparan Seluruh Tubuh.....	39
Tabel 2.12	Skor, Kategori dan Kemampuan Kegiatan Berdasarkan <i>Oswestry Disability Index</i> (ODI)	69
Tabel 2.13	Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	77
Tabel 2.14	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Masa Kerja dan Kelelahan	80
Tabel 2.15	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Posisi Kerja dan Kelelahan	81
Tabel 2.16	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Getaran Seluruh Tubuh dan Kelelahan	81
Tabel 2.17	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Kelelahan dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah	83
Tabel 2.18	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Masa Kerja dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah	84
Tabel 2.19	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Posisi Kerja dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah	84
Tabel 2.20	Sintesa Hasil Penelitian Terkait Dengan Getaran Seluruh Tubuh dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah	85

Tabel 4.1	Distribusi Responden Berdasarkan Kelompok Usia Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022.....	101
Tabel 4.2	Distribusi Responden Berdasarkan Kategori Usia Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022.....	101
Tabel 4.3	Distribusi Responden Berdasarkan Kategori Masa Kerja Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022.....	102
Tabel 4.4	Distribusi Responden Berdasarkan Kategori Posisi Kerja Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022.....	102
Tabel 4.5	Distribusi Responden Berdasarkan Kategori Getaran Seluruh Tubuh Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022	103
Tabel 4.6	Distribusi Responden Berdasarkan Kategori Kelelahan Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022.....	104
Tabel 4.7	Distribusi Responden Berdasarkan Kategori Nyeri Punggung Bawah Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022	104
Tabel 4.8	<i>Crosstabulation</i> Usia, Masa Kerja, Posisi Kerja, Getaran Seluruh Tubuh dan Kelelahan Terhadap Nyeri Punggung Bawah Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022	105
Tabel 4.9	<i>Crosstabulation</i> Usia, Masa Kerja, Posisi Kerja, Getaran Seluruh Tubuh dan Kelelahan Terhadap Nyeri Punggung Bawah Oleh Fisioterapi Pada Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> Tahun 2022.....	107
Tabel 4.10	Hasil Analisis Uji Multivariat Berdasarkan <i>Path</i> Analisis Operator Alat Berat Proyek Makassar <i>New Port</i> 2022	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Penilaian Grup A Pergerakan Leher	23
Gambar 2.2	Penilaian Grup A Pergerakan Punggung	23
Gambar 2.3	Penilaian Grup A Pergerakan Kaki	24
Gambar 2.4	Penilaian Grup B Pergerakan Lengan Atas	26
Gambar 2.5	Penilaian Grup B Pergerakan Lengan Bawah.....	27
Gambar 2.6	Penilaian Grup B Pergerakan Pergelangan Tangan	27
Gambar 2.7	Sumbu Triaksial Pada Pengukuran Getaran Seluruh Tubuh.....	35
Gambar 2.8	Skala Pengukuran Rasa Sakit - <i>Numeric Pain Rating Scale</i> (NPRS)	66
Gambar 2.9	Kerangka Teori Penelitian.....	73
Gambar 2.10	Kerangka Konsep Penelitian.....	74
Gambar 3.1	<i>Vibration Meter Whole Body</i>	91
Gambar 3.2	<i>Reaction Timer</i>	92
Gambar 3.3	Tahapan Penelitian	93
Gambar 4.1	<i>Layout</i> Pembangunan Makassar <i>New Port</i>	98
Gambar 4.2	Analisis Jalur (<i>Path Analysis</i>).....	109
Gambar 4.3	Model Akhir Analisis Jalur (<i>Path Analysis</i>).....	113

DAFTAR SINGKATAN

AAPM	: <i>The American Academy of Pain Medicine</i>
BMI	: <i>Body Mass Index</i>
BPJAMSOSTEK	: Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Ketenagakerjaan
CDC	: <i>Center for Control and Prevention</i>
Dinkes	: Dinas Kesehatan
ILO	: <i>International Labour Organization</i>
LBP	: <i>Low Back Pain</i>
LFS	: <i>Labour Force Survey</i>
NAB	: Nilai Ambang Batas
NPB	: Nyeri Punggung Bawah
NPRS	: <i>Numeric Pain Rating Scale</i>
ODI	: <i>Oswestry Disability Index</i>
Permenaker RI	: Peraturan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia
PLS	: <i>Partial Least Square</i>
PP	: Pembangunan Perumahan
PSEQ	: <i>Pain Self Efficacy Questionnaire</i>
PSFS	: <i>Patient-Specific Functional Scale</i>
PT	: Perseroan Terbatas
SDG's	: <i>Sustainable Development Goals</i>
SOP	: Standar Operasional Prosedur
SPSS	: <i>Statistic Package for Social Science</i>
UU	: Undang-Undang
WHO	: <i>World Health Organization</i>

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	SOP Pengukuran Getaran Seluruh Tubuh
Lampiran 2	SOP Pengukuran Kelelahan
Lampiran 3	Lembar Persetujuan Menjadi Responden
Lampiran 4	Kuesioner Penelitian
Lampiran 5	Master Tabel Penelitian
Lampiran 6	Hasil Output SPSS Analisis Univariat
Lampiran 7	Hasil Output SPSS Analisis Bivariat
Lampiran 8	Hasil Output SmartPLS Analisis Multivariat
Lampiran 9	Surat Keputusan Pembimbing
Lampiran 10	Surat Keputusan Penguji
Lampiran 11	Surat Permohonan Izin Survey Lapangan
Lampiran 12	Surat Permohonan Penyewaan Alat Ukur
Lampiran 13	Surat Izin Penelitian
Lampiran 14	Surat Selesai Penelitian
Lampiran 15	Surat Rekomendasi Etik
Lampiran 16	Dokumentasi
Lampiran 17	Riwayat Hidup

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Percepatan pembangunan infrastruktur oleh pemerintah merupakan perkembangan era industrialisasi bersifat global dan memiliki perkembangan yang pesat, seperti industri konstruksi yang menyediakan jasa konstruksi dan memiliki peran yang cukup signifikan terhadap pembangunan saat ini (Dyanita, 2018). Pekerjaan di sektor konstruksi semakin banyak dan berkembang sehingga risiko terjadinya penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja juga meningkat sehingga diperlukan peningkatan keselamatan dan kesehatan kerja dalam upaya penekanan penyakit akibat kerja ataupun kecelakaan kerja, serta peningkatan produktivitas kerja.

Sektor konstruksi merupakan salah satu bidang usaha yang memiliki batas waktu penyelesaian proyek pembangunan sehingga dibutuhkan tenaga kerja dan peralatan kerja dengan teknologi maju untuk menyelesaikan proyek dalam batas waktu tertentu. Proyek konstruksi dalam pengerjaannya didukung dengan penggunaan alat berat yang dioperasikan oleh operator. Menurut (Susy Fatena Rostiyanti, 2008) alat berat merupakan alat untuk membantu manusia melakukan pekerjaan pembangunan struktur bangunan skala besar yang dijalankan oleh mesin dan peralatan kerja mekanis sehingga menimbulkan getaran mekanis yang dapat berpindah keseluruh tubuh.

Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor 5 Tahun 2018 tentang nilai ambang batas (NAB) getaran seluruh tubuh untuk 8 jam kerja adalah $0,8661 \text{ m/s}^2$ (Permenaker RI, 2018). Apabila pekerja terpapar getaran yang melebihi NAB akan menimbulkan gangguan kesehatan yaitu kelelahan. Kelelahan yang timbul pada suatu keadaan secara umum ditunjukkan oleh hilangnya kemauan untuk bekerja. Sehingga timbul kelelahan otot yang ditandai oleh tremor atau rasa nyeri pada otot (Suma'mur, 2014).

Operator alat berat yang bekerja dengan paparan getaran seluruh tubuh dengan posisi kerja duduk memiliki beban maksimal lebih berat sebanyak 6-7 kali dari berdiri karena ada penekanan pada bantalan saraf tulang belakang. Sehingga aliran darah ke otot punggung bawah yang mengangkut oksigen terhambat dan otot kekurangan oksigen yang menimbulkan nyeri punggung bagian bawah (Santoso, 2004).

Nyeri punggung bawah (NPB) atau *low back pain* (LBP) adalah masalah kesehatan dunia, yang mengakibatkan pembatasan aktivitas dan juga ketidakhadiran kerja. Seyogyanya nyeri punggung bawah tidak menyebabkan kematian, akan tetapi menyebabkan individu yang mengalami menjadi tidak produktif (Patrianingrum, 2015). NPB merupakan rasa nyeri yang dirasakan di daerah punggung bawah yang terjadi akibat gangguan muskuloskeletal (Noli, 2021).

Pada *World Health Statistics* pada tahun 2017, memaparkan bahwa *health worker* merupakan salah satu indikator pencapaian SDG's

(*Sustainable Development Goals*) di tahun 2030, WHS pada tahun 2017 menjelaskan bahwa pekerja harus terlindungi dari kondisi berbahaya, yang tidak aman dan yang tidak sehat di lingkungan kerja (*Statistics*, 2017). Berdasarkan data dari *Labour Force Survey* (LFS) U.K, pekerja yang mengalami gangguan LBP di tahun 2016/2017 adalah 590 kasus per 100.000 pekerja. Ini setara dengan 194.000 total kasus di tahun 2016/2017 (*Health and Safety Executive*, 2017).

Data statistik di Amerika Serikat dengan angka kejadian 15%-20% yang terjadi setiap tahun, dan terdapat 90% kasus nyeri punggung bawah yang penyebabnya bukan karena kelainan organik, melainkan karena posisi tubuh saat bekerja tidak benar (WHO, 2014). Menurut *Center for Control and Prevention* (CDC) dalam *The American Academy of Pain Medicine* (AAPM) tahun 2008, sebanyak 100 juta orang di Amerika Serikat melaporkan LBP sebesar 28,1% (Gallagher, 2008). Selain itu, kejadian LBP merupakan 1 dari 10 penyakit terbanyak di Amerika Serikat dan menduduki peringkat ke 5 dalam daftar penyebab seorang pasien berkunjung ke dokter (Minghelli, 2017).

Berdasarkan Hasil Riset Kesehatan Dasar (2018), prevalensi muskuloskeletal di Indonesia yang di diagnosis oleh tenaga kesehatan yaitu 11,9% dan berdasarkan diagnosis atau gejala yaitu 24,7%. Jumlah penderita nyeri punggung bawah di Indonesia tidak diketahui pasti, namun diperkirakan antara 7,6% sampai 37%. Sebuah studi yang dilakukan di 13 kota besar di Indonesia menunjukkan prevalensi NPB sebesar 21,8% dari

8.160 partisipan dan ditemukan 5 gejala klinis oleh pasien nyeri punggung bawah yaitu sensasi tertusuk, sensasi terkena listrik, terbakar, kesemutan dan nyeri berlebihan (Purwata *et al.*, 2015).

Data dari Sistem Pencatatan dan Pelaporan Program Kesehatan Kerja dan Olahraga tahun 2020 Dinas Kesehatan Provinsi Sulawesi Selatan bahwa nyeri punggung bawah merupakan penyakit akibat kerja tertinggi ketiga setelah TB paru akibat kerja dan dermatitis dengan jumlah kasus 581 di Sulawesi Selatan (Dinkes Provinsi Sul-Sel, 2020).

Pengaruh umur terhadap NPB berkaitan dengan penuaan seiring bertambahnya umur termasuk regenerasi tulang yang berdampak pada peningkatan risiko nyeri punggung bawah (Budiono, 2003). Hasil penelitian di Bandung menunjukkan prevalensi NPB adalah 38,4% dengan rerata usia 50-59 tahun. Laporan gejala hampir serupa, pasien mengalami nyeri seperti tertusuk jarum, tersetrum dan beberapa juga melaporkan nyeri tumpul (Novitasari *et al.*, 2016).

Masa kerja yang lama dapat berpengaruh terhadap NPB karena merupakan akumulasi pembebanan pada tulang belakang akibat aktivitas monoton sehari-hari (Budiono, 2003). Pekerjaan sebagai operator alat berat dengan getaran seluruh tubuh yang dirasakan dapat menimbulkan risiko cedera muskuloskeletal yang berlebihan dan gangguan nyeri pada punggung bagian bawah (Tuchsen, 2010). Penelitian mengenai masa kerja terhadap nyeri punggung menunjukkan mayoritas masa kerja 36-72 bulan yaitu sebanyak 53 orang responden (48,6%). Responden

melakukan gerakan berulang dan pekerjaan fisik berat dalam posisi statis untuk waktu lama mengakibatkan inflamasi tendon, insersio dan persendian sehingga menjempit saraf akhirnya menimbulkan keluhan nyeri punggung bawah, kelemahan atau kerusakan fisik (Remon, 2015).

Penyebab LBP paling sering adalah duduk terlalu lama, sikap duduk yang salah, aktivitas berlebihan dan trauma. Pekerjaan yang berisiko LBP yaitu pekerjaan dengan jam kerja panjang dan mengharuskan duduk dengan posisi duduk tertentu (Pirade, Angliadi and Sengkey, 2013). Penelitian mengenai posisi kerja pada keluhan nyeri punggung bawah bahwa seluruh responden yang mengalami penurunan mobilitas tulang belakang memiliki sudut postur lutut proporsi responden yang berisiko 53,8% lebih besar mengeluhkan LBP (Sifai, 2018).

Proyek konstruksi skala besar pengerjaannya menggunakan alat berat menimbulkan keterpaparan getaran pada operator dengan frekuensi tinggi dari getaran lantai melalui kaki dan tempat duduk diteruskan ke seluruh tubuh. Semakin lama masa kerja dan paparan getaran berarti semakin besar jumlah paparan getaran yang berakumulasi setiap harinya. Maka menyebabkan resonansi organ dan jaringan tubuh mengakibatkan mudah merasa lelah dan berisiko terjadinya nyeri punggung bawah.

Berdasarkan penelitian mengenai pengaruh getaran seluruh tubuh terhadap keluhan nyeri punggung bawah pada operator alat berat di industri pondasi menunjukkan keluhan nyeri punggung bawah sebesar (64,3%) dan jumlah rata-rata intensitas getaran seluruh tubuh adalah

0,543 m/s² dan terdapat hubungan signifikan antara getaran seluruh tubuh, umur, dan masa kerja dengan keluhan nyeri punggung bawah (Kurniati, Flora and Sitorus, 2019).

Dalam mewujudkan keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja, maka perlu adanya pelatihan mengenai kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja operator alat berat. Agar operator alat berat memahami penyakit akibat kerja yang dapat mengakibatkan berbagai macam keluhan kesehatan seperti nyeri punggung bawah. Akibat tuntutan produktivitas kerja yang tinggi pada proyek konstruksi sehingga menghabiskan waktu kerja di area landasan yang terjal dengan frekuensi getaran tinggi. Hal ini tidak dapat dihindari demi mengoptimalkan pembangunan infrastruktur yang representatif.

Negara berkembang Indonesia mewujudkan kesejahteraan dari sektor perdagangan demi memperlancar arus barang dan jasa, maka diperlukan sarana pengangkutan yang layak, baik melalui darat, laut, maupun udara. Pelaksanaan pengangkutan barang melalui laut meningkat, sehingga peran perusahaan jasa pengangkutan laut juga semakin meningkat, seperti perusahaan ekspedisi muatan kapal laut ataupun perusahaan bongkar muat.

Salah satu upaya pemerintah Kota Makassar saat ini yaitu mengembangkan Pelabuhan Soekarno-Hatta dengan membangun Makassar *New Port*, yang dilatarbelakangi oleh peran Kota Makassar yang sangat strategis sebagai pelabuhan internasional dan terbesar di

Indonesia Timur karena dilalui oleh Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) II, serta terletak tegak lurus dengan beberapa negara tujuan ekspor hasil pertanian dan tambang dari Indonesia Timur, yaitu Tiongkok, Jepang, Hongkong dan Korea (Harsono and Syafri, 2020).

Pembangunan Makassar *New Port* ditandatangani kontrak pengerjaan oleh PT. Pembangunan Perumahan (PP) pada 3 Juni 2015. Pengerjaan pembangunan Makassar *New Port* terdiri dari tiga tahap yaitu, 1A, 1B dan 1C. Tahap 1A telah selesai tahap 1B dan 1C masih tahap pengerjaan pembangunan yang meliputi pekerjaan dermaga dan lapangan kontainer. Adapun jenis pekerjaan proyek ini meliputi pekerja rangka baja, tukang besi, tukang batu dan pekerja operator alat berat. Pekerja operator alat berat tentunya terpapar getaran seluruh tubuh akibat aktivitas kerja dan dampaknya timbul keluhan nyeri punggung bawah pada operator alat berat sebesar 59%.

Berdasarkan observasi awal dan wawancara langsung yang dilakukan oleh peneliti terdapat 13 dari 20 operator alat berat mengalami keluhan nyeri otot bagian pinggang bagian bawah dan nyeri hingga paha dan kaki. Mereka mengalami keluhan tersebut setiap selesai bekerja. Keterpaparan getaran seluruh tubuh dengan frekuensi tinggi dan posisi kerja duduk secara terus-menerus mengakibatkan mayoritas operator saat bekerja posisi kepala sedikit menunduk dan kadang posisi tubuh lebih kedepan akibat penglihatan yang kurang baik sehingga berdampak pada tingginya keluhan nyeri punggung bawah. Pekerja operator alat berat

memulai berkerja pada pukul 08.00 hingga 17.00, jenis alat berat yang digunakan operator yaitu *ekskavator, ekskavator long arm, vibratory roller, crane, bulldozer* dan *forklift*.

Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti menganggap perlunya dilakukan penelitian mengenai pengaruh getaran seluruh tubuh, umur, masa kerja, posisi kerja, kelelahan kerja dan keluhan nyeri punggung bawah pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022.

B. Rumusan Masalah

Berlandaskan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka, maka rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah usia berpengaruh langsung dan tidak langsung terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
2. Apakah masa kerja berpengaruh langsung dan tidak langsung terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
3. Apakah posisi kerja berpengaruh langsung dan tidak langsung terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
4. Apakah getaran seluruh tubuh berpengaruh langsung dan tidak langsung terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini

1. Tujuan Umum

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh usia, masa kerja, posisi kerja dan getaran seluruh tubuh terhadap kelelahan yang berdampak pada nyeri punggung bawah operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui pengaruh langsung dan tidak langsung usia terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022
- b. Untuk mengetahui pengaruh langsung dan tidak langsung masa kerja terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022
- c. Untuk mengetahui pengaruh langsung dan tidak langsung posisi kerja terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022
- d. Untuk mengetahui pengaruh langsung dan tidak langsung getaran seluruh tubuh terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Akademik

Penelitian ini meningkatkan pemahaman mengenai pentingnya masalah penyakit akibat kerja, aparan getaran seluruh tubuh, masa kerja dan posisi kerja melalui kelelahan terhadap keluhan nyeri punggung bawah yang erat kaitannya terhadap masalah kesehatan dan keselamatan kerja.

2. Manfaat Praktis

- a. Harapan penulis kiranya hasil penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berwenang/*stakeholder* sebagai dasar pengambilan suatu kebijakan dalam meminimalisir kemungkinan terjadinya kecelakaan kerja dan penyakit akibat hubungan kerja pada operator alat berat.
- b. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh pekerja itu sendiri terkhusus pada operator alat berat, agar dapat lebih memperhatikan lagi risiko penyakit akibat kerja. Agar dapat lebih produktif lagi dalam bekerja untuk jangka panjang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Usia

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) bahwa usia merupakan lama waktu hidup atau ada (sejak dilahirkan). Usia dibagi menjadi tiga kelompok yaitu: a) usia kronologis, adalah perhitungan usia yang dimulai dari saat kelahiran seseorang sampai dengan waktu penghitungan usia, b) usia mental, adalah perhitungan usia yang didapatkan dari taraf kemampuan mental seseorang, dan c) usia biologis, adalah perhitungan usia berdasarkan kematangan biologis (KBBI, 2019)

Pada umumnya pada usia lanjut, kemampuan kerja otot semakin menurun terutama pada pekerja berat. Pada umumnya diketahui bahwa beberapa kapasitas fisik seperti penglihatan, pendengaran, dan kecepatan reaksi menurun sesudah usia 40 tahun. Usia yang merupakan faktor individu yang dapat mengakibatkan terjadinya penurunan produktivitas kerja dimana pekerja tidak sanggup melaksanakan pekerjaan merupakan pola dari keadaan yang secara umum terjadi yang disebut dengan kelelahan kerja. Semakin tua usia, makin sukar seseorang beradaptasi dan makin cepat menjadi lelah (Suma'mur, 2009).

Risiko dari rasa kelelahan kerja yaitu motivasi kerja menurun, performansi rendah, kualitas kerja rendah, banyak terjadinya kesalahan, memicu kecelakaan, hingga penyakit akibat kerja salah satunya nyeri punggung bawah yang mengakibatkan pembatasan aktivitas kerja.

B. Tinjauan Umum Tentang Masa Kerja

Masa kerja adalah kurun waktu atau lamanya tenaga kerja bekerja di suatu tempat. Masa kerja dapat mempengaruhi baik kinerja positif maupun negatif, akan memberi pengaruh positif pada kinerja personal karena dengan bertambahnya masa kerja maka pengalaman dalam melaksanakan tugasnya semakin bertambah. Sebaliknya akan memberi pengaruh negatif apabila semakin bertambahnya masa kerja maka akan muncul kebiasaan pada tenaga kerja (Suma'mur, 2009).

Masa kerja dapat mempengaruhi pekerja baik pengaruh positif maupun negatif. Pengaruh positif terjadi bila semakin lama seorang pekerja bekerja maka akan berpengalaman dalam melakukan pekerjaannya, dapat mengatur besarnya tenaga yang dikeluarkan oleh karena seringnya melakukan pekerjaan tersebut dan pekerja telah mengetahui posisi kerja yang terbaik atau nyaman untuk dirinya sehingga produktifitasnya terjaga.

Sebaliknya pengaruh negatif yang dapat terjadi bila semakin lama seseorang bekerja akan menimbulkan kelelahan dan kebosanan. Semakin lama seorang pekerja bekerja maka semakin banyak pekerja terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja tersebut. Semakin lama seseorang dalam bekerja maka semakin banyak pekerja terpapar bahaya yang ditimbulkan lingkungan kerja tersebut.

C. Tinjauan Umum Tentang Posisi Kerja

1. Definisi Posisi Kerja

Sikap kerja yang sering dilakukan oleh manusia dalam ketika melaksanakan pekerjaannya antara lain berdiri, duduk, membungkuk, jongkok, berjalan, dan lain sebagainya. Sikap kerja tersebut dilakukan tergantung dari kondisi dari lingkungan kerja. Jika lingkungan kerjanya tidak sehat akan menyebabkan kecelakaan kerja ataupun penyakit akibat kerja, karena melakukan pekerjaan secara tidak aman.

Posisi tubuh yang tidak alamiah dan cara kerja yang tidak ergonomis dalam waktu lama dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan pekerja seperti rasa sakit di tangan, kaki, perut, punggung, pinggang, dan sebagainya, gangguan gerakan pada bagian tubuh tertentu (kesulitan menggerakkan kaki, tangan, leher, atau kepala). Selain itu hubungan tenaga kerja dalam sikap dan interaksinya terhadap sarana kerja akan menentukan efisiensi, efektivitas dan produktivitas kerja, selain *Standard Operating Procedures (SOP)* yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan (Budiono, 2003).

Sikap kerja tidak ergonomis dapat menyebabkan kelelahan dan cedera pada otot. Sikap kerja yang tidak alamiah adalah sikap kerja yang menyebabkan posisi bagian tubuh bergerak menjauhi posisi alamiah. Seperti menggerakkan tangan terangkat, maka semakin jauh bagian tubuh dari pusat gravitasi tubuh maka semakin tinggi pula resiko terjadinya keluhan otot skeletal (Tarwaka, 2014).

Posisi kerja merupakan posisi kerja saat melakukan aktivitas pekerjaan. Posisi kerja dengan sikap yang salah dapat meningkatkan energi yang dibutuhkan. Posisi kerja yang kurang benar ini dapat menyebabkan perpindahan dari otot ke jaringan rangka tidak efisien sehingga mudah mengalami kelelahan dalam bekerja. Posisi kerja tersebut merupakan aktivitas dari pengulangan atau waktu lama dalam posisi menggapai, berputar, memiringkan badan, berlutut, memegang dalam posisi statis dan menjepit dengan tangan. Dalam melakukan aktivitas tersebut, dilibatkan beberapa anggota tubuh seperti bahu, punggung dan lutut karena daerah tersebut yang rentan mengalami cedera (Oktaria, 2015).

2. Klasifikasi Posisi Kerja

Posisi tubuh dalam kerja sama ditentukan oleh jenis pekerjaan yang dilakukan. Masing-masing posisi kerja mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap tubuh. Menurut Nurmiyanto (2008), posisi kerja merupakan suatu tindakan yang diambil tenaga kerja untuk melakukan pekerjaan. Terdapat 4 macam sikap dalam bekerja, yaitu:

a. Posisi Kerja Duduk

Menurut Suma'mur (2014) keuntungan bekerja dengan Posisi kerja duduk ini adalah kurangnya kelelahan pada kaki, terhindarnya postur-postur tidak alamiah, berkurangnya pemakaian energi dan kurangnya tingkat keperluan sirkulasi

darah. Terdapat hal-hal yang harus diketahui dan dapat dilakukan ketika duduk:

- 1) Duduk tegak dengan punggung lurus dan bahu kebelakang. Paha menempel di dudukan kursi dan bokong harus menyentuh bagian belakang kursi.
- 2) Pusatkan beban tubuh pada satu titik agar seimbang. Usahakan jangan sampai membungkuk jika diperlukan, kursi dapat ditarik mendekati meja kerja agar posisi duduk tidak membungkuk.
- 3) Usahakan menekuk lutut hingga sejajar dengan pinggang, dan disarankan untuk tidak menyilangkan kaki.
- 4) Bagi seseorang yang bertubuh kecil atau pengguna hak tinggi yang merasa kursinya ketinggian, penggunaan pengganjal kaki dapat membantu menyalurkan beban dari tungkai.
- 5) Usahakan istirahat tiap 30-45 menit dengan cara berdiri, peregangan sesaat, atau berjalan disekitar meja kerja sehingga kesegaran tubuh dapat kembali, sehingga konsentrasi dalam bekerja kembali.

b. Posisi Kerja Berdiri

Posisi kerja berdiri merupakan sikap atau keadaan tubuh saat bekerja dalam keadaan siaga baik dalam hal fisik dan mental, sehingga aktivitas kerja yang dilakukan lebih cepat, dan efektif. Namun bekerja dengan posisi kerja sedang berdiri terus menerus

dapat mengakibatkan timbulnya penumpukan darah dan beragam cairan tubuh menumpuk di kaki.

Ada beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengurangi resiko berdiri terlalu lama, dengan cara sebagai berikut:

- 1) Jika memungkinkan, seorang pekerja dapat mengubah posisi kerja secara teratur, sehingga mengurangi posisi statis dalam waktu yang lama, dan pekerja dapat bergerak secara fleksibel.
- 2) Lantai kerja dilapisi alas yang berbahan empuk untuk mengurangi kelelahan saat berdiri terlalu lama.
- 3) Gunakan alas kaki yang nyaman atau pas dengan ukuran dan tidak mengubah bentuk kaki.
- 4) Jika lantai licin, gunakan sepatu anti slip agar tidak mudah tergelincir saat beraktivitas.
- 5) Lakukan peregangan secara teratur, setiap 30 menit atau 1 jam sekali. Peregangan dilakukan untuk mengurangi tekanan pada kaki, bahu, leher dan kepala.
- 6) Usahakan duduk disela waktu kerja atau saat jam istirahat.
- 7) Konsumsi makanan rendah lemak dan bergizi, tidur yang cukup, dan olahraga secara teratur untuk meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

c. Posisi Kerja Membungkuk

Dari segi otot tubuh, posisi kerja duduk yang paling baik adalah sedikit membungkuk, sedangkan dari aspek tulang

penentuan sikap kerja yang baik adalah tegak agar punggung tidak bungkuk sehingga otot perut tidak berada pada keadaan yang lemas. Oleh karena itu sangat dianjurkan dalam bekerja dengan Posisi kerja duduk yang tegak harus diselingi dengan istirahat dan peregangan (Suma'mur, 2014).

d. Posisi Kerja Dinamis

Posisi kerja yang dinamis ini merupakan Posisi kerja yang berubah (duduk, berdiri, membungkuk, tegap dalam satu waktu dalam bekerja) yang lebih baik dari pada sikap statis (tegang) telah banyak dilakukan di sebagian industri, ternyata mempunyai keuntungan biomekanis tersendiri. Tekanan pada otot yang berlebih semakin berkurang sehingga keluhan yang terjadi pada otot rangka (*skeletal*) dan nyeri tulang belakang juga digunakan sebagai intervensi ergonomi. Oleh karena itu penerapan Posisi kerja dinamis dapat memberikan keuntungan bagi sebagian besar tenaga kerja (Suma'mur, 2014).

3. Pengukuran Posisi Kerja

Menurut Tarwaka (2004) terdapat beberapa cara dalam melakukan untuk mengetahui Posisi kerja yang berhubungan antara tekanan fisik dengan resiko keluhan otot rangka (*skeletal*). Berikut beberapa metode pengukuran posisi kerja yang berkaitan dengan risiko gangguan sistem *musculoskeletal* antara lain:

a. *Ovako Working Analysis System (OWAS)*

Metode OWAS merupakan sebuah metode yang sederhana dan dapat digunakan untuk menganalisis suatu pembebanan pada postur tubuh. Penerapan pada metode ini dapat memberikan suatu hasil yang baik, yang dapat meningkatkan kenyamanan kerja, sebagai peningkatan kualitas produksi, setelah dilakukannya perbaikan sikap kerja pada pekerja. Sampai saat ini, metode ini telah diterapkan secara luas diberbagai sektor industri. Aplikasi metode OWAS didasarkan pada hasil pengamatan dari berbagai posisi yang diambil pada pekerja selama melakukan pekerjaannya, dan digunakan untuk mengidentifikasi sampai dengan 252 posisi yang berbeda, sebagai hasil dari kemungkinan kombinasi postur tubuh bagian belakang (4 posisi), lengan (3 posisi), kaki (7 posisi), dan pembebanan (3 interval). Dibawah ini akan dijelaskan secara ringkas prosedur aplikasi metode OWAS, sebagai berikut (Hubarat, 2017):

- 1) Yang pertama adalah menentukan apakah pengamatan pekerjaan harus dibagi menjadi beberapa fase atau tahapan, dalam rangka memfasilitasi pengamatan (fase penilaian Tunggal atau Multi).
- 2) Menentukan total waktu pengamatan pekerjaan (20 s/d 40 menit).

- 3) Menentukan panjang interval waktu untuk membagi pengamatan (metode yang diusulkan berkisar antara 30 s/d 60 detik).
- 4) Mengidentifikasi, selama pengamatan pekerjaan atau fase, posisi yang berbeda yang dilakukan oleh pekerja. Untuk setiap posisi, tentukan posisi punggung, lengan, kaki, dan beban yang diangkat.
- 5) Pemberian kode pada posisi yang diamati untuk setiap posisi dan pembebanan dengan membuat "kode posisi" identifikasi.
- 6) Menghitung untuk setiap posisi, kategori resiko yang mana dia berasal, untuk mengidentifikasi posisi kritis atau yang lebih tinggi tingkat resikonya. Perhitungan presentase posisi yang terdapat didalam setiap kategori resiko mungkin akan berguna untuk penentuan posisi kritis tersebut.
- 7) Menghitung representasi repetitif atau frekuensi relatif dari masing-masing posisi punggung, lengan dan kaki yang berhubungan dengan posisi yang lainnya (catatan: dalam metode OWAS tidak dapat digunakan untuk menghitung resiko yang berkaitan dengan frekuensi relatif dari beban yang diangkat. Namun demikian, perhitungan ini akan dapat digunakan untuk studi lebih lanjut tentang mengangkat beban).

- 8) Penentuan hasil identifikasi pekerjaan pada posisi kritis, tergantung pada frekuensi relatif dari masing-masing posisi kerja seorang pekerja di tempat kerja, kategori resiko didasarkan pada masing-masing posisi dari berbagai bagian tubuh (punggung, lengan, dan kaki).
- 9) Penentuan tindakan perbaikan yang diperlukan untuk redesign pekerjaan didasarkan pada estimasi resiko.
- 10) Jika telah dilakukan suatu perubahan perbaikan maka harus dilakukan review terhadap pekerjaan dengan menggunakan metode OWAS kembali dengan untuk menilai efektivitas perbaikan yang telah diimplementasikan di tempat kerja

b. *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*

Pada metode ini prinsip dasarnya hampir sama dengan metode *Ovako Working Analysis System*. Sebuah metode yang menganalisa segmen pada tubuh namun metode RULA ini merupakan target postur tubuh untuk mengestimasi terjadinya risiko keluhan dan 10 cedera otot *skeletal*. Metode RULA ini digunakan sebagai metode untuk mengetahui posisi kerja bisa berhubungan dengan keluhan *musculoskeletal*, khususnya pada anggota tubuh bagian atas (*upper limb disorders*).

c. *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Metode REBA merupakan suatu alat analisis postural yang biasa dikatakan dengan lembar REBA. Penerapan metode ini

untuk mencegah terjadinya resiko cedera yang berkaitan dengan posisi, terutama pada otot-otot skeletal. Oleh karena itu, metode ini dapat berguna untuk melakukan pencegahan resiko dan dapat digunakan sebagai peringatan bahwa terjadi kondisi kerja yang tidak tepat (Hutabarat, 2017).

REBA bukan merupakan desain spesifik untuk memenuhi standar khusus. Namun, REBA telah digunakan di Negara Inggris dan digunakan untuk pengkajian yang berhubungan dengan *Manual Handling Operation Regulation*. Selain itu, pengukuran posisi kerja, REBA juga telah digunakan secara meluas di dunia internasional termasuk dalam Ergonomi Program Standar (OSHA, 2000). Adapun prosedur penilaian REBA terdiri dari 2 adalah :

1) Mengamati Tugas (observasi pekerjaan)

Mengamati tugas untuk merumuskan sebuah penilaian tempat kerja ergonomi yang umum, akibat dari tata letak dan lingkungan pekerjaan, serta penggunaan peralatan kerja, perilaku pekerja dengan menghitung risiko. Jika memungkinkan rekam data menggunakan kamera agar dapat lebih jelas untuk diamati

2) Memilih Postur

Memilih postur untuk penilaian menentukan postur mana yang akan digunakan untuk menganalisis pengamatan. Analisa REBA dilakukan dengan cara membagi postur tubuh

didalam dua kategori, ada kategori A dan ada kategori B. Total nilai pada kategori A adalah nilai yang didapatkan dari hasil penjumlahan nilai postur tubuh yang terdapat pada table A dengan nilai beban atau tenaga. Sedangkan total nilai kategori B merupakan nilai yang diperoleh dari penjumlahan nilai postur tubuh yang terdapat pada tabel B dengan nilai untuk kedua tangan. Selanjutnya, kategori A dan kategori B dimasukkan pada tabel C kemudian hasilnya dijumlahkan dengan nilai aktivitas. Sedangkan untuk penilaian tingkatan risiko dari pekerjaan diperoleh dari tabel keputusan REBA (*Highnett and McAtamney, 2000*)

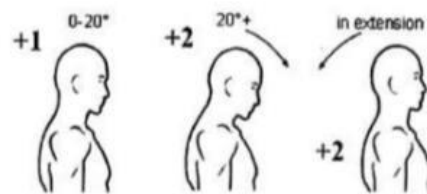
Kriteria dalam memutuskan Sikap mana yang akan dianalisa harus dilaporkan dengan disertai hasil atau rekomendasi. Dalam melakukan pengukuran posisi kerja menggunakan REBA yang telah disediakan sebuah lembar kerja berisi gambar dan penjelasan dan juga pemberian skor untuk setiap jenis postur tubuh. Maka untuk mempermudah penilaiannya maka pengukuran ini menggunakan metode yang terbagi atas dua segmen yaitu: *Group A*, terdiri dari atas leher, punggung dan kaki dan *Group B*, terdiri dari lengan atas, lengan bawah dan pergelangan tangan.

Metode pengukuran posisi kerja dengan REBA memberikan standar skor untuk mengukur sikap kerja, beban

dan aktivitas termasuk untuk mengukur sikap kerja, beban dan aktivitas termasuk skor perubahan jika terjadi modifikasi pada sikap kerja, beban dan aktivitas kerja tersebut.

1) *Group A*

- a) Leher (*Neck*), dengan ketentuan gerakan dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1
Penilaian Grup A Pergerakan Leher
Sumber: Suma'mur, 2015

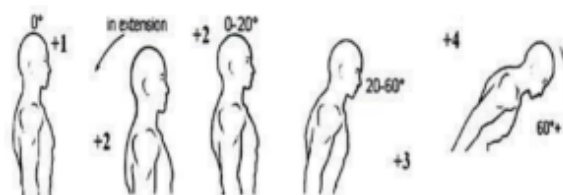
Pergerakan leher digolongkan kedalam skor REBA seperti yang tertera pada Tabel 2.1

Tabel 2.1
Skor Bagian Leher (*Neck*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
0°-20°	1	+1 jika leher berputar atau bengkok
>20° kedepan maupun ke belakang tubuh	2	

Sumber: Suma'mur, 2015

- b) Punggung (*Trunk*), dengan ketentuan gerakan dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2
Penilaian Grup A Pergerakan Punggung
Sumber: Suma'mur, 2015

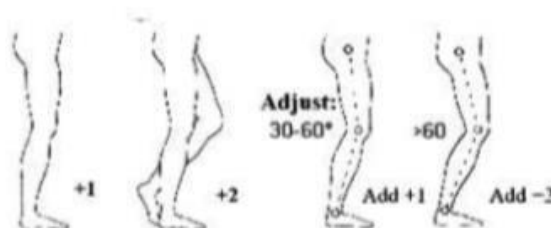
Pergerakan punggung digolongkan ke dalam skor REBA seperti yang tertera pada Tabel 2.2

Tabel 2.2
Skor Bagian Punggung (Trunk)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi badan tegak lurus	1	+1 Posisi badan memutar dan atau menamping secara leteral
Posisi badan fleksi antara 0°-20° dan ekstensi 0°-20°	2	
Posis badan fleksi antara 20°-60° dan ekstensi > 60°	3	
Posisi badan membungkuk fleksi antara >60°	4	

Sumber: Suma'mur, 2015

- c) Kaki (Leg), dengan ketentuan Gerakan dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3
Penilaian Grup A Pergerakan Kaki

Sumber: Suma'mur, 2015

Pergerakan kaki digolongkan ke dalam skor REBA seperti tertulis pada Tabel 2.3

Tabel 2.3
Skor Bagian Kaki (Legs)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Kedua kaki menahan berat tubuh, misalnya berjalan atau duduk	1	+1 jika lutut bengkok antara 30° dan 60°
Salah satu kaki menahan berat tubuh, misalnya berdiri dengan satu kaki atau sikap kerja yang tidak stabil	2	+2 jika lutut bengkok >60°

Sumber: Suma'mur, 2015

d) Penilaian Skor Tabel A

Skor individu yang diperoleh dari posisi badan, leher dan kaki (Grup A) akan mengikuti tabel pengumpulan data dan akan memberikan skor pertama berdasarkan Tabel A. Berikut adalah tabel skor awal untuk Grup A :

Tabel 2.4
Penilaian Skor Tabel A

Badan	Leher											
	1				2				3			
	Kaki				Kaki				Kaki			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9
Beban												
0	1			2				+1				
<5 kg	5-10 kg			>10 kg				Penambahan beban secara tiba-tiba ada secara cepat				

Sumber: Suma'mur, 2015

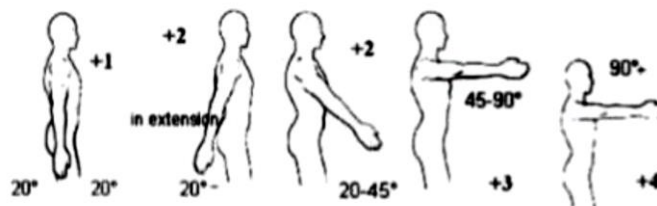
Tabel A merupakan penggabungan nilai dari group A untuk skor postur tubuh, leher dan kaki. Kemudian skor tabel A dilakukan penjumlahan terhadap besarnya beban atau gaya yang dilakukan pekerja dalam melaksanakan aktifitas.

Skor tabel A ditambah 0 (nol) apabila berat beban atau besarnya gaya dinilai <5 kg, ditambah 1 (satu) bila berat beban atau besarnya gaya antara kisaran 5-10 kg,

ditambah 2 (dua) bila berat beban atau besarnya gaya dinilai >10 kg. Pertimbangan tugas atau pekerjaan kritis pekerja, bila terdapat gerakan perputaran (*twisting*) hasil skor berat beban ditambah 1 (satu). Setelah perhitungan skor tabel A selesai, perhitungan skor tabel B dapat dilakukan.

2) Group B

a) Lengan atas (*Upper arm*), dengan ketentuan gerakan dapat dilihat pada Gambar 2.4



Gambar 2.4
Penilaian Grup B Pergerakan Lengan Atas

Sumber: Suma'mur, 2015

Pergerakan lengan atas digolongkan ke dalam

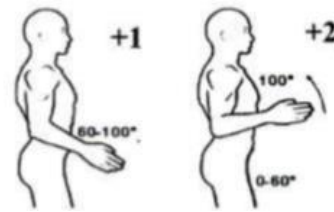
skor REBA seperti yang tercantum pada Tabel 2.5

Tabel 2.5
Skor Bagian Lengan Atas (*Uppers Arms*)

Pergerakan	Skor	Perubahan
20° ke belakang tubuh atau 20° ke depan tubuh	1	+1 jika lengan berputar atau bengkok;
>20° ke belakang tubuh 45° ke depan tubuh	2	+1 jika bahu naik;
45° -90° ke depan tubuh	3	-1 jika bersandar atau berat lengan ditahan
>90° ke depan tubuh	4	

Sumber: Suma'mur, 2015

b) Lengan bawah (*Lower arm*), dengan ketentuan pergerakan dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5
Penilaian Grup B Pergerakan Lengan Bawah
Sumber: Suma'mur, 2015

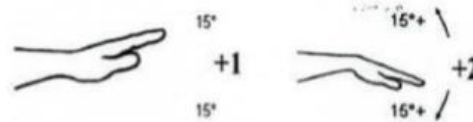
Pergerakan lengan bawah digolongkan ke dalam skor REBA seperti yang tercantum pada Tabel 2.6

Tabel 2.6
Skor Bagian Lengan Atas (Lower Arms)

Posisi	Skor
Posisi lengan bawah fleksi antara 60°-100°	1
Posisi lengan bawah fleksi <60° atau >100°	2

Sumber: Suma'mur, 2015

c) Pergelangan tangan (*Wrist*), dengan ketentuan pergerakan dapat dilihat pada Gambar 2.6



Gambar 2.6
Penilaian Grup B Pergerakan Pergelangan Tangan
Sumber: Suma'mur, 2015

Pergerakan pergelangan tangan digolongkan ke dalam skor REBA seperti tertera pada Tabel 2.7

Tabel 2.7
Skor Bagian Pergelangan Tangan (Wrist)

Pergerakan	Skor	Perubahan
Posisi pergelangan tangan fleksi atau ekstensi antara 0°-15°	1	+1 Jika pergelangan tangan pada saat bekerja mengalami torsi atau deviasi menekuk ke bawah
Posisi pergelangan tangan fleksi atau ekstensi >15°	2	

Sumber: Suma'mur, 2015

d) Penilaian Skor Tabel B

Kemudian untuk menghasilkan skor B mengikuti tabel 10 lembar pengumpulan data untuk grup B

Tabel 2.8
Penilaian Skor Tabel B

Lengan Atas	Lengan Bawah					
	1			2		
	Pergelangan Tangan			Pergelangan Tangan		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9
Genggaman Beresiko						
0 Pegangan bagus	+1 Pegangan sedang	+2 Pegangan kurang baik		+3 Pegangan buruk		
Pegangan container baik dan kekuatan pegangan berada pada posisi tengah	Pegangan tangan dapat diterima, tetapi tidak ideal atau pegangan optimum yang dapat diterima untuk menggunakan bagian tubuh lainnya	Pegangan ini mungkin dapat digunakan, tetapi tidak dapat diterima		Pegangan ini terlalu dipaksakan atau tidak ada pegangan atau genggaman tangan, pegangan bahkan tidak dapat diterima untuk menggunakan bagian tubuh lainnya		

Sumber: Suma'mur, 2015

Tabel B merupakan penggabungan nilai group B untuk skor postur lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Kemudian skor tabel B dilakukan penjumlahan terhadap perangkai atau coupling dari

setiap masing-masing bagian tangan. Skor B adalah penjumlahan dari skor tabel B dan perangkat atau coupling dari setiap masing-masing bagian tangan.

3) Group C

Skor C adalah dengan melihat tabel C, yaitu nilai yang didasarkan pada hasil perhitungan skor table A dan skor table B. Kemudian skor REBA adalah penjumlahan dari skor C dan skor aktivitas. Berikut ini adalah table skor C dan skor aktivitas.

Tabel 2.9
Penilaian Skor Tabel C

Tabel C												
Skor B	Skor A											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
2	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
3	1	2	3	4	4	6	7	8	9	10	11	12
4	2	3	3	4	5	7	8	9	10	11	11	12
5	3	4	4	5	6	8	9	10	10	11	12	12
6	3	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	12
7	4	5	6	7	8	9	9	10	11	11	12	12
8	5	6	7	8	8	9	10	10	11	12	12	12
9	6	6	7	8	9	10	10	10	11	12	12	12
10	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
11	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
12	8	8	8	9	9	10	11	11	12	12	12	12
Aktivitas												
+1 = jika 1 atau lebih bagian tubuh statis, ditahan >1 menit				+1 = jika pengulangan gerakan dalam rentang, waktu singkat, diulang lebih dari 4x permenit (tidak termasuk berjalan)				+1 = jika gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari posisi awal				

Sumber: Suma'mur, 2015

4) Penentuan dan Perhitungan Final Skor REBA

Selanjutnya metode REBA ini mengklasifikasikan skor akhir ke dalam lima tingkatan. Setiap tingkat aksi, menentukan tingkat risiko dan tindakan korektif yang disarankan pada posisi yang dievaluasi. Berikut adalah tabel klasifikasi skor akhir dari metode REBA :

Tabel 2.10
Pengukuran Tabel Skor Level Aksi REBA

Tingkat Aksi	Skor REBA	Tingkat Risiko	Aksi (Termasuk Tindakan Penilaian)
1	1-2	Rendah	Dapat diterima selama tidak berulang untuk waktu yang lama
2	3-4	Sedang	Butuh pemeriksaan dan perubahan
3	5-6	Tinggi	Kondisi berbahaya, oleh karena itu perlu dilakukan pemeriksaan dan perubahan dengan segera
4	7-8	Sangat Tinggi	Perubahan dilakukan saat ini juga

Sumber: Suma'mur, 2015

Dari tabel risiko di atas dapat diketahui dengan nilai REBA yang didapatkan dari hasil perhitungan sebelumnya dapat diketahui level risiko yang terjadi dan perlu atau tidaknya tindakan yang dilakukan untuk perbaikan.

D. Tinjauan Umum Tentang Getaran

1. Definisi Getaran

Getaran merupakan bentuk gelombang mekanik yang memberikan energi mekanik sebagai media untuk bertranmisi. Struktur ini bagian dari mesin, kendaraan, alat, atau manusia. Menurut

Permenaker RI No. 5 Tahun 2018 getaran adalah gerakan yang teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukan keseimbangan ('Permenaker RI', 2018).

Getaran adalah gerakan bolak-balik cepat (*reciprocating*), memantul ke atas, ke bawah, ke belakang dan ke depan. Gerakan tersebut terjadi secara teratur dari benda atau media dengan arah bolak balik dari kedudukannya. Hal tersebut dapat berpengaruh negatif terhadap semua atau sebagian dari tubuh (ILO, 2012).

Vibrasi atau getaran adalah gerak bolak balik suatu benda terhadap posisi stationer. Terjadi karena ada massa, kekakuan, dan gaya yang berasal dari dalam (gaya yang dihasilkan mesin tersebut), serta gaya yang berasal dari luar mesin. Pada suatu permesinan, vibrasi berlebih disebabkan oleh gaya yang berubah baik besar maupun arahnya. Kondisi mesin dan masalah mekanikal pada mesin berputar ditentukan dengan pengukuran karakteristik vibrasi (Arista, Arifianto and Suyanto, 2012).

2. Karakteristik Getaran

Menurut Salim (2002) getaran memiliki 4 parameter utama, yaitu frekuensi, percepatan (*acceleration*), kecepatan (*velocity*) dan simpangan (*displacement*).

a. Frekuensi

Frekuensi adalah banyaknya sesuatu terjadi setiap detiknya.

Dalam kajian getaran, frekuensi dapat diartikan sebagai banyaknya

getaran yang terjadi dalam satu detik. Satuan yang digunakan untuk mengukur frekuensi adalah $1/s$ yang disebut juga Hertz disingkat Hz. Jadi jumlah satuan getaran yang dihasilkan perdetik.

b. Percepatan (*acceleration*)

Percepatan adalah laju perubahan *velocity* dalam satuan waktu. Satuan *acceleration* adalah (m/det^2)

c. Kecepatan (*velocity*)

Kecepatan adalah laju perubahan *displacement* dalam satuan waktu. Satuan kecepatan adalah $(m/detik)$

d. Simpangan (*displacement*)

Simpangan atau *displacement* diukur dalam satuan m (meter). Simpangan adalah jarak antara kedudukan benda yang bergetar pada suatu saat sampai kembali pada kedudukan seimbangnya.

3. Getaran Mekanis

Getaran mekanis yang terjadi karena beroperasinya mesin atau peralatan yang bergerak bukan bagian dari lingkungan kerja yang sengaja direncanakan atau diciptakan. Getaran mekanis ternyata dapat menyebabkan suatu efek buruk kepada kesehatan dan mengganggu pelaksanaan pekerjaan. Maka, untuk ntuk melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja, perlu ditentukan batas

paparan getaran mekanis sehingga aman bagi tenaga kerja (Suma'mur, 2009)

Berbeda dengan getaran udara yang pengaruhnya adalah akustik, getaran mekanis menyebabkan resonansi organ dan jaringan tubuh, sehingga pengaruhnya kepada tenaga kerja yang terpapar kepada getaran mekanis bersifat mekanis. Sebagai suatu bentuk getaran, maka satuan frekuensi getaran mekanis adalah Herz (Hz). Adapun untuk percepatanya dipergunakan satuan gravitasi ($g=9,81$ meter/detik²).

Penyebab terjadinya keluhan atau gangguan kesehatan dari getaran mekanis kepada tenaga kerja adalah:

- a. Efek mekanis getaran mekanis kepada jaringan tubuh.
- b. Rangsangan getaran mekanis kepada reseptor saraf di jaringan

Pada efek mekanis, sel-sel jaringan mungkin rusak atau metabolismenya terganggu. Pada rangsangan reseptor, gangguan terjadi mungkin melalui saraf sentral atau langsung pada sistem saraf otonom. Kedua mekanisme demikian terjadi secara bersama-sama. Untuk maksud praktis, dibedakan menjadi tiga tingkat efek getaran mekanis kepada tenaga kerja, sebagai berikut:

- a. Gangguan kenyamanan kerja, dalam hal ini pengaruh getaran mekanis kepada tenaga kerja hanya sebatas pada ketidakmungkinan bekerja secara nyaman.

- b. Terganggunya tugas yang terjadi bersamaan dengan cepatnya timbul kelelahan.
- c. Gangguan dan bahaya terhadap kesehatan

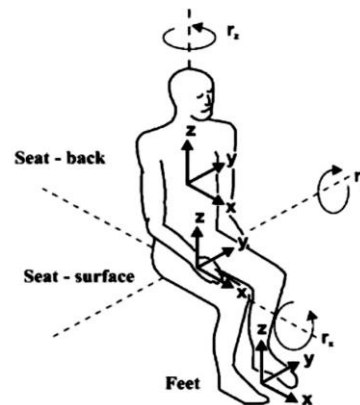
4. Klasifikasi Getaran Mekanis

Getaran mekanis dibedakan menjadi dua jenis yaitu (Suma'mur, 2009) :

- a. Getaran Seluruh Tubuh (*Whole Body Vibration*)

Whole body vibration terjadi pada alat berat ditinjau dari sudut halusnya mesin fungsi peredam getaran, alat angkut yang digunakan dalam kegiatan industri, traktor pertanian dan perlengkapannya untuk mengerjakan tanah. Selain getaran seluruh tubuh oleh alat angkut tersebut. Seluruh tubuh dapat ikut bergetar oleh beroprasinya alat-alat berat yang memindahkan getaran mekanis dari alat berat dimaksud seluruh tubuh tenaga kerja lewat getaran rantai melalui kaki.

Besarnya Getaran dapat digambarkan sebagai perpindahan getaran (m), kecepatan getaran (m/s) dan percepatan getaran (m/s²). Sebagian besar pemindahan getaran menghasilkan nilai output yang terkait dengan percepatan. Oleh sebab itu percepatan biasanya digunakan untuk mendeskripsikan getaran. Untuk mendapatkan gambaran yang lengkap mengenai getaran pada permukaan, getaran harus diukur dalam 3 sumbu yaitu sumbu x, sumbu y, sumbu z.



Gambar 2.7

Sumbu Triaksial Pada Pengukuran Getaran Seluruh Tubuh
 Sumber: Helmut Seidel, M.J, 2011

Pajanan vibrasi pada seluruh tubuh umumnya disebabkan oleh mesin industri/konstruksi, pertanian, atau peralatan transportasi, dapat dibagi menjadi :

- 1) Getaran frekuensi rendah, misalnya peralatan transportasi darat (bis, truk, kereta api).
- 2) Getaran frekuensi tinggi, misalnya mesin industri, alat-alat berat (bulldozer, *forklift*, traktor, traktor roda gigi, derek, sekop elektrik, motor gandeng), peralatan transportasi udara/laut (helicopter dan kapal laut).
- 3) Syok, peralatan transportasi darat yang berjalan di jalanan yang tidak rata/berlubang

b. Getaran Lengan Tangan (*Hand Arm Vibration*)

Getaran yang merambat melalui tangan melalui akibat pemakaian peralatan yang bergetar, frekuensinya biasanya antara 20500 Hz. Frekuensi yang paling berbahaya adalah pada 128 Hz, karena tubuh manusia sangat peka pada frekuensi ini. Getaran ini

berbahaya pada pekerjaan seperti supir bajaj, operator gergaji rantai, tukang potong rambut, gerinda, penempa palu. Terdapat dua gejala pengaruh getaran mekanis kepada tangan-lengan tersebut sebagai berikut:

- 1) Kelainan pada peredaran darah dan persyarafan
- 2) Kerusakan pada persendian dan tulang.

5. Alat Ukur Getaran

Dalam pengambilan data suatu getaran agar supaya informasi mengenai data getaran tersebut mempunyai arti, maka kita harus mengenal dengan baik alat yang digunakan. Ada beberapa alat standard yang biasanya digunakan dalam suatu pengukuran getaran antara lain *vibration meter*, *vibration analyzer*, *shock pulse meter*, dan osiloskop (Tarwaka, 2010).

a. *Vibration Meter*

Vibration meter biasanya berbentuk kecil dan ringan sehingga mudah dibawa dan dioperasikan dengan *battery* serta dapat mengambil data getaran dengan cepat. Umumnya terdiri dari sebuah *probe*, kabel dan meter untuk menampilkan harga getaran. Alat ini dilengkapi dengan *switch selector* untuk memilih parameter getaran yang akan diukur. *Vibration meter* hanya membaca harga *overall* (besarnya level getaran) tanpa memberikan informasi mengenai frekuensi dari getaran.

b. *Vibration Analyzer*

Vibration analyzer mempunyai kemampuan untuk mengukur amplitudo dan frekuensi getaran yang akan dianalisa. Karena biasanya sebuah mesin mempunyai lebih dari satu frekuensi getaran yang ditimbulkan, frekuensi getaran yang timbul tersebut akan sesuai dengan kerusakan yang terjadi pada mesin tersebut. Biasanya dilengkapi dengan meter untuk membaca amplitudo getaran yang biasanya juga menyediakan beberapa pilihan skala. Dan juga memberikan informasi mengenai data spektrum dari getaran yang terjadi, yaitu data amplitudo terhadap frekuensinya, data ini sangat berguna untuk analisa kerusakan suatu mesin.

c. *Shock Pulse Meter*

Shock pulse meter adalah alat yang khusus untuk memonitoring kondisi *antifriction bearing* yang biasanya sulit dideteksi dengan metode analisa getaran konvensional. Prinsip kerja *shock pulse meter* ini adalah mengukur gelombang kejut akibat terjadi gaya *impact* pada suatu benda, intensitas gelombang kejut itulah yang mengindikasikan besarnya kerusakan dari bearing tersebut. Pada sistem SPM ini biasanya memakai *transducer piezoelectric* yang telah dibuat sedemikian rupa sehingga mempunyai frekuensi resonansi sekitar 32 KHz.

Dengan menggunakan *probe* tersebut maka SPM ini dapat mengurangi pengaruh getaran terhadap pengukuran besarnya *impact* yang terjadi. Pemilihan titik ukur pada rumah *bearing* adalah sangat penting karena gelombang kejut ditransmisikan dari *bearing* ke *tranduser* melalui dinding dari rumah bearing, sehingga sinyal tersebut bisa berkurang karena terjadi pelemahan pada saat perjalanan sinyal tersebut.

d. *Osiloskop*

Osiloskop adalah salah satu peralatan yang berguna untuk melengkapi data getaran yang akan dianalisa. *Osiloskop* memberi informasi mengenai bentuk gelombang dari getaran suatu mesin. Beberapa kerusakan mesin diidentifikasi dengan melihat bentuk gelombang getaran yang dihasilkan, sebagai contoh, kerusakan akibat *unbalance* atau *misalignment* akan menghasilkan bentuk gelombang yang spesifik, apabila terjadi kelonggaran mekanis (*mechanical looseness*), *oil whirl* atau kerusakan pada *anti friction bearing* dapat menghasilkan gelombang dengan bentuk tertentu.

Osiloskop juga dapat memberikan informasi tambahan yaitu: untuk mengevaluasi data yang diperoleh dari *tranduser non-contact (proximitor)*. Data ini dapat memberikan informasi pada kita mengenai posisi dan getaran *shaft relatif* terhadap rumah *bearing*, ini biasanya digunakan pada mesin mesin yang besar dan menggunakan *sleeve bearing* (bantalan luncur).

6. Nilai Ambang Batas Getaran Seluruh Tubuh

Menurut Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Nomor 5 tahun 2018, getaran dapat diukur dengan alat khusus yaitu *vibration meter*. Hasil pengukuran tersebut kemudian dibandingkan dengan Nilai Ambang Batas (NAB) yang berlaku. Apabila hasil pengukuran melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan maka perlu dilakukan teknik-teknik pengendalian getaran, untuk mencegah terjadinya efek yang merugikan bagi kesehatan pekerja dilingkungan kerja tersebut.

Tabel 2.11
Nilai Ambang Batas Getaran Untuk Pemaparan Seluruh Tubuh

Jumlah waktu pajanan perhari kerja (jam)	Nilai Ambang Batas (m/det ²)
0,5	3,4644
1	2,4497
2	1,7322
4	1,2249
8	0,8661

Sumber: Permenaker RI, 2018

7. Pengendalian Dampak Getaran

Langkah penanggulangan getaran adalah (Subaris, 2011) :

a. Penanggulangan pada sumber

- 1) Menggunakan penggantung elastis pada mesin yang menyebabkan getaran-getaran tersebut (karet peredam getaran, per-per logam, per-per angina, pangkalan terapung, pangkalan tergantung dll).

- 2) Menambahkan penangkalan mesin yang menyebabkan getaran atau tambahkan beban di bawah pangkalan
 - 3) Menyeimbangkan bagian-bagian yang berputar dari mesin yang menyebabkan getaran-getaran.
 - 4) Mengurangi energi pemicu dengan melakukan pemeliharaan atau memperbaiki mesin yang menimbulkan getaran-getaran.
- b. Langkah penanggulangan sepanjang Rute Propagasi
- 1) Mengambil manfaat dari pengecilan dengan jarak dengan menjauhkan titik penerima dan sumber agar semakin jauh.
 - 2) Membuat suatu penyekat.
- c. Langkah penanggulangan pada titik penerima. Mencegah bagian-bagian perabotan agar tidak bergetar

Menurut Budiono (2003) pengendalian getaran adalah sebagai berikut:

- a. Pengendalian Secara Teknis
- 1) Memakai peralatan kerja yang rendah intensitas getarannya (dilengkapi dengan peredam).
 - 2) Merawat peralatan dengan baik dengan mengganti bagian-bagian yang aus.

- b. Pengendalian secara administratif

Pengendalian administratif dilakukan dengan cara mengatur waktu kerja, misalnya:

- 1) Mengatur Rotasi kerja dengan menyesuaikan paparan getaran

yang diterima pekerja dengan NAB.

2) Mengurangi jam kerja, sehingga sesuai dengan NAB yang berlaku

c. Pemakaian Alat Pelindung Diri

Pengurangan paparan dapat dilakukan dengan menggunakan sarung tangan yang telah dilengkapi dengan peredam getar (busa). Efek-efek berbahaya dari paparan kerja terhadap getaran paling baik dicegah dengan memperbaiki desain alat-alat yang bergetar tersebut.

E. Tinjauan Umum Tentang Kelelahan

1. Definisi Kelelahan

Kelelahan adalah suatu mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut sehingga terjadi pemulihan setelah istirahat. Istilah kelelahan menunjukkan kondisi berbeda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara kepada kehilangan efisiensi, penurunan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh. Kelelahan kerja akan menambah tingkat kesalahan kerja dan menurunkan kinerja atau produktivitas. Jika kesalahan kerja meningkat, akan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja.

Kelelahan kerja adalah respon total individu terhadap stress psikososial yang dialami dalam satu periode waktu tertentu dan kelelahan kerja itu cenderung menurunkan prestasi maupun motivasi pekerja bersangkutan. Kelelahan kerja merupakan kriteria yang

lengkap tidak hanya menyangkut kelelahan yang bersifat fisik dan psikis saja tetapi lebih banyak kaitannya dengan adanya penurunan kinerja fisik, adanya perasaan lelah, penurunan motivasi, dan penurunan produktivitas kerja (Tarwaka, 2010). Kelelahan merupakan proses menurunnya efisiensi pelaksanaan kerja dan berkurangnya kekuatan atau ketahanan fisik tubuh manusia untuk melanjutkan kegiatan yang harus dilakukan (Suma'mur, 2014).

2. Jenis Kelelahan

Proses dalam otot, kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu (Budiono, 2003):

a. Kelelahan otot

Kelelahan otot adalah merupakan tremor pada otot atau perasaan nyeri pada otot. Gejala kelelahan otot dapat nampak terlihat dari luar, seperti berkurangnya kemampuan kerja otot dalam hal melakukan aktivitas pembebanan.

b. Kelelahan umum

Kelelahan umum biasanya ditandai dengan berkurangnya kemauan bekerja yang akibat intensitas dan upaya fisik dan psikis, masalah lingkungan kerja (kebisingan dan penerangan), irama detak jantung, masalah fisik (tanggung jawab, kecemasan, konflik), nyeri dan penyakit lainnya, serta nutrisi. Gejala utama kelelahan umum adalah suatu perasaan letih luar biasa, tidak

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

Berdasarkan tingkat keparahan kelelahan diklasifikasikan dalam dua jenis, yaitu:

a. Kelelahan akut

Kelelahan akut terutama disebabkan oleh kerja suatu organ atau seluruh tubuh secara berlebihan (Maurits, 2010). Kelelahan biasanya terjadi hanya bersifat sementara, dan dapat pulih setelah istirahat dan energi secukupnya. Jika demikian, maka kelelahan demikian merupakan kelelahan yang ringan.

b. Kelelahan kronis

Kelelahan yang berat, diperlukan waktu lama untuk mengadakan pemulihan dan ada kalanya bahkan diperlukan obat untuk memulihkan kondisi agar kembali bugar (Tarwaka, 2010). Kelelahan kronis, terjadi bila kelelahan berlangsung setiap hari dan berkepanjangan (Maurits, 2010).

3. Mekanisme Terjadinya Kelelahan

Saat ini masih berlaku dua teori tentang kelelahan otot yaitu teori kimia dan teori saraf pusat. Pada teori kimia secara umum menjelaskan bahwa terjadinya kelelahan akibat berkurangnya cadangan energi dalam tubuh dan meningkatnya sisa metabolisme sebagai penyebab hilangnya efisiensi otot, sedangkan perubahan arus listrik pada otot dan saraf adalah penyebab sekunder, pada teori

saraf pusat menjelaskan bahwa adanya perubahan kimia hanya merupakan penunjang proses dalam beraktifitas.

Perubahan kimia yang terjadi mengakibatkan dihantarkannya ransangan syaraf melalauai syaraf sensoris ke otak yang disadari sebagai kelelahan otot. Ransangan aferen ini menghambat pusat-pusat otak dalam mengendalikan gerakan sehingga frekuensi potensial kegiatan pada sel syaraf menjadi berkurang. Berkurangnya frekuensi tersebut akan menurunkan kekuatan dan kecepatan kontraksi otot dan gerakan atas perintah kemauan menjadi lambat, dengan demikian semakin lambat gerakan seseorang akan menunjukkan semakin lelah kondisi otot seseorang (Tarwaka, 2010).

4. Faktor yang Mempengaruhi Kelelahan

Terjadinya kelelahan tidak begitu saja, tetapi ada faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berikut pemaparan faktor-faktor yang mempengaruhi kelelahan menurut para ahli. Menurut Suma'mur (2009) mengemukakan faktor yang mempengaruhi kelelahan ada dua yaitu faktor internal dan eksternal. Faktor internal antara lain: faktor somatis atau fisik, gizi, jenis kelamin, usia, pengetahuan dan sikap atau gaya hidup sedangkan yang termasuk faktor eksternal adalah keadaan fisik lingkungan kerja (kebisingan, suhu, pencahayaan), faktor kimia (zat beracun), faktor biologis (bakteri, jamur), faktor ergonomi, kategori pekerjaan, sifat pekerjaan, disiplin atau peraturan perusahaan, upah, hubungan sosial dan posisi kerja atau kedudukan.

Barnes (1980) dalam Lubis (2011) mengatakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat kelelahan antara lain jam kerja, periode istirahat, kondisi fisik lingkungan kerja yang berpengaruh terhadap kenyamanan fisik, sikap dan mental.

a. Faktor Dari Dalam

1) Umur

Umur merupakan lama waktu hidup seseorang terhitung dari hari kelahiran. Secara normal semakin bertambah umur maka semakin rendah kemampuan imun atau kekebalan tubuh manusia terhadap berbagai serangan atau paparan dari luar tubuh. Secara patologis umur juga mempengaruhi penuaan sel-sel di dalam tubuh, semakin menua umur seseorang maka penuaan yang terjadi pada sel-sel tubuh juga semakin besar. Sehingga disimpulkan bahwa semakin bertambah umur pekerja maka potensi terhadap bahaya maupun risiko dari paparan kebisingan akan semakin besar. Orang yang berumur lebih dari 40 tahun akan lebih mudah tuli akibat bising. Disamping faktor faktor tersebut, masih ada beberapa yang menimbulkan trauma akustik (Wahyu, 2003).

Menurut Siregar (2011) umur diklasifikasikan menjadi 2 kategori yaitu dewasa muda untuk yang umurnya kurang dari atau sama dengan 40 tahun dan paruh baya untuk yang berumur di atas 40 tahun. Proses menua umumnya terasa

sejak usia 40 tahun. Berdasarkan struktur anatomis dan terjadi kemunduran di dalam sel. Proses ini alamiah, terus menerus dan berkesinambungan menyebabkan perubahan anatomi, fisiologi, dan biokimia jaringan tubuh dan mempengaruhi fungsi dan kemampuan tubuh secara keseluruhan.

2) Status Gizi

Status gizi merupakan kondisi tubuh yang berhubungan dengan konsumsi dan penggunaan zat makan atau nutrisi. Sehingga penilaian status gizi penting untuk menunjukkan keadaan tingkat kecukupan dan penggunaan satu nutrisi atau lebih yang mempengaruhi kesehatan seseorang.

3) Kondisi Kesehatan

Kondisi kesehatan seseorang sangat berpengaruh terhadap kelelahan. Kondisi kesehatan yang dapat mempengaruhi antara lain: keadaan tubuh yang mengalami penyakit ginjal, asma, tekanan darah tinggi.

b. Faktor Dari Luar

1) Lama Kerja

Lama kerja menjadi salah satu faktor yang berhubungan dengan terjadinya dampak akibat kebisingan. Lama kerja merupakan waktu seseorang berada di tempat kerja dan melakukan pekerjaannya dalam satu hari kerja. Secara normal lama kerja yang diperkenankan kepada setiap

pekerja yaitu tidak lebih dari 8 jam perhari. Jika semakin lama seorang pekerja berada di dalam ruangan yang bising maka semakin besar pula potensi bahaya yang akan diterima pekerja tersebut.

Ketentuan waktu kerja diatur dalam Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan. Setiap pengusaha wajib melaksanakan ketentuan waktu kerja sesuai pasal 77 ayat 1. Waktu kerja meliputi:

- a) Tujuh jam 1 (satu) hari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 6 (enam) hari kerja dalam 1 (satu) minggu; atau
- b) Delapan jam 1 (satu) hari dan 40 (empat puluh) jam 1 (satu) minggu untuk 5 (lima) hari kerja dalam 1 (satu) minggu (pasal 77, ayat (2))

Waktu kerja bagi seseorang menentukan kesehatan yang bersangkutan, efisiensi, efektivitas, dan produktivitas. Aspek terpenting dalam hal waktu kerja meliputi lamanya seseorang mampu bekerja dengan baik, hubungan antara waktu kerja dan waktu istirahat dan waktu kerja sehari menurut periode waktu yang meliputi siang hari (pagi, siang, sore) dan malam hari.

Apabila seseorang melakukan pekerjaan fisik namun tidak melakukan variasi dalam bekerja dan dalam waktu yang

melebihi batas yang telah ditentukan untuk seorang pekerja dalam sehari maka akan menyebabkan kontraksi otot-otot penguat penyangga perut secara terus-menerus dalam jangka waktu yang lama. Memperpanjang waktu kerja lebih dari kemampuan lama kerja tidak disertai efisiensi, efektivitas dan produktivitas yang optimal, bahkan biasanya terlihat penurunan kualitas dan hasil kerja serta bekerja dengan waktu yang berkepanjangan timbul kecenderungan untuk terjadinya kelelahan, gangguan kesehatan, penyakit, kecelakaan dan ketidakpuasan (Suma'mur, 2009)

2) Masa Kerja

Masa kerja adalah seseorang bekerja. Semakin lama ia bekerja, semakin besar kemungkinan untuk menderita penyakit yang dapat ditimbulkan dari pekerjaannya tersebut. Semakin lama seseorang bekerja di suatu tempat, semakin besar pula kemungkinan mereka terpapar oleh faktor-faktor lingkungan di tempat kerja mereka. Pekerjaan baik fisik maupun mental dapat menimbulkan gangguan kesehatan atau penyakit akibat kerja sehingga akan berakibat pada efisiensi dan produktivitas kerja seorang tenaga kerja.

Penyakit akibat kerja dipengaruhi oleh masa kerja. Semakin lama seseorang bekerja disuatu tempat semakin besar kemungkinan mereka terpapar oleh faktor-faktor

lingkungan kerja baik fisik maupun kimia yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan/penyakit akibat kerja sehingga akan berakibat menurunnya efisiensi produktivitas kerja seorang tenaga kerja (Wahyu, 2003).

Masa kerja seseorang menentukan efisiensi dan produktivitasnya serta dapat terhindar dari kelelahan dan kebosanan. Dari keseluruhan keluhan yang dialami tenaga kerja dengan masa kerja kurang dari 1 tahun paling banyak mengalami keluhan. Kemudian keluhan tersebut berkurang pada tenaga kerja setelah bekerja selama 1-5. tahun. Namun, keluhan meningkat setelah bekerja pada masa kerja lebih dari 5 tahun. (Tarwaka, 2004).

5. Gejala Kelelahan

Gejala kelelahan kerja ada dua macam yaitu gejala subjektif dan gejala obyektif. Secara umum gejala kelelahan dapat dimulai dari yang sangat ringan sampai perasaan yang sangat melelahkan. Kelelahan subjektif biasanya terjadi pada akhir jam kerja, apabila rata-rata beban kerja melebihi 30-40% dari tenaga aerobik maksimal (Tarwaka, 2010). Gambaran mengenai gejala kelelahan (fatigue) secara subjektif dan objektif yaitu (Budiono, 2003):

- a. Perasaan lesu, ngantuk dan pusing
- b. Tidak/kurang mampu berkonsentrasi
- c. Berkurangnya tingkat kewaspadaan

- d. Presepsi yang buruk dan lambat
- e. Tidak ada/ berkurangnya gairah untuk bekerja
- f. Menurunnya kinerja jasmani dan rohani

6. Langkah Mengatasi Kelelahan

Kelelahan disebabkan oleh banyak faktor kompleks dan saling terkait. Cara mengatasi kelelahan kerja (Tarwaka, 2010):

- a. Sesuai kapasitas kerja fisik
- b. Sesuai kapasitas kerja mental
- c. Redesain stasiun kerja ergonomis
- d. Sikap kerja alamiah
- e. Kerja lebih dinamis
- f. Kerja lebih bervariasi
- g. Redesain lingkungan kerja
- h. Reorganisasi kerja
- i. Kebutuhan kalori seimbang
- j. Istirahat setiap 2 jam kerja dengan sedikit kudapan.

7. Pengukuran Kelelahan

Sampai saat ini belum ada cara mengukur suatu tingkat kelelahan secara langsung. Pengukuran yang dilakukan para peneliti sebelumnya hanya berupa indikator yang menunjukkan bahwa terjadinya kelelahan akibat kerja (Russeng, 2011). Metode pengukuran tingkat kelelahan kerja ada beberapa cara, antara lain:

a. Kualitas dan Kuantitas Kerja

Pada metode ini, hasil kerja digambarkan sebagai suatu jumlah proses kerja dan waktu yang digunakan pada satu proses atau jumlah operasi yang dilakukan pada satu waktu. Metode kualitas dan kuantitas kerja biasanya digunakan sebagai pengukuran tidak langsung karena banyak faktor pertimbangan seperti target produksi, perilaku psikologis dalam kerja dan faktor sosial. Sedangkan kualitas dari hasil kerja yang berupa kerusakan produk, penolakan produk atau frekuensi kecelakaan pada pekerja menggambarkan terjadinya suatu kelelahan, tetapi faktor tersebut bukan merupakan faktor penyebab (Tarwaka, 2014).

b. Uji Psikomotor (*Psychomotor Test*)

Pada metode ini melibatkan fungsi persepsi, interpretasi, dan reaksi motorik yaitu dengan pengukuran waktu reaksi. Waktu reaksi adalah jangka waktu dari pemberian suatu rangsang sampai kepada suatu saat kesadaran atau dilaksanakan kegiatan, dalam uji ini digunakan nyala lampu, denting suara, sentuhan kulit atau goyangan badan. Terjadinya pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk pelambatan pada proses faal syaraf dan otot (Lewa *et al.*, 2019). Pengujian psikomotor mengukur fungsi-fungsi yang melibatkan persepsi, interpretasi dan reaksi motorik. Uji yang sering digunakan adalah pengukuran waktu reaksi menggunakan alat ukur *Reaction Timer Test* (Tarwaka, 2014).

Pemanjangan waktu reaksi merupakan petunjuk adanya suatu perlambatan pada proses faal syaraf dan juga otot. Pengukuran waktu reaksi dilakukan sebanyak 5 kali, setiap hasil pengukuran dijumlahkan, kemudian di diambil nilai rata-ratanya. Selain mengetahui perbedaan kecepatan persepsi individu, 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 :

- 1) Normal: waktu reaksi 150,0-240,0 mili detik
- 2) Kelelahan ringan: waktu reaksi >240,0-<410,0 mili detik
- 3) Kelelahan sedang: waktu reaksi 410,0-<580,0 mili detik
- 4) Kelelahan berat: waktu reaksi \geq 580,0 mili detik

c. Uji Hilang Kelipatan (*Flicker-Fusion Test*)

Dalam kondisi yang lelah, kemampuan tenaga kerja untuk melihat kelipan akan berkurang ketika dalam kondisi lelah. Semakin lelah akan semakin panjang waktu untuk jarak antara dua kelipan. Selain untuk mengukur kelelahan juga menunjukkan keadaan kewaspadaan pekerja (Tarwaka, 2014).

d. Pengukuran Kelelahan Subjektif (*Subjective Feelings of Fatigue*)

Subjective Self Rating Test dari *Industrial Fatigue Research Committee* (IFRC) Jepang merupakan salah satu kuesioner yang

dapat digunakan untuk mengukur tingkat kelelahan subjektif. Kuesioner tersebut berisi 30 daftar pertanyaan yang terdiri dari, 10 pertanyaan tentang pelemahan kegiatan (pertanyaan no 1 hingga 10), 10 pertanyaan tentang pelemahan motivasi (11 hingga 20), dan 10 pertanyaan tentang gambaran kelelahan fisik (21 hingga 30), berkaitan dengan metode pengukuran kelelahan subjektif, beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengukuran subjektif. Metode tersebut antara lain; *ranking methods, rating methods, questionnaire methods, interviews dan checklists* (Tarwaka, 2010).

e. Alat Ukur perasaan kelelahan kerja(KAUPK2)

KAUPK2 (Kuesioner Alat Ukur Perasaan Kelelahan Kerja) merupakan parameter mengukur perasaan kelelahan kerja sebagai gejala subjektif yang dialami dengan perasaan yang tidak menyenangkan. Keluhan yang dialami pekerja setiap harinya membuat mereka mengalami kelelahan kronis.

F. Tinjauan Umum Tentang Nyeri Punggung Bawah

1. Definisi Nyeri Punggung Bawah

Nyeri punggung bawah atau *low back pain* merupakan istilah kedokteran berbahasa Inggris. Nyeri punggung bawah merupakan gangguan muskuloskeletal yang diakibatkan oleh aktivitas punggung yang tidak baik hingga timbul rasa nyeri yang merupakan sinyal untuk memberi tahu kita bahwa punggung dalam posisi yang salah. Nyeri

menjadi masalah bila nyeri berpengaruh dalam menjalani hidup. Hal ini bisa disebabkan oleh nyeri yang berlangsung dalam waktu lama.

Nyeri punggung merupakan nyeri yang dirasakan di bagian punggung dan berasal dari otot, persarafan, tulang, sendi atau struktur lain di daerah tulang belakang. Tulang belakang adalah suatu kompleks yang menghubungkan jaringan saraf, sendi, otot, tendon, dan ligamen, dan semua struktur tersebut dapat menimbulkan rasa nyeri. Nyeri punggung biasanya dirasakan sebagai rasa sakit, tegangan, atau rasa kaku di bagian punggung. Nyeri ini dapat bertambah buruk dengan postur tubuh yang tidak sesuai di saat duduk atau berdiri, cara menunduk yang salah, atau mengangkat barang yang terlalu berat (Suma'mur, 2009).

Nyeri punggung bawah adalah rasa nyeri yang dirasakan di daerah punggung bawah, dapat merupakan nyeri lokal maupun nyeri *radikuler* atau keduanya. Nyeri ini terasa di antara sudut iga terbawah dan lipat bokong bawah yang sering disertai dengan perjalanan nyeri ke arah tungkai dan kaki. Nyeri yang berasal dari daerah punggung bawah dapat dirujuk ke daerah lain atau sebaliknya nyeri yang berasal dari daerah lain dirasakan di daerah punggung bawah (Mahadewa, 2009).

2. Klasifikasi Nyeri Punggung Bawah

Berdasarkan perjalanan kliniknya *Low Back Pain* terbagi menjadi dua jenis (Bimareotejo, 2009) :

a. Nyeri Punggung Bawah Akut (*Acute Low Back Pain*)

Nyeri Punggung Bawah Akut atau *Acute Low Back Pain* ditandai dengan rasa nyeri yang menyerang tiba-tiba dan rentan waktunya sebentar, antara beberapa hari atau beberapa minggu. Rasa nyeri ini dapat hilang atau sembuh. Nyeri Punggung Bawah Akut atau *Acute Low Back Pain* disebabkan karena luka dan timbul traumatis seperti kecelakaan mobil atau terjatuh, rasa nyeri dapat hilang sesaat kemudian. Kejadian tersebut selain merusak jaringan, juga dapat melukai otot, ligamen dan tendon. Pada kecelakaan yang lebih serius, fraktur tulang pada daerah lumban dan spinal masih dapat sembuh sendiri. Sampai saat ini penatalaksanaan awal nyeri pinggang akut terfokus pada istirahat dan pemakaian analgesik.

b. Nyeri Punggung Bawah Kronis (*Chronic Low Back Pain*)

Rasa nyeri pada Nyeri Punggung Bawah kronis atau *Chronic Low Back Pain* bisa menyerang lebih dari 3 bulan. Rasa nyeri ini dapat berulang-ulang atau kambuh kembali. Fase ini biasanya memiliki onset yang berbahaya dan sembuh pada waktu yang lama.

3. Gejala Keluhan Nyeri Punggung Bawah

Berdasarkan pemeriksaan, LBP dapat dikategorikan ke dalam 3 kelompok berikut ini:

- a. *Simple Back Pain* (*Low Back Pain* sederhana) dengan karakteristik:
- 1) Adanya nyeri pada daerah lumbal atau lumbosakral tanpa penjalaran atau keterlibatan neurologis
 - 2) Nyeri mekanik, derajat nyeri bervariasi setiap waktu, dan tergantung dari aktivitas fisik
 - 3) Kondisi kesehatan pasien secara umum adalah baik
- b. *Low Back Pain* dengan keterlibatan neurologis, dibuktikan dengan adanya 1 atau lebih tanda atau gejala yang mengindikasikan adanya keterlibatan neurologis
- 1) Gejala : nyeri yang menjalar ke lutut, tungkai, kaki, ataupun adanya rasa baal di daerah nyeri
 - 2) Tanda : adanya tanda iritasi radikular, gangguan motoric maupun sensorik atau refleks
- c. *Low Back Pain* dengan kecurigaan mengenai cedera atau kondisi patologis yang berat pada spinal. Karakteristik umum:
- 1) Trauma fisik berat seperti jatuh dari ketinggian ataupun kecelakaan kendaraan bermotor
 - 2) Nyeri non-mekanik yang konstan dan progresif
 - 3) Ditemukan nyeri abdominal dan atau torakal
 - 4) Nyeri hebat di malam hari
 - 5) Riwayat atau ada kecurigaan kanker, HIV, atau keadaan patologis lainnya yang dapat menyebabkan kanker

- 6) Penggunaan kortikosteroid jangka Panjang
- 7) Penurunan berat badan tanpa sebab, menggigil, dan demam
- 8) Fleksi lumbal sangat terbatas dan persisten
- 9) Saddle anesthesia, dan atau adanya inkontinensia urin
- 10) Risiko terjadi kondisi yang lebih berat adalah awitan NPB pada usia kurang dari 20 tahun atau lebih dari 55 tahun.

4. Faktor Risiko Nyeri Punggung Bawah

Faktor risiko adalah kondisi personal atau lingkungan yang meningkatkan kemungkinan terjadinya cedera atau penyakit. Menurut Feuerstein et al (1987) bahwa kondisi lelah dapat menyebabkan nyeri punggung bawah. Selain itu, faktor yang paling mudah diamati akibat terjadinya nyeri punggung bawah adalah terjadinya kelelahan dan menurunnya motivasi kerja (Widana, 2020). Faktor risiko nyeri punggung bawah diklasifikasikan tiga kategori yaitu (Lestari, 2021) :

a. Faktor Individu

1) Usia

Jumlah tahun yang dihitung sejak kelahiran responden sampai saat dilakukan penelitian berdasarkan ulang tahun terakhir. Pada umumnya keluhan otot skeletal mulai dirasakan pada usia kerja 25-65 tahun. Keluhan nyeri punggung bawah pertama kali biasanya dirasakan pada usia 35 tahun dan tingkat keluhan meningkat sejalan bertambahnya umur seseorang. Hal ini terjadi karena pada umur setengah baya, kekuatan dan

ketahanan otot mulai menurun, sehingga resiko terjadi keluhan otot meningkat.

2) Masa kerja

Masa kerja merupakan akumulasi aktivitas kerja seseorang yang dilakukan dalam jangka waktu panjang. Apabila aktivitas tersebut dilakukan terus-menerus dalam jangka waktu bertahun-tahun tentunya dapat mengakibatkan gangguan pada tubuh.

3) Jenis kelamin

Laki-laki dan perempuan memiliki risiko yang sama terhadap keluhan nyeri punggung bawah sampai umur 60 tahun. Kenyataanya jenis kelamin mempengaruhi timbulnya nyeri punggung bawah, karena pada wanita keluhan ini lebih sering terjadi misalnya saat mengalami siklus menstruasi dan saat menopause mengakibatkan kepadatan tulang berkurang akibat penurunan hormon estrogen maka memungkinkan terjadinya nyeri. Hal ini terjadi secara fisiologis, kemampuan otot wanita memang lebih rendah dari pria (Tarwaka, 2004).

4) Kebiasaan merokok

Perokok lebih beresiko terkena NPB dibandingkan bukan perokok. Karena perokok cenderung mengalami gangguan peredaran darah, termasuk ke tulang belakang. Pengaruh kebiasaan merokok terhadap resiko keluhan otot berhubungan

dengan lama dan tingkat kebiasaan merokok. Semakin lama dan semakin tinggi frekuensi merokok, semakin tinggi pula keluhan otot. Apabila suatu pekerjaan menuntut pergerakan maka akan mudah lelah karena oksigen dalam darah rendah, pembakaran karbohidrat terhambat, terjadi penumpukan asam laktat, hingga timbul nyeri otot (Tarwaka, 2004).

Whole Health Organization (WHO) melaporkan jumlah kematian akibat merokok tiap tahun adalah 4,9 juta dan menjelang 2020 mencapai 10 juta orang pertahunya. Kandungan nikotin rokok menyebabkan kandungan mineral pada tulang berkurang sehingga terjadi keluhan nyeri akibat retak di tulang. Sehingga, semakin lama tingginya frekuensi merokok, semakin tinggi pula tingkat keluhan (Tarwaka, 2004).

5) Indeks massa tubuh (IMT)

Berat badan yang berada dibawah batas minimum dinyatakan kekurangan dan berat badan yang di atas batas maksimum dinyatakan kegemukan. Laporan FAO dan WHO tahun 1985 bahwa batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan oleh Indeks massa tubuh (IMT) yang merupakan alat memantau status gizi orang dewasa khususnya mengenai kekurangan dan kelebihan berat badan, agar berat badan dapat bertahan normal dan terhindar dari berbagai macam penyakit (Tarwaka, 2004).

b. Faktor Pekerjaan

1) Beban kerja

Beban kerja adalah beban pekerjaan yang ditanggung oleh pelakunya baik fisik, mental, maupun sosial. Beban kerja adalah setiap pekerjaan yang memerlukan aktivitas otot atau yang melibatkan pemikiran dapat tergolong sebagai beban bagi pelakunya, beban meliputi fisik, mental ataupun sosial sesuai dengan jenis pekerjaannya (Notoadmodjo, 2007).

2) Lama kerja

Lamanya seseorang bekerja sehari secara baik pada umumnya 6-10 jam. Sisanya (14-18 jam) digunakan untuk kehidupan dalam keluarga atau masyarakat, istirahat, tidur, dan lain-lain. Memperpanjang waktu kerja lebih dari kemampuan biasanya tidak disertai efisiensi, efektivitas, dan produktivitas kerja yang optimal, bahkan terjadi penurunan kualitas dan hasil kerja serta bekerja dengan waktu yang berkepanjangan cenderung terjadi kelelahan, gangguan kesehatan, penyakit, dan kecelakaan serta ketidakpuasan (Suma'mur, 2009).

3) Sikap kerja

Sikap kerja yang sering dilakukan dalam melakukan pekerjaan antara lain berdiri, duduk, membungkuk, jongkok, berjalan, dan lain-lain. Sikap kerja yang salah, canggung, dan di luar kebiasaan akan menambah resiko cedera pada bagian

sistem musculoskeletal. Terdapat 3 macam sikap dalam bekerja, yaitu:

a) Sikap kerja duduk

Posisi duduk pada otot rangka (*musculoskeletal*) dan tulang belakang terutama pada pinggang harus dapat ditahan oleh sandaran kursi agar terhindar dari nyeri dan cepat lelah. Tekanan posisi tidak duduk 100%, maka tekanan akan meningkat menjadi 140% bila sikap duduk tegang dan kaku, dan tekanan akan meningkat menjadi 190% apabila saat duduk dilakukan membungkuk kedepan.

b) Sikap kerja berdiri

Sikap kerja berdiri merupakan salah satu sikap kerja yang sering dilakukan ketika melakukan sesuatu pekerjaan. Berat tubuh manusia akan ditopang oleh satu ataupun kedua kaki ketika melakukan posisi berdiri. Kestabilan tubuh Ketika posisi berdiri dipengaruhi posisi kedua kaki. Kaki yang sejajar lurus dengan jarak sesuai dengan tulang pinggul akan menjaga tubuh dari tergelincir. Selain itu perlu menjaga kelurusan anggota tubuh bagian atas dengan bagian bawah. Bekerja dengan posisi berdiri terus menerus sangat mungkin akan terjadi penumpukan darah dan berbagai cairan tubuh ke kaki dan hal ini akan bertambah bila ukuran sepatu yang tidak sesuai.

c) Sikap kerja membungkuk

Salah satu sikap kerja yang tidak nyaman untuk diterapkan dalam pekerjaan adalah membungkuk. Posisi ini tidak menjaga kestabilan tubuh ketika bekerja. Pekerja mengalami keluhan nyeri pada bagian punggung bagian bawah bila dilakukan secara berulang dan periode yang cukup lama.

c. Faktor Lingkungan

1) Tekanan

Terjadinya tekanan langsung pada jaringan otot yang lunak. Sebagai contoh, pada saat tangan harus memegang alat, maka jaringan otot tangan yang lunak akan menerima tekanan langsung dari pegangan alat, dan apabila hal ini sering terjadi dapat menyebabkan rasa nyeri otot yang menetap (Tarwaka, 2004).

2) Getaran

Getaran frekuensi tinggi menyebabkan kontraksi otot bertambah. Kontraksi statis ini menyebabkan peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat, dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Tarwaka, 2014). Getaran berpotensi menimbulkan LBP ketika menghabiskan waktu lebih lama dikendaraan atau di lingkungan kerja yang memiliki bahaya getaran (Tarwaka, 2014).

5. Pencegahan Nyeri Punggung Bawah

Cara pencegahan terjadinya *low back pain* dan cara mengurangi nyeri apabila *low back pain* dapat dilakukan sebagai berikut (Wichaksana, 2009):

a. Latihan punggung setiap hari

- 1) Berbaringlah terlentang pada lantai atau matras yang keras. Tekukan satu lutut dan gerakkanlah menuju dada lalu tahan beberapa detik. Kemudian lakukan lagi pada kaki yang lain. Lakukanlah beberapa kali.
- 2) Berbaringlah terlentang dengan kedua kaki ditekuk lalu luruskanlah ke lantai. Kencangkanlah perut dan bokong lalu tekanlah punggung ke lantai, tahanlah beberapa detik kemudian relaks. Ulangi beberapa kali.
- 3) Berbaringlah terlentang dengan kaki ditekuk dan telapak kaki berada flat di lantai. Lakukanlah sit up parsial, dengan melipatkan tangan dan mengangkat bahu setinggi 6-12 inci dari lantai lakukan beberapa kali.

b. Lindungi punggung saat duduk dan berdiri

- 1) Hindari duduk dikursi yang empuk dalam waktu yang lama.
- 2) Jika memerlukan waktu yang lama untuk duduk saat bekerja, pastikan bahwa lutut sejajar dengan paha. Gunakan alat bantu (seperti ganjalan/bantalan kaki) jika memang diperlukan

- 3) Jika memang harus berdiri lama, letakkanlah salah satu kaki pada bantalan kaki secara bergantian. Berjalanlah sejenak dan mengubah posisi secara periodik.
 - 4) Tegakkanlah kursi mobil sehingga lutut dapat tertekuk dengan baik tidak teregang.
 - 5) Gunakanlah bantalan dipunggung bila tidak cukup menyangga pada saat duduk dikursi.
- c. Tetaplah aktif dan hidup sehat
- 1) Makanlah makanan seimbang, diet rendah lemak dan mengkonsumsi sayur dan buah untuk mencegah konstipasi.
 - 2) Tidurlah dikasur yang nyaman.
 - 3) Hubungilah petugas kesehatan bila nyeri memburuk atau terjadi trauma.

6. Pengukuran Nyeri Punggung Bawah

Berikut adalah jenis-jenis pengukuran nyeri punggung bawah pada pekerja, antara lain:

a. *Roland-Morris Disability Questionnaire* (RMDQ)

Roland-Morris disability questionnaire (RMDQ) dikembangkan oleh Martin Ronald, pengukuran ini merupakan salah satu kuesioner yang paling banyak digunakan untuk mengukur sakit punggung. Kuesioner ini terbukti menghasilkan pengukuran akurat, sehingga dapat menyimpulkan tingkat

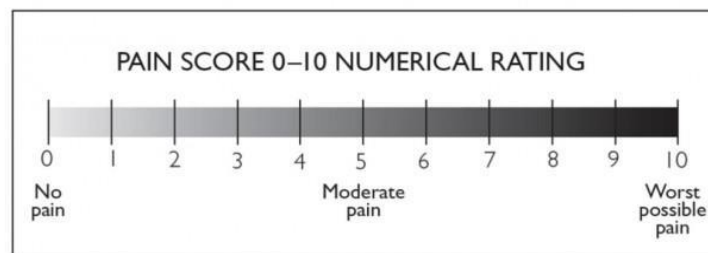
kecacatan serta sensitif terhadap perubahan dari waktu ke waktu untuk kelompok pasien nyeri punggung bawah.

Roland-Morris disability questionnaire (RMDQ) adalah kuesioner yang terdiri dari 24 pertanyaan dimana proses pengerjaan diberikan langsung oleh responden untuk diisi sendiri (*self-administered*). Pertanyaan tersebut berhubungan dengan gangguan fungsi fisik yang mungkin dirasakan akibat nyeri pinggang. Pada setiap pertanyaan terdapat syarat kalimat “karena sakit punggung saya” agar dapat membedakan kecacatan akibat nyeri punggung atau penyebab lainnya.

Kemudian pasien akan memberikan tanda centang pada bagian akhir pernyataan apabila keadaan tersebut mereka alami pada hari itu juga. Selanjutnya pasien akan memberikan nilai pada setiap pertanyaan yang kemudian akan dijumlahkan. Skor pada penilaian ini, yaitu 0 (tidak ada kecacatan) sampai 24 (kecacatan maksimum). Kelebihan dari kuesioner ini adalah pendek, sederhana, dan dapat dengan mudah dimengerti oleh pasien, sedangkan kekurangan dari kuesioner ini adalah hanya mengukur masalah fisik saja dan tidak mengukur masalah psikologis ataupun masalah sosial yang dialami pasien. Selain itu RMDQ juga berguna memantau pasien dalam praktek klinis.

b. *Numeric Pain Rating Scale (NPRS)*

Numeric Pain Rating Scale (NPRS) adalah alat ukur yang digunakan untuk mengetahui intensitas nyeri yang dirasakan oleh orang dewasa. Pada kuesioner NPRS ini responden akan memilih bilangan bulat antara 0 sampai 10 yang paling mencerminkan persepsi ekstrimitas rasa sakit yang diderita, dimana angka 0 berarti tidak ada rasa sakit sedangkan 10 melambangkan rasa yang paling sakit yang dibayangkan.



Gambar 2.8
Skala Pengukuran Rasa Sakit Numeric Pain Rating Scale (NPRS)
Sumber: Haefeli and Elfering, 2006

Kekurangan dari metode ini, yaitu hanya mengevaluasi satu komponen bagian yang mengalami rasa nyeri, sehingga tidak dapat mengidentifikasi kompleksitas dari riwayat rasa sakit atau perubahan perkembangan gejala. Sedangkan kelebihanannya dapat diselesaikan kurang dari satu menit, mudah, skala yang digunakan valid dan reliable untuk mengukur intensitas nyeri.

c. *Pain Self Efficacy Questionnaire (PSEQ)*

Self efficacy menurut Bandura (1997) adalah penilaian orang tentang kemampuan untuk mengatur dan melaksanakan tindakan yang diperlukan untuk mencapai tindakan yang ingin dicapai. *Pain*

Self Efficacy Questionnaire (PSEQ) dikembangkan pada tahun 1980 oleh Michel Nicholas. Metode ini digunakan untuk mengukur tingkat kemampuan beraktivitas dengan rasa nyeri punggung bawah. Kelebihan dari metode ini yaitu dapat dikerjakan dalam waktu singkat dan hasil yang akurat. Beberapa faktor yang diukur seperti kegiatan sosial, bekerja, kegiatan rumah tangga saat menghadapi rasa nyeri tanpa pengobatan.

Pain Self Efficacy Questionnaire (PSEQ) terdiri dari 10 pertanyaan yang menggunakan skala differensial semantik dengan skor antara 0 sampai 6. Skor 0 menggambarkan responden tidak yakin sedangkan 6 menggambarkan pasien sangat yakin. Responden diminta memilih pada skala seberapa yakin pasien mampu melakukan hal yang disebutkan di setiap pernyataan pada kuesioner. Total skor antara 0-60 dihitung dengan menjumlahkan skor setiap pertanyaan. Skor yang lebih tinggi mencerminkan keyakinan efikasi diri yang lebih kuat.

d. *Oswestry Disability Index* (ODI)

Oswestry Disability Index (ODI) merupakan kuesioner atau daftar pertanyaan yang mempunyai 10 item pertanyaan tentang aktivitas sehari-hari yang mungkin akan mengalami gangguan pada pasien NPB. Metode pengukuran ODI terjadi dari beberapa faktor yaitu intensitas nyeri, perawatan diri, mengangkat, berjalan, duduk, berdiri, tidur, kegiatan seksual, kehidupan sosial, serta rekreasi.

ODI merupakan kuisioner guna memberikan informasi seberapa besar tingkat disabilitas NPB yang telah terjadi dalam melakukan aktifitas sehari-hari seseorang. ODI pertama kali dikembangkan oleh Fairbanks dan kawan-kawan pada tahun 1980 dan telah dimodifikasi beberapa kali. Perkembangan selanjutnya pada versi asli, dilaporkan hampir 20% responden tidak mengisi item kehidupan seks terkait NPB khususnya di negara-negara timur. Oleh itu maka versi terakhir mengganti item kehidupan seks dengan pekerjaan/aktifitas di rumah.

Setiap pertanyaan mempunyai enam respon alternative mulai dari yang “*no problem*” sampai dengan “*not possible*”. Skor ODI kemudian dihitung dengan cara dijumlahkan setiap itemnya 0-5 jadi total nilai maksimal adalah 50, kemudian dikalikan 100. Jika ada salah satu item yang tidak dijawab, maka yang dihitung hanya yang dijawab saja. Total skor antara 0-100%, dimana 0 menggambarkan tidak ada ketidakmampuan dan 100 berarti ketidakmampuan maksimal. Interpretasi skor pada kuesioner *Oswestry Disability Index* (ODI) adalah sebagai berikut:

Tabel 2.12
Skor, Kategori, dan Kemampuan Kegiatan Berdasarkan
Oswestry Disability Index (ODI)

Skor	Kategori	Kemampuan kegiatan
0% - 20%	<i>Minimal disability</i>	kerja dapat menjalankan hampir semua aktivitas sehari-hari dan tidak memerlukan tindakan pengobatan hanya anjuran bagaimana cara mengangkat, posisi duduk, latihan, dan diet.
21%-40%	<i>Moderate disability</i>	kerja merasa sakit dan kesulitan dengan duduk, mengangkat, dan berdiri. Mereka mungkin tidak bekerja. Perawatan pribadi, aktivitas seksual dan tidur yang tidak terlalu berpengaruh dan biasanya dapat dikelola dengan konservatif.
41%-60%	<i>Severe disability</i>	kerja mengalami nyeri sebagai keluhan utama pada aktivitas sehari-hari, sehingga memerlukan pemeriksaan lebih lanjut.
61%-80%	<i>Crippled</i>	kit punggung ini membebani pada semua aspek kehidupan Pekerja sehingga memerlukan intervensi positif.
81%- 100%	<i>Bed Bound</i>	kerja ini baik tidur-terikat atau melebihi-gejala mereka, sehingga memerlukan perawatan dan pengawasan khusus selama pengobatan.

Sumber: Fairbank and Pynsent, 2000

e. Patient-Specific Functional Scale (PSFS)

Patient-specific functional scale (PSFS) adalah metode pengukuran yang didefinisikan, dirancang untuk merekam dan mengukur daftar cacat spesifik untuk setiap pasien. Kuesioner ini memiliki tiga bagian, yaitu pertanyaan mengenai nyeri, keterbatasan akibat rasa nyeri dan intensitas rasa nyeri. Bagian pertama berisi daftar kegiatan yang dipilih pasien. Pasien diminta mengidentifikasi lima kegiatan yang paling berdampak di dalam kehidupan sehari-hari akibat rasa nyeri pinggang yang diderita.

Pengukuran yang dilakukan pada tingkat kecacatan masing-masing, item digunakan skala, mulai dari 0 (dapat melakukan kegiatan) sampai dengan 10 (mampu melakukan aktivitas saat setelah mengalami cedera). Bagian 26 kedua menilai keterbatasan fungsional dari rasa sakit dalam waktu 24 jam. Keterbatasan nyeri juga diberi skor dengan skala mulai dari 0 (kegiatan sangat terbatas) sampai 10 (kegiatan belum terbatas). Pada bagian ketiga mengukur intensitas nyeri selama 24 jam terakhir. Penilaian dilakukan dengan memberi skor 0 yang berarti tidak nyeri hingga 10 yang berarti sangat nyeri.

7. Pemeriksaan Fisik Nyeri Punggung Bawah

Diagnosa NPB dapat ditegakkan berdasarkan gejala dan beberapa pemeriksaan fisik yang dilakukan dapat membantu menegakkan diagnosa NPB antara lain:

a. Tes *Laseque*

Posisi responden tidur terlentang dengan paha fleksi dan lutut ekstensi. Pertama, telapak kaki pasien (dalam posisi 0°) didorong ke arah muka kemudian setelah itu tungkai pasien diangkat sejauh 40° dan sejauh 90°. Hasil positif apabila pasien merasakan nyeri yang menjalar dari punggung bawah sampai tungkai bawah (terutama di betis) dan pergelangan kaki (Fatoni, 2009).

b. Tes *Bragard*

Posisi pasien tidur terlentang menggerakkan fleksi paha secara pasif dengan lutut lurus disertai dorsi fleksi pergelangan kaki dengan sudut 30 derajat. Hasil positif apabila pasien merasakan nyeri pada posterior gluteal yang menjalar ke tungkai.

c. Tes *Patrick*

Test ini dilakukan untuk mendeteksi kelainan dippinggang dan paha sendi sakro iliaka. Tindakan yang dilakukan adalah fleksi, abduksi, eksorotasi dan ekstensi.

G. Tinjauan Umum Tentang Operator Alat Berat

1. Definisi Operator Alat Berat

Menurut Permenaker RI No.8 Tahun 2020 operator merupakan tenaga kerja yang mempunyai dan memiliki keterampilan khusus dalam pengoperasian pesawat angkat dan angkut. Operator pesawat angkutan di atas landasan dan di atas permukaan meliputi antara lain operator pesawat angkat angkut sebagaimana dimaksud dalam Pasal 145 ayat (1) huruf b meliputi operator alat berat yang terdiri atas operator *forklift, liftruck, reach stackers, telehandler, hand lift/hand pallet, excavator, excavator grapple, backhoe, loader, dozer, traktor, grader, concrete paver, asphalt paver, asphalt sprayer, asphalt finisher, compactor roller/vibrator roller* dan peralatan lain yang sejenis.

Berdasarkan Pasal 147 ayat (1) huruf b, operator dengan Pasal 145 ayat (1) huruf b harus memenuhi persyaratan yaitu ;

- a. Berpendidikan paling rendah SMA atau sederajat;
- b. Berpengalaman paling singkat 1 (satu) tahun membantu pelayanan di bidangnya;
- c. Surat keterangan sehat bekerja dari dokter;
- d. Berusia paling rendah 19 (sembilan belas) tahun;
- e. Memiliki sertifikat kompetensi di bidangnya; dan
- f. Memiliki Lisensi K3.

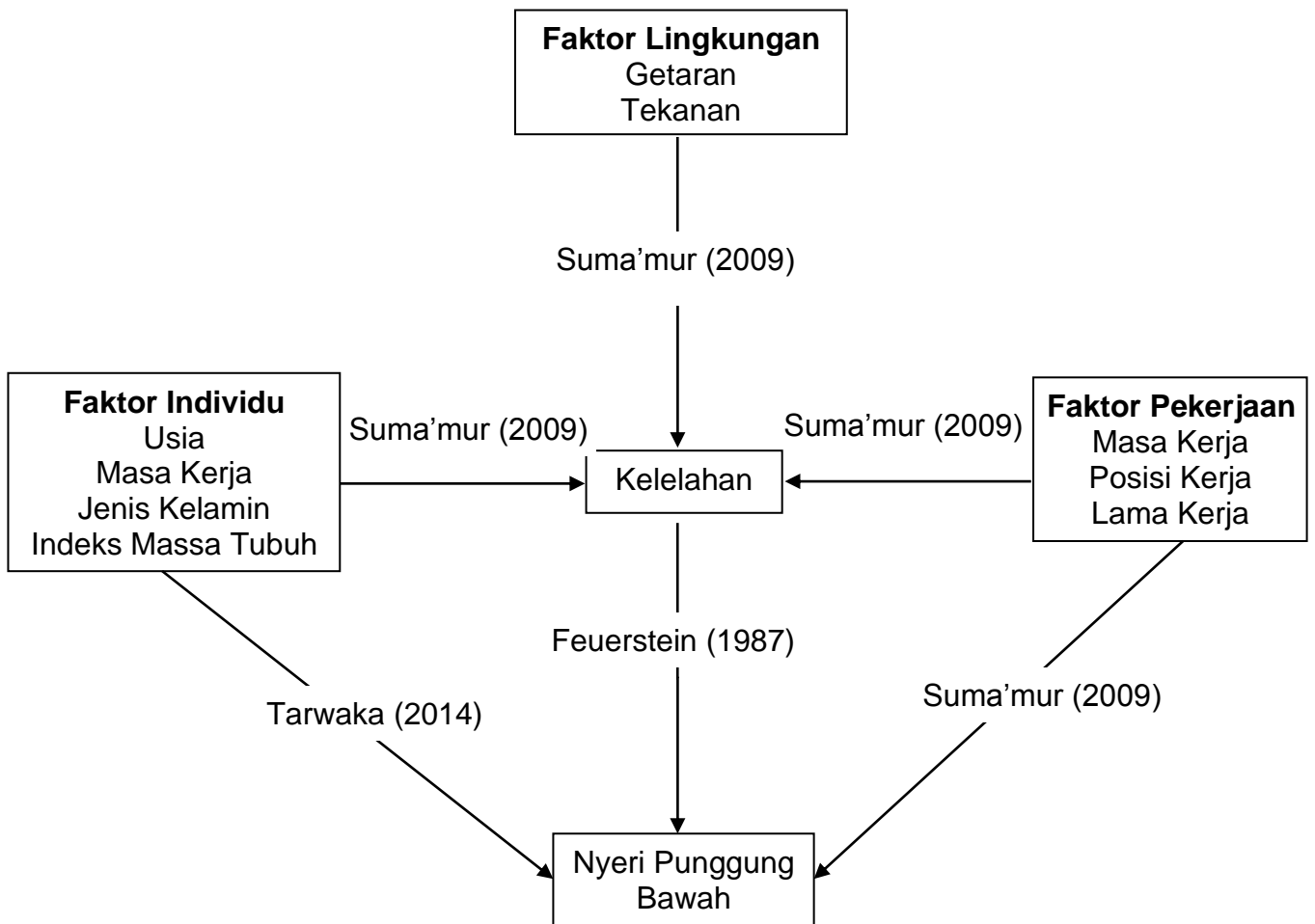
2. Risiko Kerja Operator Alat Berat

Operator alat berat proyek konstruksi umumnya dalam sehari bekerja 8 jam, bekerja sambil duduk dimana landasan menimbulkan getaran. Getaran terjadi saat alat difungsikan, sehingga pengaruhnya bersifat mekanis (Budiono, 2005). Getaran mekanis merupakan getaran yang dihasilkan alat kerja mesin mekanis yang menimbulkan efek buruk bagi tubuh. Frekuensi getaran menyebabkan kontraksi statis maka peredaran darah tidak lancar, penimbunan asam laktat meningkat, dan akhirnya timbul rasa nyeri otot (Tarwaka, 2014).

Operator alat berat yang bekerja dengan posisi kerja duduk dan beban maksimal lebih dari 6-7 kali dari berdiri karena terjadi penekanan pada bantalan saraf tulang belakang, kondisi tersebut menyebabkan kelelahan otot- pinggang menjadi tegang, sehingga aliran darah keotot punggung bawah yang mengangkut oksigen menjadi terhambat maka otot kekurangan oksigen yang berakibat timbulnya nyeri pada area punggung bawah (Santoso, 2004).

H. Kerangka Teori Penelitian

Berdasarkan kajian pustaka telah dipaparkan sebelumnya maka dapat digambarkan kerangka teori pada Gambar 2.9.

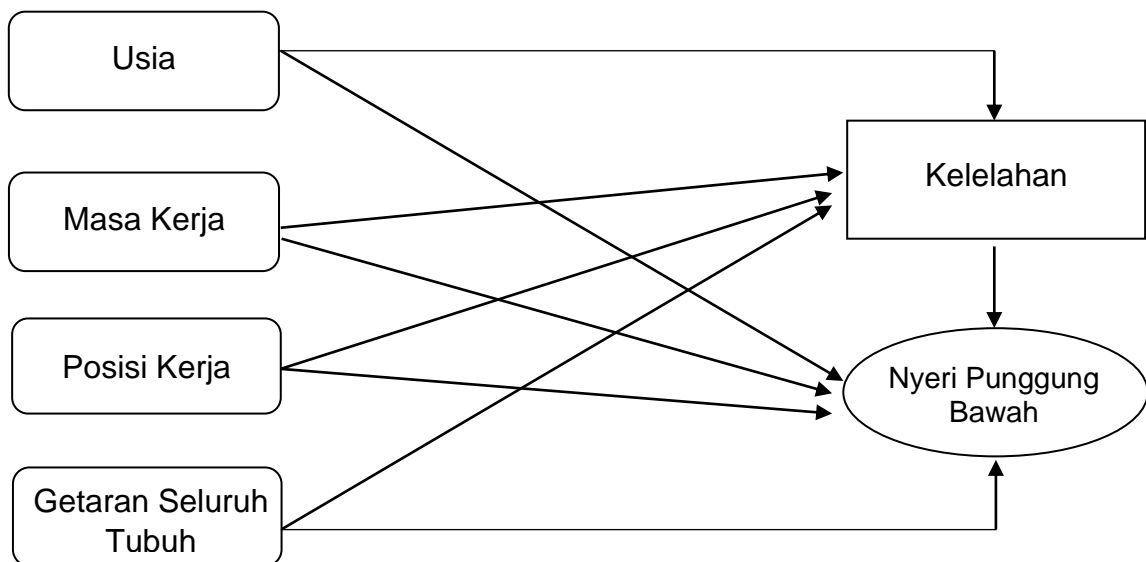


Gambar 2.9
Kerangka Teori Penelitian

Kerangka teori dimodifikasi dari Suma'mur (2009), Tarwaka (2014) dan Feuerstein (1987)

I. Kerangka Konsep Penelitian

Berdasarkan kajian pustaka dan teori yang ada maka disusunlah kerangka konsep yang disajikan pada Gambar 2.10



Gambar 2.10
Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

- = Variabel Independen
- = Variabel Dependen
- = Variabel Intervening

Variabel usia, masa kerja, posisi kerja, dan getaran seluruh tubuh merupakan variabel masukan yang menyebabkan perubahan atau disebut juga dengan variabel independen kemudian melalui variabel kelelahan yang berada pada variabel masukan dan variabel keluaran disebut juga dengan variabel proses atau variabel intervening dan akan berdampak pada variabel akhir yang merupakan variabel nyeri punggung bawah yang merupakan variabel dependen.

J. Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian terdiri atas dua yaitu :

1. Hipotesis Nol (H_0)

- a. Tidak ada pengaruh langsung dan tidak langsung usia terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
- b. Tidak ada pengaruh langsung dan tidak langsung masa kerja terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
- c. Tidak ada pengaruh langsung dan tidak langsung posisi kerja terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
- d. Tidak ada pengaruh langsung dan tidak langsung getaran seluruh tubuh terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?

2. Hipotesis Alternatif (H_a)

- a. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung usia terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?

- b. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung masa kerja terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
- c. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung posisi kerja terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?
- d. Ada pengaruh langsung dan tidak langsung getaran seluruh tubuh terhadap keluhan nyeri punggung bawah melalui kelelahan pada operator alat berat pembangunan Makassar *New Port* Tahun 2022?

K. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Dalam penelitian ini terdapat empat variabel eksogen yaitu usia, masa kerja, posisi kerja, dan getaran seluruh tubuh. Selain itu juga terdapat variabel endogen yaitu kelelahan dan nyeri punggung bawah yang sangat penting diketahui definisi operasionalnya pada masing-masing variabel tersebut pada Tabel 2.13 berikut :

Tabel 2.13
Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No	Variabel	Definisi Operasional	Cara Ukur	Instrumen Penelitian	Kriteria Objektif
1	Usia	Lamanya operator alat berat hidup sejak dilahirkan sampai penelitian dilaksanakan	Wawancara	Kuesioner	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usia tua: Jika usia responden ≥ 35 tahun. 2. Usia muda: Jika usia responden < 35 tahun. <p><i>Sumber:</i> (Depkes RI, 2009).</p>
2	Masa Kerja	Masa kerja adalah lamanya operator alat berat bekerja dalam (tahun) dalam satu lingkungan perusahaan dihitung mulai saat bekerja sampai penelitian berlangsung	Wawancara dan pengecekan di bagian kepegawaian	Kuesioner	<ol style="list-style-type: none"> 1. Masa kerja lama : Apabila masa kerja ≥ 3 tahun 2. Masa kerja baru : Apabila masa kerja < 3 tahun. <p><i>Sumber:</i> (Undang-Undang RI No 13, 2003)</p>
3	Posisi Kerja	Posisi kerja adalah postur tubuh pada operator alat berat saat melakukan aktivitas kerja	Pengambilan gambar posisi kerja operator alat berat saat sedang mengoperasikan alat berat (<i>excavator, vibro</i>)	Lembar REBA, kamera dan aplikasi " <i>angle meter</i> "	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak Ergonomi: Apabila skor akhir REBA > 4 2. Ergonomi : Apabila skor akhir REBA antara 1 sampai 4

			<i>roller, crane, bulldozer, forklift dan dump truck).</i>		<i>Sumber:</i> (REBA Employee Assessment Worksheet, 2000)
4	Getaran Seluruh Tubuh	Besar paparan getaran yang dihasilkan dari mesin sehingga timbul getaran seluruh tubuh yang diterima oleh operator alat berat	Pengukuran dilakukan saat alat berat sedang dioperasikan dengan meletakkan alat sensor di tempat duduk operator. Pengukuran menggunakan alat ukur setiap 1 menit sebanyak 3 kali oleh tenaga ahli balai K3 Makassar.	<i>Vibration Meter Whole Body</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memenuhi syarat: Melewati NAB yaitu $\geq 0,8661 \text{ m/det}^2$ 2. Tidak memenuhi syarat : Tidak melewati NAB yaitu $< 0,8661 \text{ m/det}^2$ <p><i>Sumber :</i> (Permenaker RI, 2018)</p>
5	Kelelahan	melemahnya kondisi untuk melakukan kegiatan ditandai dengan perasaan letih dan hilangnya gairah bekerja secara fisik	Pengukuran dilakukan sebelum waktu istirahat tiba (pukul 11.00 s/d pukul 12.00) oleh tenaga ahli balai K3 Makassar. Pengukuran dilakukan sebanyak 20 kali setiap 5 detik, dimana pemeriksaan 1 sampai 5 tidak dihitung dan pemeriksaan 6 sampai 20 dijumlah dan dibagi 15 (rata-rata).	<i>Reaction Timer</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pekerja lelah: Apabila waktu reaksi ≥ 240 mili detik. 2. Pekerja tidak lelah: Apabila waktu reaksi < 240 mili detik. <p><i>Sumber:</i> (Setyawati, 2010).</p>

6	Nyeri Punggung Bawah	Keluhan nyeri yang dirasakan operator alat berat di punggung bagian bawah serta disertai penjalaran nyeri ke arah tungkai dan kaki.	1. Wawancara	1. Kuesioner <i>oswestri disability index</i> (ODI)	<p>Kuesioner yang terdiri dari 10 pertanyaan, jumlahkan, lalu dihitung dengan rumus:</p> $\frac{\text{Total nilai}}{50} \times 100 = \dots \%$ <p>1. Mengalami : Apabila hasil akhir >20%</p> <p>2. Tidak Mengalami : Apabila hasil akhir ≤20%</p> <p><i>Sumber.</i> (Dewa, 2010).</p>
			2. Pemeriksaan tes fisik oleh fisioterapi sebagai data deskriptif.	2. Tes fisik (tes <i>lasequ e</i> , tes <i>braggard</i> dan tes <i>patric</i>)	<p>Tes pemeriksaan fisik terdiri dari dua kriteria objektif yaitu :</p> <p>1. Mengalami : Apabila salah satu tes fisik menunjukkan hasil positif</p> <p>2. Tidak Mengalami : Apabila semua hasil tes fisik menunjukkan hasil negative.</p> <p><i>Sumber.</i> (Chou at al, 2007).</p>

L. Matriks Sintesa Penelitian

Matriks sintesa adalah matriks sebagai bahan perbandingan antara hasil penelitian yang dilakukan dengan hasil penelitian oleh peneliti lain. Matriks di bawah ini memperlihatkan mengenai penelitian yang memiliki relevansi dengan penelitian yang akan penulis lakukan. Penelitian-penelitian tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.14
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan
Masa Kerja dan Kelelahan

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	Gurdani Yogisutanti, Heryzal Aditya, Rosmariana Sihombing, Suhat (2020) (Yogisutanti <i>et al.</i> , 2020)	Relationship between work stress, age, length of working, and subjective fatigue among workers in production department of textiles factory	menggunakan metode analitik dengan desain Cross sectional	Hasil penelitian dengan sampel 55 orang, dengan hasil bahwa ada hubungan yang signifikan antara stres kerja dengan kelelahan. Namun, tidak ada hubungan antara umur dan masa kerja dan kelelahan
2	Nabila, Nala Utami, Riyanto Martomijoyo (2018) (Utami, Riyanto and Aman Evedi, 2018)	hubungan antara usia dan masa kerja dengan kelelahan kerja pada pekerja industri rumah tangga peleburan aluminium di desa eretan kulon kabupaten indramayu	observasional analitik dengan metode cross sectional. Analisis data menggunakan <i>Chi-Square</i> dan <i>fisher</i> <i>exact</i> .	Hasil penelitian dengan sampel 30 pekerja menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara usia dengan kelelahan ($p=0,033$), masa kerja dengan kelelahan ($p=0,016$)

Tabel 2.15
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan
Posisi Kerja dan Kelelahan

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	Alexander J. Nolan, Megan E. Govers and Michele L. Oliver (2021) (Nolan, Govers and Oliver, 2021)	Effect of fatigue on muscle latency, muscle activation and perceived discomfort when exposed to whole-body vibration	Semua analisis dilakukan pada Minitab menggunakan model linier umum multifaktorial yang disediakan oleh Minitab ($p < 0,05$)	Hasil penelitian dengan 18 sampel, hasil penelitian menunjukkan signifikan secara statistik ($p < 0,0001$) adalah adanya hubungan posisi kerja dalam hal ini otot punggung dengan kelelahan.
2	Fitriyani Ida Y. Yunus, Ariana Sumekar, Nur Anisah (2019) (Yunus, Sumekar and Anisah, 2019)	Hubungan sikap kerja berdiri dan beban kerja fisik dengan kelelahan kerja pada pekerja di bagian produksi pabrik kayu lapis yogyakarta	Metode observasional dengan menggunakan pendekatan <i>cross sectional</i> dan dianalisis dengan uji korelasi spearman rank.	Hasil penelitian dengan 67 sampel pekerja, yaitu tidak ada hubungan antara sikap kerja berdiri dengan kelelahan ($p=0,823$)

Tabel 2.16
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan
Getaran Seluruh Tubuh dan Kelelahan

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	Marcus Yung, Angelica E. Lang, Jamie Stobart, Aaron M. Kocielek, Stephan Milosavljevic	The combined fatigue effects of sequential Exposure to seated whole body vibration and physical, mental, or concurrent work	Metode penelitian eksperimen. Analisis uji normalitas menggunakan Shapiro-Wilk dan uji peringkat	Hasil penelitian dengan 16 sampel bahwa (1) Paparan WBV posisi duduk memberikan efek fisik akibat pekerjaan mengukur mental

	dan Catherine Trask (2017) (Yung <i>et al.</i> , 2017)	Demands	bertanda Wilcoxon dengan koreksi Bonferroni	yang bersamaan (2) Dalam semua kondisi duduk WBV menyebabkan penurunan detak jantung dan mengakibatkan kelelahan.
2	Monalisa Manuputty (2019) (Manuputty, 2021)	Pengaruh getaran dan kebisingan terhadap kelelahan kerja pada awak kapal ikan tipe <i>Pole and line</i>	Desain penelitian cross sectional, menggunakan analisis path dan menggunakan metode statistik PLS.	Hasil penelitian dengan jumlah sampel 40, hasil uji hipotesis diketahui Secara signifikan Getaran dan Kebisingan berpengaruh terhadap kelelahan kerja sebesar 4 2,2% dan 5 7,8% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak diteliti
3	Luke Pramuditta dan Tresna Dermawan Kunaefi (2016) (Pramuditta and Kunaefi, 2016)	Pengaruh Paparan Getaran Mesin Terhadap Kelelahan dan Hand A Vibration Syndrome (HAVS) Pada Pekerja di Industri Beton Pracetak (Studi Kasus PT SCG Pipe And Precast Indonesia)	Penelitian ini menggunakan pendekatan cross sectional dan analisis statistic dengan korelasi Spearman dan Pearson	Hasil penelitian dengan jumlah sampel 34 tenaga kerja, hasil $p < 0,05$, yang berarti terdapat terdapat hubungan secara nyata antara getaran mesin dan paparan getaran yang diterima oleh pekerja dengan tekanan darah sistolik dan waktu reaksi sebagai indikator kelelahan fisiologis

Tabel 2.17
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan
Kelelahan dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	I Ketut Widana, Ni Wayan Sumetri, I Ketut Sutapa dan Gusti Ayu Oka Cahya Dewi (2020) (Widana <i>et al.</i> , 2020)	Antisipasi pada keluhan low back pain dapat mengurangi kelelahan dan meningkatkan motivasi kerja	Analisis data diawali dengan melakukan analisis deskriptif dan uji normalitas data dengan Shapiro Wilk.	Hasil penelitian dengan 11 seniman ukir sebagai sampel, ditemukan bahwa kondisi kerja ergoantropometris dapat mengurangi kelelahan sebesar 27,34% sehingga upaya antisipasi pada keluhan low back pain dapat menurunkan kelelahan dan meningkatkan motivasi kerja perajin ukiran
2	Kyoung-Sim Jung, Tae-Sung In dan Hwi-Young Cho (2021) (Jung <i>et al.</i> , 2021)	Effects of prolonged sitting with slumped posture on trunk muscular fatigue in adolescents with and without chronic Lower back pain	<i>Penelitian quasi eksperimen memiliki desain kelompok control. Analisis data menggunakan Social Sciences version 21.0 (IBM-SPSS Inc., Chicago, IL, USA)</i>	Hasil penelitian dengan 15 sampel pasien LBP dan 15 pasien sehat sebagai kelompok control bahwa kelompok LBP menunjukkan persepsi secara signifikan ketidaknyamanan setelah lama duduk, dibandingkan dengan kelompok kontrol. Kesimpulan: Duduk lama dengan postur bungkuk dapat meningkatkan risiko mengalami kelelahan dan rasa tidak nyaman di punggung bagian bawah

Tabel 2.18
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan Masa Kerja dan
Keluhan Nyeri Punggung Bawah

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	Fikri Fahmi Amrollah, Siswi Jayanti, Ida Wahyuni dan Baju Widjasena (2017) (Amrolla <i>et al.</i> , 2017)	Faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan nyeri punggung bawah pada sopir bus antar kota antar propinsi PO.Nusantara Trayek Kudus - Jakarta	Desain penelitian menggunakan <i>explanatory research</i> dengan pendekatan <i>cross sectional</i>	Hasil penelitan dengan sampel sebanyak 33 sampel pengemudi, bahwa tidak ada hubungan antara masa kerja dan nyeri punggung bawah ($p=0,711$)
2	Andi Saputra (2020) (Saputra, 2020)	Sikap kerja, Masa kerja, Dan usia Terhadap Keluhan Low back Pain pada Pengrajin batik	Analitik kuantitatif dengan rancangan kasus <i>cross sectional</i>	Hasil penelitan dengan sampel sebanyak 36 responden bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan keluhan LBP

Tabel 2.19
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan Posisi Kerja dan
Keluhan Nyeri Punggung Bawah

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	Izzatul Alifah Sifai, Daru Lestantyo dan Siswi Jayanti (2018) (Sifai, Lestantyo and Siswi Jayanti, 2018)	Faktor-faktor yang berhubungan dengan keluhan <i>Low Back Pain</i> pada sopir ikas (ikatan angkutan sekolah) di Kabupaten semarang	Menggunakan pendekatan <i>cross sectional</i> dan menggunakan tes statistik Spearman	Hasil penelitian dengan 33 supir yang menjadi sampel menunjukkan hasil penelitian bahwa terdapat 30,6% responden mengalami penurunan mobilitas tulang belakang. Hasil statistik tes ditemukan hubungan antara LBP dengan dan postu

				mengemudi untuk sudut selangkangan ($p=0,013$) dan sudut lutut ($p=0,022$).
2	Remon, Gama Tri Utami, Ari Pristiana Dewi (2015) (Remon, Utami and Ari Pristiana Dewi, 2015)	Hubungan antara posisi tubuh saat bekerja terhadap kejadian <i>low back pain</i> (LBP) pada petani sawit	Desain penelitian deskriptif korelasi dengan pendekatan <i>cross sectional</i> .	Hasil penelitian dengan 109 petani sebagai sampel menunjukkan bahwa adanya hubungan yang signifikan antara posisi kerja dan kejadian <i>low back pain</i> (LBP) pada petani sawit dengan nilai $p(0,000) < \alpha(0,05)$. Berdasarkan hasil ini, petani sawit harus lebih mengetahui tentang posisi tubuh yang tepat saat bekerja untuk mengurangi insiden nyeri punggung bawah.

Tabel 2.20
Sintesa Hasil Penelitian yang terkait dengan Getaran Seluruh Tubuh dan Keluhan Nyeri Punggung Bawah

No	Peneliti	Judul	Metode/ Desain	Hasil
1	Bibhuti B. Mandal dan Veena D. Manwar (2017) (Mandal and D. Manwar, 2017)	Prevalence of musculoskeletal disorders among heavy earth moving machinery operators exposed to whole-body vibration in opencast mining	Desain <i>cross sectional</i> berbasis kuesioner dengan uji-t sampel independen	Hasil penelitian dengan 42 operator alat berat sebagai sampel, durasi paparan rata-rata 11,30 m/s ² yang terjadi selama 7,5 tahun. Hasil penelitian ini bahwa LBP menunjukkan adanya hubungan yang signifikan dengan getaran seluruh tubuh. Sebanyak 39% operator terpapar membutuhkan

				perhatian medis.
2	Mateus Zanatta, Fernando Gonçalves Amaral dan Gabriel Vidor (2019) (Zanatta, Amaral and Vidor, 2019)	The role of whole-body vibration in back pain: A cross-sectional study with agricultural pilots	Desain cross sectional	Hasil yang dikumpulkan bahwa pesawat dengan total 38 sampel, nilai FC melebihi nilai ambang batas getaran ISO 2631-1:1997 batas penggunaan nilai berdasarkan getaran RMS besarnya (FC >9). Satu-satunya variable yang signifikan dalam prevalensi muskuloskeletal gejala tulang belakang adalah paparan WBV (p=0,015).
3	Massimo Bovenzi, Marianne Schust dan Marcella Mauro (2017) (Bovenzi, Schust and Mauro, 2017)	An overview of low back pain and occupational exposures to whole-body vibration and mechanical shocks	Desain cross sectional dengan studi kohort prospektif dengan tinjauan meta analitik.	Hasil penelitian dengan jumlah sampel 202 operator mesin pabrik. Menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara LBP dengan paparan WBV pada operator dengan guncangan mesin mekanik. Nilai paparan harian untuk WBV melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan oleh <i>European Union Directive</i> sehingga meningkatkan risiko terjadinya LBP