

**PERBAIKAN STASIUN KERJA YANG ERGONOMIS GUNA MENGURANGI
RISIKO *WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS*
(STUDI KASUS PT. YAMAHA INDONESIA)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri**



Nama : Nur Afni Septiani

No. Mahasiswa : 17 522 142

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA**

2021

LEMBAR KETERANGAN PENELITIAN



PT. YAMAHA INDONESIA
Jl. Rawagelam I/5, Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta 13930 Indonesia, P.O. Box. 1190/JAT
Telp. : (62 - 21) 4619171 (Hunting) Fax. : 4602864, 4607077

SURAT KETERANGAN

No. : 334/YI/ PKL /XII/2021

Kami yang bertandatangan dibawah ini, Bagian Human Resource Development (HRD) PT. YAMAHA INDONESIA dengan ini menerangkan bahwa:

Nama : NUR AFNI SEPTIANI
Nomor Induk Mahasiswa : 17522142
Jurusan : TEHNIK INDUSTRI
Fakultas : TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat : UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA –YOGYAKARTA

Telah melakukan program Internship melalui penelitian dan pengamatan untuk penyusunan Tugas Akhir dengan Judul *"PERBAIKAN STASIUN KERJA YANG ERGONOMIS DENGAN PENDEKATAN AHP-ERGONOMIC UNTUK MENGURANGI RISIKO WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS PADA OPERATOR BAGIAN SILENT SUB ASSY UP (Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia)"*.

Program ini dilaksanakan mulai Tanggal 01 April 2021 sampai dengan Tanggal 30 September 2021. Kami mengucapkan terima kasih atas usaha dan partisipasi yang telah diberikan.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 21 Desember 2021

HRD Department

PT. YAMAHA INDONESIA



Kalkausar Chalid
Manager

CC: - Arsip

PERNYATAAN KEASLIAN

Demi Allah saya akui bahwa ini adalah karya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang setiap salah satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika ditemukan dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang saya terima untuk ditarik oleh Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 29 Desember 2021



Nur Afni Septiani

الجمعة الإسلامية الأندلسية

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERBAIKAN STASIUN KERJA YANG ERGONOMIS GUNA MENGURANGI
RISIKO *WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS***

(STUDI KASUS PT. YAMAHA INDONESIA)

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1

Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

Disusun Oleh :

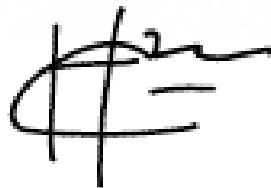
Nur Afni Septiani

17522142

Yogyakarta, 09 Desember 2021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Chancard Basumerda, ST, M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI**PERBAIKAN STASIUN KERJA YANG ERGONOMIS GUNA MENGURANGI
RISIKO WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS****(STUDI KASUS PT. YAMAHA INDONESIA)****TUGAS AKHIR**

Disusun Oleh :

Nur Afni Septiani**NIM. 17522142**

Telah dipertahankan di depan sidang pengujian sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Tim Penguji**Chancard Basumerda, ST, M.Sc****Ketua****Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.****Anggota 1****Faizin, SE.****Anggota 2**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri

Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia

**Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M.**

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan mengucap rasa syukur kepada Allah SWT Atas penyelesaian Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada orang-orang yang saya cintai yaitu Bapak, Ibu, Kakak, dan kedua Adik saya yang telah memberikan semangat dan doa tiada hentinya untuk kelancaran Tugas Akhir saya.

Serta Mas Feri, seseorang yang selalu menemani, memotivasi, dan membantu saya disaat kesulitan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Bantuan dan dukungannya amat sangat berarti bagi saya. Begitu juga untuk sahabat-sahabat saya ketika magang dan kuliah yang selalu mensupport saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dan mewarnai hidup saya semasa kuliah.

Terkhusus Bapak Chancard Basumerda, ST, M.Sc saya mengucapkan terimakasih banyak karena telah membimbing saya dengan baik, selalu memberikan arahan, serta perhatiannya demi kelancaran saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

MOTTO

“Afni can stand by her own feet”- Urban Dictionary

“As in grant my prayer, I am grateful because that’s my desire. When my prayer was not granted, I’m more grateful because that is the choose from Allah”

وَرَحْمَتِي وَسِعَتْ كُلَّ شَيْءٍ

“dan rahmat-Ku meliputi segala sesuatu” – (Q.S Al-A’raf: 156)



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Alhamdulillah Puji dan Syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, zat Yang Maha Indah dengan segala keindahan-Nya, zat yang Maha Pengasih dengan segala kasih sayang-Nya, yang terlepas dari segala sifat lemah semua makhluk-Nya. Alhamdulillah berkat Rahmat dan Hidayah-Nya Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Perbaikan Stasiun Kerja yang Ergonomis Guna Mengurangi Risiko *Work-Related Musculoskeletal Disorders* (Studi Kasus: PT. Yamaha Indonesia)” ini dapat diselesaikan guna memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Teknik Industri Universitas Islam Indonesia.

Akhirnya dengan selesainya Tugas Akhir ini, izinkanlah penulis untuk menyampaikan terima kasih sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah berjasa membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang merupakan salah satu prasyarat kelulusan untuk menyelesaikan program studi S-1, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Dr. Taufiq Immawan, S.T., M.M. selaku Ketua Prodi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
3. Chancard Basumerda, ST, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan dan pengarahannya.
4. Kedua orang tua saya, Bapak Surip dan Ibu Nentisyah yang selalu bersabar untuk merawat dan mendukung saya menuju langkah kesuksesan. Rasa syukur saya ucapkan karena dalam doanya menyertai nama saya untuk kelancaran penyelesaian Tugas Akhir saya.
5. Bapak Faizin, Bapak Oleh, dan Bapak Chondro selaku Staf PT. Yamaha Indonesia yang meluangkan waktunya untuk bertanggung jawab dalam program

magang serta membimbing saya saat magang hingga akhirnya saya bisa menyelesaikannya dengan baik

6. Teman-teman Jurusan Teknik Industri khususnya angkatan 2017 yang menjadi teman seperjuangan dalam menuntur ilmu dikampus
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam penyusunan penelitian Tugas Akhir ini. Atas keterlibatan semua pihak, peneliti mengucapkan terimakasih dan semoga kebaikan dan amal ibadah yang diberikan dibalas lebih baik oleh Allah SWT.

Penulis menyadari bahwa dalam serangkaian penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan dan Kelemahan. Oleh karena itu, segala macam kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan demi perbaikan laporan ini. Akhir kata semoga laporan Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai mana mestinya serta berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Wassalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh

Yogyakarta, Desember 2021

Nur Afni Septiani

DAFTAR ISI

LEMBAR KETERANGAN PENELITIAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
ABSTRAK	xviii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penelitian	6
BAB II.....	8
KAJIAN LITERATUR	8
2.1 Kajian Induktif	8
2.1 Kajian Deduktif.....	15
2.2.1 Ergonomi	15
2.2.2 <i>Rapid Entire Body Assessment (REBA)</i>	16

2.2.3	<i>Nordic Body Map</i>	18
2.2.4	Antropometri.....	21
2.2.5	<i>Musculoskeletal Disorder (MSDs)</i>	22
2.2.6	Postur Kerja.....	23
2.2.7	Definisi AHP.....	24
2.2.8	Kelebihan & Kelemahan AHP.....	24
2.2.9	Tahapan AHP.....	25
BAB III	.....	29
METODOLOGI PENELITIAN	.....	29
3.1	Subjek Penelitian.....	29
3.2	Objek Penelitian.....	29
3.3	Metode Pengumpulan Data.....	29
3.4	Jumlah dan Kriteria Sampel.....	31
3.5	Jenis dan Sumber Data.....	32
3.6	Alat dan Bahan.....	32
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	34
3.8	Penjelasan Diagram Alir Penelitian.....	35
3.8.1	Identifikasi Masalah.....	35
3.8.2	Perumusan Masalah.....	35
3.8.3	Menetapkan Tujuan dan Batasan Masalah.....	35
3.8.4	Kajian Literatur.....	36
3.8.5	Pengumpulan Data.....	36
3.8.6	Pengolahan Data.....	38
3.8.7	Analisis Hasil dan Pembahasan.....	39
BAB IV	.....	40
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	.....	40

4.1	Profil Perusahaan	40
4.1.1	Sejarah Perusahaan	40
4.1.2	Visi dan Misi	41
4.1.3	Struktur Organisasi	42
4.1.4	Produk Perusahaan	42
4.2	Pengumpulan Data	44
4.2.1	<i>Layout</i> Produksi	44
4.2.2	Proses Produksi	45
4.2.3	Data Subjek Penelitian	48
4.2.4	Data <i>Plan</i> Produksi	49
4.2.5	Identifikasi Faktor Terjadinya <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs).....	50
4.2.6	Struktur Hirarki	53
4.2.7	Data Perbandingan Berpasangan Kriteria	54
4.3	Pengolahan Data.....	60
4.3.1	Uji Konsistensi AHP	60
4.3.2	Pengambilan Keputusan AHP	63
4.3.3	<i>Nordic Body Map</i> (NBM)	64
4.3.4	Sudut Derajat <i>Rapid Entire Body Assessment</i> (REBA).....	66
4.3.5	Perhitungan Skor REBA	73
4.3.6	Rekapitulasi Skor REBA	87
4.3.7	Usulan Alat Bantu Kerja	88
4.3.8	Antropometri	90
4.3.9	Hasil Desain Alat Bantu Kerja	93
BAB V	.....	97
PEMBAHASAN	.....	97
5.1	Analisis AHP	97

5.2	Analisis <i>Nordic Body Map</i> (NBM)	100
5.3	Analisis REBA	102
5.4	Analisis Alat Bantu Kerja dari Segi Ergonomi	106
BAB VI		108
PENUTUP		108
6.1	Kesimpulan	108
6.2	Saran.....	109
DAFTAR PUSTAKA		110
LAMPIRAN		114



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman Jurnal	13
Tabel 2.2 REBA <i>Action Level</i>	17
Tabel 2.3 Kategori Keluhan Nordic Body Map.....	19
Tabel 2.4 Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	19
Tabel 2.5 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan.....	25
Tabel 2.6 Susunan Matriks Perbandingan Berpasangan.....	26
Tabel 2.7 Tabel Indeks Konsistensi Acak	28
Tabel 3.1 Kriteria Subjek Penelitian.....	31
Tabel 4. 1 Data Subjek Penelitian.....	49
Tabel 4.2 Data Plan Produksi	50
Tabel 4.3 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria	54
Tabel 4.4 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria <i>Awkward Posture</i>	55
Tabel 4.5 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria <i>Repetitive Motion</i>	56
Tabel 4.6 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria <i>High Risk</i>	57
Tabel 4.7 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria <i>Standard Time</i> ...	58
Tabel 4.8 Hasil Uji Konsistensi Antar Kriteria.....	60
Tabel 4.9 Hasil Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria <i>Awkward Posture</i>	61
Tabel 4. 10 Hasil Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria <i>Repetitive Motion</i>	61
Tabel 4.11 Hasil Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria <i>High Risk</i>	62
Tabel 4.12 Uji Konsistensi Alternatif Pada Standard Time.....	62
Tabel 4.13 Hasil Pengambilan Keputusan AHP	63
Tabel 4.14 Hasil <i>Nordic Body Map</i>	64
Tabel 4.15 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan <i>DC in Connector Cable</i>	74
Tabel 4.16 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan <i>DC in Connector Cable</i> <u>Cable</u>	74
Tabel 4.17 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan <i>DC in Connector Cable</i>	74

Tabel 4.18 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan <i>Turn Buckle</i> .	76
Tabel 4.19 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan <i>Turn Buckle</i> .	76
Tabel 4.20 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan <i>Turn Buckle</i> .	76
Tabel 4.21 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan Pedal Sensor	78
Tabel 4.22 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan Pedal Sensor	78
Tabel 4.23 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan Pedal Sensor	78
Tabel 4.24 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan Kabel Pedal.	80
Tabel 4.25 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan Kabel Pedal.	80
Tabel 4. 26 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan Kabel Pedal	80
Tabel 4.27 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan <i>Jack Connector Wire Key</i>	81
Tabel 4.28 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan <i>Jack Connector Wire Key</i>	82
Tabel 4.29 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan <i>Jack Connector Wire Key</i>	82
Tabel 4.30 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan <i>Switch Box</i> ..	83
Tabel 4.31 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan <i>Switch Box</i> ...	84
Tabel 4.32 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan <i>Switch Box</i> ...	84
Tabel 4.33 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan <i>Nylon Clamp</i>	85
Tabel 4.34 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan <i>Nylon Clamp</i>	86
Tabel 4.35 Hasil Identifikasi <i>Load, Coupling, Activity</i> Pada Pemasangan <i>Nylon Clamp</i>	86
Tabel 4.36 Rekapitulasi Skor REBA	87
Tabel 4.37 Data Antropometri	90
Tabel 4.38 Dimensi Antropometri	90
Tabel 4.39 Perhitungan Persentil	93
Tabel 5.1 Hasil Bobot Kriteria	98
Tabel 5.2 Hasil Uji Konsistensi	98
Tabel 5.3 Hasil Bobot Prioritas.....	99
Tabel 5. 4 Analisis Penyebab Keluhan Fisik	101
Tabel 5.5 Rangkuman Hasil Pengolahan Data Metode REBA	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lembar Penilaian REBA.....	17
Gambar 2.2 Bagian Tubuh Manusia	19
Gambar 2.3 Pergerakan Organ Tubuh	23
Gambar 2.4 Struktur Hierarchy AHP	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	34
Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Yamaha Indonesia.....	42
Gambar 4.2 Model Piano <i>Upright</i>	43
Gambar 4.3 Model Piano <i>Grand Piano</i>	44
Gambar 4.4 <i>Layout Silent Sub Assy Up</i>	44
Gambar 4.5 Proses Produksi <i>Silent Sub Assy Up</i>	46
Gambar 4.6 Struktur Hierarki AHP	53
Gambar 4.7 Postur Pemasangan <i>DC in Connector Cable</i>	67
Gambar 4.8 Pemasangan <i>Turn Buckle</i>	68
Gambar 4.9 Postur Pemasangan Pedal Sensor.....	69
Gambar 4.10 Postur Pemasangan Kabel Pedal.....	70
Gambar 4.11 Postur Pemasangan <i>Jack Connector Wire Key</i>	71
Gambar 4.12 Postur Pemasangan <i>Switch Box</i>	72
Gambar 4.13 Postur Pemasangan <i>Nylon Clamp</i>	73
Gambar 4.14 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan <i>DC in Connector Cable</i>	75
Gambar 4.15 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan <i>Turn Buckle</i>	77
Gambar 4.16 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan Pedal Sensor.....	79
Gambar 4.17 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan Kabel Pedal.....	81
Gambar 4.18 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan <i>Jack Connector Wire Key</i>	83
Gambar 4.19 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan <i>Switch Box</i>	85
Gambar 4.20 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan <i>Nylon Clamp</i>	87
Gambar 4.21 Alat Bantu Kerja Saat Ini	89
Gambar 4.22 Uji Normalitas pada Dimensi Tubuh	92
Gambar 4.23 Hasil Usulan Perancangan Alat Bantu Kerja	94
Gambar 5.1 Struktur Hierarki AHP	97
Gambar 5.2 Grafik Nordic Body Map	100

Gambar 5.3 Area Kerja Seजार dengan Operator 106
Gambar 5.4 Desain Sadler Stool 106



ABSTRAK

Perusahaan yang membutuhkan banyak aktivitas kerja secara manual, tidak menutup kemungkinan tenaga manusia menjadi peran utama dalam penanganannya. Akan tetapi ironisnya seringkali dijumpai pada perusahaan yang proses produksinya tidak menerapkan sarana kerja berstandar ergonomis. Padahal penerapan aspek ergonomi bertujuan untuk mengurangi risiko keselamatan kerja salah satunya risiko Musculoskeletal Disorders (MSDs) yaitu masalah signifikan yang menimbulkan rasa sakit, nyeri, ataupun mati rasa pada segmen tubuh. Oleh karena itu diperlukan suatu alternatif antara lain merancang postur kerja, peralatan kerja, dan kondisi pendukung lainnya agar operator dapat bekerja secara teratur tanpa menyebabkan sakit yang berarti. Saat ini stasiun kerja Silent Sub Assy UP di PT. Yamaha Indonesia, aktivitas kerjanya masih dilakukan secara manual. Sementara itu keadaan postur kerja, peralatan kerja ataupun sarana kerja lainnya masih belum diperhatikan dan difasilitasi dari aspek manusianya yaitu ergonomi. Sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan risiko MSDs. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan identifikasi penyebab dan diproses mana terjadinya risiko MSDs tertinggi menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Setelah diidentifikasi, melakukan kuesioner Nordic Body Map (NBM) guna mengetahui segmen tubuh yang mengalami rasa sakit, selain itu melakukan analisis postur tubuh untuk mengetahui level risiko dan jenis tindakan dengan metode Rapid Entire Body Assessment (REBA). Langkah akhir, perancangan usulan alat bantu kerja yang mempertimbangkan aspek manusianya dengan tools antropometri guna mengetahui dimensi yang sesuai pada manusia. Hasil yang diperoleh adalah berdasarkan AHP, terjadinya risiko MSDs tertinggi pada proses electrical assy Bawah dengan hasil bobot prioritas sebesar 0,44336, kemudian jika dilihat dari hasil NBM operator electrical assy Bawah mengalami keluhan di bagian leher Atas, leher Bawah, punggung dan pinggang. Sementara itu dari hasil analisis REBA diketahui level risiko sangat tinggi dengan skor 11 yang berarti perlu dilakukan tindakan saat ini juga. Maka pada penelitian ini mengusulkan alat bantu kerja berupa lifter dan Saddle Stool serta menggunakan dimensi antropometri tinggi popliteal (TPO) dan Tinggi Lutut (TL) sebagai acuan tinggi lifter dan tinggi minimum/maximum Saddle Stool.

Kunci: *Ergonomic, Analytical Hierarchy Process (AHP), Rapid Entire Body Assessment (REBA), Antropometri, Musculoskeletal Disorder (MSDs)*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menjumpai era globalisasi saat ini, industri manufaktur terus dikejar untuk senantiasa meningkatkan nilai persaingannya. Nilai yang menjadi tumpuan untuk bisa stabil di garis pertumbuhan persaingan pasar diiringi dengan teknologi yang semakin cerdas. Pasar akan memberikan kepercayaan dan berpihak pada perusahaan yang mampu mengabdikan kualitas sesuai permintaan. Sehingga perusahaan mau tidak mau harus unggul mengembangkan inovasi dan produk yang berkualitas tinggi dengan memformulasikan sistem produksi yang kokoh dan fleksibel sebagai tuntutan untuk mencapai kondisi operasional terbaik agar dapat tetap gemilang .

Meskipun perkembangan teknologi semakin cerdas, tidak menutup kemungkinan perusahaan untuk menggunakan tenaga kerja manual. Terlebih lagi jika terjadinya peningkatan produksi pada perusahaan memicu potensi *task exposure* pada pekerja untuk menghasilkan *output* yang sudah ditetapkan pada setiap target produksi. Potensi adanya *task exposure* menyebabkan terjadinya postur kerja yang tidak alamiah saat bekerja.

Ketika proses produksi yang penanganannya secara manual dan dilakukan berulang kali dapat menimbulkan risiko cedera pada postur kerja pekerja terutama pada proses yang tidak ergonomi karena tidak sedikit juga perusahaan yang mengabaikan dalam penerapan standar dan fasilitas kerja yang ergonomi. Postur kerja yang berlebihan seperti saat membungkuk, memutar, mengangkat, dan sebagainya harus segera di tindak lanjuti bagaimana upaya untuk mengurangi potensi cedera pada pekerja. Salah satu gejala yang sering terjadi di tempat kerja adalah gangguan pada sistem *musculoskeletal* atau disebut dengan *musculoskeletal disorder*

Menurut Lembaga *Occupational Safety and Health* (OSH), berdasarkan data (OSH, 2015) jumlah data kompensasi global terkait kecelakaan dan penyakit yang

diakibatkan oleh aktivitas kerja, MSDs tercatat dengan persentase tinggi yakni sebesar 40%. Pengaruh terjadinya MSDs terhadap postur kerja dapat memicu jenis penyakit jangka panjang dan disabilitas fisik pada pekerja (ILO, 2016). Melihat kondisi tersebut, maka perlu dikembangkan sistem kerja yang tepat berdasarkan konsep ergonomi, yakni sistem kerja yang mampu mendukung kenyamanan dan produktivitas kerjanya. Karena sebuah rancangan sistem kerja yang baik tidak lupa memperhatikan dari aspek manusianya, sehingga diperlukan perancangan bagaimana keadaan postur kerja aktual, peralatan kerja, sarana kerja dan lainnya yang mendukung sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan secara rutin tanpa menimbulkan kelelahan dan cedera yang berarti. Hal ini juga sesuai dengan penelitian (Purnomo, 2012) yang mengatakan bahwa sistem kerja harus dibuat dan disesuaikan dengan kebutuhan pekerja dan perusahaan agar tercipta sistem kerja yang aman, nyaman, dan mampu meningkatkan produktivitas. Sistem kerja baik maka hasil kerja yang diberikan pekerja kepada perusahaan semakin baik, dan sebaliknya jika konsep ergonomi dalam sistem kerja diabaikan maka hasil yang diberikan semakin buruk. Kedua kerja dapat memberikan dampak terhadap pekerja di antaranya operator, penurunan *output* produksi, penurunan kualitas kerja, meningkatkan biaya dan material untuk kesehatan dan peningkatan kecelakaan kerja. (Nurmutia, Peran Perancangan Alat Kerja Ergonomis di Era Revolusi 4.0 Dengan Menggunakan AHP (Analytical Hierarchy Process), 2018)

Perusahaan manufaktur merupakan perusahaann yang memiliki beban kerja tinggi dikarenakan manufaktur memiliki target pencapaian tinggi dan pekerjaan yang cenderung berat. PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang produksi piano. Secara umum produksi piano PT. Yamaha Indonesia dibagi menjadi 2 jenis yaitu *Grand Piano* dan *Upright Piano*. Saat ini PT. Yamaha Indonesia memiliki peningkatan produksi yang mana hal tersebut mempengaruhi kinerja operator untuk bekerja lebih lama, hal tersebut menjadi salah satu faktor bagi PT. Yamaha Indonesia sendiri untuk membuat rancangan sistem kerja yang dapat membantu meningkatkan produktivitas dan kenyamanan kerjanya. PT. Yamaha Indonesia cenderung fokus pada pengurangan *waste* dan tidak terlalu mempertimbangkan kemungkinan risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs) pada pekerja. Terdapat salah satu stasiun kerja di *Assy UP* pada Kelompok Kerja *Silent* yang terdiri atas beberapa proses yakni, proses *key block*, *electrical assy atas*, *electrical assy bawah*, *Shank Stopper*,

regulation, dan *electrical check*. Kelompok kerja *silent* sendiri termasuk ke dalam proses *assembling*. *Assembling* merupakan proses manufaktur dimana komponen-komponen yang sudah siap tersebut akan dirakit hingga menghasilkan produk akhir yang sudah jadi. Proses yang ada di bagian *silent*, didominasi masih dilakukan secara manual. Sementara itu keadaan postur kerja, peralatan kerja ataupun sarana kerja lainnya masih belum diperhatikan dan difasilitasi dari aspek manusianya yaitu ergonomi. Sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan risiko *Musculoskeletal Disorders* (MSDs).

Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan identifikasi dan pengukuran risiko cidera pada proses manakah yang memiliki risiko paling tinggi di kelompok kerja *silent*. Maka diperlukan pembobotan proses pada bagian *silent* sendiri bertujuan untuk mengetahui indikator proses mana yang menurut perusahaan memiliki potensi cidera tertinggi atau dengan kata lain indikator proses yang bermasalah. Pada penelitian ini Pembobotan dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierrarchy Process* (AHP). Di dalam AHP kriteria-kriteria dapat disusun dalam suatu struktur hirarki keputusan (Wicaksono, Suliantoro, & Sari, 2010). Untuk mendapatkan bobot proses yang bermasalah berdasarkan bagaimana preferensi dari pengambilan keputusan terhadap tingkat kepentingan dari masing-masing perspektif menggunakan metode AHP (Sabakula, Susetyo, & L, 2014). Dari pembobotan pada proses kelompok kerja *silent* akan mengetahui proses mana yang bermasalah atau berpotensi menyebabkan cidera tertinggi. Agar perusahaan dapat mengerti masalah yang sedang terjadi pada proses kelompok kerja *silent* yang memiliki bobot potensi *musculoskeletal disorders* tertinggi, sehingga dapat dilakukan perbaikan untuk meminimalisir risiko *musculoskeletal disorders*

Setelah teridentifikasi proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi, dilakukan penerapan metode *Nordic Body Map* (NBM). Metode *Nordic Body Map* (NBM) merupakan metode berupa kuesioner yang digunakan untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit. Kemudian mengukur level risiko ergonomi dengan menggunakan metode *Rapid Entire Body Assesment* (REBA). Metode REBA merupakan salah satu metode yang bisa digunakan dalam analisa postur kerja dan dapat digunakan secara cepat untuk menilai posisi kerja atau postur leher, punggung, lengan pergelangan tangan dan kaki seorang operator. Setelah mengetahui beberapa keluhan dalam bekerja, maka dibutuhkan adanya perancangan fasilitas kerja berdasarkan analisis postur kerja dengan

menggunakan metode REBA, sehingga dapat diberikan rekomendasi perancangan fasilitas kerja/alat bantu kerja yang baik untuk mengurangi timbulnya *musculoskeletal disorders* (MSDs) dan perbaikan postur kerja pada operator di bagian *silent*.

Untuk mendapatkan dimensi alat bantu kerja yang ergonomis dilakukan pengukuran terhadap dimensi tubuh operator yang akan menggunakan alat bantu kerja tersebut dengan pendekatan antropometri. Hal ini dimaksudkan agar rancangan yang dihasilkan dapat digunakan dengan baik dan disesuaikan atau paling tidak mendekati karakteristik penggunaannya. Sehingga ukuran alat bantu kerja yang dirancang dapat memperbaiki posisi kerja pada operator yang berpotensi terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijelaskan di atas didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Pada proses manakah yang memiliki bobot risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi di kelompok kerja *silent* berdasarkan analisa *Analytical Hierrarchy Process*?
2. Bagaimana level risiko cedera pada proses yang mengalami *musculoskeletal disorders* tertinggi berdasarkan analisa *Rapid Entire Body Assesment*?
3. Bagaimana usulan alat bantu kerja yang diberikan pada proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi guna mereduksi potensi cedera?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari latar belakang dan rumusan masalah yang ada di atas maka tujuan dari penelitian ini, adalah:

1. Mengidentifikasi proses pada kelompok kerja *silent* yang mengalami *musculoskeletal disorders* tertinggi.

2. Mengidentifikasi level risiko dan tindakan pada proses yang mengalami *musculoskeletal disorders* tertinggi.
3. Memberikan usulan desain alat bantu kerja pada proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi guna mereduksi potensi cedera.

1.4 Batasan Penelitian

Permasalahan dalam penelitian ini diharapkan tidak menyimpang dari tujuan yang diinginkan, untuk itu diberikan batasan-batasan dalam penelitian, di antaranya adalah :

1. Penelitian ini dilakukan di PT. Yamaha Indonesia yang berlokasi di kawasan industri Pulogadung, Jakarta Timur, khususnya pada bagian *silent*
2. Penelitian ini dilakukan selama bulan April 2021 – September 2021
4. Penelitian dilakukan pada proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi
5. Menggunakan metode AHP, NBM, REBA, dan antropometri
6. Usulan alat bantu kerja yang diberikan hanya berupa konsep dan gambaran saja, tidak dilakukan pengaplikasiannya. Karena hal tersebut tergantung kepada kebijakan perusahaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menghasilkan beberapa manfaat. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membantu PT. Yamaha Indonesia untuk mengetahui risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi pada proses yang terdapat di bagian *silent*.
2. Dihasilkannya informasi bagi perusahaan untuk melakukan perbaikan stasiun kerja yang ergonomi pada proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi.

3. Dihasilkannya usulan alat bantu kerja guna mengurangi potensi cedera pada proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi

1.6 Sistematika Penelitian

Tugas akhir ini disusun dari enam bab yang terurai kedalam beberapa sub bab secara rinci. Adapun sistematika dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memberikan gambaran tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Latar belakang menjelaskan hal-hal yang menjadi dasar atau alasan dilakukan penelitian ini. Dilanjutkan dengan rumusan masalah berupa tulisan singkat yang berisi pertanyaan-pertanyaan mengenai permasalahan pada kondisi suatu perusahaan. Penulisan tujuan penelitian merupakan ke arah mana penelitian ini dilakukan dan apa yang ingin dicapai oleh perusahaan yang nantinya. Agar peneliti ini tidak keluar dari tujuan, maka dibuatlah batasan-batasan apa saja yang boleh dikaji atau diolah dalam penelitian ini. Tentunya penelitian ini memiliki manfaat tersendiri bagi perusahaan, organisasi dan peneliti sesuai dengan apa yang diharapkan.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini menerangkan tentang kajian induktif dan deduktif yang berhubungan dengan objek penelitian seperti, ergoomi, AHP, NBM, REBA dan antropometri. Hal ini dilakukan agar peneliti memiliki dasar kuat dan menjadi acuan dalam penelitian ini sehingga penelitian benar-benar original dan belum pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini diuraikan mengenai objek penelitian, subjek penelitian, jenis dan sumber data yang akan diolah, serta alur penelitian sebagai gambaran proses penilitain ini dimulai sampai dengan selesai. Penjelasan metode yang akan digunakan yaitu AHP, NBM, REBA, dan antropometri

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi tentang data-data yang sudah dikumpulkan serta bagaimana data tersebut akan diolah menjadi hasil. Hasil dari pengolahan data tersebut nantinya akan dibahas dan diberi kesimpulan pada bab V.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan hasil dari data yang sudah jadi dan menjelaskan bagaimana analisisnya menurut peneliti. Pembahasan bab ini relevan untuk menjawab tujuan yang sudah dibuat peneliti.

BAB VI PENUTUP

Bab ini merupakan akhir dari penelitian yang dilakukan. Kesimpulan yang merupakan jawaban dari rumusan masalah yang telah dipaparkan diawal penelitian dan saran diajukan untuk pengembangan penelitian lanjutan dalam perbaikan atau menutupi keterbatasan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Kajian Induktif

Ergonomi merupakan salah satu ilmu yang bertujuan menganalisis hubungan fisik antara manusia dan fasilitas, usaha manusia untuk meningkatkan kenyamanan di lingkungan kerjanya. Ergonomi berkenaan pula dengan efisiensi, optimasi, kesehatan, keselamatan dan kenyamanan manusia di tempat kerja, rumah, ataupun tempat rekreasi. Pada umumnya penerapan ergonomi merupakan usaha rancang bangun (*desain*) ataupun rancang ulang (*re-desain*). Hal ini dapat meliputi perangkat keras misalnya perkakas kerja, bangku kerja, *platform*, kursi, pegangan alat kerja, sistem pengendali, alat peraga dan lain-lain (Nurmianto E. , Ergonomi Konsep dan Aplikasinya, 1996)

Dalam penelitian (Adianto & Pratama, 2016) melakukan perancangan fasilitas transportasi yakni kursi tunggu khususnya untuk ibu hamil dan lansia guna menunjang aktivitas masyarakat. Penelitian ini fokus terhadap tingkat kenyamanan penggunaannya. Dengan tujuan untuk mengurangi keluhan fisik yang dirasakan oleh ibu hamil dan lansia. Perancangan kursi tunggu dibuat dengan konsep ergonomi dan menggunakan ukuran antropometri sesuai dengan ibu hamil dan lansia. Sebelumnya penelitian ini didasari dengan pengumpulan data untuk menganalisis keluhan sakit yang dirasakan oleh ibu hamil menggunakan kuesioner *Nordic Body Map*. Kemudian untuk menganalisis risiko postur tubuh menggunakan analisis REBA dengan hasil nilai 9 yang berarti level risiko tinggi. Dalam perancangan kursi tunggu didukung oleh metode AHP guna mempertimbangkan kriteria-kriteria untuk konsep desain yang akan dibuat.

Adapun penelitian yang dilakukan oleh (Putera & Arvianto, 2018) melakukan perbaikan postur tubuh menggunakan metode REBA dalam kegiatan perakitan. Pada kegiatannya masih dalam penanganan secara manual. Dalam penelitiannya dibahas kegiatan perakitan yang masih menggunakan postur tidak alamiah yang menyebabkan cedera tulang belakang (*low back pain*). Oleh karena itu sebuah rancangan perbaikan

disarankan agar setiap aktivitas pekerjaan menjadi lebih baik dan memiliki tingkat efisiensi dan efektivitas yang baik sehingga para pekerja tidak menjadi korban dari sebuah pekerjaan yang dilakukan. Penelitian ini juga dibantu oleh *software CATIA* untuk mengolah data postur tubuh.

Kemudian pada penelitian (Nurmutia, Peran Perancangan Alat Kerja Ergonomis di Era Revolusi Industri 4.0 Dengan Menggunakan AHP (Analytical Hierarchy Process), 2019) membahas peran perancangan alat kerja ergonomis di era revolusi industri 4.0 dengan menggunakan metode AHP. Penelitian ini menekankan pada bidang ilmu ergonomi yaitu ilmu yang mempelajari kemampuan dan keterbatasan manusia yang digunakan untuk merancang alat kerja dan evaluasi lingkungan yang efektif, aman, sehat, nyaman dan efisien. Kajiannya diarahkan dari revolusi industri 4.0, dimana Internet telah merevolusi cara kerja dunia sangat cepat, dengan terhubungnya perangkat pintar seperti *smartphone*, *smarthome*, hingga mesin produksi yang ada dipabrik-pabrik menandakan era baru sudah terbuka, *Internet of Things* (IoT) telah berkembang secara masif. Maka dari itu, penelitian ini membahas mengenai bagaimana peran ergonomi di era revolusi industri 4.0, dengan menggunakan metode pengambilan keputusan dengan *tools AHP (Analytical Hierarchy Process)* dengan beberapa kriteria ergonomi dan revolusi industri 4.0. setelah dilakukan analisis, penyebaran kuesioner, pengolahan data didapat hasil 3 bobot teratas untuk penggunaan peralatan kerja yang ergonomis yaitu aman, nyaman, dan efisien. Kemudian untuk analisis di era revolusi industri 4.0, para pekerja lebih menginginkan peralatan otomatis (*internet of things*) dibandingkan dengan manual.

Kemudian pada penelitian (Faradilla, Rivai, & Safitri, 2019) mengangkat masalah di salah satu perusahaan manufaktur yang memiliki tingkat permintaan yang tinggi setiap harinya dengan *deadline* sangat singkat. Hal itu menyebabkan operator menjadi stres dan mengalami penurunan produktivitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi beban kerja mental pada operator dan mengidentifikasi intervensi ergonomi yang sesuai untuk menurunkan beban kerja mental. Metode yang digunakan adalah NASA-TLX untuk mengukur beban kerja mental dan metode AHP untuk menentukan intervensi ergonomi. Setelah dilakukan perhitungan didapat hasil 75% operator mengalami beban mental yang tinggi dan hasil intervensi ergonomi yang terpilih untuk menurunkan beban kerja mental adalah aromaterapi.

Kemudian penelitian (Montororing & Sihombing, PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA DENGAN PRINSIP ERGONOMI, 2020) melakukan penelitian di PT. BPI merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur yang memproduksi produk plastik. Proses manufaktur membutuhkan penanganan bahan yang tepat Secara manual, yaitu menimbang biji plastik sebelum dimasukkan ke dalam mesin cetak injeksi. Proses ini menimbulkan keluhan terkait pekerjaan karyawan yaitu kelelahan dan nyeri pada bagian tubuh. keamanan. Desain bantuan kerja telah diusulkan untuk mengurangi kelelahan kerja Penimbangan ergonomis Karyawan menggunakan prinsip ergonomis Pengukuran tubuh manusia. Kondisi sebelumnya adalah proses penimbangan bahan baku oleh karyawan. Rute penimbangan berlangsung di atas panggung dengan ketinggian 0,5 meter dan dimensi 4mx. 2,5 meter. Rancangan bantuan kerja yang diusulkan untuk karyawan di bagian penimbangan PT. BPI adalah Menambahkan alat kerja: panjang 155 cm, lebar 74 cm, meja pengangkat tinggi 84 cm.

Penelitian (Pratama, 2017) Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis risiko MSD dan faktor-faktor yang berkontribusi terhadapnya. Dampak pekerja di Sentra Industri Pandai Besi di daerah Bantalan terhadap keluhan MSD. Pelajaran ini Sebuah studi deskriptif dari total populasi semua pandai besi. Sumber data yang diterima dari Observasi lapangan, kuesioner, wawancara langsung dengan pekerja. Variabel yang akan diselidiki adalah keluhan Faktor muskuloskeletal, faktor pekerjaan, dan faktor individu seperti usia, masa kerja, dan kebiasaan merokok. NS Crosstabs digunakan untuk menganalisis data survei. Sebanyak 34 pekerja semuanya terkena dampak gejala Keluhan muskuloskeletal dengan proporsi keluhan muskuloskeletal sedang (53%). Tingkat risiko ergonomis yang diperhitungkan Karena penerapan undang-undang REBA, 21 orang berisiko menengah bekerja sebagai pemalsu dan 13 bekerja sebagai pemalsu. Orang-orang berisiko tinggi ketika bekerja sebagai rautan pensil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor penyebab Wabah gangguan muskuloskeletal yang paling berpengaruh adalah sikap kerja, dan ada faktor lain yang membantu. Faktor lingkungan seperti lingkungan kerja, faktor individu seperti getaran dan usia, seperti penggunaan APD, Jam kerja dan kebiasaan merokok.

Kemudian penelitian oleh (Ariff, Salit, Ismail, & Nukman, 2008) Memilih konsep desain yang tepat pada tahap desain konseptual dalam produk proses pembangunan adalah keputusan penting. Keputusan yang tidak tepat dapat menyebabkan

produk didesain ulang atau diproduksi ulang. Salah satu alat yang berguna yang dapat digunakan dalam menentukan konsep desain yang paling tepat adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP). AHP telah digunakan di hampir semua aplikasi yang terkait dengan masalah pengambilan keputusan. Dalam tulisan ini, hasil studi kasus menggambarkan bahwa konsep AHP dapat membantu desainer untuk mengevaluasi secara efektif berbagai alternatif desain konseptual pada tahap desain konseptual. Penelitian ini menyajikan metodologi pemilihan konsep desain menggunakan proses hirarki analitis.

Kemudian penelitian oleh (Gun, Kholil, & Sulistyadi, 2020) Program Ergonomi telah direkomendasikan oleh banyak penelitian sebagai salah satu pedoman utama dalam membekali karyawan di tempat kerja untuk mencegah cedera dan masalah kesehatan. Salah satu manfaat utama yang diperoleh dari penerapan Program Ergonomi adalah mengurangi risiko cedera dengan mengadaptasi pekerjaan yang sesuai dengan manusia, bukan memaksa manusia untuk beradaptasi dengan pekerjaan. Kantor yang dirancang dengan prinsip ergonomis dapat meningkatkan kinerja dan mengurangi cedera di tempat kerja seperti gangguan muskuloskeletal (MSDs). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan strategi Peningkatan Program *Office Ergonomics* untuk mencegah risiko kasus musculoskeletal *disorders* (MSDs) di Perusahaan XYZ Qatar. Pendekatan penelitian dilakukan secara deskriptif kualitatif dengan menggunakan pendekatan berbasis pakar (*System of System Methodology - SoSM*). Penelitian dimulai dengan menganalisis data kasus MSDs dan cuti sakit terkait MSDs. Hasil analisis dipertimbangkan saat mengumpulkan asumsi untuk program ergonomi kantor perbaikan dan tingkat kepentingan dan kepastiannya. Metode yang digunakan adalah *Strategic Assumption Surfacing and Testing* (SAST). Penentuan prioritas asumsi strategis menggunakan metode *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Software Expert Choice 11*. Hasil analisis menunjukkan bahwa *Policy and procedure* memiliki nilai terbesar dengan 0,256, sedangkan *workstation* 0,219, pemeriksaan kesehatan 0,059, program kesadaran 0,087, olahraga teratur 0,202, pelatihan 0,088 dan supervisi/pengawasan 0,089.

Kemudian penelitian (Haznadarevic, Milosevic, & Stojiljkovic, 2019) Perlindungan hak dan keselamatan penyandang disabilitas adalah elemen yang paling sensitif dari kebijakan pembangunan sosial, dan juga kebijakan ekonomi dan sosial. Saat

ini, disabilitas harus dilihat dari perspektif hak asasi manusia. Salah satu masalah ketenagakerjaan penyandang disabilitas fisik adalah infrastruktur (hambatan arsitektural) di satu sisi, dan transportasi yang terorganisir di sisi lain. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mempertimbangkan masalah transportasi bagi karyawan penyandang cacat fisik, yang merupakan faktor penting untuk menyediakan kesempatan kerja bagi orang-orang ini di Republik Serbia.

Kemudian penelitian (Basahel, 2019) Menyeimbangkan kemampuan individu dengan tuntutan pekerjaan dan stresor tempat kerja diperlukan untuk mengurangi stres dan mencegah bahaya ergonomis dan keselamatan. Hal ini terutama berlaku dalam pekerjaan seperti konstruksi yang dicirikan oleh banyak stres, tuntutan keseluruhan yang dirasakan secara intens, faktor lingkungan, beban fisik dan mental, postur canggung, dan faktor organisasi dan pribadi khususnya di Arab Saudi. Studi saat ini mengusulkan alat subjektif untuk menilai dampak stres pada permintaan *Overall Task Demand* (OTD). Proses hirarki analitik (AHP) digunakan untuk memperkirakan OTD dan mengidentifikasi faktor-faktor yang berkontribusi terhadapnya. Peserta survei alat penilaian OTD adalah 524 laki-laki dan divalidasi di lokasi pekerjaan konstruksi yang sebenarnya dengan 168 pekerja yang didistribusikan di antara 7 pekerjaan. Temuan menunjukkan bahwa OTD secara signifikan dipengaruhi oleh tuntutan pekerjaan dan mengidentifikasi hubungan antara OTD, ukuran fisiologis dan skor NASA-TLX. Kerangka kerja yang diusulkan dapat membantu pengambil keputusan dan supervisor mengidentifikasi tuntutan tugas, menentukan faktor risiko, dan mengembangkan strategi untuk menyeimbangkan tuntutan pekerjaan dan kemampuan pekerja

Tabel 2.1 Rangkuman Jurnal

No	Penulis	Tahun	Judul	Metode
1	Adianto dan Afryan Yuda Pratama	2016	Perancangan Kursi Tunggu Untuk Ibu Hamil dan Lansia Pada Stasiun Kereta Secara Ergonomis	<i>Nordic Body Map</i> , REBA, AHP, dan <i>Morphological Chart</i>
2	Bariqi Rahadyan Putera & Ary Arvianto	2021	Usulan Perbaikan Postur Tubuh Pekerja Pada Kegiatan Perakitan (<i>Assembly</i>) di PT. Hitachi Constrection Machinery Indonesia Dengan Menggunakan Metode RULA (<i>Rapid Upper Limb Assessment</i>)	REBA
3	Syahreen Nurmutia	2018	Peran Perancangan Alat Kerja Ergonomis di Era Revolusi Industri 4.0 Dengan Menggunakan AHP (<i>Analytical Hierarchy Process</i>)	Ergonomi dan AHP
4	Arnes Faradilla, Janes Dian Mardi Safitri	Rivai, 2019	Pemilihan Intervensi Ergonomi untuk Mengurangi Beban Kerja Mental pada Operator	NASA-TLX dan AHP
5	Yuri Delano Montororing & Sihombing	Regent Samuel 2020	Perancangan Alat Bantu Kerja Dengan Prinsip Ergonomi Pada Bagian Penimbangan di PT. BPI	Antropometri
6	Dimas Nindy Pratama	2017	Identifikasi Risikp <i>Musculoskeletal Disorders</i> (MSDs) Pada Pekerja Pandai Besi	REBA

7	Hambali Ariff, Mohd. Sapuan Salit, Napsiah Ismail & Y. Nukman	2018	<i>Use of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Selecting the Best Design Concept</i>	AHP
8	Gun Gun, Kholil, Kohar Sulistyadi	2020	<i>SAST & AHP in Determining The Best Strategy of Office Ergonomics Program Improvement to Prevent Risk of Musculoskeletal at XYZ Company Qatar</i>	SoSM, SAST, AHP
9	Lutvo Haznadarevic, Novak Milosevic, Evica Stojiljkovic	2019	<i>The Assessment of The Ergonomic Suitability of Vehicles Intended for Employees With Physical Disabilities – The AHP Approach</i>	AHP, corrective ergonomic
10	A M Basahel	2019	<i>From the Prospective of Ergonomics: Estimating Overall Stressors and Task Demands in Construction Sites in Saudi Arabia Using an Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	AHP, NASA-TLX, Overall Task Demand (OTD)

2.1 Kajian Deduktif

2.2.1 Ergonomi

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani yaitu dari kata *ergos* dan *nomos*. Arti kata *ergos* berarti kerja dan *nomos* berarti hukum alam. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa ergonomi adalah tentang aspek manusia pada lingkungan kerjanya ditinjau secara anatomi, psikologi, fisiologi, *engineering*, manajemen dan desain. Pendekatan disiplin ergonomi berupaya memperbaiki performa kerja manusia seperti keselamatan dan ketepatan kerja disamping timbulnya kelelahan (*fatigue*) yang terlalu cepat dan mampu memperbaiki pendayagunaan sumber daya manusia serta meminimalkan kerusakan *material* yang disebabkan oleh *human error* (Juniani dkk, 2007)

Ergonomi juga terikat dengan optiasi, efisiensi, keselamatan, kesehatan, dan kenyamanan manusia di tempat kerja, di rumah, dan tempat rekreasi. Di dalam ergonomi mempelajari studi tentang sistem di mana manusia, fasilitas kerja dan lingkungannya saling berinteraksi dengan tujuan utama yaitu menyesuaikan kerja dengan manusianya. Ergonomi di sebut juga dengan sebagai “*human factors*” (Nurmianto, 2008). Menurut (Notoatmodjo, 2006) ergonomi memiliki tujuan pokok, yaitu :

- a. Untuk menyesuaikan antara peralatan kerja dengan kondisi aktual tenaga kerja sehingga mencegah kelelahan tenaga kerja saat menggunakan suatu alat-alat tersebut. Kondisi tenaga kerja ini bukan dilihat dari aspek fisiknya (ukuran anggota tubuh : kaki, tangan, dan tinggi badan) saja namun kemampuan intelektual atau berpikirnya.
- b. Apabila peralatan kerja dengan tenaga kerja sudah sesuai dan cocok maka kelelahan dapat dicegah dan hasilnya lebih efisien. Dari hasil yang lebih efisien berarti memperoleh produktivitas yang tinggi juga.

Penerapan ergonomi pada perusahaan akan menghasilkan beberapa manfaat sebagai berikut (Hafid, 2002) :

1. Meningkatkan performa kerja, seperti : menambah kecepatan kerja, ketepatan kerja, mengurangi energi serta kelelahan yang berlebihan.
2. Mengurangi waktu, biaya pelatihan dan pendidikan.

3. Mengoptimalkan pendayagunaan sumber daya manusia melalui peningkatan keterampilan yang diperlukan.
4. Mengurangi waktu yang terbuang sia-sia dan meminimalkan kerusakan peralatan yang disebabkan kesalahan manusia.
5. Meningkatkan kenyamanan karyawan dalam bekerja

2.2.2 *Rapid Entire Body Assessment (REBA)*

Rapid entire body assessment (REBA) merupakan salah satu alat yang digunakan untuk mengukur postur kerja. Postur kerja pertama dikembangkan untuk mengukur tipe postur kerja yang tidak diprediksikan muncul pada bidang kesehatan atau industri jasa lainnya. Metode tersebut dapat digunakan secara cepat untuk menilai postur seorang pekerja, selain itu metode ini juga dipengaruhi oleh faktor *coupling*, beban eksternal yang ditopang oleh tubuh serta aktivitas pekerja (McAtamney & Corlett, 2000). Nilai akhir yang didapatkan dari REBA digunakan untuk memberikan indikasi tingkat risiko dan tindakan yang harus diambil.

Dalam perhitungan menggunakan metode REBA, postur kerja manusia dibagi menjadi 2 bagian, yaitu bagian A yang terdiri dari leher *neck*, punggung (*trunk*), kaki (*leg*), dan beban (*force/load*), sedangkan bagian B yang terdiri dari lengan atas (*upper arm*), lengan bawah (*lower arm*), pergelangan (*wrist*), aktivitas (*activity*), dan genggaman (*coupling*). Adapun pelaksanaan pengukuran menggunakan REBA melalui 6 langkah yaitu sebagai berikut:

1. Observasi pekerjaan
2. Pemilihan sikap kerja yang akan diukur, terdapat beberapa kriteria yang nantinya dapat digunakan salah satunya dalam menentukan postur mana yang akan dianalisis dan diberikan rekomendasi, adapun kriteria postur adalah sebagai berikut:
 - a. Postur dengan aktivitas otot yang banyak atau penggunaan gaya yang besar
 - b. Postur yang menyebabkan ketidaknyamanan
 - c. Extreme, tidak stabil, atau postur yang aneh, terutama saat penggunaan gaya

- d. Postur yang paling mungkin ditingkatkan dengan intervensi, langkah langkah pengendalian, atau perubahan lain
3. Pemberian skor pada sikap kerja
4. Pengolahan skor
5. Penyusunan skor REBA
6. Penentuan level

Untuk menilai masing-masing segmen tubuh dapat dilihat pada REBA sheet sebagai berikut:

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-212

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position
 +1 = 20°
 +2 = 30°
 -1 = 20°
 -2 = 30°
 Neck Score

Step 1a: Adjust
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 2: Locate Trunk Position
 +1 = 0°
 +2 = 30°
 -1 = 0°
 -2 = 30°
 Trunk Score

Step 2a: Adjust
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 3: Legs
 +1 = 0°
 +2 = 30°
 -1 = 0°
 -2 = 30°
 Leg Score

Step 3a: Adjust
 If leg is twisted: +1
 If leg is side bending: +1

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.

Step 5: Add Force/Load Score
 If load < 11 lbs: +0
 If load > 11 to 22 lbs: +1
 If load > 22 lbs: +2
 Adjust: If back or rapid build up of force: add +1

Step 6: Score A. Find Row in Table C
 Add values from steps 4, 5, 6 to obtain Score A.
 Find Row in Table C.

Scoring:
 1 = negligible risk
 2 or 3 = low risk, change may be needed
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
 11+ = very high risk, implement change

SCORES

Table A

	Neck		
	1	2	3
Legs	1	2	3
Trunk	1	2	3
Posture	3	4	5
Score	4	5	6
	7	8	9
	10	11	12

Table B

	Lower Arm	
	1	2
Wrist	1	2
Upper Arm	2	3
Score	4	5
	6	7
	8	9
	10	11
	12	13

Table C

Score A (score from table #1)	Score B (use # value coupling score)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	2	3	4	5	6	7	7	7	7	7
2	1	2	3	4	4	5	6	7	8	8	8	8
3	2	3	3	4	4	5	6	7	8	8	8	8
4	3	4	4	4	5	5	6	7	8	8	8	8
5	4	4	4	5	5	6	7	8	8	9	9	9
6	5	5	6	6	7	7	8	9	9	10	10	10
7	6	6	7	7	8	8	9	10	10	11	11	11
8	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
9	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12	12
10	9	9	10	10	11	11	12	12	12	12	12	12
11	10	10	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position
 +1 = 20°
 +2 = 30°
 -1 = 20°
 -2 = 30°
 Upper Arm Score

Step 7a: Adjust
 If shoulder is twisted: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 8: Locate Lower Arm Position
 +1 = 0°
 +2 = 30°
 -1 = 0°
 -2 = 30°
 Lower Arm Score

Step 9: Locate Wrist Position
 +1 = 0°
 +2 = 30°
 -1 = 0°
 -2 = 30°
 Wrist Score

Step 9a: Adjust
 If wrist is bent from midline or twisted: Add -1

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting handles and mid range power grip: point +0
 Acceptable for one hand held and/or coupling acceptable with another body part: point +1
 Hand held not acceptable but possible: point +2
 No handles, awkward, unsafe with any body part: Emarginalizable +3

Step 12: Score B. Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C that matches with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.

Step 13: Activity Score
 +1 = 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 = repeated small range actions (more than 40 per minute)
 +1 = actions causing rapid large range changes in postures or unstable base

Final REBA Score
 Table C Score + Activity Score = Final REBA Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____
 This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA.
 provided by Practical Ergonomics
 rburke@ergonomics.com (816) 446-1667

Gambar 2.1 Lembar Penilaian REBA

(sumber: ergo-plus.com)

Pencipta metode ini mengklasifikasi tingkat tindakan (*action level*) berdasarkan skor akhir, yaitu :

Tabel 2.2 REBA Action Level

<i>Action Level</i>	<i>Skor REBA</i>	<i>Risk Level</i>	<i>Action Level</i> (Termasuk Penilaian Selanjutnya)
0	1	<i>Negligible</i>	Risiko pekerjaan dapat dikesampingkan
1	2 -3	<i>Low</i>	Diberikan perubahan postur kerja
2	4 – 7	<i>Medium</i>	Dibutuhkan investigasi lebih lanjut dan perubahan postur kerja secepatnya
3	8 – 10	<i>High</i>	Harus dilakukan investigasi dan adanya implementasi berupa perubahan postur kerja
4	11 - 15	<i>Very high</i>	Harus segera diganti dalam aplikasi pekerjaannya

Sumber : *Hignett dan Mcatamney, 2000*

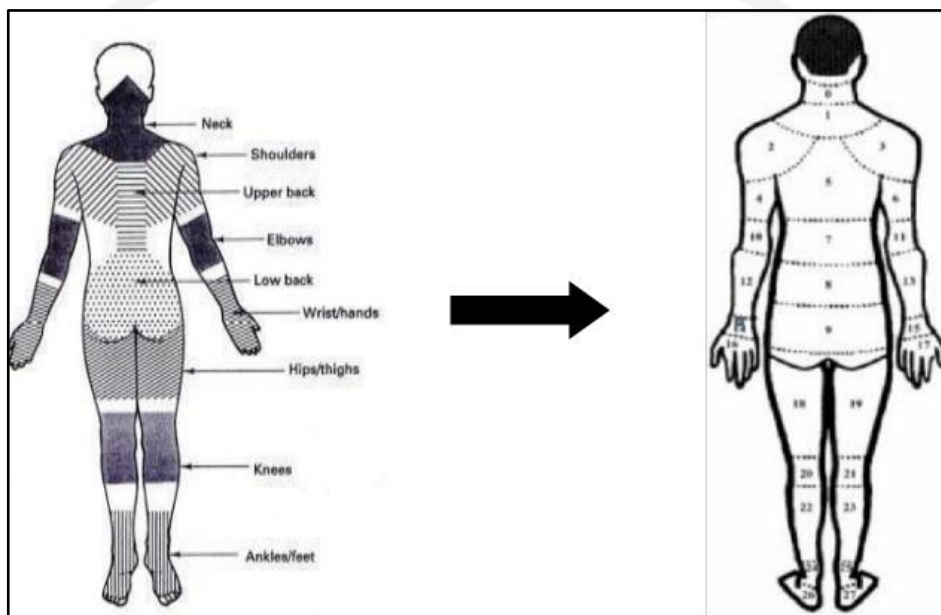
2.2.3 *Nordic Body Map*

Adanya keluhan otot skeletal yang terkait dengan ukuran tubuh manusia lebih disebabkan oleh tidak adanya kondisi keseimbangan struktur rangka dalam menerima beban, baik beban berat tubuh maupun beban tambahan lainnya. Misalnya tubuh yang tinggi rentan terhadap beban tekan dan tekukan, oleh sebab itu mempunyai risiko yang lebih tinggi terhadap terjadinya keluhan otot skeletal. Melalui pendekatan subjektif, adanya keluhan otot skeletal dapat diukur dan di analisis dengan baik. Penggunaan nilai subjektif ini telah mencakup beberapa fenomena yang terjadi dalam psikologis, biomekanis dan pengukuran teknik, serta menjadi paling mudah untuk dinilai dan diinterpretasikan (Kroemer, Kroemer, & Kroemer-Elbert, 2001)

Metode *nordic boy map* merupakan metode yang digunakan untuk tingkat keseriusan/keparahan (*severity*) atas terjadinya gangguan atau cedera pada otot-otot skeletal. Metode *nordic body map* merupakan metode penilaian yang sangat subjektif berupa kuesioner yang digunakan untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan mulai dari rasa tidak nyaman (agak sakit) sampai sangat sakit (Corlett, 1992). Metode ini mempunyai validitas dan reabilitas yang cukup baik, artinya keberhasilan aplikasi metode ini sangat tergantung dari kondisi dan situasi yang dialami pekerja saat

dilakukannya penialain dan juga tergantung dari keahlian dan pengalaman *observer* yang bersangkutan.

Kuesioner *nordic body map* menggunakan gambar tubuh manusia yang dibagi menjadi sembilan bagian tubuh utama yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pinggang, lutut dan tumit. Dari sembilan bagian tubuh tersebut kemudian diperinci menjadi 28 bagian tubuh seperti pada gambar



Gambar 2.2 Bagian Tubuh Manusia

Tabel 2.3 Kategori Keluhan *Nordic Body Map*

Level		Keterangan
A	<i>No Pain</i>	Tidak terasa sakit
B	<i>Moderately Pain</i>	Cukup sakit
C	<i>Painful</i>	Menyakitkan
D	<i>Very Painful</i>	Sangat menyakitkan

Tabel 2.4 Kuesioner *Nordic Body Map*

No	Location	Level of Complaints			
		A	B	C	D

1	<i>Upper neck</i> /Atas leher
2	<i>Lower neck</i> /Bawah leher
3	<i>Left shoulder</i> /Kiri bahu
4	<i>Right shoulder</i> /Kanan bahu
5	<i>Left upper arm</i> /Kiri atas lengan
6	<i>Back</i> /Punggung
7	<i>Right upper arm</i> /Kanan atas lengan
8	<i>Waist</i> /Pinggang
9	<i>Buttock</i> /Pantat
10	<i>Bottom</i> /Bagian bawah pantat
11	<i>Left elbow</i> /Kiri siku
12	<i>Right elbow</i> /Kanan siku
13	<i>Left lower arm</i> /Kiri lengan bawah
14	<i>Right lower arm</i> /Kanan lengan bawah
15	<i>Left wrist</i> /Pergelangan tangan kiri
16	<i>Right wrist</i> /Pergelangan tangan kanan
17	<i>Left hand</i> /Tangan kiri
18	<i>Right hand</i> /Tangan kanan
19	<i>Left thigh</i> /Paha kiri
20	<i>Right thigh</i> /Paha kanan
21	<i>Left knee</i> /Lutut kiri
22	<i>Right knee</i> /Lutut kanan
23	<i>Left calf</i> /Betis kiri
24	<i>Right calf</i> /Betis kanan
25	<i>Left ankle</i> /Pergelangan kaki kiri
26	<i>Right ankle</i> /Pergelangan kaki kanan
27	<i>Left foot</i> /Kaki kiri
28	<i>Right foot</i> /Kaki kanan

2.2.4 Antropometri

Antropometri berasal dari kata lain yaitu anthropos yang berarti manusia dan metron yang berarti pengukuran, dengan demikian antropometri mempunyai arti sebagai pengukuran tubuh manusia (Bridger, 1995). Manusia pada dasarnya akan memiliki bentuk, ukuran, tinggi, lebar, berat dan lain-lain yang berbeda satu dengan yang lainnya. Data antropometri digunakan untuk mengembangkan perancangan untuk tinggi, ruang, genggam, dan jangkauan untuk stasiun kerja dan peralatan dengan tujuan untuk mengakomodasi dimensi tubuh dari potensi tekanan/bahaya kerja (Wickens, Lee, & Gordon Backer, 2004). Dengan mengetahui ukuran dimensi tubuh pekerja, dapat dibuat rancangan peralatan kerja, stasiun kerja dan produk yang sesuai dengan dimensi tubuh pekerja sehingga dapat menciptakan kenyamanan, kesehatan, keselamatan kerja.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi bentuk dan ukuran tubuh manusia antara lain:

- a. Umur Secara umum dimensi tubuh manusia akan tumbuh dan bertambah besar seiring dengan bertambahnya umur yaitu sejak awal kelahirannya sampai dengan umur sekitar 20 tahun keatas.
- b. Jenis Kelamin Dimensi ukuran tubuh laki-laki umumnya akan lebih besar dibandingkan dengan wanita, terkecuali untuk beberapa bagian tubuh tertentu seperti pinggul, dan sebagainya.
- c. Suku/Bangsa Setiap suku, bangsa ataupun kelompok etnik akan memiliki karakteristik fisik yang akan berbeda satu dengan yang lainnya.
- d. Posisi Tubuh Sikap (postur) ataupun posisi tubuh akan berpengaruh terhadap ukuran tubuh oleh sebab itu, posisi tubuh standar harus diterapkan untuk survei pengukuran (Haslindah, 2007)

Data antropometri yang menyajikan data ukuran dari berbagai macam anggota tubuh manusia dalam persentil tertentu akan sangat besar manfaatnya pada saat suatu rancangan produk ataupun alat bantu kerja akan dibuat. Agar rancangan suatu produk nantinya bisa sesuai dengan ukuran tubuh manusia yang akan mengoperasikannya, maka

prinsip-prinsip apa yang harus diambil di dalam aplikasi data antropometri tersebut harus ditetapkan terlebih dahulu seperti berikut ini:

- a. Prinsip perancangan produk dengan ukuran yang ekstrim
- b. Prinsip perancangan produk di antara rentang ukuran tertentu.
- c. Prinsip perancangan produk dengan ukuran rata-rata. Persentil adalah suatu nilai yang menyatakan persentase tertentu dari sekelompok orang yang memiliki dimensi tubuh yang ukurannya sama atau lebih kecil dari nilai tersebut. (Nurmianto, 2004).

2.2.5 Musculoskeletal Disorder (MSDs)

Perdebatan tentang gangguan muskuloskeletal (MSDs) yang berhubungan dengan pekerjaan mencerminkan kebingungan tentang prinsip-prinsip epidemiologi dan kesenjangan dalam literatur ilmiah. Fitur ergonomis fisik pekerjaan yang sering disebut sebagai faktor risiko MSDs meliputi kecepatan kerja yang cepat dan gerakan berulang, pengerahan tenaga yang kuat, postur tubuh yang tidak netral, dan getaran.

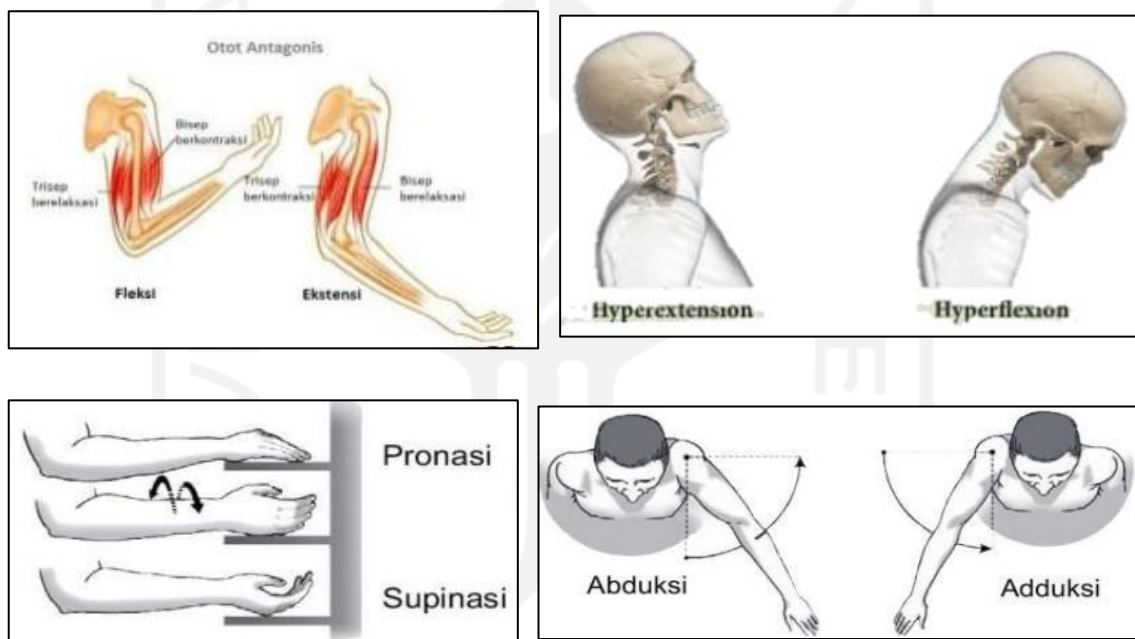
"Gangguan muskuloskeletal" mencakup berbagai kondisi inflamasi dan degeneratif yang mempengaruhi otot, tendon, ligamen, sendi, saraf tepi, dan pembuluh darah. Ini termasuk klinis sindrom seperti radang tendon dan terkait kondisi (tenosinovitis, epikondilitis, bursitis), saraf gangguan kompresi (sindrom terowongan karpal, linu panggul), dan osteoarthritis, serta standar yang kurang baik kondisi seperti mialgia, nyeri punggung bawah, dan lainnya sindrom nyeri regional yang tidak disebabkan oleh patologi. Daerah tubuh yang paling sering terlibat adalah punggung bawah, leher, bahu, lengan bawah, dan tangan, meskipun baru-baru ini ekstremitas bawah telah menerima lebih banyak perhatian.

Gangguan muskuloskeletal (MSDs) tersebar luas di banyak negara, dengan biaya dan dampak yang besar pada kualitas hidup. Meskipun tidak hanya disebabkan oleh pekerjaan, mereka merupakan proporsi utama dari semua yang terdaftar dan/atau penyakit terkait pekerjaan yang dapat dikompensasikan di banyak negara. Data akurat tentang insiden dan prevalensi gangguan *musculoskeletal* sulit untuk didapatkan, dan statistik resmi sulit untuk dibandingkan lintas negara. Namun demikian, MSDs adalah

yang terbesar kategori penyakit terkait pekerjaan, yang mewakili ketiga atau lebih dari semua penyakit akibat kerja yang terdaftar di Amerika Serikat, negara-negara Nordik, dan Jepang. Banyak survei populasi pekerja telah melaporkan prevalensi gejala ekstremitas atas 20 hingga 30% atau bahkan lebih tinggi.

2.2.6 Postur Kerja

Postur kerja yang baik sangat ditentukan oleh pergerakan organ tubuh saat bekerja. Pergerakan yang dilakukan saat bekerja meliputi *flexion*, *extension*, *abduction*, *adduction*, *pronation* dan *supination* seperti pada gambar berikut :



Gambar 2. 3 Pergerakan Organ Tubuh

(Sumber: Google Photos)

Pertimbangan ergonomi yang berkaitan dengan postur kerja dapat membantu mendapatkan postur kerja yang nyaman bagi pekerja, baik itu postur kerja berdiri, duduk maupun postur kerja lainnya. Pada beberapa jenis pekerjaan terdapat postur kerja yang tidak alami dan berlangsung dalam jangka waktu yang lama. Hal ini akan mengakibatkan keluhan sakit pada bagian tubuh atau sering disebut dengan CTDs (*Cummulative Trauma Disorders*).

Cummulative Trauma Disorders (dapat disebut sebagai *Repetitive Motion Injuries* atau *Musculoskeletal Disorders*) adalah cedera pada sistem kerangka otot yang semakin bertambah secara bertahap sebagai akibat dari trauma kecil terus menerus yang disebabkan oleh desain buruk, yaitu desain alat atau sistem kerja yang membutuhkan gerakan tubuh dalam posisi tidak normal serta penggunaan perkakas (*handtools*) atau alat lain yang terlalu sering (Tayyari & Smith, 1997). Terdapat empat faktor yang paling sering menjadi penyebab timbulnya CTDs yaitu:

- a. Penggunaan gaya yang berlebihan selama gerakan normal.
- b. Gerakan sendi yang kaku yaitu tidak berada pada posisi normal. Misalnya, bahu yang terlalu terangkat, punggung terlalu membungkuk, dan lain –lain.
- c. Perulangan gerakan yang sama secara terus – menerus.
- d. Kurangnya istirahat yang cukup untuk memulihkan trauma sendi

2.2.7 Definisi AHP

AHP adalah suatu model keputusan diciptakan oleh Thomas L. Saaty Saaty yang menguraikan masalah multifaktor atau multikriteria menjadi suatu hierarki. AHP digunakan untuk menyelesaikan suatu permasalahan yang kompleks dimana data dan informasi statistik dari masalah yang dihadapi sangat sedikit.

2.2.8 Kelebihan & Kelemahan AHP

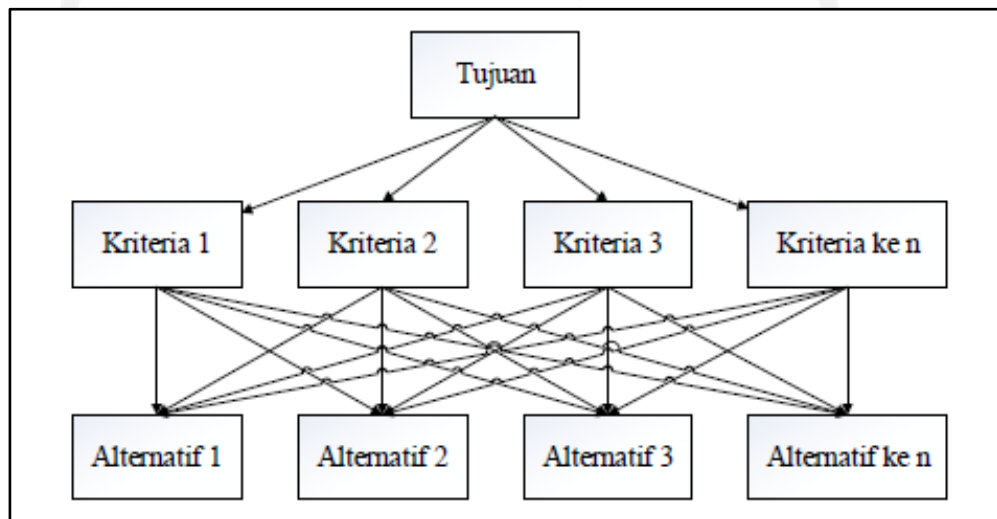
Kelebihan metode AHP adalah AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami, sedangkan kelemahan metode AHP adalah ketergantungan model AHP pada input utamanya. Inpt utamanya ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli (Permatasari, Sartika, & Suryati, 2018)

2.2.9 Tahapan AHP

Tahapan dalam pengambilan keputusan dengan AHP adalah sebagai berikut (Datmin, 2020) :

1. Menyusun Struktur Masalah dan Mengembangkan Model Keterkaitan.

Persoalan yang akan diselesaikan, diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki seperti Gambar X di bawah ini:



Gambar 2.4 Struktur Hirearki AHP

(Sumber: Lab. Datmin, 2020)

2. Membentuk Matriks Perbandingan Berpasangan.

Kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. Menurut Saaty (1988), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty dapat dilihat pada Tabel X.

Tabel 2.5 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya

3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
6	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2, 4, 6, 8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Perbandingan dilakukan berdasarkan kebijakan pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan satu elemen terhadap elemen lainnya. Proses perbandingan berpasangan dimulai dari level hierarki paling atas yang ditujukan untuk memilih kriteria, misalnya A, kemudian diambil elemen yang akan dibandingkan, misal A1, A2, dan A3. Maka susunan elemen-elemen yang dibandingkan tersebut akan tampak seperti pada gambar matriks di bawah ini :

Tabel 2.6 Susunan Matriks Perbandingan Berpasangan

	A1	A2	A3
A1	1		
A2		1	
A3			1

Untuk menentukan nilai kepentingan relatif antar elemen digunakan skala bilangan dari 1 sampai 9 seperti pada Tabel 1. Penilaian ini dilakukan oleh seorang pembuat keputusan yang ahli dalam bidang persoalan yang sedang dianalisa dan mempunyai kepentingan terhadapnya. Apabila suatu elemen dibandingkan dengan dirinya sendiri maka diberi nilai 1. Jika elemen i dibandingkan dengan elemen j mendapatkan nilai tertentu, maka elemen j dibandingkan dengan elemen i merupakan kebalikannya. Dalam AHP ini, penilaian alternatif dapat dilakukan dengan metode

langsung (*direct*), yaitu metode yang digunakan untuk memasukkan data kuantitatif. Biasanya nilai-nilai ini berasal dari sebuah analisis sebelumnya atau dari pengalaman dan pengertian yang detail dari masalah keputusan tersebut. Jika si pengambil keputusan memiliki pengalaman atau pemahaman yang besar mengenai masalah keputusan yang dihadapi, maka dia dapat langsung memasukkan pembobotan dari setiap alternatif

3. Penentuan Prioritas

Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (*pairwise comparisons*). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif. Baik kriteria kualitatif, maupun kriteria kuantitatif, dapat dibandingkan sesuai dengan penilaian yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Bobot atau prioritas dihitung dengan manipulasi matriks atau melalui penyelesaian persamaan matematik.

Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas melalui tahapan-tahapan berikut:

- a. Kuadratkan matriks hasil perbandingan berpasangan.
- b. Hitung jumlah nilai dari setiap baris, kemudian lakukan normalisasi matriks

4. Konsistensi Logis

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi & Ramdhani, 1998):

Hubungan kardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal : $A_i > A_j, A_j > A_k$ maka $A_i > A_k$

Hubungan di atas dapat dilihat dari dua hal sebagai berikut :

- a. Dengan melihat preferensi multiplikatif, misalnya bila anggur lebih enak empat kali dari mangga dan mangga lebih enak dua kali dari pisang maka anggur lebih enak delapan kali dari pisang.
- b. Dengan melihat preferensi transitif, misalnya anggur lebih enak dari mangga dan mangga lebih enak dari pisang maka anggur lebih enak dari pisang.

Pada keadaan sebenarnya akan terjadi beberapa penyimpangan dari hubungan tersebut, sehingga matriks tersebut tidak konsisten sempurna. Hal ini terjadi karena ketidakkonsistenan dalam preferensi seseorang.

- a. Penghitungan konsistensi logis dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut: Mengalikan matriks dengan prioritas bersesuaian.
- b. Menjumlahkan hasil perkalian per baris.
- c. Hasil penjumlahan tiap baris dibagi prioritas bersangkutan dan hasilnya dijumlahkan.
- d. Hasil c dibagi jumlah elemen, akan didapat λ_{maks} .
- e. Indeks Konsistensi (CI) = $(\lambda_{maks} - n) / (n - 1)$
- f. Rasio Konsistensi = CI/ RI, di mana RI adalah indeks random konsistensi. Jika rasio konsistensi ≤ 0.1 , hasil perhitungan data dapat dibenarkan.

Tabel 2.7 Tabel Indeks Konsistensi Acak

N	1,2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49	1,52	1,54	1,56	1,58	1,59

5. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas adalah suatu analisis untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan keputusan atau hasil akhir pada saat dilakukan perubahan nilai-nilai parameter. Apabila berubahnya nilai-nilai dari parameter tersebut mengakibatkan berubahnya suatu keputusan, maka keputusan tersebut dikatakan sensitif terhadap perubahan nilai parameter-parameter atau faktor-faktor tersebut.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Subjek Penelitian

Yang dimaksud subjek penelitian adalah orang, tempat, atau benda yang diamati dalam rangka pembubutan sebagai sasaran (Kamus Bahasa Indonesia, 1989: 862). Subjek penelitian disebut juga pihak yang dijadikan sebagai fokus utama dalam sebuah penelitian. Adapun subjek penelitian ini adalah para tenaga kerja (operator) yang melakukan aktivitas pada proses yang mengalami risiko cedera *muskuloskeletal disorders* tertinggi di kelompok kerja *Silent* departemen *Sub Assy Up* di PT. Yamaha Indonesia.

3.2 Objek Penelitian

Yang dimaksud objek penelitian adalah hal yang menjadi sasaran penelitian (Kamus Bahasa Indonesia, 1989). Objek penelitian disebut juga hal-hal isu atau permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian. Adapun objek penelitian ini adalah stasiun kerja yang tidak sesuai dengan standar ergonomi sehingga menyebabkan ketidaknyamanan saat bekerja dan terjadinya risiko *muskuloskeletal disorders* pada operator kelompok kerja *silent* departemen *Sub Assy Up* di PT. Yamaha Indonesia.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan dengan beberapa metode yang digunakan sebagai berikut:

1. Studi Pustaka

Tahap studi pustaka dilakukan untuk mempelajari dan memahami topik penelitian dengan mencari referensi buku-buku atau penelitian terdahulu terkait dengan ergonomi, metode REBA, NBM, definisi dan tahapan AHP, postur kerja, serta antropometri.

2. Wawancara

Tahap wawancara ini dilakukan dengan cara saling bertukar informasi dengan beberapa orang yang ahli dan operator pada bagian *Silent*, kemudian dilakukan juga wawancara menggunakan pendekatan 5W+1H dengan Kepala kelompok sebagai orang yang ahli untuk mendapatkan data kriteria-kriteria dan alternatif tersedia yang akan ditetapkan pada proses tidak ergonomis sehingga teridentifikasi proses yang mengalami potensi risiko cedera *muskuloskeletal disorders* tertinggi

3. Kuesioner

Pengambilan data dengan menggunakan kuesioner mengenai perbandingan berpasangan yang diisi oleh *expert*, dalam hal ini adalah Ketua Kelompok bagian *silent*. Hasil data perbandingan berpasangan tersebut akan diolah menggunakan metode *analytical hierarchy process*.

Selain itu dilakukan kuesioner *nordic body map* untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan rasa cenderung sakit sampai sangat sakit pada proses yang mengalami risiko *muskuloskeletal disorders* tertinggi

4. Observasi

Tahap observasi dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada objek penelitian sehingga dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya sesuai fakta. Observasi pada penelitian ini dilakukan setelah diketahui proses yang mengalami risiko *muskuloskeletal disorders* tertinggi di bagian *Silent*. Observasi bertujuan untuk pengambilan data foto/vidio proses kerja dan postur kerja yang kemudian akan diolah dengan metode REBA dan antropometri.

3.4 Jumlah dan Kriteria Sampel

Dalam penelitian ini pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. *Purposive sampling* merupakan teknik pengambilan sampel dengan menggunakan pertimbangan tertentu yakni sumber data yang dianggap paling tahu tentang apa yang diharapkan (Sugiyono, 2010)

Pada bagian *silent* terdiri atas 10 operator yang terbagi untuk memegang beberapa proses. Sementara itu bagian *silent* terdiri atas 6 proses yakni proses *key block* dipegang oleh 1 operator, proses *electrical assy* atas dipegang oleh 1 operator, proses *electrical assy* bawah dipegang oleh 2 operator, proses *Shank Stopper* dipegang oleh 1 operator, proses *regulation* dipegang oleh 3 operator, dan proses *electrical check*. dipegang oleh 2 operator.

Sampel yang diambil pada penelitian ini adalah pada proses yang memiliki bobot risiko *musculoskeletal* tertinggi berdasarkan analisa AHP. Sampel yang diambil berupa foto/video postur kerja yang dirasa tidak nyaman pada operator agar dapat dilakukan pengolahan data dengan metode REBA. Adapun kriteria yang sudah ditentukan dalam pengambilan sampel pada penelitian ini untuk pengolahan data REBA dan antropometri sebagai berikut:

Tabel 3.1 Kriteria Subjek Penelitian

Kriteria Subjek Penelitian	
Jenis Kelamin	Laki – laki & perempuan
Usia	20 – 35 tahun
Tinggi Badan	>155 Cm
Berat Badan	>50 Kg
Lama Waktu Kerja	8 jam/hari
Pengalaman Kerja	Kontrak atau tetap
Potensi Cidera	Tertinggi

3.5 Jenis dan Sumber Data

Suatu penelitian didukung oleh data yang akurat untuk menunjang penelitian agar mencapai tujuan yang optimal. Jenis data dapat dibagi berdasarkan sifatnya, sumbernya, cara memperolehnya, dan waktu pengumpulannya. Pada penelitian ini data akan dibagi berdasarkan cara memperolehnya yaitu sebagai berikut:

A. Data Primer

Data primer yaitu data yang didapat secara langsung dari objek penelitian. Pada penelitian ini, data primer didapat dari hasil wawancara dan observasi langsung pada kelompok kerja *silent*, sehingga data yang didapat sesuai fakta dan akurat. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data kriteria-kriteria AHP
2. Data *nordic body map*
3. Data postur kerja untuk pengolahan REBA
4. Data antropometri

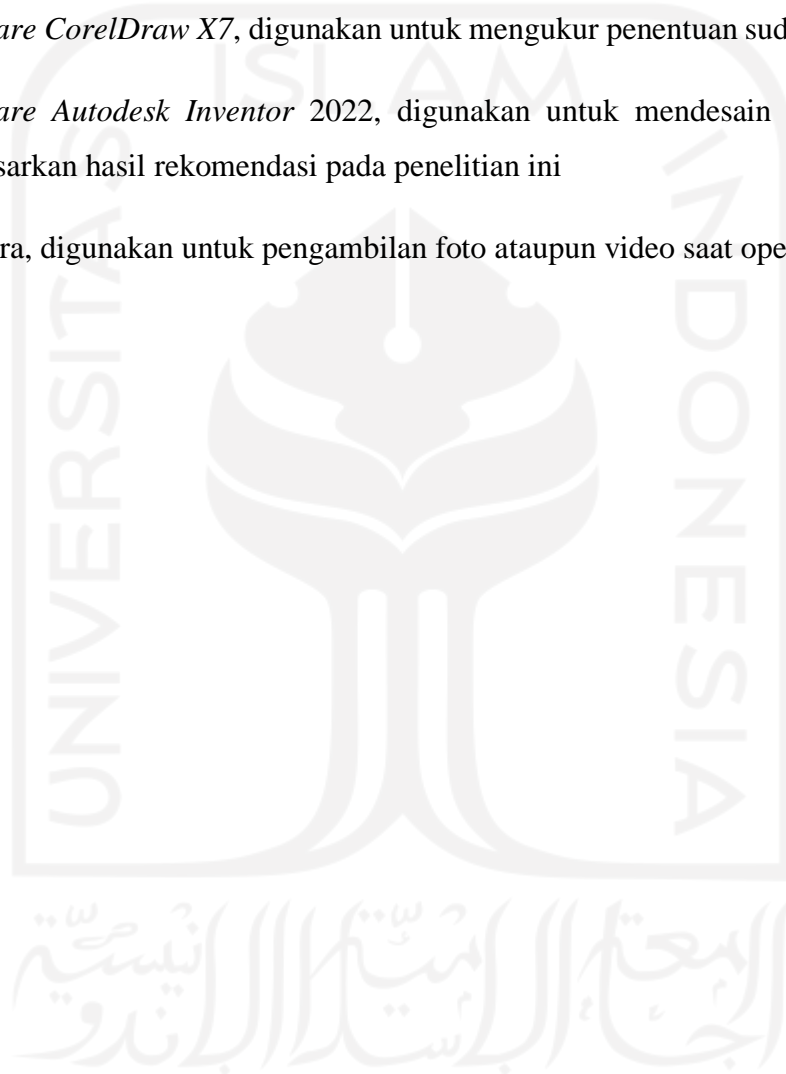
B. Data sekunder merupakan data yang didapat bukan dari hasil pengamatan atau perhitungan langsung dilapangan. Data sekunder ini dapat diperoleh dari referensi yang berasal dari berbagai macam sumber seperti perpustakaan, dokumen perusahaan, internet, jurnal, buku dan literatur lainnya. Seperti data gambaran umum perusahaan dan *plan* produksi pada kelompok kerja *silent*

3.6 Alat dan Bahan

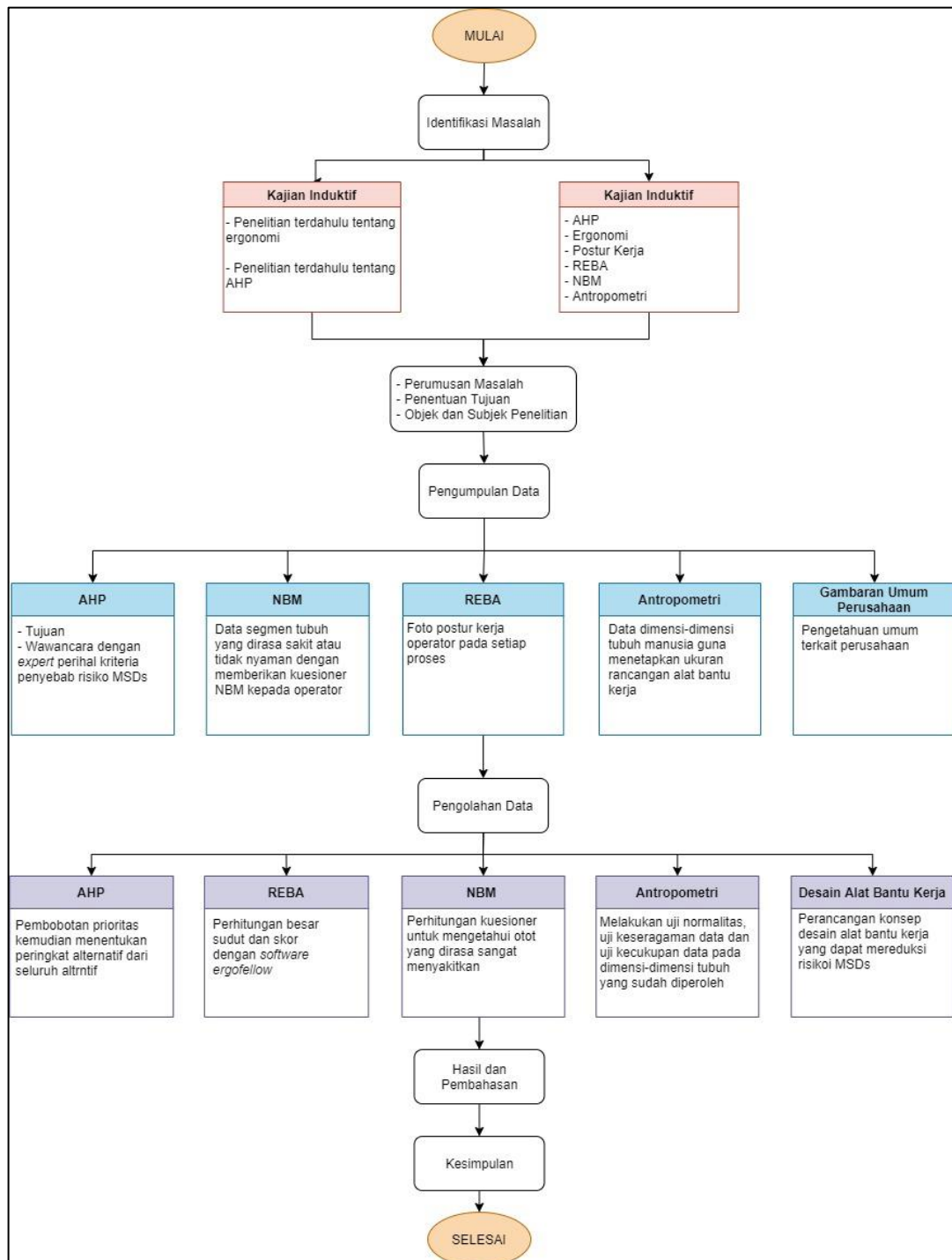
Pada penelitian ini terdapat alat dan bahan yang digunakan untuk menunjang penelitian dalam pengambilan data dan pengolahan data, sebagai berikut:

1. Lembar wawancara 5W+1H dan kuesioner untuk mendapat data pembobotan AHP
2. *Super Decisions* untuk mengolah pembobotan kriteria dan alternatif AHP

3. Lembar kuesioner *Nordic Body Map* untuk mengetahui bagian-bagian otot yang mengalami keluhan rasa agak sakit sampai sangat sakit
4. *Software Ergofellow*, digunakan untuk mengukur skor REBA pada postur kerja operator
5. *Software Microsoft Excel 2010* untuk input data dan pengolahan data
6. *Software CorelDraw X7*, digunakan untuk mengukur penentuan sudut kerja operator
7. *Software Autodesk Inventor 2022*, digunakan untuk mendesain alat bantu kerja berdasarkan hasil rekomendasi pada penelitian ini
8. Kamera, digunakan untuk pengambilan foto ataupun video saat operator bekerja.



3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.8 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

3.8.1 Identifikasi Masalah

Guna memperbaiki sistem kerja yang diterapkan oleh perusahaan maka hal pertama yang dilakukan adalah mengidentifikasi masalah untuk mengetahui permasalahan apa yang mungkin dapat menghambat kualitas dan kuantitas perusahaan sehingga perusahaan bisa mengetahui rancangan solusi atau pemecahan masalahnya. Dengan itu maka perusahaan dapat mencapai kondisi yang lebih baik dari periode sebelumnya. Adapun identifikasi masalah yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada dari sisi proses dan manusianya.

3.8.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada maka akan didapat ringkasan perumusan masalahnya. Dari perumusan masalah ini dapat diketahui titik akar permasalahannya dimana. Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana cara untuk mengidentifikasi terjadinya risiko *musculoskeletal disorders* pada suatu proses dan mereduksi potensi cedera yang akan terjadi

3.8.3 Menetapkan Tujuan dan Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan perumusan masalah yang ada digunakan untuk menetapkan tujuan masalahnya. Tujuan masalah tersebut menjadi alasan dan dasar yang kuat untuk dilakukannya perubahan atau perbaikan atas permasalahan yang ada. Tentunya dengan harapan untuk tidak keluar dari tujuan yang sudah ditetapkan maka dibuatlah batasan masalahnya. Adapun tujuan masalah dalam penelitian ini agar mengetahui proses mana yang mengalami risiko *musculoskeletal disorder* sehingga membantu operator dalam menjalankan aktivitas kerja menjadi lebih aman dan nyaman.

3.8.4 Kajian Literatur

Kajian literatur didapat dari penelitian terdahulu guna untuk mendukung penelitian. Dari kajian literatur yang sesuai dengan topik dan permasalahan yang ada, dapat dijadikan pedoman dan dasar untuk menyelesaikan masalah sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Adapun jenis kajian literatur yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu:

a. Kajian Induktif

Sumber kajian induktif diperoleh dari penelitian terdahulu yang sudah diakui kebenaran dan ketepatannya untuk dijadikan suatu jurnal, buku, artikel nasional maupun internasional. Seperti kajian induktif yang membahas ergonomi dan AHP

b. Kajian Deduktif

Sumber kajian deduktif diperoleh dari beberapa teori atau pernyataan dari peneliti terdahulu untuk dijadikan parameter yang relevan dalam penelitian ini. Seperti kajian deduktif yang membahas tentang ergonomi, AHP, NBM, REBA dan antropometri

3.8.5 Pengumpulan Data

Dari hasil kajian yang telah dilakukan akan menghasilkan kerangka penelitian dan konsep pemecahan masalah dari penelitian. Setelah diketahui cara pemecahan masalah maka dilakukan pengumpulan data primer dan data skunder dari penelitian ini. Data primer merupakan data-data yang diambil secara langsung oleh peneliti. Sedangkan data sekunder dalam penelitian ini didapatkan dari perusahaan atau referensi lainnya. Data yang diambil di antaranya:

a. Pengambilan data AHP

Dilakukan dengan wawancara kepada *expert* yakni kepala kelompok perihal kriteria-kriteria apa saja yang menyebabkan risiko *musculoskeletal disorders* dan alternatif proses apa yang memungkinkan terjadinya *musculoskeletal disorders* tertinggi. Alternatif dan kriteria yang dipilih harus relevan dengan tujuan yang sudah ditetapkan

pada penelitian ini yaitu mengidentifikasi proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi pada kelompok kerja *silent*.

b. Pengambilan data NBM

Pengambilan data NBM menggunakan kuesioner dalam bentuk *check list ergonomic* yang sudah dibagi menjadi 9 bagian utama, yaitu leher, bahu, punggung bagian atas, siku, punggung bagian bawah, pergelangan tangan, pinggang/pantat, lutut, dan tumit/kaki disertai dengan kriteria *level of complaints*. Data NBM didapatkan dari operator yang melakukan proses dengan level risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi. Pengambilan data yang didapatkan dari hasil kuesioner *nordic body map* bertujuan untuk mengetahui keluhan-keluhan fisik bagian otot tertentu yang mengalami rasa cenderung sakit ataupun sangat sakit pada operator.

c. Pengambilan data REBA

Data yang diambil yaitu foto postur kerja yang terjadi pada operator saat proses produksi. Dengan kriteria postur yang paling sering diulang, postur yang menyebabkan ketidaknyamanan, dan postur dengan penggunaan gaya yang besar.

d. Pengambilan data antropometri

Data antropometri akan didapat dari bank data Lab DSKE terkait dimensi-dimensi tubuh manusia yang dibutuhkan untuk menetapkan ukuran rancangan alat bantu kerja, yang dimana dimensi tersebut telah sesuai dengan ketentuan kriteria pada penelitian ini.

e. Pengambilan data gambaran umum perusahaan

Data gambaran umum perusahaan yaitu data tentang visi misi dan *layout* produksi. Data tersebut digunakan untuk mengetahui gambaran umum tentang perusahaan dan obyek yang diteliti yaitu proses *silent sub assy UP*

3.8.6 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah hasil semua data sudah terkumpul dengan lengkap. Adapun pengolahan data apa saja yang dilakukan sebagai berikut:

a. Pembobotan AHP

Setelah diketahui kriteria dan alternatif, dilakukan penyusunan struktur hierarki. Selanjutnya membentuk matriks perbandingan berpasangan. Nilai-nilai perbandingan relatif diolah untuk menghasilkan bobot dan prioritas kemudian menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif dengan menggunakan *software super decisions*.

b. Perhitungan skor REBA

Setelah didapat hasil foto postur tubuh dari operator, dilakukan perhitungan besar sudut dari masing-masing segmen tubuh yang meliputi punggung (batang tubuh), leher, lengan atas, lengan bawah, pergelangan tangan, dan kaki. Pada metode REBA segmen-segmen tubuh tersebut dibagi menjadi dua kelompok, yaitu grup A dan B. Grup A meliputi punggung (batang tubuh), leher, dan kaki. Sementara grup B meliputi lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Sudut yang terbentuk kemudian digunakan sebagai dasar untuk menentukan skor tiap bagian. Kombinasi antar bagian nanti akan menghasilkan skor akhir REBA. Perhitungan REBA juga mengikutsertakan gaya atau beban dan jenis coupling saat proses kerja. Untuk mempermudah perhitungan skor REBA dilakukan dengan menggunakan *software ergofellow*

c. Perhitungan NBM

Dari perhitungan kuesioner NBM akan diketahui bagian otot yang mengalami rasa sangat menyakitkan pada operator yang memiliki level risiko *musculoskeletal* tertinggi

d. Perhitungan antropometri

Setelah didapat data antropometri kemudian dianalisis dengan melakukan perhitungan uji normalitas, uji keseragaman data, dan uji kecukupan data agar data tersebut sudah tervalidasi dan dapat digunakan sebagai ukuran alat bantu kerja.

e. Mendesain usulan alat bantu kerja

Berdasarkan keseluruhan analisa didapat, maka dibuat konsep desain alat bantu kerja yang memungkinkan untuk meminimalisir atau menghilangkan risiko cedera pada operator. Alat bantu kerja tersebut akan diusulkan kepada proses yang memiliki level risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi dengan ukuran yang sudah sesuai dimensi tubuh operator berdasarkan hasil perhitungan antropometri. Desain alat bantu kerja dibuat menggunakan *software inventor*.

3.8.7 Analisis Hasil dan Pembahasan

Hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya kemudian dianalisa dan dibahas pada bab ini. Analisa dan pembahasan dilakukan untuk membahas *waste* dan usulan yang diperlukan, sehingga dapat ditemukan solusi pemecahan masalah yang ada.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Profil Perusahaan

4.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Yamaha Indonesia merupakan perusahaan manufaktur dengan fokus produksi piano. PT. Yamaha Indonesia memproduksi piano dengan berbagai jenis dan kemampuan yaitu akustik, *disklavier* dan *silent*. Setiap jenis piano tersebut hadir dalam beraneka ragam bentuk dan desain. PT. Yamaha Indonesia termasuk pada bagian warisan Yamaha *Corporation* dengan sang pendiri bernama Torakusu Yamaha yang berkewarganegaraan Jepang.

Pada tanggal 27 Juni 1974 menjadi awal sejarah berdirinya PT. Yamaha Indonesia dan berlokasi di Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta Timur dengan luas area 17.305 m². Pada saat itu PT. Yamaha Indonesia memproduksi berbagai jenis alat musik seperti piano, electone, pianica, dll. Namun seiring berjalannya waktu pada awal bulan Oktober 1998, tidak lagi memproduksi berbagai macam jenis alat musik karena fokusnya hanya untuk produksi piano saja.

PT Yamaha Indonesia adalah perusahaan manufaktur yang mengutamakan kualitas sistem produksi dengan kemandirian lingkungannya, hal ini dibuktikan dengan perolehan penghargaan ISO 9001 dan ISO 14001.

Untuk mempertahankan kualitas perusahaan, PT. Yamaha Indonesia mengadakan akitivitas atau kegiatan seperti Do Re Mi Fa (lingkungan kualitas kontrol) yang berkaitan dengan pengembangan kualitas, waktu distribusi, biaya, dan kemandirian lingkungan. Kemudian untuk meningkatkan kemampuan dan pengetahuan karyawan, perusahaan menyediakan fasilitas Sekolah Tinggi Yamaha Indonesia (STYI), olahraga dan bimbingan bahasa asing.

4.1.2 Visi dan Misi

Suatu perusahaan tidak akan bisa berdiri jika tidak didasari oleh visi dan misi. Karena di dalam visi terdapat impian, cita-cita, dan tujuan demi kesuksesan suatu perusahaan dengan harapan meningkatkan standar kualitas kerja yang lebih baik. Selain itu visi tersebut harus didukung dengan misi yang selaras. Misi merupakan cara yang harus dilakukan untuk mencapai visi tersebut. Adapaun visi dan misi yang dimiliki PT. Yamaha Indonesia, yaitu:

A. Visi

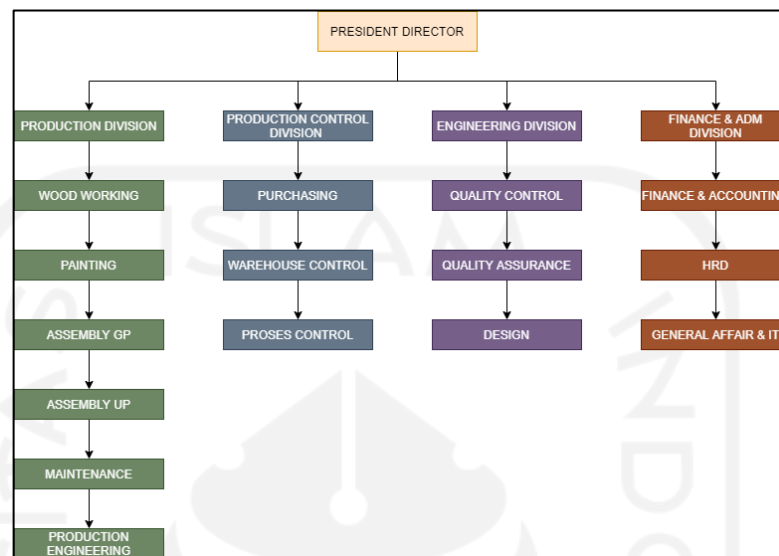
“Berbakti kepada negara melalui industri, dalam rangka berpartisipasi mensukseskan pelaksanaan pembangunan negara bagi terciptanya masyarakat adil dan makmur”

B. Misi

1. Peningkatan skala produksi Yamaha Indonesia.
2. Merencanakan peningkatan penjualan dengan target pasaran baru.
3. Antisipasi terhadap mutu.
4. Antisipasi terhadap lingkungan.
5. Pendidikan untuk pembimbing.

4.1.3 Struktur Organisasi

Adapun struktur organisasi yang ada pada PT. Yamaha Indonesia :



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT. Yamaha Indonesia

4.1.4 Produk Perusahaan

PT. Yamaha Indonesia memproduksi dua jenis piano yaitu *Upright Piano* (UP) dan *Grand Piano* (GP) dengan masing-masing jenis tersebut memiliki kurang lebih 14 model piano. Piano yang diproduksi memiliki beberapa jenis warna, untuk saat ini terdapat empat jenis warna di antaranya :

- a. *Polished Walnut* (PW)
- b. *Polished White* (PWH)
- c. *Polished Ebony* (PE)
- d. *Polished Mahogany* (PM)

Piano jenis *upright* merupakan piano yang memiliki bentuk strung tegak (vertical). Beberapa piano *upright* yang diproduksi Yamaha Indonesia adalah piano *upright* B1, piano *upright* B2, piano *upright* B3, piano *upright* K121, piano *upright* P121,

piano *upright* P22, dan piano *upright* U1J. Berikut merupakan contoh gambar piano jenis *upright* dengan masing-masing jenis warnanya.



Gambar 4.2 Model Piano *Upright*

Piano jenis *grand piano* adalah piano yang memiliki ciri strung baring (horizontal). Beberapa jenis *grand piano* yang diproksi Yamaha Indonesia yaitu, *grand piano* GBI, *grand piano* GNI, dan *grand piano* GN2. Selain itu, berikut merupakan salah satu contoh *Grand Piano* dengan jenis warna *polished ebony* (PE) :

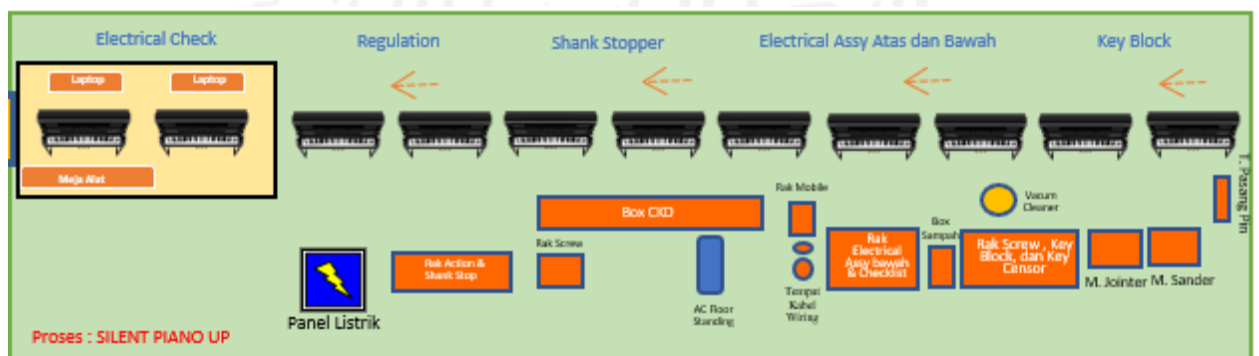


Gambar 4.3 Model Piano Grand Piano

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Layout Produksi

Layout produksi bertujuan untuk menggambarkan keadaan tempat kerja pada *silent sub assy up*. Berikut merupakan *layout* produksi dibagian *silent sub assy up*.



Gambar 4.4 *Layout Silent Sub Assy Up*

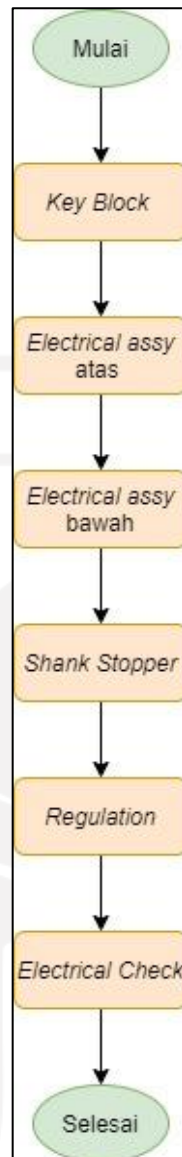
Dapat dilihat bahwa pada kelompok kerja *silent* memiliki 1 *line* proses saja. Sehingga proses *assembly* dilakukan secara beruntutan dari satu proses ke proses selanjutnya. Urutan proses dimulai dari *key block*, *electrical assy* atas, *electrical assy* bawah, *Shank Stopper*, *regulation* sampai pada proses terakhir yaitu *electrical check*. Kapasitas maximum piano *upright* yang diproses pada bagian *silent* berjumlah 11 piano.

Silent sub assy up merupakan kelompok kerja yang bertugas untuk perakitan piano jenis *silent*. Piano jenis *silent* berbeda dengan piano reguler lainnya, karena pada bagian *silent* banyak dilakukan pemasangan material *electric* dan *setting electric*. Sehingga proses yang dilakukan benar-benar harus detail dan dilakukan aktivitas berulang-ulang.

Berdasarkan data observasi permasalahan yang terjadi pada bagian *silent* belum memenuhi standar ergonomi dikarenakan terjadi aktivitas dengan postur menunduk, berdiri, duduk dan posisi lainnya yang salah, hal tersebut memicu nyeri pada bagian tubuh tertentu.

4.2.2 Proses Produksi

Proses produksi adalah serangkaian tahap yang harus dilalui dalam memproduksi barang sehingga dihasilkan produk jadi. Terdapat proses produksi yang dilakukan pada kelompok kerja *silent*. Berikut adalah alur proses yang dikerjakan pada kelompok kerja *silent* :



Gambar 4.5 Proses Produksi *Silent Sub Assy Up*

1. Proses *Key Block*

Dari seluruh proses yang ada pada *silent* diawali dengan proses pemasangan *key block*. *Key block* adalah salah satu part piano yang terletak di sisi kiri dan kanan *key board* pada *body piano*. *Key block* yang akan dipasang harus disesuaikan ukurannya terlebih dahulu dengan cara diserut menggunakan mesin *jointer* lalu dihaluskan sisa serut tersebut menggunakan mesin *sander*. Setelah ukuran *key block* sudah sesuai, *key block* dapat terpasang dengan baik.

Permasalahan ergonomi yang ada pada proses *key block* adalah operator berulang-ulang untuk menseserut dan menghaluskan *key block* yang dimana aktivitas tersebut hanya untuk menyesuaikan satu ukuran *keyblock* terpasang dengan *body* piano. Meskipun dilakukan dengan menggunakan mesin, operator merasakan nyeri pada tangan dikarenakan tangan harus menekan *key block* agar bisa terpotong oleh pisau dan juga menahan *key block* untuk mengamplas *key block* sehingga permukaannya rata.

2. Proses *Electrical Assy Atas*

Proses *electrical assy atas* adalah pemasangan *electrical silent* untuk area atas piano. Utamanya proses *electrical assy atas* adalah pemasangan *key censor* untuk 88 *key board*. Sebelumnya *action* dan *keyboard* pada piano dibongkar terlebih dahulu kemudian diletakkan ke rak. Dilakukan pemasangan *key shutter tape* pada *key censor* lalu *staples key shutter* pada *key censor*. Maka *key censor* dapat diassembly ke *body* piano.

Permasalahan ergonomi yang terjadi adalah operator harus mengangkat beban *action* yang berat dan meletakkannya ke rak dengan jarak yang cukup jauh serta pemasangan 88 *key censor* yang memerlukan durasi cukup lama.

3. Proses *Electrical Assy Bawah*

Aktivitas proses *electrical assy bawah* adalah pemasangan *electrical silent* untuk area bawah piano. Area bawah piano tersebut terbagi menjadi 2 yaitu area bawah belakang piano dan area depan belakang piano. Untuk area bawah belakang piano difokuskan pemasangan beberapa material seperti *switch box*, kabel pedal, dan pedal sensor. Sementara area bawah depan piano difokuskan untuk pemasangan kabel *DC in*.

Permasalahan ergonomi yang terjadi adalah postur kerja operator yang membungkuk dikarenakan operator harus *assembling* material untuk area bawah piano. Terlebih lagi proses tersebut dilakukan secara berulang dengan durasi yang cukup lama. Selain itu, operator terkadang berpindah ke area belakang piano untuk *assembling DC in*. Dan juga operator harus membersihkan area bawah piano dengan *vacum cleaner* secara menunduk.

4. Proses *Shank Stopper*

Proses *Shank Stopper* adalah proses *assembly* dan *adjust Shank Stopper*. Aktivitas guna *adjust Shank Stopper* dilakukan dengan cara mengatut jarak *hammer* ke *string* menggunakan *jig hammer stop*, kemudian mengatur *screw* yang ada pada pin *link lever pivot* dan *muffer link bar*, serta mengatur *screw* yang ada pada pedal.

Permasalahan ergonomi yang terjadi adalah pergerakan operator untuk *adjust Shank Stopper* dengan posisi berdiri sambil membungkuk dikarenakan posisi kepala operator harus melihat pergerakan *Shank Stopper* sembari menginjak pedal piano.

5. Proses *Regulation*

Proses *regulation* terbagi menjadi beberapa jenis aktivitas yakni, *let off*, *hammer stop*, *karatori*, *key space*, *dampers leveling*, *dampers spoon & centering of wire*.

Permasalahan ergonomi yang terjadi adalah gerakan tangan kiri dan kanan yang tidak seimbang. Dikarenakan terkadang tangan kanan lebih dominan bekerja untuk *setting regulation*, sementara tangan kiri dalam keadaan *idle*.

6. Proses *Electrical Check*

Proses *electrical check* merupakan tahap akhir pada *silent*. Aktivitas yang dilakukan *Electrical check* adalah *adjust white ke & black key*, *check suara & check ke*, dan *check kondisi hammer*.

Permasalahan ergonomi yang terjadi adalah pergerakan operator yang tidak teratur, dikarenakan terkadang operator harus menunduk untuk mengecek kondisi *electrical area* bawah piano, kemudian berdiri mengecek *electrical area* atas piano.

4.2.3 Data Subjek Penelitian

Data subjek penelitian bertujuan untuk mengetahui data individu operator pada setiap proses yang ada pada bagian *silent*. Sehingga dalam pengolahan data nanti dapat diketahui kriteria subjek yang akan dimasukkan dalam penelitian. Pada kelompok kerja *silent* terdapat 10 operator dengan masing-masing memegang setiap proses yang ada pada bagian *silent*. Berikut merupakan tabel data subjek penelitian ini :

Tabel 4. 1 Data Subjek Penelitian

No	Nama	Jenis Kelamin	Umur	Tinggi Badan	Berat Badan	Pengalaman Kerja	Bagian Proses
1	Operator A	L	32	165	55	6 Tahun	Key Block
2	Operator B	L	40	167	70	10 Tahun	Electrical Check
3	Operator C	L	40	162	67	12 Tahun	Electrical Check
4	Operator D	L	38	158	83	8 Tahun	Regulation
5	Operator E	L	26	158	68	2 Tahun	Regulation
6	Operator F	L	35	167	48	7 Tahun	Regulation
7	Operator G	L	20	168	72	2 Tahun	Electrical Assy Atas
8	Operator H	L	23	165	67	1 Tahun	Electrical assy bawah
9	Operator I	L	20	175	79	1 Tahun	Electrical Assy Bawah
10	Operator J	L	20	173	70	3 Tahun	Shank Stopper

4.2.4 Data Plan Produksi

Plan produksi pada kelompok kerja *silent* yakni berupa perencanaan produksi terhadap piano untuk setiap modelnya yang akan diproses pada bagian *silent* hingga menjadi produk jadi. Pada setiap kelompok kerja, PT. Yamaha Indonesia sudah menetapkan target produksi yang harus dicapai untuk setiap harinya atau bulannya. Adapun data *plan* produksi pada kelompok kerja *silent sub assy up* dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data *Plan* Produksi

Model	Unit/bulan	Unit/hari
B1, B2, M2, JU, JX, K103, K113, B113	386	18
P124, P121, K121	17	1
B3, U1J, U10, B121	146	6
P22	2	1
P116	4	1
Total	555	28

4.2.5 Identifikasi Faktor Terjadinya *Musculoskeletal Disorders* (MSDs)

Identifikasi faktor terjadinya *musculoskeletal disorders* dilakukan sebagai langkah untuk mempermudah pemilihan kriteria sehingga dapat menentukan tindakan apa yang dibutuhkan dengan berbagai pertimbangan supaya didapat solusi yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi. AHP digunakan untuk mempermudah pengambil keputusan dalam menentukan solusi dengan berbagai kriteria yang ditetapkan. Adapun tahapan-tahapan dalam AHP akan ditampilkan pada sub-bab selanjutnya.

a. Kriteria Model AHP

Penentuan kriteria tidak lepas dari model AHP karena penggunaannya yang penting digunakan untuk mengetahui permasalahan utama dalam suatu proses tentunya pada kelompok kerja *silent*. Dalam penelitian ini tujuan yang ingin dicapai adalah mengetahui dimana terjadinya *musculoskeletal disorders* pada proses dibagian *silent* agar dapat dilakukan tindakan pencegahan risiko *musculoskeletal disorders*. Dengan tujuan tersebut ditetapkan beberapa kriteria untuk dijadikan acuan identifikasi masalah dan pemilihan solusi. Kriteria-kriteria yang digunakan berdasarkan data observasi secara langsung yang kemudian didiskusikan bersama *expert* untuk memilih kriteria yang relevan terhadap studi kasus yang diangkat. Kriteria – kriteria tersebut yaitu :

1. *Awkward Posture*

Sikap kerja yang tidak alamiah membuat posisi bagian-bagian tubuh beraktivitas atau bergerak menjauhi posisi alamiah, misalnya yaitu kepala terangkat, punggung terlalu membungkuk, serta pergerakan tangan terangkat ke atas. Postur kerja yang tidak alamiah (tidak stabil) tersebut menunjukkan bukti yang kuat sebagai faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *musculoskeletal disorders* dan menimbulkan terjadinya keluhan pada punggung, pinggang, dan tangan (Tanjung, 2015)

2. *Repetitive Motion*

Pada proses *assembly* di bagian *silent* banyak aktivitas gerakan *repetitive* dikarenakan harus menyesuaikan standar piano yang sudah ditetapkan. Gerakan *repetitive* yang dilakukan seperti aktivitas *setting damper leveling*, pasang *key shutter* pada *key censor*, serut dan amplas *keyblock*, dan aktivitas lain-lainnya. Padahal pada studi yang dilakukan *European Campaign On musculoskeletal disorders* pada tahun 2008 terhadap 235 juta orang pekerja di Eropa, dilaporkan bahwa 62% mengalami keluhan *musculoskeletal disorders* pada tangan akibat adanya gerakan *repetitive* atau berulang. Aktivitas berulang merupakan salah satu sikap kerja yang tidak ergonomi dan dapat mengakibatkan risiko *musculoskeletal disorder*

3. *High Risk*

Banyak kegiatan yang menggunakan tenaga manusia pada proses produksi, misalnya dalam mendorong dan pengangkutan. Pekerjaan tersebut sangat dipengaruhi oleh beban dari benda yang diangkut, cara mengangkat, posisi mengangkat, jarak tempuh mengangkat dan frekuensi mengangkat. Apabila mengangkat atau memindahkan barang tersebut dilakukan dengan cara tidak benar, maka akan mengakibatkan rasa yang sangat sakit, terutama pada punggung maupun anggota badan lainnya. Dalam ilmu ergonomi, gangguan atau keluhan yang berhubungan dengan sistem otot dan tulang belakang disebut *musculoskeletal disorders*.

Pada kelompok kerja *silent* sendiri banyak aktivitas pada pengangkutan beban material yang berat dan mendorong piano dari satu proses ke proses lainnya yang

menyebabkan risiko tinggi pada sistem otot. Ditambah lagi dengan frekuensi yang sering dilakukan pada aktivitas tersebut.

4. *Standard Time*

Keluhan otot pada umumnya terjadi karena kontraksi otot yang berlebihan akibat pemberian beban waktu yang panjang. Dalam hal ini jika otot menerima beban waktu lama maka dapat menyebabkan kerusakan pada otot, saraf, tendon, persendian, kartilago dan *discus intervertebrata* (Tarwaka, 2004)

Standard Time adalah siklus waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu proses. *Standard Time* yang lama menyebabkan keluhan pada operator karena dilain sisi harus mencapai target produksi dalam 8 jam. Sehingga operator harus benar-benar mengeluarkan tenaga untuk menyelesaikan satu proses. Pada akhirnya operator akan mengalami keluhan *musculoskeletal disorders*.

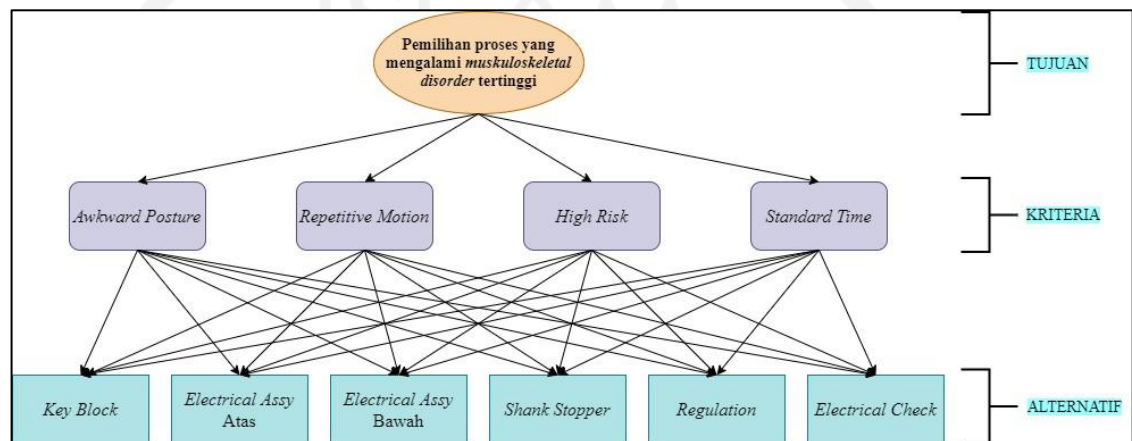
b. Alternatif Solusi

Alternatif yang digunakan dalam pengolahan AHP adalah proses-proses yang ada pada kelompok kerja *silent*. Dengan harapan dari alternatif tersebut dapat ditemukan proses mana yang terjadi *musculoskeletal disorders* tertinggi sehingga dapat diberikan usulan perbaikan stasiun kerja yang ergonomis. Adapun proses pada bagian *silent* yang akan dijadikan alternatif AHP yaitu :

1. *Key Block*
2. *Electrical Assy Atas*
3. *Electrical Assy Bawah*
4. *Shank Stopper*
5. *Regulation*
6. *Electrical Check*

4.2.6 Struktur Hirarki

Salah satu langkah awal pengolahan data menggunakan metode AHP adalah membuat struktur hirarki AHP. Dengan tujuan utama untuk mengidentifikasi alternatif yang akan menjadi signifikan dalam pengambilan keputusan karena permasalahan harus dipecahkan dengan akurat dan rasional. Maka dari itu selanjutnya dapat melakukan perbandingan berpasangan dan menghitung faktor yang mempengaruhi keputusan.



Gambar 4.6 Struktur Hierarki AHP

Berdasarkan struktur hirarki dapat diketahui hubungan – hubungan yang terkait di dalamnya, berikut penjelasannya :

1. *Goal* atau penelitian yang ingin diperoleh yaitu identifikasi proses terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs) tertinggi yang akan dibandingkan dengan 4 kriteria faktor terjadinya *musculoskeletal disorders* (MSDs)
2. Terdapat empat kriteria di antaranya adalah *awkward position*, *repetitive motion*, *high risk*, *standard time*.
3. Di antara empat kriteria tersebut semuanya dihubungkan dengan alternatif.
4. Dan alternatif yang telah dipilih ada enam proses bagian *silent* yaitu *key block*, *electrical assy atas*, *electrical assy bawah*, *Shank Stopper*, *regulation*, *electrical check*.

4.27. Data Perbandingan Berpasangan Kriteria

Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan. Kriteria tersebut dapat dibandingkan sesuai dengan penilaian yang telah ditentukan untuk menghasilkan bobot dan prioritas. Matriks perbandingan berpasangan dibutuhkan untuk menghitung dampaknya pada alternatif yang saling dibandingkan dengan skala rasio pengukuran 1-9. Nilai-nilai perbandingan tersebut diolah untuk menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif.

Pembobotan tersebut diperoleh dari kuesioner perbandingan berpasangan yang diisi oleh sumber ahli yakni Ketua Kelompok *Silent* yang ahli dalam bidang persoalan yang sedang dianalisa dan mempunyai kepentingan terhadapnya. Pada bobot tersebut menilai kepentingan antar kriteria satu dengan kriteria lainnya. Berikut adalah matriks pengumpulan data terhadap perbandingan berpasangan antar kriteria dan kriteria terhadap alternatif :

1. Perbandingan Berpasangan antar Kriteria.

Berikut adalah hasil pembobotan dari perbandingan berpasangan antar kriteria dapat dilihat sebagai berikut

Tabel 4.3 Perbandingan Berpasangan Antar Kriteria

PERBANDINGAN BERPASANGAN ANTAR KRITERIA																	
<i>Awkward Posture</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>High Risk</i>
<i>Awkward Posture</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Repetitive Motion</i>
<i>Awkward Posture</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Standard Time</i>
<i>High Risk</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Repetitive Motion</i>
<i>High Risk</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Standard Time</i>

<i>Repetitive Motion</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Standard Time</i>
--------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------

2. Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif pada Kriteria *Awkward Posture*.

Berikut adalah hasil pembobotan dari perbandingan berpasangan alternatif pada kriteria *awkward posture* dapat dilihat tabel di bawah ini :

Tabel 4.4 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria *Awkward Posture*

Kriteria <i>Awkward Posture</i> pada Alternatif																		
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>E Assy Atas</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical Check</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical Check</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>

<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Electrcal Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Regulation</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>

3. Perbandinga Berpasangan Antar Alternatif pada Kriteria *Repetitive Motion*.

Berikut adalah hasil pembobotan dari perbandingan berpasangan alternatif pada kriteria *repetitive motion* dapat dilihat tabel di bawah ini :

Tabel 4.5 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria *Repetitive Motion*

Kriteria <i>Repetitive Motion</i> pada Alternatif																		
<i>Electrical Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical assy Bawah</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical Check</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical Check</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>

<i>E Assy</i> Bawah	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy</i> Bawah	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank</i> <i>Stopper</i>
<i>Electrical</i> <i>Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>Electrical</i> <i>Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Electrical</i> <i>Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank</i> <i>Stopper</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank</i> <i>Stopper</i>
<i>Regulation</i>	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank</i> <i>Stopper</i>

4. Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif pada Kriteria *High Risk*.

Berikut adalah hasil pembobotan dari perbandingan berpasangan alternatif pada kriteria *High Risk* dapat dilihat tabel di bawah ini :

Tabel 4.6 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria *High Risk*

Kriteria <i>High Risk</i> pada Alternatif																	
<i>E Assy</i> Atas	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>E Assy</i> Bawah
<i>E Assy</i> Atas	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical</i> <i>Check</i>
<i>E Assy</i> Atas	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy</i> Atas	9	8	7	6	5	4	3	2	2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>

<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	Electrical Check
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Regulation</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>

5. Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif pada Kriteria *Standard Time*

Berikut adalah hasil pembobotan dari perbandingan berpasangan alternatif pada kriteria *Standard Time* dapat dilihat tabel di bawah ini :

Tabel 4.7 Perbandingan Berpasangan Antar Alternatif Pada Kriteria *Standard Time*

		Kriteria <i>Standard Time</i> pada Alternatif																
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>E Assy Bawah</i>

<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical Check</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy Atas</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Electrical Check</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>E Assy Bawah</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Key Block</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Electrical Check</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Regulation</i>
<i>Key Block</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>
<i>Regulation</i>	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9	<i>Shank Stopper</i>

4.3 Pengolahan Data

4.3.1 Uji Konsistensi AHP

Matriks perbandingan berpasangan yang telah didapatkan oleh koresponden kemudian menjadi data sebagai bahan perhitungan AHP lalu diolah dengan menggunakan *software super decisions*. Perbandingan berpasangan ini perlu dilakukan uji konsistensi untuk memastikan bahwa jawaban yang diberikan sumber ahli tersebut konsisten. Setelah dilakukan pembobotan perbandingan berpasangan maka didapatkan hasil nilai *eigen vector* dan *inconsistency*. Apabila nilai *consistency index* (CI) kurang dari 0,1 maka perbandingan tersebut dianggap konsisten. Apabila tidak, maka perbandingan berpasangan harus diulang.

1. Uji Konsistensi Antar Kriteria

Berikut adalah hasil dari nilai *eigen vector* dan uji konsistensi antar kriteria

Tabel 4.8 Hasil Uji Konsistensi Antar Kriteria

Kriteria	<i>Eigen Vector</i>	CI
<i>Awkward Posture</i>	0,71253	0,09134
<i>Repetitive Motion</i>	0,13792	
<i>High Risk</i>	0,10302	
<i>Standard Time</i>	0,04652	

2. Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria *Awkward Posture*

Berikut adalah hasil dari nilai *eigen vector* dan uji konsistensi alternatif pada kriteria *Awkward Posture*

Tabel 4.9 Hasil Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria *Awkward Posture*

<i>Alternative</i>	<i>Eigen Vector</i>	CI
<i>Electrical Assy Atas</i>	0,09588	
<i>Electrical Assy Bawah</i>	0,44336	
<i>Electrical Check</i>	0,03250	0,09614
<i>Key Block</i>	0,05766	
<i>Regulation</i>	0,31705	
<i>Shank Stopper</i>	0,05352	

3. Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria *Repetitive Motion*

Berikut adalah hasil dari nilai *eigen vector* dan uji konsistensi alternatif pada kriteria *Repetitive Motion*

Tabel 4. 10 Hasil Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria *Repetitive Motion*

<i>Alternative</i>	<i>Eigen Vector</i>	CI
<i>Electrical Assy Atas</i>	0,14631	
<i>Electrical Assy Bawah</i>	0,04353	
<i>Electrical Check</i>	0,11436	0,09130
<i>Key Block</i>	0,27988	
<i>Regulation</i>	0,36509	
<i>Shank Stopper</i>	0,05081	

4. Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria *High Risk*

Berikut adalah hasil dari nilai *eigen vector* dan uji konsistensi alternatif pada kriteria *High Risk*

Tabel 4.11 Hasil Uji Konsistensi Alternatif Pada Kriteria *High Risk*

<i>Alternative</i>	<i>Eigen Vector</i>	CI
<i>Electrical Assy Atas</i>	0,09317	
<i>Electrical Assy Bawah</i>	0,26224	
<i>Electrical Check</i>	0,03122	0,09319
<i>Key Block</i>	0,48468	
<i>Regulation</i>	0,08509	
<i>Shank Stopper</i>	0,04357	

5. Uji Konsistensi Alternatif Pada *Standard Time*

Berikut adalah hasil dari nilai *eigen vector* dan uji konsistensi alternatif pada kriteria *Standard Time*

Tabel 4.12 Uji Konsistensi Alternatif Pada *Standard Time*

<i>Alternative</i>	<i>Eigen Vector</i>	CI
<i>Electrical Assy Atas</i>	0,11200	
<i>Electrical Assy Bawah</i>	0,31227	
<i>Electrical Check</i>	0,24489	0,07921
<i>Key Block</i>	0,03867	
<i>Regulation</i>	0,22288	
<i>Shank Stopper</i>	0,06937	

Berdasarkan hasil dari keseluruhan uji konsistensi didapat bahwa *consistency index* $\leq 0,1$ artinya pembobotan yang telah dilakukan sudah konsisten dan dapat dibenarkan sehingga pada penelitian ini reliabel untuk dilanjutkan ke proses selanjutnya.

4.3.2 Pengambilan Keputusan AHP

Setelah melakukan perhitungan tingkat konsistensi setiap pembobotan, kemudian dilakukan perhitungan evaluasi bobot yang didapatkan oleh setiap alternatif terhadap pembobotan prioritas yang telah dilakukan untuk mengetahui alternatif mana yang akan digunakan sebagai keputusan. Berikut hasil bobot prioritas yang didapatkan :

Tabel 4.13 Hasil Pengambilan Keputusan AHP

Attribute Weight	Kriteria				Alt. Weight Evaluation
	<i>Awkward Posture</i>	<i>Repetitive Motion</i>	<i>High Risk</i>	<i>Standard Time</i>	
	0,71253	0,13792	0,10302	0,04652	
Alternatif					
<i>Key Block</i>	0,05766	0,27988	0,48468	0,03867	0,05766
<i>E Assy Atas</i>	0,09588	0,14631	0,09317	0,11200	0,09588
<i>E Assy Bawah</i>	0,44336	0,04353	0,26224	0,31227	0,44336
<i>Shank Stopper</i>	0,05352	0,05081	0,04357	0,06937	0,05352
<i>Regulation</i>	0,31705	0,36509	0,08509	0,22288	0,31705
<i>Electrical Check</i>	0,03250	0,11436	0,03122	0,24489	0,03250

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa berdasarkan kriteria *awkward posture, repetitive motion, high risk, standard time*, maka proses *electrical assy bawah* terpilih sebagai proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi karena dibuktikan memiliki nilai *Alt. Weight Evaluation* tertinggi yaitu sebesar 0,44336.

Berdasarkan hasil AHP maka diperlukan perbaikan pada proses *electrical assy bawah*, sehingga pada sub-bab selanjutnya penelitian difokuskan untuk proses *electrical assy bawah* guna mencapai tujuan atas penelitian ini.

4.3.3 Nordic Body Map (NBM)

Nordic Body Map digunakan untuk mengetahui keluhan *musculoskeletal disorders* yang dirasakan operator. Keluhan *musculoskeletal disorders* tersebut akan diketahui dengan menggunakan kuesioner yang berisi jenis keluhan pada peta tubuh manusia. Melalui kuesioner ini dapat diketahui bagian otot yang mengalami keluhan dengan tingkat keluhan mulai dari Tidak Sakit, Agak Sakit, Sakit dan Sangat Sakit. Hasil NBM dapat mengestimasi jenis dan tingkat keluhan, kelelahan, serta kesakitan pada bagian-bagian otot yang dirasakan operator.

Pada sub-bab ini responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap bagian tubuhnya yang dirasakan sakit selama melakukan aktivitas kerja sesuai dengan skala likert yang telah ditentukan. Kemudian responden mengisi formulir kuesioner *nordic body map*, responden cukup memberi tanda ceklis (√) pada bagian tubuh mana saja yang dirasakan sakit oleh responden sesuai dengan tingkat keluhan yang dirasakan responden, kemudian nantinya akan dihitung dan dianalisis lebih lanjut. Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data *nordic body map* terhadap 2 orang operator, yakni operator di bagian *electrical assy* bawah. Dari hasil penelitian tersebut, peneliti dapat mendapatkan hasil seperti tabel berikut :

Tabel 4.14 Hasil *Nordic Body Map*

Bagian Tubuh	Level of Complaints							
	TS		AS		S		SS	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
Atas Leher							2	100%
Bawah Leher							2	100%
Kiri Bahu	1	50%	1	50%				
Kanan Bahu	1	50%	1	50%				
Kiri Atas Lengan	1	50%	1	50%				
Punggung							2	100%
Kanan Atas Lengan					2	100%		

Pinggang				2	100%		
Pantat				2	100%		
Bagian Bawah Pantat				1	50%	1	50%
Kiri Siku	1	50%	1	50%			
Kanan Siku			2	100%			
Kiri Lengan Bawah	2	100%					
Kanan Lengan Bawah	2	100%					
Pergelangan Tangan Kiri			2	100%			
Pergelangan Tangan Kanan	1	50%	1	50%			
Tangan Kiri	2	100%					
Tangan Kanan			1	50%	1	50%	
Paha Kiri	2	100%					
Paha Kanan	2	100%					
Lutut Kiri	2	100%					
Lutut Kanan	2	100%					
Betis Kiri	2	100%					
Betis Kanan	2	100%					
Pergelangan Kaki Kiri	2	100%					
Pergelangan Kaki Kanan	2	100%					
Kaki Kiri	2	100%					
Kaki Kanan	2	100%					

Persentase didapatkan dengan membagi *total of complaints* dari masing-masing level dengan jumlah pekerja yang diobservasi yang kemudian dikali 100%. Dalam hasil tersebut, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa bagian tubuh yang mengalami keluhan sangat sakit dengan persentase 100% pada kedua operator tersebut, antara lain adalah bagian atas leher, bawah leher, punggung, dan pinggang. Hal ini dapat mengganggu aktivitas operator saat bekerja, sehingga diperlukan perbaikan fasilitas kerja pada proses *electrical assy* bawah.

4.3.4 Sudut Derajat *Rapid Entire Body Assessment* (REBA)

Dalam pengambilan data REBA diperoleh dengan mengambil video dan foto menggunakan kamera *handphone* saat operator melakukan aktivitas kerja pada proses *electrical assy* bawah. Dari hasil foto kemudian dibuat sudut-sudut dari bagian tubuh operator yang nantinya akan diolah menggunakan *software ergofellow* guna mengetahui penilaian skor akhir dan level tindakan yang harus dilakukan.

Pada proses *electrical assy* bawah diambil 7 pekerjaan utama yang akan dijadikan bahan analisis REBA yaitu pemasangan *DC in connector cable*, pemasangan *turn buckle*, pemasangan pedal sensor, pemasangan kabel pedal, pemasangan *jack connector wire key*, pemasangan *switch box*, dan pemasangan *nylon clamp*. Berikut merupakan gambar postur kerja dan hasil penentuan sudut yang telah diambil

4.3.4.1 Pemasangan *DC in Connector Cable*

Pada pemasangan *DC in Connector Cable*, postur kerja operator membungkuk dikarenakan posisi pemasangan berada di bawah piano sehingga punggung badan harus membungkuk dengan kaki yang menekuk dan leher yang menunduk untuk menyesuaikan kondisi. Akibatnya postur kerja operator membentuk derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang *DC in Connector Cable* yaitu lengan atas memiliki pergerakan netral, lengan bawah memiliki pergerakan 88° , pergelangan tangan 10° , leher memiliki pergerakan 47° , batang tubuh memiliki pergerakan 33° dan posisi kaki memiliki pergerakan 17° .



Gambar 4.7 Postur Pemasangan *DC in Connector Cable*

4.3.4.2 Pemasangan *Turn Buckle*

Pada pemasangan *turn buckle* posisi operator menunduk untuk menjangkau *turn buckle* pada pedal pop. Akibatnya postur kerja operator membentuk derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang *turn buckle* yaitu lengan atas memiliki pergerakan 32° , lengan bawah memiliki pergerakan 96° , pergelangan tangan 18° , leher memiliki pergerakan 48° , batang tubuh memiliki pergerakan 33° dan posisi kaki memiliki pergerakan 57° .



Gambar 4.8 Pemasangan *Turn Buckle*

4.3.4.3 Pemasangan Pedal Sensor

Saat pemasangan pedal sensor dibantu dengan menggunakan alat *screw driver* sehingga operator harus menunduk untuk bisa melihat baut yang akan terpasang pada pedal sensor tersebut. Akibatnya postur kerja operator membentuk derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pedal sensor yaitu lengan atas memiliki pergerakan 18° , lengan bawah memiliki pergerakan 50° , pergelangan tangan 35° , leher memiliki pergerakan 52° , batang tubuh memiliki pergerakan 38° dan posisi kaki memiliki pergerakan 82° .



Gambar 4.9 Postur Pemasangan Pedal Sensor

4.3.4.4 Pemasangan Kabel Pedal

Pada pemasangan kabel pedal, postur kerja operator membungkuk dikarenakan posisi pemasangan berada di bawah piano sehingga punggung badan harus membungkuk dengan kaki yang menekuk dan leher yang menunduk untuk menyesuaikan kondisi. Akibatnya postur kerja operator membentuk derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang kabel pedal yaitu lengan atas memiliki pergerakan 8° , lengan bawah memiliki pergerakan 59° , pergelangan tangan 17° , leher memiliki pergerakan 39° , batang tubuh memiliki 45° dan posisi kaki memiliki pergerakan 88° .



Gambar 4.10 Postur Pemasangan Kabel Pedal

4.3.4.5 Pemasangan *Jack Connector Wire Key*

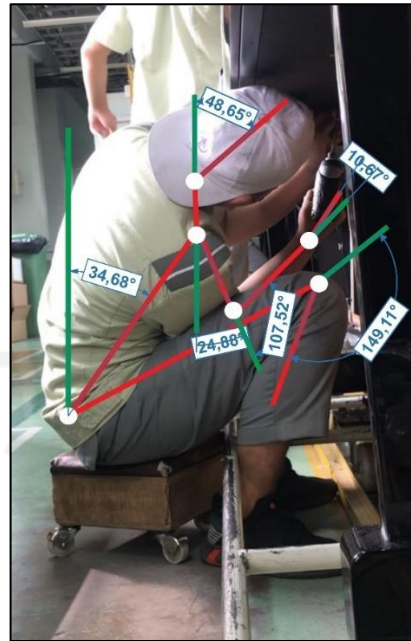
Jika pemasangan *jack connector wire key* dibandingkan dengan pekerjaan utama lainnya, terlihat postur punggung pemasangan *jack connector wire key* masih bisa diterima atau lebih baik karena tidak terlalu menunduk, namun guna keselamatan operator maka perlu juga dilakukan analisis REBA. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang *jack connector wire key* yaitu lengan atas memiliki pergerakan 43° , lengan bawah memiliki pergerakan 98° , pergelangan tangan 36° , leher memiliki pergerakan 31° , batang tubuh memiliki 19° dan posisi kaki memiliki pergerakan 99° .



Gambar 4. 11 **Postur Pemasangan Jack Connector Wire Key**

4.3.4.6 Pemasangan Switch Box

Saat pemasangan *switch box* postur kerja operator membungkuk dan miring menyamping dikarenakan pemasangan *switch box* dibantu dengan alat *screw driver* yang dimana baut harus tepat dipasang pada titik pemasangan *switch box*. Akibatnya postur kerja operator membentuk derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang *switch box* yaitu lengan atas memiliki pergerakan 49° , lengan bawah memiliki pergerakan 98° , pergelangan tangan 36° , leher memiliki pergerakan 31° , batang tubuh memiliki pergerakan 19° dan posisi kaki memiliki pergerakan 99° .



Gambar 4.12 Postur Pemasangan *Switch Box*

4.3.4.7 Pemasangan *Nylon Clamp*

Pada pemasangan *nylon clamp* bertujuan untuk merapihkan kabel-kabel yang cerai-berai. Letak pemasangan terlampaui dibelakang piano, sehingga postur kerja operator sangat membungkuk untuk menjangkaunya. Akibatnya postur kerja operator membentuk derajat sudut gerakan. Berikut penjelasan gerakan yang digunakan untuk postur memasang pedal sensor yaitu lengan atas memiliki pergerakan 52° , lengan bawah memiliki pergerakan 106° , pergelangan tangan 8° , leher memiliki pergerakan 11° , batang tubuh memiliki pergerakan 53° dan posisi kaki memiliki pergerakan 140° .



Gambar 4.13 **Postur Pemasangan Nylon Clamp**

4.3.5 Perhitungan Skor REBA

Data awal yang dibutuhkan untuk perhitungan skor REBA adalah sudut derajat dari tiap segmen tubuh operator saat melakukan aktivitas kerja. Pada sub-bab sebelumnya sudah dilakukan identifikasi besar sudut derajat dari tiap segmenya. Segmen tubuh tersebut terbagi menjadi dua kelompok yaitu segmen A dan B. Untuk segmen A terdiri dari leher, punggung, dan kaki. Sementara segmen B terdiri dari lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan. Selain memasukkan data sudut segmen A dan B, dalam *software ergofellow* juga mengikutsertakan data seperti *load*, *coupling*, dan *activity* yang ada pada aktivitas kerja tersebut. Dari identifikasi sudut derajat, *load*, *coupling*, dan *activity* kemudian akan di-*input* dan diolah datanya ke dalam *software ergofellow* guna mendapatkan hasil akhir dan level tindakan.

Berikut merupakan perhitungan skor REBA untuk setiap pekerjaan utama pada proses *electrical assy* bawah :

4.3.5.1 Skor REBA Pemasangan *DC in Connector Cable*

Berikut adalah data yang akan di-input ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperoleh

Tabel 4.15 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan *DC in Connector Cable*

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Leher	$> 20^{\circ}$ flexion	$47,12^{\circ}$	-
Batang Tubuh	$>20^{\circ}$ flexion	$33,04^{\circ}$	Miring ke samping
Kaki	Kaki tertopang atau duduk	$17,71^{\circ}$	-

Tabel 4.16 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan *DC in Connector Cable*

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Lengan Atas	Netral	0°	Abducted
Lengan Bawah	$60^{\circ} - 100^{\circ}$ flexion	$88,05^{\circ}$	-
Pergelangan Tangan	$0^{\circ} - 15^{\circ}$ extension	$9,84^{\circ}$	Pergelangan tangan berputar

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan *DC in connector cable*. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan *DC in connector cable* :

Tabel 4.17 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan *DC in Connector Cable*

Kategori	Penjelasan Aktual
----------	-------------------

Load	Beban < 5 Kg	Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan
Coupling	Good	Jenis pengangkatan kuat dan tepat berada di tengah bagian sisi beban
Activity	<ul style="list-style-type: none"> - Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit - Gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari postur awal 	<ul style="list-style-type: none"> - Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit - Bagian segmen B adanya pergeseran postur yang cepat guna merangkai beberapa kabel yang ada.

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan *DC in connector cable*. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.14 hasil menunjukkan skor REBA adalah 6, artinya level risiko yang ‘Sedang’ sehingga kedepannya perlu adanya tindakan investigasi lebih lanjut dan perbaikan.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs
 Load
 Upper arm, lower arm and wrist
 Coupling
 Activity

RESULT

SCORE: **6**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.14 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan *DC in Connector Cable*

4.3.5.2 Skor REBA Pemasangan *Turn Buckle*

Berikut adalah data yang akan di-input ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperoleh

Tabel 4.18 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan *Turn Buckle*

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	<i>Additional</i>
Leher	$0^{\circ} - 20^{\circ}$ flexion	$17,96^{\circ}$	Miring ke samping
Batang Tubuh	$20^{\circ} - 60^{\circ}$ flexion	$32,74^{\circ}$	-
Kaki	Kaki tertopang atau duduk	$57,42^{\circ}$	$30^{\circ} - 60^{\circ}$

Tabel 4.19 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan *Turn Buckle*

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	<i>Additional</i>
Lengan Atas	$20^{\circ} - 45^{\circ}$ flexion	$31,96^{\circ}$	-
Lengan Bawah	$60^{\circ} - 100^{\circ}$ flexion	$96,08^{\circ}$	-
Pergelangan Tangan	$>15^{\circ}$ flexion	$18,15^{\circ}$	Pergelangan tangan berputar

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan *turn buckle*. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan *turn buckle* :

Tabel 4.20 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan *Turn Buckle*

Kategori	Penjelasan Aktual
<i>Load</i>	Beban < 5 Kg Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan

Coupling <i>Good</i>	Jenis pengangkatan kuat dan tepat berada di tengah bagian sisi beban
Activity - Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit	- Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan *turn buckle*. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.15 hasil menunjukkan skor REBA adalah 7, artinya level risiko yang ‘Sedang’ sehingga kedepannya perlu adanya tindakan investigasi lebih lanjut dan perbaikan.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs
 Load
 Upper arm, lower arm and wrist
 Coupling
 Activity

RESULT

SCORE: **7**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.15 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan *Turn Buckle*

4.3.5.1 Skor REBA Pemasangan Pedal Sensor

Berikut adalah data yang akan di-input ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperole

Tabel 4.21 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan Pedal Sensor

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Leher	$>20^{\circ}$ flexion	$51,73^{\circ}$	-
Batang Tubuh	$20^{\circ} - 60^{\circ}$ flexion	$37,74^{\circ}$	-
Kaki	Kaki tertopang atau duduk	$81,99^{\circ}$	$30^{\circ} - 60^{\circ}$

Tabel 4.22 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan Pedal Sensor

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Lengan Atas	$>20^{\circ}$ extension	$18,02^{\circ}$	Abducted dan raised
Lengan Bawah	$< 60^{\circ}$ flexion	$49,73^{\circ}$	-
Pergelangan Tangan	$>15^{\circ}$ flexion	$34,99^{\circ}$	-

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan pedal sensor. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan pedal sensor :

Tabel 4.23 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan Pedal Sensor

Kategori	Penjelasan Aktual
<i>Load</i> Beban < 5 Kg	Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan
<i>Coupling</i> Fair	Pegangan tangan bisa diterima tapi belum ideal. Pada pemasangan pedal sensor dibantu dengan alat <i>screw driver</i> sementara kondisi <i>awkward posture</i> sehingga operator harus bisa menyesuaikannya.
<i>Activity</i> - Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit	- Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit

-
- Gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari postur awal
 - Bagian segmen B adanya pergeseran postur yang cepat guna merangkai beberapa kabel yang ada.
-

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan pedal sensor. Dapat dilihat bahwa pada gambar ... hasil menunjukkan skor REBA adalah 9, artinya level risiko yang ‘Tinggi’ sehingga secepatnya perlu adanya tindakan investigasi dan implementasi perubahan yang dapat mengurangi atau menghilangkan risiko *musculoskeletal disorders*.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs
 Load
 Upper arm, lower arm and wrist
 Coupling
 Activity

RESULT

SCORE: **9**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.16 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan Pedal Sensor

4.3.5.2 Skor REBA Pemasangan Kabel Pedal

Berikut adalah data yang akan di-*input* ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperoleh

Tabel 4.24 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan Kabel Pedal

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Leher	$>20^{\circ}$ flexion	$38,72^{\circ}$	-
Batang Tubuh	20° - 60° flexion	$44,87^{\circ}$	-
Kaki	Kaki tertopang atau duduk	$87,76^{\circ}$	$>60^{\circ}$

Tabel 4.25 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan Kabel Pedal

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Lengan Atas	$<20^{\circ}$ flexion	$7,26^{\circ}$	abducted
Lengan Bawah	60° - 100° flexion	$59,13^{\circ}$	-
Pergelangan Tangan	$>15^{\circ}$ flexion	$17,20^{\circ}$	-

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan pedal sensor. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan pedal sensor :

Tabel 4. 26 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan Kabel Pedal

Kategori	Penjelasan Aktual
Load	Beban < 5 Kg Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan
Coupling	<i>Good</i> Jenis pengangkatan kuat dan tepat berada di tengah bagian sisi beban. Dikarenakan hanya pemasangan kabel sehingga geggaman dirasa tepat tidak ada kendala
Activity	- Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit - Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan kabel pedal. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.17 hasil menunjukkan skor REBA adalah 8, artinya level risiko yang ‘Tinggi’ sehingga secepatnya perlu adanya tindakan investigasi dan implementasi perubahan yang dapat mengurangi atau menghilangkan risiko *musculoskeletal disorders*.

The screenshot shows the REBA software interface. At the top, it says 'REBA' and 'CHOOSE AN OPTION BELOW'. There are five radio button options: 'Neck, trunk and legs', 'Load', 'Upper arm, lower arm and wrist', 'Coupling', and 'Activity'. Below this, the 'RESULT' section shows 'SCORE: 8'. A table below the score lists risk levels for different score ranges. An arrow points to the '8 to 10' row, which is labeled 'High risk, investigate and implement change'.

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.17 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan Kabel Pedal

4.3.5.3 Skor REBA Pemasangan *Jack Connector Wire Key*

Berikut adalah data yang akan di-input ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperoleh

Tabel 4.27 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan *Jack Connector Wire Key*

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Leher	>20 ⁰ flexion	31,07 ⁰	Miring ke samping
Batang Tubuh	0 ⁰ - 20 ⁰ flexion	18,97 ⁰	Miring ke samping

Kaki	Kaki tertopang atau duduk	atau 98,95 ⁰	>60 ⁰
-------------	---------------------------	-------------------------	------------------

Tabel 4.28 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan Jack Connector Wire Key

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Lengan Atas	45 ⁰ – 90 ⁰ <i>flexion</i>	48,81 ⁰	-
Lengan Bawah	60 ⁰ – 100 ⁰ <i>flexion</i>	98,03 ⁰	-
Pergelangan Tangan	>15 ⁰ <i>extension</i>	36,44 ⁰	Pergelangan tangan berputar

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan *jack connector wire*. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan *jack connector wire*:

Tabel 4.29 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan Jack Connector Wire Key

	Kategori	Penjelasan Aktual
Load	Beban < 5 Kg	Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan
Coupling	<i>Good</i>	Jenis pengangkatan kuat dan tepat berada di tengah bagian sisi beban. Dikarenakan hanya pemasangan <i>jack connectore wire</i> sehingga geggaman dirasa tepat tidak ada kendala
Activity	- Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit	- Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan *jack connector wire*. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.18 hasil menunjukkan skor REBA adalah 10, artinya level risiko yang ‘Tinggi’ sehingga secepatnya perlu adanya tindakan investigasi dan implementasi perubahan yang dapat mengurangi atau menghilangkan risiko *musculoskeletal disorders*.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs Load Upper arm, lower arm and wrist Coupling Activity

RESULT

SCORE: **10**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.18 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan *Jack Connector Wire Key*

4.3.5.4 Skor REBA Pemasangan *Switch Box*

Berikut adalah data yang akan di-*input* ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperoleh

Tabel 4.30 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan *Switch Box*

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	<i>Additional</i>
Leher	$>20^{\circ}$ flexion	48,65 ⁰	Miring ke samping
Batang Tubuh	$20^{\circ} - 60^{\circ}$ flexion	34,68 ⁰	Miring ke samping

Kaki	Kaki tertopang atau duduk	149,11 ⁰	>60 ⁰
-------------	---------------------------	---------------------	------------------

Tabel 4.31 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan *Switch Box*

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	<i>Additional</i>
Lengan Atas	20 ⁰ – 45 ⁰ <i>flexion</i>	24,08 ⁰	-
Lengan Bawah	>100 ⁰ <i>flexion</i>	107,52 ⁰	-
Pergelangan Tangan	0 ⁰ – 15 ⁰ <i>flexion</i>	10,67 ⁰	-

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan *switch box*. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan *switch box*:

Tabel 4.32 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan *Switch Box*

	Kategori	Penjelasan Aktual
<i>Load</i>	Beban < 5 Kg	Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan
<i>Coupling</i>	<i>fair</i>	Pegangan tangan bisa diterima tapi belum ideal dikarenakan operator harus menahan <i>switch box</i> dengan satu tangan saat dipasang sekrup agar tidak terjatuh
<i>Activity</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit - Pengulangan gerakan dalam rentang singkat, diulang lebih dari empat kali per menit - Gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari postur awal 	<ul style="list-style-type: none"> - Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit - Pemasangan <i>switch box</i> dibantu menggunakan <i>screw driver</i>, yang dimana perlu 4x pengencangan sekrup dalam gerakan rentang singkat - Bagian segmen B adanya pergeseran postur yang cepat guna memasang

sekrup pada *switch box* di titik yang berbeda.

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan *switch box*. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.19 hasil menunjukkan skor REBA adalah 11, artinya level risiko yang ‘Sangat Tinggi’ sehingga perlu saat ini juga dilakukan perbaikan stasiun kerja yang dapat mengurangi atau menghilangkan risiko *musculoskeletal disorders*.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs Load Upper arm, lower arm and wrist Coupling Activity

RESULT

SCORE: **11**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
→ 11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.19 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan *Switch Box*

4.3.5.5 Skor REBA Pemasangan *Nylon Clamp*

Berikut adalah data yang akan di-input ke *software ergofellow* sesuai dengan identifikasi sudut derajat dan gerakan yang sudah diperoleh

Tabel 4.33 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh A Pada Pemasangan *Nylon Clamp*

Segmen Tubuh A	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Leher	$0^0 - 20^0$ flexion	$10,70^0$	-

Batang Tubuh	$20^{\circ} - 60^{\circ} \text{ flexion}$	$52,54^{\circ}$	Miring ke samping
Kaki	Kaki tertopang atau duduk	$139,50^{\circ}$	60°

Tabel 4.34 Hasil Identifikasi Sudut Segmen Tubuh B Pada Pemasangan *Nylon Clamp*

Segmen Tubuh B	Deskripsi Gerakan	Sudut	Additional
Lengan Atas	$45^{\circ} - 90^{\circ} \text{ flexion}$	$51,65^{\circ}$	-
Lengan Bawah	$>100^{\circ} \text{ flexion}$	$105,81^{\circ}$	-
Pergelangan Tangan	$0^{\circ} - 15^{\circ} \text{ extension}$	$8,61^{\circ}$	Pergelangan tangan berputar

Kemudian memasukkan data *load*, *coupling*, dan *activity* yang terjadi pada aktivitas pemasangan *nylon clamp*. Berikut adalah uraian *load*, *coupling*, *activity* pada pemasangan *nylon clamp*:

Tabel 4.35 Hasil Identifikasi *Load*, *Coupling*, *Activity* Pada Pemasangan *Nylon Clamp*

Kategori	Penjelasan Aktual
Load	Beban < 5 Kg Tidak ada aktivitas pengangkatan beban yang dilakukan
Coupling	<i>Good</i> Jenis pengangkatan kuat dan tepat berada di tengah bagian sisi beban.
Activity	- Satu atau bagian tubuh statis, ditahan lebih dari satu menit - Gerakan menyebabkan perubahan atau pergeseran postur yang cepat dari postur awal - Bagian segmen A bergerak statis atau ditahan lebih dari satu menit - Bagian segmen B adanya pergeseran postur yang cepat guna memasang merapihkan beberapa kabel yang masih belum teratur.

Setelah dilakukan seluruh penilaian, maka akan didapat hasil akhir dan level tindakannya untuk pekerjaan utama saat pemasangan *nylon clamp*. Dapat dilihat bahwa

pada gambar ... hasil menunjukkan skor REBA adalah 11, artinya level risiko yang ‘Sangat Tinggi’ sehingga perlu saat ini juga dilakukan perbaikan stasiun kerja yang dapat mengurangi atau menghilangkan risiko *musculoskeletal disorders*.

REBA

CHOOSE AN OPTION BELOW

Neck, trunk and legs Load Upper arm, lower arm and wrist Coupling Activity

RESULT

SCORE: **11**

SCORE	RISK
1	Negligible risk
2 or 3	Low risk, change may be needed
4 to 7	Medium risk, further investigation, change soon
8 to 10	High risk, investigate and implement change
→ 11 or more	Very high risk, implement change

Gambar 4.20 Hasil Akhir Uji REBA Pada Pemasangan Nylon Clamp

4.3.6 Rekapitulasi Skor REBA

Berikut adalah hasil rekapitulasi postur kerja pada proses *electrical assy* bawah yang telah dinilai sehingga didapat tingkat risiko kecelakaannya dengan metode REBA. Hasil ini menjadi bagian yang akan di perhitungkan untuk menentukan usulan yang baik. Usulan postur kerja yang dilakukan dapat digunakan sebuah rekomendasi alat bantu yang digunakan agar postur kerja tersebut dapat optimal dalam mengurangi atau menghilangkan risiko *musculoskeletal disorders*.

Tabel 4.36 Rekapitulasi Skor REBA

No	Pekerjaan Utama	Skor Akhir REBA	Tingkat Risiko	Tindakan
----	-----------------	-----------------	----------------	----------

1	Pemasangan <i>DC in Connector Cable</i>	6	Sedang	Perlu dilakukan perbaikan tidak dalam jangka waktu pendek
2	Pemasangan <i>turn buckle</i>	7	Sedang	Perlu dilakukan perbaikan tidak dalam jangka waktu pendek
3	Pemasangan pedal sensor	9	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
4	Pemasangan kabel pedal	8	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
5	Pemasangan <i>jack wire connector</i>	10	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
6	Pemasangan <i>switch box</i>	11	Sangat Tinggi	Perlu dilakukan perbaikan saat ini juga
7	Pemasangan <i>nylon clamp</i>	11	Sangat Tinggi	Perlu dilakukan perbaikan saat ini juga

4.3.7 Usulan Alat Bantu Kerja

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, operator melakukan pekerjaan yang didominasi dengan posisi membungkuk. Postur kerja yang salah sering diakibatkan oleh letak fasilitas yang kurang sesuai dengan antropometri sehingga mempengaruhi kinerja operator. Hal ini dibuktikan pada alat bantu kerja (*rail*) saat ini masih belum optimal untuk meminimalisir *musculoskeletal disorders* karena tidak mengaplikasikan konsep ergonomi yaitu antropometri.



Gambar 4.21 Alat Bantu Kerja Saat Ini

Tujuan adanya penambahan *rail* khusus adalah agar posisi piano bisa lebih terangkat, sehingga operator tidak terlalu membungkuk untuk menjangkau tempat kerja. Namun faktanya pengaplikasian tersebut masih belum optimal karena terdapat permasalahan yang terjadi yaitu ketidaksetaraan antara tinggi *rail* dengan tinggi kursi. Jika dilihat pada gambar 4.21 kedudukan *rail* lebih rendah dibandingkan kedudukan kursi. Sehingga posisi operator dengan tempat kerjanya tidak seimbang yang menyebabkan operator masih membungkuk, leher tertekuk dan kaki menekuk. Seharusnya dalam penyediaan alat bantu kerja diperlukan aspek ergonomi, agar bisa menyesuaikan dimensi tubuh manusia.

Maka pada penelitian ini akan diusulkan perbaikan atau penambahan alat bantu kerja untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dengan harapan dapat mengurangi risiko *musculoskeletal disorders* pada operator. Berdasarkan data postur tubuh operator, peneliti memberikan usulan berupa *lifter* yang berfungsi untuk mengangkat piano agar meminimalisir postur membungkuk dan juga usulan *Saddle Stool* yang bisa disesuaikan tingginya dengan dimensi operator. Sehingga posisi operator dengan tempat kerja akan seimbang dan setara tingginya. Dan tentunya dalam proses perancangan akan menerapkan aspek ergonomi yaitu antropometri agar operator bisa bekerja dengan efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

4.3.8 Antropometri

Data antropometri adalah data hasil pengukuran dimensi bagian tubuh para pekerja. Dalam perancangan alat bantu kerja diperlukan data antropometri untuk menetapkan ukuran rancangan *lifter* dan *Saddle Stool*

Data antropometri dikumpulkan berasal dari populasi operator *electrical assy* bawah yakni berjumlah 2 orang. Dikarenakan acuan umum menentukan ukuran sampel yang baik adalah sebanyak 30. Maka 28 data lainnya diambil dari bank data antropometri untuk mencukupi jumlah sampel yang dibutuhkan. Adapun pengukuran data dimensi antropometri tersebut meliputi Tinggi Popliteal (TPO) dan Tinggi Lutut (TL). Berikut adalah data antropometri yang telah dilakukan

Tabel 4.37 Data Antropometri

No	Nama	TPO (Cm)	TL (Cm)
1	A	42,5	51
2	B	45,8	51,5
...	Bank Data	46	47,5
30	Bank Data	47	49,5

Berikut adalah uraian kegunaan dan cara pengukuran untuk dimensi Tinggi Popliteal dan Tinggi Lutut

Tabel 4.38 Dimensi Antropometri

Data Yang Diukur	Cara Pengukuran	Kegunaan	Persentil
Tinggi Popliteal (TPO)	Diukur dari lantai sampai popliteal (lutut bagian belakang) secara vertikal dalam posisi duduk	Tinggi minimum <i>Saddle Stool</i>	Persentil ke-5
Tinggi Lutut (TL)	Diukur dari lantai sampai lutut bagian atas secara vertikal dalam posisi duduk	• Untuk tinggi <i>lifter</i>	• Persentil ke-95

-
- Dan tinggi
 - Persentil maximum ke-95
- Saddle Stool*
-

Dalam penentuan dimensi dan persentilnya terdapat beberapa pertimbangan dan alasan yang disesuaikan dengan fungsi dan manfaatnya pada alat bantu kerja. Berikut adalah beberapa penjelasannya :

1. Pada penelitian ini, mengambil dimensi Tinggi Popliteal untuk acuan tinggi minimum *Saddle Stool*, sementara Tinggi Lutut untuk acuan tinggi *lifter* dan tinggi maximum *Saddle Stool*
2. *Saddle Stool* memiliki fitur *adjustable* dimana dapat diatur ketinggian kursi dengan fleksibel menyesuaikan kebutuhan operator. Maka diperlukan pengukuran persentil untuk menentukan tinggi minimum dan maximum pada *Saddle Stool*. Pada penelitian ini untuk tinggi minimum *Saddle Stool* menggunakan acuan dimensi Tinggi Popliteal dengan persentil 5 dan tinggi maximumnya menggunakan acuan dimensi Tinggi Lutut dengan persentil 95.
3. Dimensi Tinggi Popliteal dengan persentil ke-5 digunakan sebagai acuan tinggi minimum *Saddle Stool*. Persentil-5 diupayakan untuk orang yang paling pendek tungkai bawahnya dapat menggunakan kursi tersebut sehingga kakinya tidak menggantung. Selain itu operator dengan mudah untuk menjangkau area kerja yang paling rendah (bawah) sehingga operator tidak mengalami postur membungkuk, menekuk leher, dan menekuk kaki.
4. Dimensi Tinggi Lutut dengan persentil 95 digunakan sebagai acuan tinggi *lifter*, supaya posisi piano akan terangkat lebih tinggi dari area kerja operator. Sehingga nantinya operator memiliki kelonggaran yang cukup untuk ruang gerak badan dan kaki. Harapannya dapat mengurangi *awkward posture* pada operator.
5. Selain itu, dimensi Tinggi Lutut dengan persentil 95 digunakan juga sebagai acuan tinggi maximum *Saddle Stool*. Dimensi dan persentil yang sama dengan acuan tinggi *lifter*, bertujuan agar area kerja (*lifter*) dengan posisi operator (*Saddle Stool*) dapat sejajar jangkauan.

4.3.8.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan satu hal yang perlu dilakukan sebelum melakukan uji statistik untuk mengetahui apakah data yang digunakan berdistribusi normal atau tidak. Dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan menggunakan *software* SPSS. Data yang digunakan berupa data antropometri pada dimensi Tinggi Popliteal (TPO) dan Tinggi Lutut (TL). Uji normalitas menggunakan tingkat kepercayaan 95% dan $\alpha = 0,05$, dimana data dikatakan normal apabila $\text{sig} > \alpha$ maka H_0 diterima sedangkan bila $\text{sig} < \alpha$ maka H_0 ditolak. Berikut adalah hasil uji normalitas pada antropometri dimensi Tinggi Popliteal (TPO) dan Tinggi Lutut (LT)

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
TPO	.115	30	.200 [*]	.957	30	.257
TL	.134	30	.176	.974	30	.641

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Gambar 4.22 Uji Normalitas pada Dimensi Tubuh

Dari hasil di atas dapat dilihat bahwa pada kolom Kolmogorov Smirnov^a nilai signifikansi TPO yaitu 0,200 ($\alpha = 0,05$) dan TL yaitu 0,176 ($\alpha = 0,05$) maka H_0 diterima yang berarti populasi berdistribusi normal sehingga penelitian dapat dilanjutkan

4.3.8.2 Perhitungan Persentil

Setelah uji normalitas data, maka dilakukan perhitungan persentil yang merupakan nilai dari suatu dimensi antropometr yang mewakili persentase populasi yang memiliki ukuran dimensi tertentu atau lebih rendah.

Perhitungan persentil yang dilakukan menggunakan persentil 5% dan persentil 95%. Persentil 5% dimaksudkan agar ukuran persentil kecil dapat digunakan untuk ukuran orang besar dari data. Perhitungan persentil 95% dimaksudkan agar ukuran

persentil besar dapat digunakan untuk ukuran orang yang kecil dari data. Berikut adalah tabel data persentil yang digunakan :

Tabel 4.39 Perhitungan Persentil

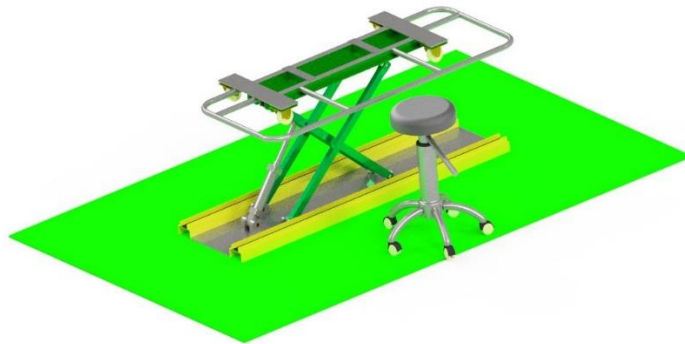
	TPO	TL
Persentil	5%	95%
Rumus	$\bar{x} - 1,645. \sigma$	$\bar{x} + 1,645. \sigma$
Hasil Persentil (Cm)	38,52	55,31

Berdasarkan perhitungan di atas dapat dilihat bahwa Tinggi Popliteal dengan persentil 5% sebesar 38,52 cm yang akan dijadikan acuan tinggi minimum pada *Saddle Stool*, kemudian Tinggi Lutut dengan persentil 95% sebesar 55,31 cm yang akan dijadikan tinggi maximum pada *Saddle Stool* dan tinggi *lifter*.

Dilihat bahwa selisih tinggi minimum (38,52 cm) dan maximum (55,31 cm) *Saddle Stool* memiliki selisih sebesar 16,79 cm. Artinya *Saddle Stool* dapat diadjust dengan *range* sebesar 16,79 cm, hal tersebut bertujuan agar operator dapat lebih fleksibel untuk menyesuaikan tinggi *Saddle Stool*.

4.3.9 Hasil Desain Alat Bantu Kerja

Usulan perbaikan stasiun kerja menggunakan alat bantu kerja untuk mengurangi potensi cedera *musculoskeletal disorder* dalam penelitian ini dirancang alat berupa *lifter* dan *Saddle Stool*. Maka berikut adalah desain usulan telah dirancang :



Gambar 4. 23 Hasil Usulan Perancangan Alat Bantu Kerja

Peneliti mendapat referensi usulan alat bantu kerja atas penelitian yang dilakukan oleh (Montororing & Sihombing, Perancangan Alat Banru Kerja Dengan Prinsip Ergonomi Pada Bagian Penimbangan di PT BPI, 2020) yang membahas postur kerja dengan keluhan pinggang sangat sakit akibat postur yang membungkuk, oleh karena itu diberikan alat bantu *lifter* yang mampu membuat postur menjadi tidak membungkuk lagi.

Adapun penentuan komponen yang direkomendasikan dalam perancangan *lifter* dan *Saddle Stool* ini :

A. Komponen *lifter*

1. Rangka

Rangka *lifter* terbuat dari material pipa besi *stall*. Rangka tersebut dijadikan sebagai kekuatan utama penopang keseluruhan beban, sehingga diperlukan bahan yang benar-benar kuat untuk menopang keseluruhan beban. Material pipa besi *stall* dibuat dari bahan ST 37 yang memiliki massa jenis $7,86 \text{ g/cm}^2$. Penentuan ini mempertimbangkan bahwa baja ST 37 adalah material baja yang memiliki kontruksi yang kuat tetapi tetap ringan serta mudah didapat dipasaran tanpa harus melakukan pemesanan pada pabrik baja. Selain itu baja ST 37 merupakan jenis baja karbon menengah yang mudah dikerjakan dengan mesin dan mudah di las (Montororing & Sihombing, Perancangan Alat Banru Kerja Dengan Prinsip Ergonomi Pada Bagian Penimbangan di PT BPI, 2020)

2. Plat landasan *lifter*

Adapun bahan yang digunakan adalah plat baja karbon 0,2% (rol panas) dengan kekuatan luluh maksimal = 250 MPa. Adapun ukuran ketebalan plat baja adalah 5 cm. Material tersebut dipilih karena memiliki konstruksi yang kuat tetapi tetap ringan, mudah dikerjakan dengan mesin dan mudah dilas. Selain itu, material baja tersebut mudah didapat di pasaran tanpa harus melakukan pemesanan pada pabrik baja. Sehingga diharapkan menjadi tumpuan kekuatan penopang landasan pada lift table yang dapat mengangkut beban dengan kapasitas sebesar 500 kg (Beban piano = 250 Kg)

3. Pengunci

Fungsi dari pengunci adalah memberikan kestabilan dan keamanan pada saat aktivitas *loading* dan *unloading*.

B. Komponen *Saddle Stool*

1. Rangka

Terbuat dari material metal dengan fitur hidrolik sehingga dengan mudah untuk menyesuaikan tinggi yang diperlukan untuk menjangkau area kerja.

2. Dudukan

Dudukan empuk dengan busa *spons* dengan kepadatan tinggi sehingga memiliki ketahanan *bounce back* untuk meredakan ketegangan otot yang kaku. Dudukan menyesuaikan dengan bentuk bokong manusia agar lebih rileks dan memudahkan pergerakan.

3. Roda

Bertujuan untuk memudahkan pergerakan operator dan perpindahan alat bantu kerja *Saddle Stool*. Memberikan 5 roda agar *Saddle Stool* dapat bergerak stabil dan kuat menahan beban

Selain dari sisi komponen diperlukan pertimbangan dari sisi keamanannya. Karena kewanalaan adalah faktor penting saat aktivitas kerja. Maka dalam perancangan alat bantu kerja ini sudah dipertimbangkan keamanannya terutama pada *lifter*. Berikut adalah keamanan yang diberikan pada alat bantu kerja *lifter* :

1. Plat landasan untuk *lifter* menggunakan bahan plat baja karbon 0,2% (rol panas) dengan kekuatan luluh maksimal = 250 Mpa. Plat baja tersebut memiliki kekuatan untuk menahan beban dengan kapasitas sampai 500 Kg. Sementara itu beban piano yang akan diangkat sebesar ± 250 Kg (<500 Kg). Artinya komponen tersebut

aman digunakan karena memiliki kekuatan untuk menahan dan mengangkat beban piano.

2. *Lifter* yang dirancang memiliki pengunci di kedua sisi kiri dan kanan plat landasan piano. Pengunci tersebut memberikan keamanan saat *loading* atau *unloading* piano sehingga piano akan tetap stabil dan tidak berguncang.
3. Ukuran plat landasan *lifter* yang dirancang menyesuaikan dimensi piano (panjang x lebar). Artinya piano memiliki cukup ruang ketika posisinya disesuaikan terhadap *lifter*, ruang yang tidak terlalu kecil ataupun tidak terlalu besar. Sehingga saat *loading* atau *unloading* piano akan tetap seimbang pada *lifter*.

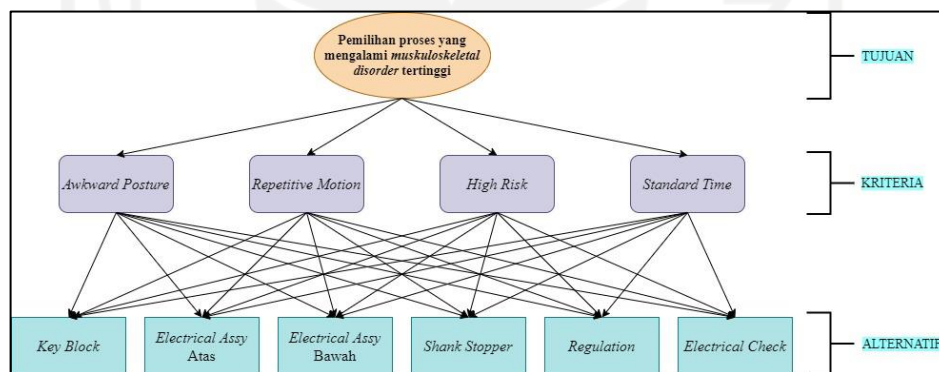


BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis AHP

Pekerjaan perakitan (*assembly*) termasuk dalam pekerjaan yang berpotensi terkena gangguan *musculoskeletal disorders* akibat dari postur kerja yang tidak ergonomis Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis tingkat risiko *musculoskeletal disorders* dan faktor yang mempengaruhinya pada operator bagian *silent*. Dalam AHP memiliki struktur masalah yang kompleks dibagi menjadi bagian-bagian secara hirarki. Dalam bentuk yang paling sederhana struktur akan terdiri dari tujuan, kriteria, dan alternatif.



Gambar 5.1 Struktur Hierarki AHP

Metode AHP digunakan untuk menghitung bobot dan peringkat yang mempengaruhi risiko *musculoskeletal disorders*. Semakin besar bobot suatu kriteria maka semakin tinggi prioritas atau semakin besar pengaruh kriteria tersebut dalam proses pemilihan alternatif. Pada penelitian ini kriteria digunakan sebagai faktor-faktor yang mempengaruhi *musculoskeletal disorders* pada bagian *silent*, sedangkan alternatif digunakan sebagai sasaran yang akan dilakukan perbaikan pada proses yang ada pada bagian *silent*. Pemberian bobot dilakukan oleh 1 orang responden yakni Kepala Kelompok *silent* yang dapat dipercaya dan *expert* dalam bidang di bagian *silent*. Setelah

mealui pengolahan data dengan *software super decission*, diperoleh nilai bobot untuk masing-masing kriteria.

Tabel 5.1 Hasil Bobot Kriteria

Kriteria	Bobot
<i>Awkward Posture</i>	0,71253
<i>Repetitive Motion</i>	0,13792
<i>High Risk</i>	0,10302
<i>Standard Time</i>	0,04652

Berdasarkan tabel dapat dilihat bahwa bobot terbedar terdapat pada kriteria *awkward posture* dengan bobot 0,71 kemudian *repetitive motion* dengan bobot 0,13 lalu *high risk* dengan bobot 0,1 dan *standard time* dengan 0,04. Kriteria *awkward posture* yang mendapatkan bobot paling besar dikarenakan pekerjaan dilakukan secara manual menggabungkan *part* yang terpisah menjadi satu dan seringkali operator melakukan pekerjaan dengan postur tubuh yang tidak alamiah (*awkward posture*) seperti menekuk leher, membungkuk, mengangkat beban material dan lain – lain. *Awkaward posture* menjadi penyebab utama operator merasa pegal-pegal dan nyeri pada bagian tubuh tertentu, terlebih lagi dilakukan secara berulang dan terus menerus (*repetitive motion*) dan tidak didukung oleh fasilitas kerja yang sesuai dengan aktivitas pekerja.

Kemudian dalam penentuan alterntif, tentu hasil pembobotan dilakukan uji konsistensi terlebih dahulu untuk mengetahui apakah *expert* dalam menentukan pembobotan sudah secara konsisten. Dapat dilihat pada tabel 5.2 hasil *concistency index* sudah $\leq 0,1$ maka sudah konsisten artinya penelitian dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya.

Tabel 5.2 Hasil Uji Konsistensi

Uji Konsistensi	CI
Antar kriteria	0,09134

Alternatif pada kriteria <i>Awkward Posture</i>	0,09614
Alternatif pada kriteria <i>Repetitive Motion</i>	0,09130
Alternatif pada kriteria <i>High Risk</i>	0,09319
Alternatif pada kriteria <i>Standard Time</i>	0,07921

Hasil akhir dari metode AHP akan dilakukan perhitungan evaluasi bobot yang didapatkan oleh setiap alternatif terhadap pembobotan prioritas sehingga akan diketahui alternatif mana yang akan digunakan sebagai keputusan dalam menentukan proses mana yang mengalami *musculoskeletal disorders*. Berikut adalah hasil bobot prioritas yang didapatkan :

Tabel 5.3 Hasil Bobot Prioritas

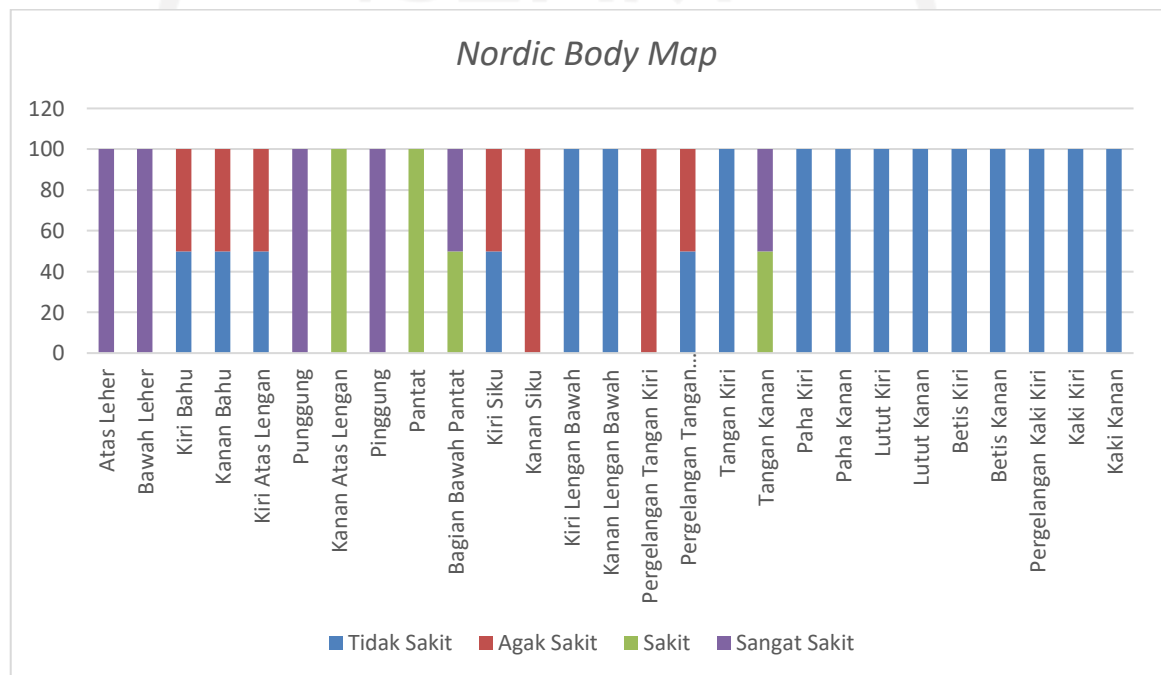
Alternatif	Alt. Weight Evaluation
<i>Key Block</i>	0,05766
<i>Electrical Assy Atas</i>	0,09588
<i>Electrical Assy Bawah</i>	0,44336
<i>Shank Stopper</i>	0,05352
<i>Regulation</i>	0,31705
<i>Electrical Check</i>	0,03250

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa berdasarkan kriteria *awkward posture, repetitive motion, high risk, standard time*, maka proses *electrical assy bawah* terpilih sebagai proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* tertinggi karena dibuktikan memiliki nilai *Alt. Weight Evaluation* tertinggi yaitu sebesar 0,44336.

Berdasarkan hasil AHP maka diperlukan perbaikan pada proses *electrical assy bawah*, sehingga pada sub-bab selanjutnya penelitian difokuskan untuk proses *electrical assy bawah* guna mencapai tujuan atas penelitian ini.

5.2 Analisis Nordic Body Map (NBM)

Pada penelitian ini metode NBM digunakan untuk mengetahui segmen tubuh pada operator *electrical assy* bawah dirasa sangat menyakitkan sehingga nantinya akan dijadikan fokus perbaikan untuk segmen tubuh yang dirasa sangat menyakitkan tersebut. Kuesioner *Nordic Body Map* sudah dilakukan pengisian oleh kedua operator *electrical assy* bawah. Berikut dapat disimpulkan berupa grafik *nordic body map* :



Gambar 5.2 Grafik Nordic Body Map

Berdasarkan hasil *nordic body map* diketahui segmen tubuh yang dominan mengalami rasa sangat sakit adalah pada bagian atas leher, bawah leher, punggung, dan pinggang. Berikut adalah analisis penyebab keluhan :

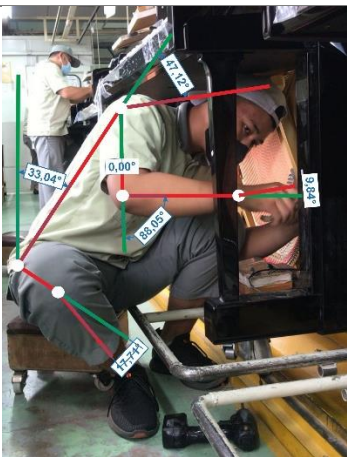
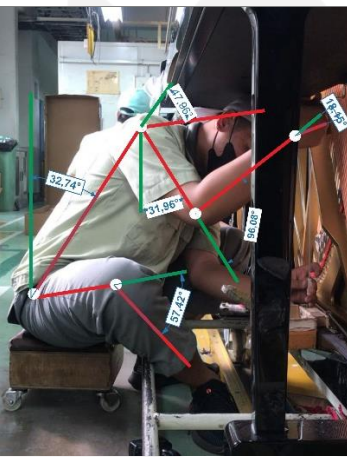
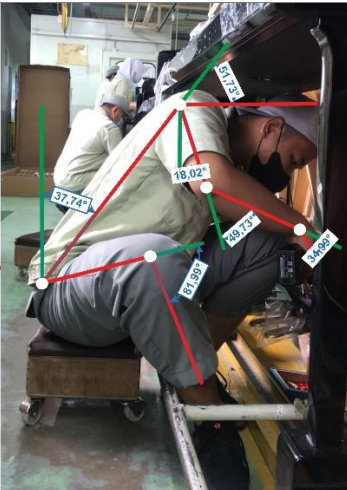
Tabel 5. 4 Analisis Penyebab Keluhan Fisik




No	Keluhan Fisik Sangat Sakit	Analisis Penyebab Keluhan
1	Sakit leher atas	Keluhan pada bagian leher atas dikarenakan operator melakukan pekerjaannya dengan keadaan menunduk yang dilakukan dalam jangka waktu yang cukup lama pada saat proses perakitan.
2	Sakit leher bawah	Keluhan ini dikarenakan operator terus melakukan posisi menekuk leher selama proses berlangsung, dikarenakan operator harus menjangkau perakitan yang posisinya terlalu rendah untuk dimensi tubuh operator.
3	Sakit punggung	Stasiun kerja proses perakitan yang mempunyai posisi terlalu rendah dan tidak adanya kursi yang sesuai dengan tinggi yang seharusnya menyebabkan pekerja menjadi membungkuk dalam jangka waktu yang cukup lama dan menyebabkan punggung tertarik.
4	Sakit pinggang	Pada keluhan ini disebabkan akan posisi tubuh pekerja yang melakukan banyak macam posisi yang tidak sesuai dengan cara membungkuk dan jongkok yang dalam waktu lama dan posisi yan tidak benar sehingga merasakakan sakit pada pinggang operator.


Artinya kedepannya perlu diberikan alat bantu kerja yang dapat mengurangi keluhan nyeri pada bagian atas leher, bawah leher, punggung dan pinggang.

5.3 Analisis REBA

Tabel 5.5 Rangkuman Hasil Pengolahan Data Metode REBA

No	Pekerjaan Utama	Gambar Postur Tubuh	Skor Akhir REBA	Tingkat Risiko	Tindakan
1	Pemasangan DC in Connector Cable		6	Sedang	Perlu dilakukan perbaikan tidak dalam jangka waktu pendek
2	Pemasangan turn buckle		7	Sedang	Perlu dilakukan perbaikan tidak dalam jangka waktu pendek
3	Pemasangan pedal sensor		9	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan

No	Pekerjaan Utama	Gambar Postur Tubuh	Skor Akhir REBA	Tingkat Risiko	Tindakan
4	Pemasangan kabel pedal		8	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
5	Pemasangan jack wire connector		10	Tinggi	Perlu segera dilakukan perbaikan
6	Pemasangan switch box		11	Sangat Tinggi	Perlu dilakukan perbaikan saat ini juga

No	Pekerjaan Utama	Gambar Postur Tubuh	Skor Akhir REBA	Tingkat Risiko	Tindakan
7	Pemasangan <i>nylon clamp</i>		11	Sangat Tinggi	Perlu dilakukan perbaikan saat ini juga

Pada tabel menunjukkan rangkuman hasil analisis postur kerja menggunakan metode REBA. Berdasarkan data tersebut *range* nilai yang didapat paling rendah adalah dengan skor 6 yaitu pada pemasangan *DC in connector cable* dan paling tinggi dengan skor 11 pada pemasangan *nylon clamp*. Dari ke tujuh pekerjaan utama tingkat risiko didominasi sangat tinggi serta perlu dilakukan tindakan dan perbaikan saat ini juga.

Posisi postur kerja dominan pada punggung membungkuk, leher menekuk dan kaki yang tertekuk sehingga berakibat terjadinya *low back pain*. Posisi tubuh fleksi, ekstensi dan rotasi punggung saat bekerja akan menjadi lemah sehingga menyebabkan lordosis yang berlebihan. Secara anatomis lordosis yang berlebihan pada lumbal akan menyebabkan penyempitan saluran atau menekan saraf tulang belakang dan penonjolan ke belakang dari ruas tulang rawan (*discus intervertebralis*). Sedangkan otot-otot punggung akan bekerja keras menahan beban anggota gerak atas yang sedang melakukan pekerjaan. Akibatnya beban kerja bertumpu didaerah pinggang sebagai penahan beban utama akan terjadi nyeri pada otot sekitar pinggang atau punggung bawah. Hal inilah yang menyebabkan *low back pain* atau nyeri punggung bawah (Risyanto, 2008)

Sikap tubuh yang buruk (tidak fisiologis) sewaktu bekerja dan berlangsung lama menyebabkan adanya beban pada sistem *musculoskeletal disorders* dan berefek negatif pada kesehatan, disamping itu pekerja tidak mampu mengerahkan kemampuannya secara

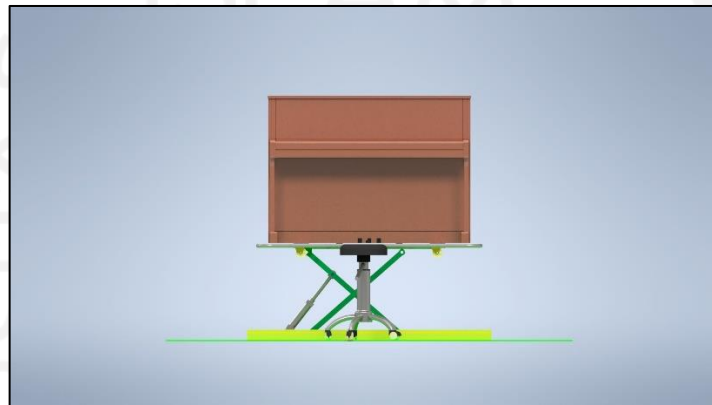
optimal (Manuaba, 1992). Terlebih lagi operator harus mengejar target produksi yaitu 28 hari/unit sementara waktu baku yang dimiliki untuk menyelesaikan sekali proses *electrical assy* bawah adalah 15 menit. Jika dikalkulasikan operator melakukan pekerjaan dengan posisi tidak alamiah adalah 420 menit/hari. Maka terjadinya postur tidak alamiah jelas bahwa jika terjadi sikap kerja tidak fisiologis berarti ada kekurangan serasian antara manusia dan stasiun kerjanya, sehingga menimbulkan hal-hal yang tidak diinginkan (dapat dikatakan sebagai dampak jangka pendek) seperti cenderung terjadi kesalahan kerja, kurang produktif dan munculnya biaya-biaya pengeluaran tambahan misalnya untuk biaya pengobatan, kehilangan upah kerja akibat ketidakhadiran karena sakit, penurunan produksi (Helander, 1995). Sedangkan dampak jangka panjangnya dapat terjadi perubahan patologis pada jaringan otot yaitu rasa sakit cepat muncul walaupun bekerja sebentar, membungkuknya badan dan sebagainya.

Posisi duduk merupakan aktivitas sehari-hari yang sering dilakukan pada proses *electrical assy* bawah. Maka sangatlah penting untuk mengetahui posisi duduk yang benar agar tulang punggung tetap sehat. Menurut (Oktaria, 2016) menjelaskan posisi duduk yang benar dan sehat saat bekerja pada sebuah artikelnya, berikut beberapa tips yang dilakukan jika bekerja dalam posisi duduk :

1. Duduk tegak dengan punggung lurus dan bahu ke belakang. Paha menempel di dudukan kursi dan bokong harus menyentuh bagian belakang kursi. Tulang punggung memiliki bentuk yang sedikit melengkung ke depan pada bagian pinggang
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. Posisi lutut mempunyai peranan penting juga. Untuk itu tekuklah lutut hingga sejajar dengan pinggul. Usahakan untuk tidak menyilangkan kaki.
4. Usahakanlah istirahat setiap 30-45 menit dengan cara berdiri, peregangan sesaat, atau berjalan-jalan di sekitar meja kerja untuk mengembalikan kesegaran tubuh agar dapat tetap berkonsentrasi dalam bekerja.
5. Jika ingin mengambil sesuatu yang berada disamping atau di belakang, jangan memuntir punggung. Putarlah keseluruhan tubuh sebagai satu kesatuan.

5.4 Analisis Alat Bantu Kerja dari Segi Ergonomi

Dalam perancangan *lifter* dan *Saddle stool* diharapkan dapat mengurangi risiko *musculoskeletal disorder* khususnya pada segmen bagian leher atas, leher bawah, punggung, dan pinggang yang memungkinkan menyebabkan *low back pain*.



Gambar 5.3 Area Kerja Sejajar dengan Operator

Tinggi *Saddle stool* disesuaikan dengan dimensi antropometri agar kaki tidak tertekuk dan sejajar dengan pinggul yaitu 38,52 cm untuk tinggi minimum dan 55,31 cm untuk tinggi maximum. Kemudian *lifter* akan membantu mengangkat piano hingga tingginya 55,31 cm, bertujuan agar sejajar dengan posisi operator. Sehingga meminimalisir adanya posisi leher tertekuk dan punggung membungkuk dan mengurangi risiko *musculoskeletal disorder*. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 5.3.



Gambar 5.4 Desain *Saddle Stool*

Kemudian desain dudukan kursi disesuaikan pada bentuk bokong dan paha manusia saat posisi duduk sehingga memudahkan pergerakan operator dan otot menjadi lebih rileks saat melakukan aktivitas kerja.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di atas, dapat ditarik kesimpulan untuk menjawab rumusan masalah yang ada, bahwa :

1. Berdasarkan pengolahan data dengan metode *Analytical Hierarchy Process* diketahui bahwa proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* adalah proses *Electrical Assy* Bawah yang dimana memiliki nilai *Alt. Weight Evaluation* tertinggi yaitu sebesar 0,44336. Hal itu diketahui kriteria yang paling berpengaruh dalam pemilihan proses yang mengalami risiko *musculoskeletal disorders* adalah kriteria *awkward posture* dengan nilai bobot prioritas adalah 0,71253
2. Proses *electrical assy* bawah memiliki 7 pekerjaan utama yang dimana telah dilakukan pengolahan data dengan metode *Rapid Entire Body Assesment*. Hasil yang didapat 2 pekerjaan utama memiliki tingkat risiko sedang, 3 pekerjaan utama memiliki tingkat risiko tinggi dan 2 pekerjaan utama memiliki tingkat risiko sangat tinggi. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa proses *electrical assy* bawah perlu dilakukan perbaikan saat ini juga guna meminimalisir risiko.
3. Usulan alat bantu kerja yang dapat diberikan adalah *lifter* dan *saddle stool*. Dengan harapan alat bantu kerja *lifter* dapat memperbaiki postur kerja operator yang dimana operator tidak perlu lagi membungkuk, menekuk leher, dan menekuk kaki yang berlebih. Sedangkan *saddle stool* dapat membantu untuk menyesuaikan dimensi operator dengan stasiun kerjanya sehingga operator dapat menjangkau perakitan dengan postur tubuh yang nyaman dan aman.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisa perbaikan stasiun kerja yang ergonomis pada proses lainnya yang ada dibagian *silent* guna memaksimalkan aktivitas kerja pada operator.
2. Adanya penelitian lanjut terkait hasil rancangan alat bantu yang telah dilakukan pada penelitian ini. Terutama memberikan uji kelayakan untuk bahan yang berkualitas dan kekuatan dengan standar yang cukup sehingga tidak memberikan dampak buruk ketika bekerja.
3. Diberikan *standart operational prosedur* (SOP) pada alat bantu kerja yang telah dirancang.
4. Adanya uji statistik yang dapat membenarkan bahwa akan terdapat pengurangan risiko *musculoskeletal disorders* apabila dilakukan pengadaan alat bantu kerja berdasarkan yang sudah dirancang oleh peneliti sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto, & Pratama, A. Y. (2016). Perancangan Kursi Tunggu Untuk Ibu Hamil dan Lansia Pada Stasiun Kereta Secara Ergonomis. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*.
- Agustini, R. R., & Rimantho, D. (2018). Gambar Penentuan Prioritas Strategi Pengelolaan K3 Proyek Pemasangan Pipa Gas Menggunakan Pendekatan Metode AHP. *Jurnal Teknik Industri*, 107-117.
- Amh, Manullang, & Marihot. (2013). Manajemen.
- Ariff, H., Salit, M. S., Ismail, N., & Nukman, Y. (2008). Use of Analytical Hierarchy Process (AHP) for Selecting the Best Design Concept. *Jurnal Teknologi*, 18.
- Basahel, A. M. (2019). From the Prospective of Ergonomics: Estimating Overall Stressors and Task Demands in Construction Sites in Saudi Arabia Using an Analytical Hierarchy Process (AHP).
- Benmoussa, K., Laaziri, M., Khouilji, S., Kerkeb, M. L., & Yamam, A. E. (2019). AHP-based Approach for Evaluating Ergonomic Criteria. *Procedia Manufacturing*, 856-863.
- Bridger, R. (1995). Introduction to Ergonomics.
- Corlett, E. (1992). Static Muscle Loading and the Evaluation of Posture. (E. b. Wilson, Ed.)
- Datmin, L. (2020). *Modul Analytical Hierarchy Process*. Yogyakarta: Teknik Industri UII.
- Faradilla, A., Rivai, J., & Safitri, D. M. (2019). Pemilihan Intervensi Ergonomi untuk Mengurangi Beban Kerja Mental pada Operator. *Teknoin*, 104-111.
- Gun, G., Kholil, & Sulistyadi, K. (2020). SAST & AHP in Determining The Best Strategy of Office Ergonomics Program Improvement to Prevent Risk of Musculoskeletal at XYZ Company Qatar. *ADI Journal on Recent Innovation*, 7-15.

- Haslindah. (2007). Analisa Ergonomi Dalam Perancangan Fasilitas Kerja Untuk Proses Perontok Padi (Thresher) dengan Pendekatan Biomekanika. *Jurnal Ilmu Teknik, II No. 3*.
- Haznadarevic, L., Milosevic, N., & Stojiljkovic, E. (2019). The Assessment of The Ergonomic Suitability of Vehicles Intended for Employees With Physical Disabilities – The AHP Approach. *Facta Universitatis, Series : Working and Living Environmental Protection*, 083-093.
- Helander. (1995). A Guide to the Ergonomic of Manufacturing. *Taylor and Francis*.
- ILO. (2016). Workplace Stress. *A Collective Challenge*.
- Kamus Bahasa Indonesia*. (1989).
- Kroemer, K. H., Kroemer, H. B., & Kroemer-Elbert, K. E. (2001). Ergonomics How To Design For Ease And Efficiency.
- Kurniawan, G. I., Disman, Hurriyati, R., & Dagusti, D. (2021). Penentuan Prioritas Risiko Melalui Analytical Hierarchy Process (AHP) Sebagai Upaya Pengembangan Potensi Kawasan Wisata Pantai Jawa Barat. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2057-2068.
- Manuaba, A. (1992). Pengaruh Ergonomi Terhadap Produktivitas. *Seminar Produktivitas Tenaga Kerja*. Jakarta.
- McAtamney, L., & Corlett, E. (2000). Rapid Entire Body Assessment. *Applied Ergonomics*, 201-206.
- Montororing, Y. D., & Sihombing, S. (2020). Perancangan Alat Banru Kerja Dengan Prinsip Ergonomi Pada Bagian Penimbangan di PT BPI. *Jurnal Infokar, 1 No. 20*.
- Montororing, Y. D., & Sihombing, S. (2020, Desember). PERANCANGAN ALAT BANTU KERJA DENGAN PRINSIP ERGONOMI. *Jurnal Infokir, 1 No. 2*.
- Nurmianto. (2008). Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya. *Edisi Kedua*.
- Nurmianto, E. (1996). Ergonomi Konsep dan Aplikasinya. *Guna Widya*.
- Nurmianto, E. (1998). Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya.

- Nurmianto, E. (2004). Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya.
- Nurmutia, S. (2018). Peran Perancangan Alat Kerja Ergonomis di Era Revolusi 4.0 Dengan Menggunakan AHP (Analytical Hierarchy Process). *Vol. 1*, Nomor 2.
- Nurmutia, S. (2019). Peran Perancangan Alat Kerja Ergonomis di Era Revolusi Industri 4.0 Dengan Menggunakan AHP (Analytical Hierarchy Process). *Teknologi : Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, 127-131.
- Oktaria, S. (2016). *Posisi Duduk yang Sehat dan Benar Saat Bekerja*. Retrieved November 22, 2021, from <https://www.klikdokter.com/Info-Sehat/Read/2697175/Posisi-Duduk-Yang-Benar-Dan-Sehat-Saat-Bekerja>
- OSH. (2015). *Global Trends On Occupational Accidents and Diseases [Online]*. Retrieved from www.ilo.org.
- Permatasari, D., Sartika, D., & Suryati. (2018). Penerapan Metode AHP dan SAW Untuk Penentuan Kenaikan Jabatan Karyawan. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi, Vol 5 No. 1*, 60-73.
- Pratama, D. N. (2017). Identifikasi Risiko Musculoskeletal Disorder (MSDs) Pada Pekerja Pandai Besi. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Healthy*, 78-87.
- Purnomo, H. (2012). Perbaikan Sistem Kerja Untuk Meningkatkan Produktivitas Karyawan. *Jurnal PASTI, Volume X No 1*, Pages 98-107.
- Putera, B. R., & Arvianto, A. (2018). Usulan Perbaikan Postur Tubuh Pekerja Pada Kegiatan Perakitan (Assembly) di PT. Hitachi Construction Machinery Indonesia Dengan Menggunakan Metode RULA (Rapid Upper Limb Assessment). *Industrial Engineering Online Journal*.
- Risyanto. (2008). Pengaruh Lamanya Posisi Kerja Terhadap Keluahn Subyektif Low Back Pain pada Pengemudi Bus Kota di Terminal Giwangan.
- Sabakula, Susetyo, J., & L, A. U. (2014). Pengukuran Kinerja Menggunakan Balanced Scorecard dan Integrated Performance Measurment System (IPMS). *Jurnal Teknologi, Volume 7 No. 1*, Pages 56-63.

- Sugiyono, D. (2010). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Alfabeta.
- Sunyoto, D. (2012). *Manajemen Sumber Daya Manusia*.
- Sutrisno, E. (2011). *Budaya Organisasi*. (Kencana, Ed.)
- Tanjung, S. (2015). Analisis Postur Kerja Menggunakan Metode RULA Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorder (Studi Kasus pada Pekerja di Plant KT-24. PT Bakrie Pipe Industries). *Jurnal Ilmiah Universitas Bakrie, Vol 3 No. 02*.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi Untuk Kesehatan dan Keselamatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA Press.
- Tayyari, F., & Smith, J. L. (1997). *Occupational Ergonomics: Principles and Applications*.
- Wicaksono, P., Suliantoro, H., & Sari, K. (2010). Analisis Pengukuran Kinerja Pengadaan Menggunakan Metode Sink's Seven Performance Criteria. *J@ati Undip*, Pages 127-134.
- Wickens, C. D., Lee, J. D., & Gordon Backer, S. E. (2004). *An Introduction to Human Factors Engineering*. 2nd Edition.

LAMPIRAN

ST NOW										
No	Proses	Sub Proses	Model					Rata - rata	MAX	MIN
			B1, B2, M2, JU, JX, K109, K113, B113	P124, P121, K121	B3, U1J, U10, B121	P22	P116			
1	Key Block Assy	Key Block Assy	11,34	9,66	7,76	11,30	9,66	9,94	11,34	7,76
2	Electrical Assy	Electrical Assy Atas	29,00	29,81	26,06	29,00	29,81	28,74	29,81	26,06
		Electrical Assy Bawah	17,46	16,76	20,43	16,00	16,34	17,40	20,43	16,00
3	Shank Stopper Regulation	Shank Stopper	25,49	19,75	23,71	25,50	21,73	23,24	25,50	19,75
		Let off, HS, Karatori, KS, DL, DS, CoW	34,41	38,37	35,49	37,46	38,37	36,82	38,37	34,41
4	Electrical Check	Electrical Check	23,57	24,27	27,53	23,60	24,27	24,65	27,53	23,57
Total ST Net (Model/Ment)			141,27	138,63	140,98	142,86	140,18	140,78		

A – Standard Time Pada Proses Silent Sub Assy UP

No	Bagian Tubuh	Level of Compliments			
		TS	AS	S	SS
0	Atas Leher				1
1	Bawah Leher				1
2	Kiri Bahu	1			
3	Kanan Bahu		1		
4	Kiri Atas Lengan		1		
5	Punggung				1
6	Kanan Atas Lengan			1	
7	Pinggang				1
8	Pantat			1	
9	Bagian Bawah Pantat			1	
10	Kiri Siku		1		
11	Kanan Siku		1		
12	Kiri Lengan Bawah	1			
13	Kanan Lengan Bawah	1			
14	Pergelangan Tangan Kiri		1		
15	Pergelangan Tangan Kanan	1			
16	Tangan Kiri	1			
17	Tangan Kanan			1	
18	Paha Kiri	1			
19	Paha Kanan	1			

20	Lutut Kiri	1
21	Lutut Kanan	1
22	Betis Kiri	1
23	Betis Kanan	1
24	Pergelangan Kaki Kiri	1
25	Pergelangan Kaki Kanan	1
26	Kaki Kiri	1
27	Kaki Kanan	1

B – Kuesioner Nordic Body Map Operator 1

No	Bagian Tubuh	<i>Level of Compliments</i>			
		TS	AS	S	SS
0	Atas Leher				1
1	Bawah Leher				1
2	Kiri Bahu		1		
3	Kanan Bahu	1			
4	Kiri Atas Lengan	1			
5	Punggung				1
6	Kanan Atas Lengan			1	
7	Pinggang				1
8	Pantat			1	
9	Bagian Bawah Pantat				1
10	Kiri Siku	1			
11	Kanan Siku		1		
12	Kiri Lengan Bawah	1			
13	Kanan Lengan Bawah	1			
14	Pergelangan Tangan Kiri		1		
15	Pergelangan Tangan Kanan		1		
16	Tangan Kiri	1			
17	Tangan Kanan				1
18	Paha Kiri	1			

19	Paha Kanan	1
20	Lutut Kiri	1
21	Lutut Kanan	1
22	Betis Kiri	1
23	Betis Kanan	1
24	Pergelangan Kaki Kiri	1
25	Pergelangan Kaki Kanan	1
26	Kaki Kiri	1
27	Kaki Kanan	1

C – Kuesioner Nordic Body Map Operator 2

